

Лекция 11

11 Изучение таликов и взаимодействия подземных вод с многолетнемерзлыми породами

11.1 Особенности изучения таликов

Важнейшей задачей мерзлотной съемки является выяснение причин образования таликов, условий их существования и динамики, так как это позволяет не только дать правильную инженерно-геологическую и гидрогеологическую оценку территории, но также определить направления поиска таликовых зон и рациональную методику их изучения.

Основой для организации изучения таликов при мерзлотной съемке должна быть генетическая классификация таликов, разработанная Н.Н. Романовским. На основе классификации уже на первых этапах съёмочных работ устанавливаются основные типы и подтипы таликов, распространение которых возможно в пределах исследуемой территории. В зависимости от региональных особенностей, зонального и высотно-поясного положения района и климата, на основе анализа предыдущих исследований, дешифрирования аэрофотоснимков, с учетом известных закономерностей и мерзлотных и гидрогеологических условий намечаются места возможного распространения таликов, затем разрабатывается программа изучения различных типов таликов на ключевых участках и определяется необходимый комплекс методов. В результате исследований должны быть изучены:

- 1) природные, геологические и мерзлотные условия участков развития таликов;
- 2) гидрогеологические особенности таликов.

Рассмотрим особенности изучения различных типов таликов

Поиск и изучение радиационных и тепловых таликов основан на изучении закономерностей формирования средних годовых температур пород. В соответствии с этим могут быть выделены типы ландшафта, где существуют благоприятные условия для радиационных и тепловых таликов, затем эти ландшафты детально изучаются на ключевых участках для определения параметров таликов таких, как границы распространения, условия залегания, геологическое строение, температурный режим и др. Для этой цели применяются геофизические методы, бурение скважин, термометрия, гидрогеологические наблюдения и т.д. В дальнейшем для изучения динамики таликов надо определить изменчивость природных факторов в зависимости от известных природных ритмов (как короткопериодных, так и длиннопериодных).

Динамика таликов радиационно-теплого типа связана главным образом с изменением условий теплообмена на поверхности земли. При мерзлотной съемке необходимо фиксировать признаки расширения площади радиационно-тепловых таликов или их промерзания. Так расширение таких таликов может устанавливаться по появлению «несливающейся» мерзлоты. На возможное уменьшение площади таликов может указывать появление по его периферии маломощного «карниза» многолетнемерзлых пород или перелетков и линз маломощных многолетнемерзлых толщ в контурах самого талика.

Особенности строения *подводно-тепловых и подоцерных* таликов изучаются с помощью буровых, геофизических и расчетных методов. Температурный режим на поверхности дна может быть получен по методике В.А.Кудрявцева. Конфигурация и мощность талика под озером могут быть приближенно определены по методу Д.В.Редозубова.

Приближенно мощность талика и время его формирования можно определить по формуле Стефана:

$$H = \sqrt{\frac{2\lambda t\tau}{Q_{\phi}}}$$

где H - мощность талика, м;

λ - теплопроводность дольных отложений в талом состоянии, $\text{кДж/м} \cdot \text{час}^\circ\text{C}$

$Q_{\text{ф}}$ - теплота фазовых переходов льда при оттаивании породы, кДж/м^3 ;

t - средняя годовая температура на поверхности дна, приблизительно принимаемая равной средней многолетней за период τ ;

τ - продолжительность оттаивания, час.

В соответствии с изложенным в ходе полевых работ должны быть получены следующие данные: глубина, размеры, температурный режим водоемов, температурный режим и мощность мерзлых толщ в береговых массивах, состав, свойства и условия залегания пород в таликовой зоне. Эти данные могут быть получены с помощью бурения, отбора проб пород и их лабораторного изучения, термометрии и геофизических методов. Для изучения закономерностей формирования таликов, в частности для выяснения причин их существования и динамики, полевые методы необходимо комплексировать с расчетными.

Подрусловые подводно-тепловые талики существуют вследствие отопляющего влияния руслового потока воды и инфильтрации поверхностных вод. В связи с этим закономерности их формирования и методика их изучения во многом сходны с таковыми для подозерных таликов.

Строение подрусловых таликов определяется глубиной, шириной, режимом, динамикой русла и историей развития долины.

