



ВЛАДИВОСТОКСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И
СЕРВИСА

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

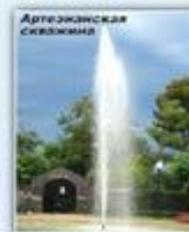
- Воды, находящиеся в порах, пустотах и трещинах горных пород в верхней части земной коры в жидком, твердом и газообразном состояниях, называются подземными водами.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

ОБРАЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПО СПОСОБУ ОБРАЗОВАНИЯ (ПРОИСХОЖДЕНИЯ)

1. **Инфильтрационные** - просочившиеся (как в искусственных фильтрах) сквозь зернистые породы;
2. **Конденсационные** - из водных паров атмосферного и почвенного воздуха;
3. **Седиментационные**, формирующиеся в результате проникновения морских иловых вод в толщи пород на различных стадиях осадкообразования и позднее;
4. **Магматические (ювенильные)** - подземные воды, связанные с поднимающимися из недр земли (из магматической и метаморфической зон) парами и с диссоциированными газами.

ПО СПОСОБУ ПРОДВИЖЕНИЯ

- **Фильтрационные** - медленно просачивающиеся через зернистые горные породы
- **Жильные**, или **флюационные** - передвигающиеся в трещинах и крупных пустотах горных пород, подобно поверхностным потокам
- **Способ продвижения подземных вод** определяется гидрогеологическими свойствами горных пород.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ПО ОТНОШЕНИЮ К ВОДЕ

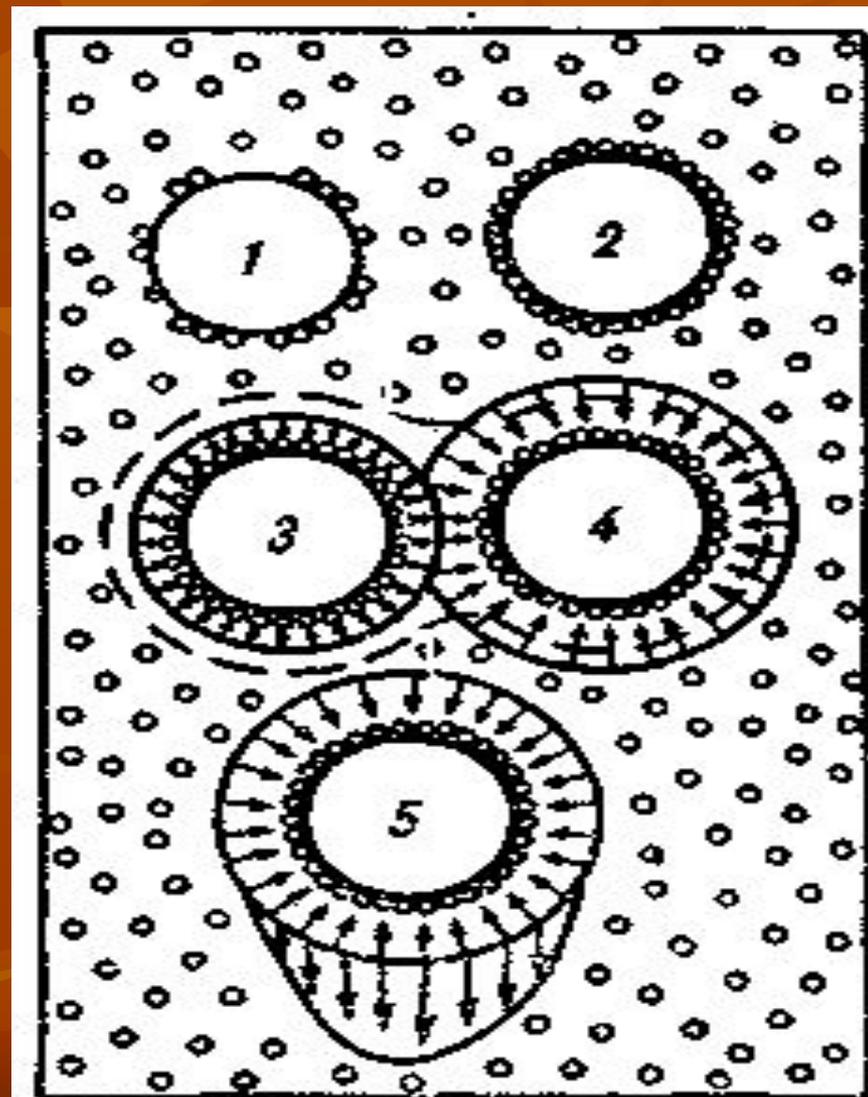
- **Водопроницаемые** - породы, в пустотах которых воды свободно продвигаются
- **Водоупорные** — породы, практически не пропускающие через себя воду
- **Водопроницаемость** обусловлена либо тем, что в горном массиве имеются трещины и пустоты, либо тем, что породы зернисты (пески).

ВИДЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

1. Связанная
 1. Химически связанная
 2. Физически связанная
 1. Гигроскопическую
 2. Пленочную
2. Свободная
 1. Гравитационную
 2. Капиллярную
3. В твердом состоянии
4. В виде пара

Схема различных состояний воды в почве (по А. Ф. Лебедеву).

- 1 - частицы почвы с неполной гигроскопичностью;
- 2 - частицы почвы с максимальной гигроскопичностью
- 3, 4 - частицы почвы с пленочной водой;
- 5 - частицы почвы с гравитационной водой.



Свободная вода

- **Гравитационная** - вода, движущаяся в порах, трещинах и пустотах под влиянием силы тяжести.
- Достигая водонепроницаемых пород и перемещаясь по водоупору в соответствии с уклоном его поверхности, она образует водоносный горизонт

Свободная вода

- Капиллярная вода - заполняет капиллярные поры и удерживается в них силами поверхностного натяжения.
- В условиях, когда силы капиллярного натяжения превышают силу тяжести, она способна подниматься в тонких трубках. Высота ее подъема обратно пропорциональна диаметру капилляров и составляет: в мелкозернистом песке 35—100 см, супеси — от 100 до 150 см, глине — 400—500 см.

Классификация подземных вод по условиям залегания в земной коре

- По содержанию влаги и свободных гравитационных вод в земной коре различают **зоны аэрации и полного насыщения**.
- Зона **аэрации** - поверхностная толща земной коры между ее поверхностью зеркалом грунтовых вод
- Зона **насыщения** - та часть земной коры, которая лежит ниже зеркала первого от поверхности постоянного водоносного горизонта

