

Верхояно-Чукотская ГСО

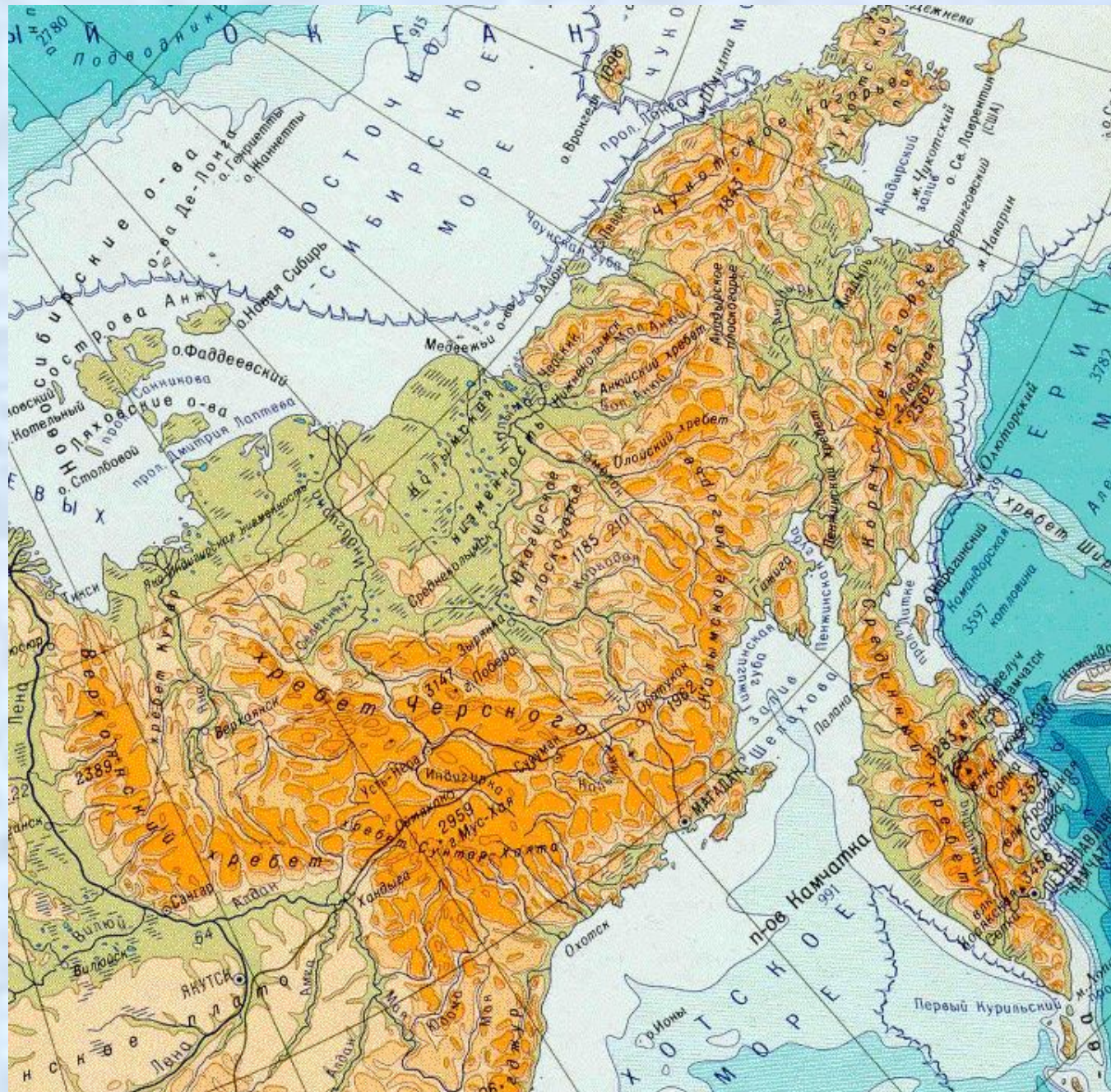
область мезозойской складчатости на северо-востоке России.

Границы

На **западе** граничит с Сибирской платформой, отделяясь от неё Приверхоянским краевым прогибом
на **востоке** отчленяется от кайнозойских складчатых сооружений Камчатско-Корякской системы Охотско-Чукотским краевым вулканогенным поясом
на **севере** структуры Верхояно-Чукотская складчатой области погружаются под воды морей Северного Ледовитого океана, а на **юге** — Охотского моря

- Орографически включает: **горные системы** Верхоянского хребта и хребта Черского, Анадырское, Колымское, Юкагирское **платогорья**, Анадырскую, Колымскую и Яно-Индигирскую **низменность**
- Общий план расположения крупных орографических элементов наследует мезозойский структурный план: хребты и нагорья соответствуют складчатым зонам, платогорья — жёстким срединным массивам.

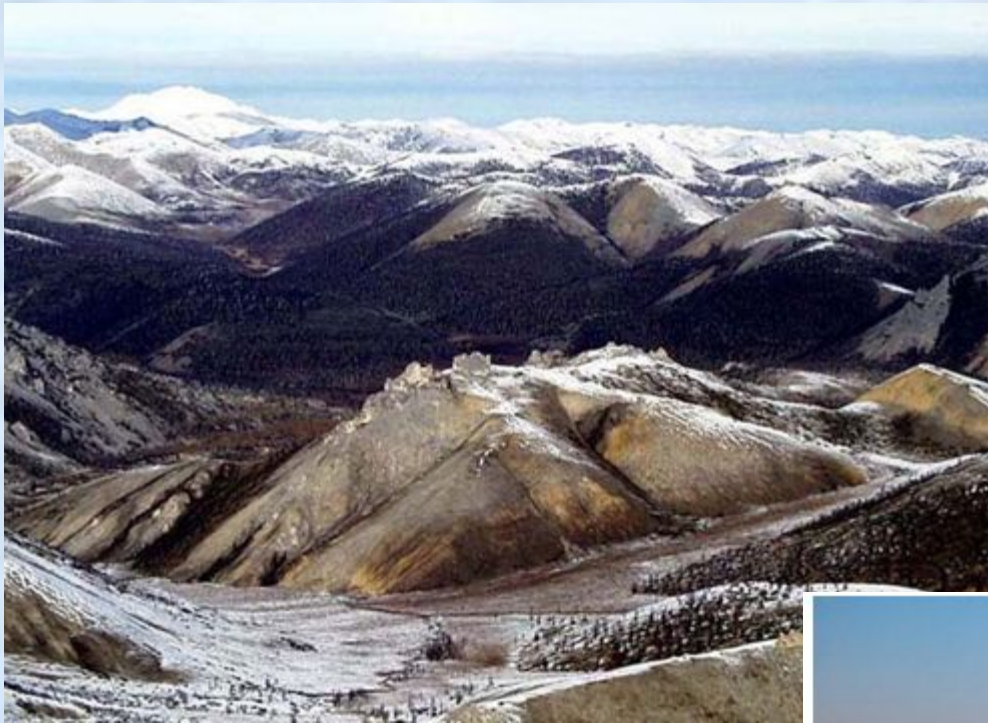
Географическое положение



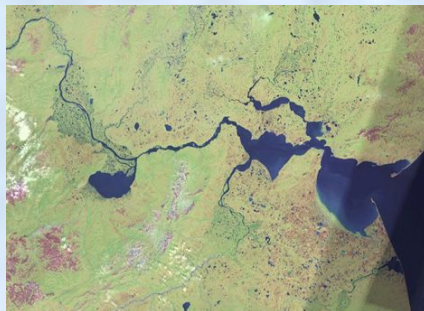
- **Верхоянский хребет** (*Верхоянская горная система*) — горная система в Якутии. Длина около 1200 км (от дельты Лены до р. Томпо). Ширина от 100 до 250 км. Состоит из ряда хребтов с альпийским и сглаженным рельефом (высота до 2389 м) и разделяющих их впадин



Верхоянский хребет

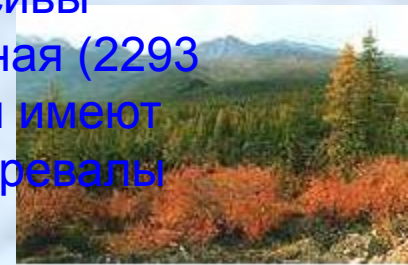


- **Анады́рское плоского́рье** — плоскогорье на северо-востоке в верхнем течении реки Анадырь на территории Чукотского автономного округа. Длина ≈ 400 км, максимальная высота — 1116 м.
- Тундра. Олени пастбища. Крупное озеро — Эльгыгытгын



Верхне-Колымское нагорье. граничит с хребтами Тас-Кыстабыт и Сунтар-Хаята, на севере хр Черского.

Южная окраина нагорья проходит вдоль массивов, образующих Охотско-Колымский водораздел - Сеймканских гор (1857 м), массива Иганджа (1777 м), Ольских Столовых гор (1662 м). На востоке оно ограничено Сеймчано-Буюндинской впадиной. Средние высоты 1000-1200 м, отдельные массивы выше 2000 м. Высшей точкой является г.Снежная (2293 м) в массиве Большой Ангачак. Высокие гряды имеют альпийский облик, резкие формы рельефа. Перевалы чаще расположены на высотах 1000-1200 м,



Яно-Чукотская горная страна – самый крупный орографический район , граничит с Пенжинско-Анадрской низиной (от Пенжинской губы до Анадырского залива) наиболее высокие горные сооружения до 1400 м АО, объединенные в две дуги Лено-Чаунскую (Сунтаро-Куветское лавовое нагорье) и Колымо-Алазейскую (цепь Обручева системы хребтов Черского). Горы состоят из расчлененных эрозией плоскогорий и средневысотных гор с АО 1500-1700 м , на фоне которых на западе поднимаются высокогорные хребты с отметками 2000.-2200 м.

Пенжинско-Анадырская низина состоит из Парапольско-Бельской депрессии и Нижне-Анадырской депрессии имеют холмистый рельеф, окаймляется низкими горными кряжами, ледниково-грядовый рельеф, поверхность сильно заозерена

ЯНО-ИНДИГИРСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ, на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, на севере Якутии. Длина до 600 км, высота до 300 м. Многолетнемерзлые породы и мерзлотные формы рельефа (термокарстовые озёра, болота и т. п.). Тундра

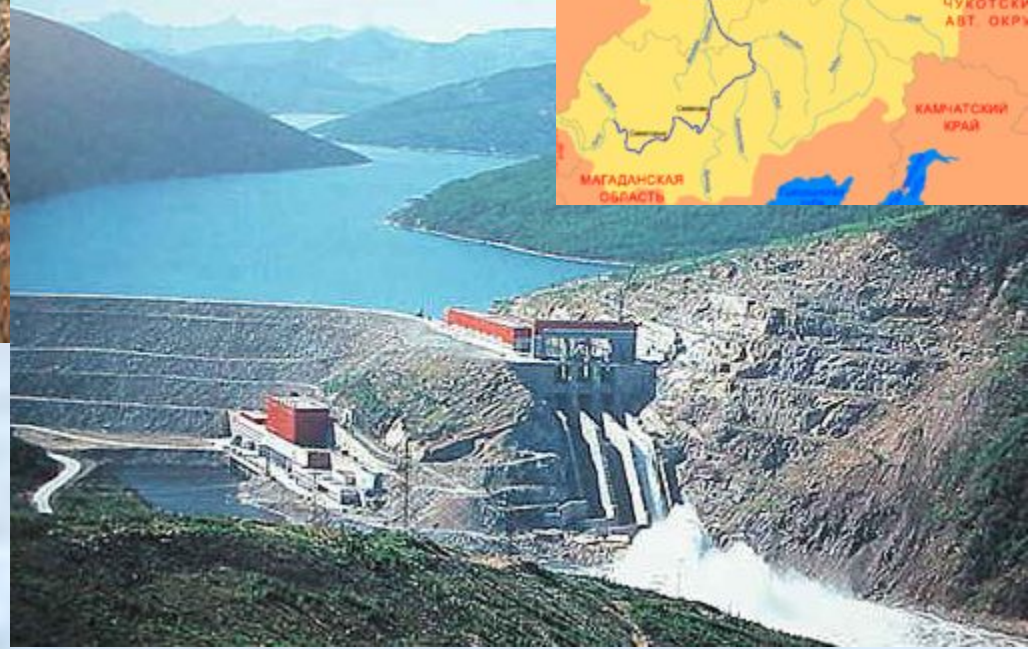


КОЛЫМСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ, на северо-востоке России, гл. образом по нижнему течению р. Колыма и в бассейне р. Алазея. Высота до 100м

на 750 км вдоль р. Колымы от Восточно-Сибирского моря до гор Черского, между Алазейским и Юкагирским плоскогорьями. Высота до 100 м с редкими массивами сопок высотой 200—300 м. Сложена озёрно-речными суглинками и супесями (мощностью около 120 м). мерзлотно-термокарстовые озёра и болота. На юге лиственничные редколесья, а севернее тундры. Олени пастбищ



• Река Колыма



Река Колыма образуется от слияния рек Аян-Юрях и Кулу, вытекающих с Охотско-Колымского нагорья, и впадает в Колымский залив Восточно-Сибирского моря

Индигирка — река Якутской области,, берет начало на северном склоне Станового хребта и образуется из слияния двух рек, Омёкона и Куйдусуна

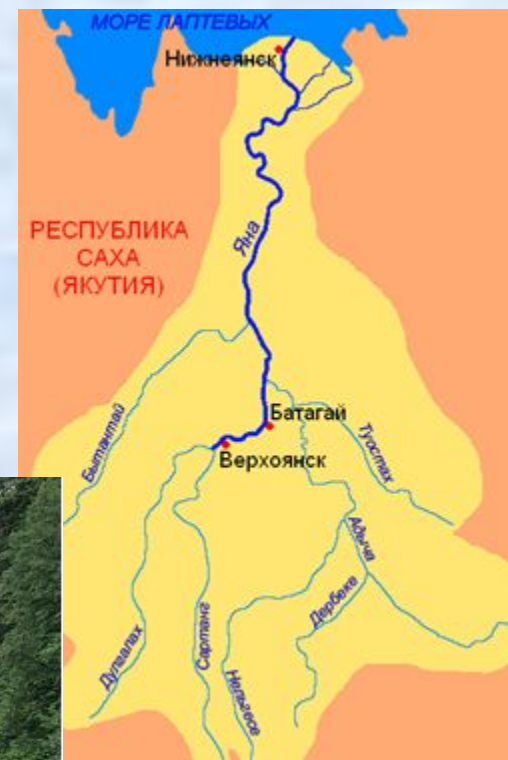
Течет по Оймяконскому нагорью, затем прорезает хр. Черского, нижнее течение - на низменности. Впадает в Восточно-Сибирское море, образуя дельту (площадь 5,5 тыс. км²).

Длина **1726 км**, площадь бассейна **360 тыс. км²**
Средний расход воды **1850 м³/с**. Типичны большие наледи



Река Яна

на СВ. Сибири (Якутия). Образуется слиянием рек Дулгалах и Сартанг, стекающих с Верхоянского хр.; впадает в Янский зал. моря Лаптевых. Длина 924 км, пл. водосбора 245 тыс. км², ср.-год. расход воды у полярной станции Юбилейная (157 км от устья) 1030 м³/с, макс. – 18 300 м³/с



КЛИМАТ

влияние **Северо-Ледовитого и Тихого океанов**,

Особенности климата Чукотки обусловлены ее расположением на крайней северо-восточной оконечности Евразии – в зоне влияния 2-х океанов, со сложной атмосферной циркуляцией, существенно различающейся в теплое и холодное время года.

климат внутренних частей суровый континентальный

средняя мес тем января – **13-17 до 40** ,

многолетняя среднегодовая т - -2.5, от побережья снижается до 12-13, Осадки от **150 до 700 мм**, 700 мм – склоны гор

Климат очень суров. продолжительная зима и короткое лето.

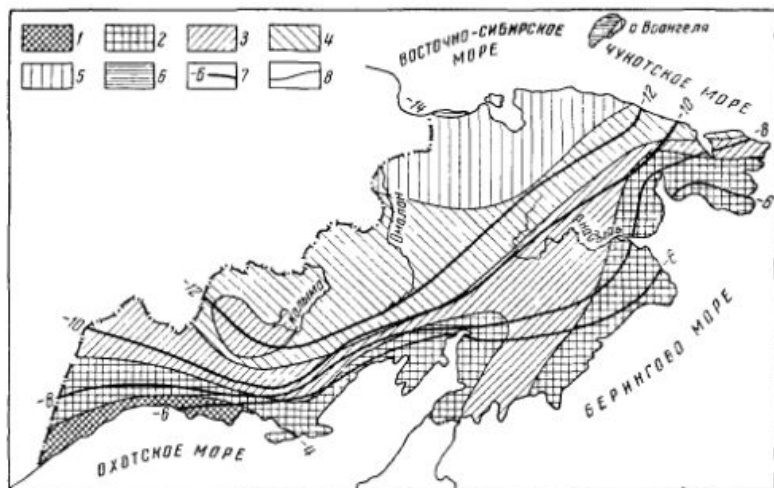
Чукотское побережье относится к **самым ветреным районам России**. температура воздуха достигает нередко **44–60 °** ниже нуля.

В восточных районах свирепствуют особенно сильные ветры, снежная пурга продолжается порой много дней подряд.

