



# **Региональная гидрогеология**

# Литература

1. В.А. Кирюхин . Региональная гидрогеология. Учебное пособие. -Санкт-петербургский горный институт, 2005 г.- 344с.
2. В.А. Кирюхин, Н.И. Толстихин . Региональная гидрогеология, учебник -М.: Недра, 1987г.
3. Гидрогеология СССР, том XVI, Западно-Сибирская равнина. М Недра, 1970
4. Гидрогеологическая карта СССР. Атлас гидрогеологических и инженерно-геологических карт СССР,1983 г.
5. Карцев А.А., Вагин С.Б., Матусевич В.М. Гидрогеология нефтегазоносных бассейнов учебник .-М.,Недра,1986.
6. Кусковский В.С., МатусевичВ.М., ОхалинС.Н., Смоленцев Ю.К. и др. Гидро- и инженерно-геологические условия юго-запада Западно-Сибирской равнины.- Новосибирск: Наука, 1987г.
7. МатусевичВ.М. , Ковяткина Л.А. Нефтегазовая гидрогеология. Учебное пособие.-Тюмень: ТюмГНГУ 2010г.- 208с.
8. Гидрогеология СССР. Сводный том. Вып. 1, 2,3,4,5–М.:Недра,1974.
9. Земскова М.И, Смоленцев Ю.К. , Полканов М.П. и др, Ресурсы пресных и маломинерализованных подземныхвод Западно-Сибирского артезианского бассейна.- М.:Недра 1991 г.

# Структура РГГ

## Составные части РГГ:

- теоретическая,
- описательная,
- методическая и
- прикладная

# Теоретическая часть состоит из 5 блоков:

- 1. Понятийно-смысловая база (разработка и систематизация основных понятий и терминов).** Основой блока являются:
  - \* классификации подземных вод, типов скоплений подземных вод, гидрогеологических тел и резервуаров,
  - \* стратификация гидрогеологического разреза (выделение стратонов и таксонов для различных гидрогеологических обстановок);
  - \* гидрогеологическое районирование (типизация гидрогеологических условий, их модельная оценка и разбраковка);
  - \* разработка подходов к выявлению гидрогеологических закономерностей;
  - \* изучение фундаментальных свойств подземной гидросферы, основных и частных законов гидрогеологии.

# Теоретическая часть

## 2. Теории формирования подземных вод.

В блоке различают три направления:

- ресурсное,
- химическое и
- генетическое.

Каждое из них имеет множество подходов, решений, концепций и гипотез.

Теории движения подземных вод, водной миграции вещества, теплопереноса создают необходимую базу для описания и количественной оценки питания, аккумуляции, разгрузки и отбора подземных вод, физических и химических процессов их формирования.

# Теоретическая часть

**3. Структурно-пространственные закономерности распространения подземных вод в пределах регионов, континентов и всего земного шара.**

Эти закономерности имеют надежное фактологическое и теоретическое обоснование и наглядно отражены на многочисленных гидрогеологических картах разного масштаба и назначения для различных территорий.

# Теоретическая часть

## 4. Временные закономерности поведения подземных вод.

Их изучение позволяет установить циклы, ритмы, этапы эволюции подземной гидросферы в целом и составляющих ее гидрогеологических систем, проследить связь этих изменений с разнообразными природными процессами: орогенезом, тектогенезом, седиментогенезом, литогенезом, вулканизмом, криогенезом и др.

Палеогидрогеология с ее многочисленными структурными, гидрогеодинамическими, гидрогеохимическими и температурными реконструкциями воссоздает гидрогеологическую картину прошлого, что важно для оценки ее влияния на современную обстановку.

Этот блок является теоретической базой режимных исследований, гидрогеологического мониторинга и прогнозирования гидрогеологических процессов.

# Теоретическая часть

## 5. Экологический блок.

Экологическая роль подземной гидросферы может рассматриваться в двух аспектах: **прямом** (оценка влияния подземной гидросферы на содержание и качество жизни человека, на его здоровье и среду обитания) и **опосредованном** (изучение изменения экологических свойств подземной гидросферы под воздействием возрастающей антропогенной нагрузки).



# Описательная часть РГГ

Выделяют **три блока**:

- \* первый – гидрогеология континентов,
- \* второй – гидрогеология дна океана,
- \* третий – гидрогеология области перехода континент – океан.
- \* Наиболее разработанным среди названных блоков является гидрогеология континентов, подземная гидросфера которых наиболее доступна и, соответственно, наиболее интенсивно используется.

# Объект и предмет региональной гидрогеологии

- \* РГГ – это раздел гидрогеологии, занимающийся изучением пространственной и структурной организации подземной гидросферы, ее эволюции и развития, закономерностей распространения и формирования подземных вод, их режима, состава и свойств отдельных районов страны и всей Земли в целом для оценки возможности использования вод и выбора природоохранных мероприятий.
- \* **Объект изучения РГГ – подземная гидросфера, предметом является система вода – порода – газ – живые организмы**

# Предмет региональной гидрогеологии (РГГ) и ее основные задачи

- \* РГГ занимается изучением гидрогеологических условий различных регионов (районов) нашей страны и всей Земли в целом.
- \* **Гидрогеологические условия** - это условия залегания подземных вод (ПВ), их режим и баланс в природной обстановке (по О. К. Ланге).
- \* **Естественно-исторический (элементарный гидрогеологический) район** – территория распространения крупных скоплений **(бассейнов)** подземных вод – основной гидрогеологической структуры.
- \* **Гидрогеологическая структура**- геологическая структура или ее часть или совокупность нескольких геологических структур, в которых условия , определяющие питание, залегание, режим и баланс подземных вод однородны.