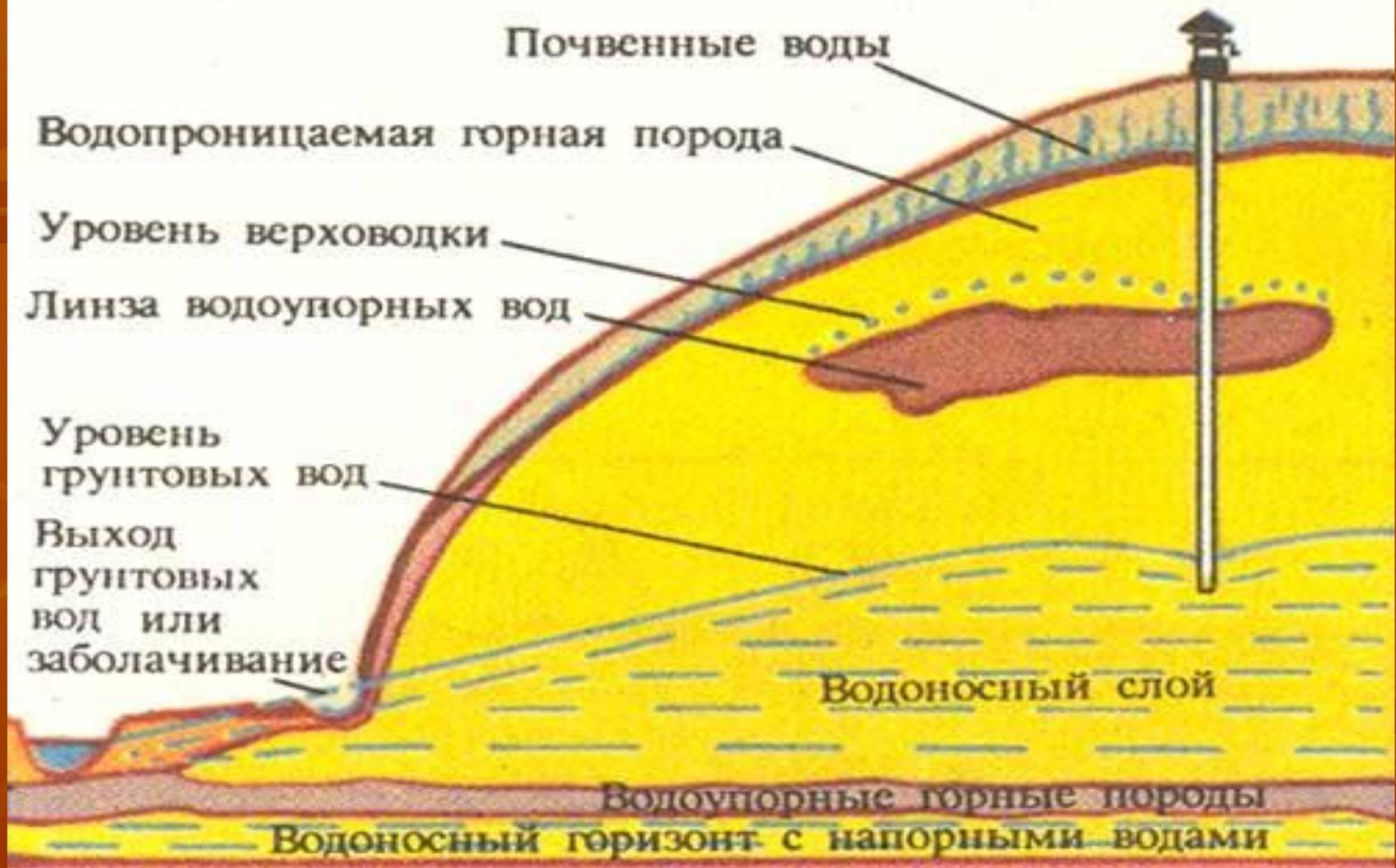
Зона аэрации

- 1. Почвенные воды**, распространенные в почвенном слое близ поверхности Земли. Их формирование связано с процессами инфильтрации атмосферных осадков, снеготалых вод и конденсации атмосферной влаги.

Зона аэрации

2. **Верховодка** образуется в зоне аэрации, когда инфильтрующаяся вода встречает на своем пути линзы водонепроницаемых пород. Это могут быть линзы глин среди песчаных отложений речных террас. Подземные воды верховодки обычно образуются на сравнительно небольшой глубине и имеют ограниченное по площади распространение.

