

## Анотація дисципліни

### Освітня програма: «Гідрогеологія»

*Назва дисципліни* - Мінеральні води

*Викладач дисципліни* - доцент Прибилова Вікторія Миколаївна

*Курс, семестр* - 1 курс, 1 семестр

*Загальна кількість академічних годин* - 120

*Кількість кредитів ЄКТС* – 4 кредитів

*Попередні умови для вивчення*

Дисципліни «Основи гідрогеології», «Регіональна геологія», «Регіональна гідрогеологія», «Оцінка запасів підземних вод», «Екологічна гідрогеологія», «Основи гідрогеології», «Гідрогеохімія».

*Мета дисципліни*

*Опис дисципліни та розділів, з яких вона складається*

Дисципліна складається з двох розділів:

Розділ 1. Вступ. Закономірності формування та розповсюдження мінеральних вод.

Розділ 2. Характеристика основних типів мінеральних вод та їх головних родовищ.

Розділ 3. Промислово-корисні та термальні води.

У першому розділі розглянемо поняття про мінеральні води, їх значення для народного господарства та курортного будівництва. Короткий огляд історії використання та вивчення мінеральних вод та внесок українських авторів в створення вчення про розповсюдження і формування мінеральних вод. Нормативні документи, що регламентують використання мінеральних вод. Розглянемо основні класифікації, хімічний склад мінеральних лікувальних вод та закономірності його формування.

Другий розділ присвячений знайомству з основними типами мінеральних вод та їх найбільш відомими родовищами. Розглянемо загальну характеристику типу мінеральних вод, умови розповсюдження, генезис тощо. Поширення мінеральних лікувальних вод на території України. Особливості пошуків, розвідки і підрахунку запасів мінеральних вод. Охорона мінеральних вод від виснаження та забруднення.

Третій розділ знайомить з промислово-корисними та термальними водами. Поняття про гідромінеральні сировину та промислово-корисні підземні води. Геолого-економічна оцінка та кондиційні вимоги до родовищ промислово-корисних вод. Сучасний стан і перспективи використання промислово-корисних вод в світі та в Україні. Поняття про геотермальні, петрогеотермальні та гідрогеотермальні ресурси. Класифікація та показники можливості використання гідрогеотермальних ресурсів. Наводяться приклади використання промислово-корисних і термальних вод в світі. Основні закономірності розповсюдження гідрогеотермальних ресурсів. Перспективи освоєння гідрогеотермальних і петрогеотермальних ресурсів України.

*Види навчальних занять*

Лекції, практичні заняття, консультації.

### *Форми контролю навчальних досягнень*

Поточний контроль: усне опитування під час лекційних занять, перевірка та захист практичних робіт, письмова контрольна робота.

Підсумковий контроль – іспит.

*Мова викладання* - українська

### *Рекомендовані джерела основної літератури:*

1. Колесник Е.О., Бабова К.Д. Мінеральні води України – К.: ВО “Купріянова”, 2005. – 560 с
2. Мінеральні води України / За ред. Е.О. Колесника, К.Д. Бабова. –К.: Купріянова, 2005. – 576 с.
3. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. К-, Вища школа. 1972.
4. Огняник М.С. Мінеральні води України. К.:ВПУ «Київ. Ун-т», 2000. – 216 с.
5. Формування мінеральних вод України. / За ред. В.М. Шестопалова. Вид-во Київ - , Наукова думка, 2009. - 311 с.
6. Шестопалов В.М., Негода Г.М., Набока М.В., Овчиннікова Н.В. Проблеми класифікації мінеральних вод України і перспективи виявлення їх різноманітності // Проблеми мінеральних вод: Збірник наукових праць. – К., 2002. – С. 13–32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Факультет геології, географії, рекреації і туризму  
Кафедра фундаментальної та прикладної геології

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
для самостійної роботи студентів  
з курсу  
**«МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ»**



Харків – 2022

Прибилова В.М. Мінеральні води: Методичні вказівки для самостійної роботи студентів спеціальності 103 «Науки про Землю». – Харків, 2022 - 37 с.

Рецензент: доктор геол.-мін. наук, професор Лур'є А.Й.

Методичні вказівки розроблені до програми курсу «Мінеральні води» як одного з найважливіших у циклі дисциплін професійної та практичної підготовки магістрів гідрогеології.

Мета: надати методичну допомогу студентам та розвивати навички самостійної роботи при вивченні курсу «Мінеральні води».

Методичні вказівки розраховані на студентів денного і заочного відділень кафедра фундаментальної та прикладної гідрогеології факультету геології, географії, рекреації і туризму, які навчаються за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

Методичні вказівки містять загальні відомості про курс, тематичний план (структуру) курсу, навчальну програму з вимогами до компетентностей студентів, рекомендовану літературу, теми практичних та семінарських занять, питання до модульного контролю, систему оцінювання навчальних досягнень студентів, глосарій основних термінів та понять.

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
факультету геології, географії, рекреації  
і туризму  
Харківського національного університету  
Імені В.Н. Каразіна  
(протокол №      від      2022 року)*

© Прибилова В.М. 2022

© Харківський національний університет  
імені В.Н. Каразіна, 2022

## ЗМІСТ

Загальні положення.....	
Зміст програми.....	
Список рекомендованої літератури.....	
Теми практичних занять.....	
Типові питання до контрольної роботи .....	...
Теми для самостійної роботи.....	
Загальні вказівки стосовно самостійної роботи над курсом.....	
Оцінювання результатів навчальних досягнень студентів...	
Глосарій.....	

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Курс «Мінеральні води» викладається студента 5 курсу денного і студентам 6 курсу заочного відділень і має важливе значення у підготовці магістрів зі спеціальності 103 «Науки про землю», формуючи необхідні знання та практичні навички.

Серед підземних вод особливе місце займають мінеральні води, які можуть використовуватися як у лікувальних цілях – лікувальні води, у промислові для видобутку цінних речовин – промислові води, а також з метою видобутку електроенергії – це термальні води.

Україна надзвичайно багата запасами різних мінеральних вод. На її території відомі майже всі бальнеологічні типи мінеральних вод, які трапляються у світі.

**Мета курсу:** дати студентам знання з основних закономірностей формування та розповсюдження мінеральних, термальних і промислових вод в надрах Землі, та на території України зокрема.

### **Завдання курсу:**

- сформувати у студентів знання про процеси формування та закономірності поширення мінеральних лікувальних вод, а також сформувати навички проведення робіт з пошуків, розвідки, оцінки запасів і охорони цих специфічних корисних копалин;
- дати студентам уявлення про формування та поширення термальних та промислово-корисних вод та перспективи їх використання в Україні.

### **Заплановані результати навчання.**

Сформовані компетентності:

Інтегральна компетентність **ІК**. Здатність розв'язувати складні наукові задачі та практичні проблеми гідрогеології та захисту геологічного середовища, нафтогазової гідрогеології, включно з прийняттям рішень щодо відбору даних та вибору методів досліджень при прогнозуванні, пошуках та гідрогеологічному вивченні територій у різних просторово-часових масштабах із використанням комплексу геологічних, гідрогеологічних, геофізичних, геохімічних, гідрогеохімічних даних, в умовах недостатності інформації та невизначеності умов.

**ЗК 03.** Здатність спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня суміжних галузей знань.

**ЗК 05.** Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

**ЗК 06.** Прагнення до збереження природного навколишнього середовища.

**ЗК 07.** Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, зокрема в галузі гідрогеології.

**СК 08.** Вміння застосовувати наукові знання і практично втілювати їх для планування, розробки, організації, та здійснення проектів вивчення геологічного середовища, гідрогеології родовищ вуглеводнів, підготовки аналітичної звітної документації та презентацій.

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

**ПРО2.** Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в теоретичних та прикладних напрямках гідрогеології. **ПРО3.** Вміти спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня в суміжних галузях, у тому числі в міжнародному контексті, в глобальному інформаційному середовищі.

**ПРО10.** Вирішувати практичні задачі наук про геологічне середовище з використанням теорій, принципів та методів гідрогеології та інженерної геології.

**ПРО14.** Використовувати набуті теоретичні знання, уміння та навички в галузі гідрогеології при вирішенні прикладних і наукових проблем.

**ПРО15.** Розробляти та здійснювати моніторинг геологічного середовища та підземної гідросфери зокрема.

**ПРО16.** Вміти комплексно аналізувати фактори, що викликають зміни геологічного середовища (зокрема підземної гідросфери) та їх прогнозувати в природно-техногенних умовах у просторовочасових масштабах.

Через систему знань та умінь:

**знати:** мінеральні лікувальні води, мінеральні лікувально-столові води, типи мінеральних вод, персоналії, законодавчі акти; процеси формування сольового та газового складу мінеральних вод, фактори розміщення мінеральних вод в надрах, провінції мінеральних вод, родовища мінеральних підземних вод; мінеральні води з специфічними компонентами, мінеральні води без специфічних компонентів, приклади родовищ мінеральних во; родовища мінеральних вод гідрогеологічних структур України;

гідромінеральна сировина, геотермальні, петрогеотермальні та гідргеотермальні ресурси.

**вміти:**

- вміти розрізняти типи мінеральних вод за результатами хімічних аналізів;
- вміти враховувати особливості пошуково-розвідувальних робіт на мінеральні води.

## **ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

### **Розділ 1. Вступ. Закономірності формування та розповсюдження мінеральних вод.**

#### ***Тема 1. Формування сольового та газового складу мінеральних вод.***

Поняття про мінеральні лікувальні, термальні (енергетичні) та промислово-корисні води. Їх значення для народного господарства та курортного будівництва. Короткий огляд історії використання та вивчення мінеральних вод. Внесок українських авторів в створення вчення про розповсюдження і формування мінеральних вод. Нормативні документи, що регламентують використання мінеральних вод.

Класифікація мінеральних лікувальних вод. Сучасний стан використання мінеральних вод в Україні.

Роль інфільтрогенних, седиментогенних, ювенільних вод в формуванні різних типів мінеральних вод. Значення процесів змішування, десульфатизації, катіонного обміну та інших. Джерела надходження біологічно активних компонентів. Формування мікроелементного складу. Газовий склад мінеральних вод, його формування. Мікрофлора мінеральних вод та її роль в формуванні їх сольового і газового складу.

#### ***Тема 2. Геологічні закономірності формування та поширення мінеральних вод.***

Роль геотектонічних, літолого-фаціальних, гідргеологічних, геотемпературних та інших факторів у розміщенні різних типів мінеральних вод. Провінції



мінеральних вод. Сучасний погляд на районування мінеральних вод.

Поняття про родовище мінеральних вод.

## **Розділ 2. Характеристика основних типів мінеральних вод та їх головних родовищ**

### **Тема 1. Основні типи мінеральних вод.**

#### *1.1. Вуглекислі води.*

Формування та розповсюдження вуглекислих вод. Генезис вуглекислоти. Особливості динаміки та режиму вуглекислих вод, явище інтермітенції. Основні геохімічні типи вуглекислих вод, їх склад та розповсюдження. Найбільш відомі родовища вуглекислих вод: Боржомі, Дарасун, Арзні, родовища Українських Карпат, Карлови Вари, Віші, Бад Наугейм та інші.

#### *1.2. Сірководневі, гідросульфідні, сульфідні води.*

Загальна характеристика, умови розповсюдження та типи родовищ сірководневих вод. Генезис сірководню. Парагенезис сірководневих вод, гіпсо-ангідритових утворень та нафтогазоносних відкладів. Коротка характеристика найбільш відомих родовищ сірководневих вод.

#### *1.3. Бромні, йодні, йодо-бромні мінеральні води.*

Загальна характеристика, умови розповсюдження та основні типи родовищ бромних, йодних та йодо-бромних вод. Генезис йоду та бромну.

#### *1.4. Залізисті, мши'яковисті води та води з великим вмістом інших металів.*

Основні геохімічні типи та приклади родовищ.

#### *Купоросні води.*

#### *1.5. Маломінералізовані мінеральні води з великим вмістом органічних речовин.*

Загальна характеристика, умови формування та розповсюдження, типи родовищ - Нафтуса, Березівське, Надзбручанське (Сатанів).

#### *1.6. Кремністі мінеральні води.*

Кремністі терми молодих глибинних розломів. Холодні кремністі мінеральні води Східної України. Основні типи і родовища кремністих вод.

### *1.7. Мінеральні води без специфічних компонентів*

Умови формування та закономірності поширення. Основні типи та приклади родовищ: Миргород, Куяльник та інші.

*1.8. Радіоактивні води. Радонові мінеральні води.* Загальна характеристика, умови формування та закономірності поширення. Основні типи і родовища радонових вод.

*1.9. Особливості пошуків, розвідки і підрахунку запасів мінеральних вод. Охорона мінеральних вод від виснаження та забруднення.*

## **Тема 2. Поширення мінеральних лікувальних вод на території України**

2.1 Мінеральні води України. Історія використання та дослідження мінеральних вод України. Вплив геолого-структурних, гідрогеологічних, геохімічних, геотермічних, умов на розміщення родовищ мінеральних вод на території України.

2.2. Мінеральні води артезіанських басейнів України: Дніпровсько-Донецького, Волино-Подільського, Причорноморського, Предкарпатського та Закарпатського.

2.3. Мінеральні води складчастих областей України: Української, Донецької, Кримської, Карпатської.

2.4. Мінеральні озера та лікувальні грязі України: Саки, Мойнаки, Одеські лимани, Слов'янськ та інші.

2.5. Перспективи подальшого розширення використання мінеральних вод і грязей в Україні.

## **Розділ 3. Промислово-корисні та термальні води.**

**Тема 1. *Поняття про гідромінеральні сировину та промислово-корисні підземні води.***

Геолого-економічна оцінка та кондиційні вимоги до родовищ промислово-корисних вод. Йодо-бромні, бороносні та рідкометальні промислово-корисні води. Сучасний стан і

перспективи використання промислово-корисних вод в світі та в Україні.