Обнаружение подрусловых и пойменных таликов возможно на базе анализа ландшафтно-геоморфологической и геологической обстановки, новейших структур, мерзлотных и гидрогеологических условий. Благоприятными геологическими условиями существования таких таликов являются:

- 1) широкое распространение руслового аллювия;
- 2) выходы в днище долины трещиноватых, закарстованных, тектонических раздробленных хорошо водопроницаемых пород;

3) современные тектонические блоковые движения с большой относительной амплитудой смещения блоков;

4) наличие зон растяжения;

5) существование переуглубленных участков долин по опущенным блокам, заполненным крупнообломочными отложениями и т.д.

Водно-тепловые талики образуются в связи с конвективным теплообменом в массиве пород за счет движения подъемных вод. В зависимости от типа вод выделяют 3 подтипа таликов:

Грунтово-фильтрационные, в которых поток грунтовых вод движется по уклону в хорошо фильтрующих песчаных, гравийно-галечных и щебнисто-дресвяных отложениях. Нередко образование таких таликов происходит в результате совместного отепляющего влияния грунтовых вод и других природных факторов (радиационно-тепловых).

При съемке следует установить наличие и контуры грунтово-фильтрационных таликов, изменение по площади мощности талика и мощности водоносных и водоупорных талых отложений. Необходимо выполнить весь объем исследований, связанный с изучением температурного режима горных пород в зависимости от природных условий. Особое внимание должно быть уделено изучению режима грунтовых вод и влияющих на них атмосферных, поверхностных и надмерзлотных вод, поскольку именно этим в основном определяется динамика грунтово-фильтрационных таликов.

Напорно-фильтрационные талики формируются за счет восходящих потоков подмерзлотных вод и обычно приурочены к очагам разгрузки их по зонам тектонической трещиноватости. К выходам напорных подмерзлотных вод приурочены зоны распространения больших и гигантских наледей — тарынов, которые нередко предохраняют от промерзания подстилающие горные породы и способствуют сохранению мощных таликовых зон.

При мерзлотной съемке выход источника напорных вод в поймах и руслах рек можно установить по наледям, полыньям или гидрохимическим аномалиям.

Для изучения напорно-фильтрационных таликов необходимо:

1) установить связь в распределении таликов по территории с ее геологическим строением, новейшими или омоложенными тектоническими нарушениями, а также определить положение этих таликов в гидрогеологических структурах;

2) установить принадлежность разгружающихся вод с определенным водоносным горизонтом, комплексам или трещинным зонам, изучить их химический состав и температурный режим, изменение расходов во времени в течение года;

3) изучить положение напорно-фильтрационного талика в талой зоне. В южных районах криолитозоны такие талики, обычно, окружены радиационно-тепловыми таликами или сквозными грунтово-фильтрационными таликами. В суровых мерзлотных условиях к ним чаще всего приурочены несквозные грунтово-фильтрационные талики.

Инфильтрационные или инфлюационные талики, в которых подъемные воды имеют нисходящее, часто близкое к вертикальному направлению движения по водопроницаемым пластам, трещиноватым зонам, разрывным тектоническим нарушениям, раскарстованным зонам являются водопоглощающими и по ним происходит питание подземных вод глубокой циркуляции. Методика их изучения практически такая же как и напорно-фильтрационных.

Остальные типы таликов распространены значительно меньше и изучаются редко.

11.2. Особенности изучения подземных вод в области криолитозоны

Подземные воды влияют на залегание, распространение и мощность многолетнемерзлых пород их температурный режим и динамику, криогенное строение. Поэтому при мерзлотных исследованиях большое внимание уделяется изучению гидрогеологической обстановки в районе взаимодействия подземных вод и мерзлых пород.

Изучение и картирование подземных вод в зоне вечной мерзлоты в основном производится по общепринятой методике. При изучении подземных вод области многолетнемерзлых пород:

1) производится стратификация гидрогеологического разреза, т.е. устанавливается приуроченность вод к определенным литолого-стратиграфическим комплексам, горизонтам, трещиноватым зонам;

2) устанавливаются основные типы вод (пластовые, трещинные, карстовые, трещинно-жильные);

3) выявляются условия залегания водоносных горизонтов, водообильность, наличие напора вод и вызывающие его причины;

4) устанавливается пространственная взаимосвязь подземных вод и многолетнемерзлых толщ, т.е. подземные воды подразделяются по их отношению к мерзлым толщам;

5) изучается химический состав вод, их гидрохимическая (зональность и поясность, устанавливаются нарушения, вызванные многолетним промерзанием (частичное или полное промерзание зоны пресных вод, иногда и соленоватых вод, изменение химического состава и степени минерализации вод в связи с частичным их промерзанием);

6) исследуются условия питания, транзита и разгрузки вод, их режим в разных частях водоносных горизонтов, в том числе и обусловленном наличием мерзлых толщ, сезонным промерзанием и оттаиванием пород; выделяются гидродинамические зоны;

7) выясняется возможность использования подземных вод в народном хозяйстве; выясняется характер существующего водоснабжения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов;

8) выясняется характер обводненности месторождений полезных ископаемых в связи с особенностями их геологического и мерзлотного строения и условия борьбы с подземными водами при их промышленной разработке.

