

# ЛЕКЦІЯ 4

**ТЕМА: Підземні води. Рух підземних вод, закони їх руху.**

# ПЛАН

1. Джерела формування підземних вод та їх значення в народному господарстві.
2. Класифікація підземних вод.
3. Види водозаборів підземних вод та їх конструкції.
4. Закон Дарсі. Межі його застосовності.  $C/P$



# 1. ДЖЕРЕЛА ФОРМУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

## Припущення щодо утворення підземних вод:

### ○ 1. інфільтраційна теорія (1 столітті до н.е.).

Вперше теорія про утворення підземних вод за рахунок просочування атмосферних опадів.

- До 17 ст. біла забута...

### ○ 2. конденсаційна теорія

(у 1877 р. Німецький гідролог О. Фольгер).

Він твердив, що підземні води утворюються в основному за рахунок проникнення повітря в пори гірських порід і наступною конденсацією наявних в ньому водяних парів при охолодженні.

## *На початку 20 століття А.Ф.Лебедев*

Але на відміну від Фольгера, Лебедев стверджував:  
-що в породу проникає не повітря, а тільки водяна пара;  
-конденсується за певних температурних умов.

Лебедев пояснював цей процес різницею пружності водяних парів атмосферного та ґрунтового повітря.

Водяні пари переміщуються **із простору з більшою пружністю** (з більш високою  $t^0$ )  
**в простір з меншою пружністю** (з більш низькою  $t^0$ ).

**Проте Лебедев не вважав  
конденсаційний шлях утворення  
підземних вод єдиним та визначальним.**



На сьогоднішній день, наукова думка стверджує, що процеси інфільтрації та конденсації відбуваються одночасно, накладаючись один на одній.

**інфільтрації та конденсації відбуваються одночасно**

### **ОСНОВНИЙ ВИД ЖИВЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД**

*інфільтрація – просочування атмосферних опадів та поверхневого стоку в земну товщу.*

Частина ж підземних вод утворюється шляхом – конденсації водяних парів у ґрунтовій товщі (лат. *condensatio* – згущення)



○ *За експериментальними даними В.Ф.Шебеко середньомісячна конденсація за теплий період (травень – вересень) на освоєному болоті становить 45мм, на не осушуваному 14 мм.*



- Частина опадів, яка поглинається ґрунтом і просочується в більш глибокі шари ґрунту називається *інфільтрованою*.

Коефіцієнт інфільтрації:

$$K(\text{інф}) = \frac{A_{\text{погл.}}}{A} * 100, \%$$

$A_{\text{погл.}}$  – кількість поглинутих ґрунтом опадів, мм

$A$  – сума опадів за певний період, м



## ► Фактори впливу на показники інфільтрації

- *фізичні властивості ґрунту (мех. склад, структурність);*
- *рельєф (наявність ярів, балок);*
- *рослинність;*
- *обробіток ґрунту;*
- *інтенсивність випадання атмосферних опадів.*





### ○ 3. *фізико-хімічна теорія.*

*1902 р.* австрійський геолог *Е.Зюсс* висловив гіпотезу про утворення цих вод в результаті виділення з магми водню (H)

і дальшого його поєднання з киснем (O<sub>2</sub>) (утворення шляхом конденсації водяних парів, що виділились з магми).

Таким шляхом утворюються *ювенільні* води.

*Ювенільні (незаймані)* – глибинні земні води, що утворилися внаслідок фізико-хімічних процесів у земній товщі.

У глибинних шарах земної кори підземні води часто мають високу  $t^0$  і містять рідкі мінеральні сполуки та гази.

## 2. КЛАСИФІКАЦІЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

### Утворення підземних вод

Вода, що знаходиться в земній корі, називається **підземною водою**.

Основне джерело поповнення підземних вод - атмосферні опади.

Вода просочується крізь гірські породи відразу після дощу, або при таненні снігу, або поступає поступово через річки і озера.



- Багато дослідників намагались створити докладну класифікацію підґрунтових вод. Однак через неможливість об'єднати всі характеристики в одну класифікацію підземні води поділяють за **окремими ознаками:**

*За літологічним складом породи:*

- води піщаників;
- води вапняків;
- води торфовищ.



*За гідравлічними властивостями:*

- - безнапірні;
- - напірні.

*За ступенем мінералізації:*

- прісні;
- солонуваті 1-3 г/л;
- солоні 3-35 г/л;
- розсоли більше 35 г/л.



## *За температурою (від глибини залягання):*

- *холодні 0-20<sup>0</sup> С*
- *субтермальні 20-37<sup>0</sup>С*
- *термальні 37-100<sup>0</sup>С* дуже гарячі вище 42 гарячі 37-42
- *перегріті 100-374<sup>0</sup>С*

*Вода при  $t$  понад 374<sup>0</sup>С знаходиться у надкритичному стані (вибухова речовина).*

*Температура має істотне значення при використанні води для пиття і зрошення. Добре заспокоює спрагу і діє освіжаюче вода, що має температуру 8-12<sup>0</sup>.*

*При використанні ПВ для зрошення слід дати їй нагрітися.*



# УСІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ ЗА СПРОМОЖНІСТЮ ПРОПУСКАТИ ВОДУ РОЗПОДІЛЯЮТЬСЯ НА ТРИ КАТЕГОРІЇ:

<b>водонепроникні водоупори</b>	<b>слабоводопроникні</b>	<b>водопроникні</b>
глини, монолітні граніти, кварцити та інші метаморфічні, магматичні та зцементовані осадові гірські породи.	суглинки, супіски, глинисті піски, слаботріщинуваті магматичні метаморфічні та зцементовані осадові гірські породи.	тріщинуваті магматичні, метаморфічні та незцементовані осадові гірські породи, крупно- та середньоуламкові породи (галька, щебінь, жорства, піски).

○ Якщо діаметр пор більше 1 мм, а ширина тріщин більше 0,25 мм, то такі гірські породи *здатні пропускати воду в глибину землі*. Оскільки пори та тріщини сполучаються між собою, то на деякій глибині формується насичений водою шар гірської породи, який називається **підземним водоносним горизонтом**. Обов'язковою умовою його формування є наявність водоупору, зверху якого залягають водопроникні гірські породи.



**○ Усі підземні води класифікуються за такими ознаками:**

- за походженням,
- умовами залягання,
- гідравлічним режимом,
- хімічним складом
- фізичними властивостями.





