

Состав и строение подземной гидросферы



Гидросфера Земли

- Под гидросферой понимаются все природные воды Земли.
- Одним из главных свойств гидросферы является ее постоянное проникновение в другие земные оболочки.
- Поэтому можно выделить:
- **надземную** гидросферу, пронизывающую всю атмосферу,
- **наземную**, объединяющую совокупность поверхностных вод Земли, и
- **подземную**, располагающуюся ниже поверхности Земли, дна водоемов и водотоков.

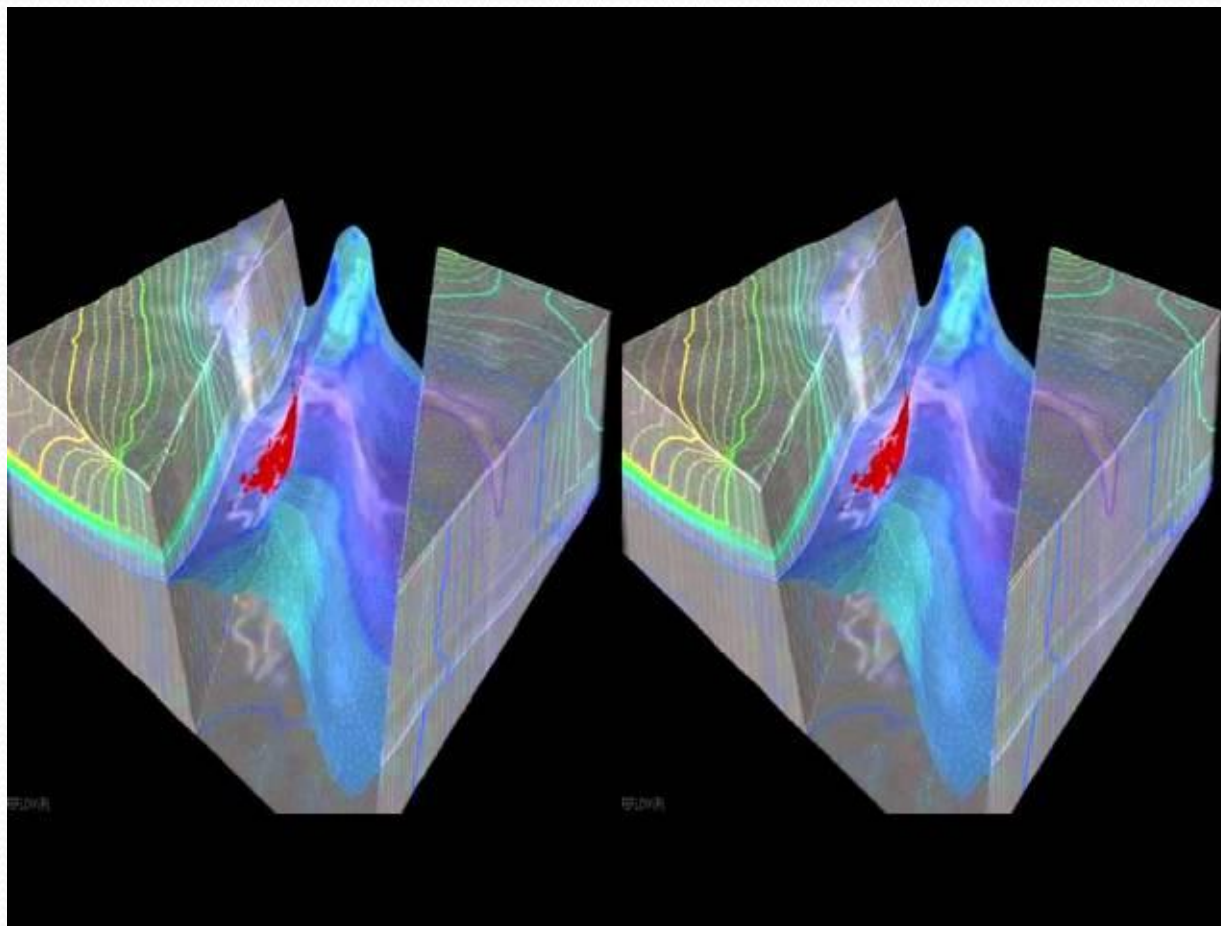
Гидросфера Земли

Надземная гидросфера
(атмосферные воды)

