

Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Принципы гидрогеологической стратификации и
районирования

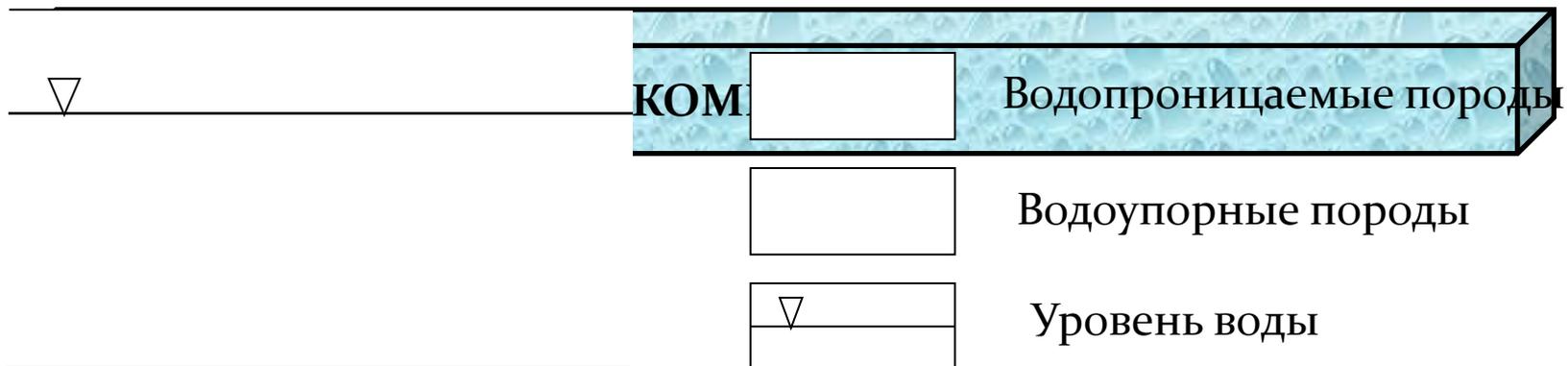
Гидрогеологическая стратификация

- - это расчленение разреза на гидрогеологические стратоны по характеру водоносности, форме и структуре геологического тела, степени водопроницаемости пород и другим признакам.

Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Базовые стратоны

Водоносным горизонтом – называется гидрогеологическое тело, сложенное одним или несколькими гидравлически связанными пластами, обладающими единой водной поверхностью.



Водоносный горизонт грунтовых вод

Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Базовые стратоны

Водоносной зоной – называется гидрогеологическое тело в трещиноватых метаморфических и магматических породах, представляющее собой гидравлически связанную систему и обладающее общей поверхностью подземных вод.

- 1 – интрузивные породы;
- 2 – осадочные породы;
- 3 – зона выветривания;
- 4 – уровень воды

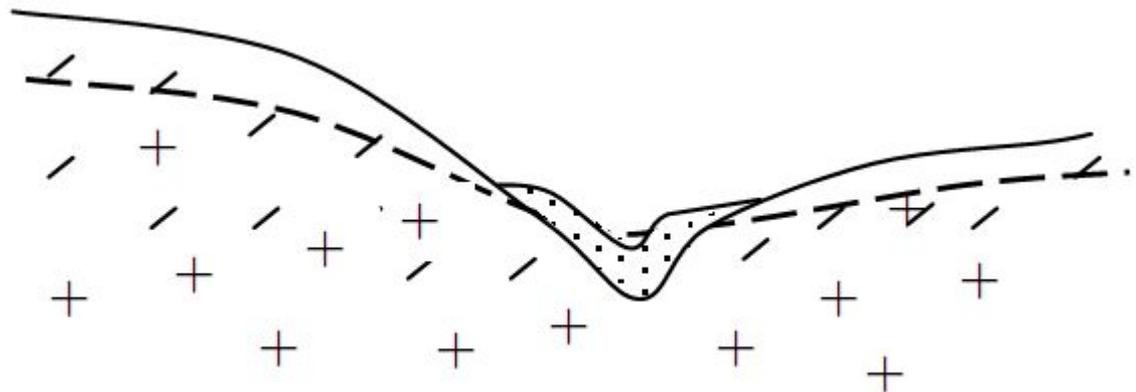
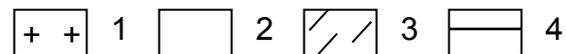


Схема водоносной зоны



и
из
яд
е
кий)

Свита

Ярус

для осадочных

Серия

Этаж

Комплекс

Линза

Горизонт

Пласт

Слой

Свита

Ярус

Серия

Этаж

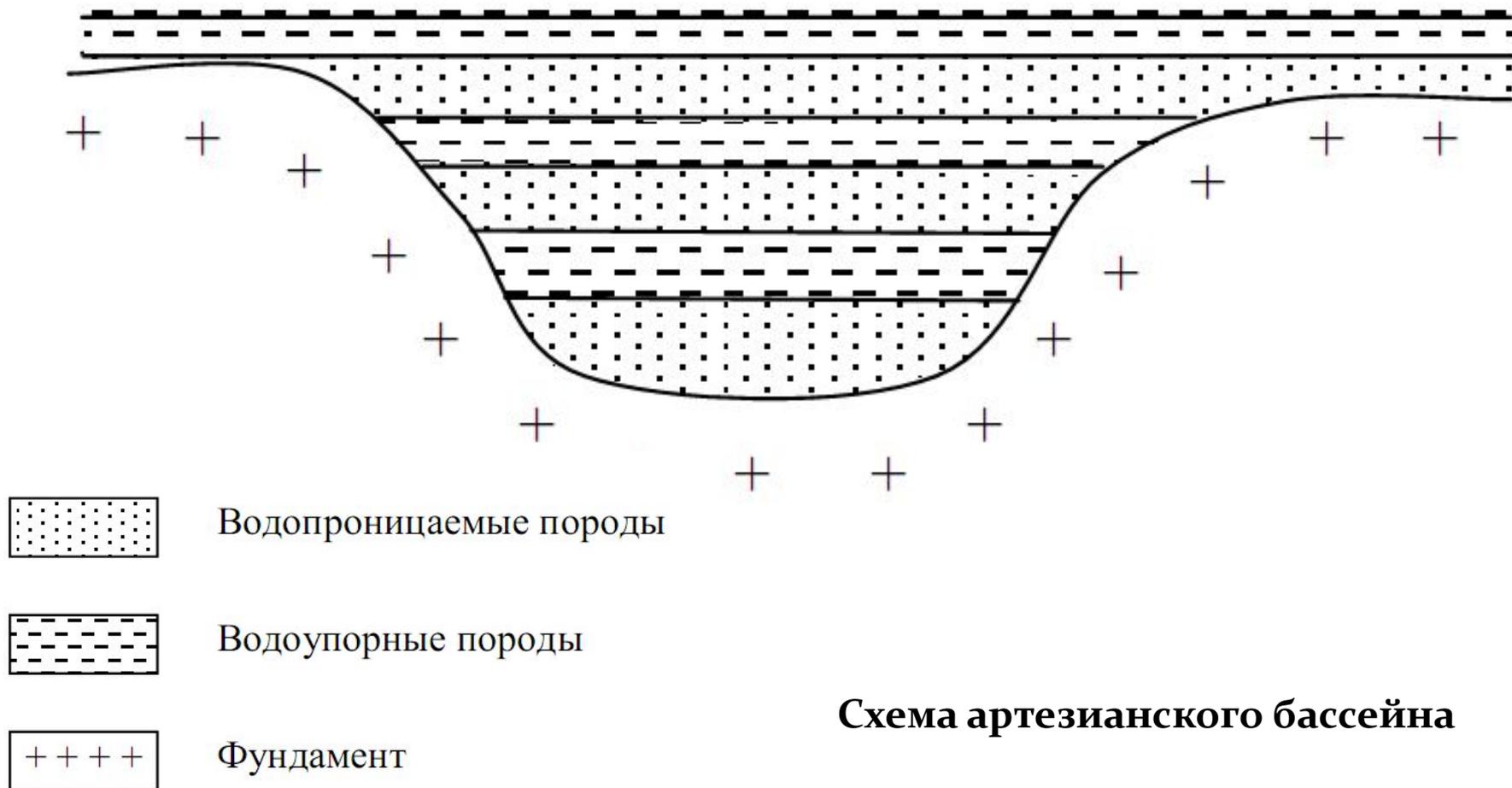
Комплекс

Зона

для метаморфических и

Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Принципы гидрогеологического районирования



Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Принципы гидрогеологического районирования

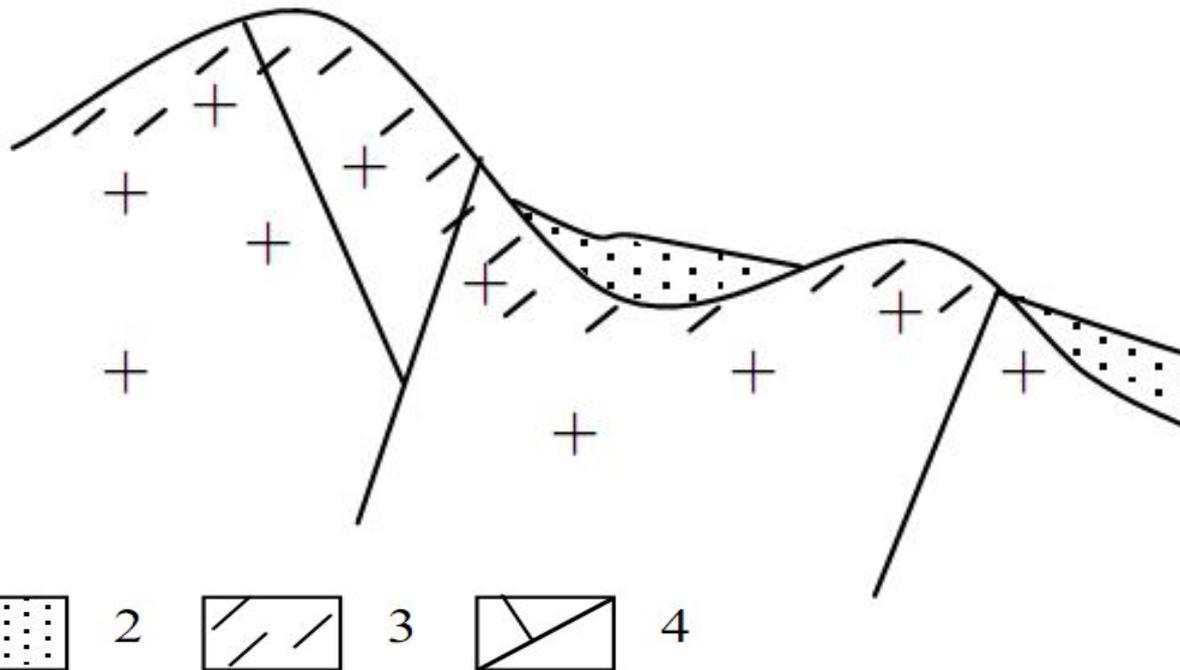


Схема гидрогеологического массива:

1 - интрузивные породы; 2- осадочные породы; 3- зона выветривания;
4 - разрывные нарушения

Залегание и распространение ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Принципы гидрогеологического районирования

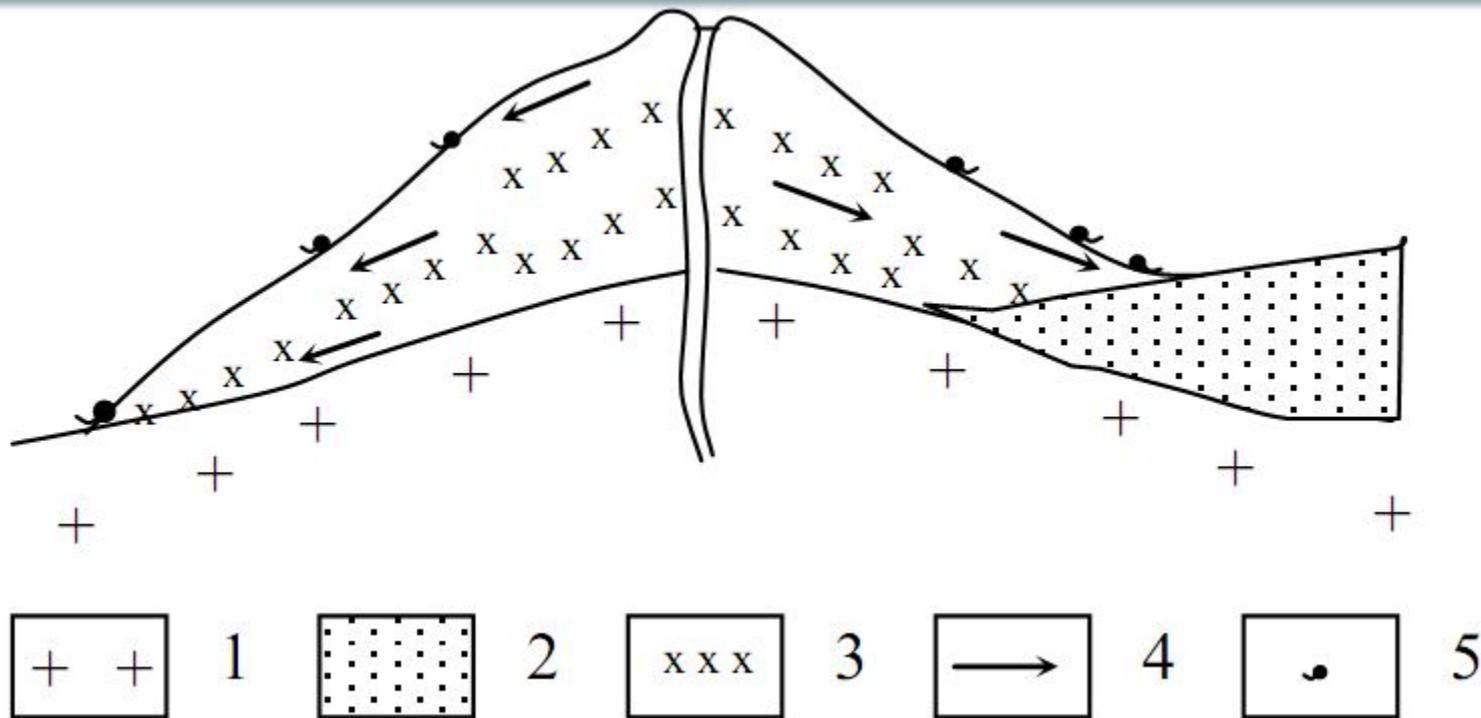


Схема вулканогенного бассейна:

