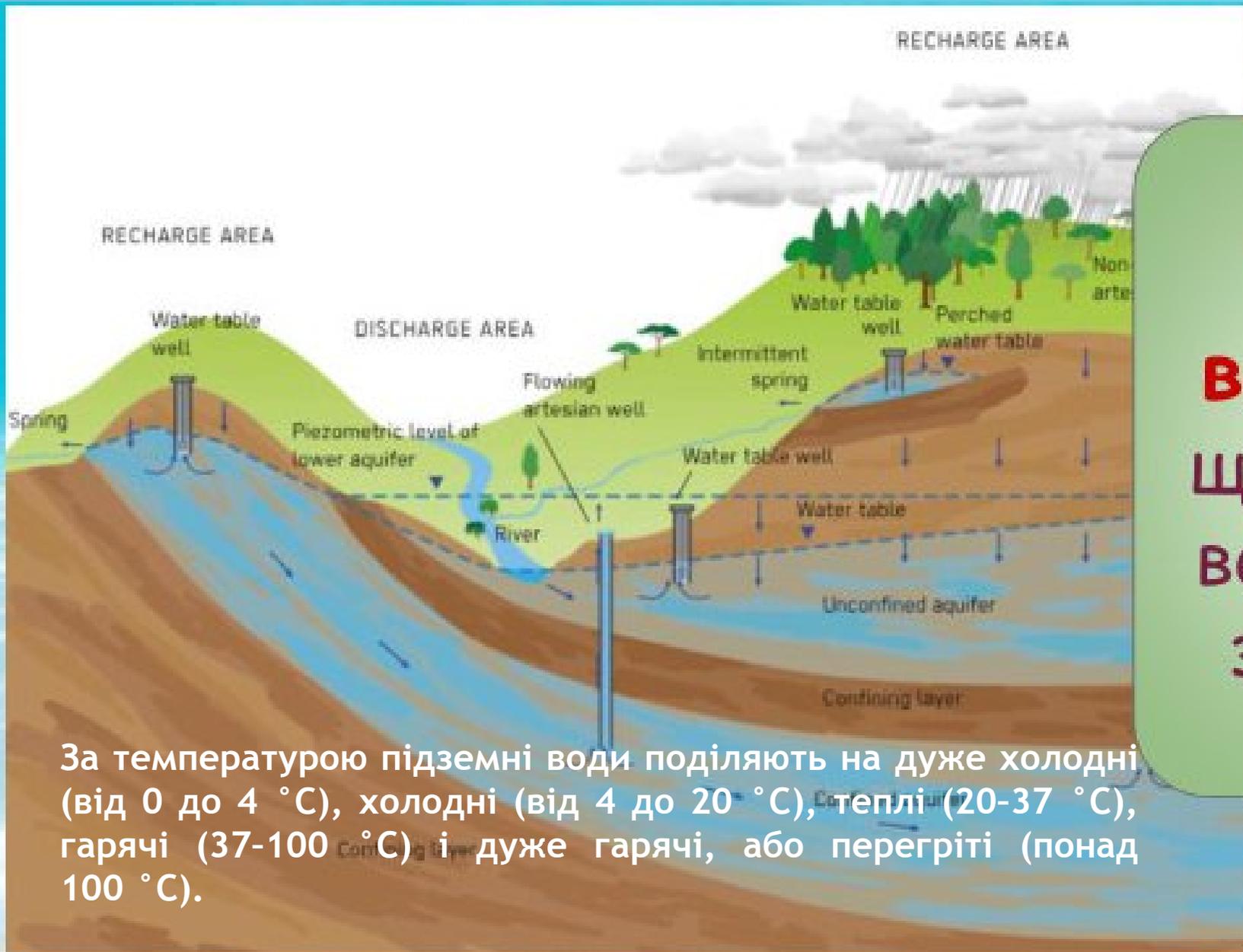


ГІДРОЛОГІЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

1. Загальні відомості
2. Фізичні властивості порід
3. Види води в породах
4. Вологість і водні властивості порід
5. Фільтраційні властивості порід і рух підземних вод
6. Умови залягання підземних вод