**Тема 2.** *Геотермальні, петрогеотермальні та гідрогеотермальні ресурси.*

Класифікація та показники можливості використання гідрогеотермальних ресурсів. Основні закономірності розповсюдження гідрогеотермальних ресурсів. Використання гідрогеотермальних ресурсів для одержання електричної енергії, для комунальних потреб і промислових шлей, в сільському господарстві. Екологічні аспекти використання промислово-корисних вод і геотермальних ресурсів. Перспективи освоєння гідрогеотермальних і петрогеотермальних ресурсів України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література

1. Колесник Е.О., Бабова К.Д. Мінеральні води України – К.: ВО “Купріянова”, 2005. – 560 с
2. Мінеральні води України / За ред. Е.О. Колесника, К.Д. Бабова. –К.: Купріянова, 2005. – 576 с.
3. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР. К-, Вища школа. 1972.
4. Огняник М.С. Мінеральні води України. К.:ВПУ «Київ. Ун-т», 2000. – 216 с.
5. Формування мінеральних вод України. / За ред. В.М. Шестопалова. Вид-во Київ - , Наукова думка, 2009. - 311 с.
6. Шестопалов В.М., Негода Г.М., Набока М.В., Овчиннікова Н.В. Проблеми класифікації мінеральних вод України і перспективи виявлення їх різноманітності // Проблеми мінеральних вод: Збірник наукових праць. – К., 2002. – С. 13–32

### Допоміжна

1. Бурксер Є. С. Солоні озера та лимани України: гідрохім. нарис. *Тр. фіз. -мат. відділу Всеукр. Акад. наук.* 1928. Т. 7. Вип. 1. 341 с.
2. Інструкція про зміст, оформлення та порядок подання до ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ мінеральних підземних вод. Зареєстровано Мін. юстиції України 22.08.2003 під №732/8053, К.: ДКЗ України, 2003. – 55 с.
3. Курортні ресурси України / М. В. Лобода та ін. Київ: ЗАТ «Укрпрофоздоровниця», "ТАМЕД", 1999. 340 с.
4. Лобода М. В. Мінеральні води Закарпаття. Питне лікувальне використання / М. В. Лобода, Киртич Л. П. – Ужгород, 1997. – 175 с.
5. Маков К. І. Гідрогеологічні умови Українського кристалічного масиву. *Геологічний журнал.* 1948. №3. С.65–69.
6. Національний атлас України / За ред. Л.Г. Руденка. – К.: ДНВП «Картографія», 2008. – 440 с.

7. Пономаренко І. В. Аналіз ринку мінеральних вод в Україні [Електронний ресурс] / І. В. Пономаренко // Інфраструктура ринку. – 2018. – Вип. 25. – С. 412-418. – Режим доступу: <http://www.market-infr.od.ua/uk/25-2018>
8. Рудько Г.І. Гідрогеохімія: Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2007. - 255с.
9. Руденко Ф. А., Попов О. Є. Гідрогеологія. Київ: Вища школа., 1975. 232 с.
10. Суярко В.Г. Гідрогеохімія (геохімія підземних вод): навчальний посібник / В.Г. Суярко, К. О. Безрук. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 112с.

### **Інтернет ресурси**

1. Водний кодекс України (1995), редакція від 19.08.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Підземні води України URL: <http://geoinf.kiev.ua/mineralno-syrovynna-baza-ukrayiny/vody-pidzemni>
3. Правила охорони підземних вод. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 325 від 11.05.2023. URL: <https://mepr.gov.ua/nakaz-mindovkilliya-325-vid-11-05-2023/>

## ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми
1	Розрахунок експлуатаційних ресурсів підземних мінеральних вод.
2	Складання карти мінеральних вод.
3	Аналіз закономірностей розповсюдження мінеральних вод України по гідрогеологічним картам.
4	Термальні води. Складання та описання геотермічних розрізів.

### **Практична робота № 1 РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД.**

До регіональної оцінки ресурсів мінеральних вод в платформенних і складчастих областях існують принципово різні підходи. Це обумовлюється істотною відмінністю їх гідрогеологічних умов. Через складність оцінки мінеральних вод у складчастих областях розглянемо принципи оцінки ресурсів мінеральних вод лише платформенних областей.

В платформенних областях і великих басейнах складчастих областей водоносні горизонти, до яких приурочені мінеральні води, регіонально поширені, мають витриманий пластовий характер залягання, відносну однорідність фільтраційних властивостей. Спираючись на накопичений досвід регіональної оцінки і картографування експлуатаційних ресурсів у таких пластових системах, для підрахунку експлуатаційних ресурсів мінеральних вод можна рекомендувати гідродинамічний метод.

Основні типи мінеральних вод у платформенних областях - це солоні і розсолні підземні води, які мають, як правило, досить великі напори, особливо в центральних частинах артезіанських басейнів. В більшості таких басейнів основна частина експлуатаційних ресурсів формується за рахунок зпрацювання природних (у тому числі пружних) запасів. Деяка частина може забезпечуватися перетіканням із суміжних горизонтів. Тільки в

крайових частинах басейнів в експлуатаційних ресурсах порівняно неглибоко залягаючих горизонтів можуть істотну роль відігравати природні ресурси.

Регіональна оцінка ресурсів лікувальних мінеральних вод гідродинамічним методом в цілому аналогічна і для інших типів вод, хоча містить деякі відмінності. Так, на відміну від промислових і термальних при оцінці мінеральних вод практично неможливий геолого-економічний підхід. Крім того, при регіональній оцінці ресурсів мінеральних вод варто враховувати такі особливості їхнього використання: термін експлуатації повинен бути великий (практично необмежений), дебіти окремих водозабірних споруд - невеликі, жорсткі вимоги до якості води і труднощі її прогнозу. Виходячи з цих вимог, для напірних мінеральних вод *варто враховувати тільки пружні запаси* з природних, через недоцільність використання гравітаційних запасів, тобто осушення пласту. Залучені ресурси (перетікання із суміжних горизонтів) оцінити вірогідно можна лише за результатами експлуатації значних водозаборів, що для мінеральних підземних вод нереально. Частка їх в експлуатаційних ресурсах мінеральних вод незначна і може не враховуватися. До того ж живлення мінеральних вод за рахунок перетікання може призвести до втрати їх якості, що не допустимо.

Суть оцінки полягає у визначенні продуктивності (Q) одного, або групи водозаборів за формулою:

$$Q = (4\pi km) / R_{\text{сум}}, (4.1)$$

де  $km$  - водопровідність горизонту;  $S$  - задане припустиме зниження рівня (у залежності від типу водопідйомних засобів і розмірів напору);  $R_{\text{сум}}$  - сумарний гідравлічний опір, що враховує фільтраційний опір свердловини, зовнішні граничні (у плані і розрізі) умови, взаємне розміщення свердловин у водозаборі.

Водозабори в межах площі поширення водоносного комплексу (горизонту) із визначеним типом мінеральних вод розміщуються або в залежності від передбачуваних конкретних споживачів, або по умовній, частіше всього рівномірній сітці.

Перший варіант застосовується в основному при оцінці ресурсів мінеральних вод, які поширені у пластових умовах відносно обмежено. У цьому випадку виконується схематизація граничних умов комплексу, що оцінюється в плані та розрізі і за відомими формулами для пластів відповідної конфігурації

розраховуються розміри  $K_T$ , а потім В більшості випадків при регіональній оцінці можлива схематизація водоносних пластів як фільтраційно однорідних з усередненими значеннями параметрів, із непроникними покрівлею та подошвою. За характером вертикальних границь виділяють наступні найбільш поширені в практиці розрахункові схеми: необмежений пласт (усі межі не мають істотного впливу - не більше 10 % від розміру зниження); напівобмежений пласт з однією непроникною межею (виклинювання водоносного горизонту, регіональний водонепроникний розлом), рідше з межею постійного напору (для горизонтів які мають гідравлічний зв'язок із поверхневими водотоками); у невеликих басейнах складчастих областей - замкнений шар із непроникним контуром.

Більшість продуктивних водоносних комплексів (горизонтів) в артезіанських басейнах платформеного типу мають регіональне поширення. Тоді оцінку ресурсів мінеральних вод краще виконувати за рівномірною сіткою розміщення свердловин по всій площі поширення продуктивного комплексу (горизонту). Розрахунок витрати  $Q$  водозабору, що розміщується в центрі замкненого кругового пласта, коли він формується тільки за рахунок спрацювання пружних запасів, виконується за формулою Маскета:

$$Q = \frac{2\pi kmS}{(2\pi km t) / (\mu R_k^2) + \ln(R_k / r) 0,8} \quad (4.2)$$

де  $\mu$  - пружна водовіддача,  $r$  - радіус водозабірної споруди,  $R_k$  - радіус кола, еквівалентного за площею виділеному блоку порід;  $t$  - розрахунковий термін експлуатації. При рівномірній сітці розміщення водозаборів зручніше відразу розраховувати модулі експлуатаційних ресурсів  $M_E$  за формулою, яку одержано з урахуванням площі блоку:

$$M_E = \frac{Sk m}{at + (R_k^2 / 2) \cdot \ln(R_k / r)} \quad (4.3)$$

Розмір  $R_k$  визначається через площу блоку  $F_1$ :  $R_k = \sqrt{F_1 / \pi}$  або відстань між свердловинами  $l$ :  $R_k = 0,565l$ . Під час вибору кроку сітки варто виходити з природних умов території і можливих потреб у мінеральній воді, тобто глибини залягання і потужності водоносного комплексу, наявності водозаборів, родовищ нафти,



газу, промислових і теплоенергетичних вод, рельєфу місцевості, густоти населених пунктів і типу мінеральної води. З урахуванням цих чинників крок сітки може бути від 5 до 50 км, переважно 30-50 км. Радіус водозабірної споруди умовно приймається рівним 10 м.

Значення отриманого за формулою модуля експлуатаційних ресурсів поширюється на всі ділянки території з близькими величинами допустимих знижень, коефіцієнтів водопровідності і п'єзопровідності. Такі ділянки виділяються шляхом аналізу карт фільтраційних параметрів і динаміки підземних вод.

Розрахунковий термін при оцінці ресурсів мінеральних вод зазвичай приймається рівним  $2 * 10^4$  діб (~ 54 роки). Допустиме зниження рівня не повинно перевищувати висоти напору над покрівлею напірного водоносного горизонту, або половини потужності безнапірного, якщо при цьому відсутні передумови для зміни якості води. Максимальна величина зниження визначається виходячи з допустимої глибини динамічного рівня, тобто технічних засобів для підйому води і умов збереження якості мінеральних вод. Саме ця умова є характерною для багатопластових систем із різноманітною якістю води в суміжних горизонтах і наявністю передумов для їхнього гідравлічного взаємозв'язку під час змін співвідношення напорів у цих горизонтах.

Фільтраційні параметри водоносних комплексів (горизонтів) визначаються у такий спосіб. В якості найбільш достовірних значень приймаються такі, що отримані за результатами спостережень за рівнями і дебітами при дослідних, дослідно-експлуатаційних відкачках і експлуатації, причому для коефіцієнтів п'єзопровідності та рівнепровідності - тільки за даними спостережних свердловин. Більшість даних має меншу достовірність, але за відсутності іншої інформації їх слід максимально використовувати. Це дані про дебіти та зниження при різного роду відкачках, дослідженнях розвідувальними свердловинами на нафту і газ. Значення, отримані менш надійними методами, можуть не прийматися до уваги в залежності від можливого ступеня їхньої достовірності, загальної кількості інформації і відповідності даному типу порід. З цією метою можна використовувати емпіричні графіки кореляційного зв'язку водопровідності та питомого дебіту свердловин  $km=f(q)$  для даної території, не враховуючи значення, які сильно відрізняються від загальної закономірності.

У тих випадках, коли випробувано (наприклад, у нафтових і газових свердловинах) невеличкі інтервали від загальної потужності водоносних комплексів, через  $km$  і  $m$  інтервалу визначається коефіцієнт фільтрації  $k$ , а сумарний коефіцієнт водопровідності - як  $km$ , де  $m$  - повна (ефективна) потужність продуктивного комплексу. За великих значень  $m$  варто враховувати можливу зміну коефіцієнту фільтрації з глибиною. Ефективна потужність комплексу (горизонту) визначається за даними буріння, спеціальних досліджень, а для глибоких свердловин - в основному за даними геофізичного каротажу.

Достовірні дані про коефіцієнти п'єзопровідності (рівнепровідності) або про пружну (гравітаційну) водовіддачу, як правило, одиничні, тому тут у багатьох випадках варто вдаватися до літературних даних, з врахуванням характеру порід і мінералізації підземних вод. Орієнтовані значення водовіддачі  $\mu$  такі: для високонапірних водоносних горизонтів  $10^{-4} - 10^{-5}$ ; для горизонтів із напором 50-70м -  $10^{-3} - 10^{-4}$ ; для безнапірних водоносних горизонтів: у дрібнозернистих пісках 0,1; у середньо- і грубозернистих пісках 0,15; для тріщинуватих карбонатних порід  $(1,5 - 2) * 10^{-2}$ ; для тріщинуватих терригенних порід  $(1 - 1,5) * 10^{-2}$ ; для тріщинуватих вивержених і ефузивних  $(1-5)*10^{-3}$ . За цими даними коефіцієнт п'єзопровідності та рівнепровідності визначається за формулами:

$$a = \frac{km}{\mu}, \text{ або } a = \frac{kH}{\mu} \quad (4.5, 4.6)$$

**Завдання 4:** Використовуючи формули 4.2 та 4.3 розрахувати витрату водозабору та модуль експлуатаційних ресурсів родовища мінеральних вод. Дані для розрахунків наведені в тексті та в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Дані для розрахунків витрати водозабору та модуля експлуатаційних ресурсів мінеральних вод.

