

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»
Геолого-географический факультет
Кафедра геологии и географии**

**Дисциплина:
Гидрогеология**

К.Т.Н., доцент

Меженная Ольга Борисовна

Гомель 2018

Тема 11. Подземные воды области распространения многолетнемерзлых пород (криолитозоны)

- 1 Основные типы подземных вод области распространения ММП
- 2 Криогенное преобразование гидрогеологических структур

1. Основные типы подземных вод области распространения ММП

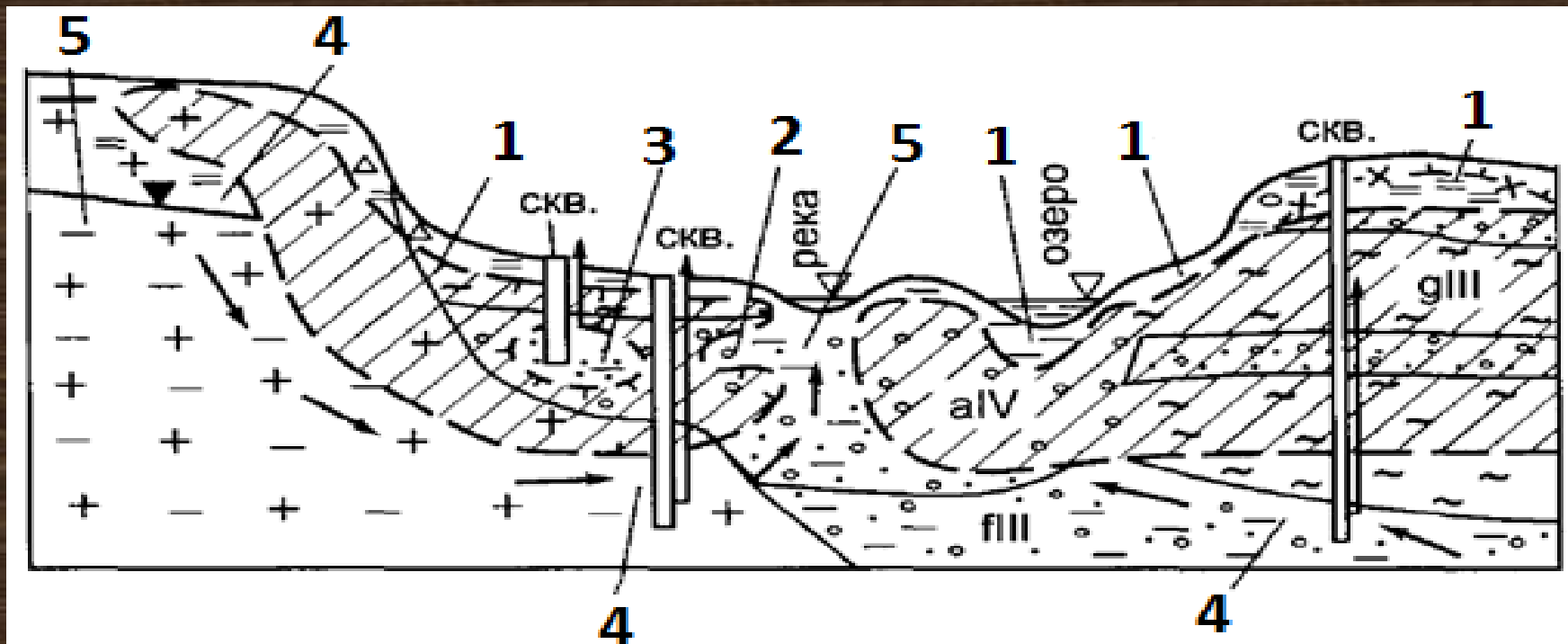
- *Многолетнемерзлыми породами (ММП)* называются горные породы, имеющие отрицательную или нулевую температуру, содержащие воду в кристаллическом состоянии (в виде льда) и сохраняющиеся в таком состоянии в течение многих лет, веков и тысячелетий.

- Горные породы, промерзавшие в сухом состоянии и не содержащие в связи с этим льда, называются **морозными**.
- Мощность многолетнемерзлых пород изменяется от первых метров вблизи южной границы их **распространения до 100—700 м** в северных районах.
- **Разрез толщи** многолетнемерзлых пород может быть практически **сплошным или слоистым**, содержащим талые ($t > 0^{\circ}\text{C}$) слои или слои охлажденных пород с криогалинными водами.

- Основные особенности гидрогеологических условий районов ММП являются следующие:
- 1) в пределах области распространения ММП значительный **объем свободных гравитационных подземных вод** постоянно находится **в *твердом состоянии*** и тем самым исключается из общего круговорота воды в литосфере;
- 2) **мерзлые горные породы** с температурами ниже 0°С являются ***непроницаемыми*** для свободных гравитационных подземных вод (за исключением криогалинных) и могут рассматриваться в качестве ***криогенных водоупоров***.