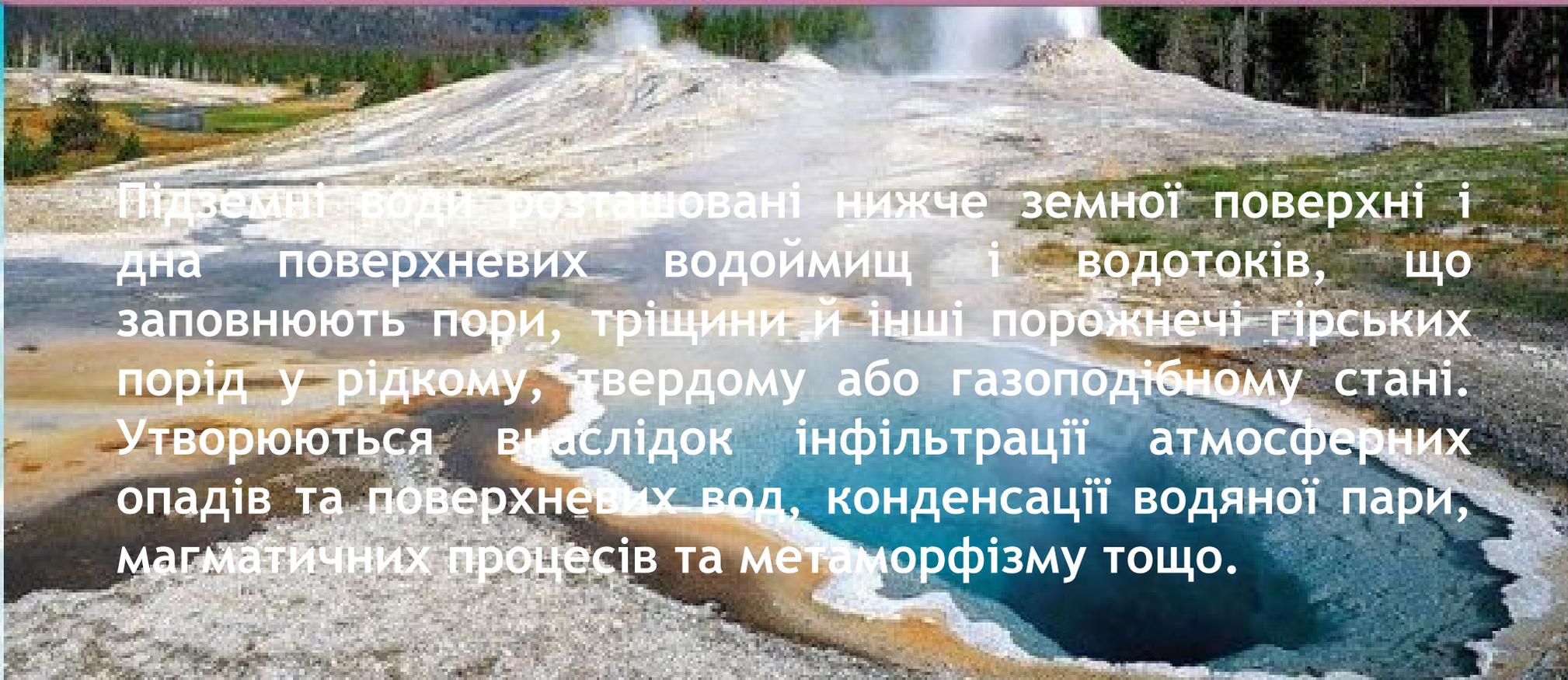


**Підземні
води** — води,
що містяться у
верхніх шарах
земної кори.

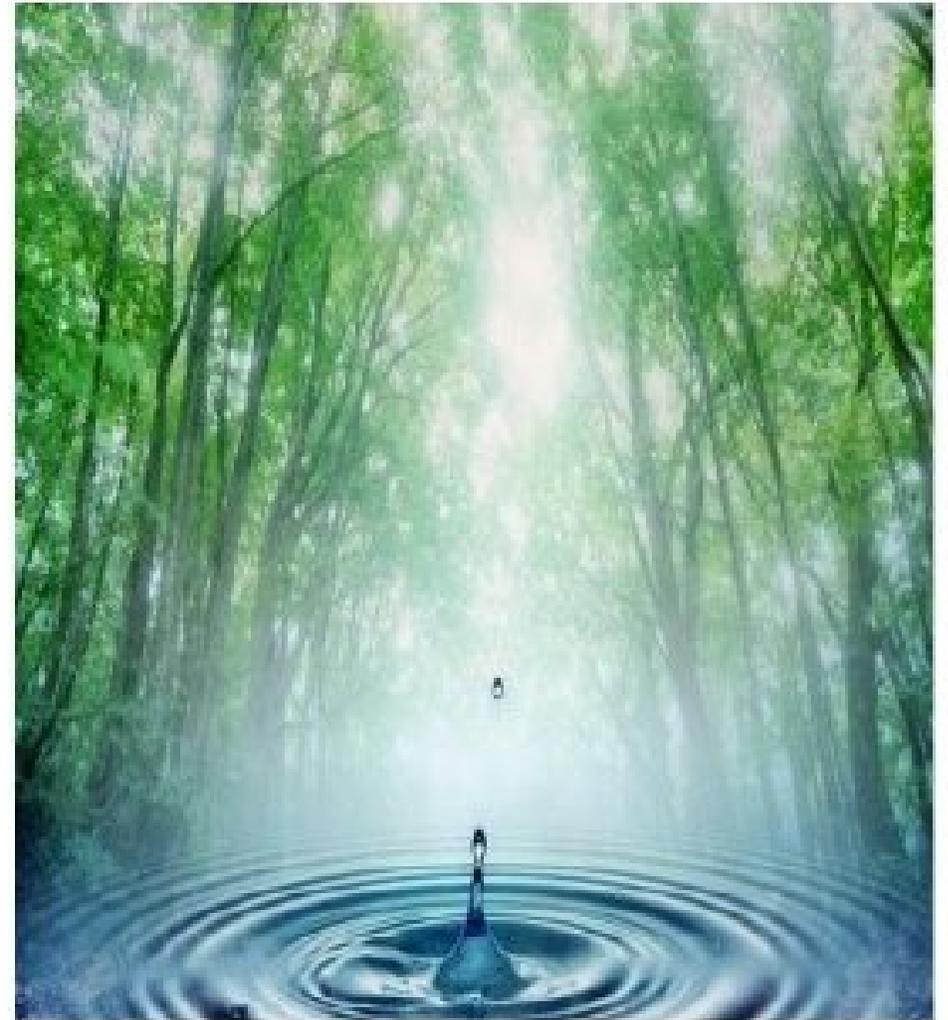
За температурою підземні води поділяють на дуже холодні (від 0 до 4 °C), холодні (від 4 до 20 °C), теплі (20-37 °C), гарячі (37-100 °C) і дуже гарячі, або перегріті (понад 100 °C).

Підземні води — це джерело питної води, зрошення сільськогосподарських земель, енергії та біологічних мінеральних ресурсів, підземні «аптеки».

Підземні води розташовані нижче земної поверхні і дна поверхневих водоймищ і водотоків, що заповнюють пори, тріщини й інші порожнечі гірських порід у рідкому, твердому або газоподібному стані. Утворюються внаслідок інфільтрації атмосферних опадів та поверхневих вод, конденсації водяної пари, магматичних процесів та метаморфізму тощо.



Для людини підземні води — це справжнє багатство. Вода, просочуючись углиб, проходить крізь природні фільтри — шари гірських порід різної щільності — й у такий спосіб чудово очищується. Підземна вода є найчистішою, найкращою питною водою. В Україні пробурені тисячі свердловин для забезпечення питною водою населення міст, зрошення полів у районах, бідних на поверхневі води.



За характером використання підземні води підрозділялись на 4 види:

- 🔑 **питні і технічні**, що застосовуються для господарсько-питного та виробничо-технічного водопостачання, зрошення земель та обводнення пасовищ;
- 🔑 **лікувальні мінеральні води**, що використовуються з бальнеологічною метою і як столові напої;
- 🔑 **теплоенергетичні** (включаючи пароводяні суміші) – для теплопостачання промислових, сільськогосподарських та громадських об'єктів, а в окремих випадках – і для вироблення електроенергії;
- 🔑 **промислові води** – для вилучення із них цінних компонентів.
- 🔑 У ряді випадків підземні води одночасно є мінеральними і теплоенергетичними, промисловими і теплоенергетичними, у зв'язку з чим вони розглядаються як комплексна корисна копалина. Родовища прісних і солонуватих вод, що використовуються для господарсько-питного водопостачання і зрошення, підрозділяються на основні типи: родовища річкових долин, артезіанських басейнів, конусів виносу передгірських шлейфів і міжгірських западин, що обмежені по площі структур або масивів тріщинних та тріщинно-карстових порід, тектонічних порушень, піщаних масивів, пустель та напівпустель, надморенних та міжморенних водольодовикових відкладів, областей розвитку вічномерзлих порід. Див. також карстові води, ґрунтові води, мінеральні води, артезіанські води.

Значення підземних вод

джерело
питної
води

живлять
річки та
озера

Мінеральні
води
використовують
з лікувальною
метою

Термальні води
використовують
для опалення та
отримання
енергії

Підземні води - води в товщі земної кори в рідкому, твердому, або газоподібному стані

Умови утворення
підземних вод:

1. Достатня кількість атмосферних опадів;
2. Здатність гірських порід пропускати воду

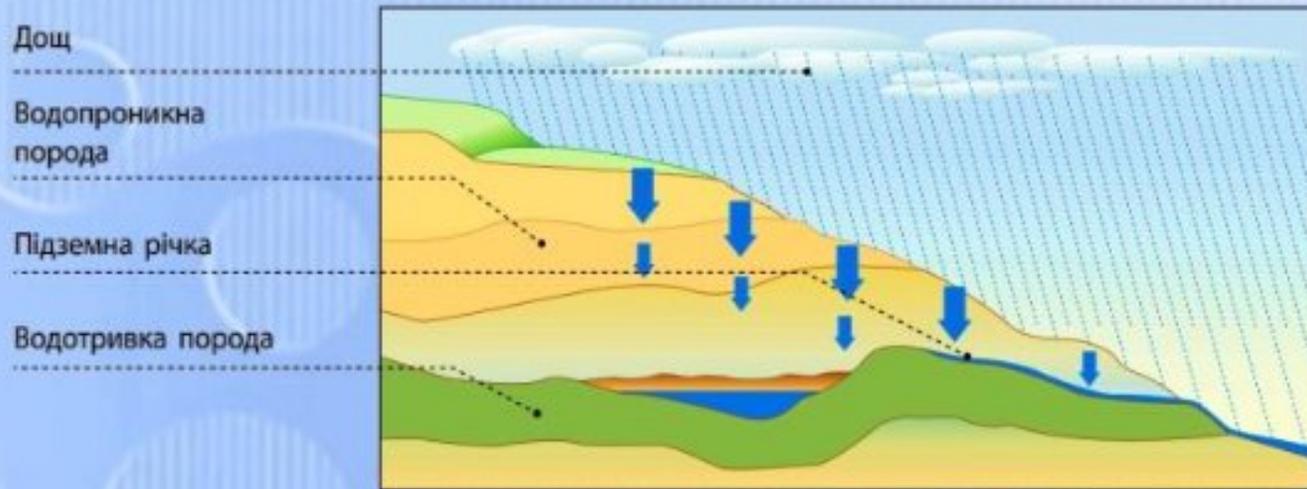


Підземні води — корисна копалина, запаси якої, на відміну від інших видів корисних копалин, відтворювані. В областях існування підземних вод температура коливається від -93 до 1200 °С, тиск від декількох до 3000 МПа. Підземні води — природні розчини, що містять понад 60 хімічних елементів (найчастіше — К, Na, Ca, Mg, Fe, Cl, S, C, Si, N, O, H), а також мікроорганізми. Як правило, підземні води насичені газами (CO_2 , O_2 , N_2 та ін.). Підземні води, які переміщуються у водоносному пласті, тектонічній або карстовій зоні з великою швидкістю фільтрації називають підземним потоком. Переміщення підземних вод під дією гідравлічного напору або гравітаційних сил називають підземним стоком. Найчастіше такий стік направлений в бік моря, русла річки тощо.