# ЗА ПОХОДЖЕННЯМ ПІДЗЕМНІ ВОДИ ПІДРОЗДІЛЯЮТЬСЯ НА:

<b>інфільтраційні</b>  «просочення усередину»	<b>конденсаційні</b>	<b>седиментаційні</b>  «осадження»	<b>ювенільні</b>  «первинні»	<b>змішані</b>
утворюються за рахунок: - атмосферних опадів, - талої води у водопроникні гірські породи	утворюються внаслідок конденсації пароподібної води у порах та тріщинах гірських порід, як правило, у зонах аерації.	утворюють ся внаслідок залягання разом з осадами вод прадавніх озер та морів.	води утворюють ся за рахунок конденсації пари магми.	відбуваєть ся змішування

## За умовами залягання підземні води підрозділяються на:

Поверхнево  
грунтові

Капілярна вода

верховодку

грунтові

міжпластові



# ЗА УМОВАМИ ЗАЛЯГАННЯ ПІДЗЕМНІ ВОДИ ПІДРОЗДІЛЯЮТЬСЯ НА:

<b>Поверхнево грунтові</b>	<b>верховодку</b>	<b>грунтові</b>	<b>міжпластові</b>
<b>Капілярна вода</b>			

## **Поверхневогрунтові води**

*Характерними властивостями* цих вод є:

- їх сезонний характер,
- різкі коливання температури,
- наявність мікроорганізмів та органічних речовин.

*Взагалі це капілярні води. Коли рівень підземних вод підіймається, то відбувається їх змикання з водоносним горизонтом і місцевість заболочується.*

<b>Поверхнево грунтові</b>	<b>верховодку</b>	<b>грунтові</b>	<b>міжпластові</b>
<b>Капілярна вода</b>			

**Верховодка** утворюється в зоні аерації за рахунок інфільтрації та конденсації.

**Характерними властивостями є:**

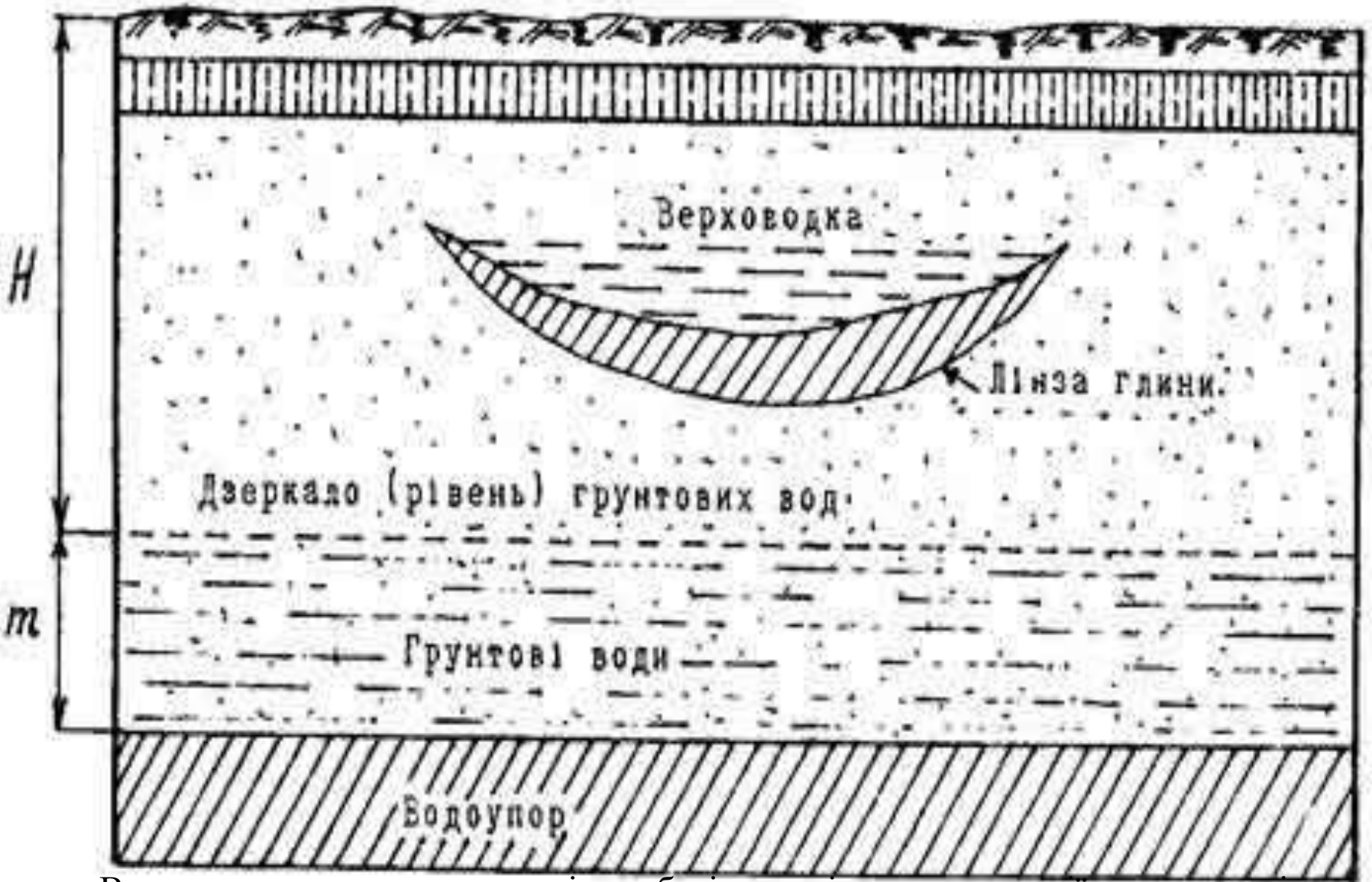
- наявність місцевих або локальних водоупорів.

Локальними водоупорами можуть бути льодовикові глини або суглинки (морени) та інші водонепроникні гірські породи.

- нестійким режимом.

виникає головним чином у періоди дощів та розтавання снігу і зникає з наступом засушливих періодів. Як правило вона існує з березня по липень. Потужність її невелика і не перевищує 1 - 2 м.





Верховодка створює труднощі при будівництві та експлуатації споруд, оскільки не завжди може бути виявлена при інженерно-геологічних вишукуваннях і стає причиною затоплення підвалів та інженерних комунікацій.