Лето очень короткое, дождливое и холодное, в отдельных местах снег даже не успевает растаять, образуя наледи.

В зимний период Чукотку покрывает область повышенного давления, с которой сталкиваются циклоны европейско-азиатского фронта, арктические антициклоны и южные циклоны. Это приводит к тому, что погода на Чукотке резко меняется даже в короткие промежутки времени: мороз с умеренными и сильными северными ветрами внезапно сменяется сырой, относительно теплой погодой с сильным снегопадом или пургой.

В летние месяцы над относительно прогретой сушей преобладают области пониженного давления, над Тихим океаном – антициклоны, над побережьем Северного Ледовитого океана – циклоны европейско-азиатского фронта и холодные массы арктического воздуха.



Распределение годовой суммы осадков и температуры воздуха
 Осадки (в мм): 1—600—700; 2—500—600; 3—400—500; 4—300—400; 5—200—300; 6—менее 200; 7—изотермы среднегодовой температуры воздуха, С°, 8—границы зон с различной суммой осадков

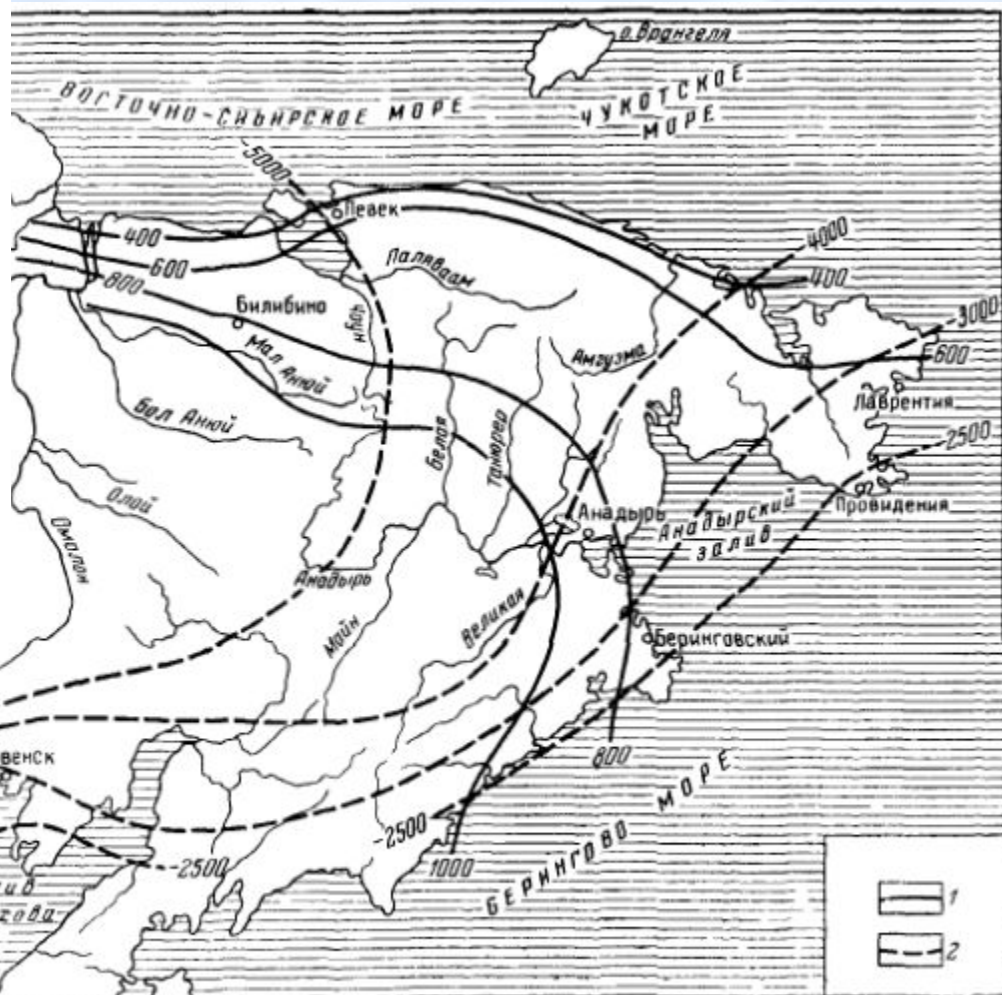
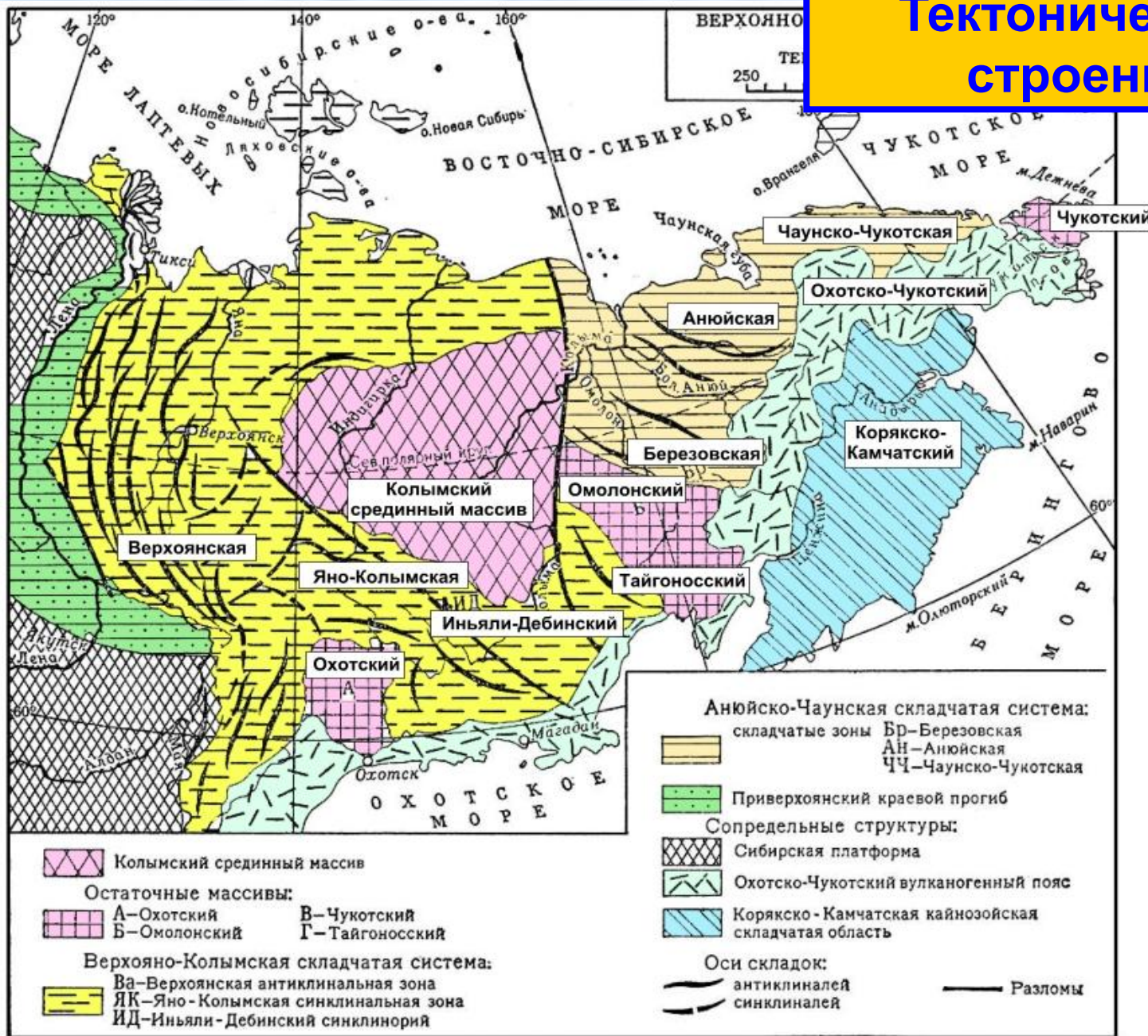
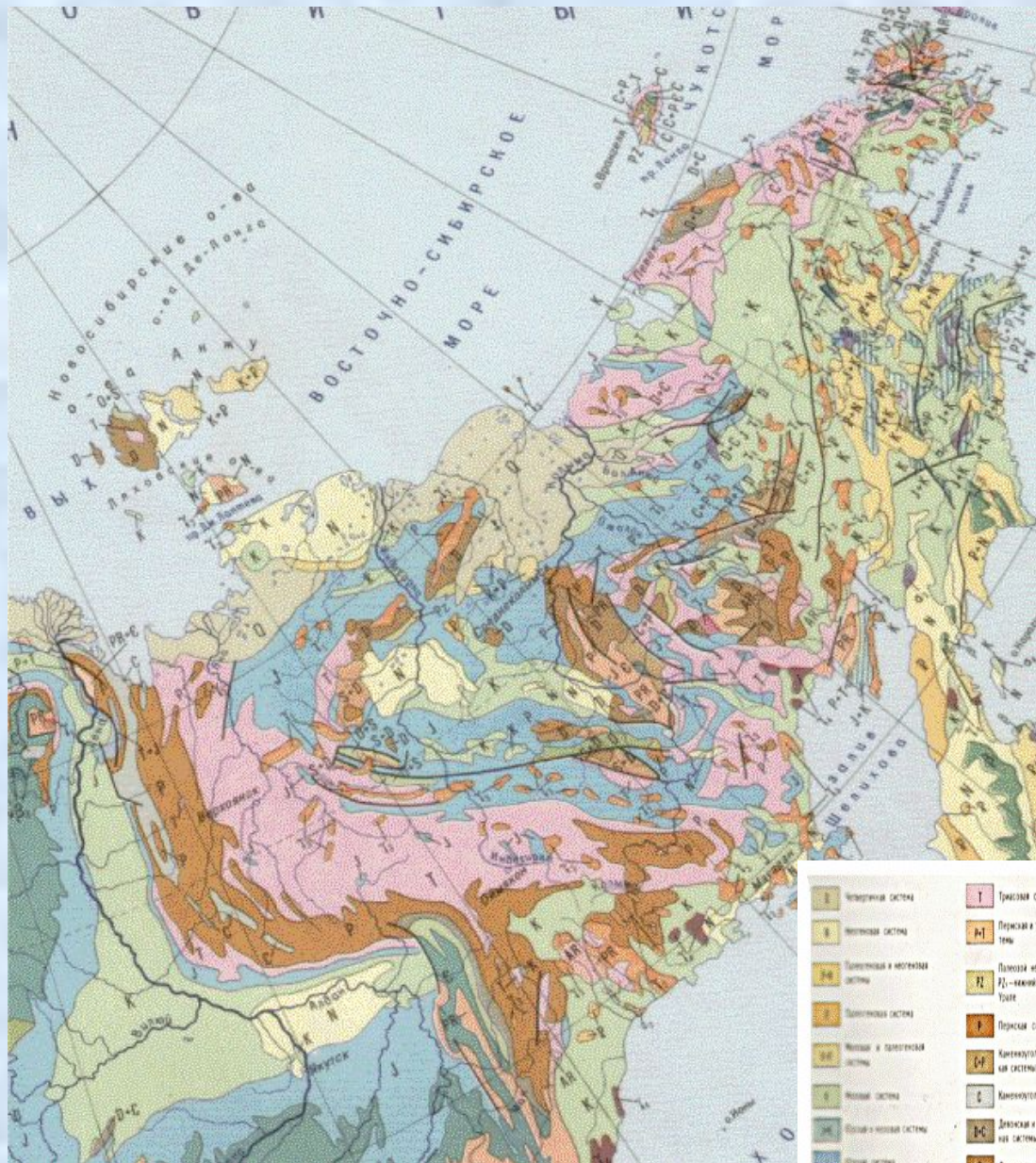


Рис. 4. Распределение сумм градусо-часов положительных (1) и отрицательных (2) температур воздуха

Тектоническое строение





Геологическое строение

Схема гидрогеологического районирования Северо-Востока



Гидрогеологические области

	Яно-Колымская
	Омолонская
	Чукотская
	Охотско - Чукотская вулканогенных супербассейнов
	Корякская

Типы г/г структур

	Г/г массивы
	Адартезианские бассейны
	АБ: а - с осадочным чехлом Mz, б - с осадочным чехлом Mz и Kz, в - с осадочным чехлом Kz
	Вулканогенные супербассейны

Яно-Колымская ГСО

В - Верхоянская система ГМ: 1 - Аллах-Юньский ГМ
КС - Колымо-Сугойская система адартезианских бассейнов:
 2-Верхне-Колымский, 3-Сугойский, 4-Ханикенский (Mz),
 5-Аркагалинский (Mz), 6- Омсукчанский (Mz),
 7-Лево-Момонтайский (Kz), 8-Эльгенский (Kz)

Омолонская ГСО

КО - Колымо-Омолонская система гидрогеологических массивов:
 9 - Колымский ГМ, 10-Омолонский ГМ,
 11-Верхне-Кедонский АБ (Mz), 12-Уляганский (Mz), 13- Умкувеемский,
О - Олойская система адартезианских бассейнов:
 14-Олойский ААБ, 15-Айнахургенский ААБ

Чукотская ГСО

А-Анойская система адартбассейнов:

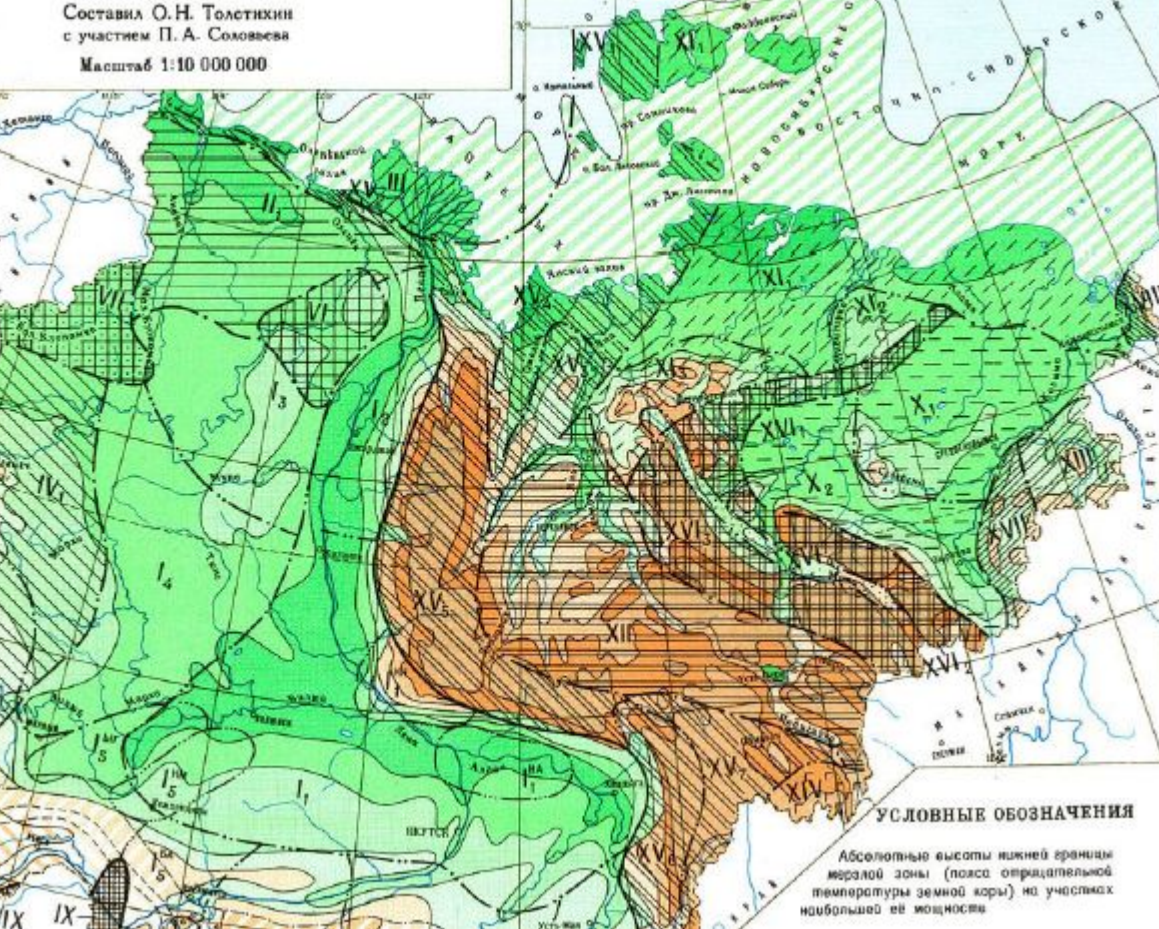
16-Мало-Анойский ГМ, 17-Алярмаутский ГМ,
 18-Камешковский АБ, (Mz), 19-Нутысынский АБ (Mz),
 20-Раучуанский АБ (Mz).

Ч-Чаунская система адартбассейнов:

21-Паляваамский ААБ, 22-Колючинско-Мечигменский ААБ,
 23-ов-а Врангеля ААБ,
 24 - Куульский ГМ, 25- Иультинский ГМ, 26-Восточно-Чукотский ГМ,
 27- о-ва Врангеля ГМ, 28-Ванкаремский АБ (Mz).