Підземні води та їх географія

- утворюються переважно в результаті просочування атмосферних опадів та талої води снігу й льоду крізь водопроникні гірські породи в місцях їх виходу на поверхню



Просочування води крізь гірські породи

Своїми якостями особливо виділяються міжпластові води
→ відносно чисті та здебільшого прісні



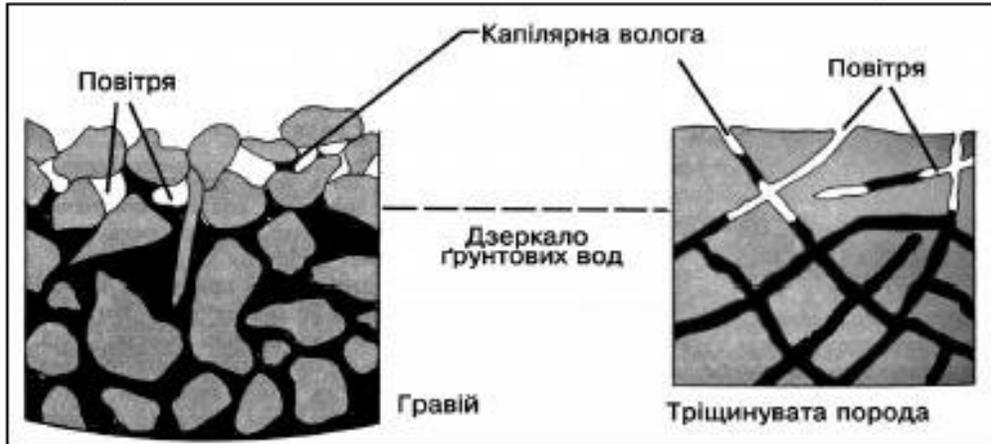
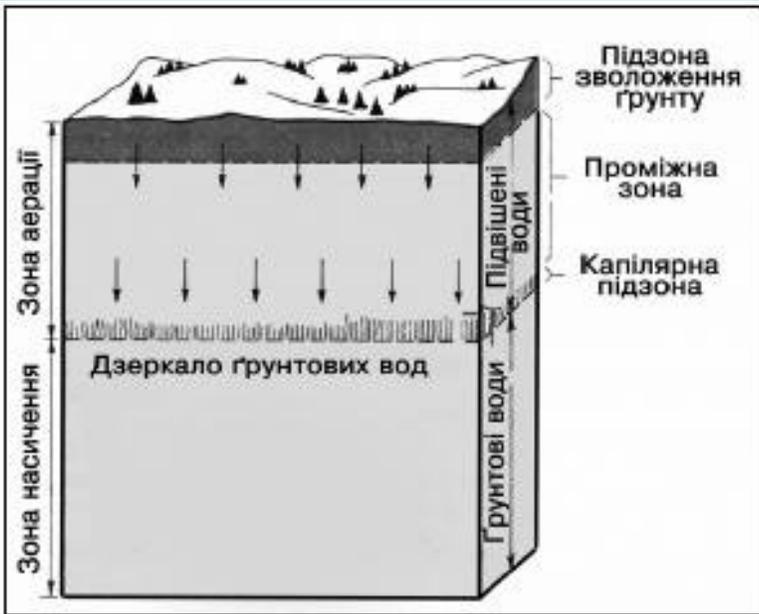


Рис. Розташування підземних вод.

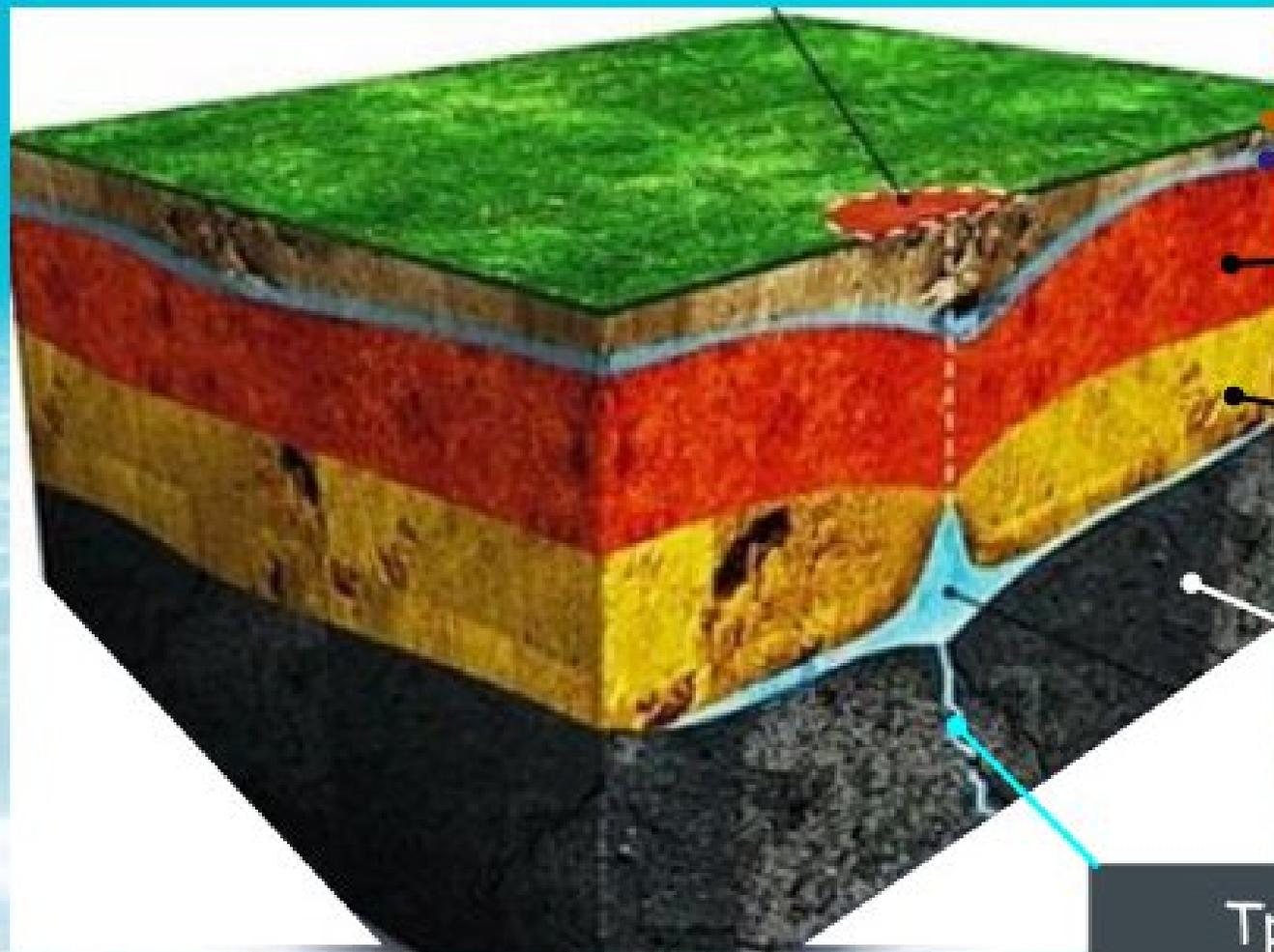
Шари гірських порід, що насичені гравітаційною водою, утворюють водоносні горизонти, або пласти, котрі складають водоносні комплекси, гірські породи яких характеризуються різними ступенями вологоємності, водопроникності та водовіддачі.