- 1 - интрузивные породы; 2- осадочные породы; 3- обводненные воды;
4 – направления движения подземных вод; 5 - источники

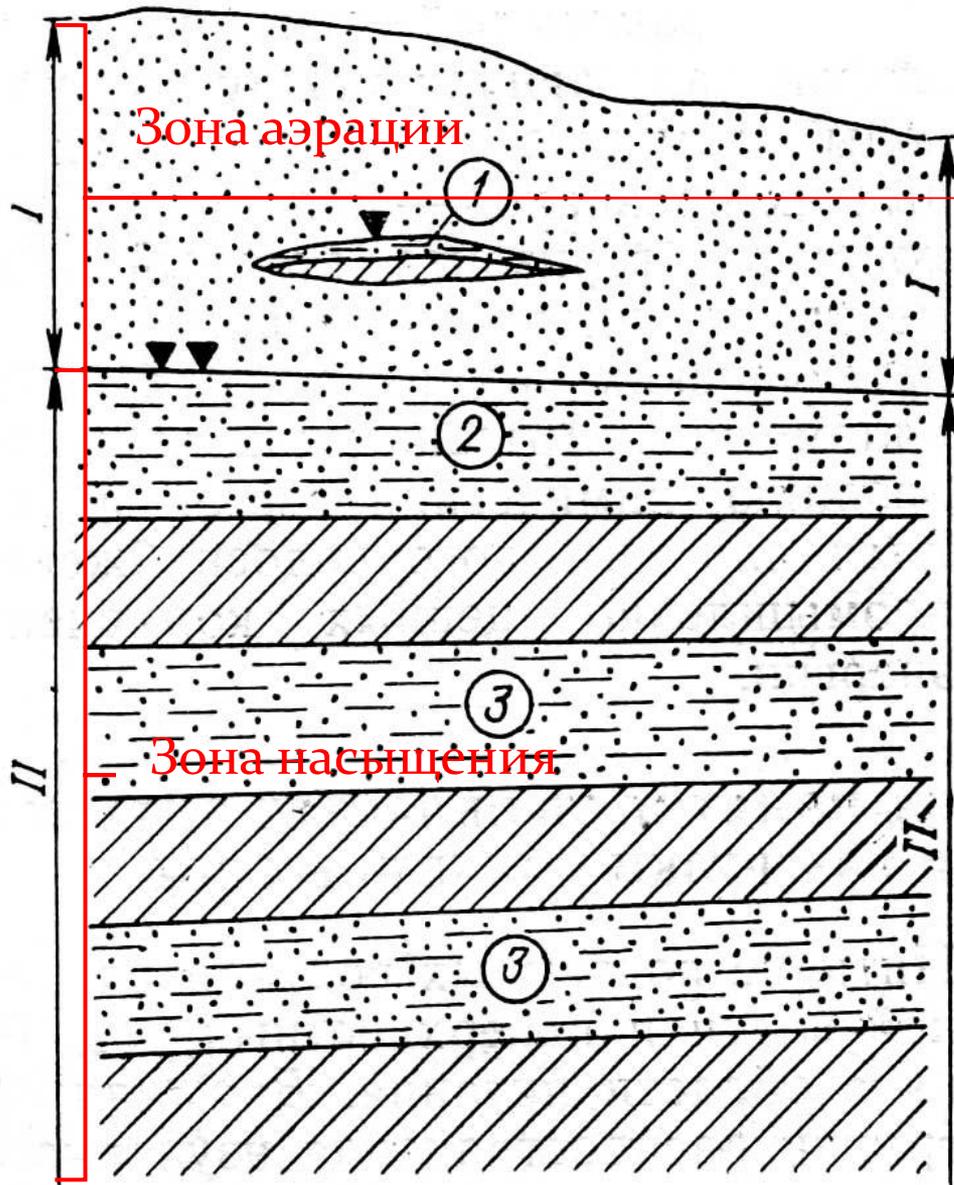


Схема залегания некоторых типов подземных вод

1-3 – породы;

1 – водопроницаемые, но не водоносные;

2 – водоносные;

3 – водоупорные;

4 – уровень верховодки;

5 – уровень грунтовых вод.

I – зона аэрации,

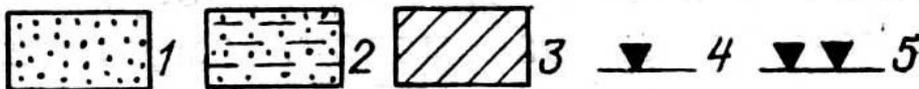
II – зона насыщения.

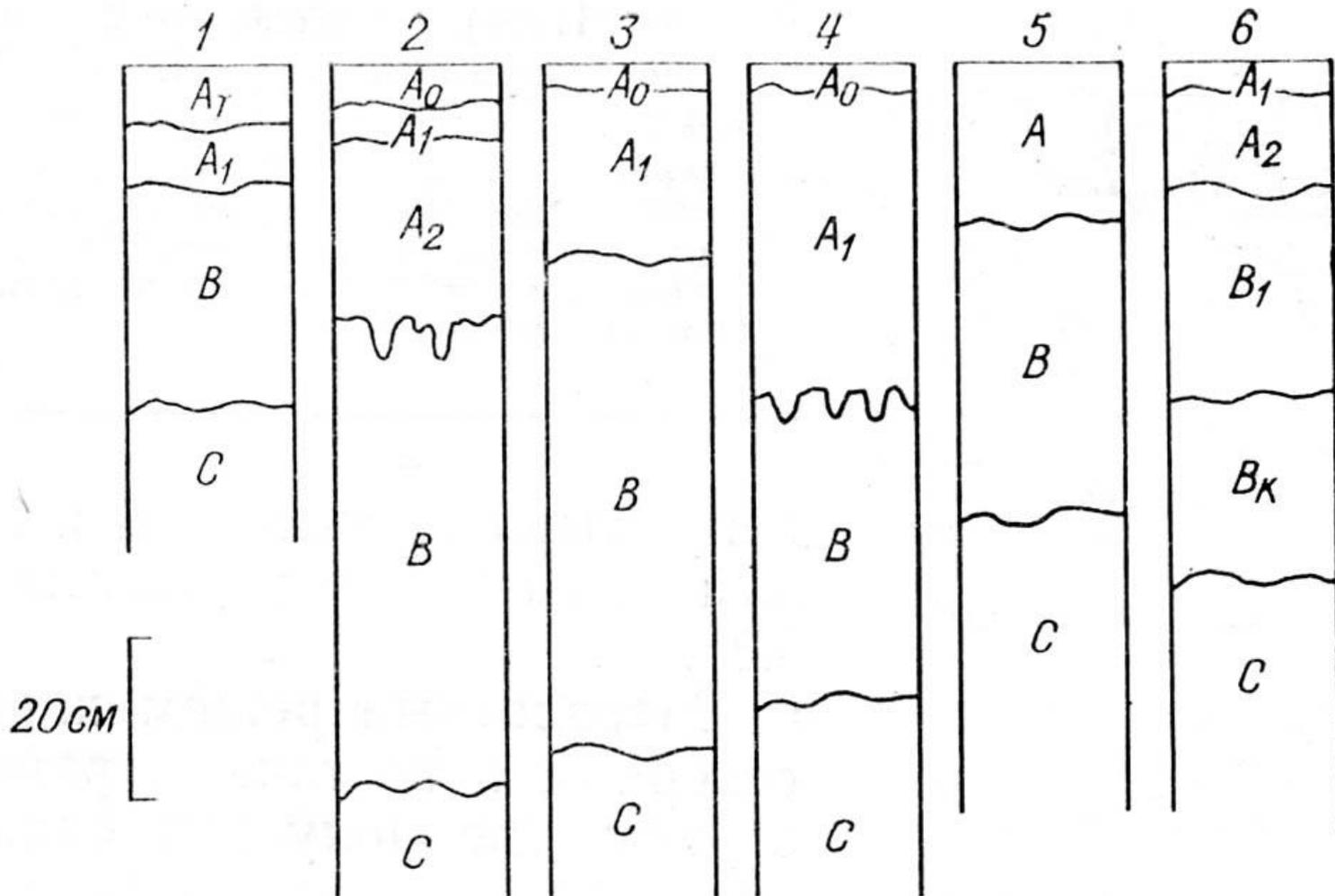
1-3 – (цифры в кружках):

1 – верховодка,

2 – грунтовые воды,

3 – артезианские (напорные) воды.





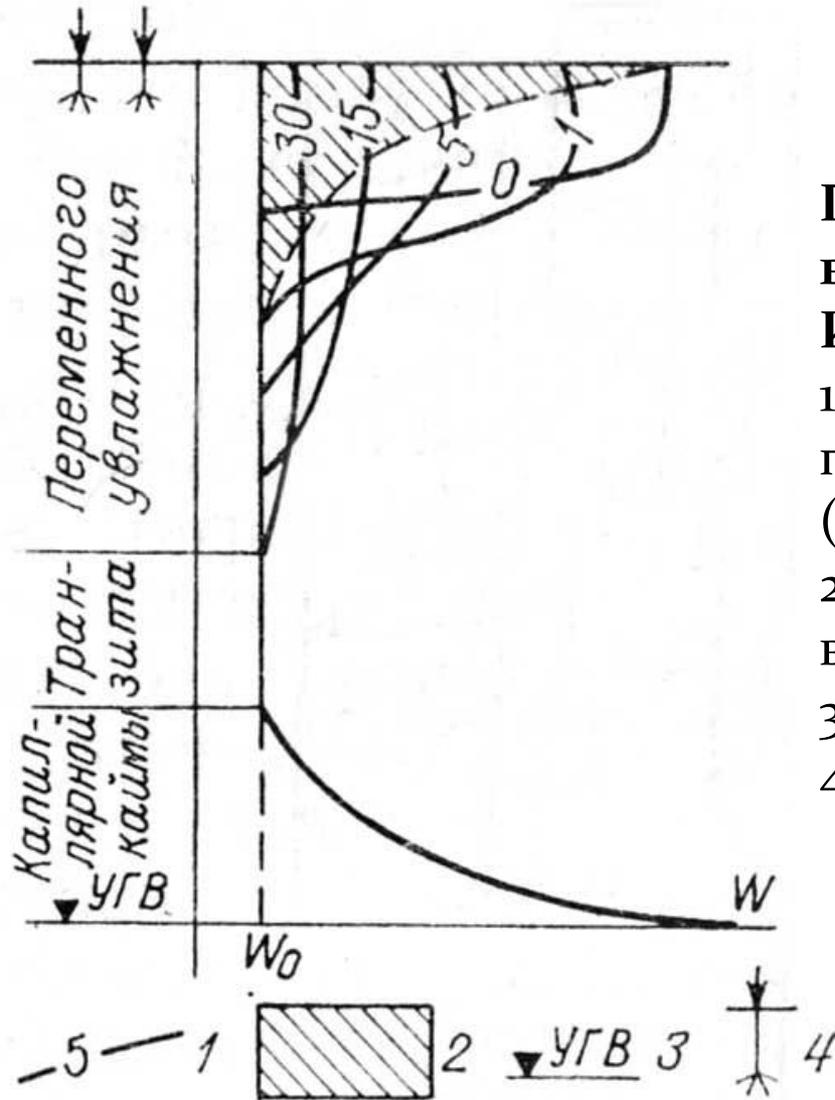
Строение профиля основных типов почв европейской части России.

1–6 – почвы:

1 – тундровые, 2 – таежно-подзолистые, 3 – бурые лесные, 4 – чернозем, 5 – каштацовые, 6 – солонцы.

1 – аккумулятивно-элювиальный горизонт: A_0 – лесная подстилка, A_T – торф, A_1 – гумусовый подгоризонт, A_2 – подзолистый подгоризонт; B – иллювиальный горизонт; B_1 – переходный подгоризонт, B_K – солонцовый подгоризонт со скоплениями новообразований (карбонатов, гипсов); C – материнские породы.

Подзоны



Перераспределение атмосферной влаги в зоне аэрации, по И. С. Пашковскому [1984 г.].

- 1 – эпюры влажности W на различные периоды времени после дождя, сутки (W_0 – начальная влажность);
- 2 – области восходящих потоков влаги в результате испарения;
- 3 – уровень грунтовых вод;
- 4 – водно-атмосферное питание.