Действие колодца на уровень грунтовых вод

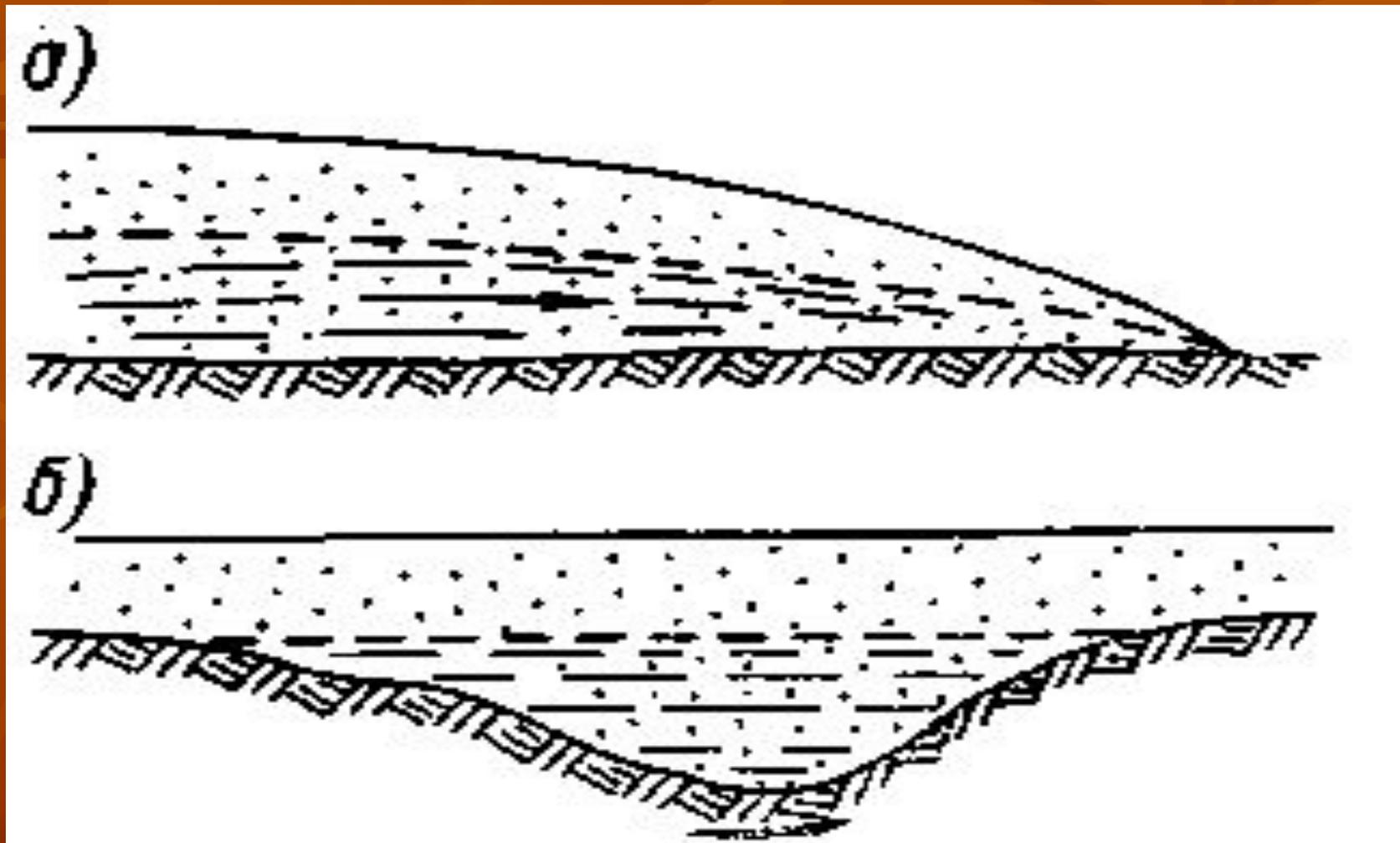


Зона насыщения

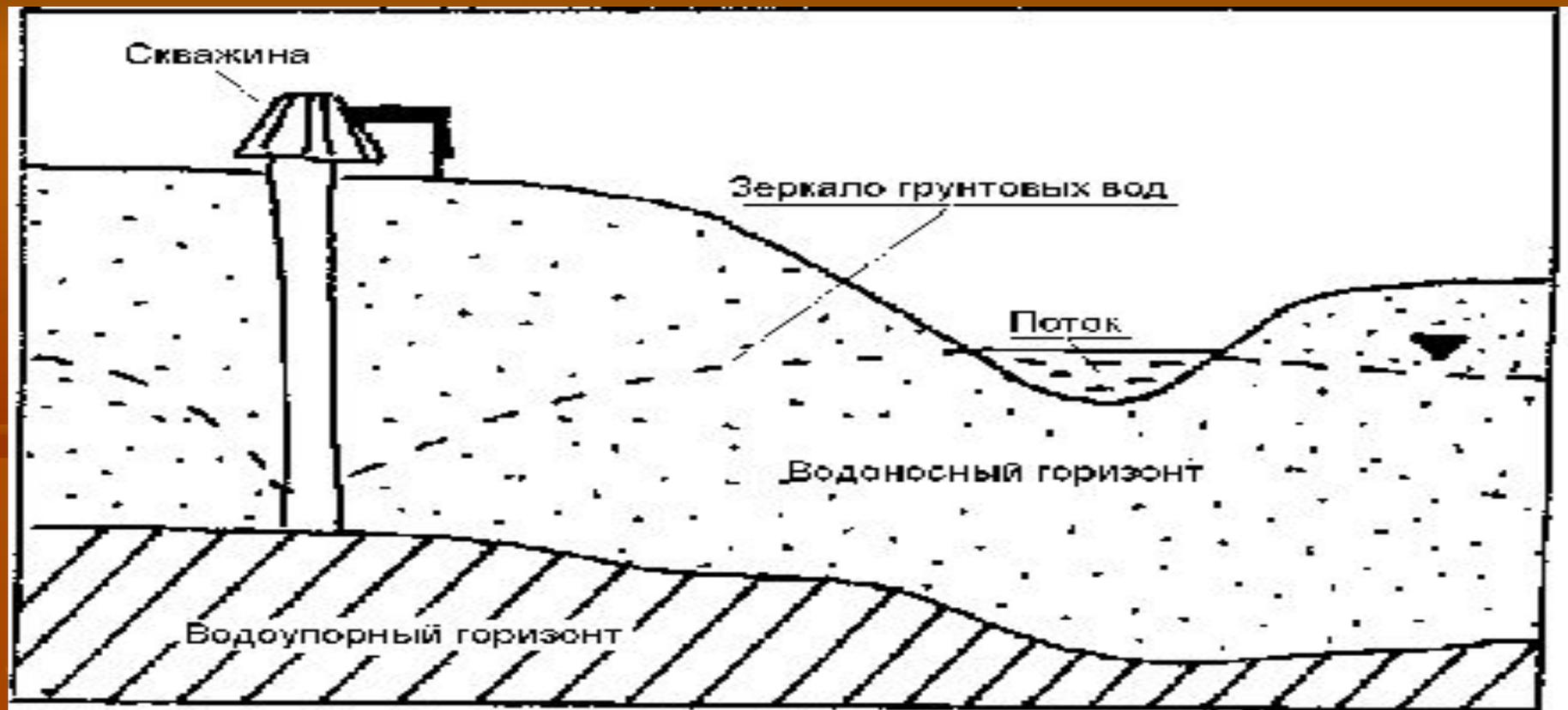
- **Грунтовые воды** — воды первого от поверхности постоянного водоносного горизонта, расположенного на первом водоупорном слое, не перекрытом водонепроницаемой породой.

Схема залегания грунтовых вод.

а — грунтовой поток, б — грунтовой бассейн.



Область питания грунтовых вод совпадает с областью



Область питания грунтовых вод совпадает с областью распространения водопроницаемых пород.

Верхняя граница зоны насыщения называется *уровнем* или *зеркалом грунтовых вод*.

Порода, насыщенная водой, называется *водоносным горизонтом*.

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

1. **тундровая** зона ультрапресных вод — зеркало находится близко от дневной поверхности или сливается с ней;
2. **лесная** зона пресных высокостоящих вод — грунтовые воды залегают на глубине 1,5—4 м;
3. **степная** зона слабоминерализованных и глубокозалегающих вод — грунтовые воды залегают на глубине до 20 м и имеют гидрокарбонато-кальциевую минерализацию от 0,5 до 1,0 г/л, а на междуречьях — хлоридную и хлоридно-сульфатную минерализацию от 8 г/л;

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

4. зона солевых глубокозалегающих грунтовых вод и транзитных потоков пресных вод **полупустынной и пустынной зон** — основная масса грунтовой воды засушливых зон — представлена миграционными потоками, поступающими из районов с иными природными условиями;
5. зона слабоминерализованных и глубокозалегающих вод **тропических степей и саванн** — грунтовые воды залегают на глубине от 15 до 50 м;

СЕМЬ ОСНОВНЫХ ЗОН ГРУНТОВЫХ ВОД

6. зона высокостоящих и пресных грунтовых вод экваториальных лесов — при избыточном атмосферном увлажнении и обилии поверхностных водоемов в зоне гилей грунтовые воды стоят высоко;
7. зона подземных вод областей многолетней мерзлоты Северной Азии и Северной Америки — определяющую роль играют специфические тепловые условия за последнее геологическое время, а не величина увлажнения территории.

Зона насыщения

- **Водоносные горизонты.**
Заключенные между двумя водоупорными слоями называются **межпластовыми**
- **Межпластовые воды отличаются от грунтовых тем, что межпластовый водоносный грунт перекрыт с поверхности водоупорной кровлей**