- 3) распространение практически с поверхности земли до глубин 200—300 м, а в ряде случаев до 1000 м и более непроницаемых мерзлых пород с температурами ниже 0°C приводит к резким изменениям гидродинамических, гидрохимических и гидротермических условий формирования всех типов подземных вод, определяя **глубокое "криогенное" преобразование гидрогеологических структур.**

- Классификация подземных вод области ММП
- 1. по условиям залегания подземных вод относительно толщи многолетнемерзлых пород были выделены:
 - 1. надмерзлотные, 2 межмерзлотные, 3. внутримерзлотные, 4. подмерзлотные 5. воды сквозных таликовых зон.



- В качестве основных **подтипов надмерзлотных вод** рассматриваются воды
 1. сезонно-талого слоя (СТС) и
 2. воды несквозных таликов.
- **Питание подземных вод СТС** (в летний период) происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и конденсации водяного пара.
- Эти воды характеризуются **низкой минерализацией** (от 10—15 до 200—250 мг/л, реже более) и преимущественно гидрокарбонатным составом.

- Воды с относительно **более высокой минерализацией** (2,0—3,0 г/л и более) сульфатно-хлоридного и хлоридного состава в условиях СТС могут быть связаны с
 1. участками разгрузки более глубоких (**межмерзлотных, подмерзлотных**) подземных вод;
 2. с элювиально-делювиальными отложениями, формирующимися на гипс-ангидритовых толщах или загипсованных карбонатных породах;
 3. с участками континентального засоления;
 4. с отложениями современных и верхнечетвертичных морских террас;
 5. с участками интенсивного антропогенного загрязнения вод СТС.

- **Талик** — участок незамерзающей породы среди вечной мерзлоты, распространяющийся вглубь от поверхности или от слоя сезонного промерзания. Различают *сквозные* талики, пронизывающие толщу вечной мерзлоты насквозь, и *несквозные* или *ложные*, то есть замкнутые снизу.
- Слово «талик» («talik») вошло в международную географическую терминологию.

- Талики могут быть различного происхождения, в частности:
- *Радиационно-тепловые талики* — образуются в результате отепляющего воздействия таких природных факторов, как повышенная солнечная радиация (*радиационные талики*), скапливание толстого слоя снега (*тепловые талики*) или инфильтрация атмосферных осадков (*дождевально-радиационные талики*).
- Талики этих типов существуют в основном вдоль южной границы зоны вечной мерзлоты.

- *Гидрогенные талики* — существуют вследствие отепляющего влияния рек (*подрусловые и пойменные талики*), морей (*субмаринные талики*), озёр (*подозёрные талики*) и других водоёмов.
- Гидрогенные талики обнаруживаются по всей зоне вечной мерзлоты.
- *Вулканогенные талики* — образуются в результате вулканической активности.
- *Техногенные талики* — обязаны своим существованием деятельности человека.

- По условиям залегания подземные воды субаэральных несквозных таликов являются, как правило, **грунтовыми безнапорными**;
- по характеру режима — **постоянно** (в течение длительного времени) **существующими непромерзающими** или **частично промерзающими**.
- **Мощность** подрусловых и подозерных несквозных таликов может достигать **40—50 м и более**.

- Режим надмерзлотных подземных вод определяется их относительно неглубоким залеганием и **тесной связью с поверхностными водами.**
- Для вод СТС он в решающей степени определяется **режимом промерзания и оттаивания горных пород.**
- Специфической особенностью гидродинамического режима надмерзлотных вод является формирование ***криогенного напора*** - давление, возникающее в результате замерзания и оттаивания воды в грунтах.

- Подземные воды **СКВОЗНЫХ ТАЛИКОВ.**
- **СКВОЗНЫМИ** называются талики и таликовые (талые) зоны, "пронизывающие" (прорывающие) всю толщу многолетнемерзлых пород от их кровли до подошвы.
- По температурному режиму подземные воды сквозных таликов подразделяются на "теплые" с температурами выше 0°C и "холодные" **криогалинные**, сохраняющиеся в жидком состоянии (при $t < 0^{\circ}\text{C}$) в связи с их относительно высокой минерализацией.

- Сквозные талики подразделяются на **водопоглощающие** (участки нисходящего "поверхностного" питания) - класс инфильтрационных (инфлюационных) сквозных таликов -
- и "**водовыводящие**", с которыми связана в общем случае восходящая разгрузка подземных вод- класс напорно-фильтрационных.
- Характерными проявлениями, связанными с участками разгрузки подземных вод по таликам напорно-фильтрационного и других типов, являются **полыньи** и **наледы**.