# Задачи

- 1) выявление условий залегания, распределения и формирования подземных вод;
- \* 2) выяснение гидрогеологических условий отдельных крупных районов, имеющих народно- хозяйственное значение;
- \* 3) выявление ресурсов различных подземных вод и перспектив их использования, оценка использования существующих ресурсов;
- \* 4) выявление возможностей управления режимом подземных вод с различными народно-хозяйственными мероприятиями;
- \* 5) комплекс мероприятий по охране природы.

# Региональная гидрогеология – завершающий курс из цикла гидрогеологических дисциплин

- \* РГГ синтезирует в себе все основные направления и предметы гидрогеологии, все дисциплины.
- \* РГГ формирует гидрогеологическую эрудицию в планетарном масштабе.
- \* Учитывая огромный объем информации и многообразие гидрогеологических условий материков, для ее изучения необходимы все знания по другим предметам и, **прежде всего, по региональной геологии и геотектонике.**
- \* **Особое внимание следует уделить практическим занятиям и самостоятельной работе по построению, анализу и описанию региональных гидрогеологических карт и разрезов**

# РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ

- \* К числу ключевых вопросов и проблем региональной гидрогеологии относят:
  1. гидрогеологическое районирование,
  2. учение о типах и системах гидрогеологических структур,
  3. Зональность и поясность подземных вод.
- \* Все эти вопросы тесно взаимосвязаны между собой, а успешное их решение невозможно без правильного понимания происхождения и формирования подземных вод и их химического состава.

# Принципы гидрогеологического районирования

- \* Как отметил Ф.П. Саваренский (1947), а затем А.М. Овчинников (1960), понятие “гидрогеологическое районирование” переплетается с понятием “гидрогеологическое картирование”, поскольку задача заключается в выделении гидрогеологических структур различного порядка, водоносных горизонтов, и комплексов, их оконтуривание и нанесение на карту

# Гидрогеологическое р-ие

- \* Разделение территорий на части по одному или нескольким гидрогеологическим показателям или по их совокупности с учетом различных факторов



# Факторы г-г р-ия

К основным факторам гидрогеологического районирования относятся: 1) физико-географические (рельеф, климат, почвенно-растительный покров, гидрография); 2) гидрологические; 3) геологические (стратиграфия, возраст и генезис водовмещающих и водоупорных пород, их состав и растворимость; геологическая структура территории; тектоника и неотектоника; сейсмичность и вулканизм; системы водоносных трещин, в том числе и крупные зоны водоносных разломов); 4) геоморфологические (поднятия — антиклинальные складки и горсты, выраженные в рельефе, и опускания — котловины, синклинальные складки и грабены, выраженные в рельефе); 5) гидрогеологические (тип водоносности пород; площадь распространения, глубина залегания и мощность водоносных зон и горизонтов, водоупорных толщ и комплексов; характер стока подземных вод; области питания, поглощения и разгрузки подземных вод, их режим и ресурсы; физические и химические свойства подземных вод; распределение твердой, жидкой и парообразной фаз подземных вод по площади и глубине; гидродинамическая, гидротермическая, гидрохимическая зональность и поясность); 6) народнохозяйственные (размещение основных водоносных горизонтов и трещинных зон, пригодных для практического использования в различных целях; санитарно-гидрогеологическое районирование; биология и биохимия вод; округа охраны подземных вод и т. п.). В основу гидрогеоло-

# Раздельное и комплексное р-ие

- \* Существует ряд схем р-ия , в основу которых положены различные принципы, а в некоторых принципиальных вопросах существуют разночтения.
- \* Сторонники раздельного р-ия (О.К.Ланге, В.С.Ильин, Б. Л.Личков и др.) считают, что районировать и картировать грунтовые воды нужно **отдельно** от более глубоких - артезианских.
- \* Для грунтовых вод основополагающими факторами являются климатические и геоморфологические , а для артезианских – структурно-стратиграфические