Наземная гидросфера
(поверхностные воды рек, озер, болот, водохранилищ, морей и океанов))

Подземная гидросфера
(воды в порах, трещинах и пустотах, физически и химически связанная вода)

Моделирование процессов движения подземных вод



ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВКЛЮЧАЕТ
ПРАКТИЧЕСКИ ВСЮ ПЕРИОДИЧЕСКУЮ
СИСТЕМУ МЕНДЕЛЕЕВА.



Современная периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева



1869—1907

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1s | 2s | 2p | 3s | 3p | 3d | 4s | 4p | 4d | 4f | 5s | 5p | 5d | 5f | 6s | 6p | 6d | 6f | 7s | 7p | 7d | 7f | 8s | 8p | 8d | 8f | 9s | 9p | 9d | 9f | 10s | 10p | 10d | 10f | 11s | 11p | 11d | 11f | 12s | 12p | 12d | 12f | 13s | 13p | 13d | 13f | 14s | 14p | 14d | 14f | 15s | 15p | 15d | 15f | 16s | 16p | 16d | 16f | 17s | 17p | 17d | 17f | 18s | 18p | 18d | 18f | 19s | 19p | 19d | 19f | 20s | 20p | 20d | 20f | 21s | 21p | 21d | 21f | 22s | 22p | 22d | 22f | 23s | 23p | 23d | 23f | 24s | 24p | 24d | 24f | 25s | 25p | 25d | 25f | 26s | 26p | 26d | 26f | 27s | 27p | 27d | 27f | 28s | 28p | 28d | 28f | 29s | 29p | 29d | 29f | 30s | 30p | 30d | 30f | 31s | 31p | 31d | 31f | 32s | 32p | 32d | 32f | 33s | 33p | 33d | 33f | 34s | 34p | 34d | 34f | 35s | 35p | 35d | 35f | 36s | 36p | 36d | 36f | 37s | 37p | 37d | 37f | 38s | 38p | 38d | 38f | 39s | 39p | 39d | 39f | 40s | 40p | 40d | 40f | 41s | 41p | 41d | 41f | 42s | 42p | 42d | 42f | 43s | 43p | 43d | 43f | 44s | 44p | 44d | 44f | 45s | 45p | 45d | 45f | 46s | 46p | 46d | 46f | 47s | 47p | 47d | 47f | 48s | 48p | 48d | 48f | 49s | 49p | 49d | 49f | 50s | 50p | 50d | 50f | 51s | 51p | 51d | 51f | 52s | 52p | 52d | 52f | 53s | 53p | 53d | 53f | 54s | 54p | 54d | 54f | 55s | 55p | 55d | 55f | 56s | 56p | 56d | 56f | 57s | 57p | 57d | 57f | 58s | 58p | 58d | 58f | 59s | 59p | 59d | 59f | 60s | 60p | 60d | 60f | 61s | 61p | 61d | 61f | 62s | 62p | 62d | 62f | 63s | 63p | 63d | 63f | 64s | 64p | 64d | 64f | 65s | 65p | 65d | 65f | 66s | 66p | 66d | 66f | 67s | 67p | 67d | 67f | 68s | 68p | 68d | 68f | 69s | 69p | 69d | 69f | 70s | 70p | 70d | 70f | 71s | 71p | 71d | 71f | 72s | 72p | 72d | 72f | 73s | 73p | 73d | 73f | 74s | 74p | 74d | 74f | 75s | 75p | 75d | 75f | 76s | 76p | 76d | 76f | 77s | 77p | 77d | 77f | 78s | 78p | 78d | 78f | 79s | 79p | 79d | 79f | 80s | 80p | 80d | 80f | 81s | 81p | 81d | 81f | 82s | 82p | 82d | 82f | 83s | 83p | 83d | 83f | 84s | 84p | 84d | 84f | 85s | 85p | 85d | 85f | 86s | 86p | 86d | 86f | 87s | 87p | 87d | 87f | 88s | 88p | 88d | 88f | 89s | 89p | 89d | 89f | 90s | 90p | 90d | 90f | 91s | 91p | 91d | 91f | 92s | 92p | 92d | 92f | 93s | 93p | 93d | 93f | 94s | 94p | 94d | 94f | 95s | 95p | 95d | 95f | 96s | 96p | 96d | 96f | 97s | 97p | 97d | 97f | 98s | 98p | 98d | 98f | 99s | 99p | 99d | 99f | 100s | 100p | 100d | 100f | 101s | 101p | 101d | 101f | 102s | 102p | 102d | 102f | 103s | 103p | 103d | 103f | 104s | 104p | 104d | 104f | 105s | 105p | 105d | 105f | 106s | 106p | 106d | 106f | 107s | 107p | 107d | 107f | 108s | 108p | 108d | 108f | 109s | 109p | 109d | 109f | 110s | 110p | 110d | 110f | 111s | 111p | 111d | 111f | 112s | 112p | 112d | 112f | 113s | 113p | 113d | 113f | 114s | 114p | 114d | 114f | 115s | 115p | 115d | 115f | 116s | 116p | 116d | 116f | 117s | 117p | 117d | 117f | 118s | 118p | 118d | 118f | 119s | 119p | 119d | 119f | 120s | 120p | 120d | 120f |