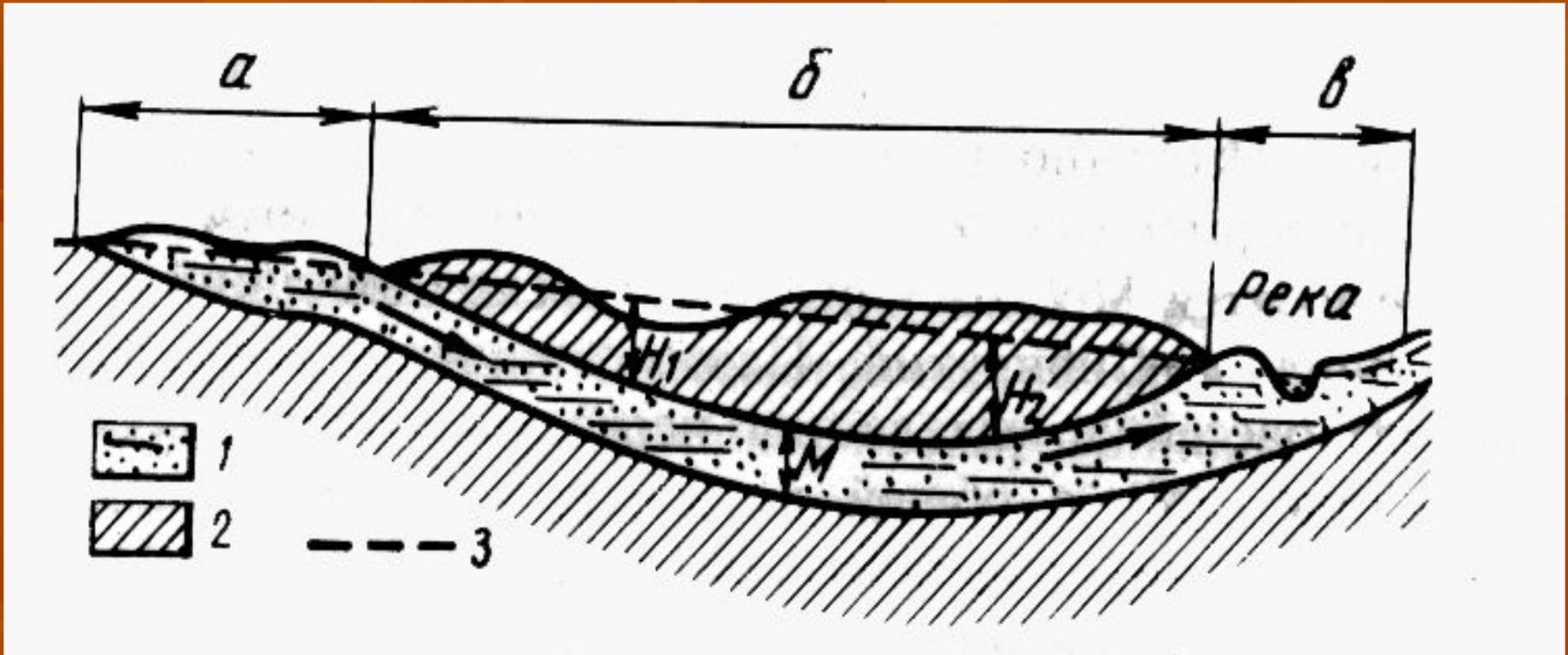
Межпластовые воды

- **Ненапорные** (нисходящие) межпластовые воды насыщают водоносный пласт частично и стекают по уклону так же, как и грунтовые.
- Напорные (восходящие) межпластовые воды залегают в тектонических структурах, вогнутых (мульдообразных) или наклонных пластах. Их обычно называют **артезианскими** по названию французской провинции Артуа, где в 1126 г. впервые в Европе неожиданно при бурении скважин были вскрыты фонтанирующие воды

Артезианские воды

- В них сосредоточена основная масса подземных вод материков
- В РФ известно около 70 артезианских бассейнов, самый крупный на Земле Западно-Сибирский бассейн площадью 3 млн км².
- Артезианские бассейны обнаружены на всех материках и во всех природных зонах.
 - **В области питания** водоносный горизонт имеет свободную поверхность и питается грунтовыми водами.
 - **В области напора** вода при наличии скважины может подняться выше уровня водоносного горизонта или фонтанировать.
 - **В области разгрузки** вода выходит на поверхность, переходит в грунтовые воды или непосредственно питает реки.

Схема артезианского бассейна



а - область питания; б - область напора; в - область разгрузки; H_1 , H_2 - величина напора; 1 - водоносный горизонт, 2 - водоупорные породы, 3 - пьезометрический уровень напорных вод

Артезианские воды

- Некоторые участки артезианских бассейнов находятся ниже уровня моря.
- **Подземные воды**
 - холодные при температуре до 20°C
 - теплые, или субтермальные, при 20-37° С
 - термальные при 37-42° С
 - горячие, или гипертермальные, выше 42°C.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ

Минеральными называются подземные воды, обладающие биологически активными свойствами, оказывающими физиологическое воздействие на организм человека и используемые в лечебных целях.