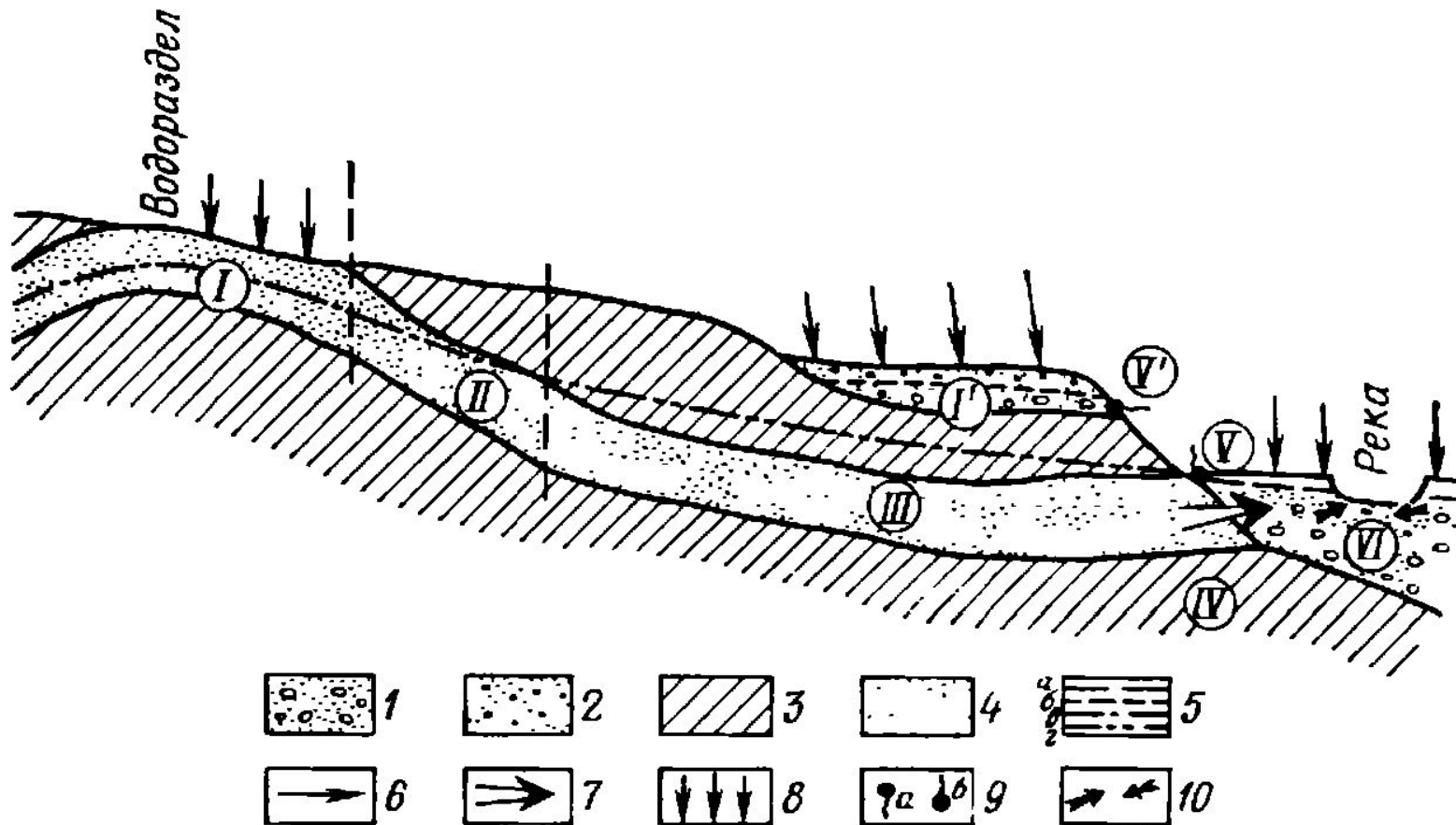
# Комплексное р-ие

- \* Сторонники совместного р-ия основываются на позициях структурно-литологических и стратиграфических особенностей территорий.
- \* Учитывают весь комплекс факторов и объединяет все воды территории (района)

# Принципы комплексного р-ия

- \* Гидросфера Земли едина и неделима
- \* Климатическая зональность отражается на особенностях не только грунтовых, но и артезианских вод
- \* Геоморфология и рельеф влияют не только на положение грунтовых, но артезианских вод
- \* Тектоника обуславливает строение глубоких горизонтов, неотектоника оказывает влияние на динамику и режим всех типов вод
- \* Грунтовые воды питаются регионально за счет атмосферных осадков, линейно –за счет речных вод, локально –за счет разгрузки артезианских вод
- \* Питание и разгрузка артезианских вод осуществляется через грунтовые воды
- \* Бассейны стока поверхностных, грунтовых и артезианских вод тесно взаимосвязаны, хотя не всегда (не полностью) совпадают по площади

# Схема взаимосвязи поверхностных и подземных вод



**I** — современные аллювиальные отложения (пески с грависм); **2** — отложения речной террасы (пески с галькой); **3** — глины мелового возраста; **4** — пески мелового возраста; **5** — уровни подземных вод (*a* — в современных аллювиальных отложениях, *b* — в отложениях речной террасы, *в* — грунтовых вод в отложениях мела, *г* — напорных вод в отложениях мела); **6** — направление движения подземных вод; **7** — перелив вод из меловых отложений в аллювиальные; **8** — питание атмосферными водами; **9** — источники (*a* — нисходящий, *b* — восходящий); **10** — участок взаимосвязи поверхностных и подземных вод. **I** — область поглощения и питания вод песков террасы; **II** — область транзита ненапорных вод меловых песков; **III** — то же, напорных вод меловых песков; **IV** — область перелива вод меловых песков в аллювиальные воды; **V** — очаг разгрузки артезианских вод; **V'** — очаг разгрузки грунтовых вод; **VI** — грунтовые воды аллювиальных отложений, получающих питание за счет артезианских, речных и атмосферных вод

# Схемы р-ия

- \* Сложились 2 школы:
- \* 1) ВСЕГИНГЕО (Москва) - Литолого-стратиграфическое
- \* 2) ВСЕГЕИ (Ленинград)- Структурно-литологическое
- \* Это районирование и картирование, предложенное Г. Н. Каменским, Н. И. Толстихиным, И. К. Зайцевым.
  
- \* Наибольшее распространение получили 3 схемы гидрогеологического районирования:
- \* 1) И.К. Зайцева, Н.И.Толстихина (1960)
- \* 2) Г.Н. Каменского, Н.И. Толстихина (1959)
- \* 3) А. М. Овчинникова (1960)

# Схема А. М. Овчинникова

- \* Выделение 6 водонапорных систем земной коры, 3 из которых артезианские бассейны ( крупные, средние, малые), а 3- водонапорные системы трещинных вод и смешанные системы