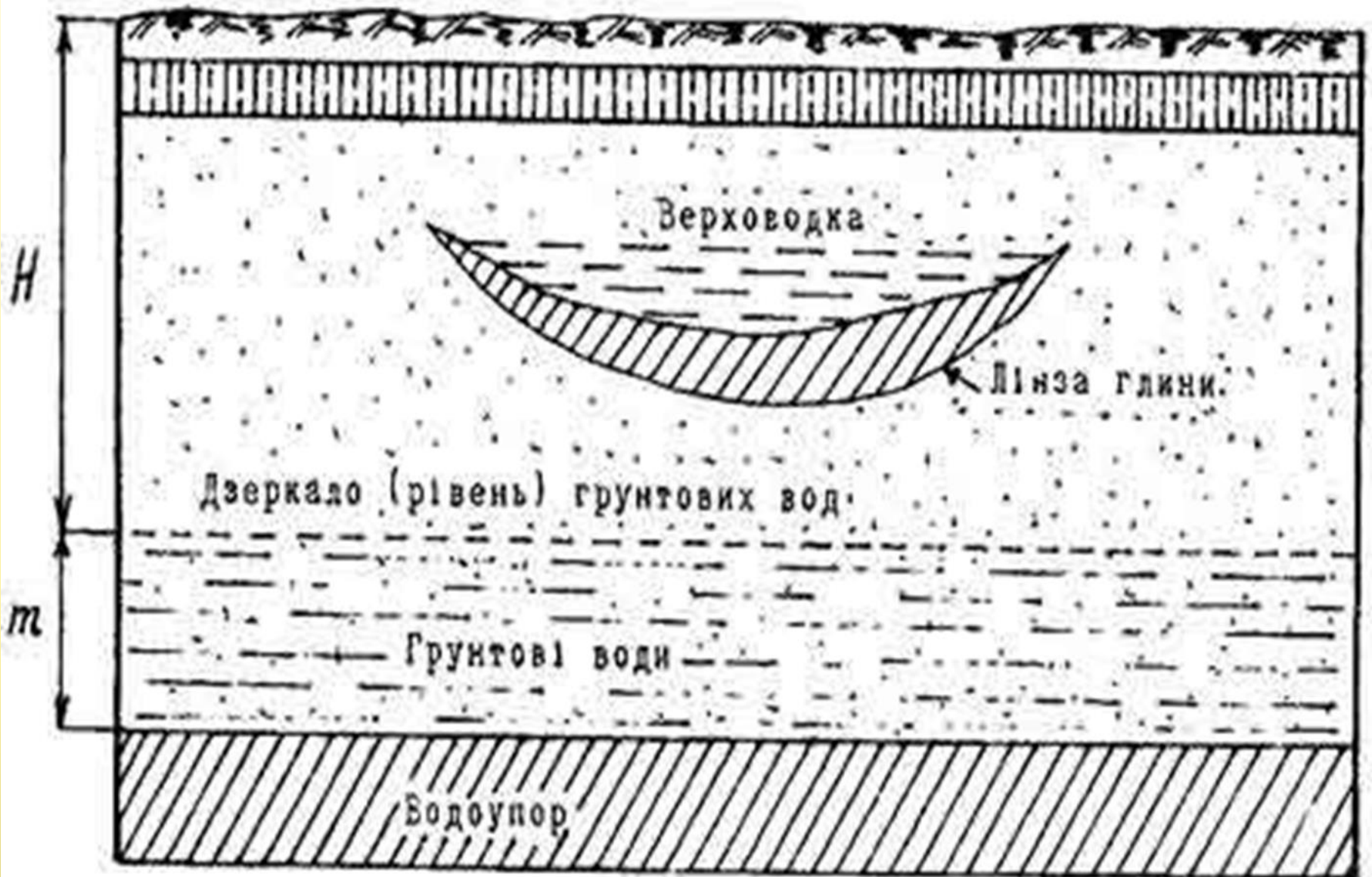
Поверхнево грунтові	верховодку	грунтові	міжпластові
Капілярна вода			

**Грунтові води - це перший від поверхні Землі постійно діючий водоносний горизонт, який залягає на витриманому водоупорі.**

Такою водонепроникною породою може бути нетріщувата скельна порода або шар глини. Живлення ґрунтових вод відбувається у значній мірі *за рахунок інфільтрації опадів та просочення води із поверхневих водоймищ.*





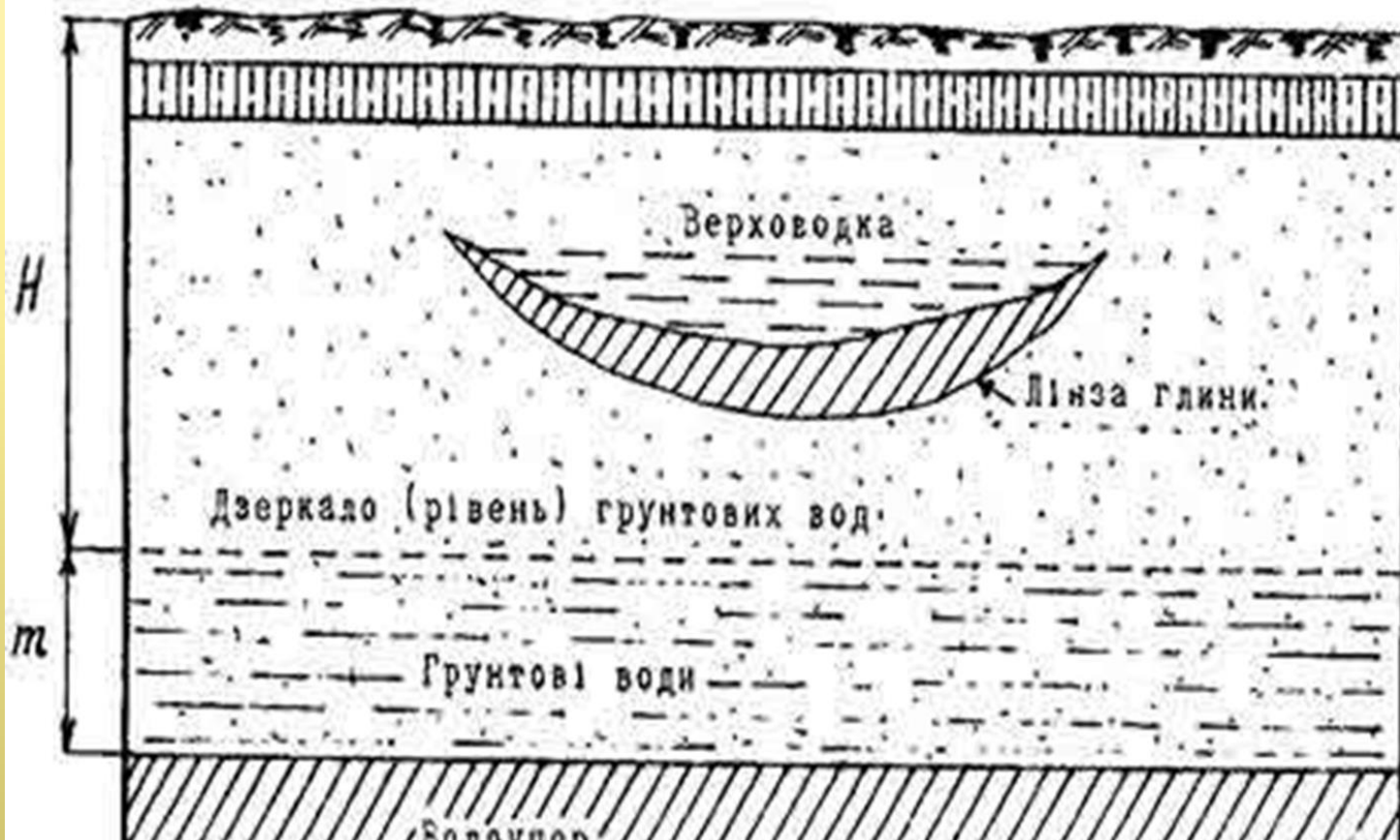


Верхня поверхня водоносного горизонту називається **дзеркалом** або **рівнем ґрунтових вод** і позначається як **WL** (англ. "water level" - рівень води).