Основной единицей, которая картируется и изучается при мерзлотно-гидрогеологической съемке, является водоносный горизонт, водоносный комплекс или водоносная зона.

Для выделенных водоносных комплексов, горизонтов или обводненных зон:

- 1) дается общая характеристика их залегания;
- 2) указывается площадь их распространения, мощность, литологический состав водовмещающих и водоупорных пород, в том числе и криогенных водоупоров;
- 3) оценивается степень промороженности водопроницаемых пород; определяется отношение подземных вод к толще многолетнемерзлых пород в зоне их питания, стока и разгрузки; устанавливается местоположение и характер талых зон, через которые происходит питание и разгрузка; источники питания, режим вод в зонах питания;
- 4) устанавливается наличие напоров в зоне транзита и разгрузки, причины их появления, в том числе и за счет криогенных водоупоров, их величина и изменение по площади; наличие аномально низких или аномально высоких напоров, обусловленных криогенными факторами;
- 5) оценивается их водообильность, определяется химический состав подземных вод, его изменение по площади, качество подземных вод, возможность их хозяйственного использования.

Характер напора подземных вод, их режим, химический состав и отношение к таликам многолетнемерзлых пород изменяются от области питания через область их транзита к области их разгрузки. Очень часто в области питания водоносного комплекса воды имеют грунтовый характер, резко меняющийся в году уровень и температуру, и приурочены к таликовым зонам. В области транзита они приобретают напорный характер, уменьшаются колебания их уровня и температуры, по отношению к мерзлым толщам, они становятся подмерзлотными. На участках разгрузки воды имеют напорный ха-

ракти, восходящее направление движения и связаны с таликовыми зонами. Соответствующим образом меняется и химический состав подземных вод.

Поэтому при характеристике выделенных в районе съемки комплексов, горизонтов и зон подземных вод необходимо давать их отдельную оценку по указанным областям (питания, транзита, разгрузки)

При изучении напора вод надо установить причину его возникновения, т.е. изучить, какие породы лежат в кровле водопроницаемого пласта (талые или мерзлые), и как изменяется напор при оттаивании мерзлых толщ. Т.е. надо выделять воды, напор которых создан криогенными факторами.

а) Изучение надмерзлотных вод сезонноталого слоя

Воды сезонноталого слоя обычно не имеют существенного значения для водоснабжения в силу их маломощности, короткого периода существования и санитарной неблагонадежности. Только в южных районах криолитозоны в отдельных случаях воды сезонноталого слоя могут быть использованы для целей водоснабжения. Однако несмотря на это их изучение при мерзлотных исследованиях является весьма важным, потому что:

1) они определяют влажностный режим этого слоя и его льдистость при промерзании, влияет на тепловой баланс поверхности земли, на температурный режим и глубины летнего протаивания пород, что весьма важно при изучении мерзлотных условий;

2) они влияют на развитие ряда криогенных процессов таких, как наледообразование, пучение грунтов, солифлюкция и др. Кроме того они часто бывают агрессивными. Поэтому воды сезонноталого слоя имеют большое значение при инженерно-геологической оценке территории.

3) они влияют на питание подземных вод в таликах, а через них на воды глубокой циркуляции.

Водоносной горизонт в сезонноталом слое возникает весной с началом его сезонного протаивания и исчезает зимой при его полном промерзании.

Надмерзлотные воды по времени их существования в сезонноталом слое подразделяются на 3 разновидности.

1. Периодически появляющиеся надмерзлотные воды существуют только после выпадения дождей К началу зимнего промерзания этот водоносный горизонт полностью срабатывается.

2) Периодически исчезающие надмерзлотные воды. К ним относятся воды сезонноталого слоя, существующие в течение большей части лета и исчезающие в период длительного отсутствия дождей и в период зимнего промерзания оказывают на породы слоя сезонного оттаивания меньшее тепляющее влияние, чем в первом случае.

3) Постоянно существующие надмерзлотные воды. Возникают с начала протаивания слоя и развиты до конца промерзания. При промерзании сезонноталого слоя такие воды приобретают напор.