Варіант	$k$ , м/добу	$m$ , м	$S$ , м	$l$ , м	$\mu$
1	8	40	20	5000	$3 * 10^{-4}$
2	4,5	50	16	9000	$5 * 10^{-4}$
3	2	35	18	6500	$7 * 10^{-5}$
4	10	30	15	10000	$5 * 10^{-3}$
5	15	25	12	30000	$10^{-3}$

## Практична робота №2

### СКЛАДАННЯ КАРТИ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Картування мінеральних вод відноситься до спеціального гідрогеохімічного картування. В його основі так саме, як і при загальному картуванні, що розглянуто раніше, лежить мережа опірних водопунктів, по яких встановлено концентрацію компонентів, що мають лікувальну дію. На оглядових картах мінеральних вод виділяють провінції - за хімічним складом (вказується аніонно-катионний склад вод та їх сумарна мінералізація), групи - за мінералізацією (до 2; від 2 до 35; > 35 г/дм<sup>3</sup>; з різною мінералізацією); класи - за іонним складом (гідрокарбонатні кальцієві; магнієво-кальцієві; гідрокарбонатні натрієві та ін.). На картах середнього та крупного масштабів (1: 200 000 - 1: 25 000) виділяють райони, або ділянки поширення окремих бальнеологічних видів, підвидів та груп мінеральних лікувальних вод, що виділяються за сучасними критеріями оцінки лікувальних вод (табл. 1.1). На крупномасштабних картах відображають ореоли поширення груп в межах видів та, якщо є, - підвидів мінеральних вод, тобто по ізолініях виділяють відтінками одного кольору ореоли поширення мінеральних вод певного виду з різною концентрацією визначального компонента.

**Таблиця 1.1. Критерії виділення бальнеологічних видів та груп мінеральних лікувальних вод.**

Види мінеральних вод	Компонент, або основний показник	Мінімальний вміст за новою класифікацією (2002) та групи за мінералізацією або вмістом специфічного компонента
Мінералізовані води без специфічних компонентів та властивостей (лікувальна дія обумовлюється їх іонно-сольовим складом)	Загальна мінералізація	Понад 1 г/дм <sup>3</sup> 1-2- слабкої мінералізації; 2-5- малої мінералізації; 5-10 - середньої мінералізації; 10-35 - високої мінералізації; 35-150-розсолні; 150 - сильно розсолні

Вуглекислі	CO <sub>2</sub> вільна і розчинена	0,5 г/дм <sup>3</sup> 0,5-1,4 - слабовуглекислі; 1,4-2,5 - вуглекислі середньої концентрації; 2,5 - сильновуглекислі ("газуючі")
Сірководневі	H <sub>2</sub> S заг. (H <sub>2</sub> S+HS <sup>-</sup> )	10 мг/дм <sup>3</sup>
Види мінеральних вод	Компонент, або основний показник	Мінімальний вміст за новою класифікацією (2002) та групи за мінералізацією або вмістом специфічного компоненту
Води збагачені органічними речовинами	Органічна речовина в розрахунку на вуглець	Межі вмісту: 8-40 мг/дм <sup>3</sup> - води типу "Нафтуся", понад 40 мг/дм <sup>3</sup> – води типу "Брамштедт"
Борні	Ортоборна кислота (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	35 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Кременисті	Метакремнійова кислота (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	50 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Миш'яковисті	As	0,7 - 2 мг/дм <sup>3</sup>
Бромні	Br	25 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Йодні	I	5 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Залізисті	Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>	10 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Радонові	222Rn	185 Бк/дм <sup>3</sup> і більше
Літійові	Li	Понад 5 мг/дм <sup>3</sup>
Селенові	Se	Понад 10 мкг/дм <sup>3</sup>
З підвищеним вмістом срібла	Ag	Понад 0,1 мг/дм <sup>3</sup>
Стронцієві	Sr	Понад 0,001 мг/дм <sup>3</sup>

Таким чином, метою складання карти є визначення ореолів поширення мінеральних вод та просторового розподілу концентрації лікувальних компонентів в даному водоносному комплексі в заданому районі.

Можливі випадки, коли мінеральні води якісно виснажені, забруднені, або за вмістом окремих компонентів можуть наближатись до розряду промислових. Тобто критерії віднесення підземних вод до лікувальних (табл. 1) мають певні чіткі обмеження (не менше і не більше). Забороняючі критерії (табл. 1.2) також слід приймати до уваги при картуванні мінеральних вод.

Якщо це дозволяють фактичні дані, слід виділити на карті ореоли перевищення гранично допустимих концентрацій специфічних компонентів і (або) забруднювачів. Підземні води в межах таких ореолів слід розглянути з точки зору їх використання спочатку як бальнеологічних, потім - як промислових вод.

Таблиця 1.2. Забороняючі критерії, що обмежують використання підземних вод як лікувальних.

Найменування компонентів	Гранично допустима концентрація компоненту, мг/дм <sup>3</sup> , не більше
Срібло (Ag)	0,05
Селен (Se)	0,05
Нітрати (за N <sub>03</sub> )	50,0
Нітрити (за N <sub>02</sub> )	2,0
Свинець (Pb)	0,1
Кадмій (Cd)	0,001
Ртуть (Hg)	0,005
Молібден (Mo)	0,25
Цинк (Zn)	5,0
Миш'як (As) в розрахунку на: металевий миш'як:	
в лікувальних водах	2,0
в лікувально-столових	1,5
Фтор (F):	15,0
в лікувальних водах	10,0
в лікувально-столових	
Стронцій (Sr)	25,0
Феноли	0,001
Інші органічні речовини (в розрахунку на вуглець C <sub>орг</sub> ):	
в лікувальних водах	20,0
в лікувально-столових	10,0

**Завдання 1:** Скласти карту мінеральних вод району N використовуючи картографічну основу, а також таблиці 1.1. та 1.2 і 1.3.

Для цього:

1) встановити ореоли поширення видів, підвидів та груп мінеральних вод (лікувальних питних та бальнеологічних) відокремивши їх кольоровими ізолініями; позначити їх на карті шифрами; оформити умовні позначки;

2) виділити більш жирними лініями ореоли поширення непридатних за обмежуючими критеріями підземних мінералізованих вод (якщо є).

3) в пояснювальній записці до карти дати характеристику хімічного складу (класів) мінеральних вод та розподіл їх за типами.

### **Практична робота № 3**

#### **Аналіз закономірностей розповсюдження мінеральних вод України по гідрогеологічним картам.**

#### **ПРОМИСЛОВІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ.**

#### **СКЛАДАННЯ ПОШУКОВОЇ ГІДРОГЕОХІМІЧНОЇ КАРТИ НА ПРОМИСЛОВІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ**

При побудові пошукової гідрогеохімічної карти на промислові води можна використовувати як прямі, так і сторонні ознаки промислових підземних вод. До перших відносяться підвищені (вище кондиційних) концентрації окремих мікрокомпонентів в підземних водах. До других - всі показники гідрогеохімічного середовища, накопичення і міграції компонентів. Це перш за все хімічний склад за переважаючими аніонами і катіонами, кислотно-лужний показник, газовий склад.

Розглядається глибокозалегаючий водоносний комплекс в сульфатно-галогенних відкладах нижньої перми артезіанського басейну передгірського прогину. Для складання пошукової карти слід використати сторонні показники - хімічний склад підземних вод.

Водовміщуючі породи комплексу представлені чотирма фаціями.

**Морська та лагунно-морська фації** поширені на північному сході району і представлені сульфатно-карбонатними породами.

**Лагунна фація** займає південь та південний схід ділянки і характеризується переважним розвитком солей з домішками ангідритів і рідких прошарків доломітів.

**Лагунно-прибрежно морська фація** виділяється в центральній і східній частинах території і відрізняється великим

літологічним різноманіттям - ангідрити, галіти з прошарками полігалітів, піщаники, алевроліти і глини.

**Прибережно-морська фація** поширена на крайньому сході території і характеризується широким розвитком піщаників, аргілітів, глин, які містять прошарки ангідритів і гіпсу. Характер залягання поверхні покрівлі водоносного комплексу представлений стратоізогіпсами (рис. 2.1). Водоносний комплекс залягає на глибинах від 300 до 2500 м, які збільшуються в південному і південно-східному напрямках. Фільтраційні властивості водовміщуючих порід не стабільні і змінюються в широких межах: пористість варіює від 2 до 30%, проникність від 1 до 200 мД. Питомі

дебіти свердловин, що розкривають води даного комплексу, невеликі: 0,01-1 м<sup>3</sup>/добу. Области живлення - за межами території що розглядається. Рух вод направлений по заглибленню комплексу на південь і південний схід.

**Завдання 2.** Побудувати пошукову карту на промислові підземні води за сторонніми ознаками в наступній послідовності:

1)нанести на карту (рис. 2.1) дані про хімічні класи підземних вод, які виявлено на основі виділення основних компонентів, вміст яких перевищує 25 %-екв.

2)оконтурити ділянки водоносного комплексу з різним хімічним складом підземних вод;

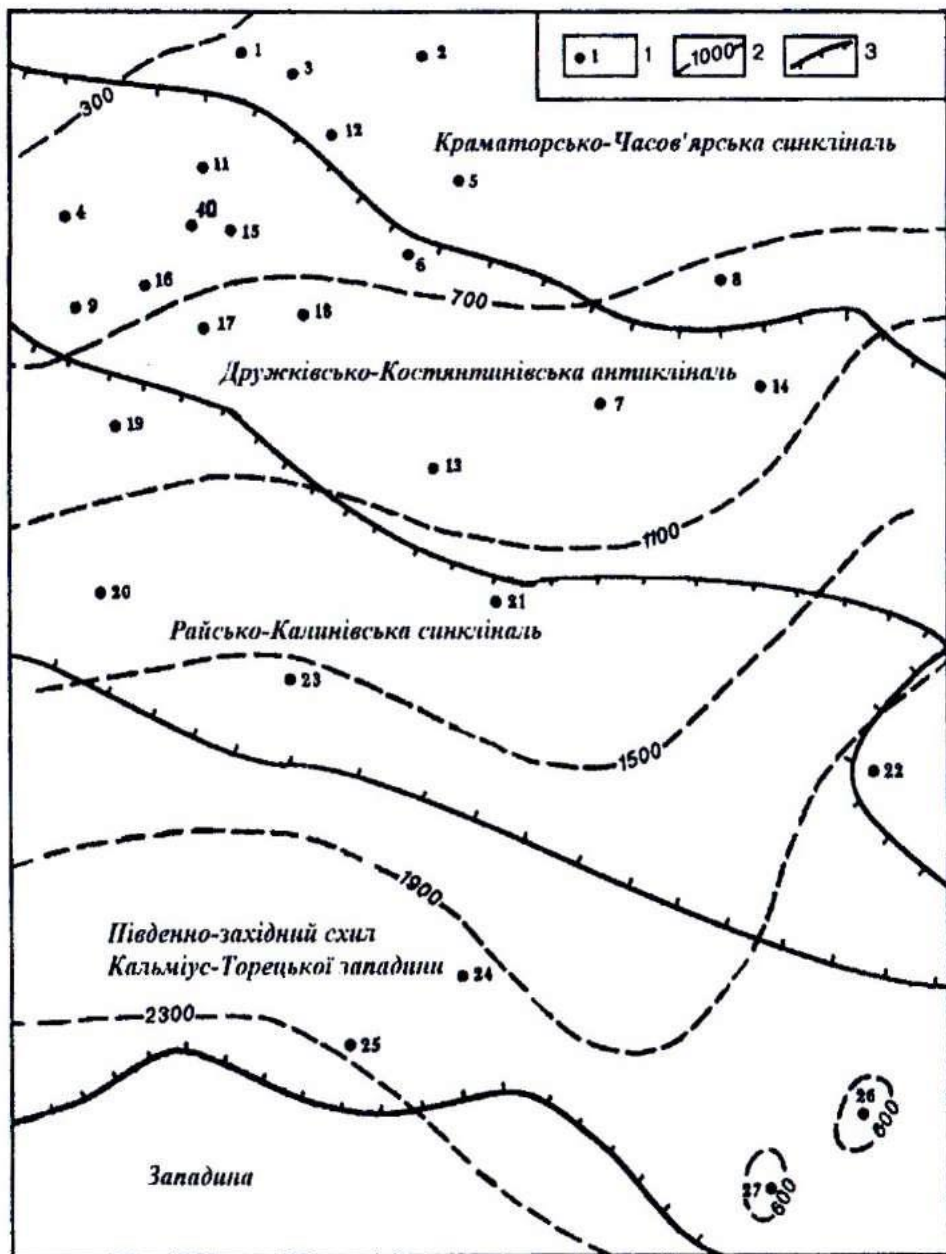


Рис. 2.1. Основа для побудови пошукової гідрогеохімічної карти-схеми на промислові води: 1 - свердловина та її номер; 2 - ізогіпси покрівлі водоносного комплексу, м; 3 - границі структурних елементів.



3) виявити закономірності зміни компонентного складу підземних вод у відповідності до змін в сумарній мінералізації за схемами:

$ClNa \rightarrow ClNa \text{ п. Ca} \rightarrow ClNaCa \rightarrow ClCaNa$ ;

$ClNa \rightarrow ClNa \text{ п. Mg} \rightarrow ClNaMg \rightarrow ClMgNa \rightarrow ClMg \text{ п. Na}$

4) проаналізувати виявлені гідрогеохімічні закономірності на основі структурно-тектонічної обстановки, гідродинамічних умов і літолого-мінералогічного складу порід і зробити висновки стосовно шляхів формування конкретних геохімічних типів підземних вод;

5) зробити висновок про перспективність території на промислові підземні води. *Наприклад*: бром і бор накопичуються у водах різного складу, сформованих в різних умовах, в неоднакових кількостях. Так хлоридні натрієві води галітових порід характеризуються концентраціями бромиду  $300 \text{ мг/дм}^3$ , бору  $10-30 \text{ мг/дм}^3$ ; хлоридні натрієво-кальцієві і хлоридні кальцієво-натрієві води карбонатно-галітових порід містять бромиду  $300-8000 \text{ мг/дм}^3$ ; хлоридні натрієво-магнієві і хлоридні магнієво-натрієві води калійних і магнезійних соленосних порід відрізняються високими концентраціями Br до  $4000 \text{ мг/дм}^3$ , бору - до  $1000 \text{ мг/дм}^3$ .