# Схема Г.Н. Каменского, Н.И. Толстихина

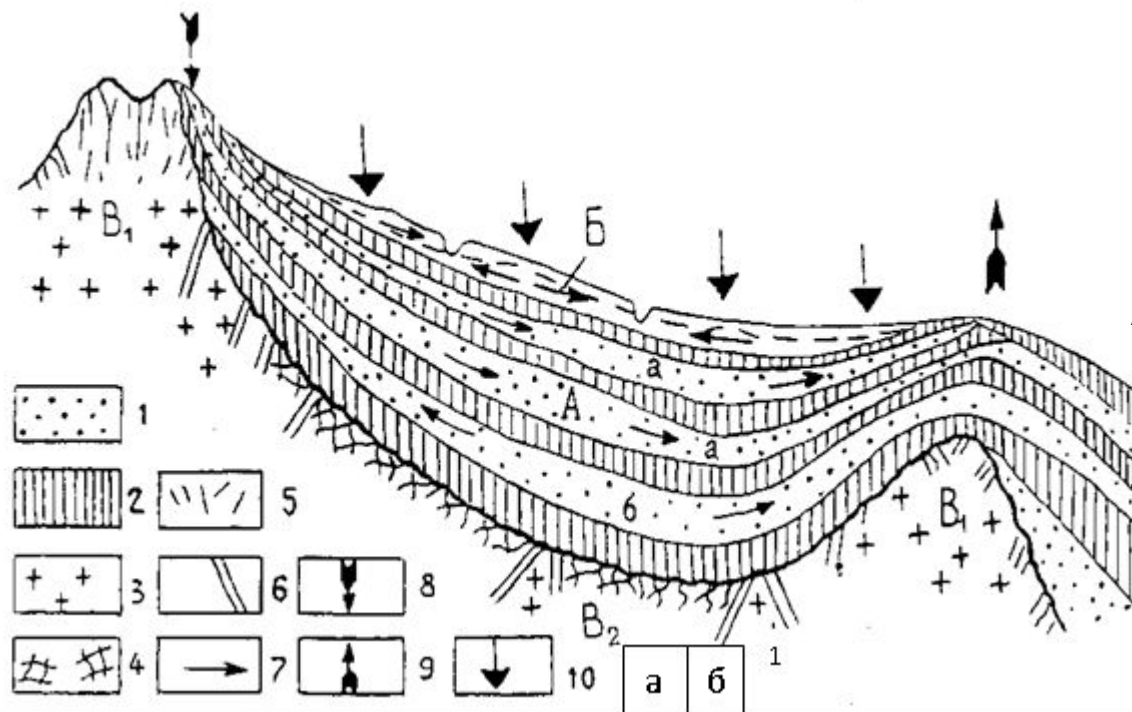
- \* Принципы гидрогеологического районирования по Г.Н. Каменскому и Н.И. Толстихину определяются, прежде всего, закономерностями формирования подземных вод.
- \* Исходя из этого, основными элементами районирования принимаются **геоструктурные подразделения**, в которых подземные воды, по условиям формирования, связаны в единую зональную систему и закономерно распределены



# Схема И. К. Зайцева и Н.И. Толстихина (1960)

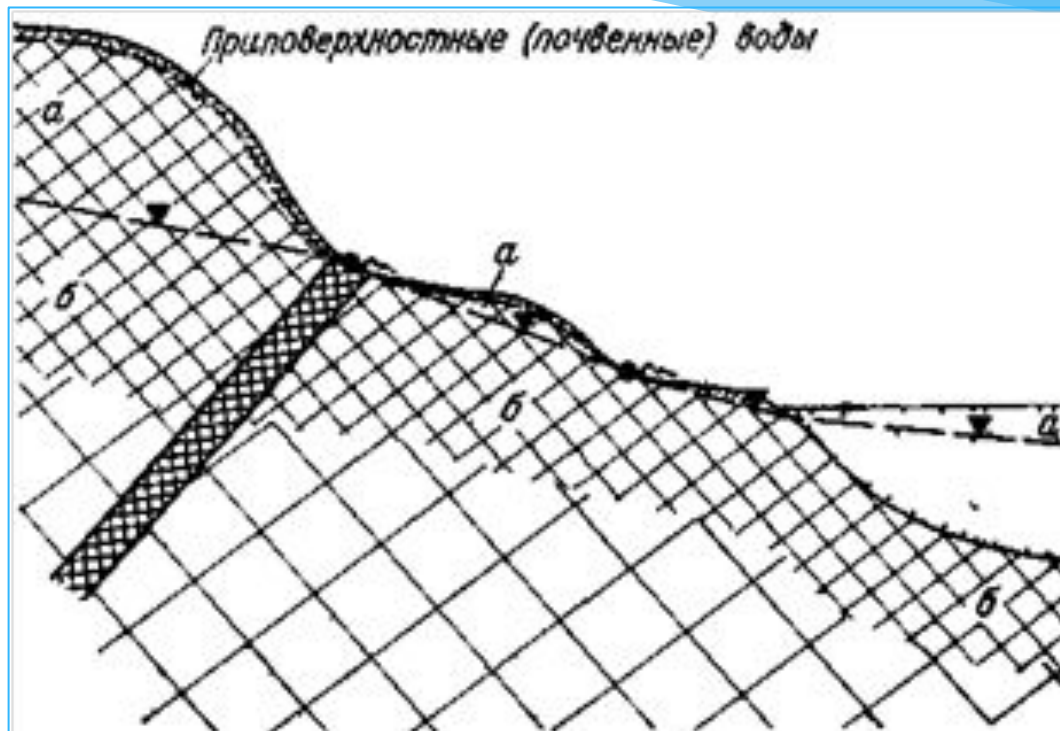
- \* Мало отличается от схемы Г. Н. Каменского и Н.И. Толстихина.
- \* Здесь взаимоотношение пород, слагающих чехол и фундамент, является определяющим в размещении **двух главных типов гидрогеологических структур:**
- \* **Артезианских бассейнов** и
- \* **Гидрогеологических массивов**
- \* Кроме того, выделяют
- \* **Вулканогенные бассейны**
- \* Артезианские бассейны содержат пластовые воды в осадочных толщах и трещинные воды в породах фундамента.
- \* Гидрогеологические массивы приурочены к выступам фундамента и складчатым горным системам, содержат преимущественно трещинные воды
- \* Вулканогенные бассейны характеризуются чередованием трещинных, лавовых и пластовых вод

Схема гидрогеологического бассейна (по С.Б. Вагину с дополнениями В.М. Матусевича)