Поэтому на участках развития этих вод часто образуются грунтовые наледи, происходит интенсивное пучение пород, иногда развивается солифлюкция. Такие воды приурочены к нижним частям склонов, плоским днищам долин, к понижениям на водоразделах: и т.п.

В процессе изучения вод сезонноталого слоя производятся наблюдения за источниками этих вод. Последние обычно приурочены к перегибам склонов, к прирусловой части днищ и ручьев и т.д. На наиболее типичных их них устанавливаются водосливы. Одновременно ведутся наблюдения за этими водами в шурфах, а также производятся режимные наблюдения. Для этого обычно в пределах ключевых участков в типичных условиях выбирается несколько поперечников от водораздела до днища долин. По поперечникам проходятся шурфы, которые и оборудуются для наблюдений за уровнем воды. Наблюдения обычно проводятся с интервалом 5-7 дней, а в периоды дождей 1-3 дня. Вблизи шурфов в это же время ведется наблюдения за ходом оттаивания и влажностью пород.

б) Изучение надмерзлотных вод несквозных многолетних таликов

Воды несквозных многолетних таликов разделяются на 4 типа:

- 1) радиационно-тепловых несквозных таликов;
- 2) подводно-тепловых (гидрогенных) несквозных таликов,
- 3) водно-тепловых (гидрогеогенных) напорно-фильтрационных несквозных таликов;
- 4) хемогенных несквозных таликов.

Изучение грунтовых вод радиационно-тепловых таликов ведется так же, как и обычных грунтовых вод вне области мерзлоты с использованием горнобуровых работ и проведения опытно-фильтрационных исследований.

Кроме того, в пределах площадей развития этих вод важно выделить участки, где сезонномерзлый слой:

- 1) не достигает кровли водоносного горизонта.
- 2) где верхняя часть водоносного горизонта сезонно промерзает

В последнем случае образуются бугры пучения, а при строительстве на таких участках возможен прорыв вод в подвальные помещения, если здания отапливаются.

Воды подозерных несквозных таликов обычно тесно связаны с озерными водами, которые являются их основным источником питания.

При оценке вод подозерных несквозных таликов следует установить:

- 1) размеры, глубину и генезис озера;
- 2) характер пород талой зоны, их фильтрационные свойства;
- 3) размеры и форму несквозного талика под озером;
- 4) химический состав и степень минерализации озерных вод и вод подозерного талика; наличие в этих водах органики;
- 5) динамику развития самого озера;
- 6) направление развития подозерного талика; промерзает ли талик сверху или со стороны массива мерзлых пород или, наоборот, увеличивается, или на момент исследований находится в квазистационарном состоянии.

На увеличение размеров озер могут указывать подмывание и разрушение берегов, наличие затопленных деревьев.

На сокращение размеров - появление бечевника или полосы осушения, зарастание озера с берегов и появление островов.

Форма и размер таликовой части под озером устанавливается при помощи бурения или электрометрических работ. Бурение и опробование подозерных вод обычно производятся зимой, со льда, а геофизические работы могут проводиться как в зимнее (лучше весеннее), так и в летнее время (с воды).

Воды подрусловых и пойменных несквозных таликов обычно тесно связаны между собой и изучаются совместно. Они представляют собой движущийся в аллювии и нижележащих проницаемых породах грунтовый поток. При съемке необходимо установить особенности изменения размеров несквозных таликов и их водоносности сверху вниз по долине. Важно выявить, разбивается ли несквозной талик зимой при глубоком сезонном промерзании на отдельные, разобщенные «ванны» и бассейны с ограниченными запасами воды, или он прослеживается в виде непрерывного «желоба» по всей долине. Желательно также установить взаимные переходы несквозных подрусловых таликов в сквозные в зависимости от геологической обстановки и др. факторов (например, наличие разломов, закарстованных зон, особенностей мерзлотных условий и т.д.).

Водно-тепловые (гидрогеогенные) напорно-фильтрационные сквозные талики и связанные с ними воды встречаются редко и приурочены обычно к артезианским бассейнам платформенного типа с мощной криолитозоной, но относительно высокими среднегодовыми температурами (до -3- -5 °С). Они связаны с выходами источников напорных вод межмерзлотной циркуляции, которые дают начало водотокам. Это или артезианские межмерзлотные криогидрогалинные воды, или пресные трещинно-жильные и трещинно-карстовые воды, движущиеся по мерзлотным каналам. Источники этих вод обычно хорошо фиксируются на аэрофотоснимках и в маршрутах, т.к. к ним

бывает приурочено образование наледей. Такие источники легко могут быть оборудованы водосливами для летних режимных наблюдений. Зимой на них желательно вести наблюдения за образованием наледей, которые позволят судить о дебитах источников в воднокритический период.