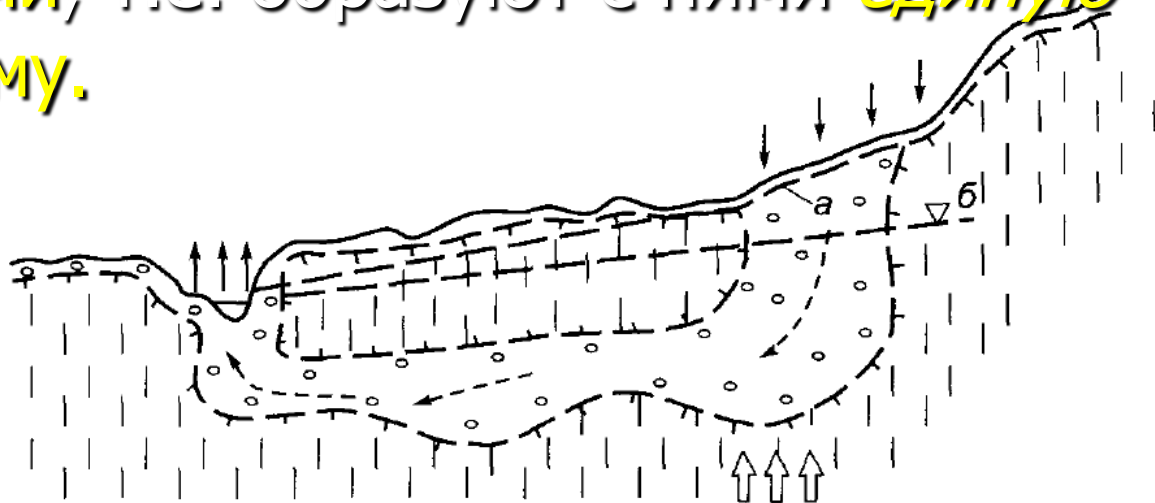
- **Полыньями** называются не замерзшие в зимний период (свободные от льда) участки русел рек или поверхности озер, связанные обычно с отепляющим воздействием сосредоточенных субаквальных выходов подземных вод.
- **Наледи** представляют собой ледяные тела плоской формы, образующиеся в зимний период на поверхности земли или льда в связи с изливаниями подземных, речных, озерных, морских или техногенных вод.

- **Гидролакколиты** — бугры вспучивания, образовавшиеся в зоне вечной мерзлоты, ядро которых состоит либо из сплошной л инзы льда, либо из переслоенного льдом мерзлого грунта высотой до 25—40 м и более.

Различаются два генетических типа Г.:

- **забайкальский**, возникающий на месте выхода подземного источника, и **якутский**, образующийся на дне озерной впадины или заболоченного понижения при промерзании.

- **Межмерзлотные и внутримерзлотные** подземные воды.
- **Межмерзлотными** называются подземные воды, связанные с водоносными слоями, зонами трещиноватости или закарстованности и т.д., ограниченными (условно) сверху и снизу толщами ММП.
- Межмерзлотные воды имеют гидравлическую связь с надмерзлотными или подмерзлотными подземными водами, т.е. образуют с ними **единую** водоносную систему.



- По условиям залегания и формирования межмерзлотные воды обычно образуют **ПОТОКИ** **пластовых, трещинно-жильных, трещинно-карстовых** и других подземных вод.
- **Внутримерзлотными** называются подземные воды, залегающие изолированно внутри толщи многолетнемерзлых пород (участки слоев, линзы, локальные зоны трещиноватости и др.), не имеющие гидравлической связи с другими категориями подземных вод.

- *Внутримерзлотные* воды, ограниченные со всех сторон ММП и характеризующиеся в связи с этим "*застойным*" режимом, должны быть по своей природе главным образом *холодными (криогалинными)*.
- Внутримерзлотные пресные и слабоминерализованные воды с положительными температурами образуют с ММП *термодинамически неустойчивую систему*.

- **Подмерзлотными** называются подземные воды, залегающие ниже подошвы ММП.
- В зависимости от строения разреза и типа водовмещающих пород они **могут быть различными**:
 - межпластовые поровые воды,
 - трещинные,
 - трещинно-карстовые.

- По отношению к толще ММП подмерзлотные воды подразделяются на
- *контактирующие*, для которых подошва ММП является верхним водоупором, и
- *неконтактирующие*, к которым обычно относятся все глубокие воды гидрогеологического разреза, залегающие ниже подошвы ММП и в общем случае изолированные от ММП пластами и толщами слабопроницаемых пород.

- Минерализация и химический состав могут меняться в широком диапазоне:
- от **пресных** и слабоминерализованных гидрокарбонатного состава до **высокоминерализованных** хлоридных вод и **рассолов** с концентрацией до 200—300 г/л и более.
- Температура - от 0 до -12°C.