Перший від поверхні Землі постійно існуючий безнапірний водоносний горизонт називається *горизонтом ґрунтових вод*. Безпосередньо над його поверхнею (дзеркалом ґрунтових вод) поширені *капілярні води*, які можуть бути завислими, тобто не з'єднаними з дзеркалом ґрунтових вод.

Весь простір від поверхні Землі до дзеркала ґрунтових вод називається *зоною аерації*, в якій проходить просочування вод з поверхні. В зоні аерації на окремих розмежованих прошарках порід, які характеризуються меншою фільтраційною здатністю, в період живлення ґрунтових вод можуть утворюватись тимчасові, або сезонні, скупчення підземних вод, які називаються *верховодкою*.

Водоносні горизонти, що залягають нижче ґрунтових вод і відділяються від них пластами водонепроникних (водотривких) або слабкопроникних порід, називаються *горизонтами міжпластових вод*. Вони звичайно перебувають під гідростатичним тиском (артезіанські води), рідше мають вільну поверхню – *безнапірні води*.

Шари порід у земній корі чергуються.



Ґрунт

Ґрунтові води

Ґлина

Пісок

Водонепроникні породи

Тріщина

Підземні води, що містяться в першому від поверхні водоносному шарі гірських порід, який залягає над водотривким шаром, називають **ґрунтовими водами**.



Фізичні властивості підземних вод

Підземні води є розчинами, що містять солі, іони, колоїди і газу. До основних фізичних властивостей, які аналізують при дослідженні підземних вод, відносять: колір, запах, смак, прозорість, температуру, щільність, стисливість, в'язкість, радіоактивність, електропровідність.

Колір підземних вод залежить від їх хімічного складу і механічних домішок. В основному підземні води безколірні. Жовтуватий колір характерний для вод болотного походження, що містять гумінові речовини. Сірководневі води внаслідок окислення сірководню і утворення тонкої колоїдної «муті», складеної з частинок сірки, мають зеленуватий відтінок. Колір води оцінюється за стандартною платино-кобальтовою шкалою в градусах.

Запах в підземних водах в основному відсутній. Відчуття запаху свідчить або про наявність газів біохімічного походження (сірководень та ін.) або про присутність гниючих органічних речовин. Характер запаху виражають описово: без запаху, сірководневий, болотний, пліснявий та ін. Інтенсивність запаху оцінюють по десятибальній шкалі.

Смак води залежить від складу розчинених речовин, солоний смак зумовлений хлористим натрієм, гіркий – сульфатом магнію, іржавий – солями заліза. Солодкуватий смак мають води багаті органічними речовинами. Наявність вільної вуглекислоти надає воді приємного освіжаючого смаку. Смак води оцінюється за таблицями в балах.

Прозорість підземних вод залежить від кількості розчинених в ній мінеральних речовин, вмісту механічних домішок, органічних речовин і колоїдів. Для вказання ступеня прозорості служить наступна номенклатура: прозора, слабоопалесціюча, опалесціюча, злегка каламутна, сильно каламутна. Каламутність оцінюють в міліграмах сухої речовини на літр води.

Фізичні властивості підземних вод

-  **Температура** підземних вод залежить від геотермальних особливостей району. Вона відображає вікові, тектонічні, літологічні і гідродинамічні особливості водоносних горизонтів. Температура води впливає на її хімічний склад, в'язкість та коефіцієнт фільтрації. В природних умовах підземні води можуть бути переохолоджені (нижче 0 °С, поширені в районах багаторічної мерзлоти), холодні (нижче 20 °С, приурочені до верхньої зони земної кори, до поясу постійних річних температур в середніх широтах), термальні (які мають температуру 20-100 °С, виявлені буровими свердловинами на різних глибинах), перегріті (температурою 100-375 °С, зустрічаються в районах сучасної вулканічної діяльності).
-  **Щільність води** визначають співвідношенням її маси до об'єму при певній температурі. За одиницю щільності прийнято щільність дистильованої води при температурі 4 °С. Показник щільності залежить від температури, кількості розчинених солей, газів і завислих часток, і змінюється від 1 до 1,4 г/см³.
-  **Стискуваність** це характеристика, яка показує зміну об'єму рідини під дією тиску. Для води стискуваність незначна і характеризується коефіцієнтом стиснення $\beta = (2,7-5) \times 10^{-5}$ Па.
-  **В'язкість води** характеризує внутрішній опір частинок рідини її руху, і кількісно виражається коефіцієнтами динамічної і кінематичної в'язкості. Б. А. Дерягін вивів існування аномалії води в тонких капілярах діаметром менше 0,001 мм. В ній на всьому інтервалі температур коефіцієнт тертя (залежить від в'язкості) залишається постійним, а щільність на 40 % більша звичайної.
-  **Радіоактивність підземних вод** визначають вмістом в ній радону, еманції радію. За рідкісними винятками усі підземні води тою чи іншою мірою радіоактивні. За кількістю еманції радію Е. С. Бурксер виділяє такі типи вод: дуже сильно радіоактивні (радіоактивність більше 10000 еманів); сильно радіоактивні (1000-10000 еман); радіоактивні (100-1000 еман); слабо радіоактивні (10-100) дуже малорадіоактивні (менше 10 еман).
-  **Електропровідність** залежить від кількості солей, розчинених у підземних водах. Прісні води володіють незначною електропровідністю, дистильовані – своєрідні ізолятори. Електропровідність води оцінюють за питомим електричним опором, вона змінюється від 0,02 до 1,0 Ом×м.

Шари, крізь які вода просочується в землю,
називають **водопроникними**.