Відстань від рівня ґрунтових вод до земної поверхні називається  
**глибиною залягання – Н**

а найкоротша відстань від дзеркала до водоупору є потужність  
**водоносного горизонту - m**

*Глибина залягання та потужність ґрунтових вод можуть істотно змінюватись у залежності від кількості опадів та наявності поверхневих водоймищ. Так, в одних місцях глибина залягання досягає 100 м і більше, в інших ґрунтові води виходять на поверхню Землі, утворюючи болота.*

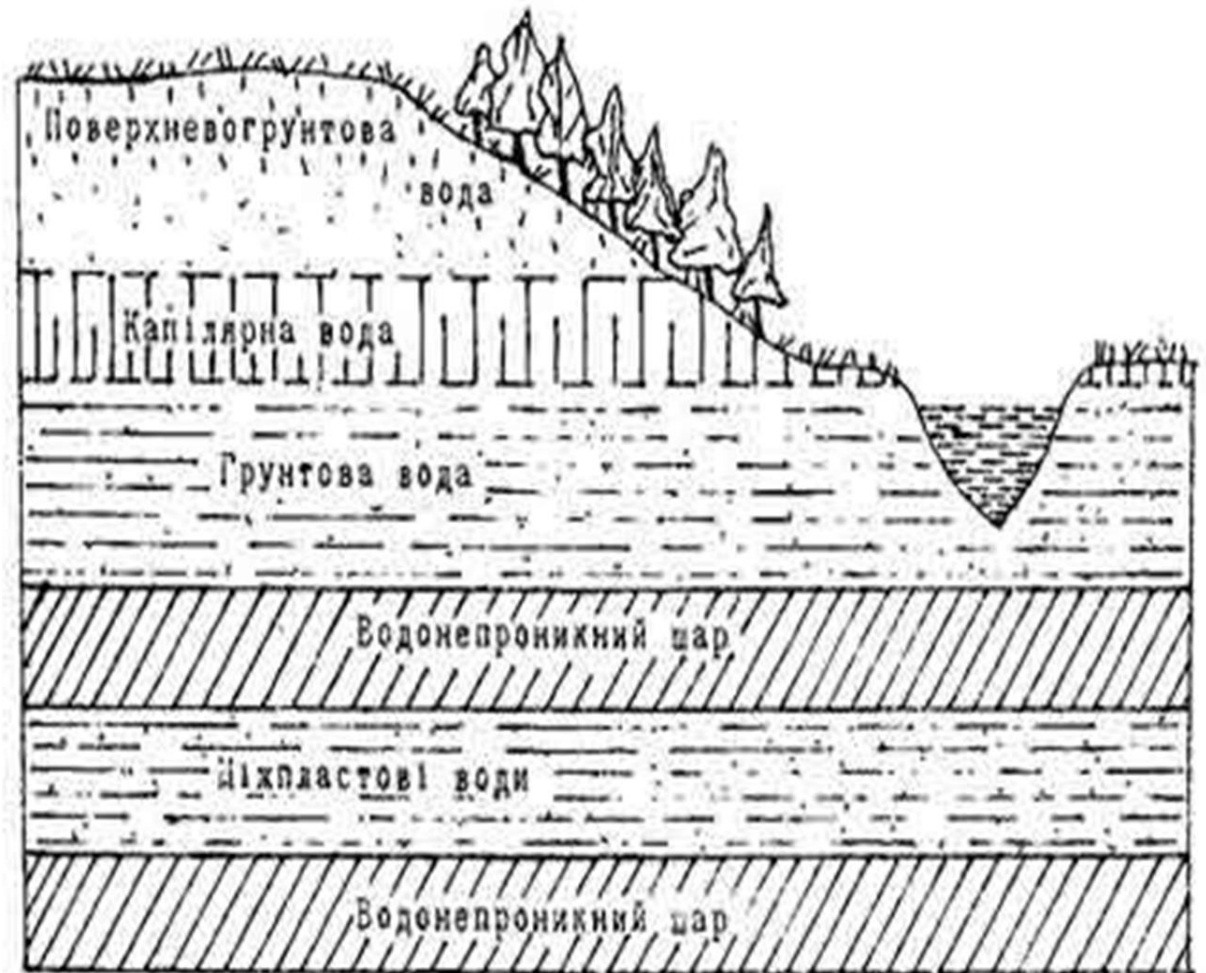


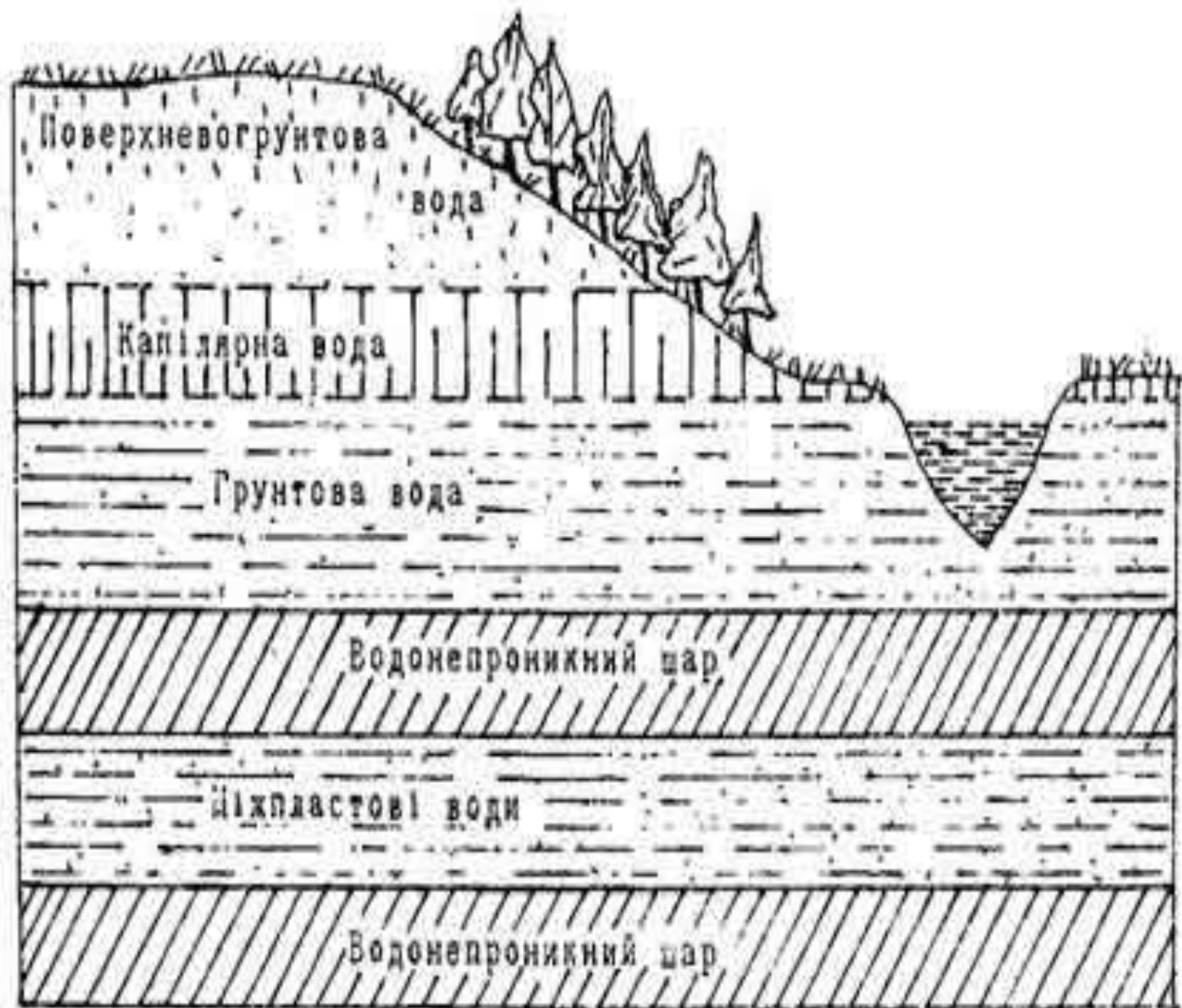


○ Міжпластові води залягають між двома водоупорами у другому та подальших від земної поверхні водоносних шарах