Охотско-чукотская область вулканогенных супербассейнов

ПО - Приохотская **ЭЧ**-Эвено-Чаунская **ВЧ**-Восточно-Чукотская
 29-Хасынский (Mz) 30-Верхне-Кегалинский (MZ),
 31-Верхне-Пенжинский (Mz), 32-Залив Креста (Mz),
 33-Верхне-Амгуэмский (Mz),
 34-Кухтуйский (Kz), 35-Ямо-Тауйский (Kz), 36-Ланковский (Kz),
 37-Сигланский (Kz), 39-Ямский (Kz), 39-Гижигинский (Kz),
 40-Пареньский (Kz),
 41-Охотский ГМ, 53-п-ова Кони ГМ, 54-Тайгоносский ГМ.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

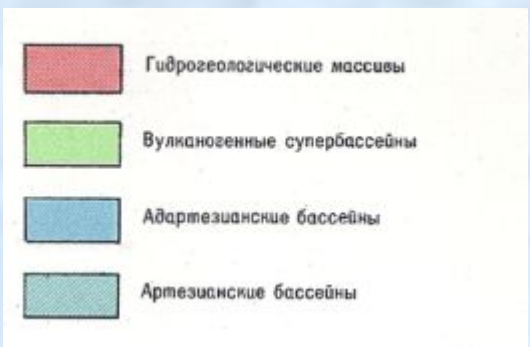
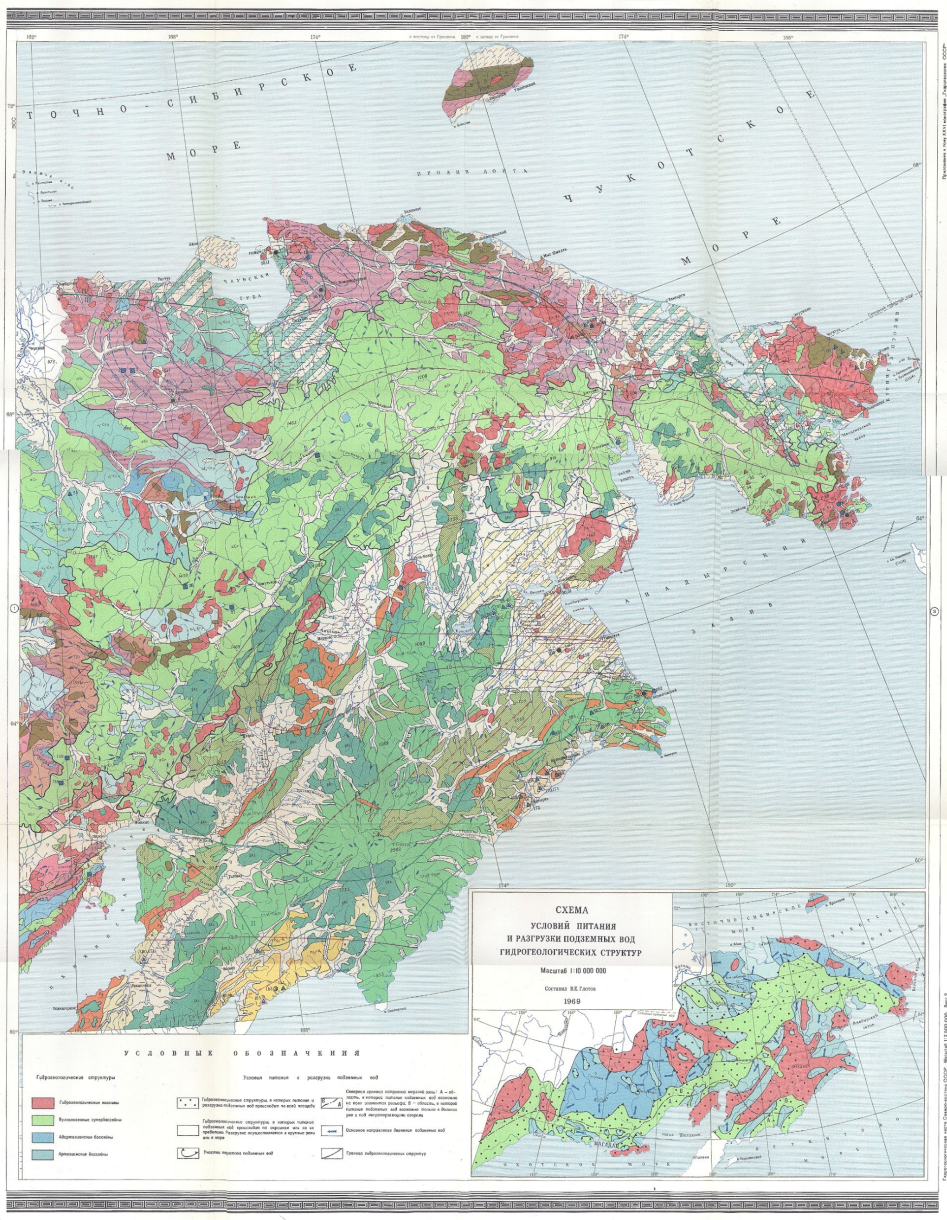
Абсолютные высоты нижней границы мерзлой зоны (полюса отрицательной температуры земной коры) на участках наибольшей ее мощности

ВЕРХОЯНО-НОЛЫМСКАЯ СИСТЕМА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАССИВОВ, КРИОГЕННЫХ И АРТЕЗИАНСКИХ БАССЕЙНОВ

-  **X. НОЛЫМСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН**
 1. Алазейский артезианский бассейн
 2. Индигиро-Зырянский артезианский бассейн
-  **XI. ИНДИГИРО-НОЛЫМСКИЙ АРТЕЗИАНСКИЙ БАССЕЙН**
 1. Артезианский бассейн Восточно-Сибирского моря
 2. Ковдаковский адартезианский бассейн
 3. Олдьжойский адартезианский бассейн
-  **XII. ЯНО-ИНДИГИРСКИЙ КРИОГЕННЫЙ НАПОРНЫЙ БАССЕЙН**
-  **XIII. ПРИОМОЛОНСКИЙ КРИОГЕННЫЙ НАПОРНЫЙ БАССЕЙН**
-  **XIV. ОХОТСКО-ЧУКОТСКИЙ ВУЛКАНОГЕННЫЙ СУПЕРБАССЕЙН**
-  **XV. ВЕРХОЯНСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ**
 1. Нюесибирский гидрогеологический массив
 2. Лено-Анабарский гидрогеологический массив
 3. Куларский гидрогеологический массив
 4. Яно-Омолыйский криогенный напорный бассейн
 5. Западно-Верхоянский гидрогеологический массив
 6. Септе-Дабанский гидрогеологический массив
 7. Южно-Верхоянский гидрогеологический массив
-  **XVI. ПОЛУОУСНЕНСКО-ВЕРХНЕНОЛЫМСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ**
 1. Полуусненский гидрогеологический массив
 2. Мюясский гидрогеологический массив
 3. Гидрогеологический массив Черного
 4. Мою-Селеннахский межгорный артезианский бассейн
-  **XVII. ПРИНОЛЫМСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ**
-  **XVIII. АНОЙСКИЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ МАССИВ**

РАСПРОСТРАНЕНИЕ МЕРЗЛОЙ ЗОНЫ

Географически непрерывное	Слабо прерывистое	Прерывистое	Островное	Прерывистое (не изучено на дне моря)
Редкие узлональные острова таликов	Спорадические острова таликов	Частые обширные острова таликов		
Суммарная площадь распространения многолетнемерзлых горных пород				
100-80 %	80-60 %	60-40 %	< 40 %	?

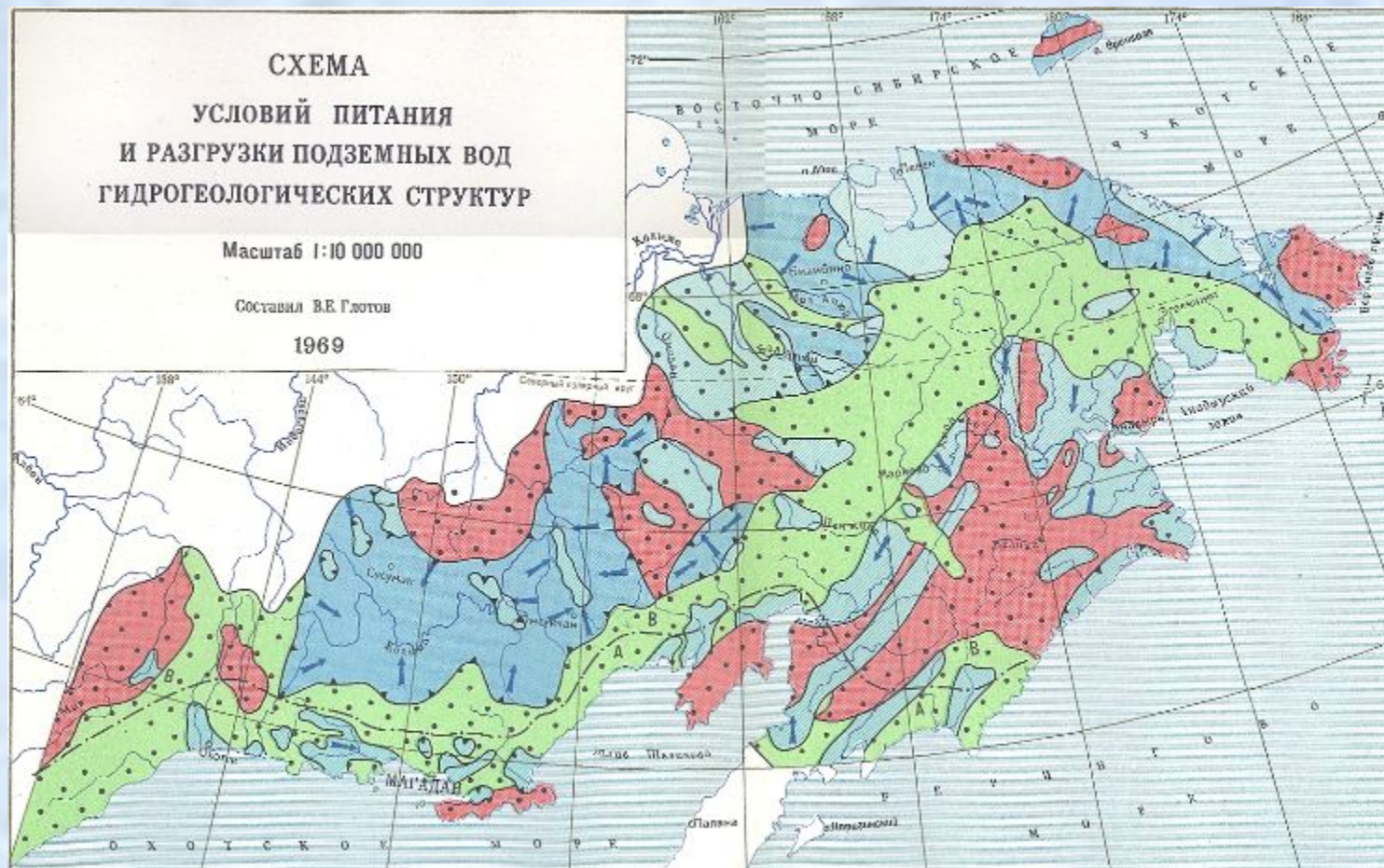


**СХЕМА
УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ
И РАЗГРУЗКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

Масштаб 1:10 000 000

Составил В.Е. Глотов




1969






Гидрогеологические структуры

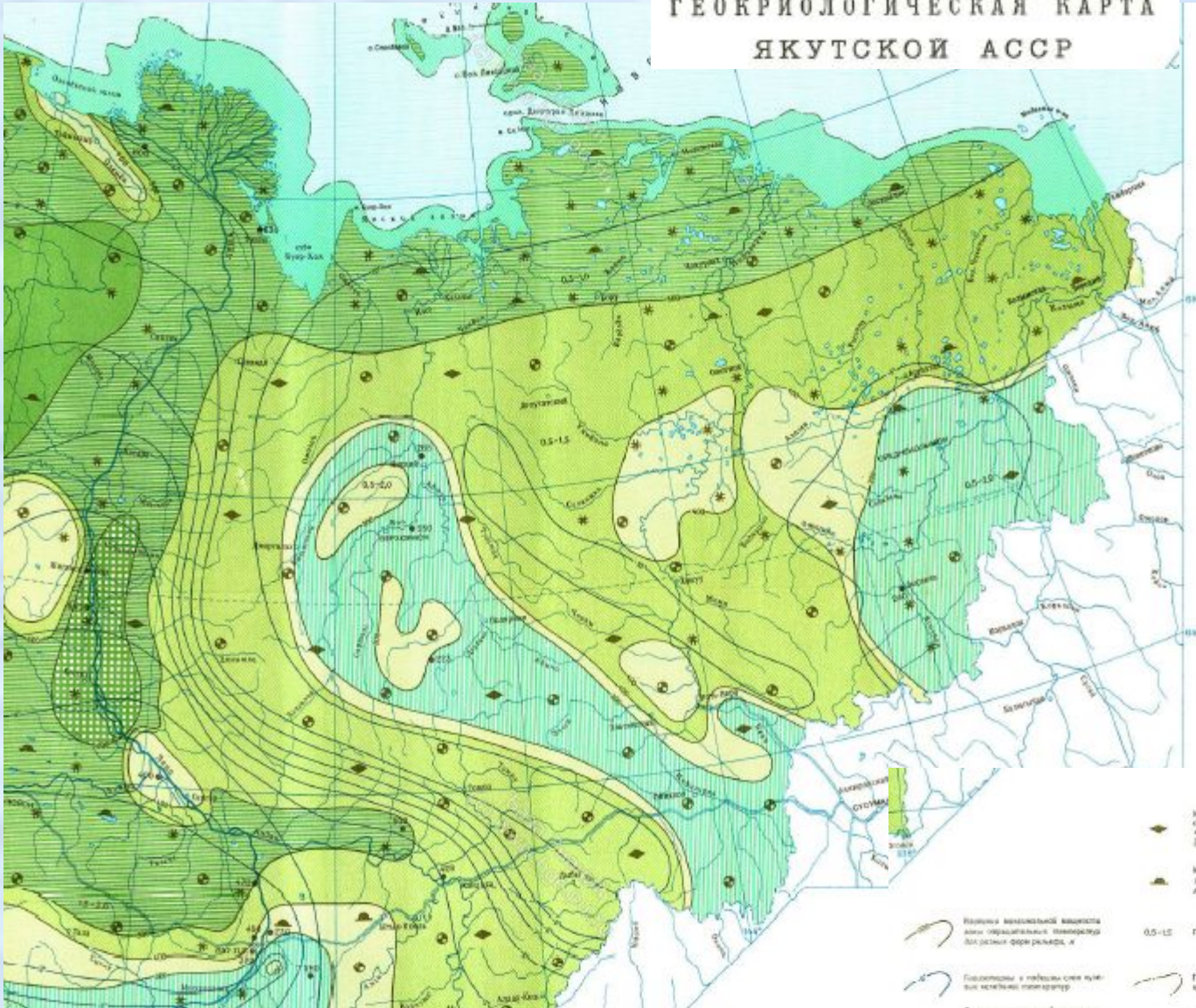
-  Гидрогеологические массивы
-  Вулканические супербассейны
-  Артезианские бассейны
-  Артезианские бассейны

Условия питания и разгрузки подземных вод

-  Гидрогеологические структуры, в которых питание и разгрузка подземных вод происходит по всей площади
-  Гидрогеологические структуры, в которых питание подземных вод происходит по окраинам или за их пределами. Разгрузка осуществляется в крупные реки или в море
-  Участки перехода подземных вод

-  Северная граница островной меридиальной зоны: А – область, в которой питание подземных вод возможно на всех элементах рельефа; В – область, в которой питание подземных вод возможно только в долинах рек и в долинах меридиальной меридиальной зоны
-  Основное направление движения подземных вод
-  Граница гидрогеологических структур

ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЯКУТСКОЙ АССР



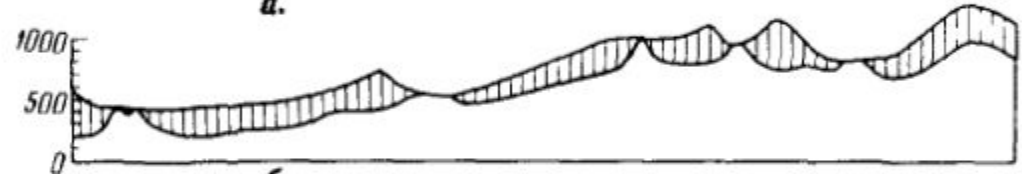
<p> Изогипсы изотермы</p> <p> Изогипсы изотермы</p> <p> Типы вечной мерзлоты и ее состояние</p> <p> Состояние мерзлоты в слое 5-10 м</p>	<p> Изогипсы изотермы</p> <p> Изогипсы изотермы</p> <p> Типы вечной мерзлоты и ее состояние</p> <p> Состояние мерзлоты в слое 5-10 м</p>	<p> Изогипсы изотермы</p> <p> Изогипсы изотермы</p> <p> Типы вечной мерзлоты и ее состояние</p> <p> Состояние мерзлоты в слое 5-10 м</p>
--	--	--

Масштаб и распределение температуры

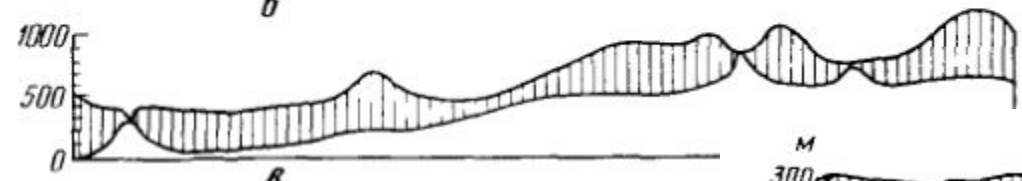
Мерзлая зона в этом районе занимает около 90% площади и в среднем имеет мощность 110—130 м с большими отклонениями от



а.