Ca
Pb
Al
Cl
Hg
Cu
Se
Zn
Mo

Основная цель:

- Изучение зон подземной гидросферы и геологической деятельности подземных вод
- Выявление условий формирования и залегания подземных вод в каждой зоне

Задачи:

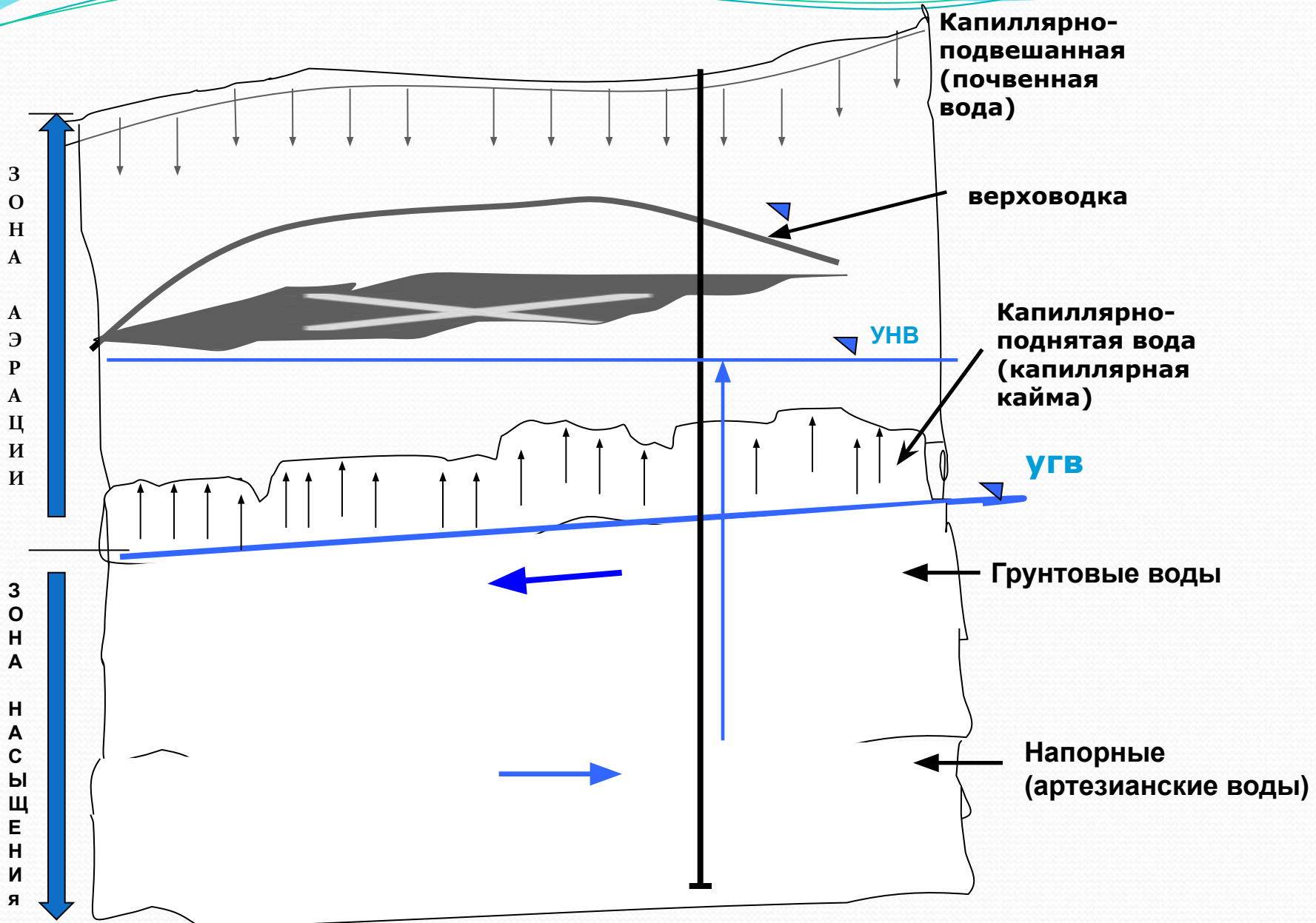
- изучение и описание зоны аэрации, геокриолитозоны, зоны полного насыщения, зоны подземных вод в надкритическом состоянии;
- рассмотрение разрушительной и созидательной деятельности подземных вод;
- рассмотрение типов подземных вод;
- рассмотрение формирования химического состава вод гидрогеосферы.

В строении подземных вод выделяются основные зоны:

- Зона аэрации
- Криолитозона
- Зона полного насыщения
- Зона воды в надкритическом состоянии

Зона аэрации

- Зона аэрации- верхняя не полностью насыщенная водой (ненасыщенная) часть разреза горных пород.
- Мощность зоны аэрации изменяется от первых см на равнинах до 200-500 м и более в горных районах.
- Верхняя граница зоны аэрации- земная поверхность, нижняя- уровень подземных вод первого водоносного горизонта.
- Отсутствует под руслам рек и внутренних водоемов, а также в пределах акватории Мирового океана.



Криолитозона

- Криолитозона- это подземная гидросфера в области распространения многолетнемерзлых пород. Она охватывает зону аэрации (полностью или частично) и верхнюю часть зоны полного насыщения.
- Мощность её изменяется от первых метров до 1000-5000 м.
- Основная масса подземных вод в пределах криолитозоны находится в твердом состоянии (лед, газовые гидраты), а также в виде физически связанной воды, промерзание которой происходит при отрицательных температурах.
- Свободная гравитационная вода в криолитозоне имеется в областях распространения талых горных пород, а также в связи с повышенной минерализацией.