○ Область їх живлення лежить тільки в місцях виходу водоносного пласта на земну поверхню. Міжпластові води дуже поширені в Україні, особливо у Дніпрово-Донецькому басейні. Служать основним джерелом поновлення річних вод та вод ярів під час засухи.

Поверхнево ґрунтові	верховодку	ґрунтові	міжпластові
Капілярна вода			





# ЗА УМОВАМИ ЗАЛЯГАННЯ ПІДЗЕМНІ ВОДИ

## ПІДРОЗДІЛЯЮТЬСЯ НА:

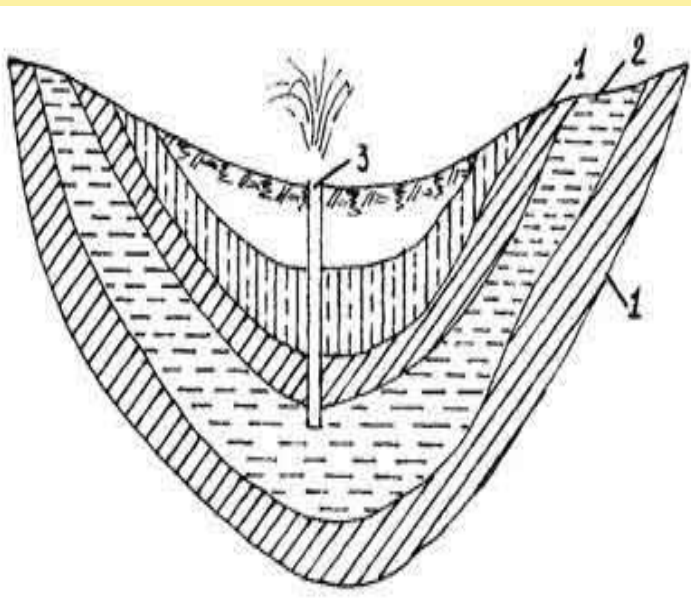
Поверхнево грунтові	верховодку	грунтові	міжпластові
<b>Капілярна вода</b>			
залягають безпосередньо біля земної поверхні і не мають свого водоупору	утворюється в зоні аерації за рахунок інфільтрації та конденсації.	це перший від поверхні Землі постійно діючий водоносний горизонт, який залягає на витриманому водоупорі.	залягають між двома водоупорами у другому та подальших від земної поверхні водоносних шарах