б



в



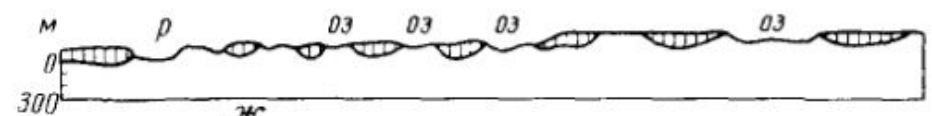
г



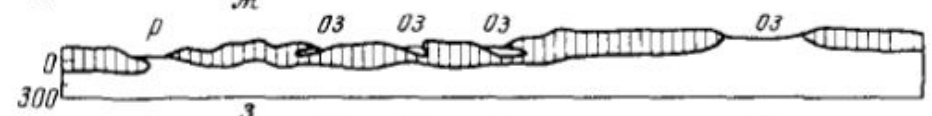
д



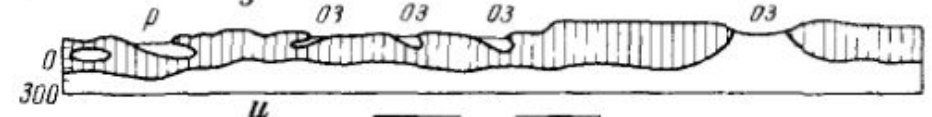
е



ж



з



и

Схема расположения пунктов изучения мерзлотных условий на территории Северо-Востока СССР (по И. А. Некрасову)

1 — номер пункта (сведения о мерзлой зоне см. в табл. 7); 2 — граница описываемой территории

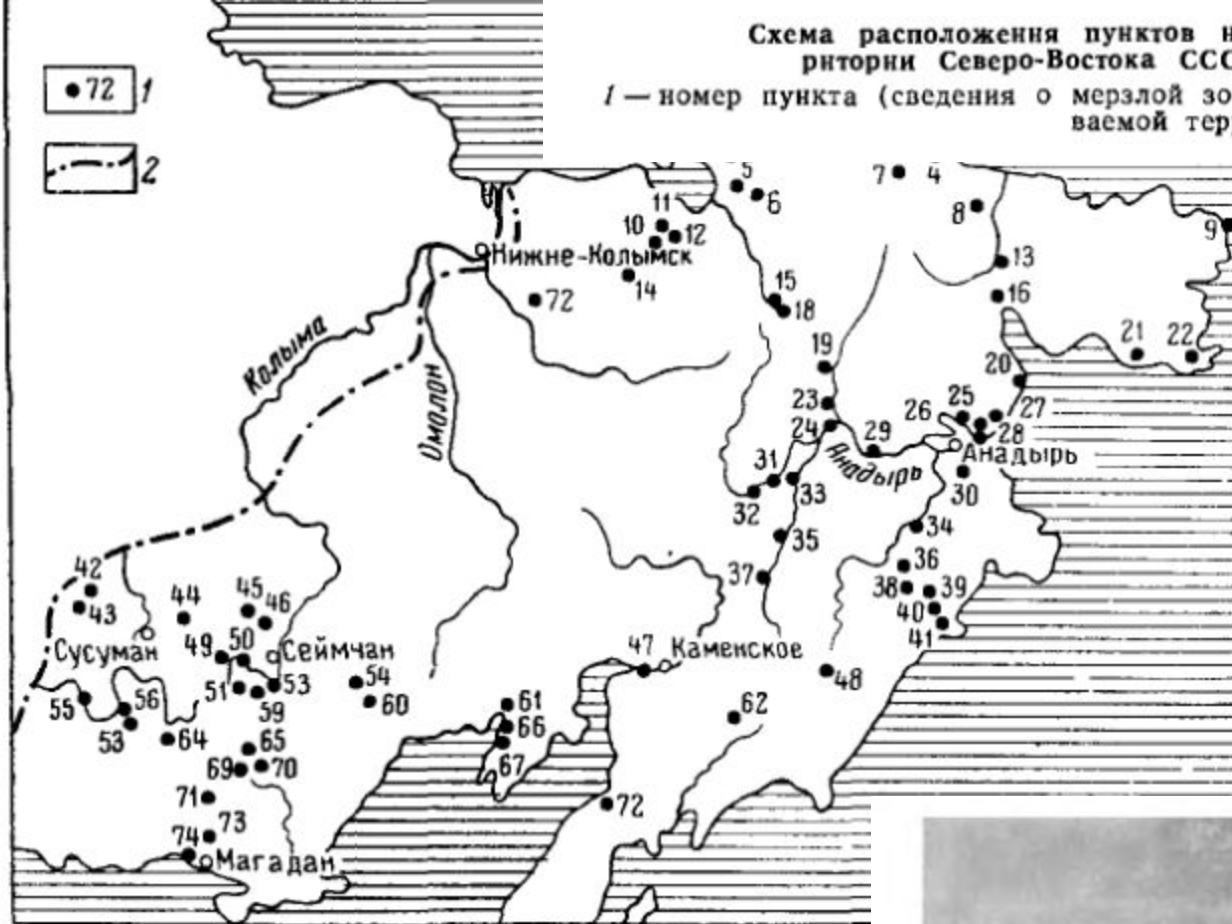


Рис. 12. Остатки наледи летом в долине р. Анмангынды (фото М. И. Папернова)

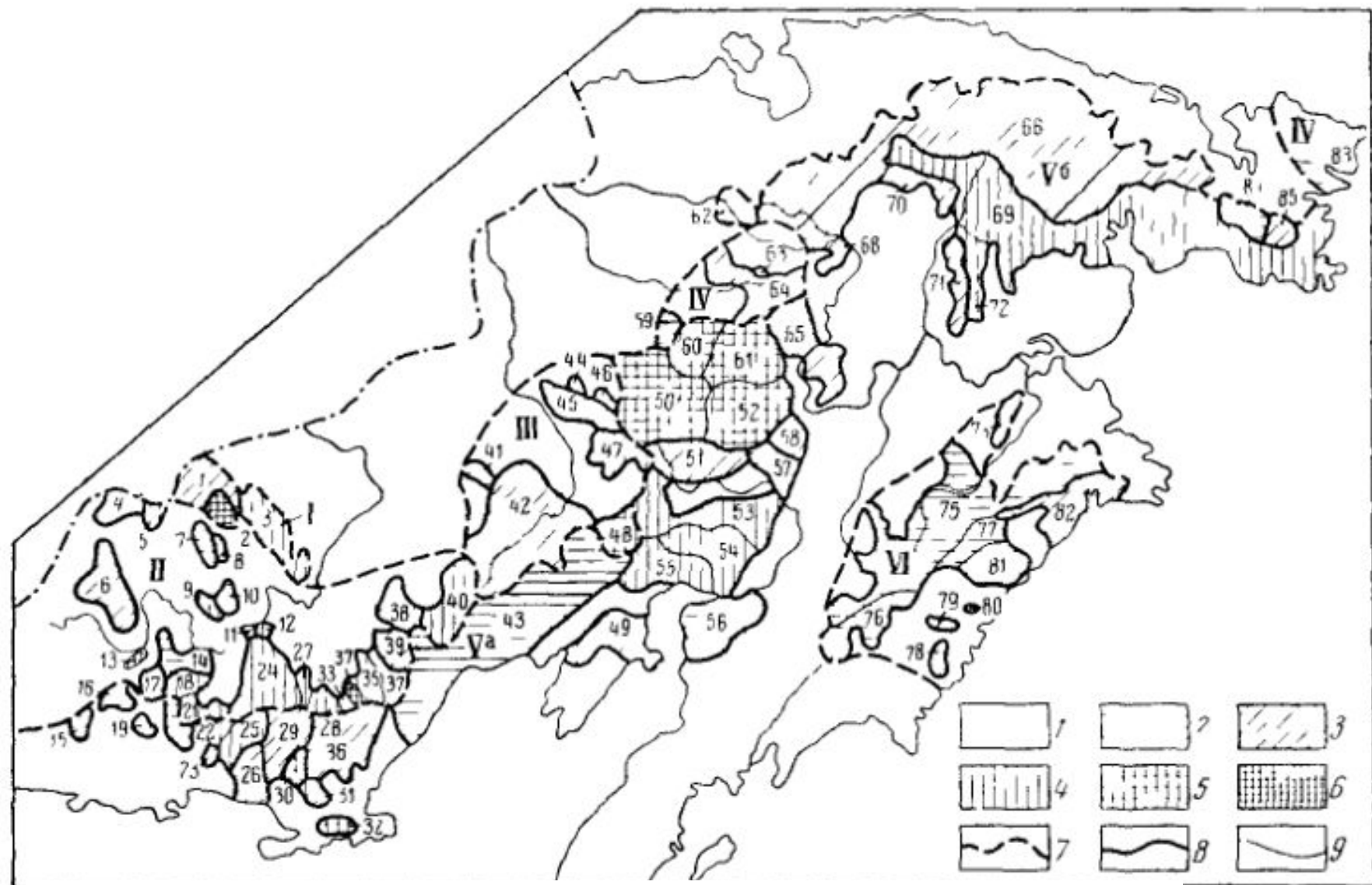
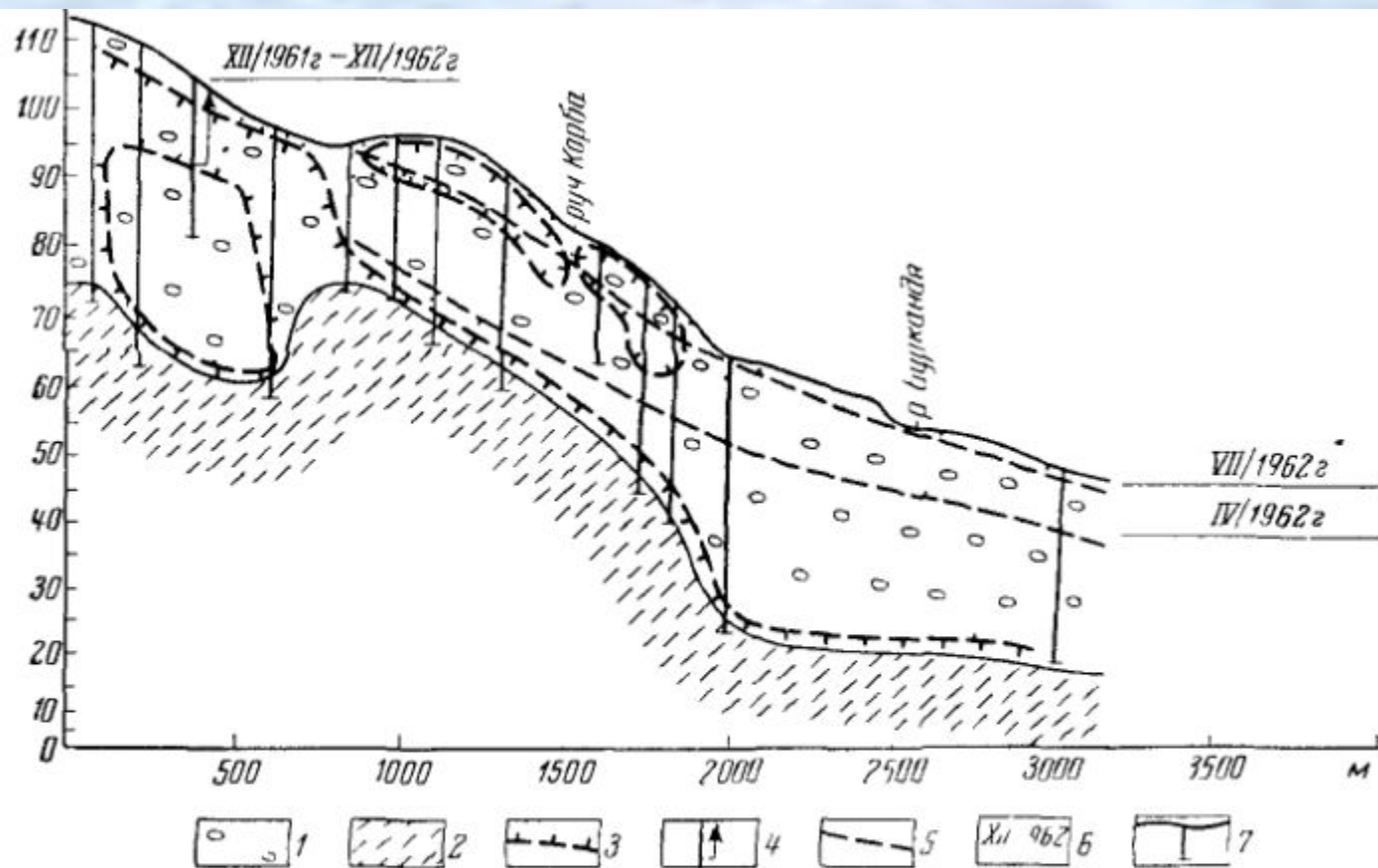


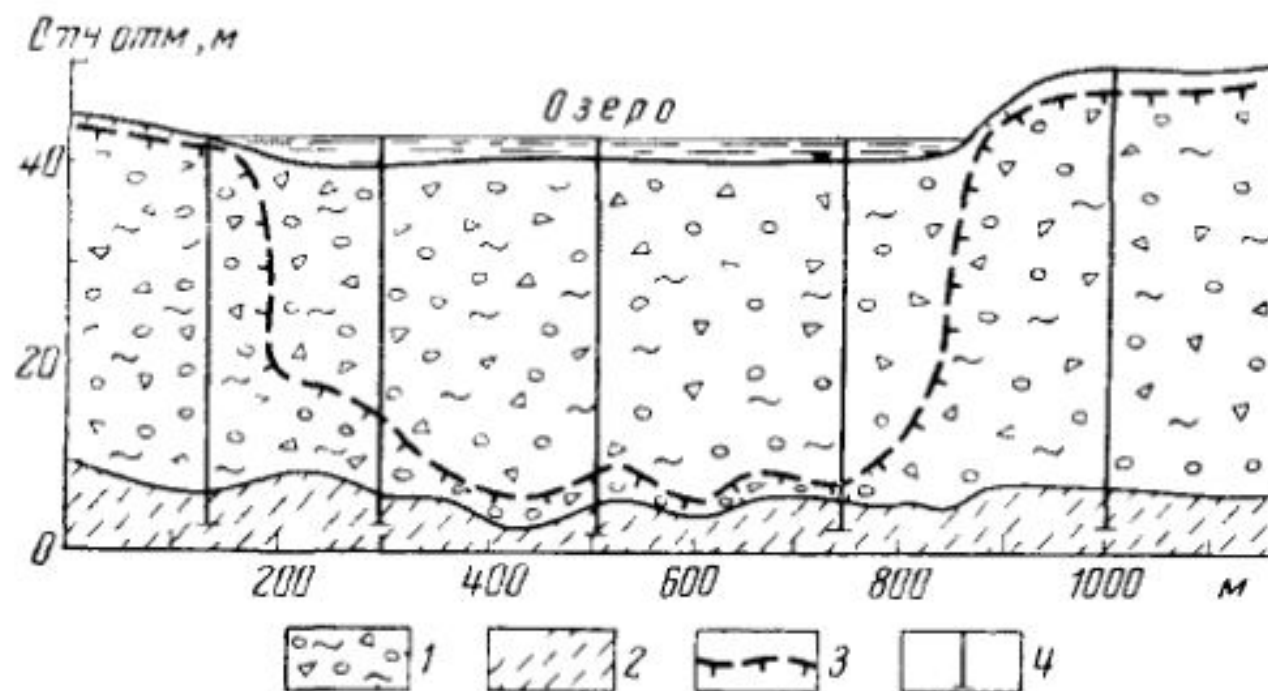
Схема наледных областей

1 — территория, в пределах которой встречаются лишь единичные наледи, 2—6 — наледные районы с величиной относительной наледности (в %): 2 — менее 0,5; 3 — 0,5—1; 4 — 1—1,5; 5 — 1,5—2; 6 — 3—4. Границы: 7 — наледных областей, обозначенных римскими цифрами, 8 — группы районов, одинаковой относительной наледности, 9 — наледных районов, обозначенных арабскими цифрами (см текст). Наледные области: I — хр Черского, II — Верхне-Колымская, III — Приколымская, IV — Анюйско-Чукотская, V — Охотско-Чукотская (Va — западная группа районов, Vb — восточная группа районов), VI — Корьякско-Камчатская



**Мерзлотно-гидрогеологический разрез вкост долины верховьев р Буркандя
(по материалам С А Кузменко)**

1 — песчано гравийно галечниковые отложения 2 — песчано глинистые сланцы 3 — граница мерзлой зоны 4 — высота подъема подземных вод 5 — уровень подземных вод 6 — дата наблюдения 7 — скважины