ПІСОК



ГРАВІЙ



ГАЛЬКА



Водопроникність гірських порід

Галька

100 м на добу



Пісок

10 м на добу



Глина

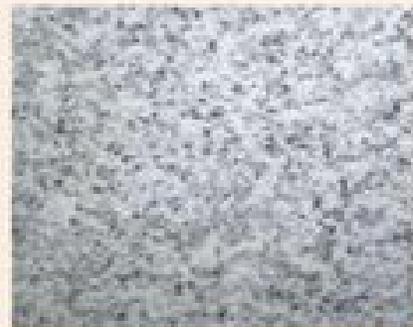
1 мм на добу



**Граніт, Вапняк,
Пісковик гіпс, сіль**

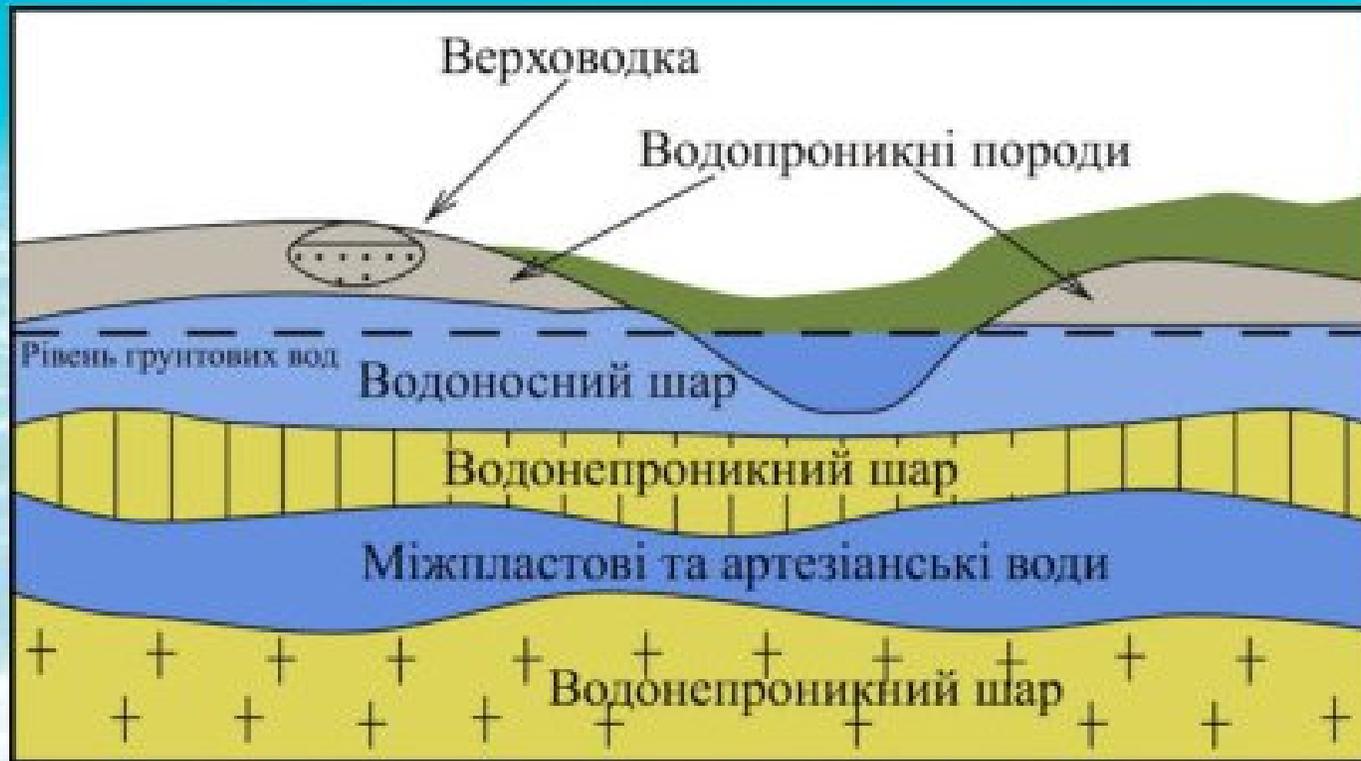
X

розчинні



Гірські породи, які пропускають воду, називаються **водопроникними**, які не пропускають її - **водотривкими**.

Верхня частина земної кори складається з водопроникних і водотривких шарів гірських порід, які чергуються.

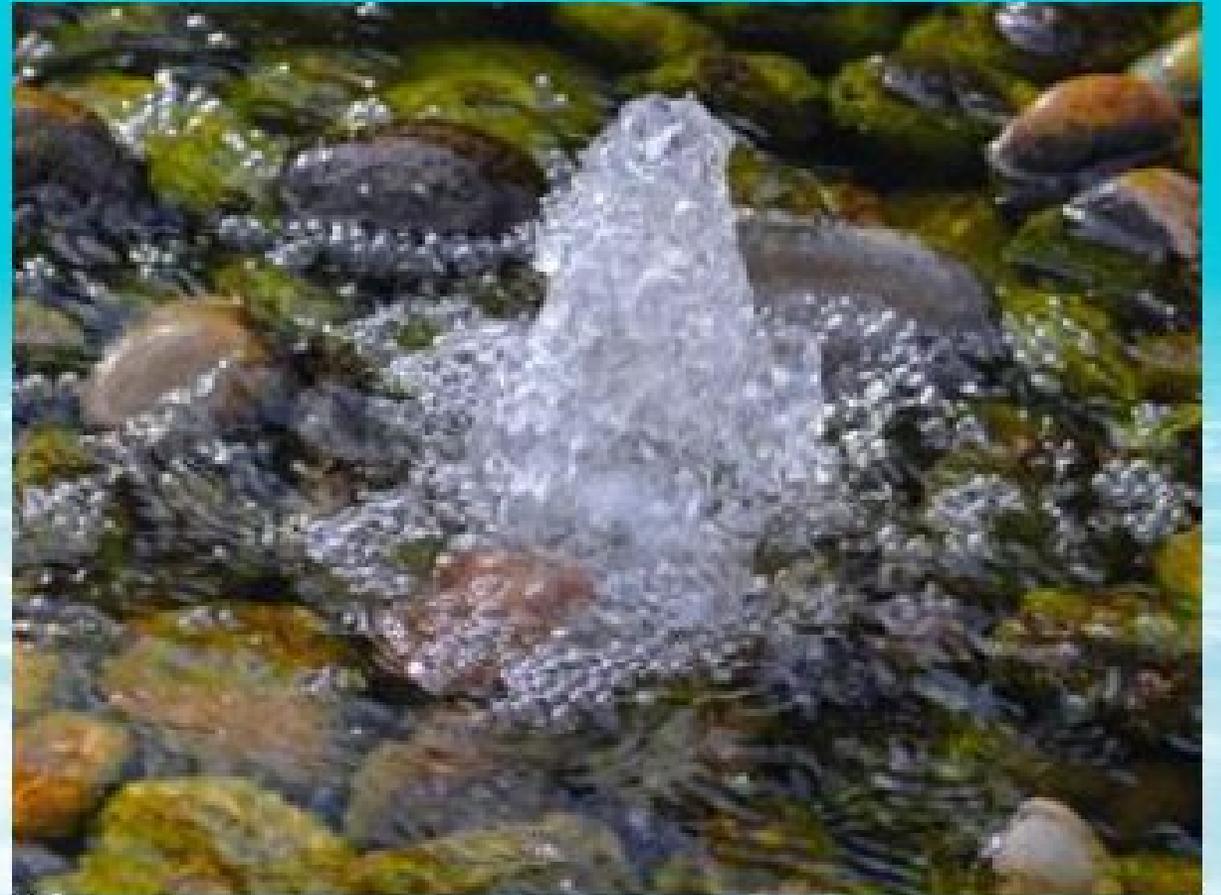


Коли вода досягає водотривкого шару, вона починає заповнювати простір між камінцями і тріщинками.

Шар водопроникних порід, які містять нагромаджену воду, називають **ВОДОНОСНИМ**.



У деяких місцях (на схилах ярів, по берегах річок, у зниженнях) водотривкий шар гірських порід виходить на поверхню Землі.



Класифікація підземних вод за умовами залягання



Типи підземних вод за умовами залягання

- У земній корі чергуються водопроникні й водотривкі гірські породи → водоносні шари залягають «поверхами» на різних глибинах



- 1 – верховодка
- 2 – ґрунтові води
- 3 – міжпластові води
- 3a – артезіанські води

Верховодка

— це найближчі до земної поверхні підземні води, що періодично накопичуються внаслідок просочування опадів або танення снігу і потім зникають, випаровуючись

Вода верховодки

- лежить окремими лінзами
- не має течії
- каламутна, часто забруднена
- не придатна для використання



- 1 – верховодка
- 2 – ґрунтові води
- 3 – міжпластові води
- 3а – артезіанські води

Сезонну воду, що залягає на першому шарі водотривких порід, називають **верховодкою**.