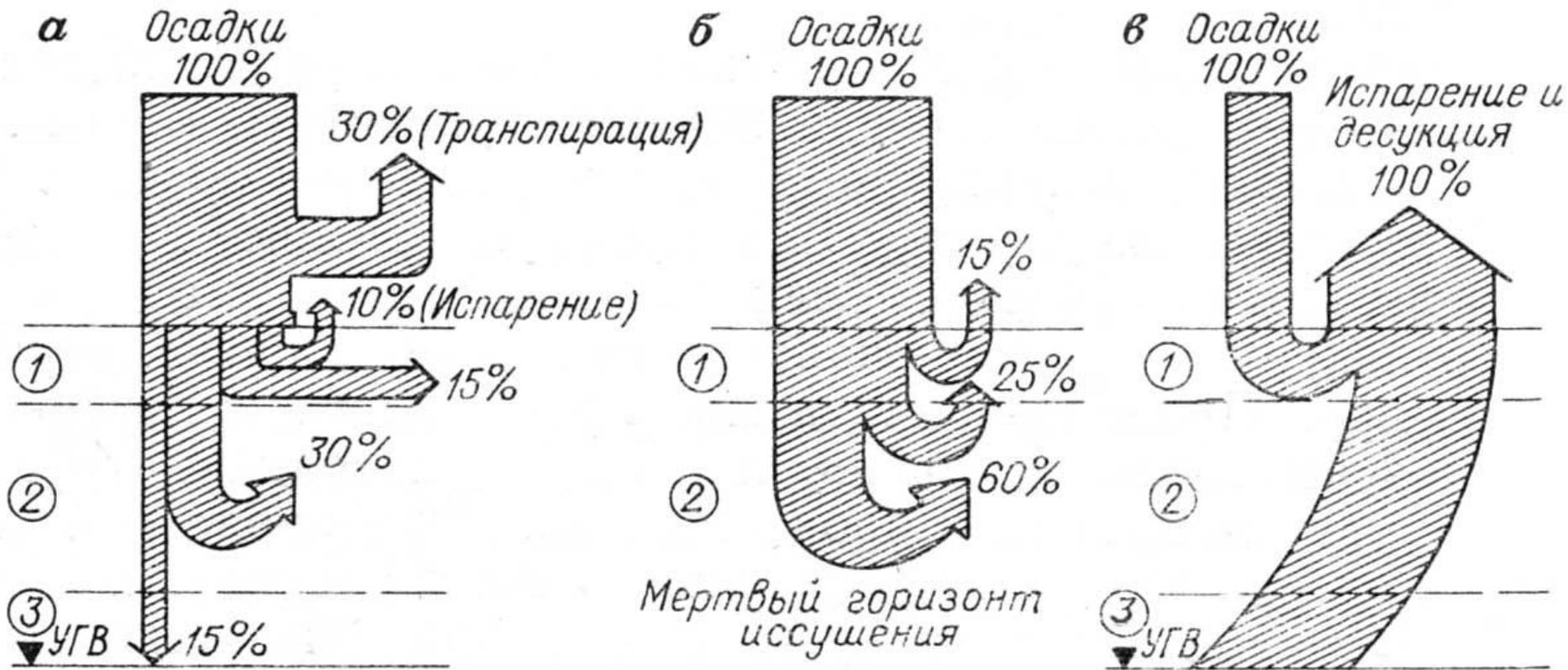


Схема распределения элементов баланса водного режима, по А. А. Роде.
 а–в – типы почвенных вод по условиям формирования:
 а – промывной, б – непромывной, в – выпотной.
 1–3 – пояса: 1 – почвенной влаги, 2 – промежуточный, 3 – капиллярной оболочки.

Подземные воды КОНТИНЕНТОВ

Подземные воды зоны аэрации

Пояс почвенной влаги

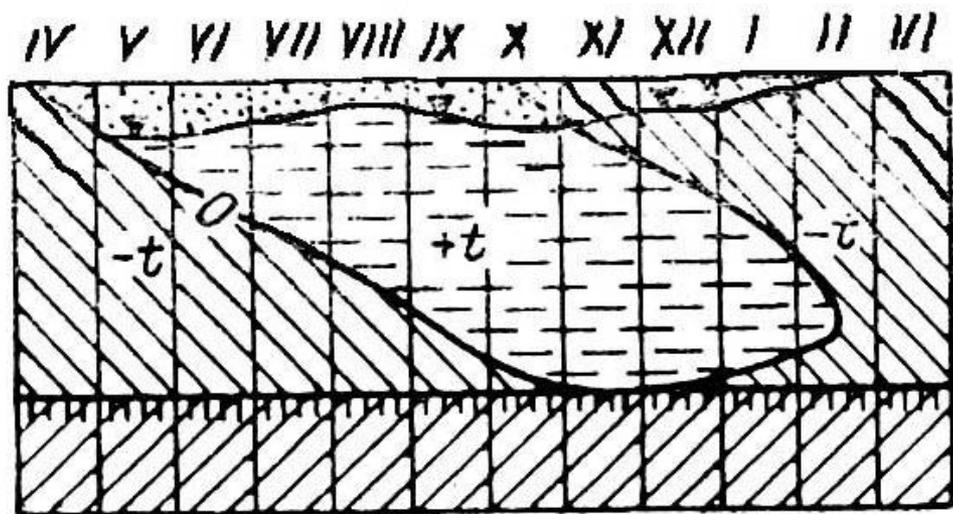
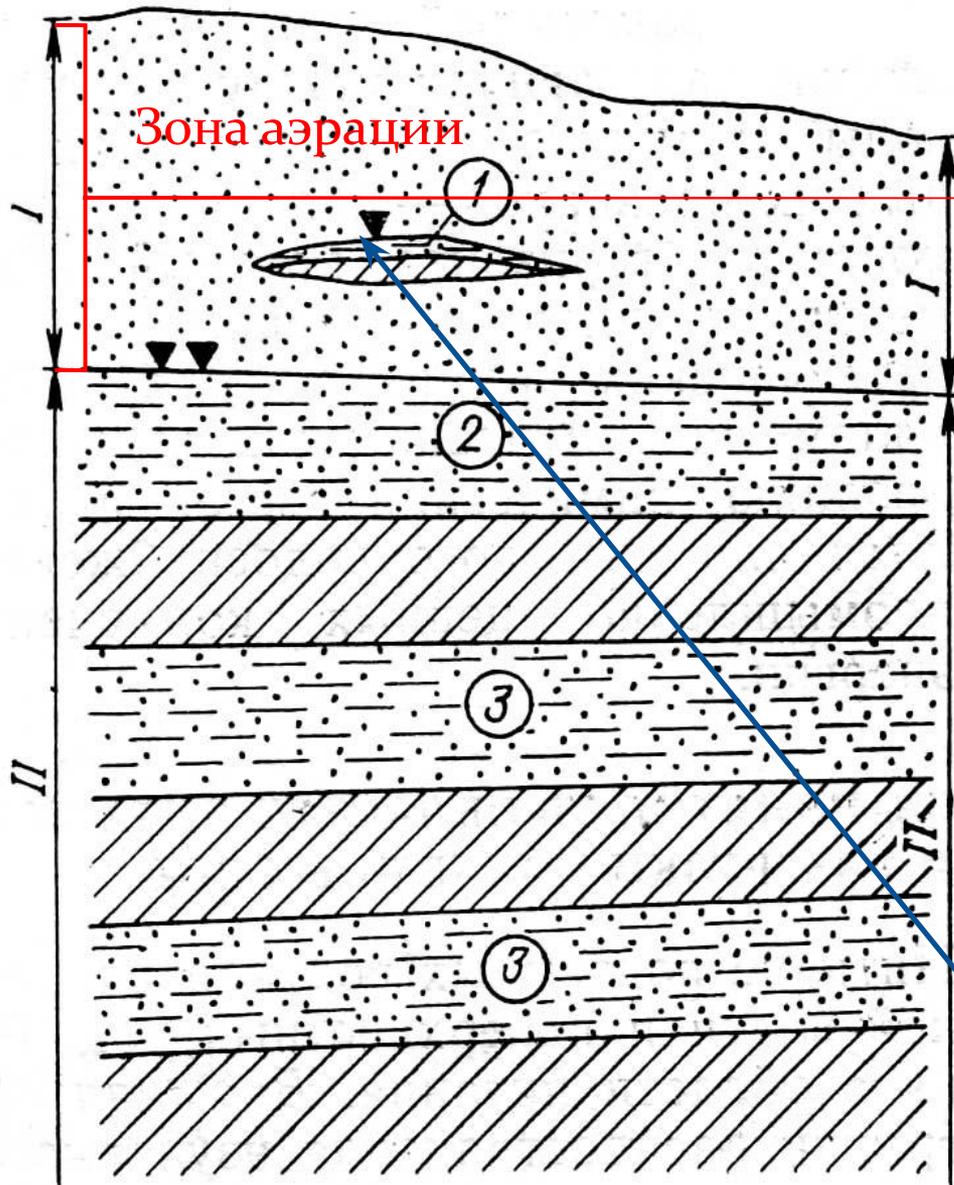


Схема режима вод в сезонно-талом слое в течение года (по А. П. Ефимову и Н. И. Толстихину).

- 1 – оттаявшая часть СТС (а – безводная, б – обводнённая);
- 2 – промерзающая часть СТС (а – безводная, б – мерзлая со льдом);
- 3 – поверхность ММП;
- 4 – изотерма 0°C ;
- 5 – уровень вод в СТС.



Основной тип подземных вод

Схема залегания некоторых типов подземных вод

1-3 – породы;

1 – водопроницаемые, но не водоносные;

2 – водоносные;

3 – водоупорные;

4 – уровень верховодки;

5 – уровень грунтовых вод.

I – зона аэрации,

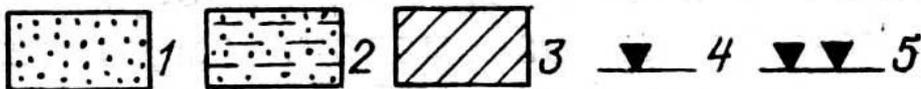
II – зона насыщения.

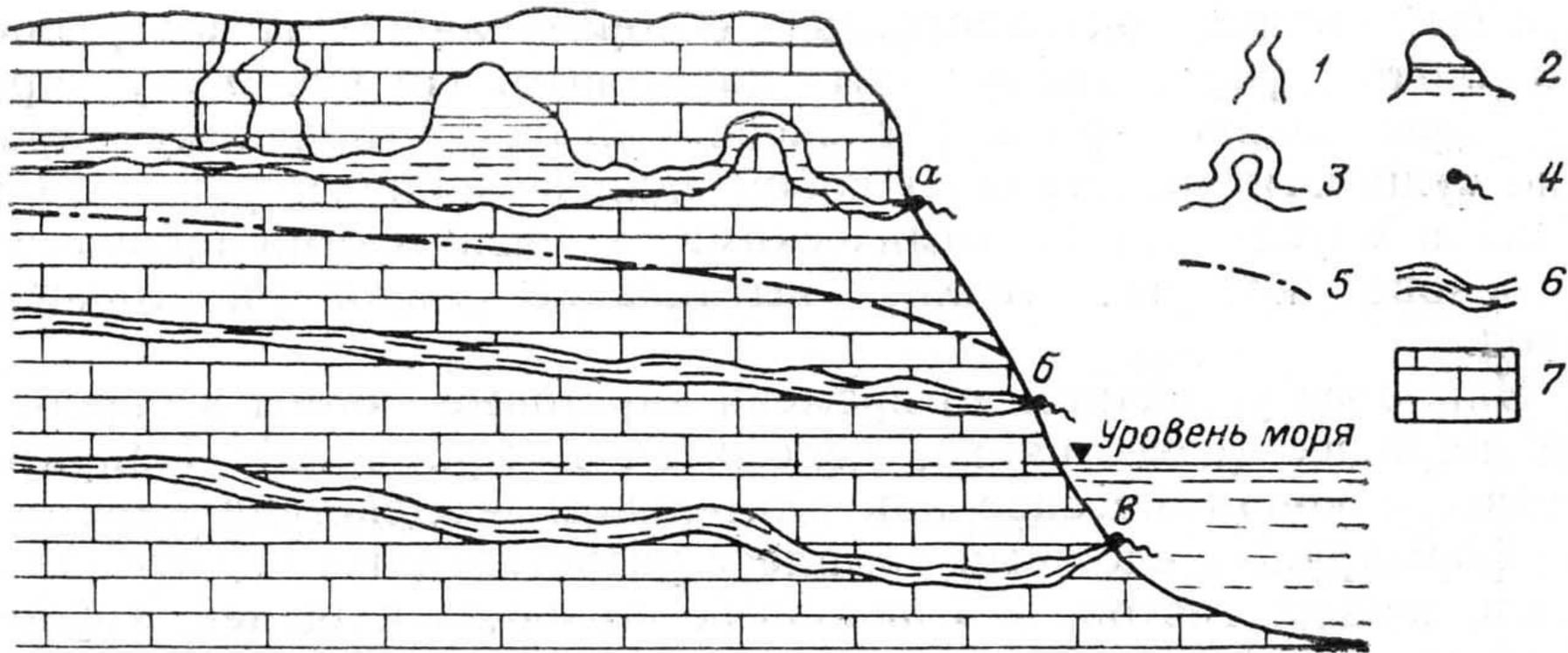
1-3 – (цифры в кружках):

1 – верховодка,

2 – грунтовые воды,

3 – артезианские (напорные) воды.