Використовуючи закономірності накопичення бромиду, бору та інших елементів в підземних водах різного складу зробити висновки про перспективність території на промислові води.

В пояснювальній записці до карти необхідно:

1) описати закономірності розміщення підземних вод з різною сумарною мінералізацією і компонентним складом;

2) пояснити виявлені закономірності з позицій літологічного складу порід, структурно-тектонічних і гідродинамічних умов;

3) встановити можливу приуроченість до підземних вод конкретних геохімічних типів мікроелементів в концентраціях, що наближаються до кондиційних і таких що їх перевищують, і надати загальну перспективну оцінку території на промислові води;

4) описати ділянки поширення підземних промислових вод на конкретні мікроелементи.

## **Практична робота № 4**

### **ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ. СКЛАДАННЯ ТА ОПИС**

### **ГЕОТЕРМІЧНИХ РОЗРІЗІВ.**

Геотермічні розрізи складають за даними вимірів температури води при проходці свердловин, або за результатами опробувань свердловин, пробурених на певні водоносні горизонти.

Термальні води з широким діапазоном температур (від 20° С до критичної) поширені в товщах осадових порід, що виконують великі западини фундаменту артезіанських басейнів, а також, за наявності тріщинуватості, - і в межах самого фундаменту. Вода і пар накопичуються в ньому переважно в тектонічно порушених зонах. В регіональному плані збільшення температури підземних вод з глибиною підпорядковується геотемпературному градієнту, який в середньому для верхньої частини стратисфери складає 32,9° С на кожний кілометр. Але в тектонічно порушених зонах, та в районах активного вулканізму ця закономірність порушується. В зонах відкритих розломів інфільтраційні води проникають на глибини значно більші поверхні фундаменту, тому на ділянках їх розвантаження створюються температурні умови, які не відповідають загальному геотемпературному полю Землі. Такі термоаномальні ділянки фундаменту виявлені при дослідженнях ряду артезіанських басейнів як платформених, так і гірсько-складчастих областей.

Серед місцевих осередків тепла найбільше впливають на температуру підземних вод вулкани і пов'язані з ними термальні розчини, інтрузивні тіла (шляхом кондуктивної віддачі тепла) і, до певної міри, поклади вугілля та сланців в процесі самозаймання. Температурні аномалії можуть бути викликані також окисненням сульфідів, бактеріологічним відновленням сульфатів, розпадом радіоактивних речовин (що супроводжується виділенням тепла), тектонічним переміщенням гірських порід, підвищенням тиску в газових покладах та в деяких інших випадках.

Ці фактори слід враховувати при побудові геотермічних розрізів. Тому останні обов'язково наносяться на літолого-стратиграфічну основу.

### **Завдання 3.**

#### **Варіант 1.**

1. Побудувати гідрогеотермічний розріз центральної частини Дніпровсько-Донецької западини за даними визначень температури підземних вод у свердловинах (табл. 3.1, рис. 3. 1).

2. В якому діапазоні глибин і в яких водоносних горизонтах зустрічаються низькотермальні теплі води в м. Чернігові та с.м.т. Малі Сорочинці?

3. З якої глибини можна використовувати для гарячого водопостачання (сільськогосподарського теплопостачання) підземні води в м.м. Шебелинці, Чернігові, с.м.т. Радченкове?

4. Який геотермічний градієнт для верхньої частини земної кори під с.м.т. Домановичі, с.м.т. Петровське?

5. Яка геотермічна сходинка характерна для літосфери під м.Чернігів, с.м.т. Радченкове?

Таблиця 3.1. Глибини встановлених значень температури підземних вод Дніпровського басейну в абсолютних значеннях, м БС.

Населений пункт – місце розташування свердловини	Значення температури, t°С							
	15	20	25	30	35	40	45	50
Домановичі	-167	-650	-1000	-1300	-1530	-1690*	н.в.	н.в.
Чернігів	-150	-430	-805	-1130	-1340	-1570	н.в.	н.в.
Малі Сорочинці	-35	-250	-418	-675	-900	-1040*	н.в.	н.в.
Радченкове	26	-80	-300	-480	-670	-880	-1170	-1330
Шебелинка	-3	-230	-400	-560	-745	-940	-1160	-1350*
Петровське	5	-140	-340	-550	-740	-980*	н.в.	н.в.

Примітка: \* - розрахункові значення глибини; н.в. – не визначено у зв'язку з недостатньою глибиною свердловини; значення із знаком мінус відповідають глибинам нижчим 0 м БМ, тобто нижче рівня моря.

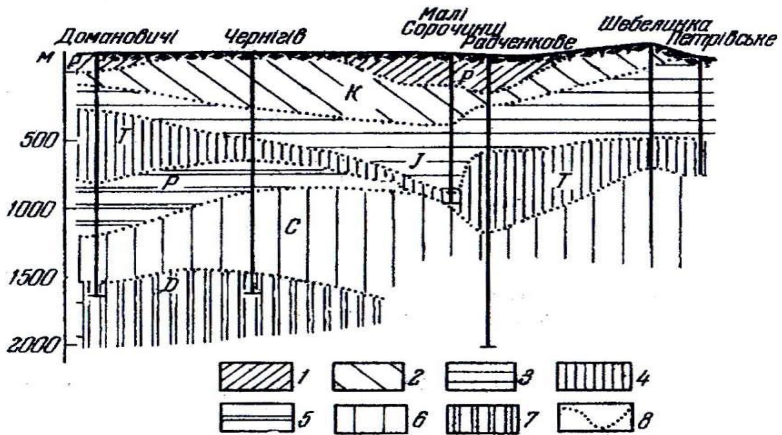


Рис. 3.1. Геологічний розріз центральної частини Дніпровської западини, як основа для побудови геотермічного розрізу за даними таблиці 5.1: 1-7 - відклади : 1 - палеогену, 2 - крейди, 3 - юри, 4 - тріасу, 5 - перми; 6 - карбону, 7 - девону; 8 – стратиграфічні границі.

## Варіант 2.

1. Провести геоізотерми за даними вимірів температури в свердловинах між селами Акимівка і Богемка в Степовому Криму (Причорноморський артезіанський басейн) (табл. 5.2., рис. 5.2.).

2. На яких глибинах та в яких водоносних горизонтах поширені гарячі ( $37^{\circ}$  -  $50^{\circ}$ ) та дуже гарячі ( $50^{\circ}$  -  $100^{\circ}$ ) води.

3. З якої глибини можна використовувати термальні води в с.с. Ново- Олексіївка та Богемка для; а) гарячого водопостачання; б) для опалювання.

4. Який геотермічний градієнт в осадових відкладах та підземних водах під с. Акимівкою, с. Богемкою?

5. Визначити геотермічну сходинку (ступінь) для верхньої частини земної кори по вимірах температури у вказаних свердловинах (рис. 3.2).

Таблиця 3.2. Глибини встановлених значень температури підземних вод по розрізу Степового Криму в абсолютних значеннях, м БС.

Місце розташування	Температура, °С		
	30	50	70
1. Акимівка	1000	н.в.	н.в.
2. Ново-Олексіївка	920	1450	2120
3. Богемка	690	1240	1900

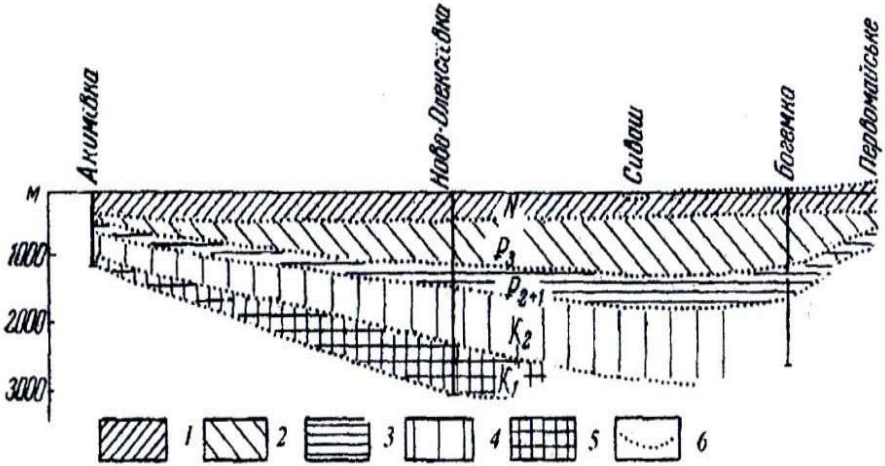
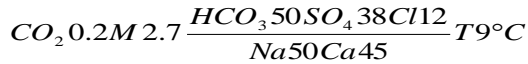


Рис. 3.2. Геологічний розріз Степового Криму як основа для побудови геотермічного розрізу за даними таблиці 5.2: 1-5 - відклади : 1 - неогену, 2 - олігоцену, 3 - еоцен-палеоцену, 4 - верхньої крейди, 5 - нижньої крейди; 6 - стратиграфічні границі.

# ТИПОВІ ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

## Розділ 1. Вступ. Закономірності формування та розповсюдження мінеральних вод.

1. Підземна вода має наступний склад, виражений формулою Курлова:



Відповісти на наступні запитання:

- 1) Чи є ця вода мінеральною лікувальною?
  - 2) Якщо так, то до якої категорії мінеральних лікувальних вод вона відноситься?
  - 3) Дайте повну назву води із зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики.
2. Підземна вода має наступний склад, виражений формулою Курлова:



Відповісти на наступні запитання:

- 1) Чи є ця вода мінеральною лікувальною?
  - 2) Якщо так, то до якої категорії мінеральних лікувальних вод вона відноситься?
  - 3) Дайте повну назву води із зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики.
3. Дати визначення поняття «мінеральні лікувальні води».
  4. Походження сірководню в мінеральних водах.
  5. Назвіть інгредієнти, які враховуються при характеристиці складу мінеральних вод.
  6. Походження основної маси вуглекислого газу у вуглекислих мінеральних водах.
  7. До якої категорії відноситься миргородська мінеральна вода?
  8. Мікробіологічний склад мінеральних вод.
  9. Основні закономірності розповсюдження I, Br і I-Br вод.
  10. Походження вуглекислого газу в підземних водах.

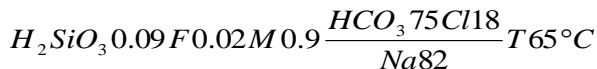
## Розділ 2. Характеристика основних типів мінеральних вод та їх головних родовищ

1. Радіоактивні мінеральні води.

2. Де в Україні в санаторно-курортній практиці використовуються вуглекислі мінеральні води?
3. Які відомі максимальні концентрації йоду в підземних водах України?
4. Назвіть гідрогеологічні структури України, у яких відомі сірководневі мінеральні води.
5. Назвіть перший документально зафіксований бальнеологічний курорт на території України.
6. Чи відомі родовища вуглекислих мінеральних вод у Дніпровсько-Донецькому АБ?
7. Який бальнеологічний курорт функціонує в Харківській області?
8. Мінеральні води Дніпровсько-Донецького АБ.
9. Мінеральні води Предкарпатського АБ.
10. Мінеральні води Волино-Подільського АБ.

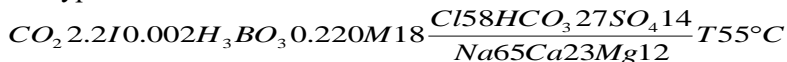
### **Розділ 3. Промислово-корисні та термальні води.**

1. Підземна вода має наступний склад, виражений формулою Курлова:



Відповіді на наступні запитання:

- 4) Чи є ця вода мінеральною лікувальною?
- 5) Якщо так, то до якої категорії мінеральних лікувальних вод вона відноситься?
- 6) Дайте повну назву води із зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики.
2. Підземна вода має наступний склад, виражений формулою Курлова:



Відповіді на наступні запитання:

- 1) Чи є ця вода мінеральною лікувальною?
- 2) Якщо так, то до якої категорії мінеральних лікувальних вод вона відноситься?
- 3) Дайте повну назву води із зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики.
3. Поняття «гідромінеральна сировина».

4. Показники геолого-економічної оцінки родовищ промислових підземних вод.
5. Поняття «промислові підземні води» і фактори, що обумовлюють актуальність їх використання.
6. Використання промислових підземних вод у країнах СНД.
7. Термальні води, загальна характеристика.
8. Приклади використання термальних вод у світі.
9. Класифікація територій за одиницею теплового потоку.
10. Термальні джерела. Гейзери, фумароли тощо.



## ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва теми
1	Історія використання та дослідження мінеральних вод України. Вплив геолого-структурних, гідрогеологічних, геохімічних, геотермічних, умов на розміщення родовищ мінеральних вод на території України.
2	Мінеральні води артезіанських басейнів України: Дніпровсько-Донецького, Волино-Подільського, Причорноморського, Предкарпатського та Закарпатського. Мінеральні води складчастих областей України: Української, Донецької, Кримської, Карпатської.
3	Перспективи подальшого розширення використання термальних та промислових підземних вод в Україні.

### ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ СТОСОВНО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ НАД КУРСОМ

Самостійна робота над курсом «Мінеральні води» є невід'ємною складовою частиною навчально-виховного процесу і має метою закріплення та поглиблене вивчення лекційного матеріалу, формування навичок та прийомів дослідження та оцінки мінеральних, термальних та промислових підземних вод, отриманих при виконанні практичних занять.

Для успішного засвоєння навчального матеріалу необхідно обов'язково мати конспект лекцій та навчальний посібник з цієї дисципліни. Лекційні матеріали доповнюються літературними джерелами за списком рекомендованої літератури і додатковими матеріалами, які студенти знаходять самостійно з інших джерел (наприклад, Інтернету).