в) Изучение подземных вод сквозных таликов

Воды сквозных таликов подразделяются на 5 типов.:

- 1) воды радиационно-тепловых сквозных таликов;
- 2) воды подводно-тепловых (водородных) сквозных таликов;
- 3) воды водно-тепловых (гидрогеогенных) напорно-фильтрационных сквозных таликов;
- 4) воды хемогенных сквозных таликов
- 5) воды вулканогенных таликов.

По особенностям существования и движения воды в таликах могут быть:

- 1) застойными,
- 2) образовывать грунтовый поток (грунтово-фильтрационные воды) ,
- 3) иметь нисходящее направление движения (инфильтрационные или инфлюационные воды),
- 4) иметь восходящее движение (напорно-фильтрационные воды).

При съемке важно установить закономерности распространения таликов в районе, их генезис, связь с определенной геолого-структурной, геоморфологической, мерзлотной обстановкой и положением их в гидрогеологической структуре района. Для таких таликов следует установить тип, класс, вид талика, условия его образования и изучить характер подземных вод в талике, для этого нужно:

- 1) определить форму и размер талика, его положение в рельефе,
- 2) изучить геологическое строение участка, в том числе условия залегания пород в талике, их состав и водно-фильтрационные свойства,

3) изучить условия залегания, мощности и температурный режим многолетнемерзлых пород, окружающих талик, а также температурный режим и обводненность пород в талике,

4) установить связь сквозных и несквозных таликов с геологическими, мерзлотными и гидрогеологическими условиями;

5) установить принадлежность вод талика к определенным водоносным горизонтам, комплексам, зонам, а также тип вод по характеру водовмещающих пород (пластовые, поровые, трещинные, трещинно-жильные, карстовые и т.д.);

6) определить направление движения вод и наличие в них напора;

7) изучить химический состав вод;

8) изучить, если возможно, режим вод в течение года (изменение уровней напора при сезонном промерзании и оттаивании и их химического состава, направления движения и расходов воды);

9) выявить основные источники питания подземных вод талика и установить особенности взаимосвязи вод талика с поверхностными и надмерзлотными водами и с подземными водами более глубокой циркуляции;

10) оценить возможности использования вод талика для целей водоснабжения.

При съемке нужно собрать материалы позволяющие судить о динамике развития талика.

г) Изучение подмерзлотных вод

Эти воды имеют большое значение для решения вопросов водоснабжения в области многолетней мерзлоты. В тоже время они определяют особенности формирования мощностей и криогенного строения мерзлых толщ, их температурного режима.

По отношению к мерзлым толщам подмерзлотные воды делятся на 2 группы:

1) контактирующие, т.е. находящиеся непосредственно у нижней поверхности мерзлых толщ,

2) неконтактирующие, т.е. отделенные от мерзлых толщ талым слоем пород.

Для изучения подмерзлотных и др. вод важно:

1) установить характер гидрогеологических структур на основе использования гидрогеологической карты масштаба 1:2 500 000; анализа геолого-тектонического строения территории и особенностей распространения и условий залегания многолетнемерзлых толщ;

2) выделить на основе изучения геологического строения района основные водоносные горизонты, комплексы, зоны и литологические водоупоры, установить особенности их залегания;

3) предварительно установить особенности и распространение таликов и мерзлых толщ, взаимоотношение последних с водоносными горизонтами, комплексами, зонами.

На базе анализа геологического и геоморфологического строения территории, особенностей проявления неотектоники; мерзлотных условий территории должны быть составлены предварительные представления об особенностях питания и разгрузки вод глубокой (подмерзлотной, и межмерзлотной) циркуляции. И только на этой основе следует проводить размещение скважин, предназначенных для изучения подмерзлотных, межмерзлотных и внутримерзлотных вод.