2 Криогенное преобразование гидрогеологических структур

- Криогенное преобразование артезианских бассейнов (АБ)
- При островном распространении ММП гидродинамическая система АБ не претерпевает существенных изменений.
- В условиях **массивно-островного распространения** ММП (Ангари-Лонский АБ) криогенные водоупоры, формирующиеся в верхней части гидрогеологического разреза, весьма существенно **влияют** прежде всего на связь межпластовых горизонтов с верхней гидродинамической границей системы.

- Происходят значительные изменения величин и распределения **градиентов межпластовой фильтрации** – это приводит к существенным изменениям структуры потоков межпластовых вод верхних горизонтов и условий взаимодействия (направления движения, скорости, расходы) в системе поверхностные **воды—грунтовые воды—межпластовые воды**.

- При *сплошном* характере распространения ММП оценка степени криогенного преобразования АБ производится на основе **сравнения мощности ММП с мощностью пород осадочного чехла или с мощностью зоны пресных подземных вод** при наличии в разрезе бассейна двух или трех гидрогеохимических зон.

- При относительно **ограниченной мощности** (первые сотни метров) **осадочного чехла**, содержащего пресные подземные воды, **при глубинах промерзания больших, чем мощность чехла**, в пределах всего бассейна (или его краевых частей), возможно полное промерзание пластовой системы осадочного чехла с сохранением **подземных вод только в локальных зонах**, связанных с таликами различного типа.
- Ниже промороженных пород чехла **напорные подмерзлотные воды** могут быть связаны с **трещиноватыми или закарстованными породами фундамента**.

- Подобные гидрогеологические структуры называются в соответствии с принятой терминологией *криогенными постартезианскими бассейнами трещинных вод*.
- В этом случае система собственно артезианского типа не существует (полностью проморожена), и восстановление ее возможно только при деградации ММП.

- **Глубокое преобразование АБ** происходит при мощности ММП большей, чем мощность зоны пресных вод.
- При подобных условиях в АБ оказывается **полностью промороженной верхняя зона интенсивного водообмена**, содержащая пресные подземные воды, включая внутренние и внешние области питания артезианских вод.
- **Ниже подошвы ММП** в бассейнах этого типа распространены, как правило, **соленые воды и рассолы**, претерпевшие в той или иной мере криогенную метаморфизацию.

- Возможно наличие яруса межмерзлотных и внутримерзлотных криогалинных вод и яруса и подмерзлотных криогалинных вод и рассолов с температурами ниже 0°C. Подобные артезианские бассейны называются *криоартезианскими*.
- В так называемых *закрытых АБ сплошного глубокого промерзания* предполагается полное отсутствие современного "поверхностного" питания подмерзлотных вод, как в пределах собственно бассейна, так и его структурного обрамления.

- Большие напоры таких вод связаны только с **внутренними источниками питания** (элизионные процессы, поступление глубинных метаморфогенных и магмогенных флюидов через породы фундамента и др.) и **формированием криогенных давлений** (при промерзании).
- Непосредственно ниже подошвы ММП выделены обширные области с **аномально низкими пластовыми давлениями (АНПД)** подмерзлотных вод.

■ ***Криогенные преобразования гидрогеологических массивов***

- определяются характером прерывистости (распространением) мерзлых толщ по площади и соотношением мощности ММП с мощностью зоны экзогенной трещиноватости.
- **Промерзание** гидрогеологического массива, распространяясь **с поверхности**, захватывает в первую очередь **породы зоны аэрации, рыхлые водоносные отложения**, локально распространенные на поверхности массива, и при увеличении мощности мерзлоты — **водоносный горизонт зоны экзогенной трещиноватости**.

- **Движение** подземных вод в целом осуществляется **от центральных частей** междуречных пространств **к речным долинам** и периферии массива, формируя **систему местных потоков подмерзлотных трещинных вод.**
- Подмерзлотные воды массива могут иметь **относительно невысокую (300—500 мг/л) минерализацию** и преимущественно гидрокарбонатный состав.

- Крайняя степень криогенного преобразования массива соответствует условиям, когда мощность толщи ММП превышает (значительно) мощность зоны экзогенной трещиноватости.
- Подобные типы структур выделяются в настоящее время в качестве *криогидрогеологических массивов (КГМ)* сплошного глубокого и сверхглубокого промерзания.

- Возможно формирование только **локальных (линейно-локальных) потоков трещинно-жильных и трещинно-карстовых подземных вод** по зонам интенсивной трещиноватости и закарстованности (субмассивы), с которыми связано наличие сквозных и несквозных таликов различного типа.
- Вблизи подошвы мерзлых толщ характерно формирование так называемой зоны ***криогенной дезинтеграции*** (криогенной трещиноватости) горных пород, обусловленной многократно происходившими процессами промерзания и оттаивания.