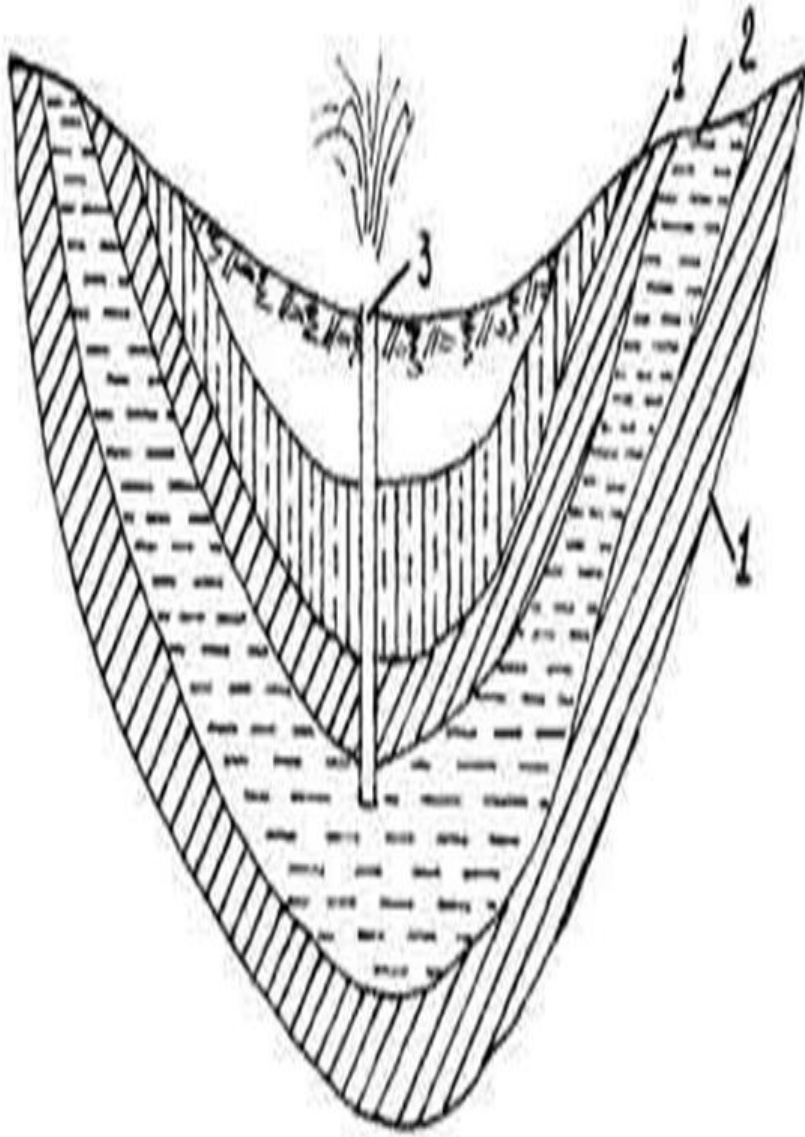


# ЗА ГІДРАВЛІЧНИМ РЕЖИМОМ РОЗРІЗНЯЮТЬ :

безнапірні	напірні підземні води
води течуть без будь-якого тиску, тільки під впливом сил гравітації. Усі ґрунтові води .	артезіанські води



Яскравим прикладом **напірних вод** є артезіанські води. Вони дістали свою назву від назви французької провінції **Артуа** ще у **1126 р.** були пробурені перші фонтануючі свердловини. Ці води формуються в особливих геологічних структурах, так званих **артезіанських басейнах**, які складаються з **перешарування водоупорів та водоносних гірських порід** при конусоподібному заляганні пластів.



**Для утворення тиску потрібна різниця у рівнях міжпластових вод у різних точках.**

**Артезіанські води:**

1 – водоупор;

2 – артезіанські води;

3 – свердловина/



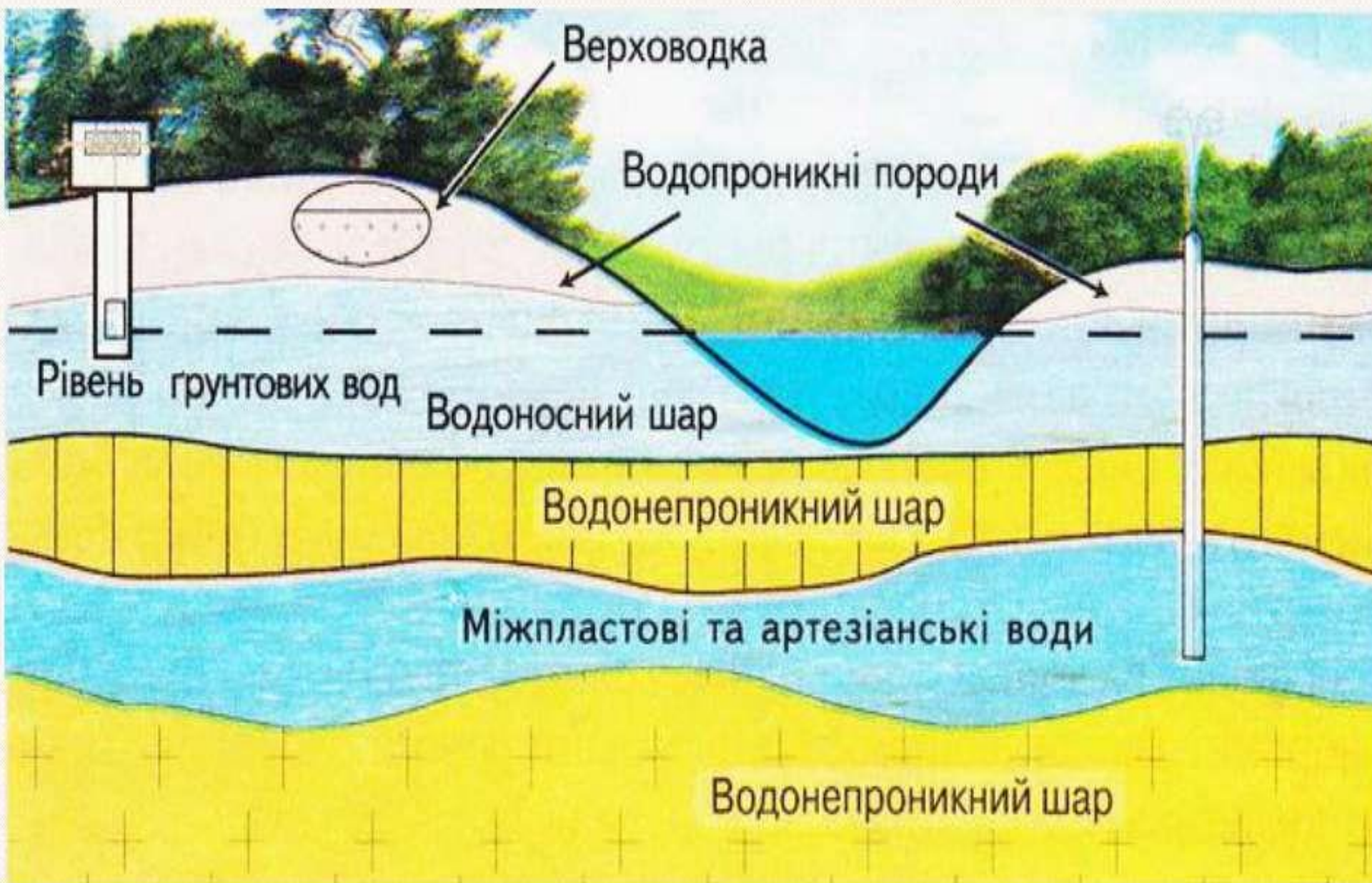
# Підземні води

За характером залягання підземні води поділяються на:

- грунтові води, що розташовуються у поверхневій зоні ґрунту (верховодка);
- підгрунтові - профільтровані через ґрунт і скупчені над першим водонепроникним шаром підґрунтя (перший водоносний горизонт)
- міжпластові води - скупчені між двома водонепроникними пластами.







### 3. ВИДИ ВОДОЗАБОРІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА ЇХ КОНСТРУКЦІЇ.

- Водозабори підземних вод складаються як з окремих споруд (**каптажних**) для отримання підземних вод, так і з їх системи (**водозаборів**). Існують наступні типи каптажних споруд та водозаборів.