Мерзотно-гидрогеологический разрез подозерного талика (по материалам И. Е. Гуреева и А. В. Гуреевой)
 1 — песчано-гравийно галечниковые отложения, 2 — песчано глинистые сланцы, 3 — верхняя граница мерзлой зоны 4 — скважины

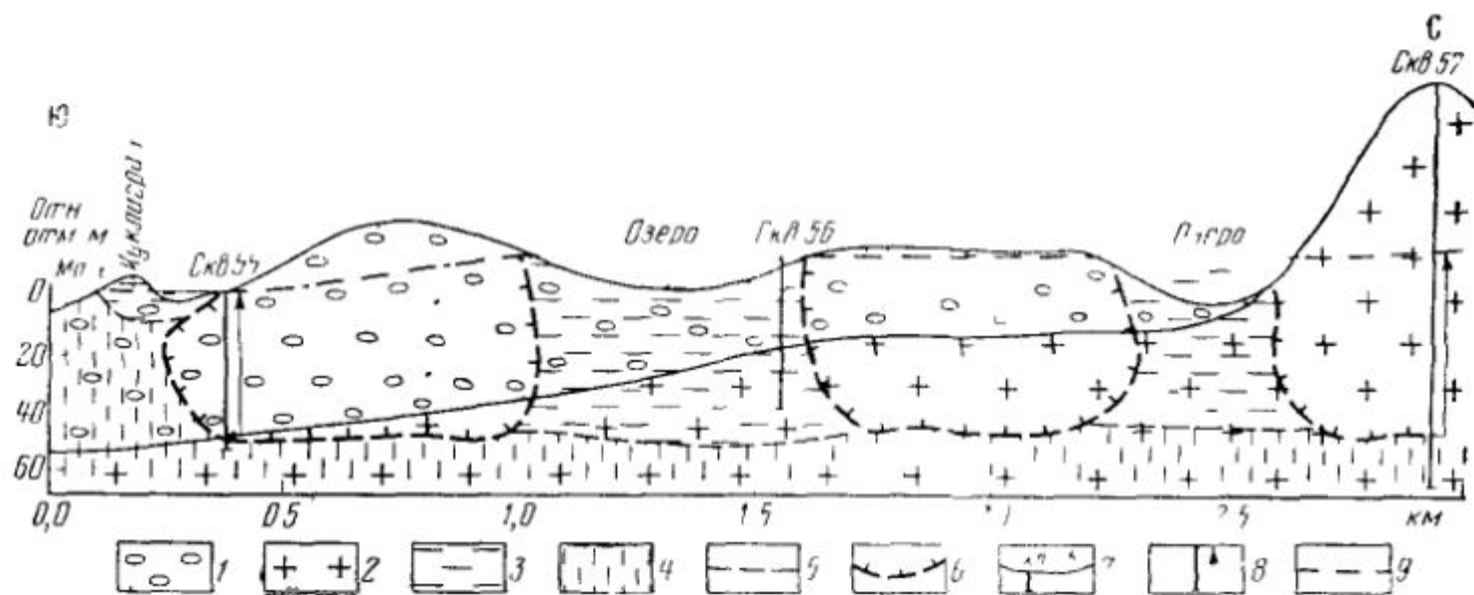
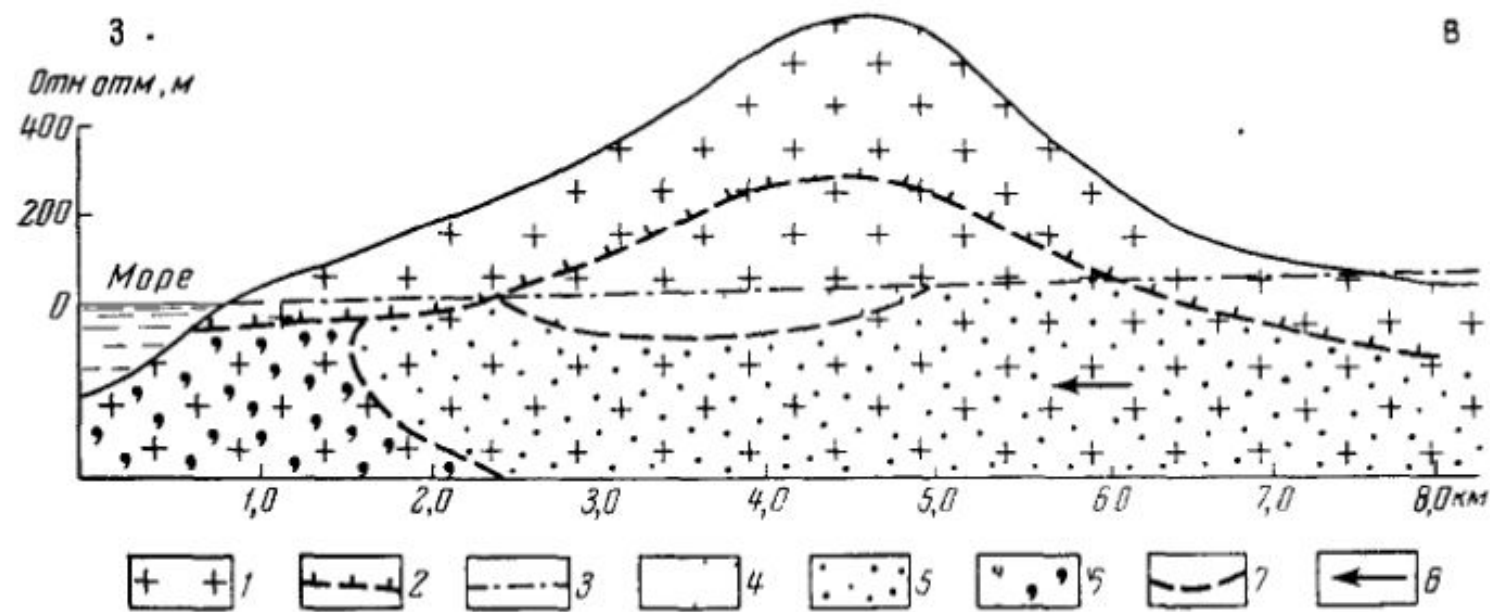


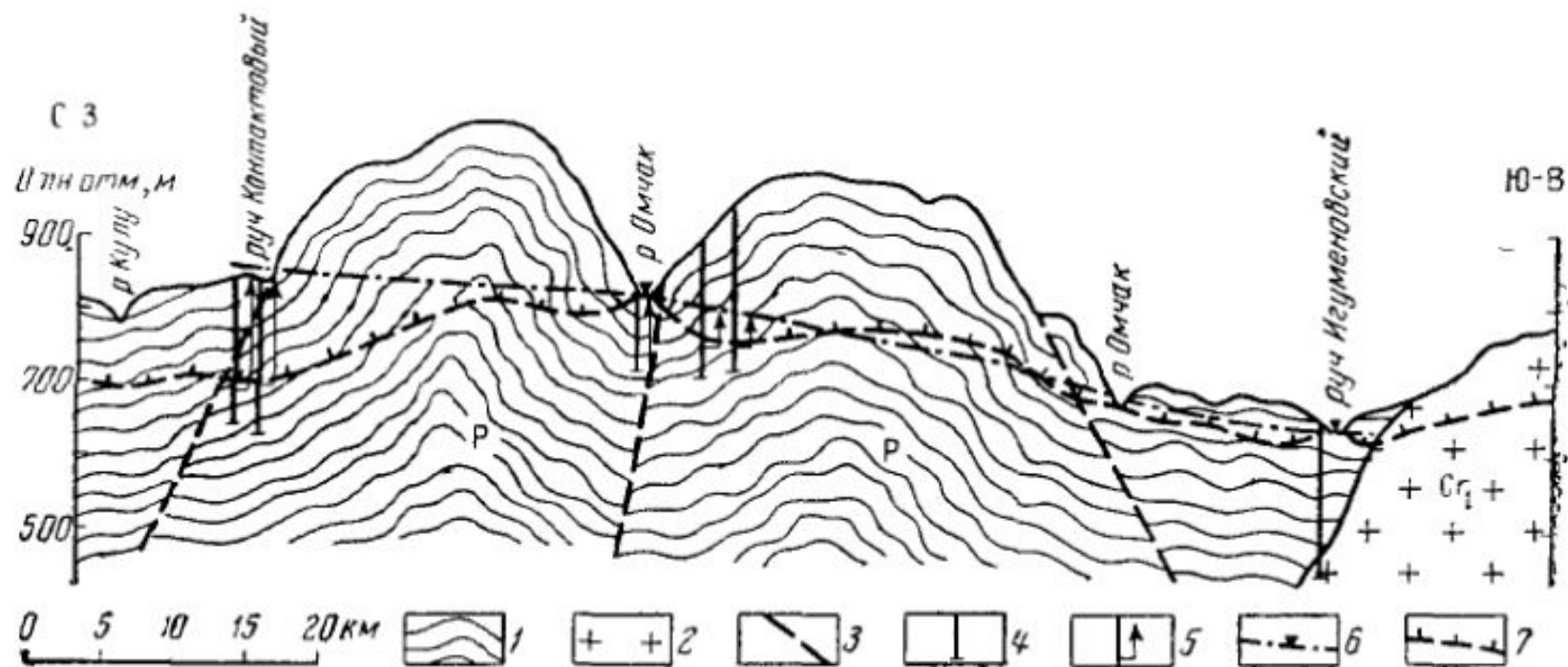
Рис 20 Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез участка северного побережья Анадырского залива (по материалам А. Я. Стремякова)

1 — песчано гравийно галечниковые отложения, 2 — гранодиориты, минерализация подземных вод 3 — до 1 г/л 4 — до 56 г/л, границы 5 — распространения вод с различной минерализацией, 6 — мерзлой зоны 7 — скважина и ее номер по карте 8 — глубина вскрытия и высота подъема подземных вод, 9 — уровень подземных вод



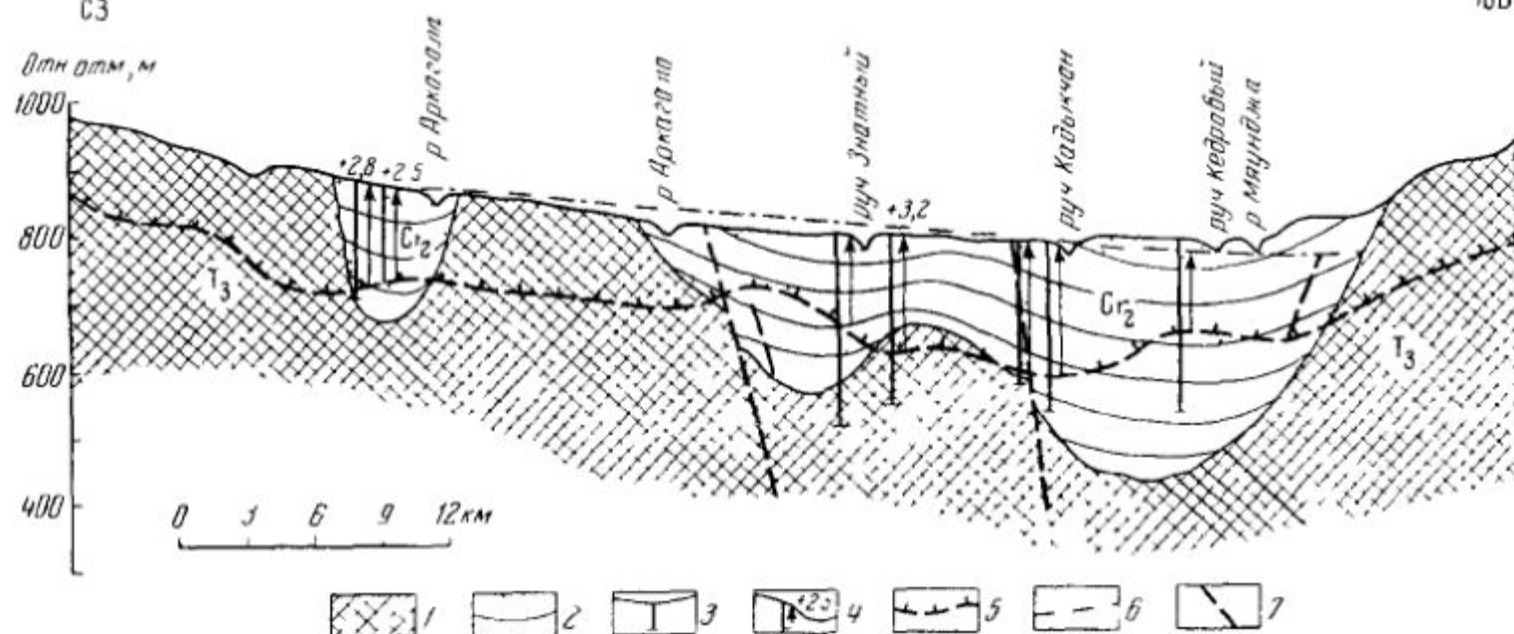
Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез горы Певек

1 — гранодиориты, 2 — граница мерзлой зоны, 3 — уровень подмерзлотных вод, минерализация подземных вод: 4 — до 1 г/л, 5 — до 10 г/л, 6 — более 10 г/л; 7 — граница раздела вод различной минерализации; 8 — направление движения подземных вод



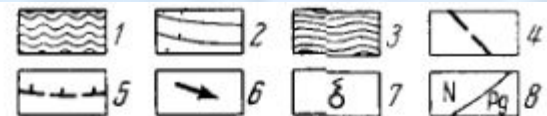
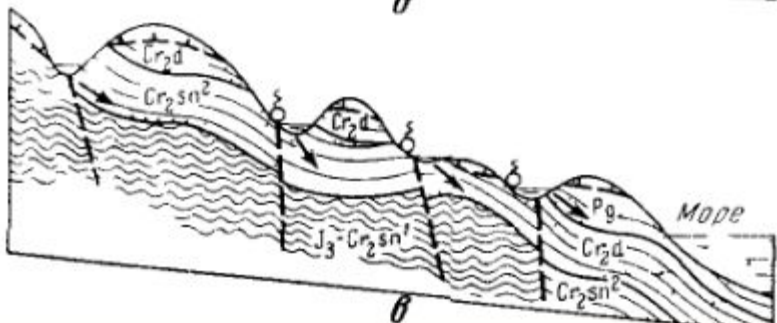
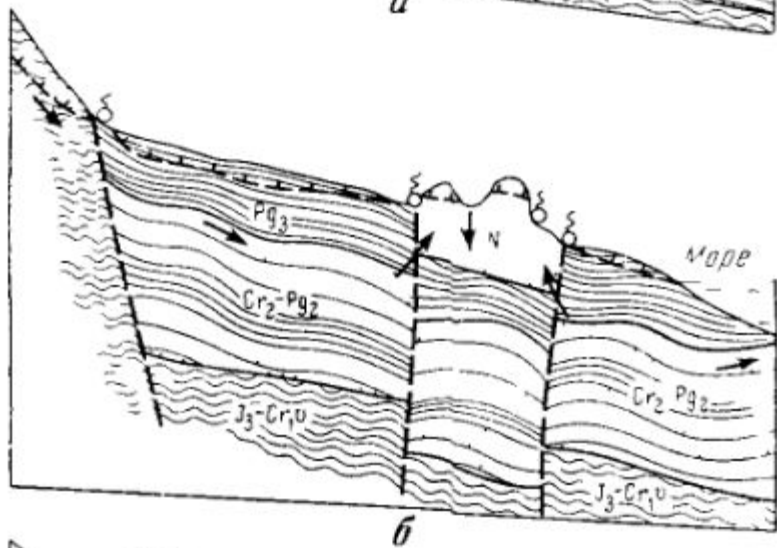
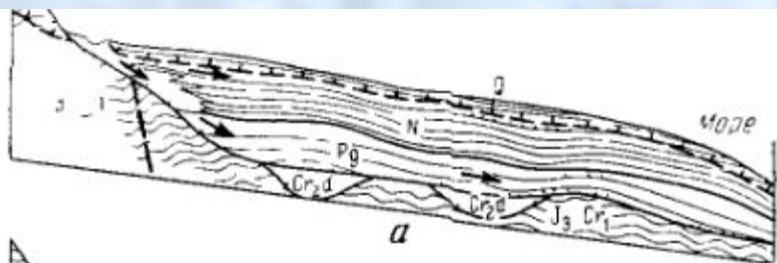
Схематический мерзлотно-гидрогеологический разрез по линии р. Кулу — руч. Игуменовский (по материалам Г. Ю. Фейгина, В. Н. Пушко, М. И. Бородулина)

1 — дислоцированные сланцы, песчаники и алевриты пермского возраста; 2 — граниты нижнего мела; 3 — разломы; 4 — скважины; 5 — высота подъема подземных вод; 6 — уровень подземных вод; 7 — нижняя граница многолетнемерзлой зоны