Міжпластові води

— залягають у водоносному шарі, який лежить між двома водотривкими пластами

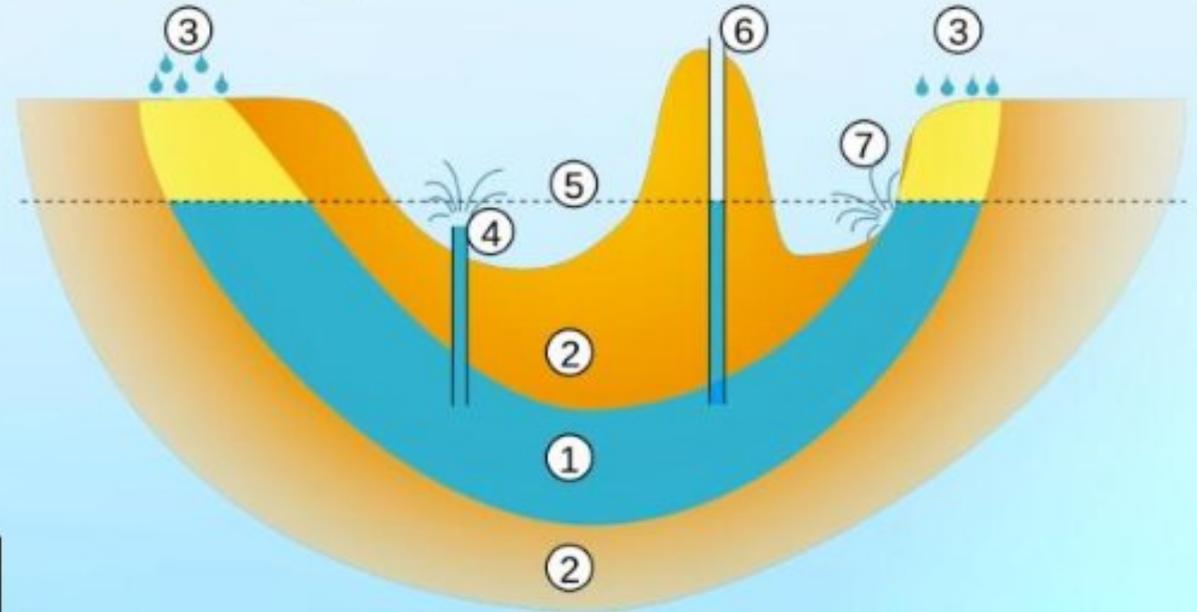
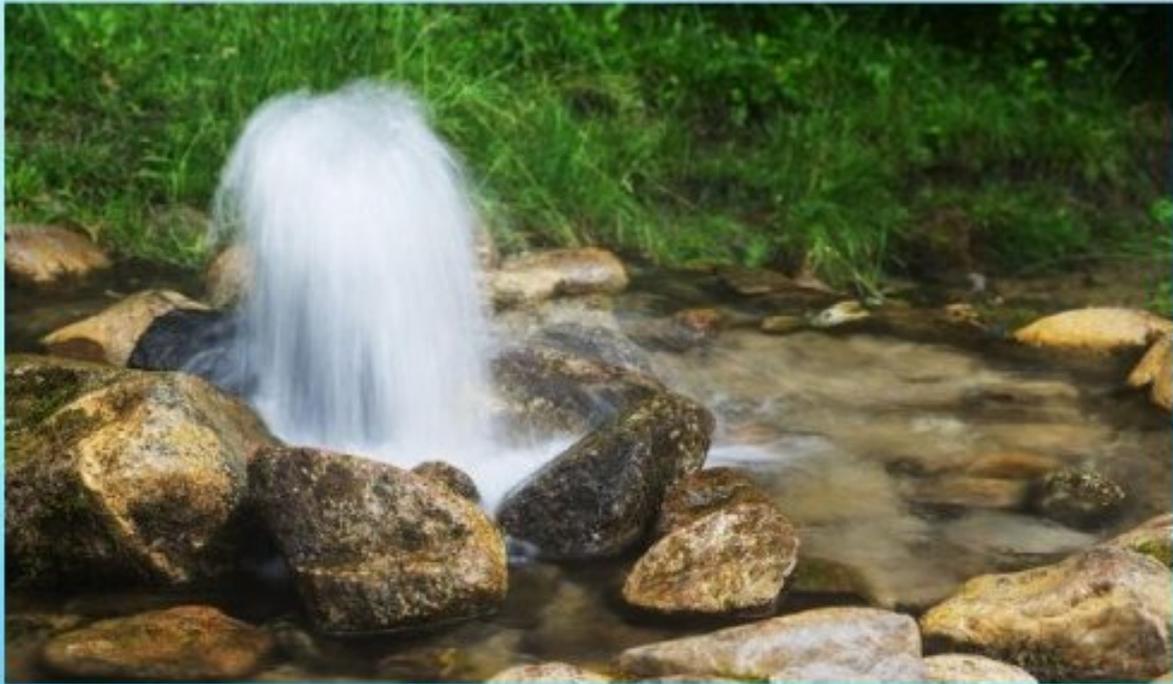
- вода може потрапити в цей шар тільки там, де над ним відсутній водотривкий пласт
- поповнюються дуже повільно
- багаторазово фільтруються і мають постійний рівень



- 1 – верховодка
- 2 – ґрунтові води
- 3 – міжпластові води
- 3а – артезіанські води

Артезіанські води

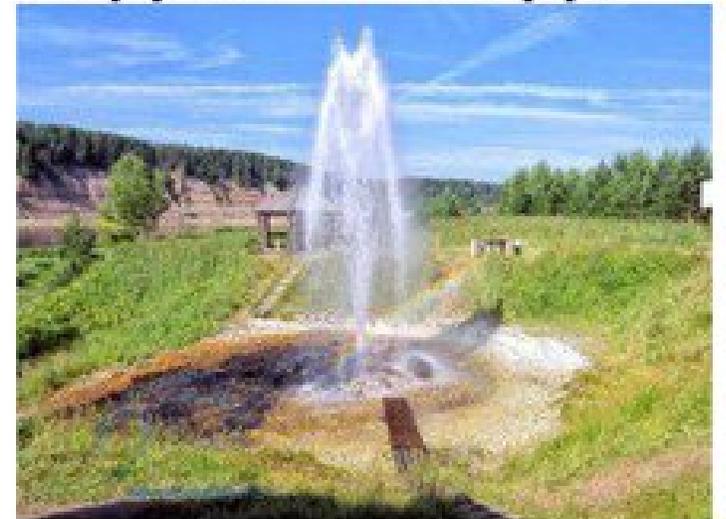
- напірні підземні води, розташовані у водоносних шарах між водотривкими шарами, які залягають чашоподібно, а міжпластова вода перебуває під великим тиском



Артезіанські води:

- 1 – водоносний шар;
- 2 – водотривкий шар;
- 3 – ділянка надходження води крізь водопроникний шар;
- 4 – артезіанська свердловина;
- 5 – рівень рівноваги води;
- 6 – субартезіанська свердловина;
- 7 – артезіанське джерело

- ▶ У 1126 р. у Франції, у селищі провінції Артуа (Артез) місцеві жителі вирішили копати криницю. Копали все глибше, раптом дно колодязя стало вздуватися. Як тільки переляканий робітник піднявся на поверхню, дно з шумом луснуло, вода утворила невеликий фонтан і стала наповнювати колодязь. Після цього випадку підземні води стали називати *артезіанськими*



- У місцях, де шар водоносних порід прогнутий або водоносний горизонт заповнений, вода перебуває під тиском
- → артезіанські басейни

- Дніпровсько-Донецький (на нього припадає майже половина всіх запасів підземних вод)
- Волино-Подільський
- Причорноморський



- Глибина залягання підземних вод та їхні запаси залежать від надходження води з поверхні й від геологічної будови

Артезіанські басейни України



Підземні води за температурою

```
graph TD; A[Підземні води за температурою] --> B[Теплі  
від +20°C до +37°C.]; A --> C[Гарячі (термальні)  
перевищує +37°C.]; A --> D[Холодні];
```

Теплі
від +20°C до
+37°C.

Гарячі
(термальні)
перевищує +37°C.

Холодні

Термальні води - води, температура яких вища $+20^{\circ}\text{C}$.
Перебувають на великих глибинах або в районах вулканічної діяльності



Термальні води використовують для опалення житлових будинків, теплиць, виробництва електроенергії (Ісландія, Японія, Угорщина, Польща, Німеччина), а також створюють в районах їхнього поширення курорти.