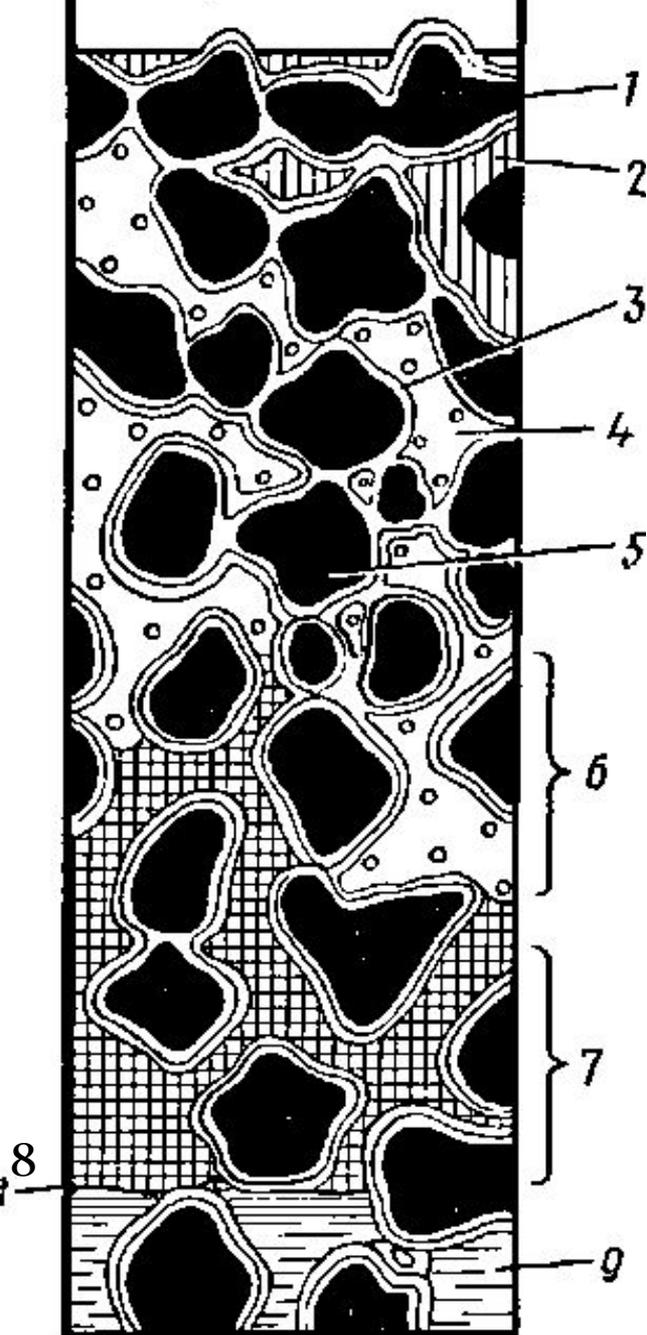




Условия движения и разгрузки карстово-грунтовых вод

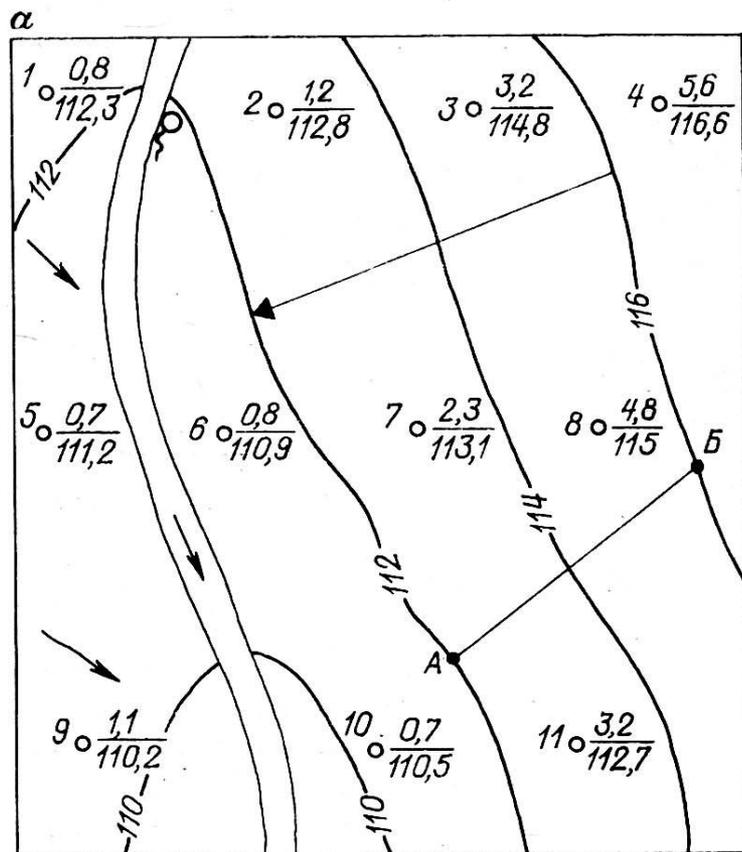
- 1 – трещины и каналы, выходящие на поверхность Земли;
- 2 – карстовая полость, заполненная водой;
- 3 – изогнутый канал сифонного типа;
- 4 – источники: а – временно действующий; б – постоянно действующий;
- в – субмаринный;
- 5 – уровень карстовых вод постоянно существующего водоносного горизонта;
- 6 – карстовый канал;
- 7 – известняки.

Поверхность почвы



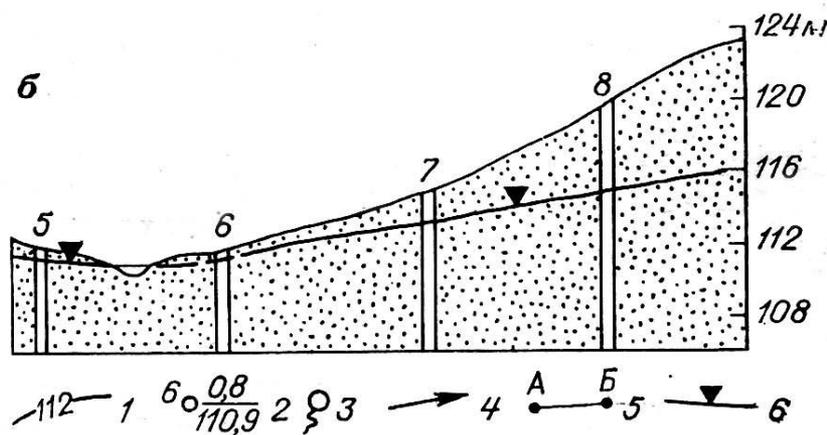
Вода в зоне аэрации (по Качинскому Н. А., 1975):

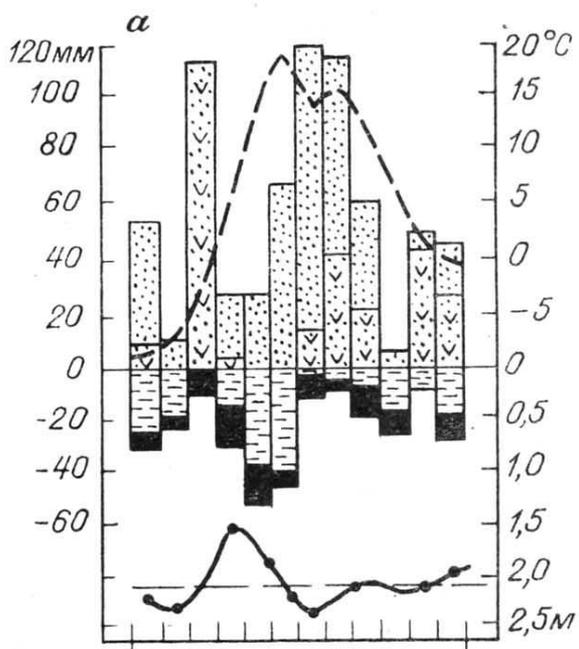
- 1 - частицы породы;
- 2 - гравитационная вода атмосферных осадков, просачивающаяся в горные породы;
- 3 и 5 - гигроскопическая (пленочная коллоидная) вода,
- 4 - почвенный воздух с парами воды;
- 6 - зона открытой капиллярной воды (часть пор заполнена воздухом);
- 7 - зона влаги в породе под действием мениско-замкнутой капиллярной воды (все поры заполнены водой);
- 8 — уровень грунтовых вод;
- 9 - грунтовые воды.



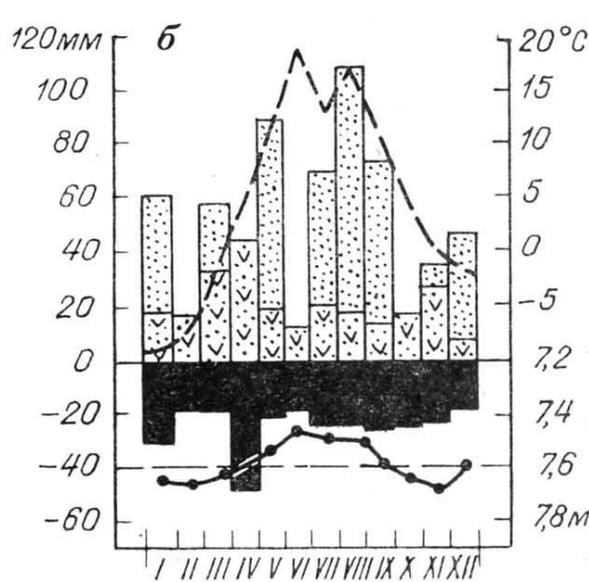
Карта гидроизогипс и разрез по линии скв. 5-8.

- 1 – гидроизогипсы в абсолютных отметках;
 2 – скважина (слева номер скважины, справа: числитель – глубина до воды, знаменатель – абсолютная отметка уровня грунтовых вод);
 3 – источник;
 4 – направление движения грунтовых вод;
 5 – участок, где определяется гидравлический градиент (уклон поверхности грунтовых вод)
 $I = (H_B - H_A) / L_{AB} = (116 - 112) / 560 = 0,007$;
 6 – уровень грунтовых вод.





Сезонные изменения условий питания грунтовых вод на территории Литвы в 1979 г. (по Д. Ю. Сакалаускене)



а–б – участки, сложенные:

а – мелкозернистым песком при мощности зоны аэрации 1,5–2,5 ;

б – песчано-гравийными отложениями при мощности зоны аэрации 7,4–7,7 м.

1– атмосферные осадки;

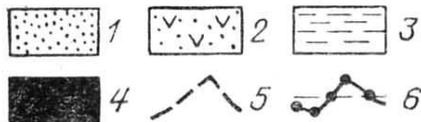
2 – инфильтрация атмосферных осадков до уровня грунтовых вод;

3 – испарение грунтовых вод;

4 – сток грунтовых вод;

5 – температура воздуха, °С;

6 – колебания уровня грунтовых вод и его среднегодовое положение.



Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

Грунтовые воды

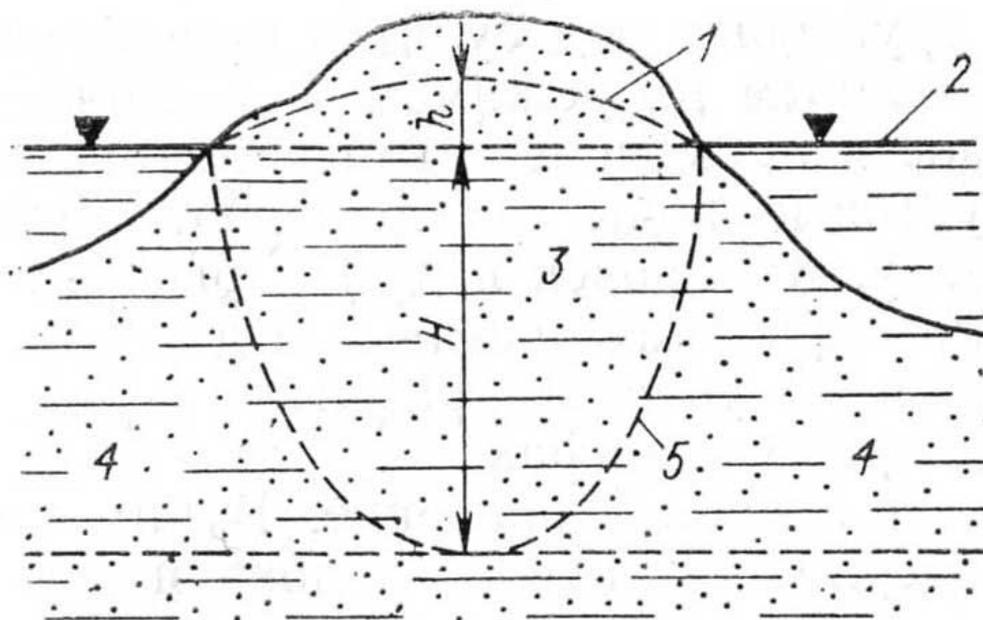


Схема залегания грунтовых вод на песчаном острове в море

- 1 – уровень пресных грунтовых вод;
- 2 – уровень моря;
- 3 – водоносные пески с пресными водами;
- 4 – водоносные пески с солеными водами;
- 5 – граница между пресными и солеными водами.

Подземные воды КОНТИНЕНТОВ

Подземные воды зоны насыщения

Грунтовые воды

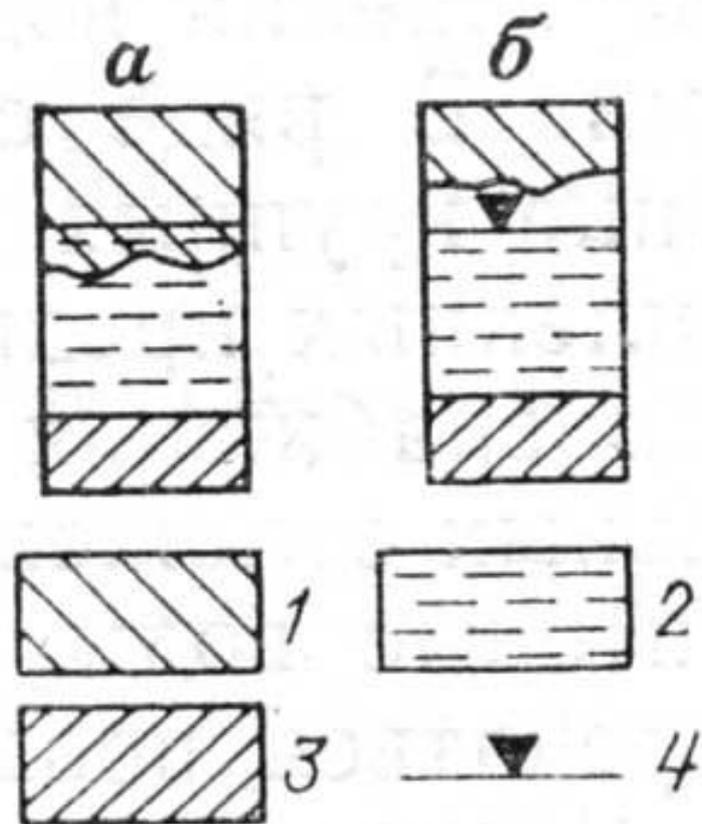


Схема условий залеганий
надмерзлотных
сезоннополупромерзающих (а) и
сезоннонепромерзающих (б) вод

- 1 – сезоннопромерзающий слой;
- 2 – водоносный горизонт;
- 3 – ММП;
- 4 – уровень грунтовых вод.