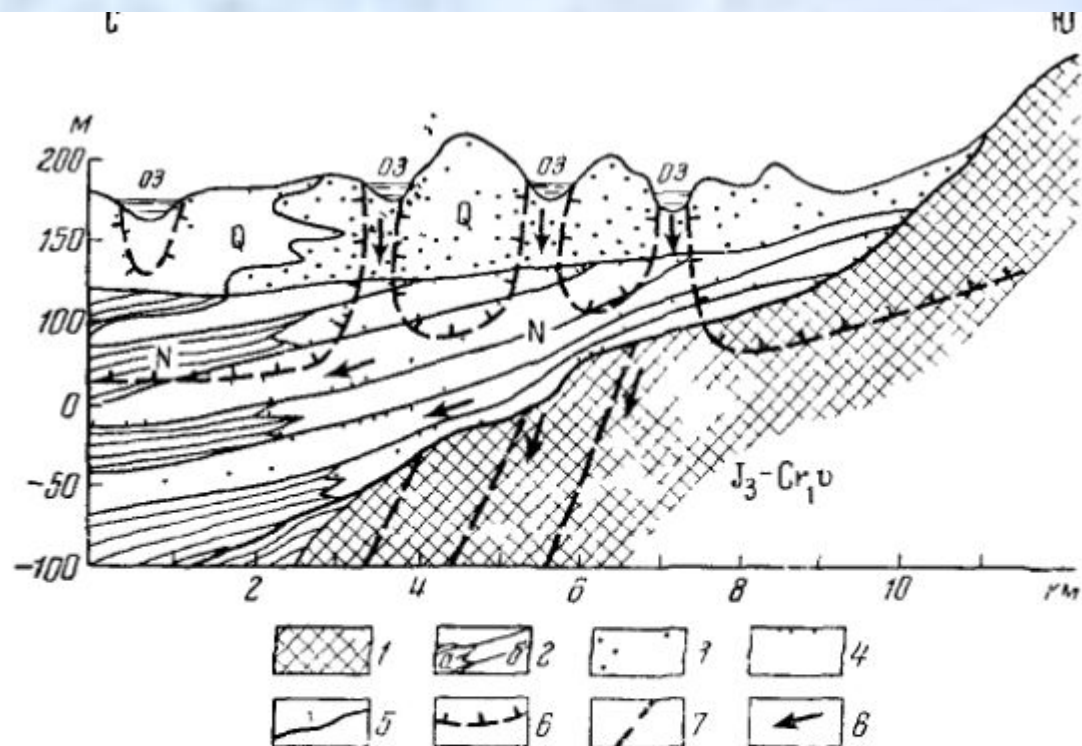
Мерзотно-гидрогеологический разрез Аркагалинского артезианского бассейна (по материалам А. Ф. Гликина, А. Г. Гущина, А. И. Тумакова, П. Г. Сурикова)

1 — фундамент бассейна (песчаники, сланцы триаса); 2 — осадочный чехол бассейна (песчаники, конгломераты, угли верхнего мела); 3 — скважины; 4 — глубина вскрытия подземных вод и высота подъема их [цифра возле стрелки со знаком «+» означает высоту подъема воды (в м) над поверхностью земли]; 5 — граница мерзлой зоны; 6 — уровень подземных вод; 7 — тектонический разлом



Схемы питания и разгрузки подземных вод в артезианских бассейнах

1 — сильно дислоцированные литифицированные породы фундамента, 2 — пески, песчаники, конгломераты осадочного чехла; 3 — глинистые породы осадочного чехла, 4 — тектонические разломы; 5 — нижняя граница мерзлой зоны, 6 — направление движения подземных вод, 7 — очаги разгрузки подземных вод, 8 — индекс геологического возраста пород и стратиграфическая граница



Схематический разрез области питания Анадырского артезианского бассейна

1 — сильно дислоцированные отложения фундамента бассейна (верхняя юра — валанжин), 2 — слабо литифицированные отложения осадочного чехла неогенового возраста а — глины, б — песчаники, 3 — крупнообломочные отложения четвертичного возраста, 4 — тонкообломочные отложения четвертичного возраста; 5 — стратиграфическая граница, 6 — граница мерзлой зоны, 7 — тектонические разломы, 8 — направление движения подземных вод

структур (рис. 29); примером таких артезианских бассейнов может служить Аркагалинский.

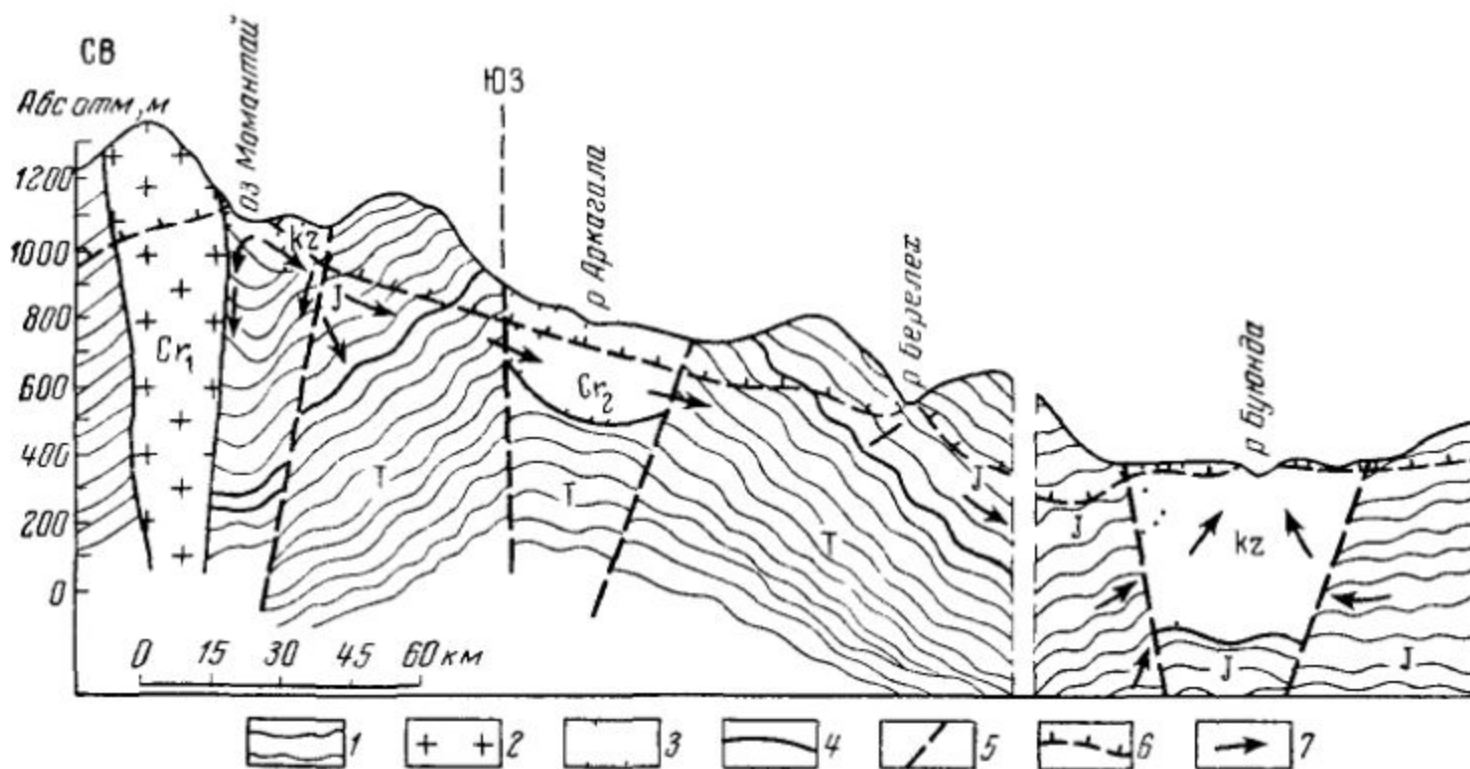
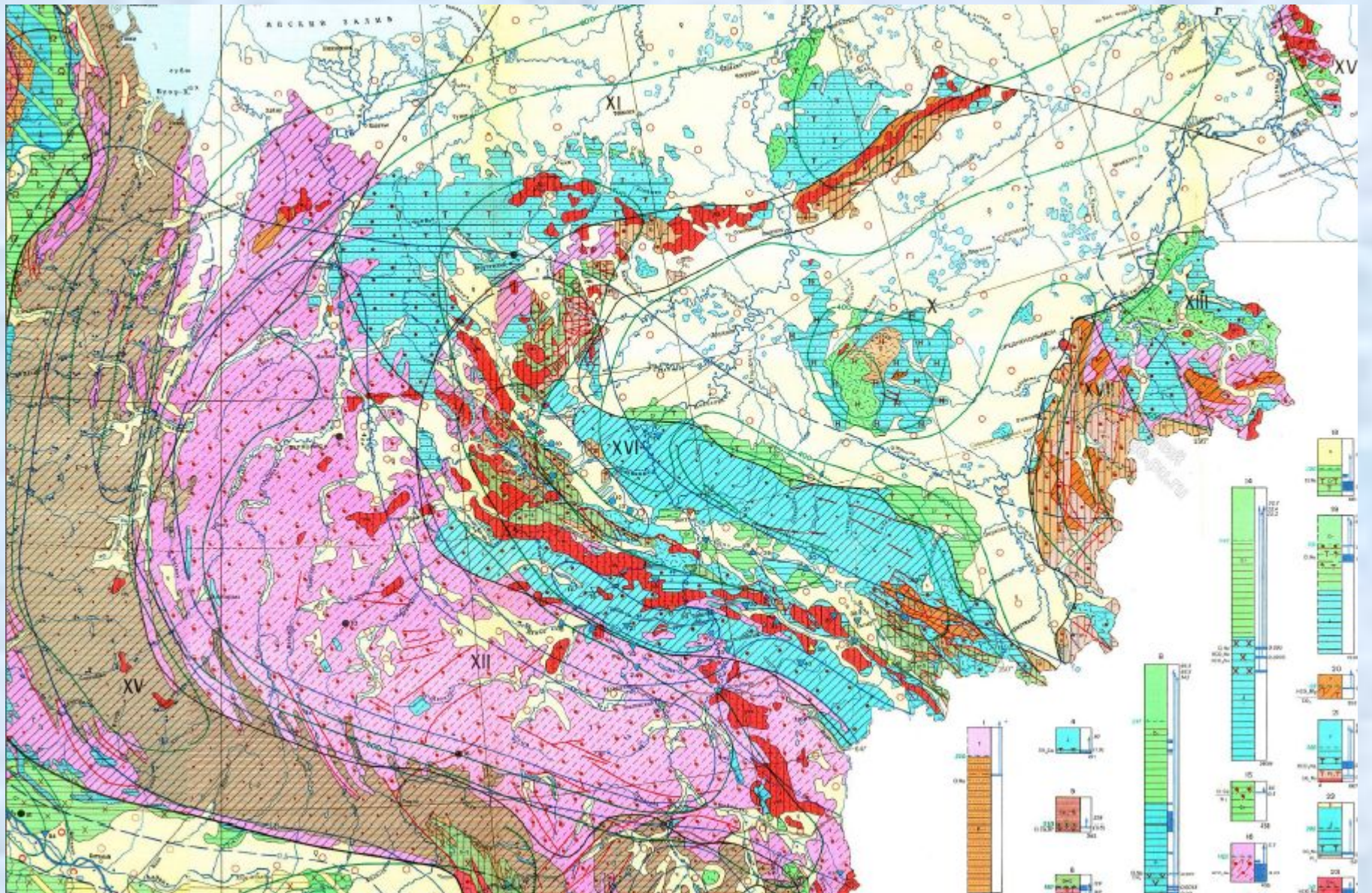


Рис. 29 Схематический гидрогеологический разрез по линии оз. Момонтай — р. Аркагала — устье р. Буянда

1 — водоносный комплекс сильно дислоцированных осадочных отложений 2 — гранитонды, 3 — водоносный комплекс осадочного чехла артезианского бассейна 4 — граница между водоносными комплексами 5 — разломы, 6 — нижняя граница мерзлой зоны, 7 — направление дви-



I. ВОДОНОСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

	четырехслойный ополоний		базисный ополоний
	песчаный ополоний		гравийный в кварцевых ополониях
	известняк ополоний		перекристаллизованный - конкреционный ополоний
	метаморфические образования: γ - протитовый ополоний, ζ - целочный ополоний		перекристаллизованный ополоний артезианского круга
	гравий ополоний		гравий - перекристаллизованный ополоний
	трещинный ополоний		гравийный ополоний
	плотный интрузив осадочного состава - трещина		перекристаллизованный ополоний базисного круга
	песчаный ополоний		конкреционный ополоний артезианского круга
	кварцевый - песчаный ополоний		конкреционный ополоний
	кварцевый ополоний		гравийный ополоний
	артезианский - кварцевый ополоний		гравийный ополоний

II. ТИПЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

A. ПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ

	Перео-пластовые воды, заключенные в пологих, пологих и вертикальных пластах в пористых факлах и слабоконкреционных породах высокой проницаемости: а - усложненные, б - пробочные
	Порозо- и трещино-пластовые воды преимущественно в пористых слабо дисперсных и слабоконкреционных породах (песчанисты, речные, конгломераты, вулканические и базальты палеозоя)
	Трещино- и порозо-пластовые воды:
	в пористых породах
	в трещинных породах с разным характером и заложением трещин
	в пористых и трещинных породах
	в пористых и трещинных породах с разным характером и заложением трещин
	Трещино-пластовые воды преимущественно в пористых и слабоконкреционных породах с преобладанием слабо метаморфизованных пород (песчанисты, речные, конгломераты и пологие палеозоя)
	Трещино-пластовые воды преимущественно в пористых, в том числе усложненных слабо дисперсных и слабоконкреционных породах
	Трещино-пластовые и трещино-жильные воды в вулканико-эффузивных образованиях различного состава

B. ТРЕЩИНО-ЖИЛЬНЫЕ

	Трещино-карстовые и трещино-жильные воды преимущественно дисперсных и метаморфизованных пород (песчанисты, пологие палеозоя и кембрийского периода)
	Трещино-карстовые и трещино-жильные воды в пористых дисперсных породах (песчанисты, пологие палеозоя)
	Трещино-жильные воды в пористых дисперсных породах (песчанисты, пологие палеозоя и кембрийского периода)
	Трещинные воды в области повышенной проницаемости, в том числе в вулканико-эффузивных породах (песчанисты, пологие палеозоя)
	Трещино-жильные воды в кристаллических и метаморфических породах
	Преимущественно трещинные воды в вулканико-эффузивных породах (песчанисты, пологие палеозоя и кембрийского периода), реже жильные воды

B. КОМПЛЕКСЫ НЕ СОДЕРЖАЩИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ ВОДЫ

	Положение горизонтальных водонасыщенных зон. Давление в них превышает атмосферное, поэтому вода не вытекает наружу при вскрытии скважины
	Отсутствие горизонтальных вод в осадочных породах

Примечание: Трещинный интрузивный интрузивный комплекс, серый - выделенный по литологическому составу, остальные - по литологическому составу

П О Л И Н И И В - Г



Масштабы: горизонтальный 1:2500 000
вертикальный 1:100 000

Водоносные комплексы гидрогеологических массивов.

Водоносный комплекс эффузивов J. Развита в пределах Колымского и Омолонского ГМ изучен слабо, дебиты источников не превышают 1-2л/сек

Водоносный комплекс эффузивов D. Развита на Омолонском массиве и представлен туфами с песчаниками и конгломератами мощность 700-2400м.

Площадь распространения в зоне сплошной мерзлоты. Мощность мерзлоты 250-400м. Разгрузка проявляется наледями, площадь отдельных наледей достигает 3км², мощность наледи 2-3м.

Водоносная зона трещиноватости интрузивов: граниты и гранодиориты. Площади интрузивных тел 1-200 до 1000км². Водоносность связана с развитием региональной и локальной трещиноватости. При мощности мерзлоты до 100м подземные воды могут формироваться в зонах выветривания и в тектонических трещинах. Пример-побережье охотского моря. Удельные дебиты до 1л/сек. Разгрузка источниками состав разнообразный.

Водоносный комплекс карбонатных пород палеозоя(кембрий, ордовик, селур, девон, нижний карбон): Развита в пределах Колымского и Омолонского массива, а также чукотского массива. Породы смяты в широкие пологие скалдки. Распространён в районах сплошной мерзлоты, встречается явление карста, кары, воронки, поноры. Источники до 10-15л/сек, наледи от 1-3км² при мощности 3м химический состав разнообразен.

Водоносный комплекс метаморфических пород рефея: Развита в пределах Колымского и Омолонского массива. Представлен сланцами и кварцитами. Сплошная мерзлота, водообильные тектонические разломы СЗ простирания, разгружается источниками питания на водоразделах, разгрузка в долинах рек. Химический состав гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевый.

Водоносный комплекс метаморфических пород AR, PR: В Охотском массиве выделен. Сплошная мерзлота

Особо следует выделить срединные массивы **Чукотский, Колымский, Охотский**, и выступы наиболее древних пород фундамента (архейских, протерозойских), часто сочетающихся с крупными гранитоидами.

Возрастная граница между нижним и средним этажами в пределах проявления киммерийской складчатости проходит в позднем палеозое—раннем мезозое. Граница между средним и верхним этажами фундамента в районах киммерийской складчатости приходится на возрастной интервал триас — юра, а в районах альпийской складчатости — мел— палеоген.

Гидрогеологические особенности изучены только в районах выходов его на поверхность. Он сложен метаморфическими породами арлея, протерозоя и палеозоя, **Зоны выветривания**, с которыми связаны трещинно-грунтовые воды, ГМ Чукотки и имеют обычно меньшую мощность, чем в подобных структурах, сформировавшихся в домезозойские эпохи. Но в целом можно отметить, что в метаморфических породах мощность зоны выветривания составляет 25—30, реже до 80 м. Зона выветривания в интрузивных породах обычно меньше—до 50 м.