○ В залежності від умов виходу на поверхню землі з водоносного горизонту каптажі можуть мати **різну конструкцію**:

1. у вигляді дренажних труб зі збірним колодязем і камерою





**Горизонтальні водозабори у вигляді дренажних труб і галерей, які застосовуються для захоплення ґрунтових вод, укладають у вириті канави і розташовують на глибині зазвичай не більше 5-8 м. З горизонтальних водозаборів вода надходить у збірний колодязь (камеру).**

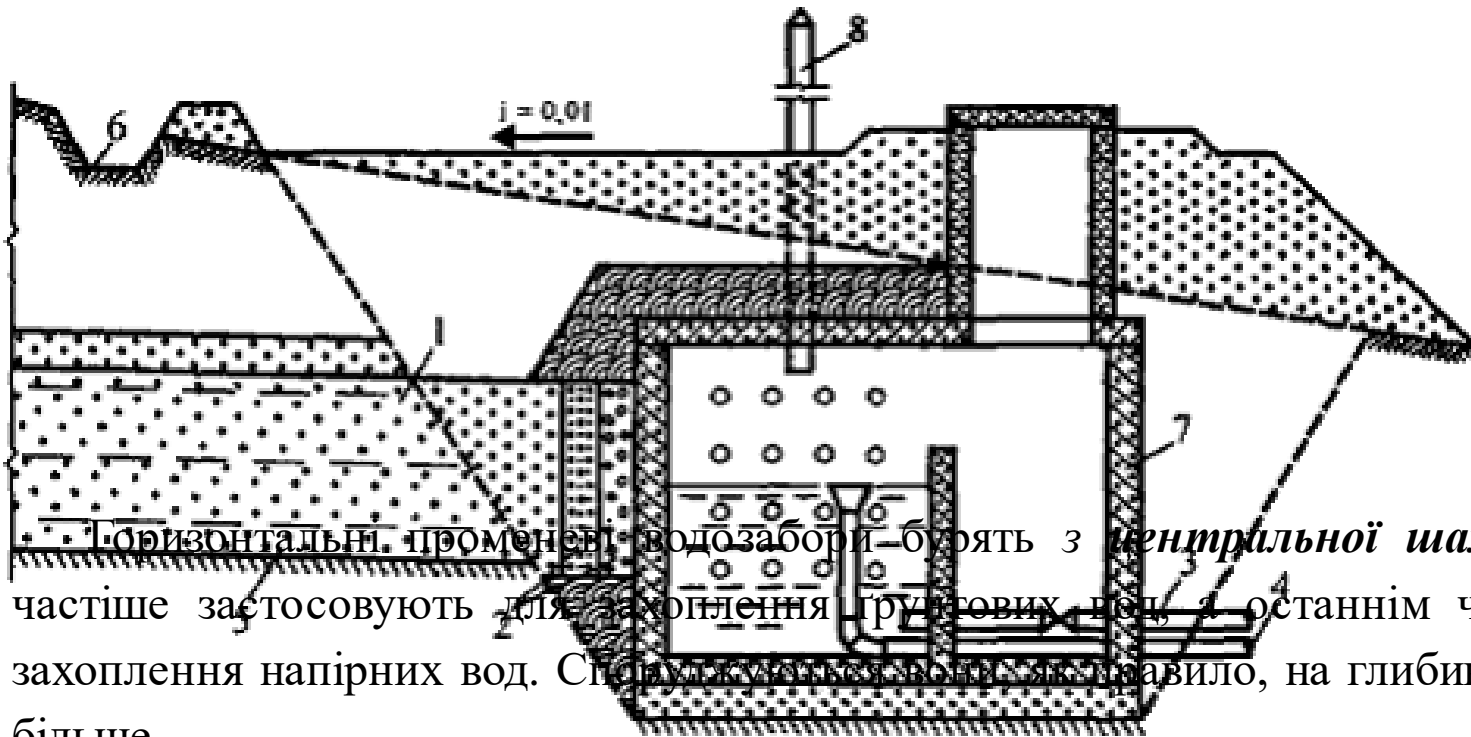




[uchebniksantehnika.ru](http://uchebniksantehnika.ru)



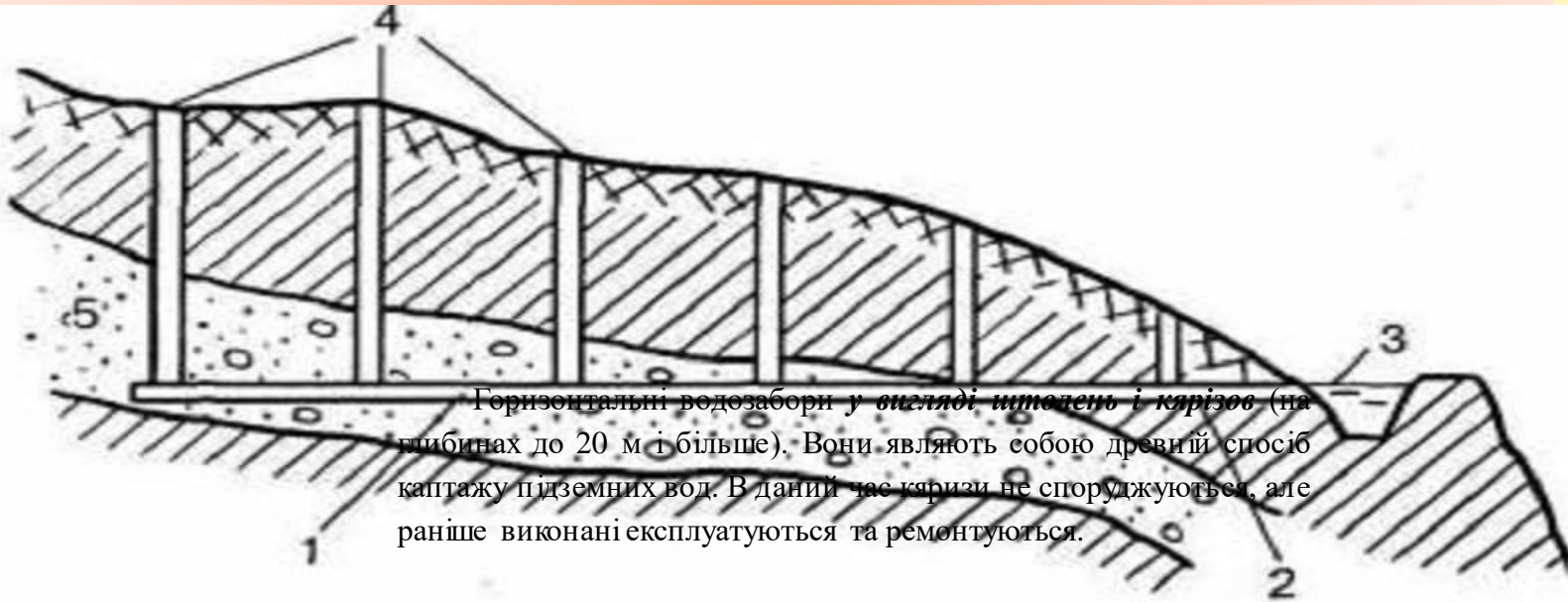
## 2. каптажної камери у вигляді шахти з відвідною трубою.



Такі споруди в наш час зустрічаються порівняно рідко.