Красный ключ (Башкортостан, Россия) – 12-15 м³/с

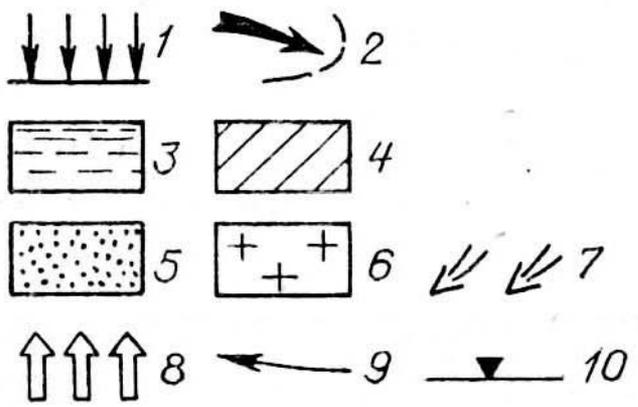
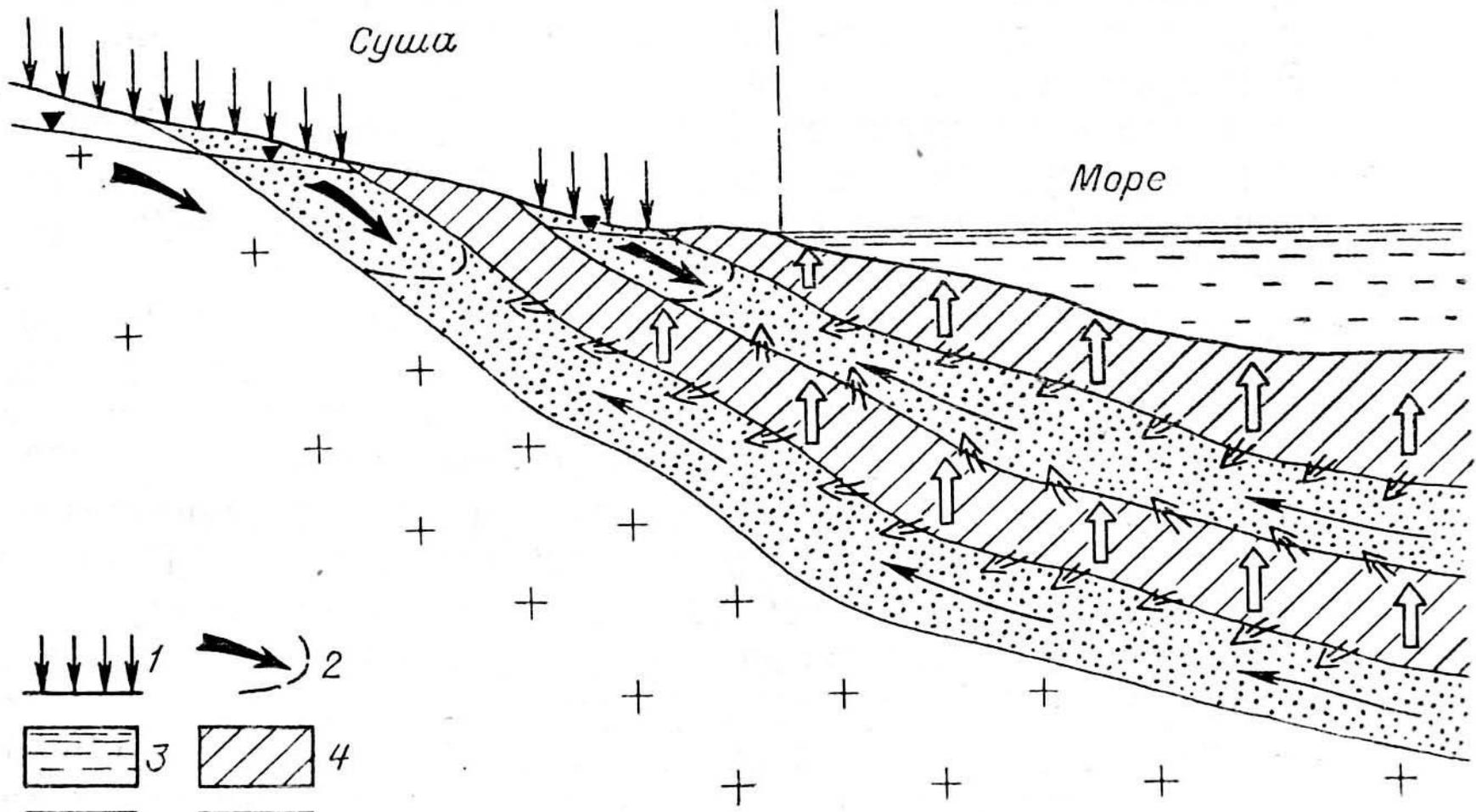
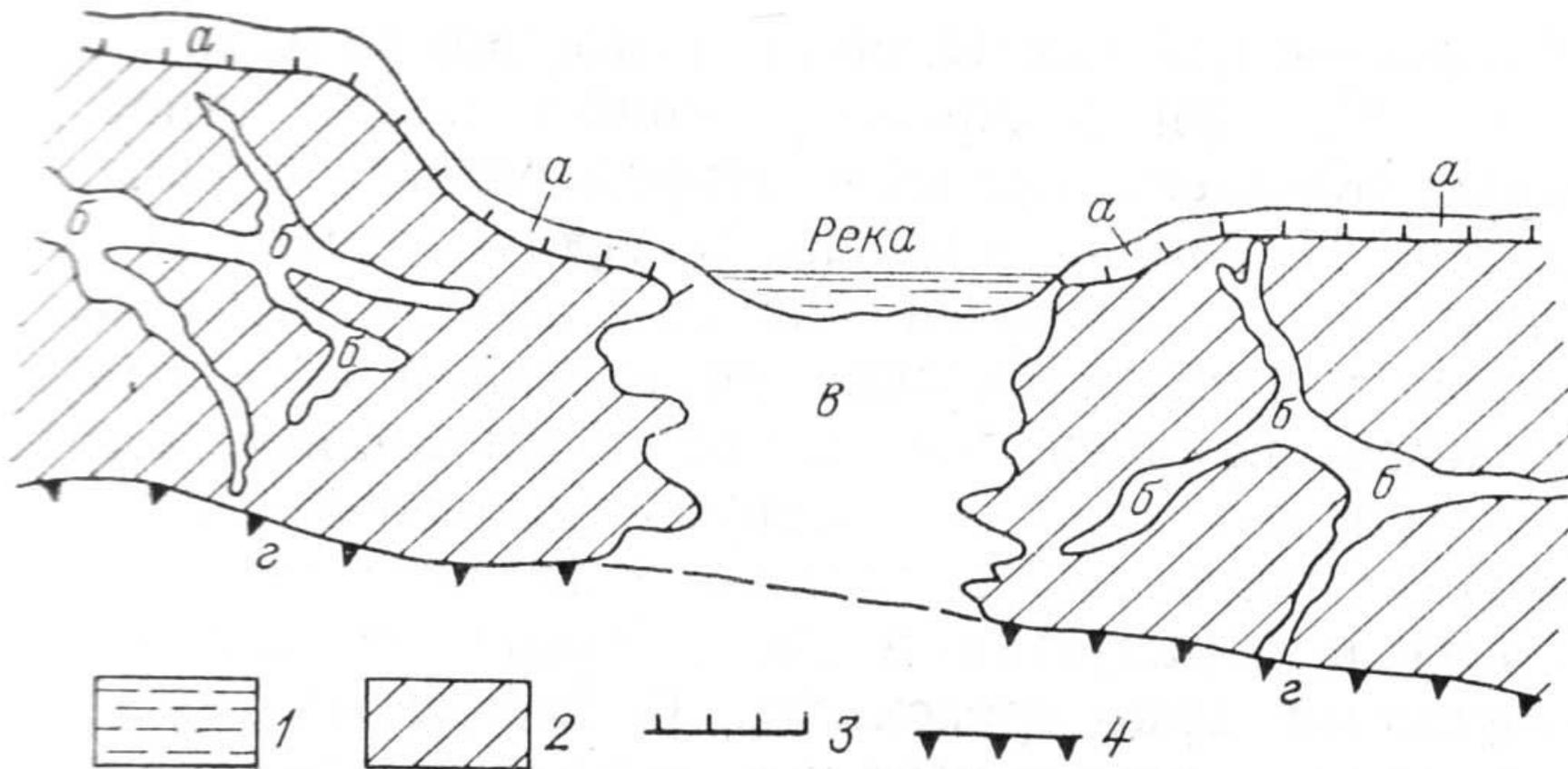


Схема условий формирования элизионного режима артезианских вод.

1 - инфильтрационное питание подземных вод; 2 - движение вод инфильтрационного питания и граница их продвижения в водоносных горизонтах; 3 - морские воды; 4 - глины; 5 - пески; 6 - породы фундамента артезианского бассейна; 7 - области отжатия вод из глинистых пород; 8 - перетекание вод через глинистые водоупоры; 9 - направление движения вод седиментационного происхождения; 10 - уровень подземных вод.



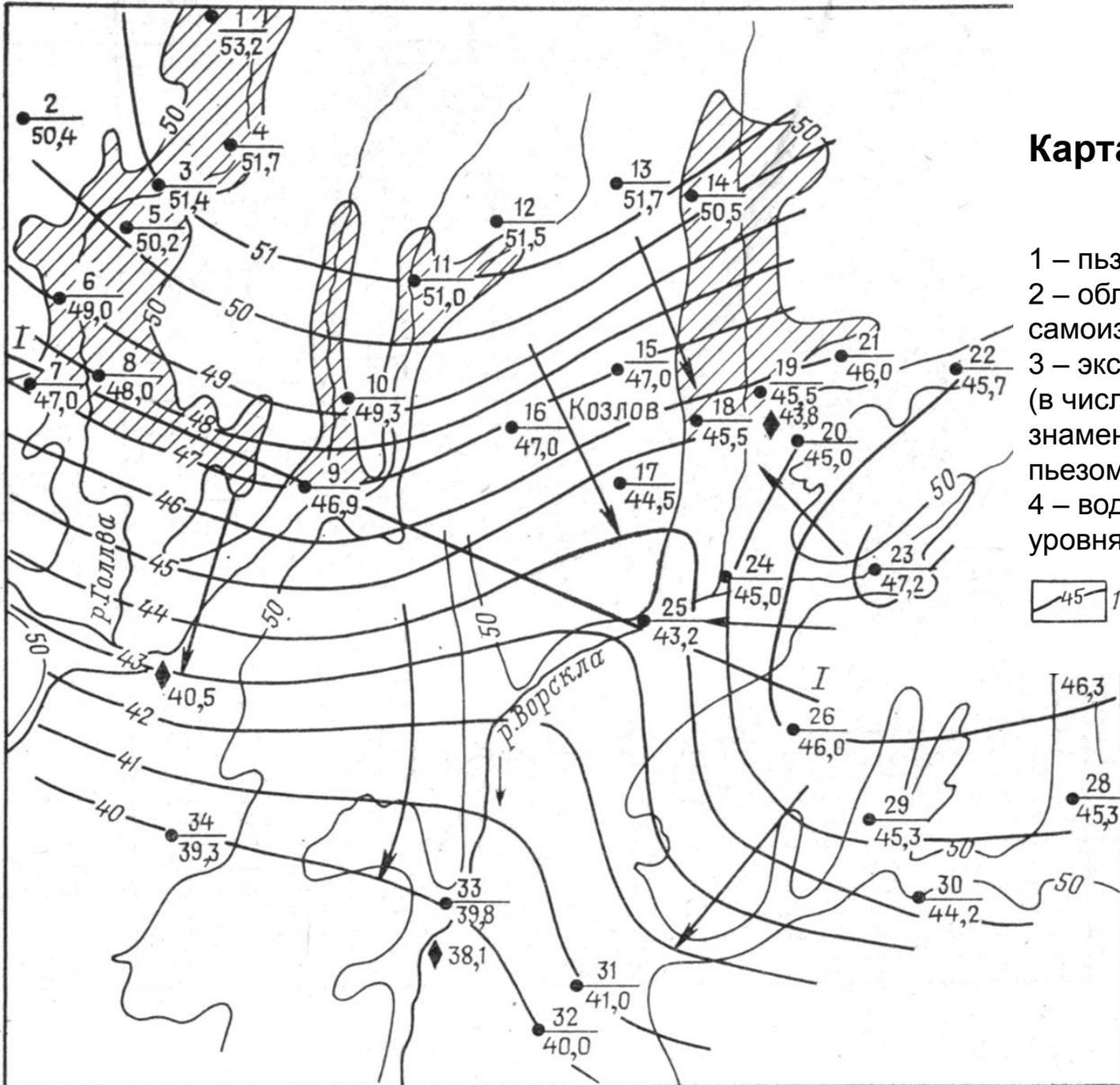
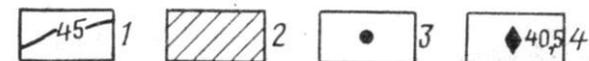
**Схема взаиморасположения мерзлых и талых пород
и взаимосвязи над-, меж- и подмерзлотных вод**

а-г – воды: а – надмерзлотные, б – межмерзлотные, в – сквозного таклика, г – подмерзлотные.

1 – воды реки; 2 – мерзлые породы; 3 – подошва надмерзлотных вод; 4 – кровля подмерзлотных вод.

Карта пьезоизогипс

1 – пьезоизогипса и ее отметки;
2 – область возможного самоизлива;
3 – эксплуатационная скважина (в числителе – ее номер, в знаменателе – отметка пьезометрического уровня, м);
4 – водомерный пост с отметкой уровня воды в реке, м.