Термальні води ("блакитне вугілля")

- іноді виходять на поверхню як гарячі джерела (+50 °С...+90 °С)
- а в районах вулканізму – гейзери
- використовують для опалення житлових будинків, теплиць, виробництва електроенергії (Ісландія, Японія, Угорщина, Польща, Німеччина)
- в районах їхнього поширення створюють курорти



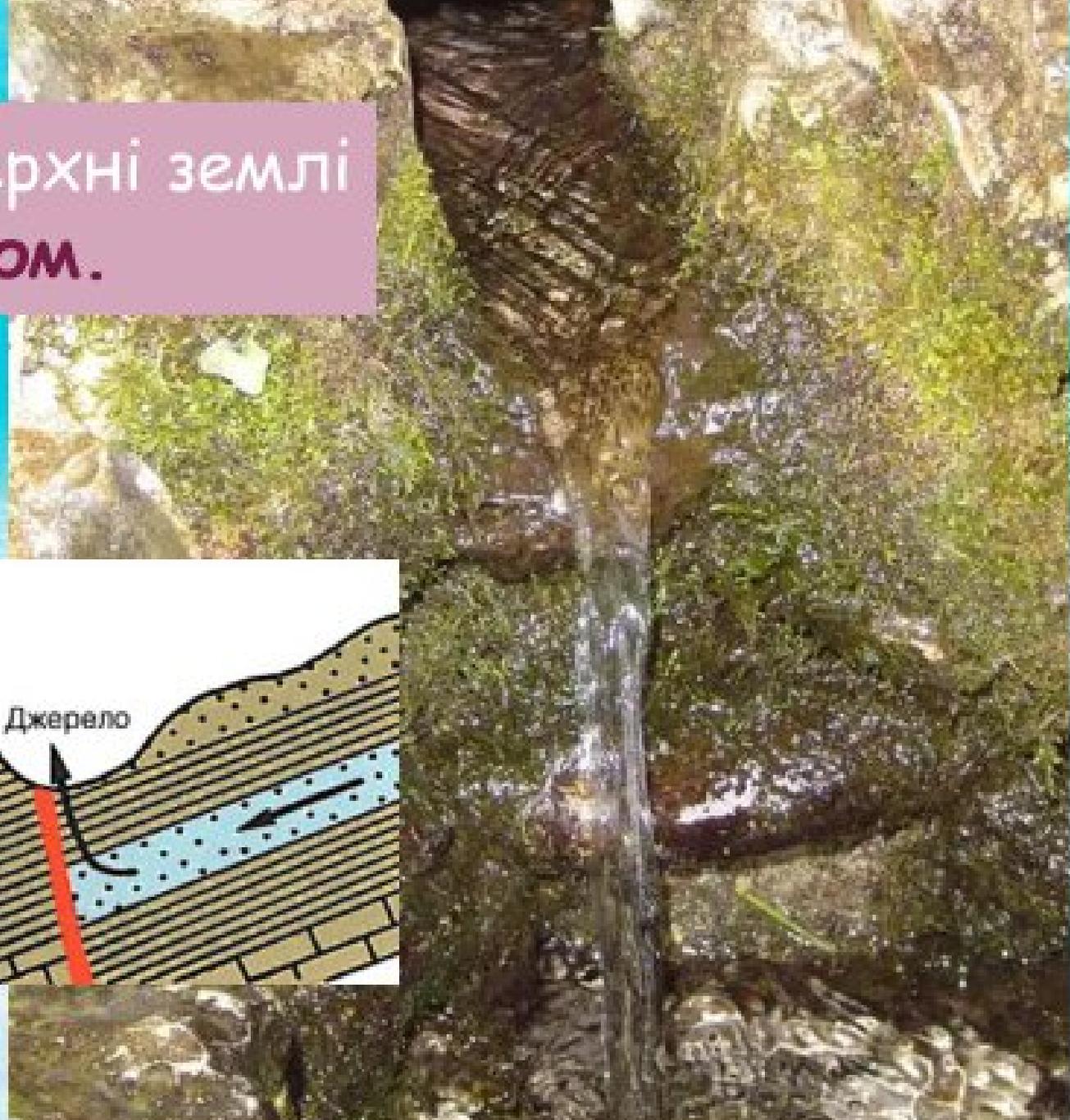
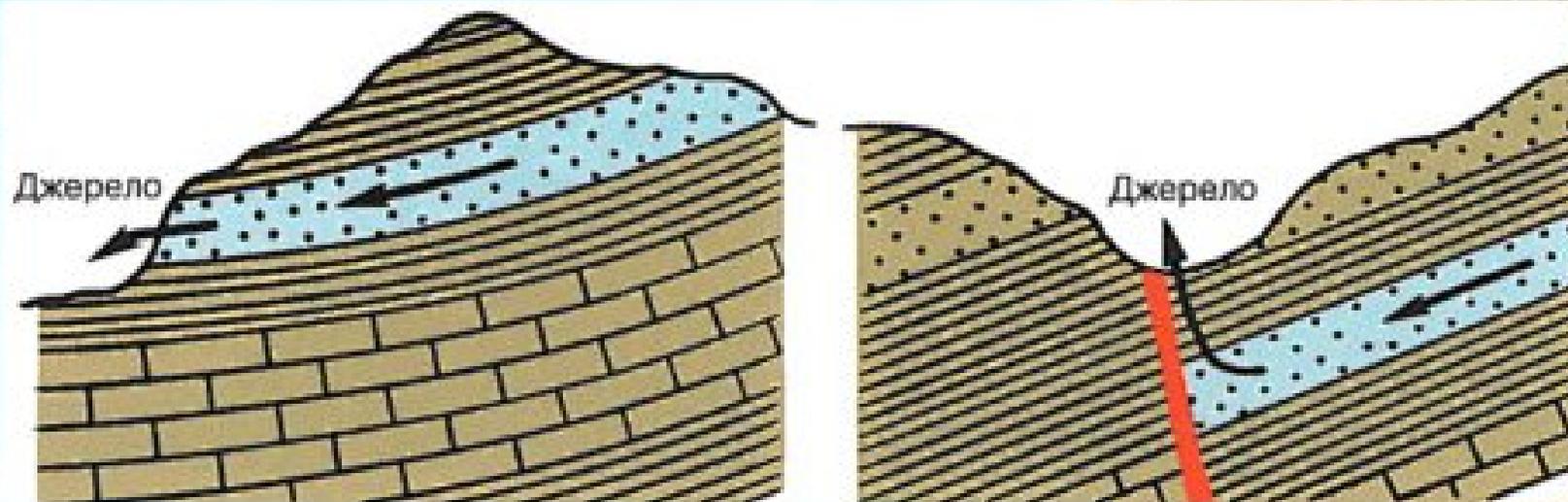
Геотермальна електростанція (ГеоТЕС)
в Ісландії



Підземні води, що залягають між двома водотривкими шарами гірських порід, називають **міжпластовими**.



Місце виходу води з поверхні землі називають **джерелом**.



Гаряче джерело на о. Гренландія



В Україні гарячі джерела є на Закарпатті, Херсонщині, у Криму.



Підземні води за кількістю розчинених у них мінеральних речовин

Прісні
із вмістом
солей до 1 г/л

Мінеральні
із вмістом
розчинених
речовин до 50 г/л

Мінеральні — води з підвищеним вмістом деяких хімічних елементів і сполук
→ мають лікувальні властивості

ПРИРОДНА МІНЕРАЛЬНА ВОДА



Види мінеральних вод

 **СТОЛОВІ** - мінеральна [натуральна] вода придатна для щоденного застосування (без будь-яких показань), вміст солей у ній не перевищує 1 грама на літр води. Як правило, вона м'яка, приємна на смак, без стороннього запаху і присмаку. (Моршинська з мінералізацією, Трускавецька);



Види мінеральних вод

 **лікувально-столові** - у цій воді може міститися від 1 до 10 грамів солей на літр води. Гідність лікувально-столових мінеральних вод полягає в їх багатофункціональності: їх можна вживати як столовий напій [не регулярно] і систематично - для лікування (за призначенням лікаря);



Види мінеральних вод

лікувальні - найбільш насичена за сольовим складом вода. До цієї категорії відносять мінеральні води з мінералізацією - більше 10 грамів на літр, або води з підвищеним вмістом активних мікроелементів, наприклад, миш'яку чи бору. Її слід пити строго за рекомендацією лікаря (показання та методика їх застосування ті ж, що на курортах);



Підземні води, що містять підвищену кількість розчинених солей і газів, називають мінеральними. Їх використовують з лікувальною метою. Біля джерел з мінеральною водою будують санаторії. В Україні таких джерел багато. Біля них виникли курорти Моршина, Трускавця, Хмельника, Миргорода та інших міст. Термальні підземні води з температурою понад + 20 °С використовують для опалення житлових будинків, теплиць, виробництва електроенергії. Гарячі води широко використовують в Ісландії, Росії, Японії та інших країнах.