Подземные воды зоны ММП

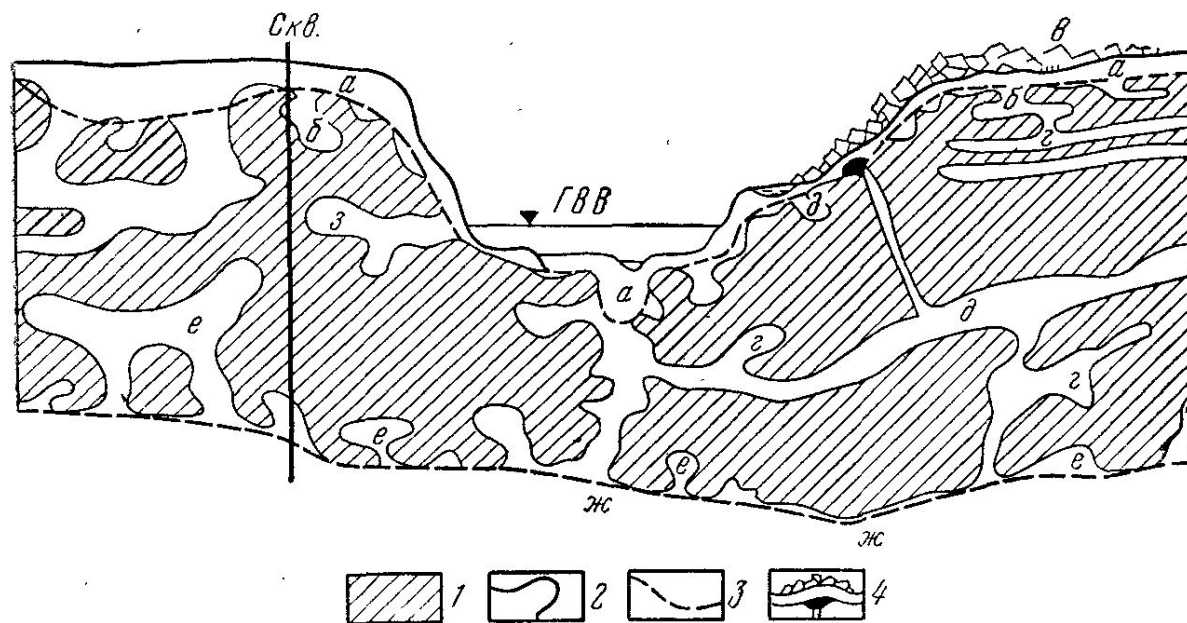


Рис. 109. Схема взаиморасположения мерзлых и талых пород и взаимосвязи над-, меж- и подмерзлотных вод (схематизировано по Н. А. Вельминой):
а — надмерзлотные воды; *б* — надмерзотно-межмерзлотные воды; *в* — воды криогенных образований; *г* — межмерзлотные воды; *д* — межмерзлотные (внутримерзлотные) мощные водоносные горизонты; *е* — подмерзотно-межмерзлотные воды; *ж* — подмерзлотные воды; *з* — «регулирующие подземные резервуары». 1 — мерзлые породы; 2 — талые породы; 3 — нижняя граница надмерзлотных и верхняя подмерзлотных вод; 4 — криогенные образования