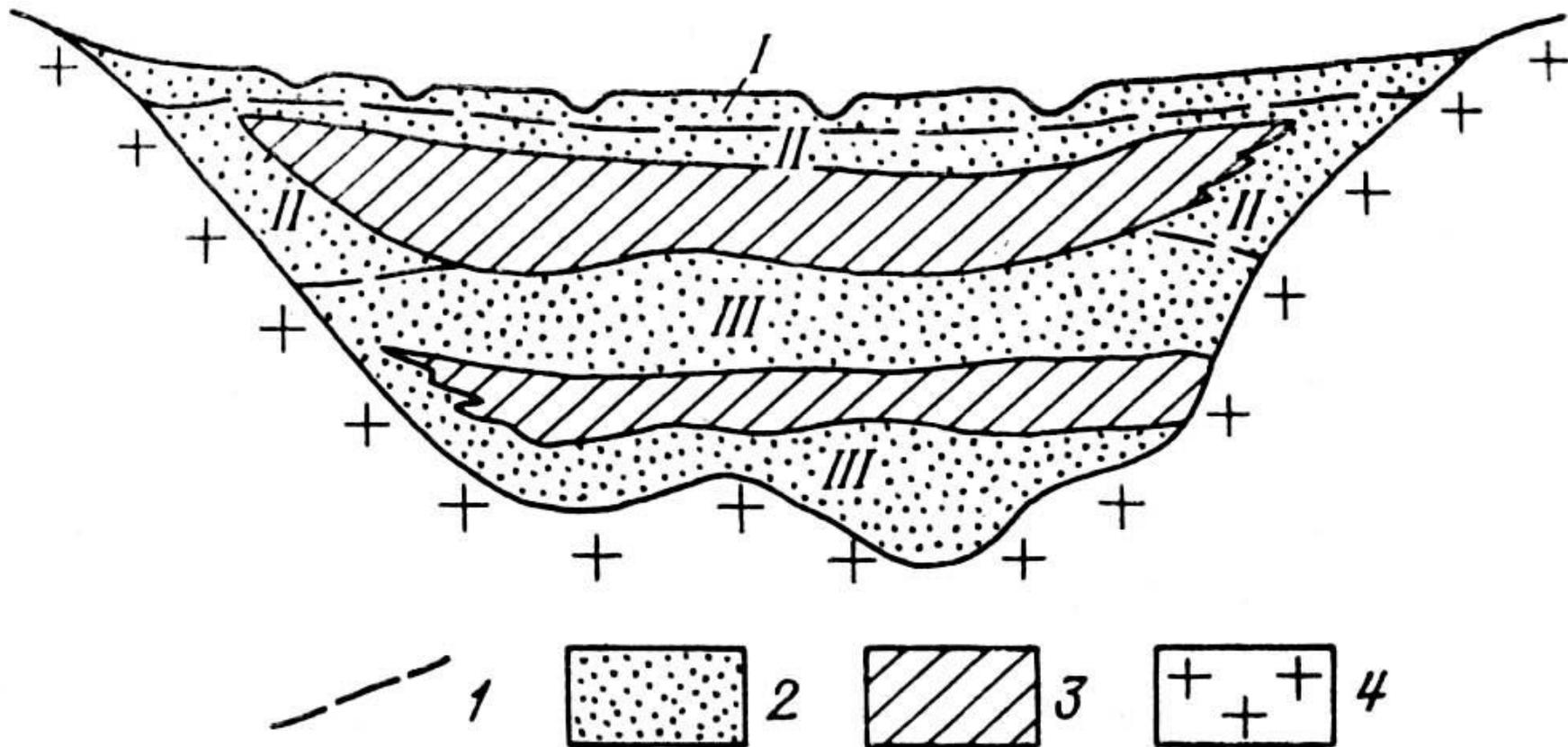


Схема гидрогеодинамической зональности артезианского бассейна

1 – границы между гидрогеодинамическими зонами; I – интенсивного водообмена; II – затрудненного водообмена, III – весьма затрудненного водообмена; 2 – водоносные горизонты и комплексы чехла артезианского бассейна; 3 – региональные водоупоры; 4 – фундамент и складчатое обрамление артезианского бассейна.

Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

Артезианские воды

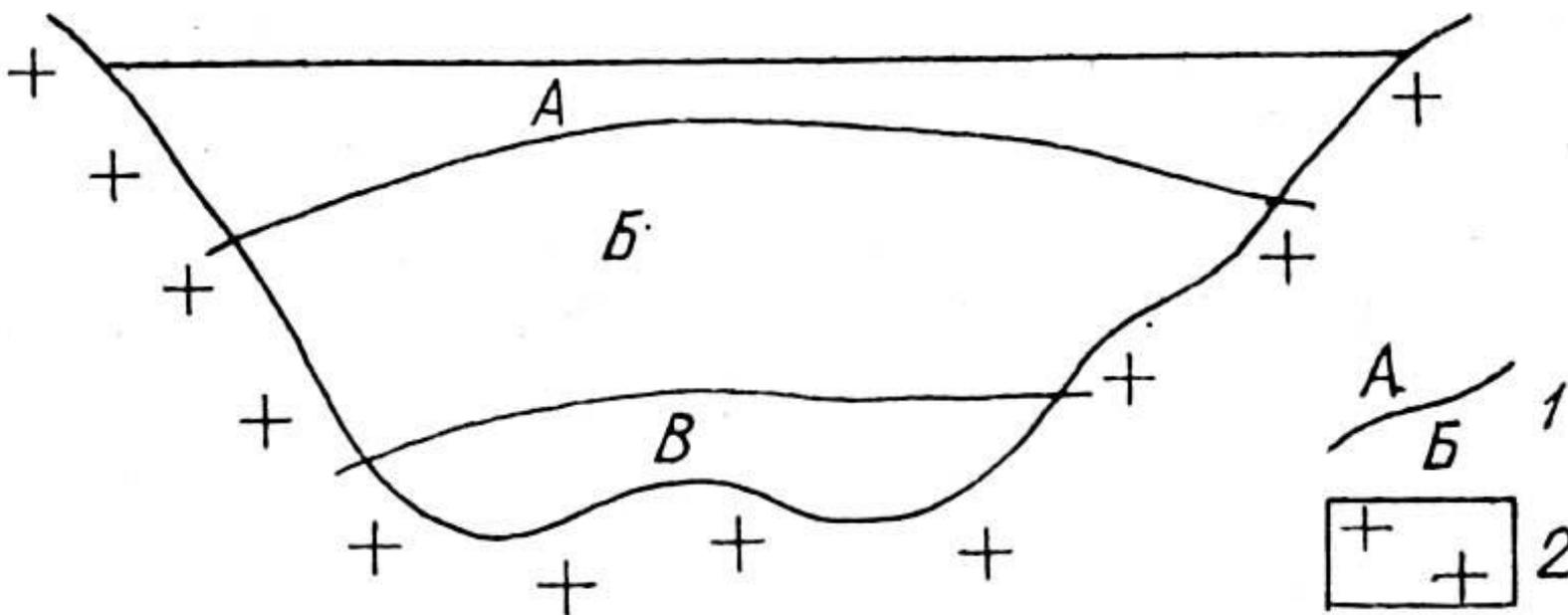


Схема гидрогеохимической зональности артезианского бассейна.

А–В – гидрогеохимические зоны; А – пресных вод, Б – соленых вод; В – рассолов.

1 – границы между гидрогеохимическими зонами; 2 – фундамент артезианского бассейна.

Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

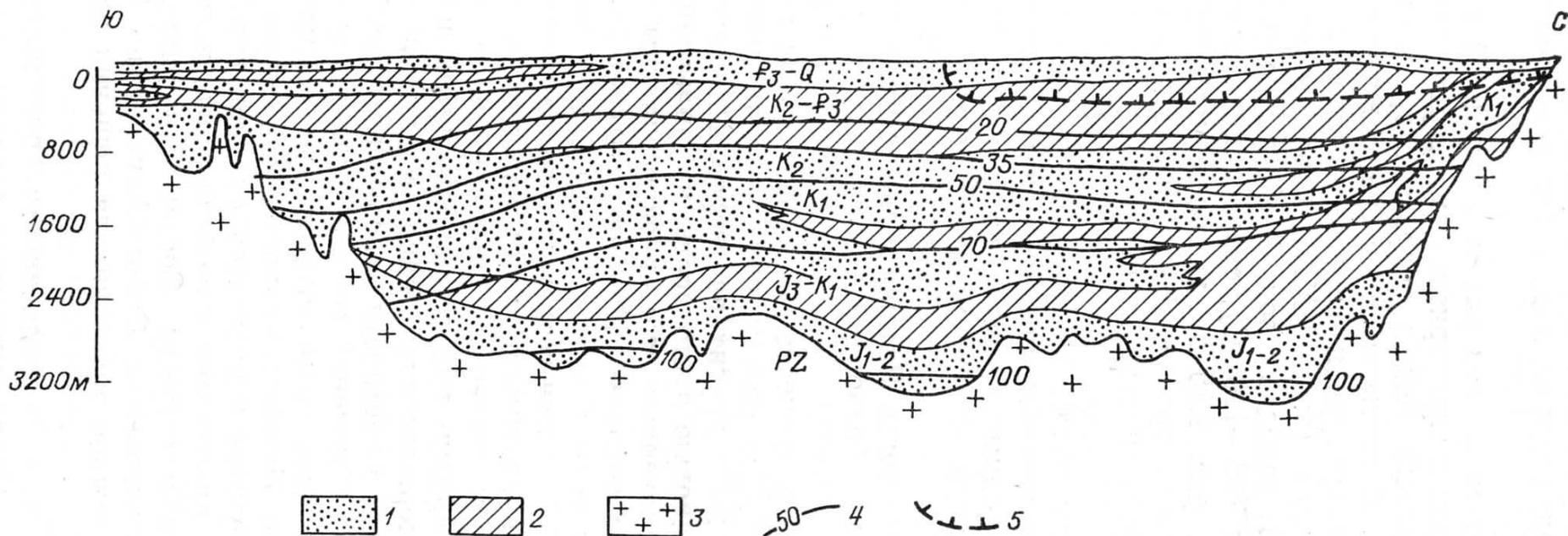
Гидрохимическая зональность некоторых артезианских бассейнов Евразии

Геологическая структура	Преобладающие в разрезе породы	Гидрогеохимические зоны и ее параметры			Преобладающий состав воды по зонам		
		А	Б	В	А	Б	В
Московская синеклиза	Терригенные, карбонатные отложения, гипсы, соль	1 0,05-0,3	35 0,1-0,6	240 3,0	HCO_3	$\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$, Cl-Ca-Na , SO_4	Cl-Ca-Na
Ангаро-Ленская впадина	Карбонатные, галогенные, терригенные	1 0,2-0,5	35 0,4-0,8	140 0,6-1,2	HCO_3 , SO_4	SO_4 , Cl-Ca-Na , $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$	Cl-Ca-Na
				350 1,5-2,2			Cl-Ca-Na Cl-Na-Ca
Амударьинская впадина	Терригенные, карбонатные, соленосные	-	35 0,5-1,2	230 1,0-1,5	-	HCO_3 , $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ Cl-Na	$\text{HCO}_3\text{-Na}$ Cl-Ca-Na
				300 0,5-0,7			Cl-Ca-Na
Восточно-Карпатская складчатая область	Терригенные и галогенные	1 0,02-0,3	35 0,2-1,5	268 3,0-5,0	HCO_3	$\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ Cl-Ca-Na $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$	Cl-Ca-Na Cl-Na

Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

Артезианские воды



Температурная зональность Западно-Сибирского артезианского бассейна.

- 1 – водоносные горизонты и комплексы; 2 – региональные водоупоры;
- 3 – фундамент артезианского бассейна; 4 – изолинии температур подземных вод, °С;
- 5 – подошва ММП.