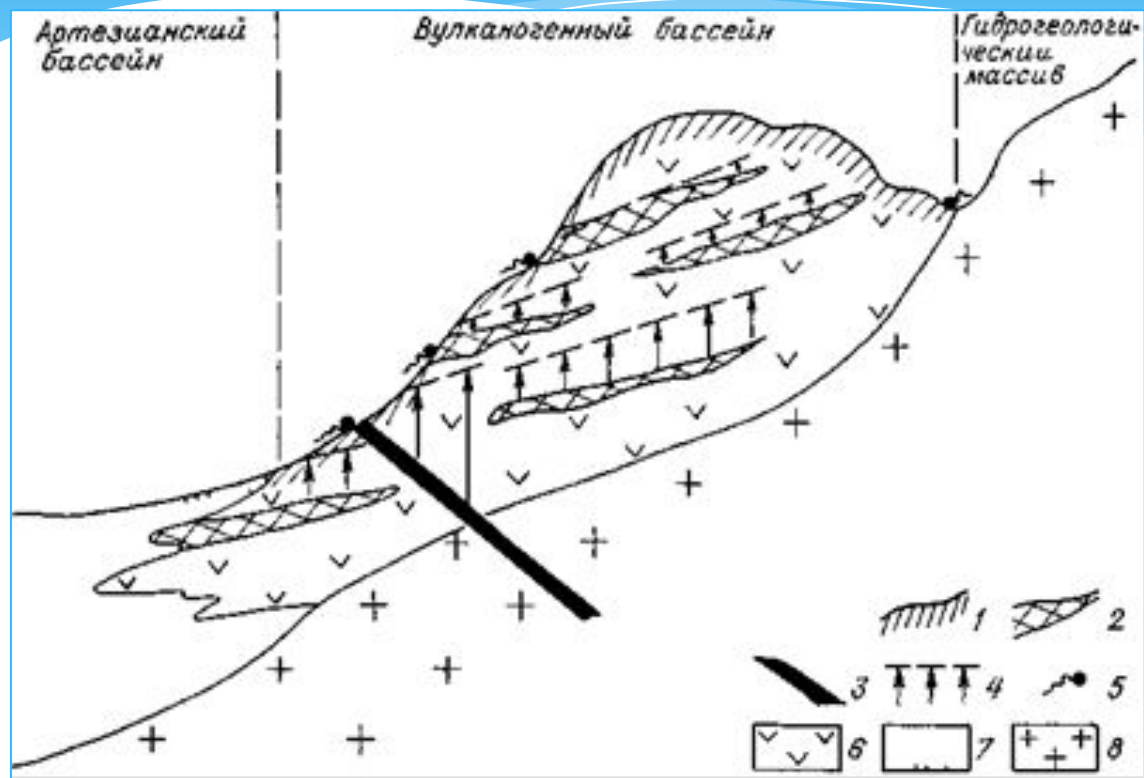
**Породы:** 1 – коллекторы, 2 – водоупоры, 3 – магматические, 4 – метаморфические; 5 – система трещин в магматических породах; 6 – тектонические нарушения; 7 – направление движения пластовых вод; 8, 9 – области питания и разгрузки артезианских вод; 10 – рассредоточенное инфильтрационное питание бассейнов стока; А – бассейн пластовых вод; Б – бассейны стока грунтовых и субнапорных вод; В – бассейн трещинных и трещинно-жильных вод; В<sub>1</sub> – купольных форм, В<sub>2</sub> – прогнутого ложа фундамента; 11 – природные водонапорные системы: а – инфильтрационная, б – элизионная

# Схема строения гидрогеологического массива



Зоны: а — аэрации;  
б — трещинных вод выветрелых пород;  
в — трещинных вод зоны региональной тектонической и литогенетической трещиноватости;  
г — трещинно-жильные воды зон тектонических нарушений

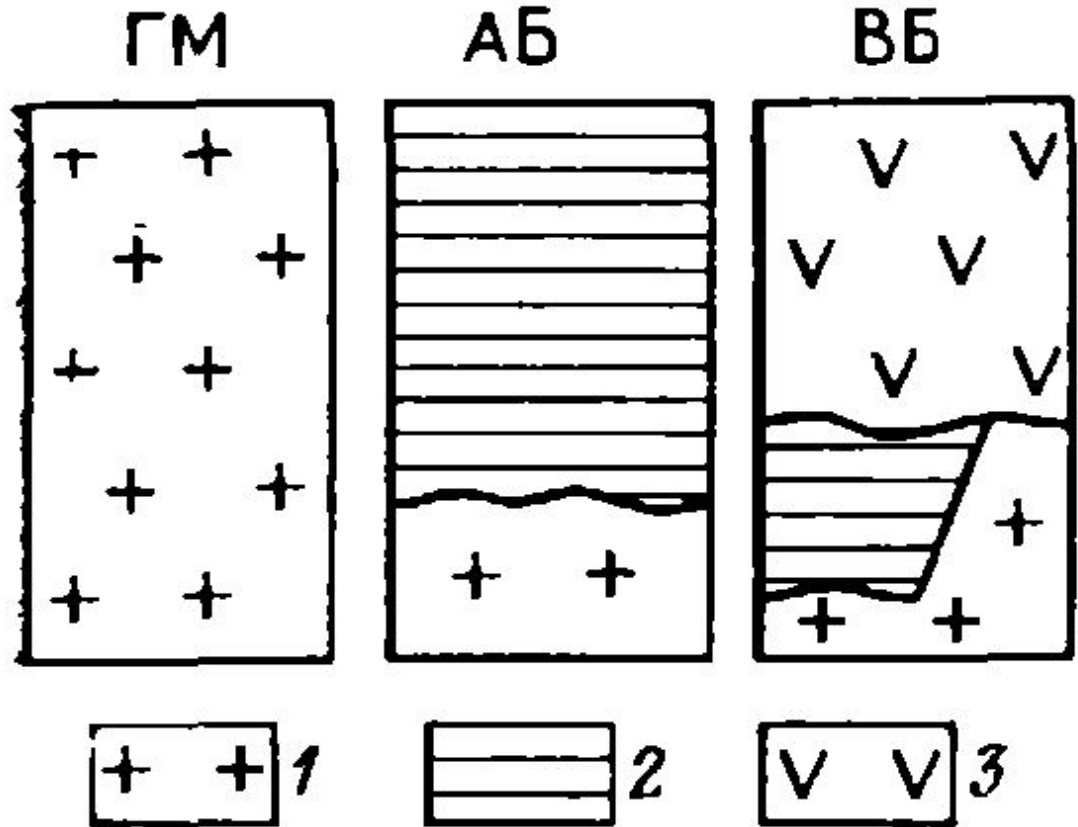
# Схематический разрез вулканогенного бассейна



- 1 — грунтовые воды зоны выветривания (верхнелавовые);
- 2 — напорные воды зон трещиноватости и поровой плотности (внутри и межластовые);
- 3 — напорные воды зон тектонических нарушений;
- 4 — пьезометрическая поверхность напорных вод;
- 5 — источник,
- 6 — эффузивные породы вулканогенного бассейна;
- 7 — осадочные отложения артезианского бассейна;
- 8 — кристаллические и интрузивные породы.