### 3. у вигляді штолень і кярізів



Горизонтальні водозабори у вигляді штолень і кярізов (на глибинах до 20 м і більше). Вони являють собою древній спосіб каптажу підземних вод. В даний час кяризи не споруджуються, але раніше виконані експлуатуються та ремонтуються.

**Рис. 9. Кяриз:**

1 — водосборная штольня; 2 — водоотводящая галерея; 3 — водоприемный канал (водоем); 4 — смотровые колодцы; 5 — водоносный пласт

Горизонтальні водозабори у вигляді штолень і кярізов (на глибинах до 20 м і більше). Вони являють собою древній спосіб каптажу підземних вод. В даний час кяризи не споруджуються, але раніше виконані експлуатуються та ремонтуються.

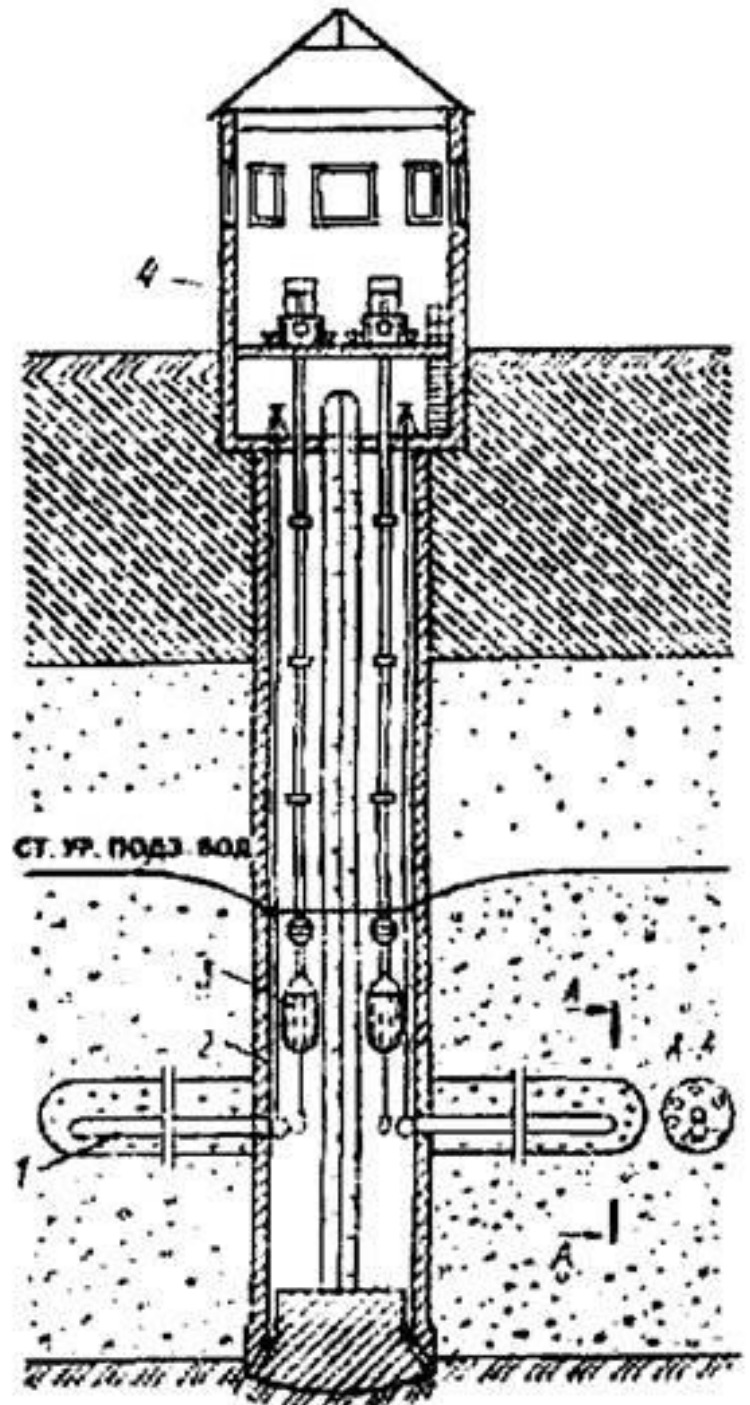
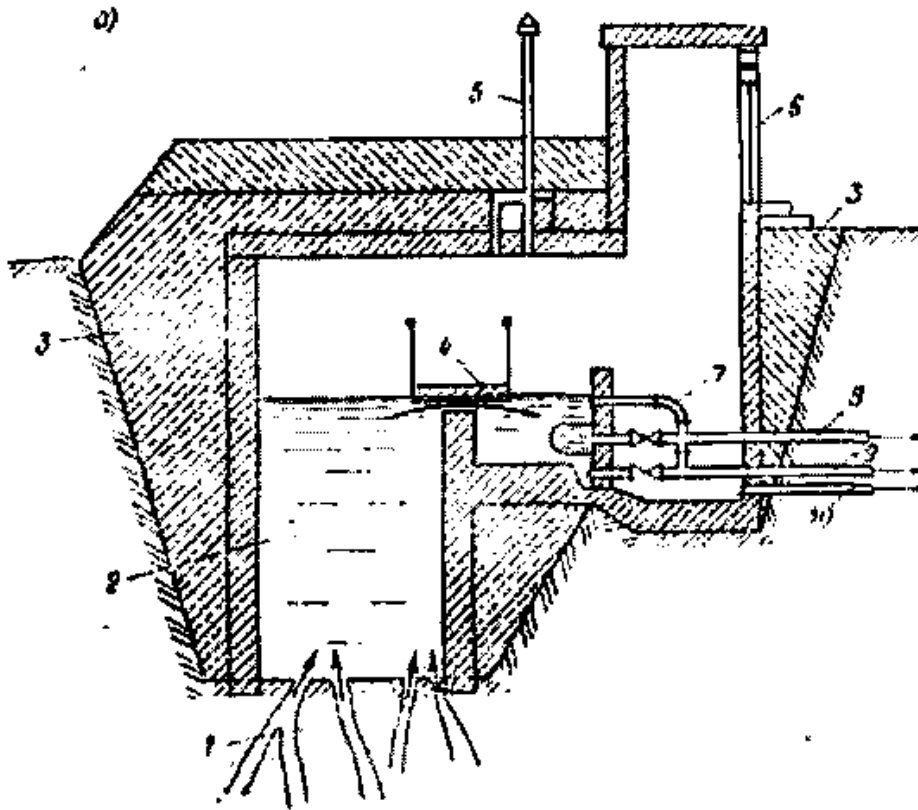




Кяриз - древнее сооружение на территории Ирана



# у вигляді штолень





## шахтні колодязі



Шахтні колодязі використовують частіше при невеликих обсягах споживання і глибині залягання підземних вод до 20-30 м.