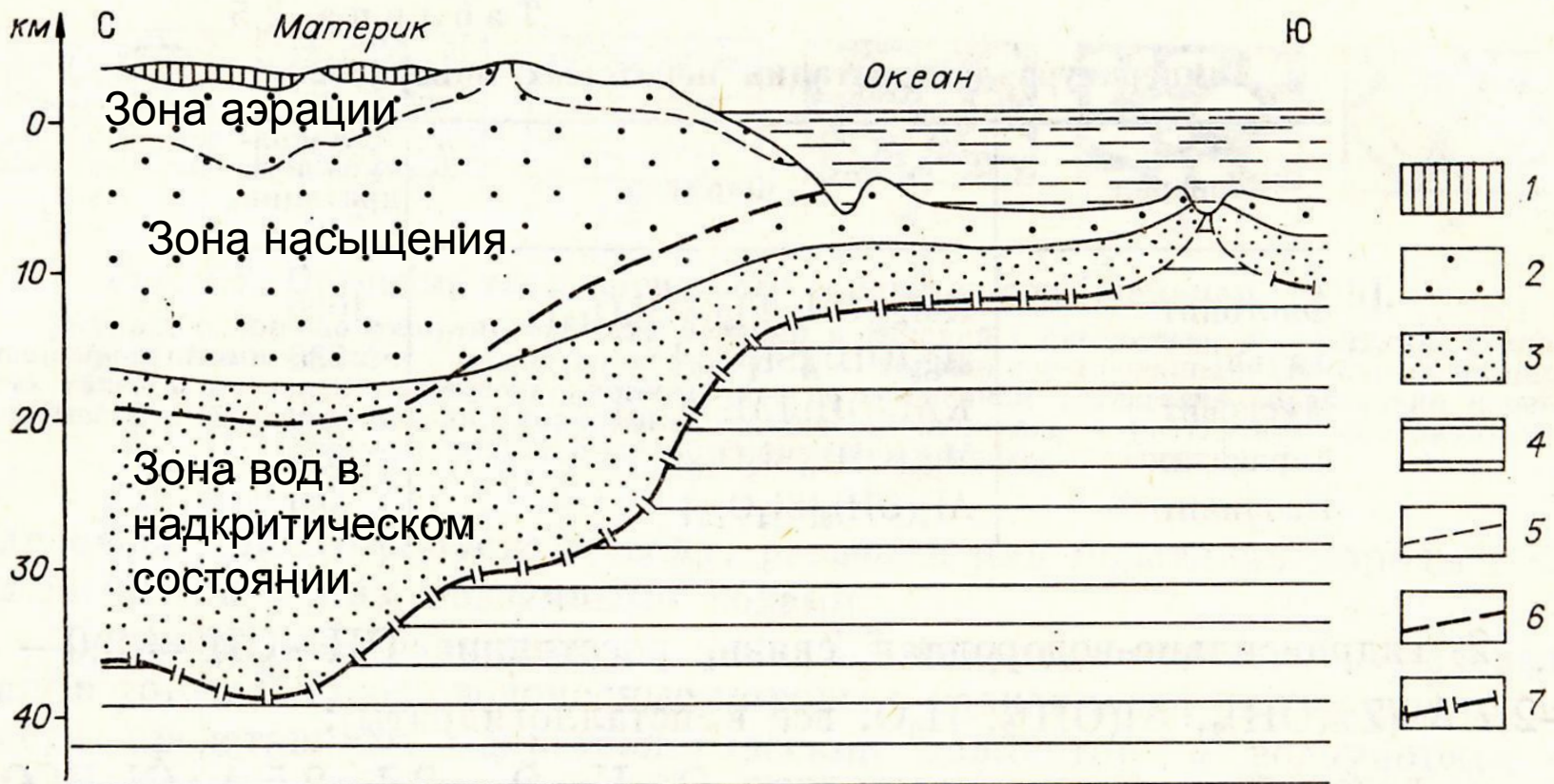
Зона полного насыщения

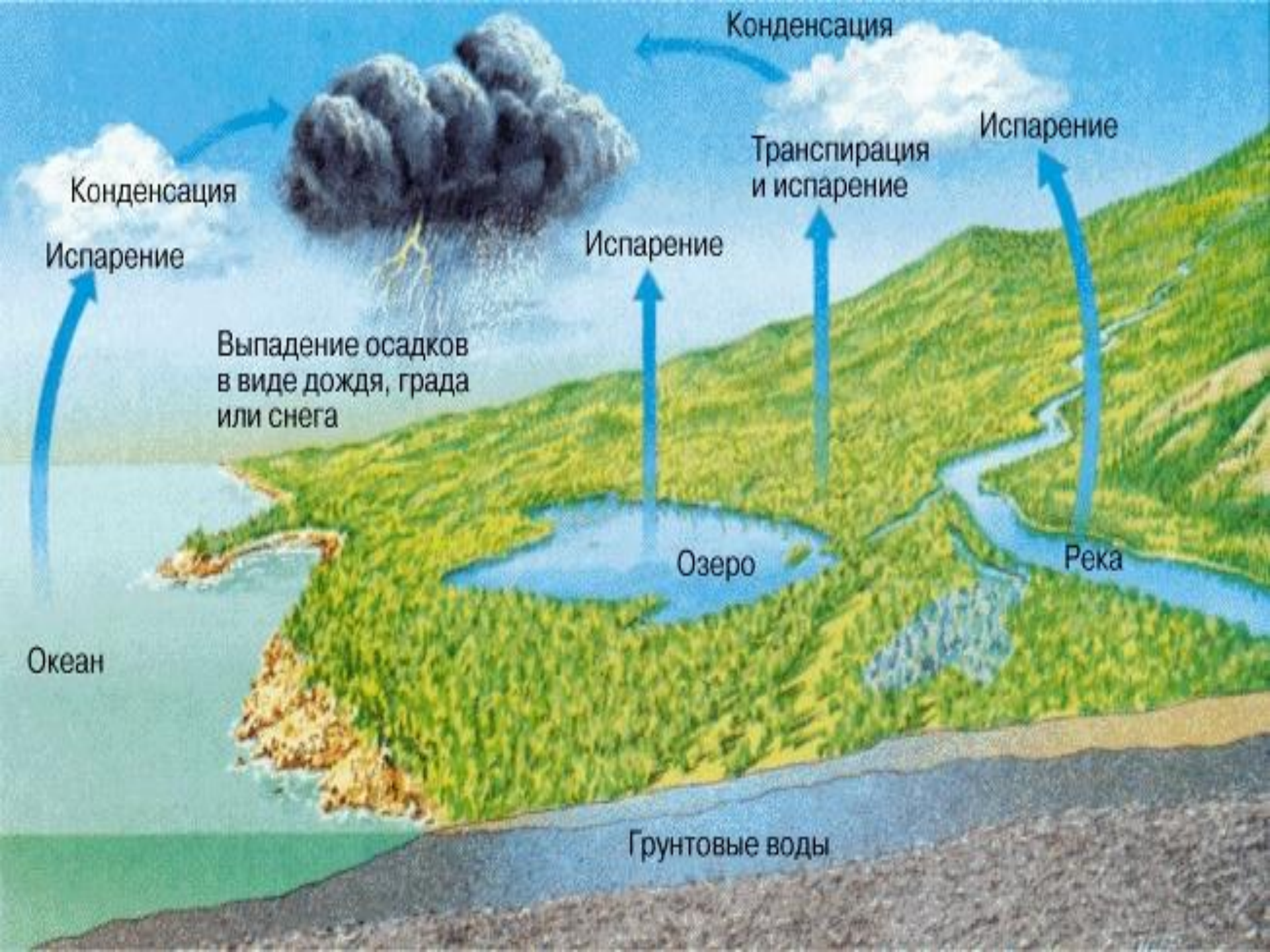
- Зона полного насыщения- это зона, в пределах которой свободное пространство в горных породах (поры, трещины, пустоты) полностью заполнено гравитационной водой и физически связанной водой.
- Охватывает часть разреза земной коры от уровня первого водоносного горизонта (нижняя граница зоны аэрации) до глубины 8-20 км, на которых температура и давление водных растворов достигают критических значений.

Зона подземных вод в надкритическом состоянии

- Располагается ниже зоны полного насыщения до границы с верхней мантией.
- Мощность зоны в пределах континентов достигает 20-30 км.
- Вода в пределах той зоны имеет температуру и давление выше критического. Для чистой воды критическая температура составляет 374°C , давление – $2,2 \cdot 10^4 \text{кПа}$.
- Вода в надкритическом состоянии представляет собой жидкий раствор, обладает пониженной вязкостью, уменьшением рН, повышенной электропроводностью, становится активным растворителем.

Гидрофизические зоны





Геологическая деятельность подземных вод



Карстовые воронки





Кунгурская пещера

Оползни



Засоление



аболачивание



Столбы известкового туфа





Карстовая пещера