Углекислые

Водородные

Радоновые

Бромистые

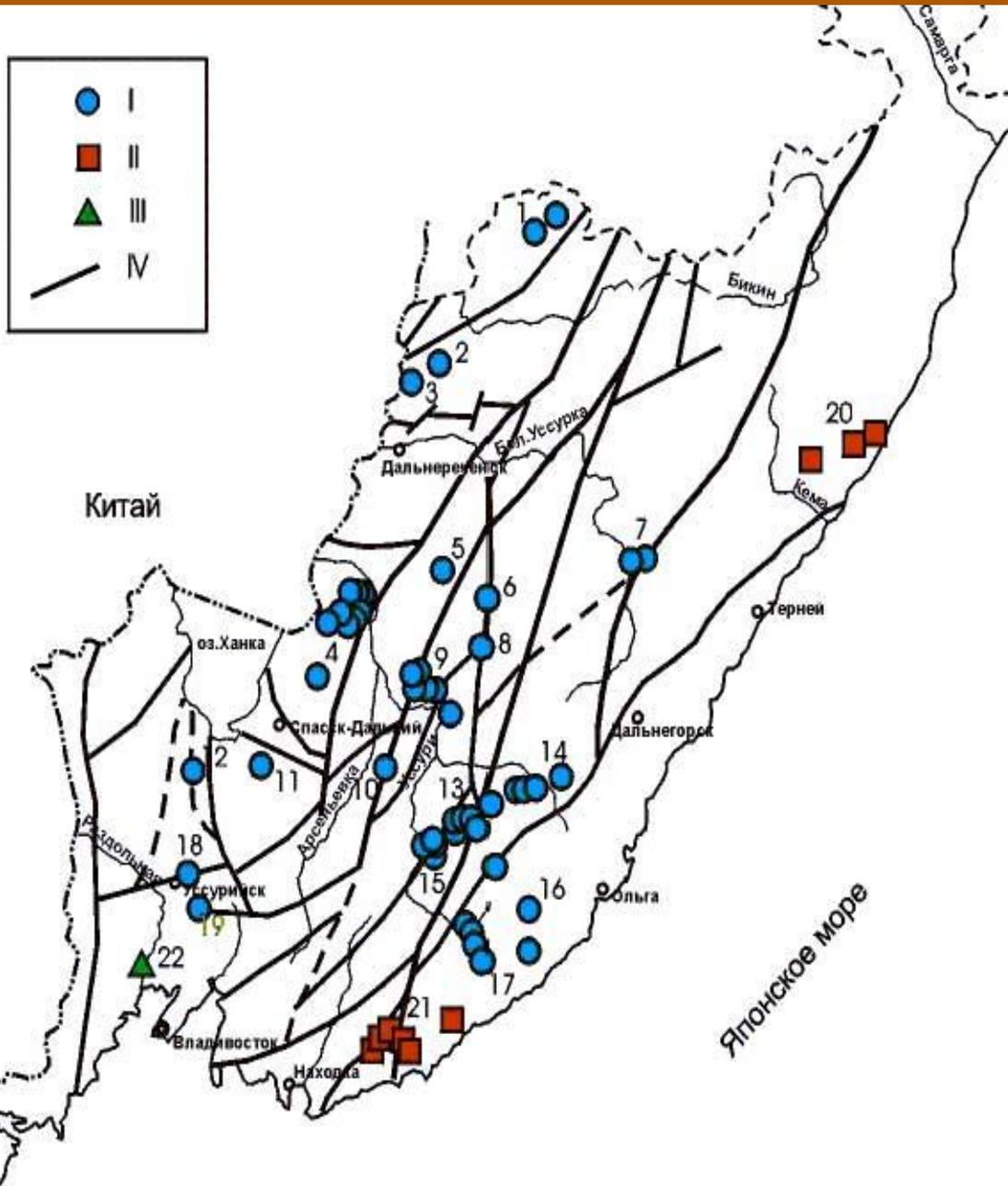
Железистые

Минеральные воды Приморья

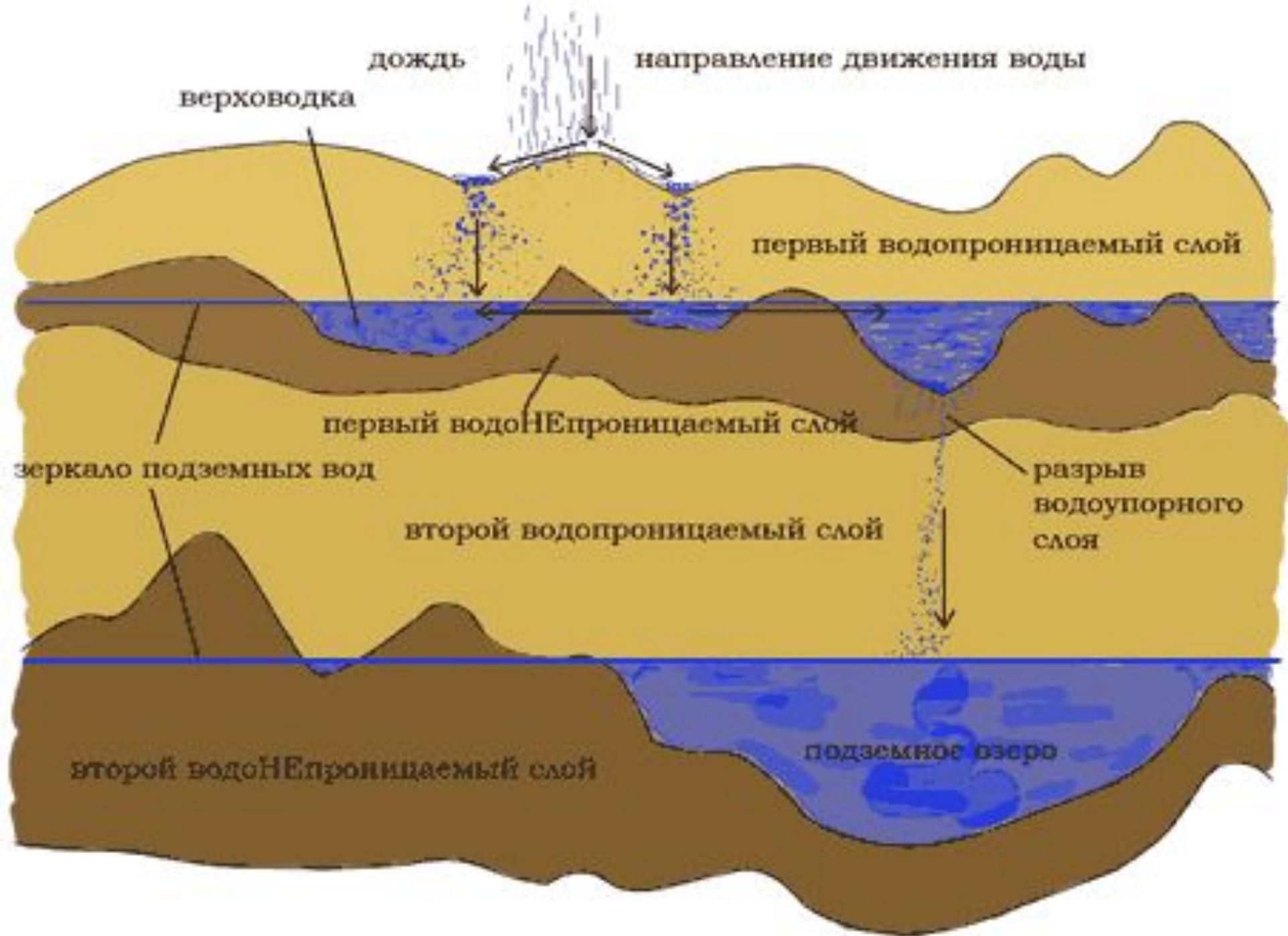
I - углекислые воды

II - азотные воды

III - соленые воды



II - азотные воды III - соленые воды



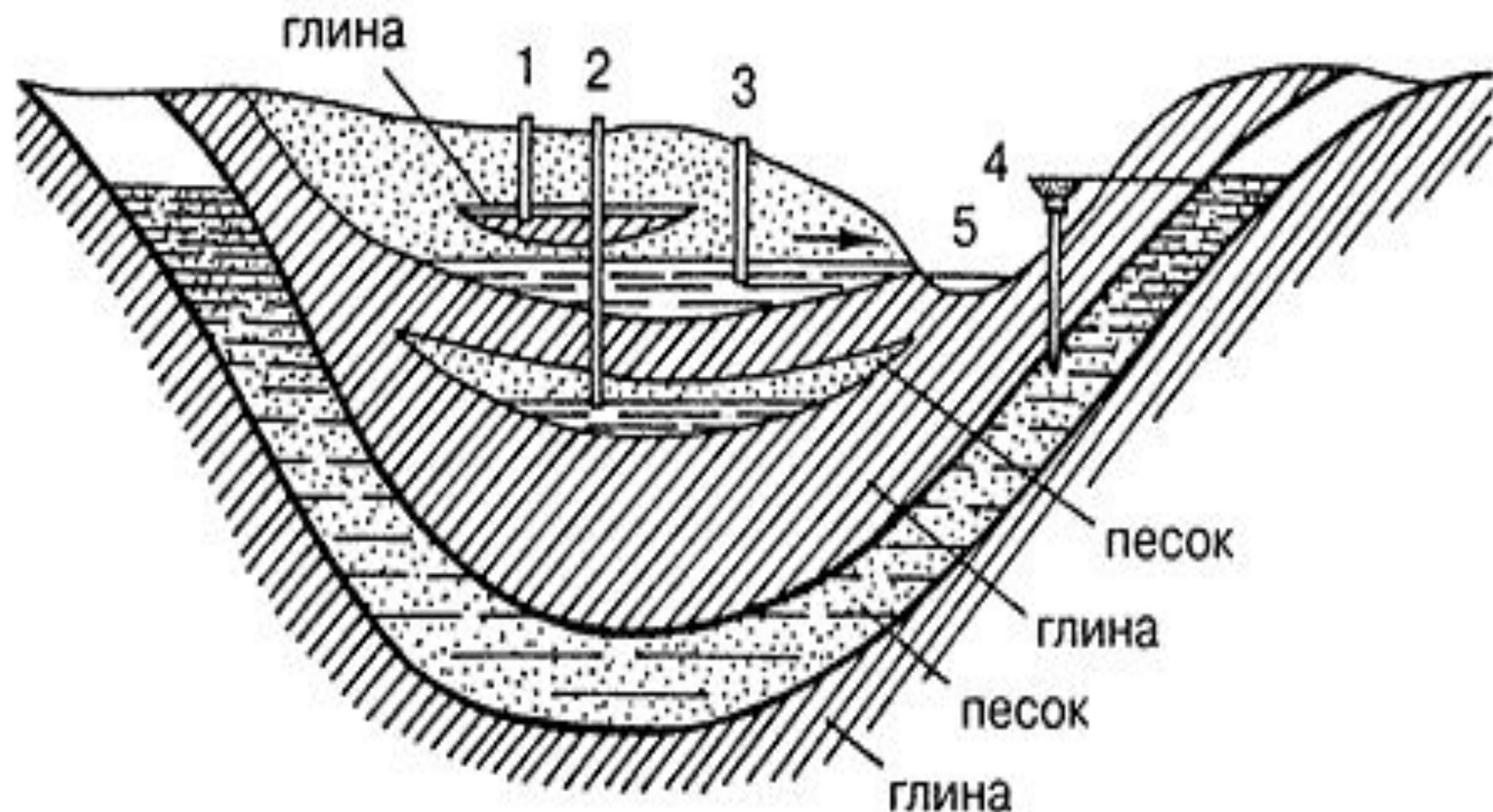


Схема залегания подземных вод: 1 — верховодка; 2 — межпластовые безнапорные воды; 3 — грунтовые воды; 4 — межпластовые напорные воды; 5 — поверхностный водоем

Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах

- **Трещинные воды** - содержащиеся в трещинах и небольших пустотах горных пород.
- Воды, циркулирующие по трещинам магматических пород называют **трещинножилыми**, а воды, содержащиеся в трещинах и пустотах осадочных пород, — **трещиннопластовыми**.