При засвоєнні навчального матеріалу перш за все необхідно оволодіти основним понятійно-термінологічним апаратом

дисципліни. Для цього рекомендується уважно опрацювати глосарій у додатку і самостійно осмислити базові поняття дисципліни.

На всіх етапах самостійної роботи студенти мають можливість перевіряти свій рівень підготовки за допомогою контрольних запитань. При достатньому засвоєнні навчального матеріалу студент має дати самостійну відповідь на всі запропоновані запитання. Для з'ясування незрозумілих питань на кафедрі гідрогеології регулярно за розписом проводяться індивідуальні та групові консультації викладачами, які ведуть цей курс.

## ОЦІНЮВННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ СТУДЕНТІВ

### Приклад для підсумкового семестрового контролю при проведенні екзаменаційної роботи

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання			Екзам ен	Сума
Практичні роботи	Контрольна робота	Разом		
4*5=20	40	60	40	100

### Критерії оцінювання навчальних досягнень

**Практична робота:** від 0 до 10 балів – 0 балів – робота не виконана, 1 бал – виконана частково, підготовлена недбало, виконаний не свій варіант, знання фрагментарні і поверхові, 2 бали – завдання виконано частково, містить окремі помилки фахового характеру, знання фрагментарні і поверхові, 3 бали – завдання виконано частково, містить окремі помилки методичного характеру, знання достатні, 4 бали – завдання виконано повністю, з окремими зауваженнями, знання достатні, 5 балів – завдання виконано повністю, знання на високому рівні.

За навчальним планом передбачено виконання контрольної роботи, яка оцінюється в 40 балів: 4 запитання по 10 балів. 9-10 балів – правильна відповідь, яка передбачає знання матеріалу, послідовність викладення, наведення прикладів, аргументованість висновку; 7-8 бали – правильна відповідь, але є непослідовність у викладенні; 5-6 балів – правильна відповідь, але є непослідовність викладення, відсутні приклади, та аргументація висновку; 4 бали – неправильна відповідь, проте простежується знання матеріалу, володіння основними термінами; 3-2 бали – неправильна відповідь; 0 балів – відсутність відповіді.

Для екзамену: розгорнуті відповіді (есе) (10 балів за кожне питання) Максимальний бал та екзамен – 40 балів. 9-10 балів – правильна відповідь, яка передбачає знання матеріалу, послідовність викладення, наведення прикладів, приведення розрахунків (за необхідністю) аргументованість висновку; 7-8 балів – правильна відповідь, але є непослідовність у викладенні; 5-6 балів – правильна відповідь, але є непослідовність викладення, відсутні приклади, розрахунки та аргументація висновку; 4 бали –

неправильна відповідь, проте простежується знання матеріалу, володіння основними термінами; 3-2 бали – неправильна відповідь 0 балів – відсутність відповіді.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
	для екзамену
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

### ГЛОСАРІЙ

<b>Мінеральні води</b>	Це природні води, що справляють на організм людини лікувальну дію, обумовлену основним іонно-сольовим та газовим складом, вмістом біологічно активних компонентів і специфічними властивостями (радіоактивність, температура, реакція середовища та ін.). Мінеральними є не тільки підземні води, але й води деяких озер і морів.
<b>Столові води</b>	Це води з мінералізацією до 1 г/дм <sup>3</sup> , які використовуються винятково як питні.
<b>Лікувальні мінеральні води</b>	Ці води мають мінералізацію 10-15 г/дм <sup>3</sup> або підвищений вміст As, В, І або деяких інших біологічно активних мікрокомпонентів і як столові не вживаються. Іноді допускається підвищена мінералізація > 15 г/дм <sup>3</sup> . Це лікувальні води, ті які використовуються у вигляді ванн.
<b>Лікувально-столові мінеральні води</b>	Це води з мінералізацією від 1 до 10 г/дм <sup>3</sup> або більшою мінералізацією, але які містять біологічно активні компоненти в концентрації не нижче прийнятих бальнеологічних норм.
<b>Бальнеологія</b>	Це галузь медичних знань, яка вивчає походження лікувальних грязей, фізико-хімічний склад лікувальних, природних і штучно приготовлених

	<p>мінеральних вод, і вплив їх і різних процедур з використанням води на організм людини і його захворювання.</p>
<b>Вчення про мінеральні води</b>	<p>Це галузь гідрогеологічної науки, яка займається дослідженням хімічного та газового складу, фізико-хімічних властивостей, походження та закономірностей розповсюдження мінеральних, лікувальних вод, їх режиму, особливостей методики пошуків і розвідки родовищ мінеральних вод і підрахунку їх запасів, питаннями каптажу мінеральних джерел і обладнанням свердловин.</p>
<b>Провінція</b>	<p>Це велика ділянка земної кори, яка характеризується єдністю геологічного розвитку, що відносяться до платформи або до складчастого пояса, із властивими їм групами родовищ мінеральних вод різного складу та походження.</p> <p>Виділяються провінції:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– прадавніх платформ</li> <li>– молодих платформ</li> <li>– прадавніх складчастих поясів</li> <li>– молодих складчастих поясів.</li> </ul>
<b>Область</b>	<p>Займає частину провінції і характеризується набором родовищ мінеральних вод, певного складу та походження. Відповідає гідрогеологічним структурам I порядку.</p>
<b>Район</b>	<p>Займає частину області мінеральних вод і характеризується місцевим зосередженням родовищ мінеральних вод. Відноситься до структур II порядку.</p>
<b>Геотермальні ресурси</b>	<p>це природне тепло, яке утворюється в надрах. Геотермальні ресурси відносяться до нетрадиційних джерел енергії і поділяються на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• гідротермальні ресурси або тепло підземних вод;</li> <li>• петрогеотермальні ресурси або тепло гірських порід.</li> </ul>
<b>Термальні води</b>	<p>Це підземні води земної кори з температурою від 20<sup>0</sup>С и вище. Термальні води виходять на поверхню у вигляді численних гарячих джерел.</p>
<b>Гейзери</b>	<p>Гарячі джерела, з яких періодично викидається вода</p>

	та пар. Ділянки безпосереднього виходу гейзерів часто складені конусоподібними накопиченнями світлого кременистого туфу (гейзериту). У середині гейзеритового конуса знаходиться невеликий басейн із тріщиною або каналом у дні. У каналі і басейні через деякий проміжок часу починає вирувати та кипіти вода, після цього виринається пара та викидається фонтан киплячої води. Кожному гейзеру властивий свій режим виверження.
<b>Фумароли</b>	Вулканічні еманції у вигляді парогазових струменів або спокійного виділення із тріщин і каналів у жерлах, на зовнішніх стінках вулканів або на поверхні остиглих лавових потоків.
<b>Чорні курці</b>	Високотемпературні гідротермальні джерела на дні океанів, присвячені, як правило, до рифтових зон серединно-океанічних хребтів. Над жерлами, з яких виділяються струмені гарячої води, насиченої розчинними газами (воднем, вуглекислим газом), піднімаються хмари з тонкодисперсних сульфідів, сульфатів і окислів металів, що мають звичайно чорний колір. Ці розчини виглядають як чорний дим, що йде із труби, що і дав назву цим утворенням.
<b>Гідромінеральна сировина</b>	Це більш широке поняття, чим підземні води, до нього належать різні типи природних вод: підземні води з високою концентрацією технічних або інших елементів; попутні води родовищ нафти та твердих корисних копалин; поховані межкристальні розсоли Q і сучасних евапаритових басейнів; вода деяких континентальних озер і відшнурованих морських заток та морська і океанічна вода.
<b>Підземні промислові води</b>	Відносяться підземні води та розсоли, що містять корисного компонента або їх сполуки, у кількостях, що забезпечують у конкретних гідрогеологічних умовах рентабельний видобуток і переробку цих вод з метою одержання корисної продукції технічними засобами, що існують, і з використанням сучасних технологічних процесів.
<b>Геолого-економічна оцінка. ГЕО</b>	Вимагає зіставлення та вибору оптимальних показників розробки родовищ промислових підземних вод. При здійсненні ГЕО треба враховувати показники: мінімальні промислові концентрації корисного

	<p>компонента; тах глибину залягання промислового водоносного горизонту або зони; тiп дебит однiї експлуатацiйної свердловини; тах зниження динамiчних рiвнiв у свердловинi в перiод експлуатацiї водозабору; сумарний дебит водозабору; площу розташування експлуатацiйних свердловин; умови скидання вiдпрацьованих пiдприємством вод; якiсть i температуру гiдромiнеральної сировини; наявнiсть компонентiв, якi доцiльно добувати з основним компонентом попутно; треба враховувати можливiсть шкiдливих наслiдкiв.</p>
--	---

Навчальне видання

**Прибилова Вікторія Миколаївна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для самостійної роботи студентів спеціальності  
103 «Науки про Землю» з курсу  
**«МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ»**

Вказівки надано за авторською редакцією

Відповідальний за випуск проф. Лур`є А Й.

Підписано до друку:                      Формат 60x84/16.

Друк різнографічний. Папір офсетний.

Умовн. друк. арк. 1,4. Обл.-вид. арк. 3,52. Зам. № 007-06

Тираж 100. Ціна договірна.

61077, м. Харків, пл. Свободи, 4,  
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,  
видавничий центр

Видавництво ХНУ імені В.Н. Каразіна. Тел. 705-24-32  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №3367 від 13.01.09



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Факультет геології, географії, рекреації і туризму  
Кафедра фундаментальної та прикладної гідрогеології

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**  
з курсу  
**«Мінеральні води»**

**Харків - 2024**

## ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок експлуатаційних ресурсів підземних мінеральних вод. (до 1 розділу)	4
2	Складання карти мінеральних вод (до 2 розділу)	2
3	Аналіз закономірностей розповсюдження мінеральних вод України по гідрогеологічним картам.(до 2 розділу)	2
4	Термальні води. Складання та описання геотермічних розрізів.(до 3 розділу)	2

### Практична робота № 1 РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД.

До регіональної оцінки ресурсів мінеральних вод в платформених і складчастих областях існують принципово різні підходи. Це обумовлюється істотною відмінністю їх гідрогеологічних умов. Через складність оцінки мінеральних вод у складчастих областях розглянемо принципи оцінки ресурсів мінеральних вод лише платформених областей.

В платформених областях і великих басейнах складчастих областей водоносні горизонти, до яких приурочені мінеральні води, регіонально поширені, мають витриманий пластовий характер залягання, відносну однорідність фільтраційних властивостей. Спираючись на накопичений досвід регіональної оцінки і картографування експлуатаційних ресурсів у таких пластових системах, для підрахунку експлуатаційних ресурсів мінеральних вод можна рекомендувати гідродинамічний метод.

Основні типи мінеральних вод у платформених областях - це солоні і розсолні підземні води, які мають, як правило, досить великі напори, особливо в центральних частинах артезіанських басейнів. В більшості таких басейнів основна частина експлуатаційних ресурсів формується за рахунок зпрацювання природних (у тому числі пружних) запасів. Деяка частина може забезпечуватися перетіканням із суміжних горизонтів. Тільки в крайових частинах басейнів в експлуатаційних ресурсах порівняно неглибоко залягаючих горизонтів можуть істотну роль відігравати природні ресурси.

Регіональна оцінка ресурсів лікувальних мінеральних вод гідродинамічним методом в цілому аналогічна і для інших типів вод, хоча містить деякі відмінності. Так, на відміну від промислових і термальних при оцінці мінеральних вод практично неможливий геолого-економічний підхід. Крім того, при регіональній оцінці ресурсів мінеральних вод варто враховувати такі особливості їхнього використання: термін експлуатації повинен бути великий (практично необмежений), дебіти окремих водозабірних споруд - невеликі, жорсткі вимоги до якості води і труднощі її прогнозу. Виходячи з цих вимог, для напірних мінеральних вод *варто враховувати тільки пружні запаси* з природних, через недоцільність використання гравітаційних запасів, тобто осушення пласту. Залучені ресурси (перетікання із суміжних горизонтів) оцінити вірогідно можна лише за результатами експлуатації значних водозаборів, що для мінеральних підземних вод нереально. Частка їх в експлуатаційних ресурсах мінеральних вод незначна і може не враховуватися. До того ж живлення мінеральних вод за рахунок перетікання може призвести до втрати їх якості, що не допустимо.

Суть оцінки полягає у визначенні продуктивності (Q) одного, або групи водозаборів за формулою:

$$Q=(4\pi km)/R_{\text{сум}},(4.1)$$

де  $km$  - водопровідність горизонту;  $S$  - задане припустиме зниження рівня (у залежності від типу водопідйомних засобів і розмірів напору);  $R_{\text{сум}}$ , - сумарний гідравлічний опір, що враховує фільтраційний опір свердловини, зовнішні граничні (у плані і розрізі) умови, взаємне розміщення свердловин у водозаборі.

Водозабори в межах площі поширення водоносного комплексу (горизонту) із визначеним типом мінеральних вод розміщуються або в залежності від передбачуваних конкретних споживачів, або по умовній, частіше всього рівномірній сітці.

Перший варіант застосовується в основному при оцінці ресурсів мінеральних вод, які поширені у пластових умовах відносно обмежено. У цьому випадку виконується схематизація граничних умов комплексу, що оцінюється в плані та розрізі і за відомими формулами для пластів відповідної конфігурації розраховуються розміри  $K_T$ , а потім  $B$  більшості випадків при регіональній оцінці можлива схематизація водоносних пластів як фільтраційно однорідних з усередненими значеннями параметрів, із непроникними покрівлею та підшоною. За характером вертикальних границь виділяють наступні найбільш поширені в практиці розрахункові схеми: необмежений пласт (усі межі не мають істотного впливу - не більше 10 % від розміру зниження); напівобмежений пласт з однією непроникною межею (виклинювання водоносного горизонту, регіональний водонепроникний розлом), рідше з межею постійного напору (для горизонтів які мають гідравлічний зв'язок із поверхневими водотоками); у невеликих басейнах складчастих областей - замкнений шар із непроникним контуром.