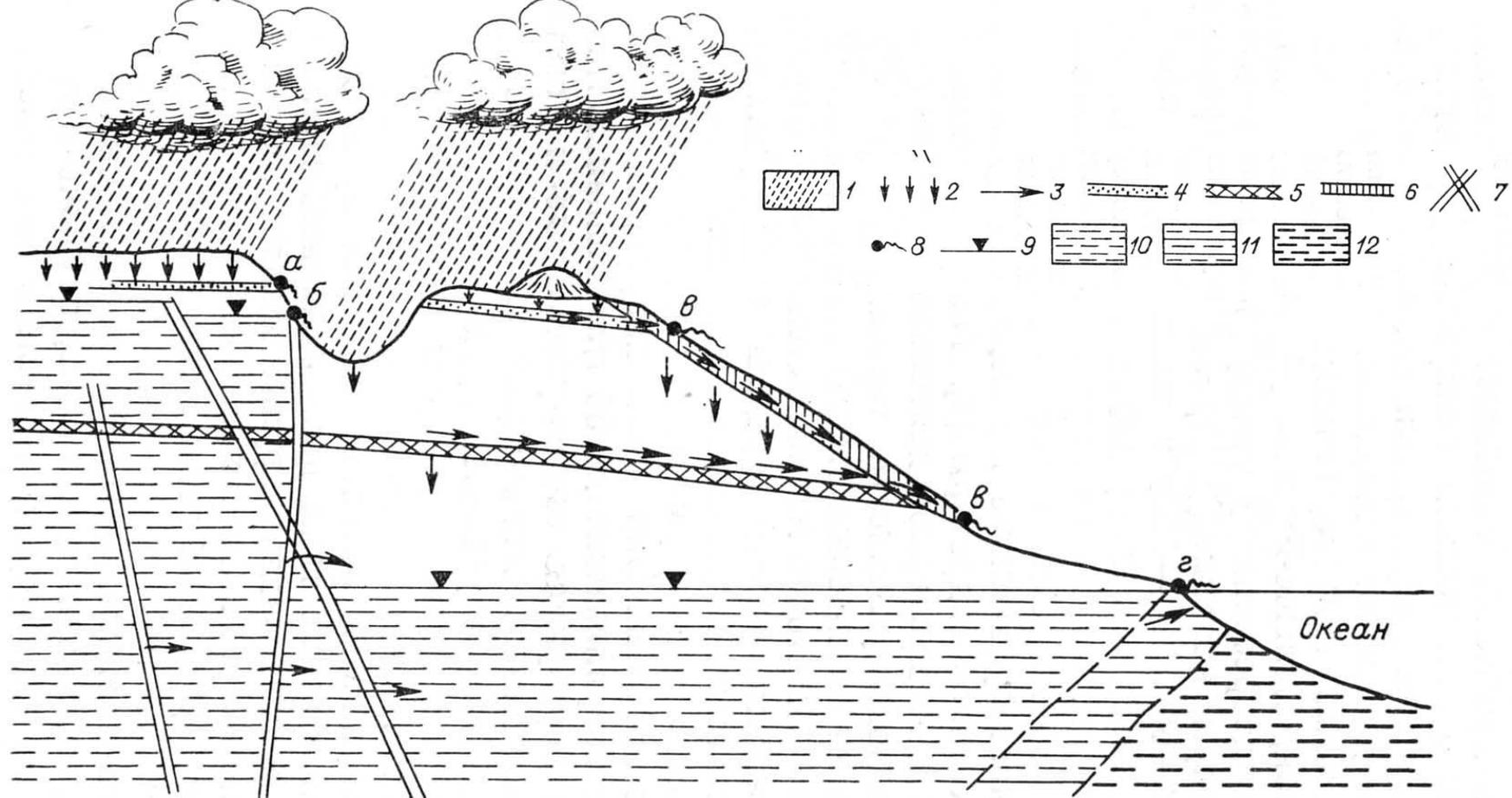
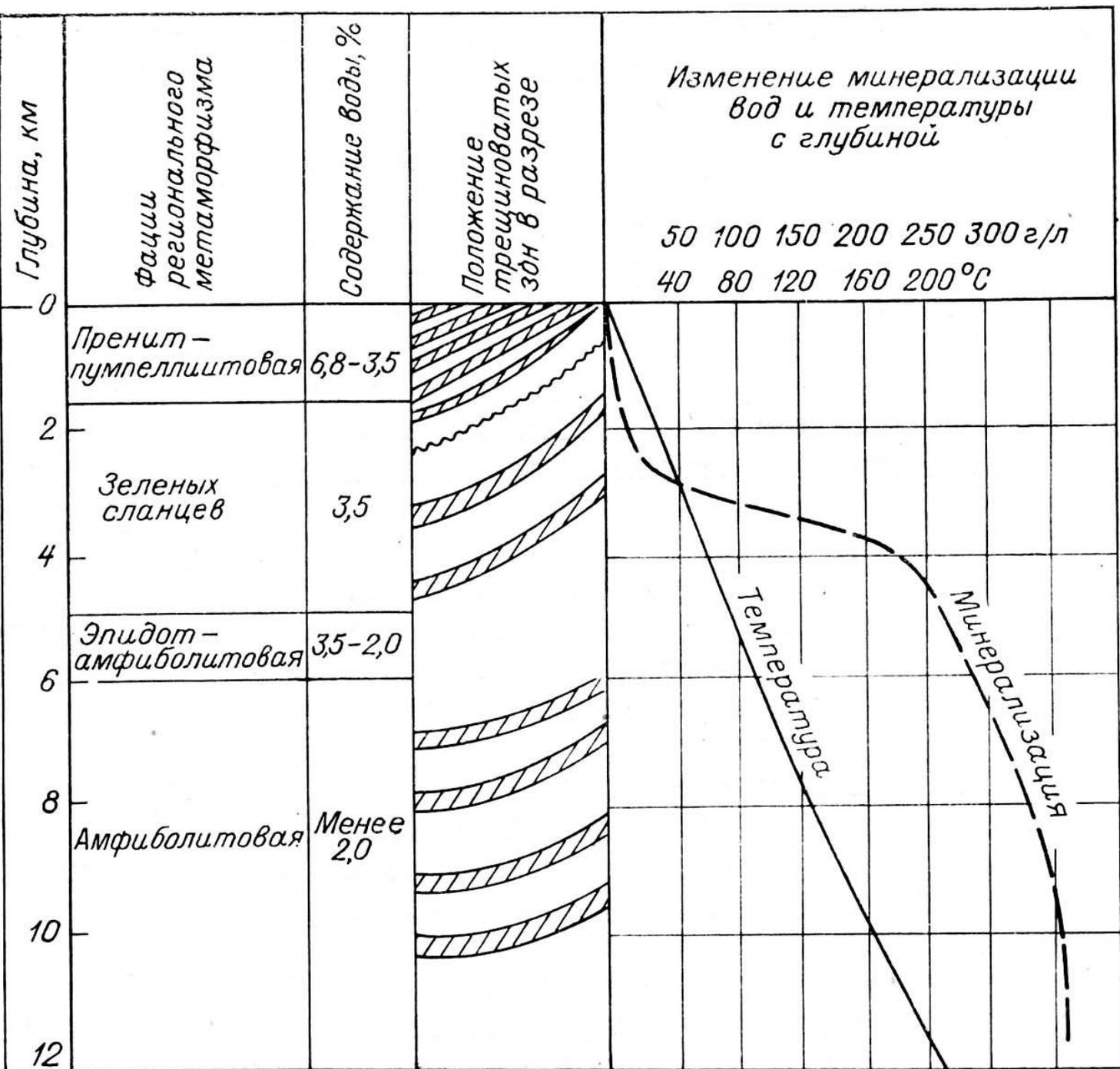


Схема движения подземных вод в хорошо проницаемых базальтах на Гавайских островах (по Ц. Н. Робертсону [1963 г.])

1 – атмосферные осадки; 2 – инфильтрация атмосферных вод; 3 – направление движения подземных вод; 4 – погребенная почва; 5 – слой вулканического пепла; 6 – лавовый поток; 7 – тектонические нарушения; 8 – источники; а – вытекающий из погребенных почв, б – вытекающий по зоне тектонических нарушений, в – вытекающий из лавового потока, г – разгрузка пресных вод на береговой линии; 9 – уровень грунтовых вод; 10–12 – воды: 10 – пресные, 11 – смешанные, 12 – соленые.

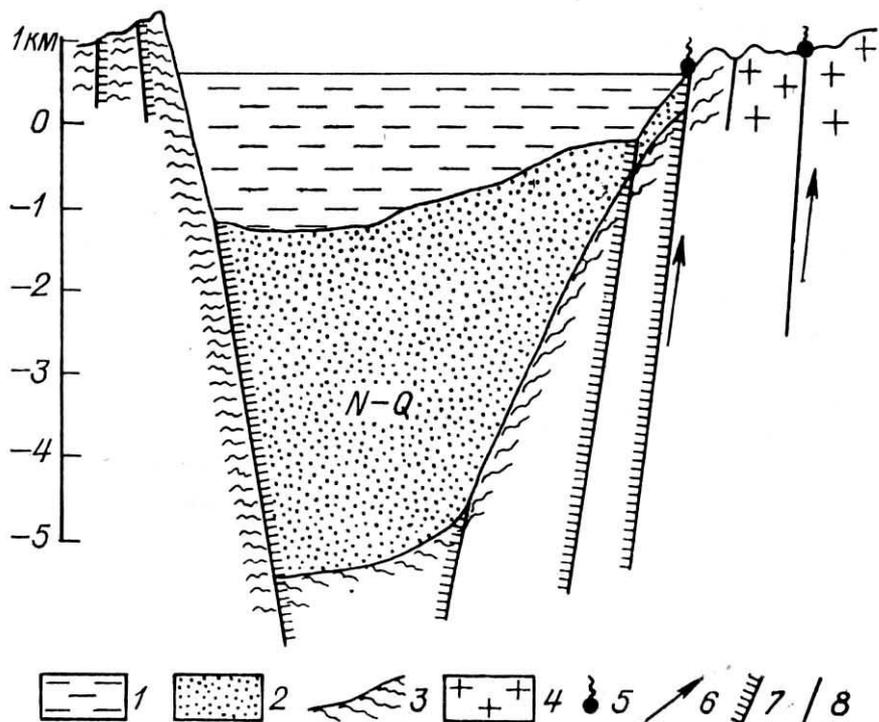


Строение гранитно-метаморфического слоя земной коры по данным бурения Кольской опорной скважины.

Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

Напорные локально-трещинные воды



Строение Байкальской рифтовой зоны
1 – воды оз. Байкал; 2 – неоген-четвертичные отложения, выполняющие рифтовый грабен и образующие чехол артезианского бассейна, содержащего преимущественно пресные воды; 3 – метаморфические породы архея (мраморы, сланцы, гнейсы), образующие фундамент артезианского бассейна; граниты протерозоя, слагающие горноскладчатое обрамление; 5 – восходящие источники термальных вод; 6 – направление движения восходящих струй термальных вод; 7 – сбросы; 8 – другие крупные тектонические нарушения.

Подземные воды континентов

Подземные воды зоны насыщения

Напорные локально-трещинные воды

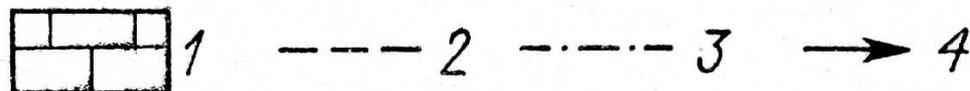
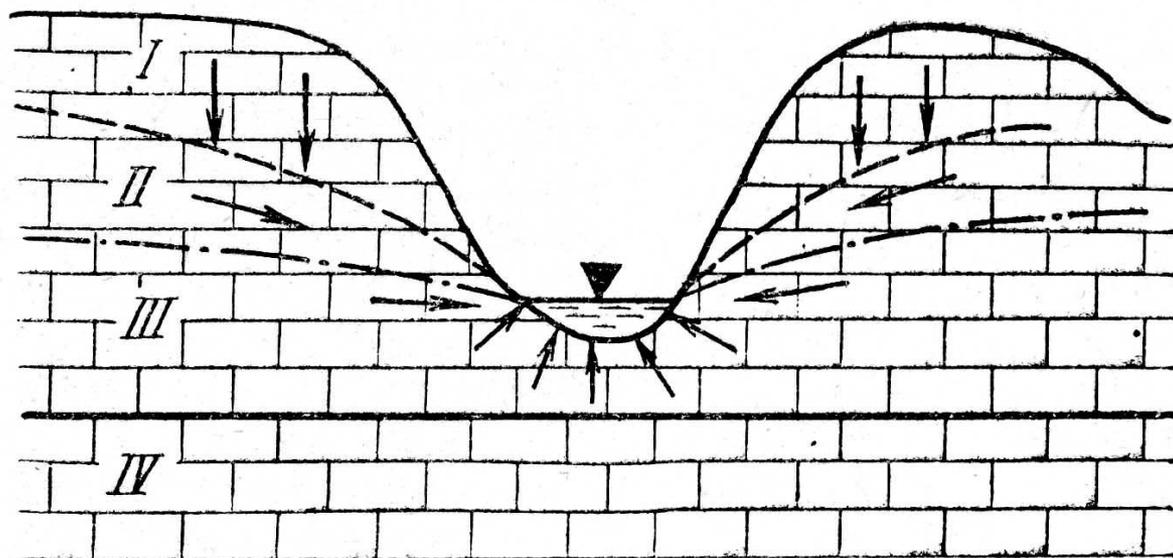


Схема зональности карстовых вод, по Д. С. Соколову.

I – зона аэрации;

II – зона сезонных колебаний уровня подземных вод;

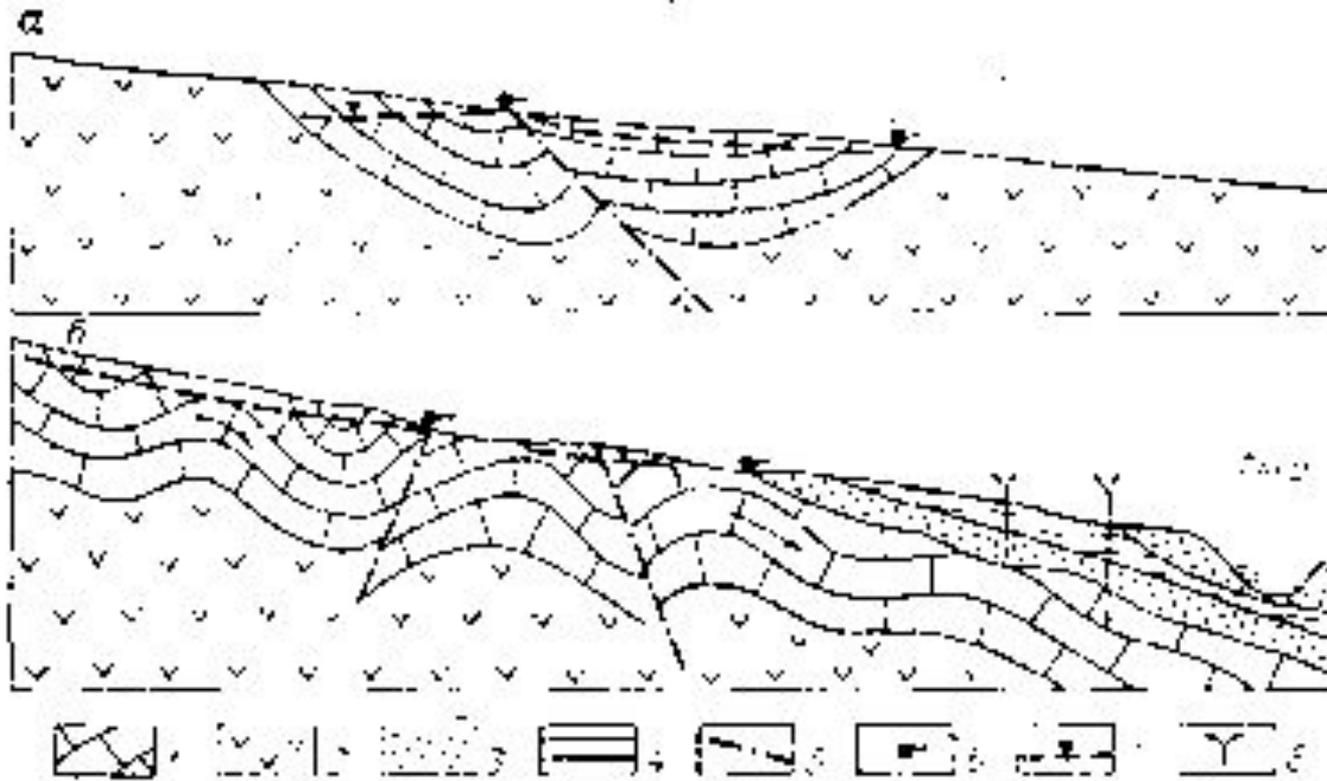
III – зона полного насыщения;

IV – зона глубинной циркуляции;

1 – известняки; 2 – высокий уровень карстовых вод;

3 – низкий уровень карстовых вод;

4 – направление движения воды.