При изучении подмерзлотных вод устанавливаются:

1) принадлежность подмерзлотных вод к определенному водоносному горизонту или комплексу;

2) особенности водовмещающих пород, их возраст, генезис, характер водопроводящих пустот. Устанавливается тип вод по характеру вмещающих пород (пластовый, поровый, трещинный и т.д.);

3) химический состав вод и их минерализация;

- 4) особенности залегания подмерзлотных вод по их отношению к подошве мерзлых толщ;
- 5) температурный режим подмерзлотных вод, его изменение во времени и в пространстве,
- 6) напор подмерзлотных вод;
- 7) особенности связи подмерзлотных вод с другими категориями вод мерзлой зоны и поверхностными водами; особенности питания и разгрузки подмерзлотных вод;
- 8) основные направления движения подмерзлотных вод;
- 9) режим подмерзлотных вод в течение года;
- 10) особенности теплового воздействия потока подмерзлотных вод на мерзлые толщи;
- 11) особенности подмерзлотных вод, связанные с динамикой развития мерзлых толщ: изменение напора, условий движения, питания, разгрузки, химического состава и т.д.

д) Изучение межмерзлотных и внутримерзлотных вод

Межмерзлотными водами называются воды, находящиеся в незамкнутых талых или немерзлых слоях, линзах и т.п., ограниченных сверху и снизу многолетнемерзлыми толщами.

Внутримерзлотные воды, заключенные в талых линзах, слоях, трещиноватых зонах и т.д. ограничены мерзлыми породами со всех сторон и не имеют водообмена.

При изучении межмерзлотных и внутримерзлотных вод в процессе съемки должны быть установлены характер межмерзлотных и внутримерзлотных таликов и особенности подземных вод, заключенных в них. Для этого изучаются:

1) условия их залегания, форма, размеры межмерзлотного или внутримерзлотного талика, приуроченность их к определенным геологическим структурам, формам рельефа и т.д.;

2) причины и условия образования талика;

3) состав, генезис пород в пределах водоносных и безводных межмерзлотных и внутримерзлотных таликов; их соотношение с многолетнемерзлыми породами, окружающими талые слои, линзы и т.д.;

4) соотношения безводных и водоносных напластований в пределах межмерзлотного талика и их взаимоотношения с многолетнемерзлыми толщами;

5) принадлежность вод к определенному водоносному горизонту, комплексу, зоне и тип вод по составу водовмещающих пород (пластовые, поровые, трещинные, карстовые, трещинно-жильные и др. воды);

6) температурный режим пород;

7) химический состав и минерализация вод;

8) наличие у них напора;

9) тип вод по отношению к мерзлым толщам (межмерзлотные или внутримерзлотные воды);

10) взаимоотношения вод со слоями многолетнемерзлых пород (контактирующие или неконтактирующие воды).

Кроме этого для межмерзлотных вод устанавливаются:

11) взаимосвязь вод с другими категориями вод мерзлой зоны в пределах того же или других водоносных горизонтов, комплексов, зон с поверхностными, надмерзлотными, межмерзлотными, подмерзлотными водами или водами сквозных таликов;

12) условия питания вод, интенсивность водообмена;

13) основное направление и скорость их движения;

14) режим вод (изменение уровня, напора, температуры вод, их химического состава, направления и скорости движения вод).

При съемке собираются материалы свидетельствующие о динамике развития межмерзлотных и внутримерзлотных таликов в естественных условиях; на основании их оценивается возможность изменения их формы, величины водообильности в случае эксплуатации подмерзлотных вод, а также условия взаимоперехода межмерзлотных во внутримерзлотные воды, и изменения их во взаимосвязи с другими категориями вод.

При изучении межмерзлотных и внутримерзлотных вод обращается особое внимание на их положение в мерзлотно-гидрогеологическом разрезе района, на изменение характера их залегания, состава, напора по глубине и т.д., в связи с общим гидрогеологическим строением района, историей и динамикой развития мерзлых толщ.

Вопросы

1. Особенности изучения таликов.
2. Особенности изучения подземных вод области криолитозоны:
 - а) Изучение надмерзлотных вод сезонноталого слоя,
 - б) Изучение надмерзлотных вод несквозных многолетних таликов.
 - в) Изучение подземных вод сквозных таликов.
 - г) Изучение подмерзлотных вод.
 - д) Изучение межмерзлотных и внутримерзлотных вод.
 - е) Изучение подмерзлотных вод.

Литература:

1. Методика мерзлотной съемки
Фотиев С.М, Гидрогеотермические особенности криогенной области СССР. М., "Наука", 1978.
- Вельмина Н.А. особенности гидрогеологии мерзлой воны литосферы., М., "Недра", 1970.
4. Толстихин Н.И. Подземные воды мерзлой воны литосферы. М.-Л., Гостгеолиздат, 1941.