Більшість продуктивних водоносних комплексів (горизонтів) в артезіанських басейнах платформеного типу мають регіональне поширення. Тоді оцінку ресурсів мінеральних вод краще виконувати за рівномірною сіткою розміщення свердловин по всій площі поширення продуктивного комплексу (горизонту). Розрахунок витрати  $Q$  водозабору, що розміщується в центрі замкненого кругового пласта, коли він формується тільки за рахунок спрацювання пружних запасів, виконується за формулою Маскета:

$$Q = \frac{2\pi k m S}{(2\pi k m t) / (\mu R_k^2) + \ln(R_k / r) 0,8} \quad (4.2)$$

де  $\mu$  - пружна водовіддача,  $r$  - радіус водозабірної споруди,  $R_k$  - радіус кола, еквівалентного за площею виділеному блоку порід;  $t$  - розрахунковий термін експлуатації. При рівномірній сітці розміщення водозаборів зручніше відразу розраховувати модулі експлуатаційних ресурсів  $M_E$  за формулою, яку одержано з урахуванням площі блоку:

$$M_E = \frac{Sk m}{at + (R_k^2 / 2) \cdot \ln(R_k / r)} \quad (4.3)$$

Розмір  $R_k$  визначається через площу блоку  $F_1$ :  $R_k = \sqrt{F_1 / \pi}$  або відстань між свердловинами  $l$ :  $R_k = 0,565l$ . Під час вибору кроку сітки варто виходити з природних умов території і можливих потреб у мінеральній воді, тобто глибини залягання і потужності водоносного комплексу, наявності водозаборів, родовищ нафти, газу, промислових і теплоенергетичних вод, рельєфу місцевості, густоти населених пунктів і типу мінеральної води. З урахуванням цих чинників крок сітки може бути від 5 до 50 км, переважно 30-50 км. Радіус водозабірної споруди умовно приймається рівним 10 м.

Значення отриманого за формулою модуля експлуатаційних ресурсів поширюється на всі ділянки території з близькими величинами допустимих знижень, коефіцієнтів водопровідності і п'єзопровідності. Такі ділянки виділяються шляхом аналізу карт фільтраційних параметрів і динаміки підземних вод.

Розрахунковий термін при оцінці ресурсів мінеральних вод зазвичай приймається рівним  $2 * 10^4$  діб (~ 54 роки). Допустиме зниження рівня не повинно перевищувати висоти напору над покрівлею напірного водоносного горизонту, або половини потужності безнапірного, якщо при цьому відсутні передумови для зміни якості води. Максимальна величина зниження визначається виходячи з допустимої глибини динамічного рівня, тобто технічних засобів для підйому води і умов збереження якості мінеральних вод. Саме

ця умова є характерною для багатопластових систем із різноманітною якістю води в суміжних горизонтах і наявністю передумов для їхнього гідравлічного взаємозв'язку під час змін співвідношення напорів у цих горизонтах.

Фільтраційні параметри водоносних комплексів (горизонтів) визначаються у такий спосіб. В якості найбільш достовірних значень приймаються такі, що отримані за результатами спостережень за рівнями і дебітами при дослідних, дослідно-експлуатаційних відкачках і експлуатації, причому для коефіцієнтів п'езопровідності та рівнепровідності - тільки за даними спостережних свердловин. Більшість даних має меншу достовірність, але за відсутності іншої інформації їх слід максимально використовувати. Це дані про дебіти та зниження при різного роду відкачках, дослідженнях розвідувальними свердловинами на нафту і газ. Значення, отримані менш надійними методами, можуть не прийматися до уваги в залежності від можливого ступеня їхньої достовірності, загальної кількості інформації і відповідності даному типу порід. З цією метою можна використовувати емпіричні графіки кореляційного зв'язку водопровідності та питомого дебіту свердловин  $km=f(q)$  для даної території, не враховуючи значення, які сильно відрізняються від загальної закономірності.

У тих випадках, коли випробувано (наприклад, у нафтових і газових свердловинах) невеличкі інтервали від загальної потужності водоносних комплексів, через  $km$  і  $m$  інтервалу визначається коефіцієнт фільтрації  $k$ , а сумарний коефіцієнт водопровідності - як  $km$ , де  $m$  - повна (ефективна) потужність продуктивного комплексу. За великих значень  $m$  варто враховувати можливу зміну коефіцієнту фільтрації з глибиною. Ефективна потужність комплексу (горизонту) визначається за даними буріння, спеціальних досліджень, а для глибоких свердловин - в основному за даними геофізичного каротажу.

Достовірні дані про коефіцієнти п'езопровідності (рівнепровідності) або про пружну (гравітаційну) водовіддачу, як правило, одиничні, тому тут у багатьох випадках варто вдаватися до літературних даних, з врахуванням характеру порід і мінералізації підземних вод. Орієнтовані значення водовіддачі  $\mu$  такі: для високонапірних водоносних горизонтів  $10^{-4} - 10^{-5}$ ; для горизонтів із напором 50-70м -  $10^{-3} - 10^{-4}$ ; для безнапірних водоносних горизонтів: у дрібнозернистих пісках 0,1; у середньо- і грубозернистих пісках 0,15; для тріщинуватих карбонатних порід  $(1,5 - 2) \cdot 10^{-2}$ ; для тріщинуватих терригенних порід  $(1 - 1,5) \cdot 10^{-2}$ ; для тріщинуватих вивержених і ефузивних  $(1-5) \cdot 10^{-3}$ . За цими даними коефіцієнт п'езопровідності та рівнепровідності визначається за формулами:

$$a = \frac{km}{\mu}, \text{ або } a = \frac{kH}{\mu} \quad (4.5, 4.6)$$

**Завдання 4:** Використовуючи формули 4.2 та 4.3 розрахувати витрату водозабору та модуль експлуатаційних ресурсів родовища мінеральних вод. Дані для розрахунків наведені в тексті та в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Дані для розрахунків витрати водозабору та модуля експлуатаційних ресурсів мінеральних вод.

Варіант	$k$ , м/добу	$m$ , м	$S$ , м	$l$ , м	$\mu$
1	8	40	20	5000	$3 \cdot 10^{-4}$
2	4,5	50	16	9000	$5 \cdot 10^{-4}$
3	2	35	18	6500	$7 \cdot 10^{-5}$
4	10	30	15	10000	$5 \cdot 10^{-3}$
5	15	25	12	30000	$10^{-3}$

## Практична робота №2 СКЛАДАННЯ КАРТИ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Картування мінеральних вод відноситься до спеціального гідрогеохімічного картування. В його основі так саме, як і при загальному картуванні, що розглянуто раніше, лежить мережа опірних водопунктів, по яких встановлено концентрацію компонентів, що мають лікувальну дію. На оглядових картах мінеральних вод виділяють провінції - за хімічним складом (вказується аніонно-катіонний склад вод та їх сумарна мінералізація), групи - за мінералізацією (до 2; від 2 до 35; > 35 г/дм<sup>3</sup>; з різною мінералізацією); класи - за іонним складом (гідрокарбонатні кальцієві; магнієво-кальцієві; гідрокарбонатні натрієві та ін.). На картах середнього та крупного масштабів (1: 200 000 - 1: 25 000) виділяють райони, або ділянки поширення окремих бальнеологічних видів, підвидів та груп мінеральних лікувальних вод, що виділяються за сучасними критеріями оцінки лікувальних вод (табл. 1.1). На крупномасштабних картах відображають ореоли поширення груп в межах видів та, якщо є, - підвидів мінеральних вод, тобто по ізолініях виділяють відтінками одного кольору ореоли поширення мінеральних вод певного виду з різною концентрацією визначального компоненту.

**Таблиця 1.1. Критерії виділення бальнеологічних видів та груп мінеральних лікувальних вод.**

Види мінеральних вод	Компонент, або основний показник	Мінімальний вміст за новою класифікацією (2002) та групи за мінералізацією або вмістом специфічного компоненту
Мінералізовані води без специфічних компонентів та властивостей (лікувальна дія обумовлюється їх іонно-сольовим складом)	Загальна мінералізація	Понад 1 г/дм <sup>3</sup> 1-2- слабкої мінералізації; 2-5- малої мінералізації; 5-10 - середньої мінералізації; 10-35 - високої мінералізації; 35-150-розсолні: 150 - сильно розсолні
Вуглекислі	СО <sub>2</sub> вільна і розчинена	0,5 г/дм <sup>3</sup> 0,5-1,4 - слабовуглекислі; 1,4-2,5 - вуглекислі середньої концентрації; 2,5 - сильновуглекислі ("газуючі")
Сірководневі	H <sub>2</sub> S заг. (H <sub>2</sub> S+HS <sup>-</sup> )	10 мг/дм <sup>3</sup>
Види мінеральних вод	Компонент, або основний показник	Мінімальний вміст за новою класифікацією (2002) та групи за мінералізацією або вмістом специфічного компоненту
Води збагачені органічними речовинами	Органічна речовина в розрахунку на вуглець	Межі вмісту: 8-40 мг/дм <sup>3</sup> - води типу "Нафтуса", понад 40 мг/дм <sup>3</sup> – води типу "Брамштедт"
Борні	Ортоборна кислота (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	35 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Кременисті	Метакремнійова кислота (H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	50 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Миш'яковисті	As	0,7 - 2 мг/дм <sup>3</sup>
Бромні	Br	25 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Йодні	I	5 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Залізисті	Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>	10 мг/дм <sup>3</sup> і більше
Радонові	222Rn	185 Бк/дм <sup>3</sup> і більше

Літійові	Li	Понад 5 мг/дм <sup>3</sup>
Селенові	Se	Понад 10 мкг/дм <sup>3</sup>
З підвищеним вмістом срібла	Ag	Понад 0,1 мг/дм <sup>3</sup>
Стронцієві	Sr	Понад 0,001 мг/дм <sup>3</sup>

Таким чином, метою складання карти є визначення ореолів поширення мінеральних вод та просторового розподілу концентрації лікувальних компонентів в даному водоносному комплексі в заданому районі.

Можливі випадки, коли мінеральні води якісно виснажені, забруднені, або за вмістом окремих компонентів можуть наближатись до розряду промислових. Тобто критерії віднесення підземних вод до лікувальних (табл. 1) мають певні чіткі обмеження (не менше і не більше). Забороняючі критерії (табл. 1.2) також слід приймати до уваги при картуванні мінеральних вод. Якщо це дозволяють фактичні дані, слід виділити на карті ореоли перевищення гранично допустимих концентрацій специфічних компонентів і (або) забруднювачів. Підземні води в межах таких ореолів слід розглянути з точки зору їх використання спочатку як бальнеологічних, потім - як промислових вод.

Таблиця 1.2. Забороняючі критерії, що обмежують використання підземних вод як лікувальних.

Найменування компонентів	Гранично допустима концентрація компоненту, мг/дм <sup>3</sup> , не більше
Срібло (Ag)	0,05
Селен (Se)	0,05
Нітрати (за N0 <sub>3</sub> )	50,0
Нітрити (за N0 <sub>2</sub> )	2,0
Свинець (Pb)	0,1
Кадмій (Cd)	0,001
Ртуть (Hg)	0,005
Молібден (Mo)	0,25
Цинк (Zn)	5,0
Миш'як (As) в розрахунку на: металевий миш'як:	
в лікувальних водах	2,0
в лікувально-столових	1,5
Фтор (F):	15,0
в лікувальних водах	10,0
в лікувально-столових	
Стронцій (Sr)	25,0
Феноли	0,001
Інші органічні речовини (в розрахунку на вуглець C <sub>орг</sub> ):	
в лікувальних водах	20,0
в лікувально-столових	10,0

**Завдання 1:** Скласти карту мінеральних вод району N використовуючи картографічну основу рис 1.1, а також таблиці 1.1. та 1.2 і 1.3.

Для цього:

1) встановити ореоли поширення видів, підвидів та груп мінеральних вод (лікувальних питних та бальнеологічних) відокремивши їх кольоровими ізолініями; позначити їх на карті шифрами; оформити умовні позначки;

2) виділити більш жирними лініями ореоли поширення непридатних за обмежуючими критеріями підземних мінералізованих вод (якщо є).

3) в пояснювальній записці до карти дати характеристику хімічного складу (класів) мінеральних вод та розподіл їх за типами.