Месторождения трещинно-карстовых вод

а – замкнутый бассейн; б – открытый бассейн;

1 – водоносные карбонатные породы;

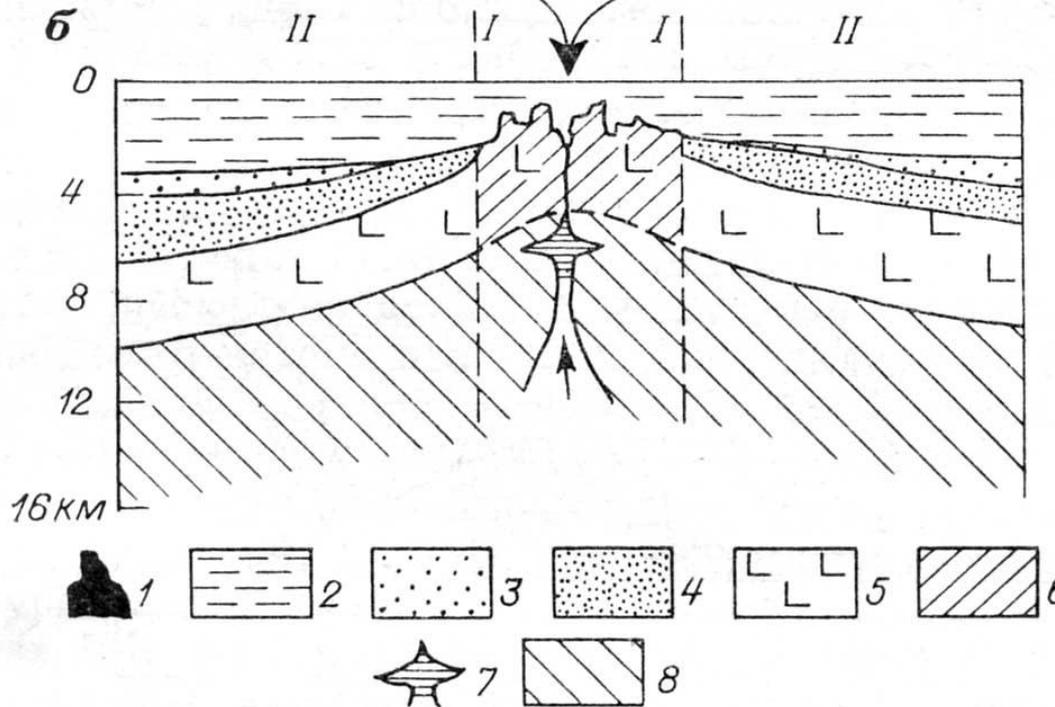
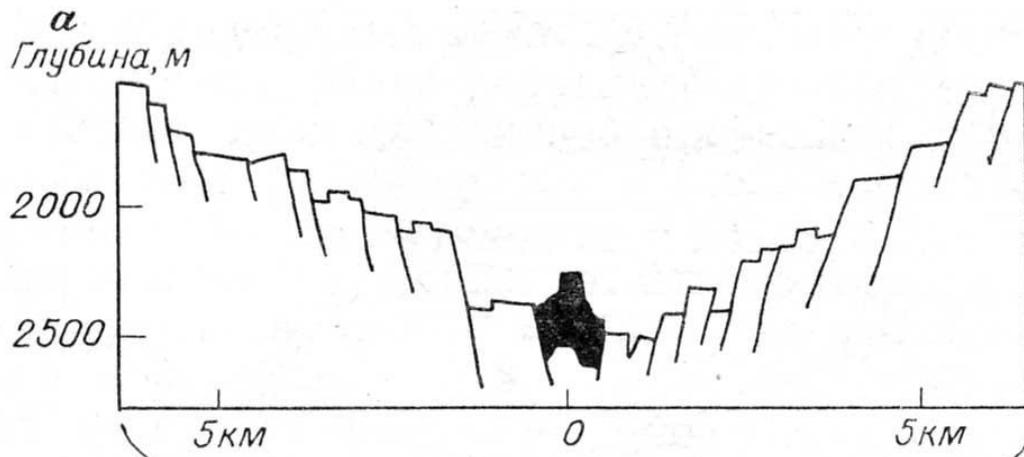
2 – слабопроницаемые трещиноватые породы (эффузивы, сланцы);

3 – рыхлые песчано-глинистые отложения (преимущественно водоносные пески);

4 – глины; 5 – зона тектонических нарушений; 6 – родники;

7 – уровень трещинно-карстовых вод;

8 – фонтанирующие скважины



Профиль рифтовой долины в Атлантическом срединно-океаническом хребте на широте Азорских островов (а) и схема строения хребта и примыкающих к нему котловин (б) (по Ж. Деркуру и Ж. Паке [1982 г.]) I-II – гидрогеологические области: I – подвижные, II – стабильные.

1 – свежая лава; 2 – воды океана; 3 – рыхлые терригенные и карбонатные отложения, содержащие пластовые воды; 4 – вулканогенно-осадочные отложения, содержащие пластовые и трещинно-жильные воды; 5 – породы базальтового слоя, содержащие трещинно-жильные воды; 6 – серпентизированные воды, содержащие трещинно-жильные воды; 7 – магматический очаг; 8 – верхняя мантия.

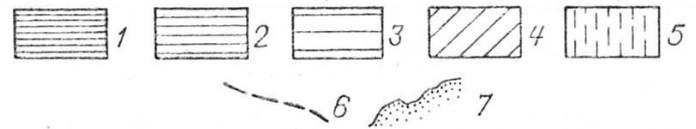
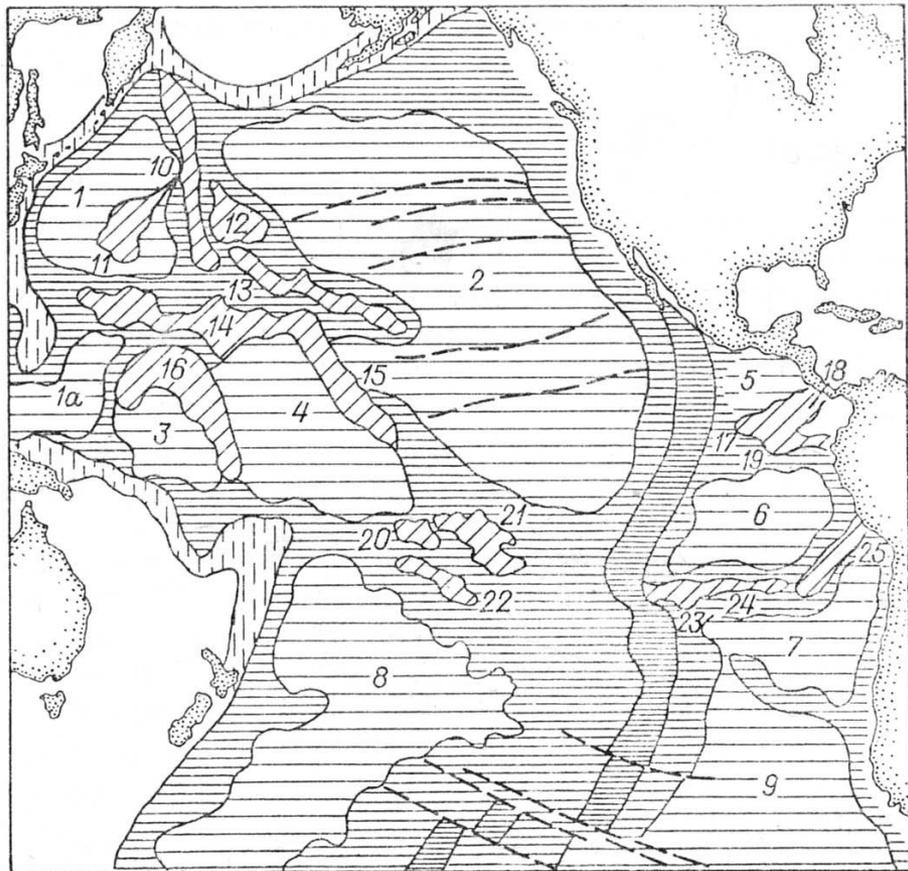


Схема расположения основных гидрогеологических структур Тихого океана (на основе тектонической схемы Б. П. Золотарева [1984 г.]

1 – подвижные гидрогеологические области;
 2–5 – стабильные гидрогеологические области:
 2, 3 – субокеанские бассейны котловин (2 – склонов срединно-океанических хребтов, 3 – абиссальных плит), 4 – вулканогенных бассейнов океанов, 5 – субокеанические массивы трещинных вод; 6 – зоны главных разломов; 7 – граница ссуши.

1–25 (цифры на карте) – структуры: 1–9 – субокеанические бассейны котловин (1 – Северо-Западная, 1а – Восточно-Марианская и Восточно-Каролинская, 2 – Северо-Восточная, 3 – Меланезийская, 4 – Центральная, 5 – Гватемальская, 6 – перуанская, 7 – Чилийская, 8 – Южная, 9 – Беллинсгаузена); 10–25 – вулканические бассейны океана (поднятия: 10 – Императорский хребет и поднятие Обручева, 11 – Шатского, 12 – Хесса, 13 – Гавайское, 14 – Маркус-Неккер, 15 – острова Лайн, 16 – Маршалловых островов, 17 – хр. Карнеги, 18 – Кокос, 19 – Галапагос, 20 – острова Общества, 21 – Туамоту, 22 – Тубуи, 23 – Истер, 24 – Сала и Гомес, 25 – хр. Наска).

Подземные воды дна Мирового океана

Зона насыщения

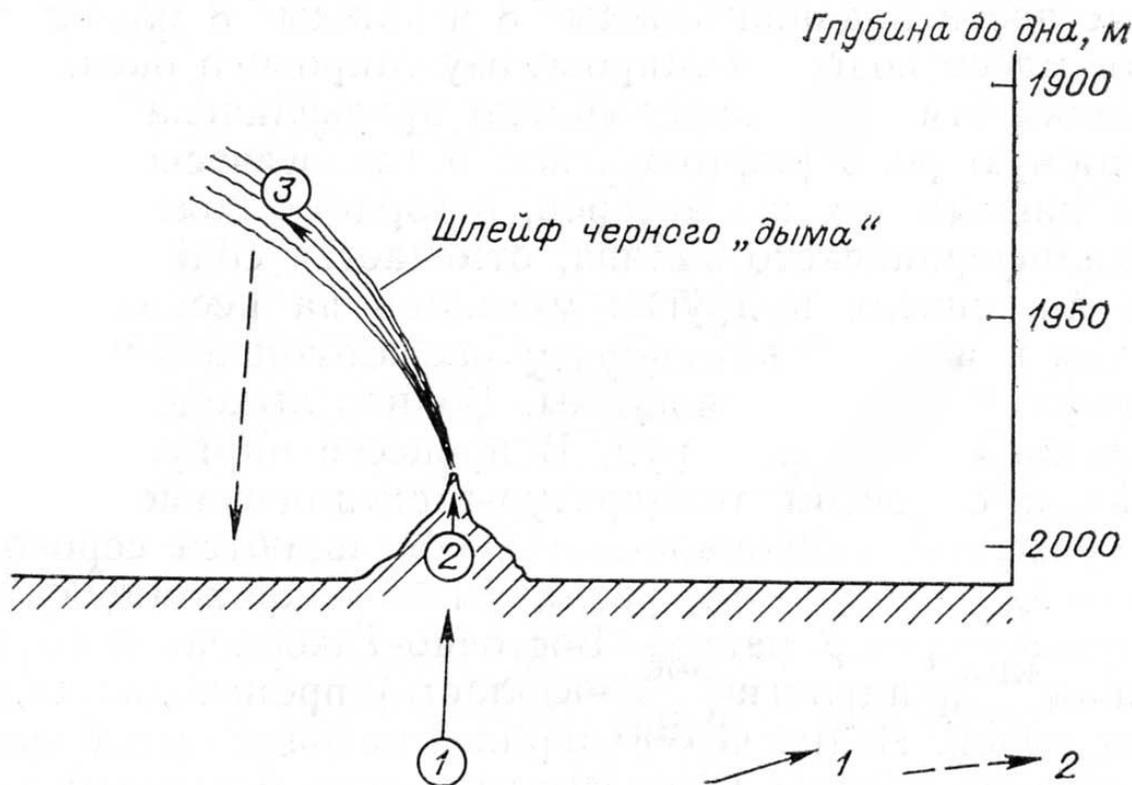


Схема образования черного «курильщика» на дне Калифорнийского залива (по П. Лондсдейлу и К. Беккеру [1984 г.]).

1 – направленность процессов; 2 – выпадение в осадок; 1–3 – процессы (цифры в кружках): 1 – проникновение морских вод на глубину более 5 км, взаимодействие высокотемпературных вод с базальтами – понижение pH воды, обогащение раствора кальцием, железом, марганцем, металлами, насыщение сероводородом, осаждение соединений магния, кремния, железа и др.; 2 – взаимодействие восходящих растворов, имеющих температуру более 300–350°C, с холодной океанической водой – осаждение сульфидов железа, меди, цинка, сульфатов кальция; 3 – окисление продуктов выделяющегося черного «дыма» – осаждение на дне окислов железа и марганца.