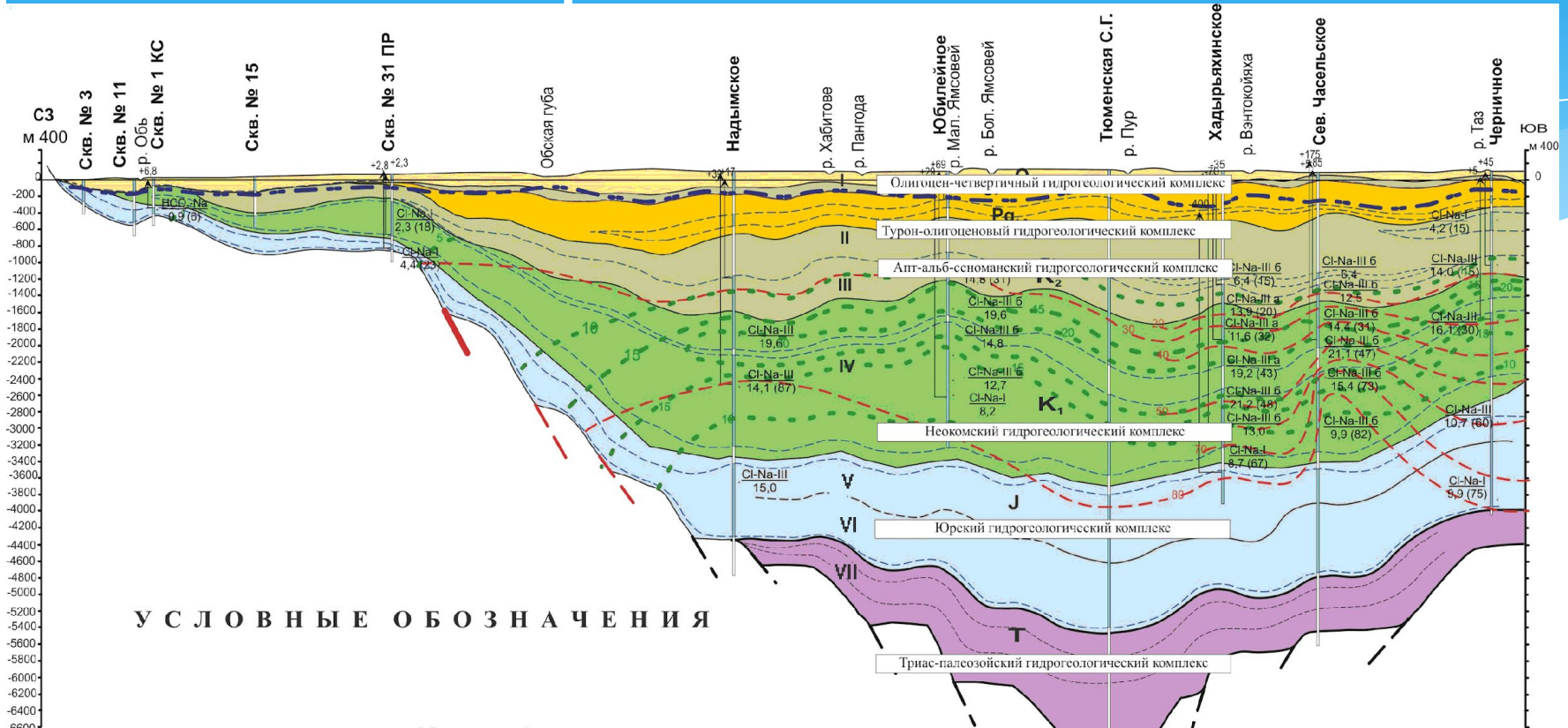
# Структурные подразделения (бассейны ПВ)

- \* 1- породы фундамента
- \* 2- Осадочные породы чехла
- \* 3-Вулканогенно-осадочные породы





# Строение ЗСМБ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### 1. Гидрогеологические комплексы

- I** Оligоцен-четвертичный гидрогеологический комплекс
- II** Турон-оligоценовый гидрогеологический комплекс
- III** Апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс
- IV** Неомкомский гидрогеологический комплекс
- V,VI** Юрский гидрогеологический комплекс
- VII** Триас-палеозойский гидрогеологический комплекс

### 2. Возраст отложений

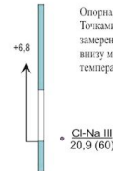
- Q** Четвертичный
- Pg** Оligоценовый
- Pg<sub>1</sub>** Палеоцен-эоценовый
- K<sub>2</sub>** Позднемеловой
- K<sub>1</sub>** Раннемеловой
- J** Юрский
- T** Триасовый

### 3. Прочие обозначения

- Стратификационные границы
- Границы региональных водоносов
- Региональные водоупоры
- Изотермы (градусы Цельсия)
- Нижняя граница многолетнемерзлых пород
- Изолиния минерализации подземных вод

Открытая скважина (разведочная площадка).

Токами показаны интервалы отбора проб. стрелками - фактически замеренные уровни в абс. стм. Дробь - вернутой воды по Сулиму В. А., внизу - минерализация воды в г/л, в скобках - замеренная пластовая температура. Цветом показан водный интервал.



# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ СКОПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

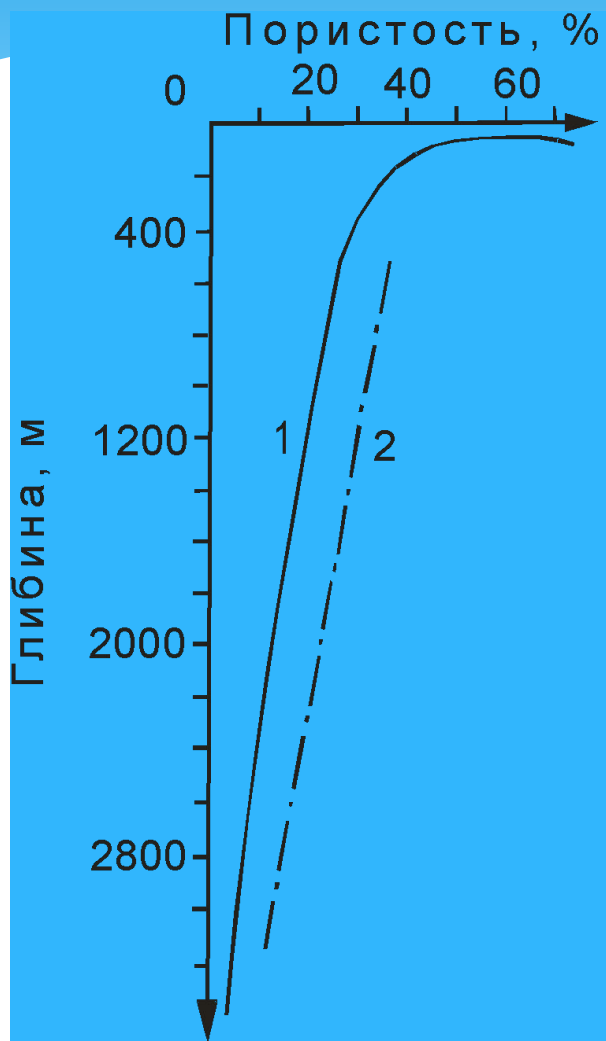
- \* В РГГ важное значение имеет классификация И.К. Зайцева (1961) по типу скоплений ПВ, дополненная Н.И.Толстихиным, В.А.Кирюхиным
- \* Она учитывает особенности залегания, распределения, движения ПВ, степень литификации и пустотность (скважность) пород.

# Изменения пористости с глубиной, %

Глубина, км	Глины	Пески (песчаники)
0	70-90	25-30
1	23-30	20-30
2	6-18	8-25
3	2-9	12-20
5	1-3	2-12



# Изменение пористости с глубиной



## Уплотнение пород сопровождается:

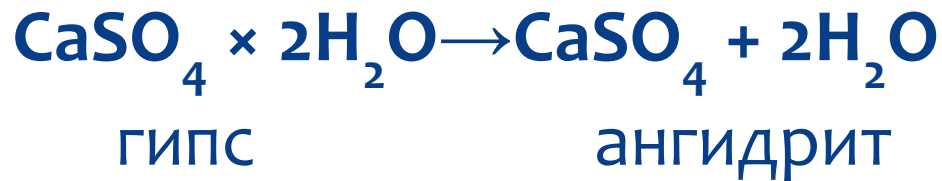
- Снижением пористости и влажности,
- Изменением минерального состава пород
- Изменением состава ПВ,
- Преобразованием ОВ,
- Выделением воды и газов

Графики уплотнения  
песков и глин с  
глубиной (по Г. Мильде)  
1- глины и глинистые сланцы;  
2-пески и песчаники

\* Преобразование минерального состава в процессе литогенеза происходит с выделением в свободную фазу воды.

\* Например:

\* Гипс → ангидрит (гл.1-1,5 км)



Монтмориллонит (24%) → гидрослюда (10%)

\* Из 1м3 монтмориллонитовых глин выделяется 250 кг свободной воды

# Изменение фильтрационных параметров с глубиной

(по Н.А.Ярцеву для Донбасса)

$$k = k_0 * e^{-\alpha z}$$

$k$  - коэффициент фильтрации на глубине  $z$ , м/сут;  
 $k_0$  – то же на глубине  $z=0$ ;  
 $\alpha$  – показатель для данного типа породы,  
изменяется от 0,001 до 0,02

# Классификация скоплений ПВ

Типы ПВ	Индекс	Классы	Номер класса
Пластовые	П	Поровые	1
		Трещинно-поровые	2
		Порово-трещинные	3
		Трещинные	4
		Трещинно-карстовые	5
Трещинно-жильные	Т	<b>Регионально-трещинные воды:</b>	
		<b>Зон выветривания</b>	6
		<b>Зон тектонической трещиноватости</b>	7
		<b>Карстово-жильные воды</b>	
		<b>Локально-трещинные воды зон тектонических нарушений</b>	8
Лавовые	Л	<b>Верхнелавовые</b>	10
		<b>Межлавовые</b>	11
		<b>Внутрилавовые</b>	12

# Генетическая связь классов ПВ

- \* В результате литификации пород изменяется характер пустотности пород и типов скоплений ПВ, происходит переход ПВ из одного класса в другой:
- \* П1-П2-П3-П4-Т7;
- \* Л11-Л12-Т7
- \* и др.