Мінеральні води - це підземні води, насичені різними солями і мають лікувальні властивості



мінеральна вода

СТОЛОВА
менше 0,5 г./л. солі
вживати без обмежень

лікувально-столова
0,5 - 1,0 г./л. солі
вживати з обережністю

лікувальна
більше 1,0 г./л. солі
вживати за призначенням лікаря!

 Живи активно!

В Україні 12 родовищ мінеральних підземних вод віднесено до унікальних

- Закарпатська область — Голубинське, Новополянське, Полянське
- Львівська область — Моршинське, Трускавецьке
- Донецька область Святогірське
- У Закарпатті є й теплоенергетичні води



 **Класифікація мінеральних вод**



Мінеральні води застосовують з лікувальною метою. Вони допомагають організму людини поповнитися мінеральними речовинами (йодом, кальцієм, залізом...).



Напірні підземні води, розташовані у водоносних шарах між водонепроникними шарами, називають артезіанською.



Артезіанські води

Міжпластові води, які знаходяться під тиском, називають артезіанськими



Робота підземних ВОД

- **Карстові** (внаслідок розчинення у воді деяких гірських порід: вапняків, гіпсу, крейди, солей): карстові борозни (кари) та карстові лійки, печери
- **суфозійні** (винесення дрібних часточок породи на малих глибинах, що супроводжується просіданням ґрунту): поди (степові блюдця)
- **гравітаційні** (під дією сил тяжіння): зсуви



Карстова печера



степові блюдця



Стінка відривання

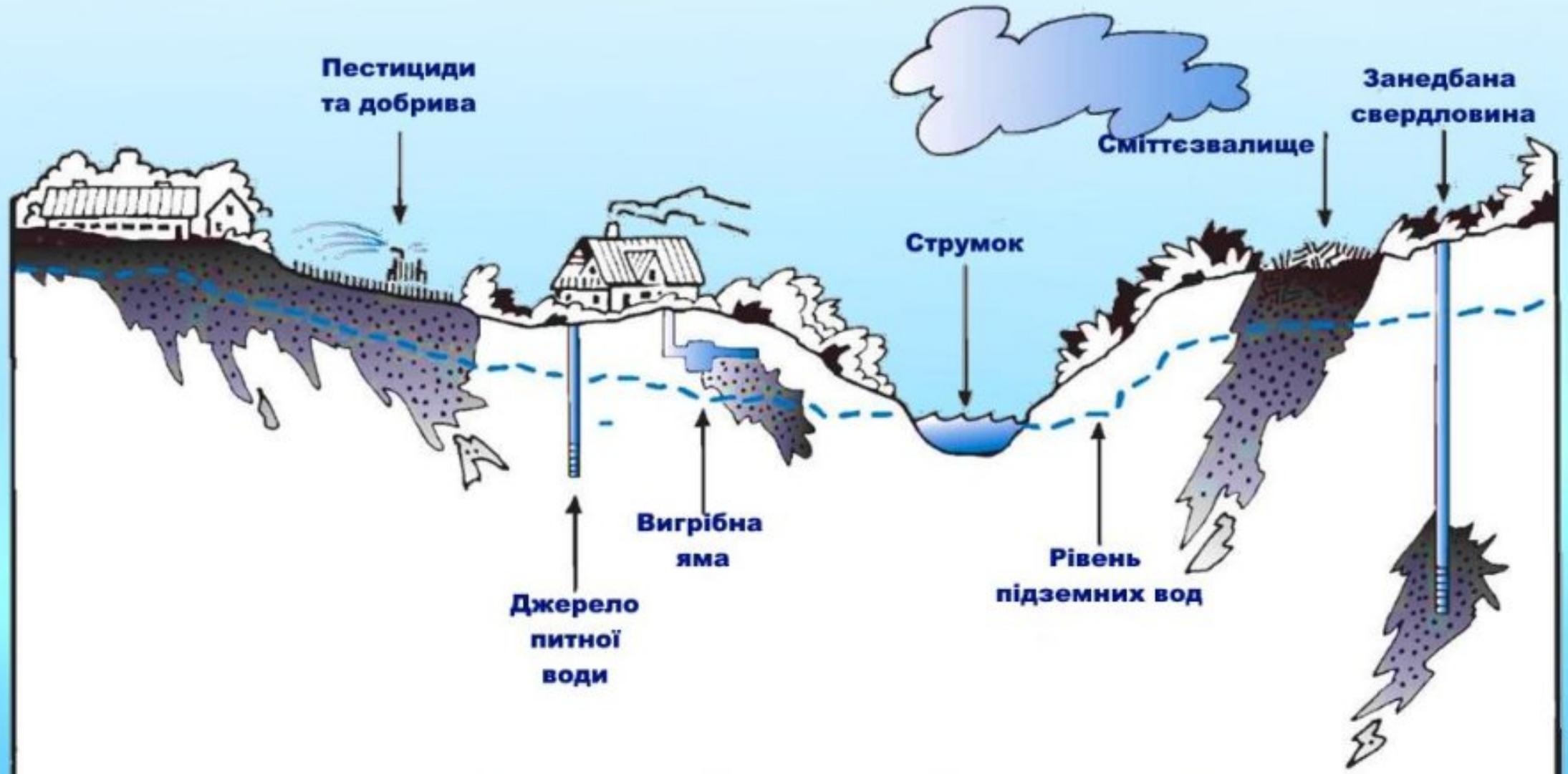
Тіло зсуву

Море або річка

зсув

Охорона підземних вод

Чи потребують охорони води надр?



Запаси підземних вод, як і поверхневих, не безмежні. Нині на земній кулі пробурено численні свердловини, через які викачують підземні води. А поповнення їх, особливо міжпластових, відбувається дуже повільно. Тому витрачати воду потрібно ощадливо.

Як і поверхневі, підземні води можуть забруднюватися. Причиною цього можуть бути стоки підприємств, міст, що просочуються з поверхні. Підземні води забруднюються і внаслідок внесення в ґрунт мінеральних добрив. У міжпластові води може потрапляти нафта зі свердловин під час її видобування. Щоб зберегти підземні води чистими, потрібно очищувати стічні води і суворо стежити, щоб забруднювальні речовини не потрапляли у землю.

Мікрофлора підземних вод

З мікроорганізмів у підземних водах найбільше значення мають бактерії, мікроскопічні водорості, найпростіші та віруси. До групи бактерій належить більша частина одноклітинних мікробів.

Мікроорганізми, що мешкають в підземних водах дуже активні, адаптивні до різних ступенів мінералізації, температури, тиску. Вони беруть участь в розкладі і синтезі різних органічних і мінеральних сполук, здатні впливати на зміну сольового і газового складу природних вод, їх мінералізацію. Проникнення бактерій в глибину лімітує висока температура (вище 95-100 °С) і мінералізація (130-270 г/кг — так звані «міцні розчини»). Бактерії та мікроби проникають в пори породи і перебувають там в капілярній воді, вкривають стінки пустот. Дисульфуючі бактерії, окислюючі речовини, в тому числі нафтові вуглеводи відновлюють сульфати до сірководню. Денітрофікуючі бактерії, окислюючи органічні речовини відновлюють нітрати до нітритів і молекулярного азоту. До них належать бактерії, що зброджують кислоти і здійснюють розклад вуглеводів з утворенням органічних кислот, вуглекислого газу і води, бактерії, що розкладають нафтові кислоти та інші органічні речовини; тіонові бактерії, що розвиваються при значенні рН близько 7, окислюють сірку та сірковмісні сполуки до сірчаної кислоти; бактерії, що окислюють вуглеводи парафінового ряду; метаноокислюючі бактерії, нітрифікуючі бактерії і ін.