Карстовые воды

- Воды, приуроченные к подземным каналам и большим пустотам, образующиеся в результате выщелачивания водами осадочных горных пород, называют **карстовыми**

Особенности карстовых вод

1. воды пресные, обычно ненапорные грунтового типа, как правило, имеют связь с поверхностными водотоками, из-за отсутствия водоупорной кровли часто легко загрязняются
2. режим вод крайне неустойчивый, наблюдаются очень резкие колебания уровня, расхода и температур. Глубина водной поверхности изменяется от 30 до 100 м;
3. связь карстовых вод с водами рек очень своеобразна: реки исчезают в закарстованных породах и, появляясь вновь, образуют мощные родники;
4. движение вод сложное и разнонаправленное: в области питания вод — вертикальное, а в зоне полную насыщения — горизонтальное, по уклону пластов к участкам разгрузки

Карстовые воды

- Благодаря растворяющей деятельности воды внутри карстующихся пластов образуются пещеры
- Крупнейшие пещеры мира- Хеллох в Швейцарии (лабиринт длиной 78 км) и Мамонтова на западном склоне Аппалачей (свыше 71 км)



*Медвежья пещера
Сафари парк*





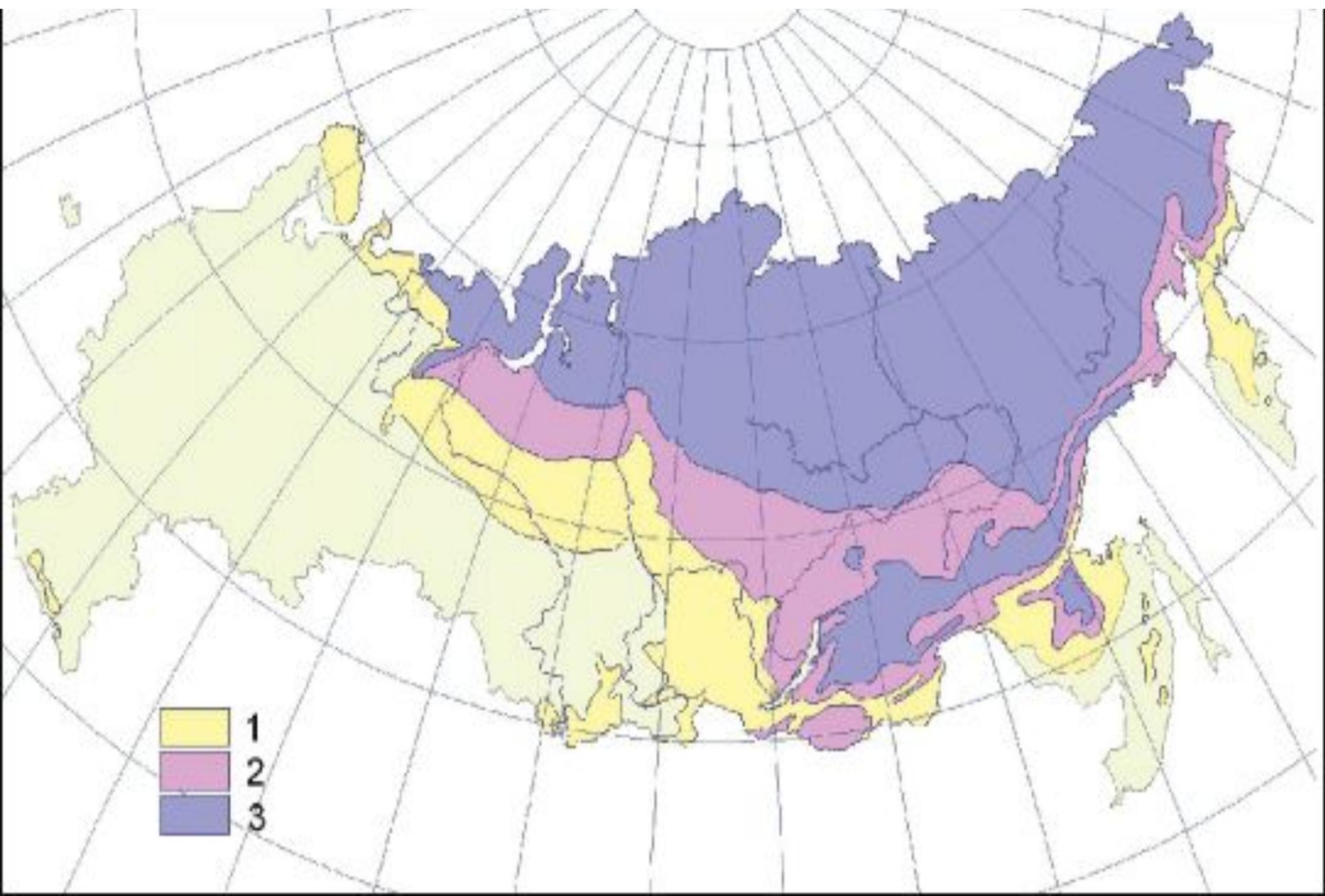


佛手
Buddha's Hand

Подземные воды зоны многолетней мерзлоты

- Слои пород с отрицательной температурой называются многолетнемерзлыми слоями, многолетней, “вечной” мерзлотой (14% суши)
- Мощность слоя многолетней мерзлоты от 1—2 до нескольких сотен метров.
- Максимальная 1500 м, обнаружена в верховьях р. Мархи в Восточной Сибири.

ЗОНА ОСТРОВНОГО (1) , ПРЕРЫВИСТОГО (2) И СПЛОШНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



Вечная мерзлота

- Выше многолетнемерзлого слоя располагается слой сезонной мерзлоты, оттаивающей в теплое время года - **деятельный, или активный**.
- Если слой многолетней мерзлоты ежегодно смыкается со слоем сезонного промерзания, то многолетняя мерзлота называется **сливающейся**; если указанного соединения не наблюдается, мерзлота называется **несливающейся**.

Подземные воды зоны многолетней мерзлоты

- Надмерзлотные
- Межмерзлотные
- Подмерзлотные.

Надмерзлотные воды

- Надмерзлотные воды залегают на толще многолетней мерзлоты как на водоупоре.
 - **сезонно промерзающие** (верховодка) - находятся только в пределах деятельного слоя
 - **сезонно частично промерзающие** - у которых только верхняя часть расположена в активном слое
 - **сезонно не промерзающие** - залегающие ниже слоя сезонного промерзания.

Надмерзлотные воды

- В холодный период года частично промерзающие, надмерзлотные воды, расширяясь при замерзании, могут образовать подземный наледный бугор. В отдельных случаях происходит разрыв деятельного слоя почв и грунтов, и часть надмерзлотных вод изливается на поверхность, где и застывает в виде **наледи**.

Межмерзлотные воды

- Встречаются в жидкой и твердой фазе, чаще всего в твердой фазе в виде пластов, линз, жил и т. д.
- Обычно не подвержены сезонному промерзанию и оттаиванию
- В жидкой фазе имеют водообмен с над- и подмерзлотными водами; обычно связаны с подрусловыми потоками, с водами рек и озер; в большинстве случаев существуют за счет восходящих подмерзлотных вод, обладают напором.
- Нередко выходят на поверхность в виде родников, дебитом в десятки и сотни кубических метров в секунду (например, источники Алданского и Верхне-Колымского массивов)

- **Подмерзлотные артезианские воды** имеют широкое распространение, по минерализации — от пресных, используемых для водоснабжения (Якутск, Вилюйск), до рассолов.
- Надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды взаимодействуют под долинами крупных рек и в котловинах озер, т. е. там, где многолетняя мерзлота отсутствует.
- Пресные межмерзлотные и подмерзлотные воды используются для водоснабжения, минерализованные, термальные подмерзлотные воды — в бальнеологии.