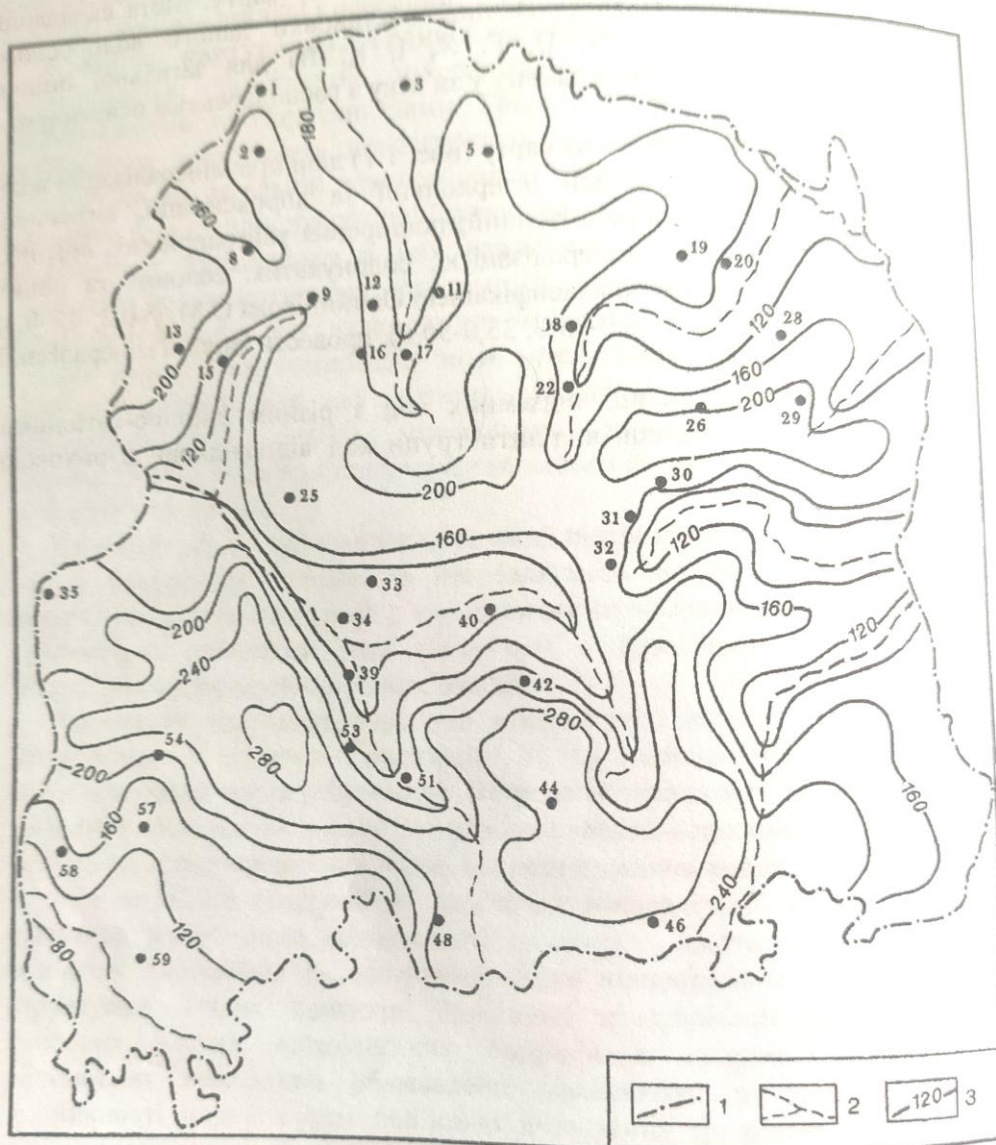


Рис. 1.1. Гідрогеологічна основа загальної гідрогеохімічної карти заданого району: 1 – границя району; 2 – річки; 3 – гідроізоп’єзи в абсолютних висотних позначках (БС).

Таблиця 1.2. Мінералізація (М) та хімічний склад підземних вод району




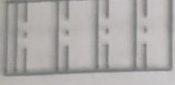


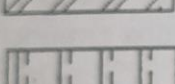
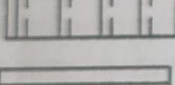
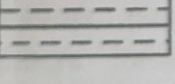

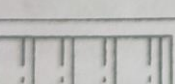
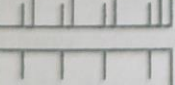
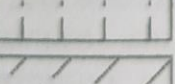
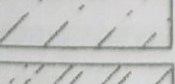
№ св.	М, г/дм <sup>3*</sup>	Концентрація іонів, мг/дм <sup>3</sup>							
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>заг</sub>
1	0,53	3,8	182,2	163,6	23,7	94,1	17,8	630,0	47,0
2	0,41	11,4	126,6	119,2	26,5	72,2	18,2	520,5	32,0
3	0,65	13,6	267,8	214,5	36,5	74,4	14,4	505,8	27,6
5	0,78	31,6	249	301,4	40,7	120,3	15	490,0	18,0
9	0,65	21,3	196,7	135,4	98,4	176	22,6	530,0	-
11	0,66	28,4	184,5	150,1	64,6	142	91,7	500,0	-
12	0,52	52,9	124,4	105,3	28,9	162,6	17,8	550,2	33,5
13	0,58	31,6	152,6	131,0	35,9	146,2	29,7	523,0	46,2
15		87,0	158,1	94,7	23,6	169,7	20,5	496,2	21,2
16		16,4	135,1	86,7	63,9	155,5	58,6	-	-
17		33,9	151,8	95,6	52,2	170,3	77,3	-	-
18		18,3	148,5	123,4	70,8	219,4	73,6	-	-
19		15,7	146,0	121,9	34,7	123,4	31,8	460,0	52,0
20		17,1	189,0	145,3	38,2	139,0	46,7	420,0	51,0



№ св.	M, г/дм <sup>3*</sup>	Концентрація іонів, мг/дм <sup>3</sup>							
		Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	CO <sub>2</sub>	Fe <sub>звг</sub>
22		19,4	164,0	122,6	52,8	191,2	36,9	-	-
25		17,7	139,0	93,4	26,2	148,0	29,2	500,1	35,0
26		10,5	131,6	109,0	18,2	49,3	20,9	-	-
28		12,8	95,1	169,2	25,7	53,4	37,2	-	-
29		20,6	161,3	83,7	8,2	43,1	38,4	120,0	9,2
30		24,4	178,2	124,4	16,3	52,1	39,2	-	-
32		23,1	162,2	158,2	23,4	56,1	43,8	-	-
33		17,6	158,3	192,8	31,6	76,0	17,6	-	-
34		14,2	56,7	290,6	17,0	64,0	29,2	-	-
35		45,3	263,3	128,7	27,6	136,7	22,4	520,0	38,0
37		27,2	196,1	108,4	32,2	124,5	18,7	535,5	27,9
40		29,5	153,4	211,1	27,8	56,3	32,8	-	-
44		34,3	148,2	108,0	18,9	79,0	26,2	580,0	42,5
45		25,1	157,6	94,3	22,5	96,4	34,1	610,0	51,0
46		67,4	194,2	131,5	21,3	117,0	37,9	595,0	44,0
48		7,1	41,1	207,1	13,3	68,0	29,2	-	-
51		10,6	123,0	262,3	36,1	82,0	21,9	515,8	55,1
53		9,1	127,3	105,5	27,8	76,0	40,1	420,0	-
54		11,4	70,0	47,0	42,2	94,3	18,0	560,0	37,0
57		18,2	81,6	95,9	56,8	129,2	25,5	710,0	26,0
58		28,9	108,2	130,3	67,0	154,0	17,6	780,0	24,0
59		21,3	126,0	153,8	68,3	170,0	41,4	520	11,7

Примітка: \* — починаючи з №15 загальну мінералізацію студенти повинні розрахувати самостійно.

Таблиця 1.3. Умовні позначення, які використовуються для картування аніонно-катіонного складу підземних вод.

Умовні позначення	Тип	Клас	Підклас	Ф-ла складу	
	Гідрокарбонатний	$\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$	гідрокарбонатна кальцієва	$\text{HCO}_3\text{Ca}$	
			гідрокарбонатна магнієва	$\text{HCO}_3\text{Mg}$	
			гідрокарбонатна натрієва	$\text{HCO}_3\text{Na}$	
			гідрокарбонатно-сульфатна кальцієва	$\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Ca}$	
			гідрокарбонатно-сульфатна магнієва	$\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Mg}$	
			гідрокарбонатно-сульфатна натрієва	$\text{HCO}_3\text{SO}_4\text{Na}$	
			$\text{HCO}_3 > \text{Cl} > \text{SO}_4$	гідрокарбонатно-хлоридна кальцієва	$\text{HCO}_3\text{ClCa}$
				гідрокарбонатно-хлоридна магнієва	$\text{HCO}_3\text{ClMg}$
				гідрокарбонатно-хлоридна натрієва	$\text{HCO}_3\text{ClNa}$
					
	Сульфатний	$\text{SO}_4 > \text{HCO}_3 > \text{Cl}$	сульфатно-гідрокарбонатна кальцієва	$\text{SO}_4\text{HCO}_3\text{Ca}$	
			$\text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{HCO}_3$	сульфатна кальцієва	$\text{SO}_4\text{Ca}$
			сульфатна натрієва	$\text{SO}_4\text{Na}$	
			сульфатно-хлоридна натрієва	$\text{SO}_4\text{ClNa}$	

Умовні позначення	Тип	Клас	Підклас	Ф-ла складу
	Хлоридний	$Cl > HCO_3 > SO_4$	хлоридно-гідрокарбонатна кальцієва	$ClHCO_3Ca$
			хлоридно-гідрокарбонатна натрієва	$ClHCO_3Na$
		$Cl > SO_4 > HCO_3$	хлоридно-сульфатна натрієва	$ClSO_4Na$
			хлоридна натрієва	$ClNa$

#### Практична робота № 4

### Аналіз закономірностей розповсюдження мінеральних вод України по гідрогеологічним картам ПРОМИСЛОВІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ. СКЛАДАННЯ ПОШУКОВОЇ ГІДРОГЕОХІМІЧНОЇ КАРТИ НА ПРОМИСЛОВІ ПІДЗЕМНІ ВОДИ

При побудові пошукової гідрогеохімічної карти на промислові води можна використовувати як прямі, так і сторонні ознаки промислових підземних вод. До перших відносяться підвищені (вище кондиційних) концентрації окремих мікрокомпонентів в підземних водах. До других - всі показники гідрогеохімічного середовища, накопичення і міграції компонентів. Це перш за все хімічний склад за переважаючими аніонами і катіонами, кислотно-лужний показник, газовий склад.

Розглядається глибокозалягаючий водоносний комплекс в сульфатно-галогенних відкладах нижньої перми артезіанського басейну передгірського прогину. Для складання пошукової карти слід використати сторонні показники - хімічний склад підземних вод.

Водовміщуючі породи комплексу представлені чотирма фаціями.

**Морська та лагунно-морська фації** поширені на північному сході району і представлені сульфатно-карбонатними породами.

**Лагуна фація** займає південь та південний схід ділянки і характеризується переважним розвитком солей з домішками ангідритів і рідких прошарків доломітів.

**Лагунно-прибережно морська фація** виділяється в центральній і східній частинах території і відрізняється великим літологічним різноманіттям - ангідрити, галіти з прошарками полігалітів, піщаники, алевроліти і глини.

**Прибережно-морська фація** поширена на крайньому сході території і характеризується широким розвитком піщаників, аргілітів, глин, які містять прошарки ангідритів і гіпсу. Характер залягання поверхні покрівлі водоносного комплексу представлений стратоізогіпсами (рис. 2.1). Водоносний комплекс залягає на глибинах від 300 до 2500 м, які збільшуються в південному і південно-східному напрямках. Фільтраційні властивості водовміщуючих порід не стабільні і змінюються в широких межах: пористість варіює від 2 до 30%, проникність від 1 до 200 мД. Питомі дебіти свердловин, що розкривають води даного комплексу, невеликі: 0,01-1 м<sup>3</sup>/добу. Області живлення - за межами території що розглядається. Рух вод направлений по заглибленню комплексу на південь і південний схід.

**Завдання 2.** Побудувати пошукову карту на промислові підземні води за сторонніми ознаками в наступній послідовності:



1)нанести на карту (рис. 2.1) дані про хімічні класи підземних вод, які виявлено на основі виділення основних компонентів, вміст яких перевищує 25 %-екв.

2)оконтурити ділянки водоносного комплексу з різним хімічним складом підземних вод;

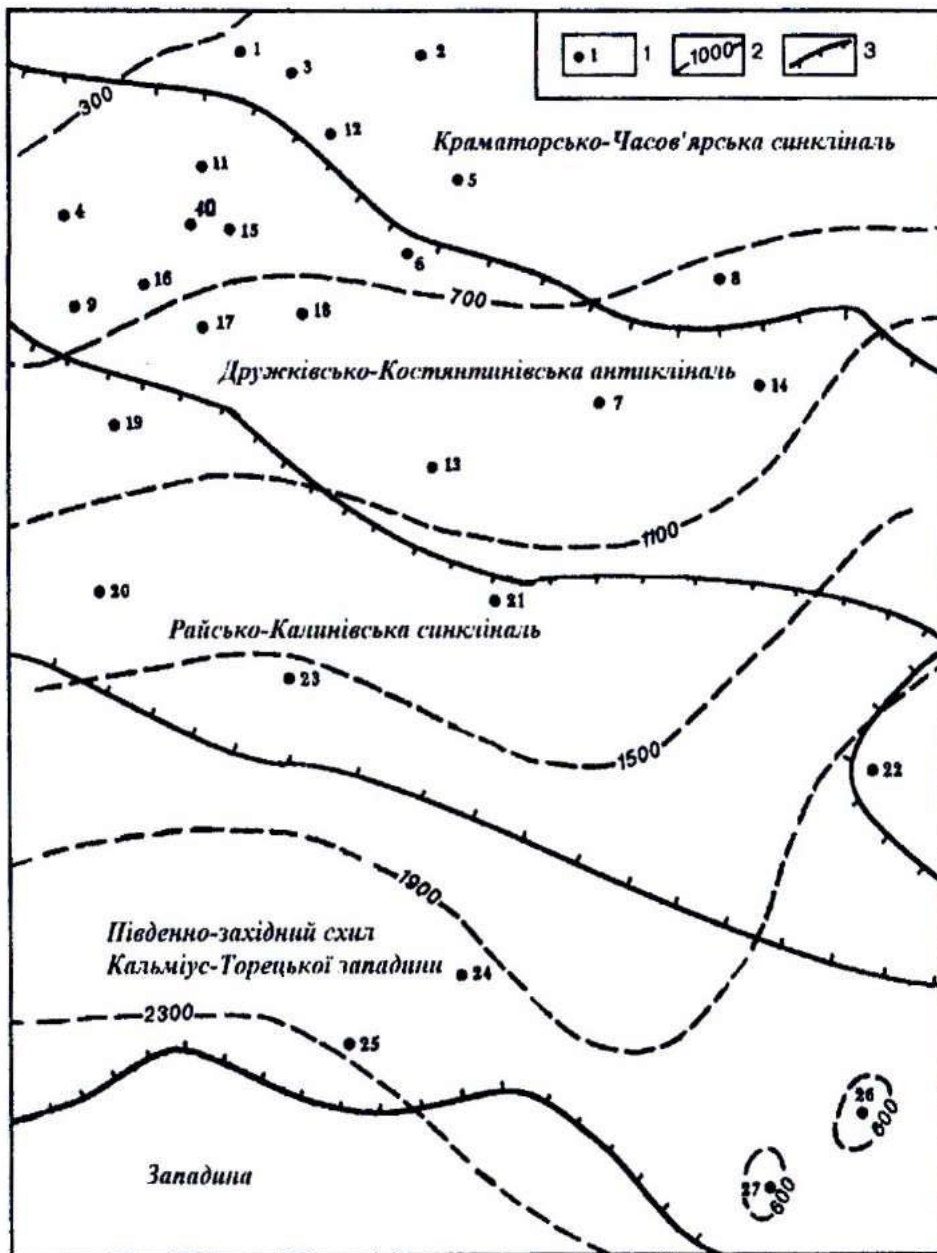


Рис. 2.1. Основа для побудови пошукової гідрогеохімічної карти-схеми на промислові води: 1 - свердловина та її номер; 2 - ізогіпси покрівлі водоносного комплексу, м; 3 - границі структурних елементів.