Во многих районах зона выветривания заморожена. Так, в Верхояно-Чукотской СО мощность зоны многолетней мерзлоты достигает 800 м, Летом с ними связаны небольшие источники, а в зимний период — наледи. На водораздельных хребтах и горных вершинах, закрытых вечными снегами и ледниками, зона выветривания вообще не оттаивает.

Воды зон региональной и локальной тектонической трещиноватости изучены весьма слабо.

в зонах тектонических нарушений дебиты скважин возрастают, а в нижней части склонов часто дают излив. Здесь же существуют источники с дебитами 10—30 л/с. В Чукотском и других срединных массивах с глубокими тектоническими нарушениями в гранитондах связаны **азотные термы**.

Средний этаж фундамента Верхоянского хребта.

. Они сложены слабометаморфизованными, часто пологозалегающими отложениями верхнего палеозоя. Их отличительной особенностью является развитие сплошного покрова многолетнемерзлых пород мощностью до 500 м, через который нередко пробиваются подмерзлотные воды.

Например, в районах развития палеозойских карбонатных отложений в Кыллахской и Омудевской структурах формируются источники трещинно-карстовых вод, имеющие даже в зимнюю межень дебит до 1400 л/с. На склонах Верхоянского и Черского хребтов образуются крупные системы наледей, протягивающиеся цепочкой длиной до 150 км вдоль речных долин. Общая площадь их распространения достигает нескольких десятков квадратных километров (до 3% территории). Высота выхода наледи зависит от условий разгрузки подземных вод. Верхняя их граница располагается на 500—600 м ниже водораздела, а нижняя приходится на контакт ГМ с поверхностью межгорных впадин или моря. Так, средние высоты наледей на западном склоне Верхоянского хребта находятся в интервале абсолютных отметок 250—450 м, восточном склоне 650—950 м, а в Южном Верхоянье 400—1100 м. Крупные наледи обычно являются многолетними и имеют глубокое подмерзлотное питание через сквозные подрусло-вые талики. Расходы источников, питающих также наледи, превышают 1000 л/с. Мощность льда достигает 5 м и более

Артезианские бассейны Северо-Востока имеют песчано-глинистый и туфогенный разрез чехла, отличаются разнообразием типов (платформенный, межгорный, латеральный, долинный) и глубоким промерзанием—многолетняя мерзлота проникла на глубину 200—400 м и более.

Яно-Колымская АО относится к платформенному типу и состоит из нескольких АБ — Нижне-Янекого, Индигиро-Колымского, Индигиро-Зырянского и Восточно-Сибирского, находящегося над уровнем Восточно-Сибирского моря. Мощность мерзлоты превышает 200 м. Пьезометрические отметки в скважинах устанавливаются в прибрежной зоне на 180 м ниже уровня моря. В пределах суши вскрыты пресные и солоноватые воды. На морском побережье широко распространены криопэги с минерализацией до 87 г/л. Обводненность скважин обычно невелика— до 0,5 л/с.

Межгорные АБ, занимающие небольшие площади (до нескольких тысяч квадратных километров), проморожены на глубину 120—200 м и имеют слабую обводненность. Их чехол образован меловыми и кайнозойскими отложениями мощностью до 2 км. Аркагалинский и Омсукчанский АБ с чехлом мелового возраста содержит пресные и солоноватые воды с минерализацией до 8 г/л.

В Лево-Момонтайском и Эльгенском АБ с осадочным чехлом кайнозойского возраста вскрыты воды гидрокарбонатного натриевого состава с минерализацией 0,2—1,6 г/л.

Артезианские бассейны латерального типа (Гижинский, Кух-туйский, Ямо-Тауйский и др.) расположены на побережье Охотского моря. Они образованы кайнозойскими отложениями мощностью до 0,8 км. В долинах рек скважины часто изливают с дебитом до 1 л/с. Мерзлота здесь не имеет сплошного распространения. Минерализация вод составляет 0,2—2,5 г/л, состав преимущественно гидрокарбонатный натриевый.

Артезианские бассейны долинного типа часто полностью проморожены, а распространение в них межмерзлотных таликов подчинено высотной поясности. Подрусловые замкнутые талики формируются на 600—800 м ниже средней высоты водораздела.

Вулканогенные бассейны.

питание подземных вод за счет поступления атмосферных осадков, источники редки, но обладают большими дебитами и стабильным режимом; на высотах 800— 2200 м (подножие нагорья), где горизонты обладают небольшими ресурсами, происходит наиболее интенсивная разгрузка подземных вод. **Модуль подземного стока** для районов развития вулканических лав колеблется от 4,5 до 13 л/(с·км²).

Пространственно Охотско-Чукотский вулканический пояс совпадает с водоразделом Северного Ледовитого и Тихого океанов. В его строении участвуют меловые, реже палеогеновые, а на отдельных участках нижнечетвертичные эффузивы.

Большинство ВБ характеризуется развитием островной, а иногда и сплошной мерзлоты. Во многих районах отмечаются наледи площадью до 40 км². в отдельных скважинах получены притоки до 4 л/с. а дебиты источников достигают 15 л/с. Воды имеют обычно минерализацию до 0,1 г/л и гидрокарбонатный состав.

В районах морских побережий Охотско-Чукотского вулканических поясов в зонах тектонических нарушений формируются пресные и соленые азотные и азотно-метановые термы. Часть из них возникает только за счет поступления инфильтрационных вод суши (Амгу, Вангоу в Приморье, Тумнин в Хабаровском крае, Тальские в Магаданской области). Он is отличаются сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатным натриевым составом, минерализацией 0,2—0,5 г/л, повышенным содержанием фтора и кремнезема и температурой 36—90 °С. Другая группа источников образуется в результате смешения пресных вод суши и соленых вод морского генезиса (Чукотский п-ов, побережье Охотского моря)

Верхояно-Колымская система охватывает всю северо-восточную часть Якутии и простирается в Магаданскую область. Она включает в себя ряд структур первого порядка, в том числе артезианские бассейны (Колымский, Индигиро-Колымский), криогенные напорные бассейны (Яно-Индигирский и Приомолонский) и гидрогеологические массивы (Верхоянский, Полоусненско-Верхнеколымский, Приколымский и Анюйский). Незначительной частью в пределы Восточной Якутии простирается Охотско-Чукотский пояс вулканогенных супербассейнов.

Колымский артезианский бассейн приурочен к одноименному срединному массиву. В орографическом плане он ограничен с северо-запада и юго-запада горноскладчатыми сооружениями кряжа Полоусного и цепи Черского, с востока — Приколымским поднятием, на севере открыт в сторону Индигиро-Колымского бассейна.

Основная часть бассейна дренируется долинами р. Колымы, ее левых притоков и р. Алазеи, а крайняя юго-западная часть — р. Индигирки. Мощность сплошной мерзлой зоны 300—500 м.

Гидрогеология бассейна не изучена. По геоструктурным особенностям в его пределах могут быть выделены *Алазейский* и *Индигиро-Зырянский артезианские бассейны* второго порядка; граница проходит по оси Алазейского поднятия.

Индигиро-Колымский артезианский бассейн занимает территорию Приморской низменности, Кондаковского плоскогорья и северного склона кряжа Полоусного. В орографическом плане бассейн ограничен с юга кряжами Полоусным и Улахан-Тас, на север бассейн простирается под акваторию Восточно-Сибирского моря, охватывая восточную часть Новосибирских островов. В пределах суши он приурочен к Полоусному синклинию.

Бассейн дренируется долинами рек Индигирки и Колымы, их притоков, а также долинами мелких рек, впадающих непосредственно в море. Мощность сплошной мерзлой зоны превышает 500 м.

В пределах бассейна намечаются следующие гидрогеологические структуры второго порядка: *артезианский бассейн Восточно-Сибирского моря, Ольджойский и Кондаковский артезианские бассейны*, приуроченные к одноименным впадинам. Глубинное геологическое строение Индигиро-Колымского бассейна не изучено. Подмерзлотные воды вскрыты только в юрских отложениях на месторождении Депутатском — самой южной окраине Ольджойского крыла Индигиро-Колымского артезианского бассейна в интервале 269—271 м. Повышенная минерализация этих вод (2,6 г/л) при сульфатном кальциевом составе свидетельствует о влиянии процессов окисления сульфидов и позволяет предположить, что вне зоны месторождения верхние подмерзлотные воды будут минерализованы в пределах до 1—2 г/л.

Мало исследована водоносность четвертичных отложений. Обилие озер, сравнительно большая мощность снегового покрова и неравномерное его распределение по площади, обусловленное сильными ветрами, могут способствовать формированию межмерзлотных таликовых зон, приуроченных к хорошо фильтрующим отложениям погребенных долин. По устным сообщениям геологов Янской ГРЭ, обводненные межмерзлотные талики отмечались севернее хр. Полоусного и в некоторых других местах. Питание таких таликов в краевой части бассейна может осуществляться по глубоким разломам, водоносность которых в ряде случаев установлена по наледям, например в долине р. Уяндины. Кро-

Яно-Индигирский криогенный напорный бассейн приурочен к обширной одноименной синклинали зоне. Он ограничен на севере и западе склонами хр. Кулар и Верхоянской цепи, на востоке цепью Черского, на юге хр. Сунтар-Хаята. Орографически территория бассейна представлена Яно-Оймяконским нагорьем. Основной дренирующей артерией является долина р. Яны, на юго-востоке — долина р. Эльги. Мощность многолетнемерзлых пород достигает 400 м, снижаясь в осевой части бассейна до 300—210 м (в долинах рек). Под руслами наиболее крупных рек возможно наличие сквозных таликов.

Процессы промерзания здесь наложены на складчатые плато, причем мощность мерзлой зоны немного превышает мощность трещинова-

Приомолонский криогенный напорный бассейн в геоструктурном отношении приурочен к западной части Омолонской системы наложенных впадин. Гидрогеологическое строение его не изучено.

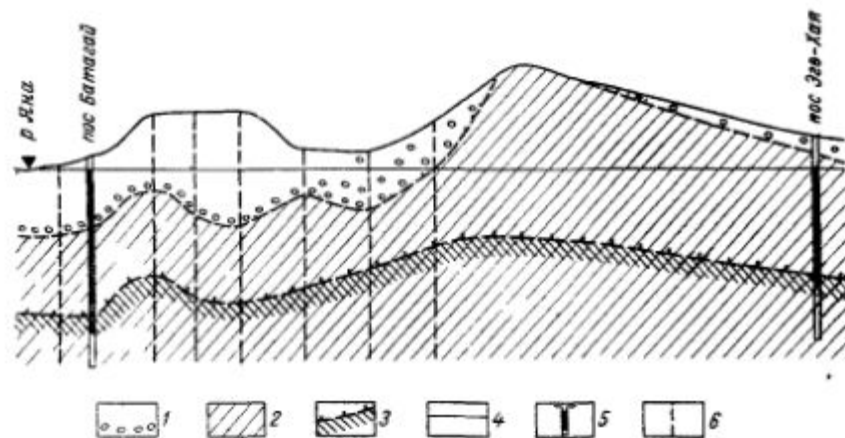
Охотско-Чукотский пояс вулканогенных супербассейнов представляет собой сложную гидрогеологическую область, совпадающую в структурном отношении с одноименным вулканогенным поясом, приуроченным, по К. Я. Спрингису (1958), к Приохотской зоне глубинных разломов. Граница пояса определяется полем развития верхнемезозойских и кайнозойских эффузивов.

Судя по обилию наледей, Охотско-Чукотский пояс вулканогенных супербассейнов является структурой, благоприятствующей скоплению значительных ресурсов пресных подземных вод, подобно аналогичным бассейнам Камчатки и других районов СССР.

Верхоянский гидрогеологический массив является одной из крупнейших систем бассейнов стока трещинных вод Северо-Востока СССР.

В орографическом плане основная часть массива предстает собой сложную горную цепь и делится на две основные области стока — р. Лены и р. Яны. На юге выделяется область стока р. Индигирки. Мощность мерзлой зоны в пределах массива составляет более 500 м, она существенно не одинакова на водораздельных участках и в речных долинах.

Процессы промерзания наложены на горноскладчатую область, характеризующуюся интенсивным и глубоким расчленением рельефа. Подземные воды трещиноватой зоны выветривания по мере промерза-



Схематический гидрогеологический профиль по линии Батагай — Эге-Хая (по материалам Янской ГРЭ)

1 — четвертичные отложения, 2 — отложения триасового возраста, 3 — граница распространения многолетнемерзлых пород и подмерзлотная трещиноватая зона, 4 — уровень р. Яны, 5 — скважина (зачернена обводненная часть ствола от кровли водоносной зоны), 6 — точки ВЭЗ

Такие гидрогеологические массивы в условиях ограниченной современной тектонической нарушенности могут не иметь единой водонапорной системы, а несколько относительно самостоятельных систем, каждая из которых связана с бассейном какой-то реки. Водоносные зоны в пределах таких систем распространены не равномерно по территории бассейна, а наследуют конфигурацию речных долин. Возможно, что в какой-то мере аналогичные условия имеют место и в пределах остальных гидрогеологических массивов северо-востока и юга Якутии, там, где распространены сильно измененные терригенные мезозойские породы или кристаллические и метаморфические древние породы.

Структура второго порядка (см. врезку, прилож. 1)	Наименование гидрогеологической структуры второго порядка	Мощность (ж) и прерывистость многолетнемерзлых пород	Типы, возраст (яндекс) и мощность водоносных комплексов, ж	Водопроявления, дебиты источников (преобладающие, л/сек), удельные дебиты (q), пределы м ³ /ч м, модули наледного питания (M') и подземного стока (M'), л/сек км ²	Преобладающий состав и минерализация подземных вод, г/л	Структуры третьего порядка
---	---	--	--	--	---	----------------------------

X. Колымский артезианский бассейн

X ₁	Алазейский артезианский бассейн	300—500, сплошная многолетнемерзлая зона.	Терригенный (угленосный; Сг) с порово- и трещинно-пластовыми водами.	Удельный дебит скважин в меловых отложениях не превышает 0,072 при глубоком (ниже 180 м) залегании и низких (15—20 м) напорах подземных вод, M' < 0,5	Не изучен	Не выделены
X ₂	Индиги́ро-Зырянский артезианский бассейн	Снижается до 185—240 в районах угольных месторождений юга Инди́ги́ро-Зырянского бассейна. Сквозные талики маловероятны	Терригенно-вулканогенные (J, Pz) гидрогеологически не изучены			

XI. Инди́ги́ро-Колымский артезианский бассейн

XI ₁	Артезианский бассейн Восточно-Сибирского моря	500—600, сплошная многолетнемерзлая зона, сквозные талики крайне редки	Преимущественно терригенные (Kz (?), Сг, J), возможно, кайнозой с трещинно-пластовыми водами	Водопроявления неизвестны, модули подземного стока (M') менее 0,5	Не изучен	Не выделены
XI ₂	Кондаковский адартезианский бассейн	Более 250, сплошная многолетнемерзлая зона, сквозные талики весьма маловероятны	Терригенный (J, T), содержащий преимущественно трещинно-жильные, в меньшей степени — трещинно-пластовые воды	q=0,07 (месторождение Депутатское), модули подземного стока (M') менее 1 и лишь в южной части Ольджойского бассейна достигают 2	Подмерзлотные воды преимущественно пресные, гидрокарбонатные	Не выделены
XI ₃	Ольджойский адартезианский бассейн				натриевые, минерализация до 1, часто менее 0,5. В замкнутых линзах мерзлой зоны — соленые и рассолы с минерализацией более 100	

Структура второго порядка (см. врезку, прилож. 1)	Наименование гидрогеологической структуры второго порядка	Мощность (ж) и прерывистость многолетнемерзлых пород	Типы, возраст (индекс) и мощность водоносных комплексов, ж	Водопроявления, дебиты источников (преобладающие, л/сек), удельные дебиты (q), пределы м ² /ч·ж, модули наледного питания (M) и подземного стока (M'), л/сек·км ²	Преобладающий состав и минерализация подземных вод, г/л	Структуры третьего порядка
---	---	--	--	---	---	----------------------------

XII. Яно-Индибирский криогенный бассейн напорных трещинных вод

Не выделены	200—400, многолетнемерзлая сплошная зона, под руслами рек возможны локальные сквозные талики	Терригенный (Т) с трещинными водами, приуроченными преимущественно к подмерзлотной трещиноватой зоне	Водопроявления фиксируются очень редкими наледями; q до 0,54; M' = 0,5—0,3	Подмерзлотные воды преимущественно пресные, гидрокарбонатные натриевые с минерализацией менее 1, в зонах сульфидного оруденения сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией немного более 1	Не выделены
-------------	--	--	--	---	-------------

XIII. Приомолонский криогенный напорный бассейн (гидрогеология бассейна не изучена)

Не выделены	Порядка 300, под руслами рек возможны локальные сквозные талики	Вулканогенные, в меньшей степени терригенные (Сг, J) с трещинными водами	Водопроявления неизвестны, M' = 1—0,5	Нет сведений	Не выделены
-------------	---	--	---------------------------------------	--------------	-------------