СТРОИТЕЛЬСТВО В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ



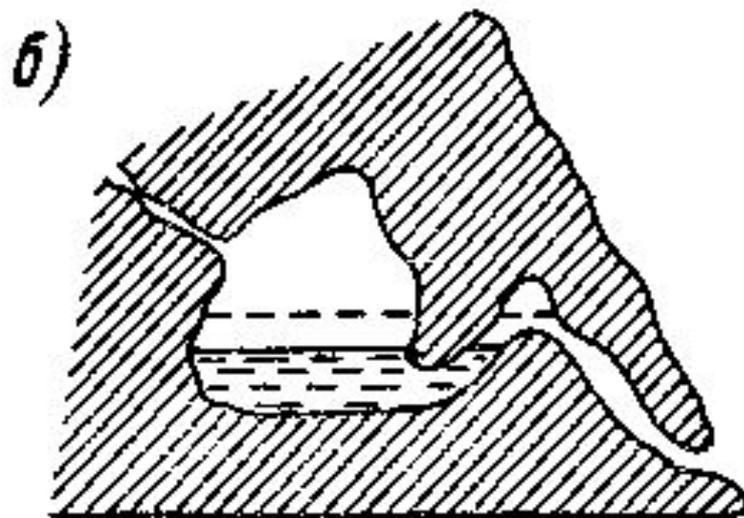
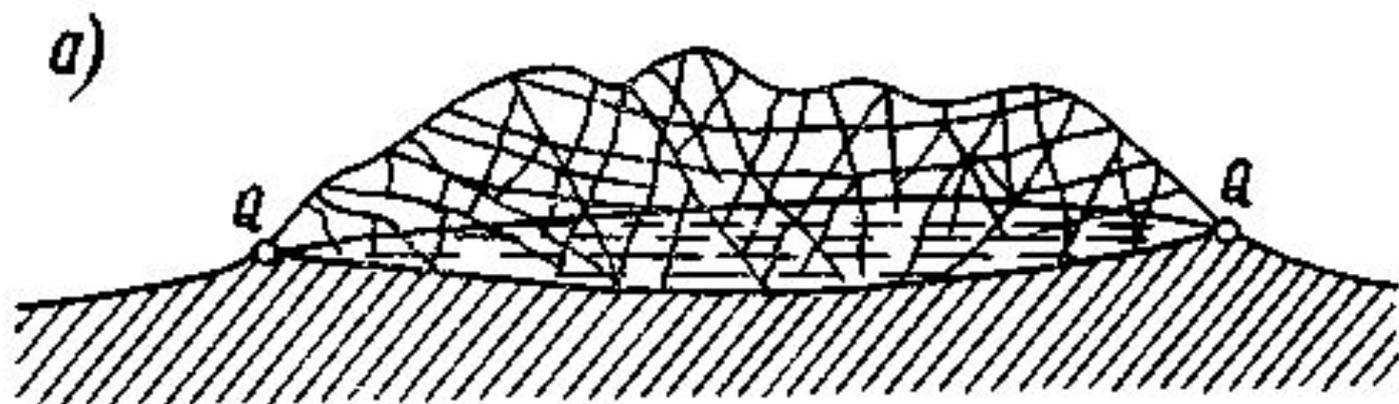
Родники (источники)

- Естественные выходы подземных вод на дневную поверхность
- Наибольшее количество воды дают источники, связанные с трещиноватыми и закарстованными породами.

Родники

- **Переливные** источники представляют собой выходы грунтовых вод из водоносного горизонта, залегающего на вогнутой поверхности водоупора. Режим этих источников неустойчив; с падением уровня дебит источника быстро уменьшается и наоборот.
- Для **перемежающихся, или сифонных**, источников характерно наличие резервуара — пещеры, в которой накапливается вода, и отводного канала в форме сифона. Источник действует только тогда, когда вода в резервуаре достигает уровня верхнего колена сифона.

Переливной (а) и сифонный (б) источники



По гидравлическим особенностям выделяют родники

- **Нисходящие** (ненапорные)
 - питаются грунтовыми водами
 - обычно приурочены к осадочным породам, выходят в долинах рек и на склонах
 - могут пересыхать или перемерзнуть.
- **Восходящие** (напорные)
 - часто наблюдаются в зонах разломов и на склонах различных артезианских бассейнов и речных долин

Родники

- **По минерализации**
 - Солоноватые
 - Соленые
 - Рассольные
- **По химическому составу**
 - Гидрокарбонатные
 - Сульфатные
 - хлоридные

Родники

- **По газовому составу**

- Метановые
- Сероводородные
- Радоновые
- Углекислые
- азотные и др.

- **По температуре**

- Холодные
- Теплые
- термальные

Родники

- По геоморфологическим и геоструктурным признакам различают родники
 - равнинных областей
 - предгорий и конусов выноса
 - горно-складчатых областей
 - областей многолетней мерзлоты
 - районов молодой вулканической деятельности

Родники областей многолетней мерзлоты

- **Нисходящие** - холодные, приуроченные к надмерзлотным водам, действуют только летом, дебит их невелик
- **Восходящие** - питающиеся подмерзлотными водами. Являются очагами разгрузки артезианских вод, имеют значительный дебит, различную минерализацию и температуру. (например, температура родника Талого вблизи Магадана 92° С).

Родники районов молодой вулканической деятельности

- Наиболее типичны — **гейзеры** — источники, периодически выбрасывающие фонтаны горячей воды и пара с температурой до 185°C , приурочены к областям недавнего или современного вулканизма, где магматические очаги расположены неглубоко
- Районов с гейзерами на Земле немного: Камчатка, Исландия, Северная Америка, Япония, Новая Зеландия