3)виявити закономірності зміни компонентного складу підземних вод у відповідності до змін в сумарній мінералізації за схемами:

$ClNa \rightarrow ClNa \text{ п.}Ca \rightarrow ClNaCa \rightarrow ClCaNa$ ;

$ClNa \rightarrow ClNa \text{ п.}Mg \rightarrow ClNaMg \rightarrow ClMgNa \rightarrow ClMg \text{ п.}Na$

4) проаналізувати виявлені гідрогеохімічні закономірності на основі структурно-тектонічної обстановки, гідродинамічних умов і літолого-мінералогічного складу порід і зробити висновки стосовно шляхів формування конкретних геохімічних типів підземних вод;

5) зробити висновок про перспективність території на промислові підземні води. *Наприклад:* бром і бор накопичуються у водах різного складу, сформованих в різних умовах, в неоднакових кількостях. Так хлоридні натрієві води галітових порід характеризуються концентраціями броду 300 мг/дм<sup>3</sup>, бору 10-30 мг/дм<sup>3</sup>; хлоридні натрієво-кальцієві і хлоридні кальцієво-натрієві води карбонатно-галітових порід містять броду 300-8000 мг/дм<sup>3</sup>; хлоридні натрієво-магнієві і хлоридні магнієво-натрієві води калійних і магнезіальних соленосних порід відрізняються високими концентраціями Вг до 4000 мг/дм<sup>3</sup>, бору - до 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

Використовуючи закономірності накопичення броду, бору та інших елементів в підземних водах різного складу зробити висновки про перспективність території на промислові води.

В пояснювальній записці до карти необхідно:

1) описати закономірності розміщення підземних вод з різною сумарною мінералізацією і компонентним складом;

2) пояснити виявлені закономірності з позицій літологічного складу порід, структурно-тектонічних і гідродинамічних умов;

3) встановити можливу приуроченість до підземних вод конкретних геохімічних типів мікроелементів в концентраціях, що наближаються до кондиційних і таких що їх перевищують, і надати загальну перспективну оцінку території на промислові води;

4) описати ділянки поширення підземних промислових вод на конкретні мікроелементи.

#### **Практична робота № 4**

##### **ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ. СКЛАДАННЯ ТА ОПИС ГЕОТЕРМІЧНИХ РОЗРІЗІВ.**

Геотермічні розрізи складають за даними вимірів температури води при проходці свердловин, або за результатами опробувань свердловин, пробурених на певні водоносні горизонти.

Термальні води з широким діапазоном температур (від 20° С до критичної) поширені в товщах осадових порід, що виконують великі западини фундаменту артезіанських басейнів, а також, за наявності тріщинуватості, - і в межах самого фундаменту. Вода і пар накопичуються в ньому переважно в тектонічно порушених зонах. В регіональному плані збільшення температури підземних вод з глибиною підпорядковується геотемпературному градієнту, який в середньому для верхньої частини стратисфери складає 32,9° С на кожний кілометр. Але в тектонічно порушених зонах, та в районах активного вулканізму ця закономірність порушується. В зонах відкритих розломів інфільтраційні води проникають на глибини значно більші поверхні фундаменту, тому на ділянках їх розвантаження створюються температурні умови, які не відповідають загальному геотемпературному полю Землі. Такі термоаномальні ділянки фундаменту виявлені при дослідженнях ряду артезіанських басейнів як платформених, так і гірсько-складчастих областей.

Серед місцевих осередків тепла найбільше впливають на температуру підземних вод вулкани і пов'язані з ними термальні розчини, інтрузивні тіла (шляхом кондуктивної віддачі тепла) і, до певної міри, поклади вугілля та сланців в процесі самозаймання. Температурні аномалії можуть бути викликані також окисненням сульфідів, бактеріологічним відновленням сульфатів, розпадом радіоактивних речовин (що супроводжується виділенням тепла), тектонічним переміщенням гірських порід, підвищенням тиску в газових покладах та в деяких інших випадках.

Ці фактори слід враховувати при побудові геотермічних розрізів. Тому останні обов'язково наносяться на літолого-стратиграфічну основу.

#### **Завдання 3.**

##### **Варіант 1.**

1. Побудувати гідрогеотермічний розріз центральної частини Дніпровсько-Донецької западини за даними визначень температури підземних вод у свердловинах (табл. 3.1, рис. 3.1).

2. В якому діапазоні глибин і в яких водоносних горизонтах зустрічаються низькотермальні теплі води в м. Чернігові та с.м.т. Малі Сорочинці?

3. З якої глибини можна використовувати для гарячого водопостачання (сільськогосподарського теплопостачання) підземні води в м.м. Шебелинці, Чернігові, с.м.т. Радченкове?

4. Який геотермічний градієнт для верхньої частини земної кори під с.м.т. Домановичі, с.м.т. Петровське?

5. Яка геотермічна сходинка характерна для літосфери під м.Чернігів, с.м.т. Радченкове?

Таблиця 3.1. Глибини встановлених значень температури підземних вод Дніпровського басейну в абсолютних значеннях, м БС.

Населений пункт – місце розташування свердловини	Значення температури, t°С							
	15	20	25	30	35	40	45	50
Домановичі	-167	-650	-1000	-1300	-1530	-1690*	н.в.	н.в.
Чернігів	-150	-430	-805	-1130	-1340	-1570	н.в.	н.в.
Малі Сорочинці	-35	-250	-418	-675	-900	-1040*	н.в.	н.в.
Радченкове	26	-80	-300	-480	-670	-880	-1170	-1330
Шебелинка	-3	-230	-400	-560	-745	-940	-1160	-1350*
Петровське	5	-140	-340	-550	-740	-980*	н.в.	н.в.

Примітка: \* - розрахункові значення глибини; н.в. – не визначено у зв'язку з недостатньою глибиною свердловини; значення із знаком мінус відповідають глибинам нижчим 0 м БМ, тобто нижче рівня моря.

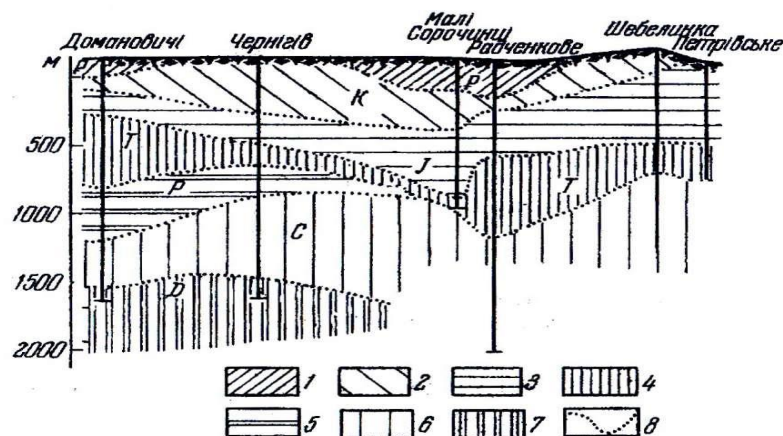


Рис. 3.1. Геологічний розріз центральної частини Дніпровської западини, як основа для побудови геотермічного розрізу за даними таблиці 5.1: 1-7 - відклади : 1 - палеогену, 2 - крейди, 3 - юри, 4 - тріасу, 5 - перми; 6 - карбону, 7 - девону; 8 – стратиграфічні границі.

## Варіант 2.

1. Провести геоізотерми за даними вимірів температури в свердловинах між селами Акимівка і Богемка в Степовому Криму (Причорноморський артезіанський басейн) (табл. 5.2., рис. 5.2.).

2. На яких глибинах та в яких водоносних горизонтах поширені гарячі (37° - 50°) та дуже гарячі (50° - 100°) води.

3. З якої глибини можна використовувати термальні води в с.с. Ново-Олексіївка та Богемка для: а) гарячого водопостачання; б) для опалювання.

4. Який геотермічний градієнт в осадових відкладах та підземних водах під с. Акимівкою, с. Богемкою?

5. Визначити геотермічну сходинку (ступінь) для верхньої частини земної кори по вимірах температури у вказаних свердловинах (рис. 3.2).

Таблиця 3.2. Глибини встановлених значень температури підземних вод по розрізу Степового Криму в абсолютних значеннях, м БС.

Місце розташування	Температура, °С		
	30	50	70
1. Акимівка	1000	н.в.	н.в.
2. Ново-Олексіївка	920	1450	2120
3. Богемка	690	1240	1900

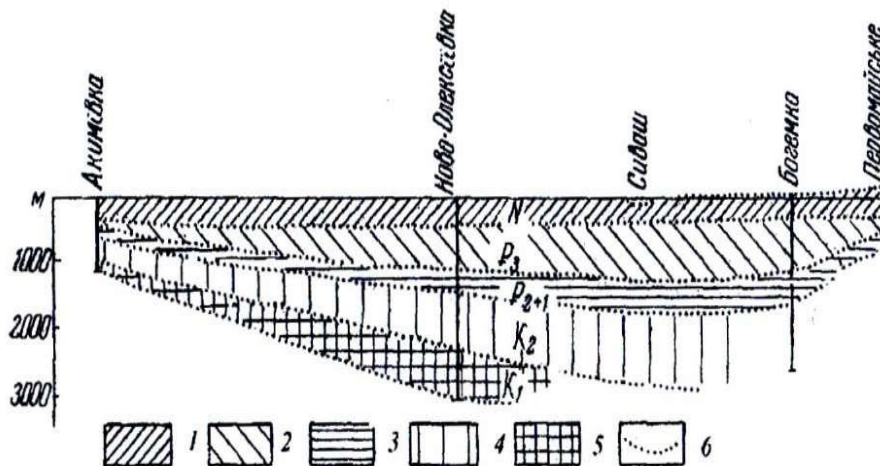


Рис. 3.2. Геологічний розріз Степового Криму як основа для побудови геотермічного розрізу за даними таблиці 5.2: 1-5 - відклади : 1 - неогену, 2 - олігоцену, 3 - еоцен-палеоцену, 4 - верхньої крейди, 5 - нижньої крейди; 6 - стратиграфічні границі.

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Факультет геології, географії, рекреації і туризму  
Кафедра фундаментальної та прикладної гідрогеології

Підсумковий контроль

Навчальна дисципліна: **Мінеральні води.**

Семестр: 1

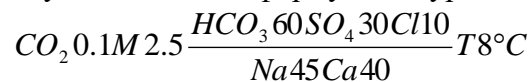
Група: ГВ-11

Загальна кількість балів – 40. Набрано балів \_\_\_\_ Оцінка \_\_\_\_

Прізвище, ім'я, по-батькові \_\_\_\_\_

ВАРІАНТ № 1

1. Підземна вода має наступний склад за формулою Курлова:



Відповісти на наступні запитання

- 1) Чи є дана вода лікувальною мінеральною?
- 2) Якщо так, то до якої категорії мінеральних вод вона відноситься?
- 3) Дати повну назву з зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики. (10 б.)
2. Походження сірководню в мінеральних водах. Приклади родовищ сірководневих вод. (10 б.)
3. Використання промислових мінеральних вод в країнах світу. (10 б.)
4. Мінеральні води Донецької складчастої області (10 б.)

Склала: доцент Прибилова В.М.

Затверджено на засіданні кафедри “ ”

р., протокол №

Зав. кафедри

Сухов В.В.



Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Факультет геології, географії, рекреації і туризму  
Кафедра фундаментальної та прикладної гідрогеології

Підсумковий контроль

Навчальна дисципліна: **Мінеральні води.**

Семестр: 1

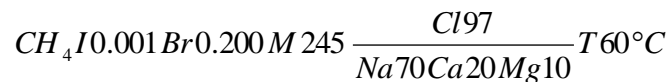
Група: ГВ-11

Загальна кількість балів – 40. Набрано балів \_\_\_\_ Оцінка \_\_\_\_

Прізвище, ім'я, по-батькові \_\_\_\_\_

ВАРІАНТ № 2

1. Підземна вода має наступний склад за формулою Курлова:



Відповісти на наступні запитання

- 1) Чи є дана вода лікувальною мінеральною?
- 2) Якщо так, то до якої категорії мінеральних вод вона відноситься?
- 3) Дати повну назву з зазначенням специфічних компонентів, їх кількості, іонного складу та температурної характеристики. (10 б.)
2. Дати характеристику вуглекислих мінеральних вод. Походження вуглекислоти в мінеральних водах. (10 б.)
3. Використання гідромінеральної сировини в світі. (10 б.)
4. Мінеральні води Складчастих Карпат і Закарпаття. (10 б.)

Склала: доцент Прибилова В.М.

Затверджено на засіданні кафедри “ ” р., протокол №

Зав. кафедри

Сухов В.В.