XIV Охотско-Чукотский вулканогенный супербассейн

XIV,	Куйдусунский вулканогенный супербассейн	Более 500, изменчива, на водоразделах в долинах — сквозные талики	Вулканогенный (Сг) с трещинно-пластовыми и трещинно-жильными водами	Многочисленные водопроявления фиксируются наледями, дебиты источников, образующих наледь, превышают 1000 л/сек, модули наледного питания (M) 2,33, модули подземного стока (M') до 3	Гидрокарбонатные и кремнистые натриевые, в верхней части разреза очень пресные, с минерализацией менее 0,05	Не выделены
------	---	---	---	--	---	-------------

XV Верхоянский гидрогеологический массив

XV ₁	Новосибирский гидрогеологический массив	Гидрогеологическое строение массива не изучено			Не выделены	
XV ₂	Анабаро-Оленекский гидрогеологический массив	До 500, сплошная многолетнемерзлая зона	Терригенные (Т, Р) с трещинными, в меньшей степени трещинно-пластовыми водами	Не установлены, $M' < 0,5$	Нет сведений	То же
XV ₃	Куларский гидрогеологический массив	400—500, сплошная многолетнемерзлая зона	Терригенные (Т, Р) с трещинными и трещинно-жильными водами	Не установлены, $M' = 0,5-0,3$	То же	"
XV ₄	Яно-Омолойский криогенный напорный бассейн	500, сплошная многолетнемерзлая зона	1 Терригенный водоносный комплекс (Кз) с порово-пластовыми водами (?) 2 Терригенный водоносный комплекс (Т) с трещинными и трещинно-жильными водами	Не установлены, $M' < 0,5$	"	"
XV ₅	Западно-Верхоянский гидрогеологический массив	Более 600, сплошная многолетнемерзлая зона, сквозные талики распространены локально под руслами рек	Терригенный водоносный комплекс (?) с трещинными и трещинно-жильными водами	Водопроявления зафиксированы наледями. Модуль наледного питания 0,5, на северо-востоке увеличивается до 1,9, модуль подземного стока (M') до 1	Подземные воды зоны свободного водообмена гидрокарбонатные кальциевые и натриево-кальциевые очень пресные, минерализация обычно менее 0,1, наименее минерализованные — гидрокарбонатные натриевые, в пределах Сетте-Дабанского массива минерализация возрастает до 0,3	"
XV ₆	Сетте-Дабанский гидрогеологический массив	400—500, сплошная многолетнемерзлая зона, сквозные талики возможны под долинами рек	Терригенно-карбонатные и карбонатные (С—Рi ²) с трещинными, трещинно-жильными и трещинно-карстовыми водами	Водопроявления зафиксированы наледями. Модуль наледного питания (M) около 0,5; модуль подземного стока (M') 1—2	Нет сведений	Не выделены
XV ₇	Южно-Верхоянский гидрогеологический массив	Сплошная многолетнемерзлая зона, мощность до 800 м	Терригенные (Р, С) с трещинными и трещинно-жильными водами	Водопроявления зафиксированы наледями. Модуль подземного стока (M') 1—2	То же	То же

Водоносные комплексы

Q dl, g fg al озёрно аллювиальные выполняют эрозионные впадины и долины рек ручьёв

Мощность от 1,5м до 3-4м у подножия до 10-15м реже до 20-30м редко во впадинах 100-200м и даже 400-500м (Нижнее-анадарский АБ)

Надмерзлотные воды

Воды сезонно-талого слоя мощность от 10-20см до 3-4м химический состав от гидрокарбонатных до сульфатных минерализация до одного грамма на литр. Режим не постоянный используется в питьевых целях

Воды несквозных таликов подозёрные, подрусловые, предгорных конусов выноса.

Размеры 50-200-250м подрусловых до 400м в долинах больших рек 500-700м редко 1000м

Мощность таликов от 3-5м до 15-20м. Разнообразные фильтрационные свойства. Воды подозёрных таликов развиты на чукотском по-ве и анадарской низменности, стабильны. Воды таликов конусов выноса развиты в предгорьях максимальной мощности до 15м

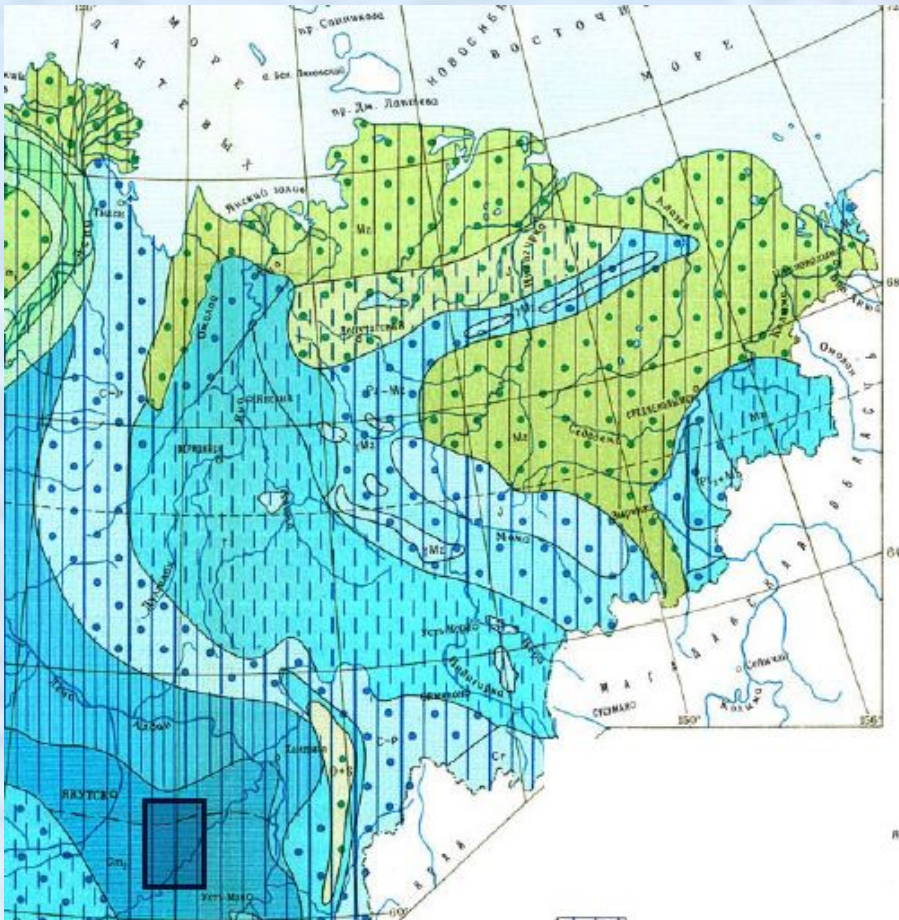
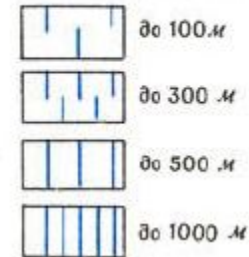
Межмерзлотные воды, реликтовых таликов встречаются в долинах средних и крупных рек. Для Q водоносных комплексов характерны:

- 1) повсеместное распространение на территории
- 2) низкая минерализация
- 3) высокие фильтрационные св-ва отложений
- 4) непостоянный режим

СХЕМАТИЧЕСКАЯ ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ КАРТА ПЕРВЫХ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Составила Р.С. Кононова с участием Н.Н. Индолевой
Масштаб 1:10 000 000

Ориентировочная глубина распространения
подземных вод различного состава*



Анионный состав и минерализация

Состав	Минерализация, г/л										
	< 0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-1	1-3	1-10	1-30	1-50	30-150	150-320	
Гидрокарбонатный											
Хлоридный											
Пестрый (Cl, SO ₄ , HCO ₃)											

Гидрохимические особенности Верхояно-Чукотской определяются мерзлотными процессами.

Надмерзлотные воды отличаются очень малой минерализацией, на отдельных участках распространения загипсованных пород и сульфидных руд образуются соленые воды сульфатного состава.

Межмерзлотные воды обычно пресные, в их составе преобладают гидрокарбонатом и сульфаты кальция и магния.

На морском побережье встречаются криопэги хлоридного натриевого состава. Преимущественно такой же состав имеют и подмерзлотные воды, минерализация которых колеблется от 1 до 15 г/л, а вблизи моря возрастает до 50 г/л.

Проявления углекислых вод Северо-Востока страны очень редки.

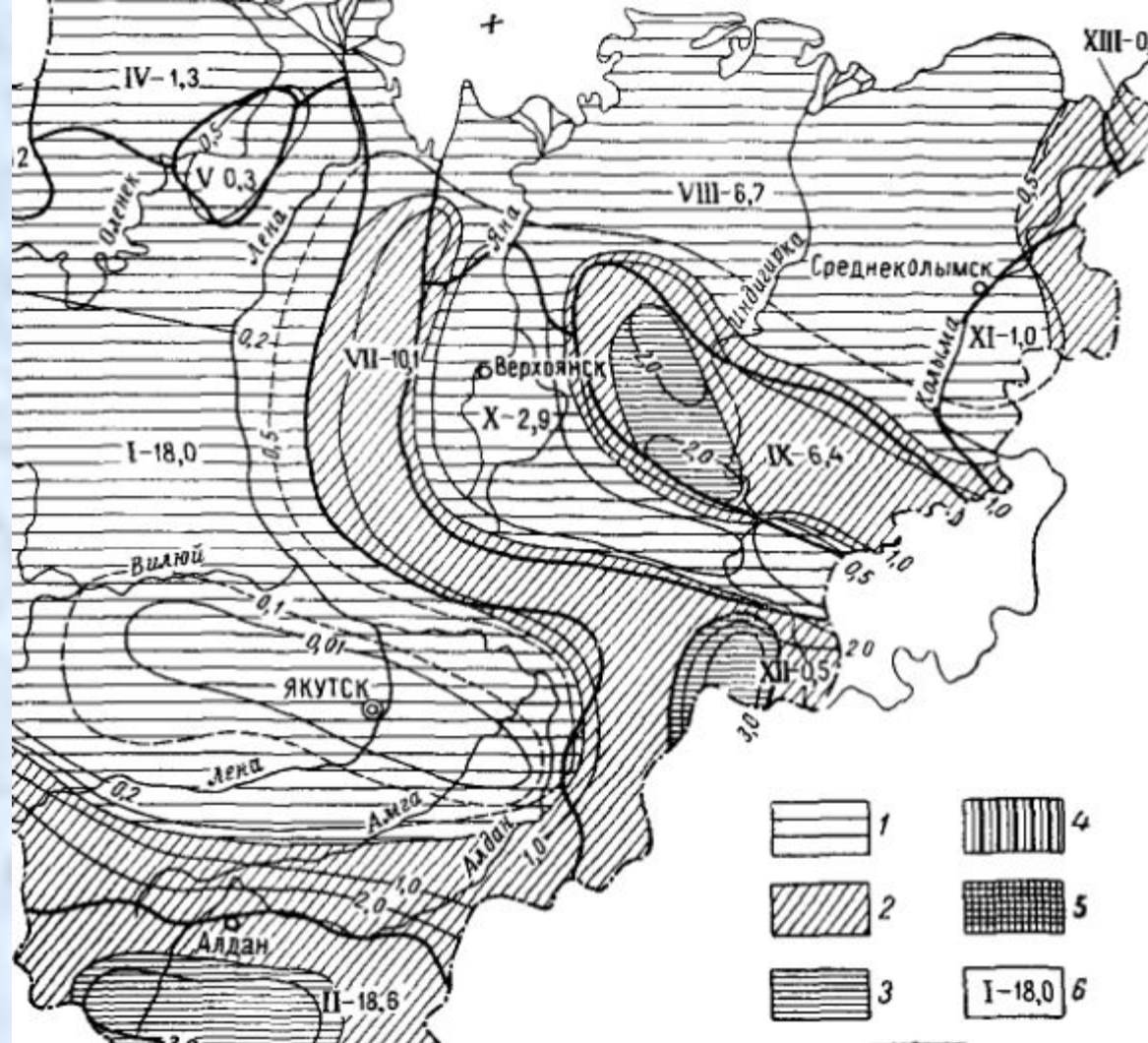


Схема подземного стока. Составила В. М. Пигузова

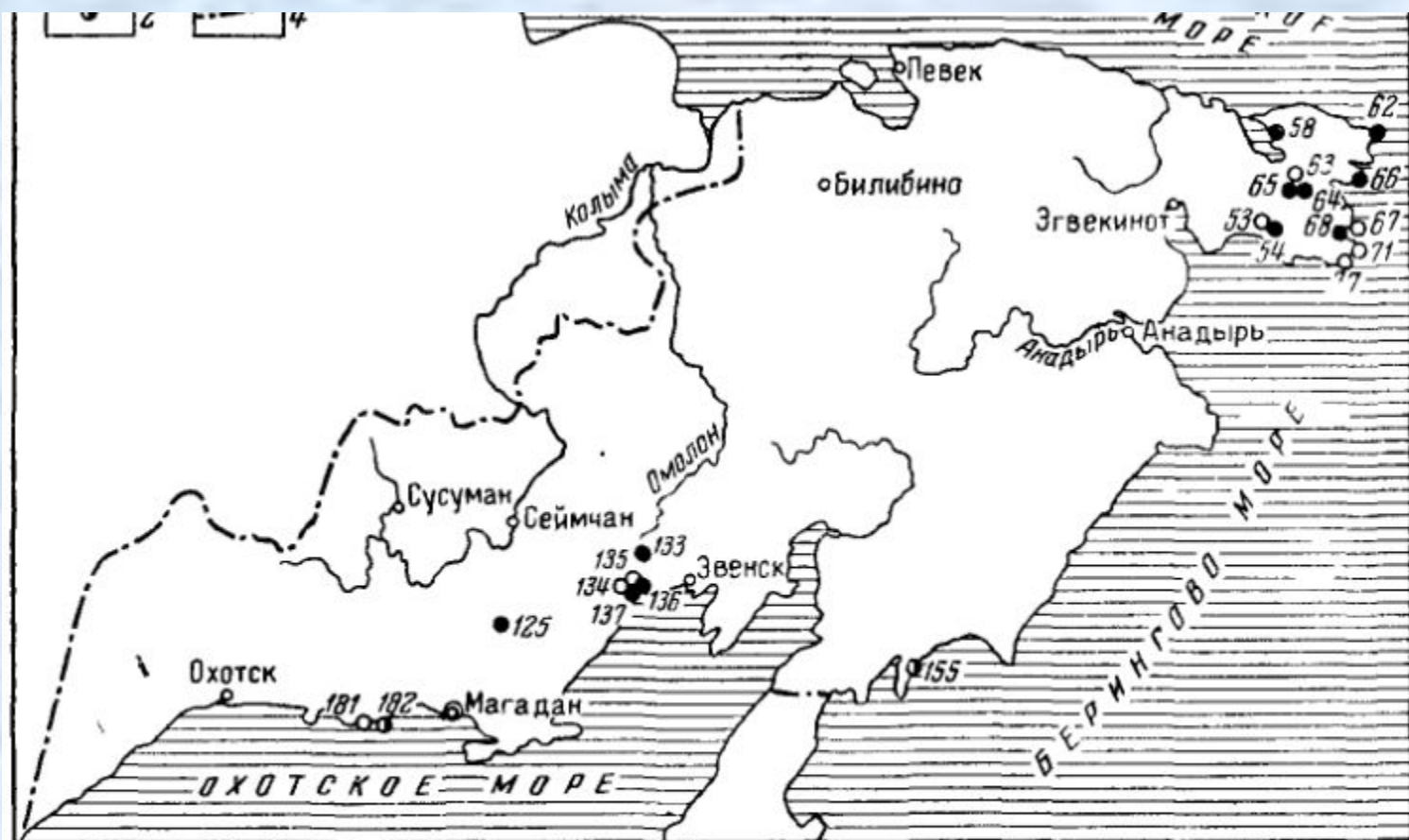
Величины подземного стока (в % от общего) 1 — менее 10, 2 — 10—20, 3 — 20—30, 4 — 30—40, 5 — 40—50, 6 — номер расчетного района и величина естественных ресурсов ($\text{км}^3/\text{год}$), 7 — изолинии модулей подземного стока (л/сек с 1 км^2) Расчетные районы I — Якутский, II — Алданский, III — Тунгусский, IV — Анабаро-Оленекский, V — Оленекский, VI — Анабарский, VII — Верхоянский, VIII — Индигиро-Колымский, IX — хр Черского, X — Яно Индигирский; XI — Приколымский, XII — Охотско-Чукотский, XIII — Аиюский, XIV — Новосибирские острова

Особенности региональной гидродинамики.

Распределение элементов водного баланса в рассматриваемых структурах определяется наложением высотной поясности распределения показателей условий водного питания на их географическую зональность.

Основная масса подземных вод, участвующих в активном водообмене, формируется в горных областях и стекает подземным или поверхностным путем в предгорные равнины.

В высокогорных областях наиболее ярко проявляется влияние высотной поясности на питание и разгрузку подземных вод.



Схематическая карта термальных (минеральных) источников

1 — слабо термальный источник (до 35°C), 2 — термальный источник ($35\text{--}42^{\circ}\text{C}$), 3 — высокотермальный источник (более 42°C), цифры — номер источника на гидрогеологической карте, 4 — граница описываемой территории