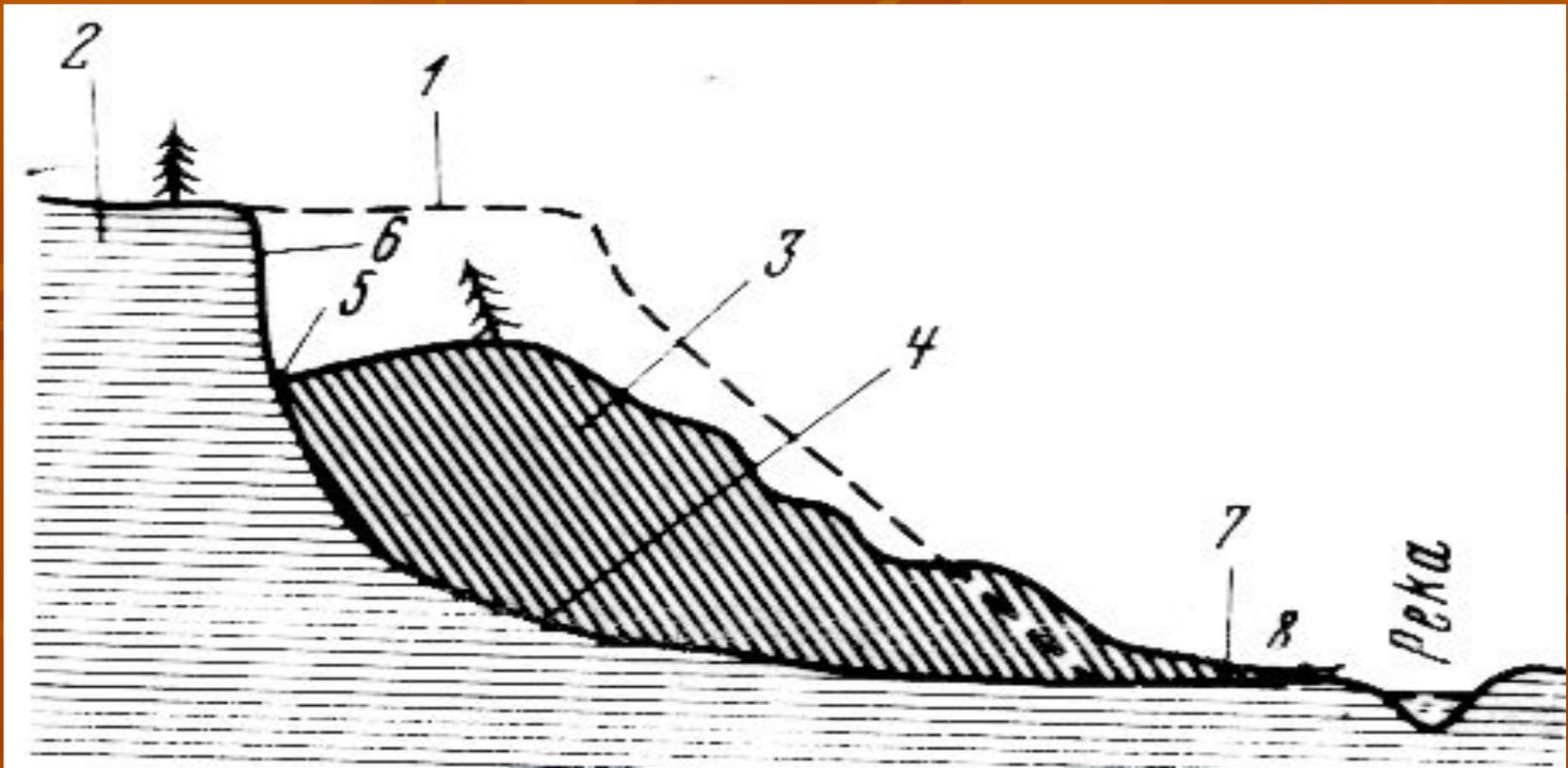
Роль подземных вод в физико-географических процессах

- Оползни
- Суффозия
- Карст
- Заболачивание
- Участвуют в питании рек и озер, являясь при этом самой устойчивой частью стока

Оползни

- Оползни представляют собой скользящее смещение грунтов по склону в той части, где они находятся в состоянии неустойчивого равновесия
- Образуются на склонах речных долин, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами
- Распространены по берегам больших рек — Волги, Днепра, Дона и др.

Оползни



1 - первоначальное положение склона, 2 - ненарушенный склон, 3 - оползневое тело, 4 - поверхность скольжения, 5 - тыловой шов, 6 - надоползневой уступ, 7 - подошва оползня, 8 - источник



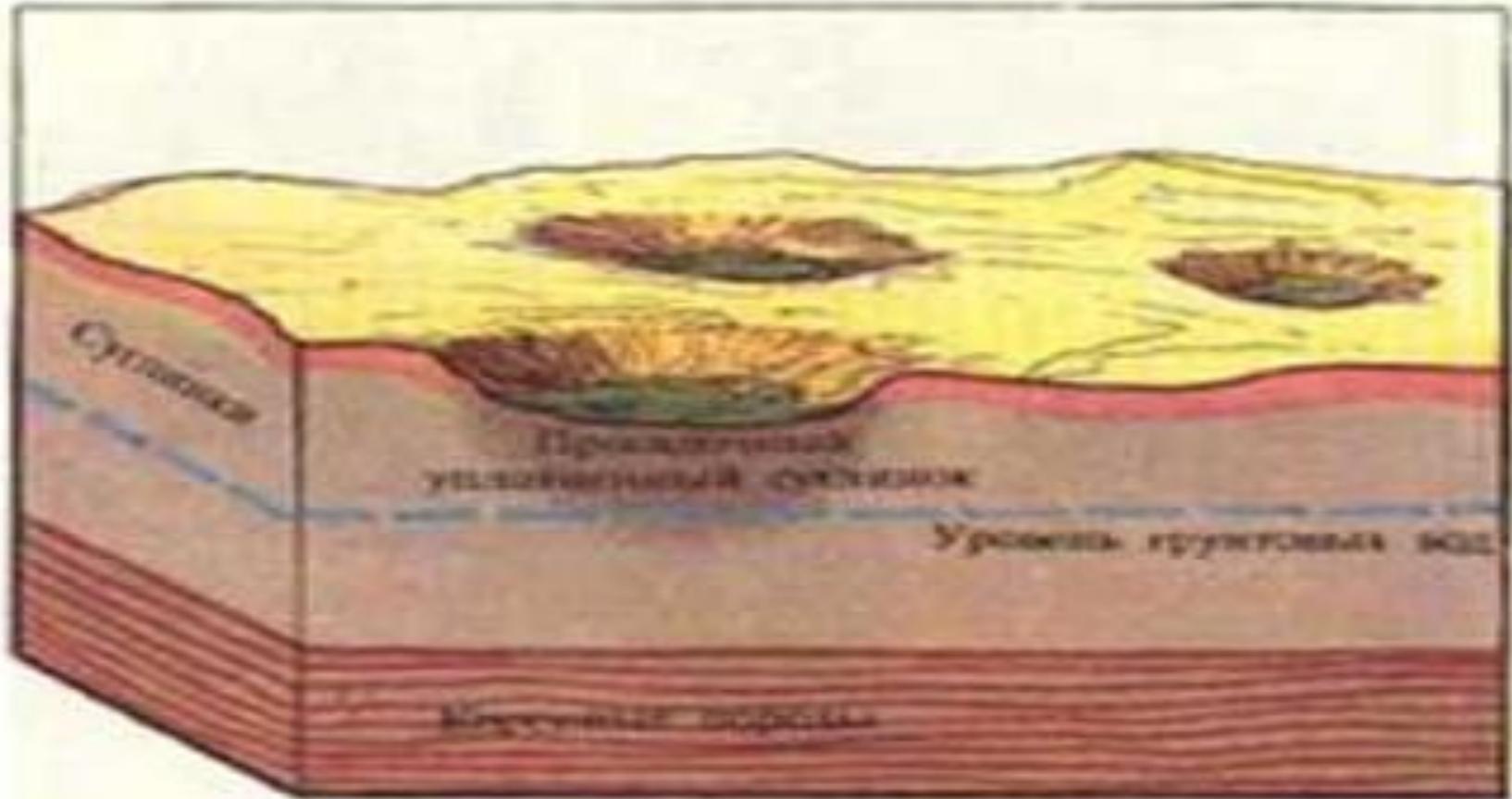
Оползни



Суффозия

- Суффозия (от лат. *suffosio* — подкапывание) — явление размыва и выноса мелких минеральных частиц и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород, обуславливающее оседание покрывающих эти породы поверхностных слоев грунта.
- По пути следования подземного потока возникают каналобразные ходы («водные жилы»), пустоты. По мере их увеличения рыхлая водоносная порода и покрывающие ее поверхностные слои проседают.
- Явление суффозии широко распространено в лёссовых равнинах засушливой зоны — на Украине, в Западной Сибири.

Суффозия



Карстовые явления

Карстовые явления распространены в местах залегания легкорастворимых горных пород: известняков, доломитов, гипса, поваренной соли. В результате выщелачивания поверхностными и движущимися подземными водами в глубине пород возникают обширные трещины, пустоты и пещеры, а на поверхности образуются углубления, воронки, замкнутые котловины, карстовые колодцы, создающие особую форму земной поверхности.