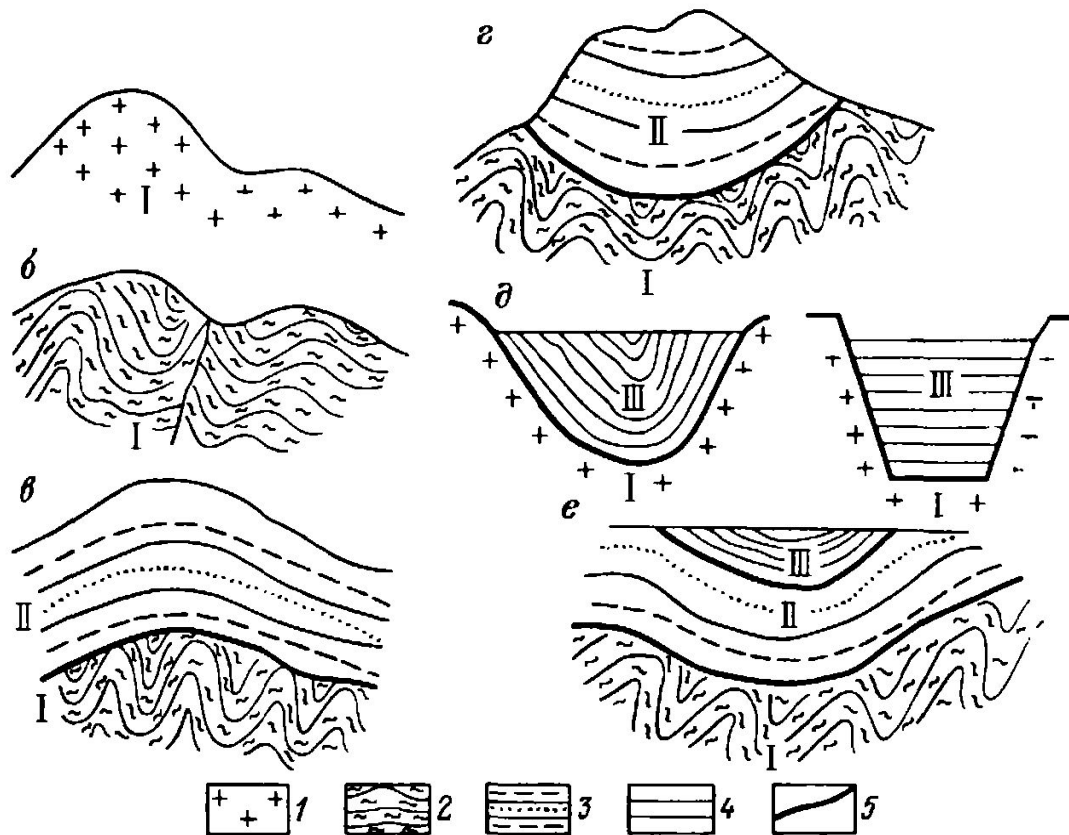
# Гидрогеологические структуры КОНТИНЕНТОВ

- \* Гидрогеологические массивы
- \* Артезианские бассейны
- \* Вулканогенные бассейны

# Типы ГГМ

- а) ГМи
- б) ГМм
- в) ГАМ
- г) ГИМ
- д), е) – ААБ

- 1-интрузивные породы
- 2-метаморфические породы
- 3-осадочные сильнолитифицир
- 4-осадочные среднелитифицированные
- 5-граница между ярусами
- I-нижний ярус
- II-средний
- III-верхний



# Типы ГГМ

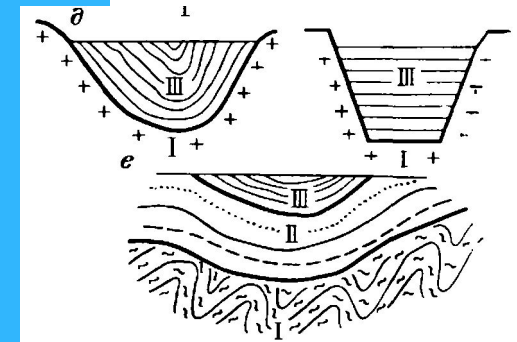
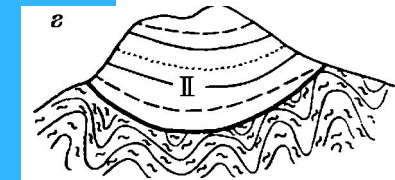
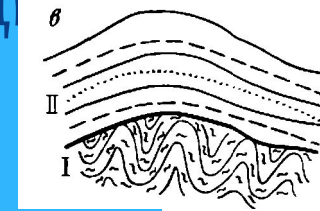
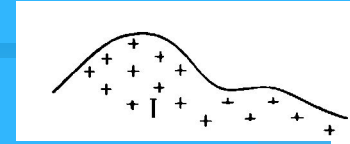
а) ГМи – сложены интрузивными г.п. )

б) ГМм - метаморфическими г.п.

в) ГАМ – г-г адмассив, антиклинальные складки терригенных, карбонатных, вулканогенных пород с положительными формами

г) ГИМ – г-г интермассив в синклиналиях структурах с положительными формами рельефа

д), е) – ААБ адартезианский бассейн, сложен осадочными породами с синклиналиями залеганием





# Особенности ГГМ

- \* Инфильтрационные воды верхней части сменяются
- \* Седиментационными в глубоких частях (ААБ)
- \* Магматогенные и метаморфогенные воды встречаются на отдельных участках в условиях активного тектонического режима

# Особенности ГГМ

- \* Рельеф, климат, мерзлотные условия, тектоника в комплексе обуславливают интенсивность водообмена и ресурсы.
- \* Выделяется несколько **высотных поясов**:
- \* **А**-пояс аккумуляции, питания и создания напора;
- \* **Б**-пояс инфильтрации и инфилюации временных потоков;
- \* **В**-пояс транзита с сезонными источниками;
- \* **Г**-пояс разгрузки с постоянными источниками и водотоками;
- \* **Д** –пояс вторичного поглощения и разгрузки

# Особенности ГГМ

при промерзании ГГМ изменяются и у:

- \* При мощности ММП до 150м локализуются области питания и разгрузки подмерзлотных вод в коре выветривания и зонах тектонических нарушений. Грунтовые воды становятся подмерзлотными напорными.
- \* При мощности ММП 200-500м зона выветривания промерзает, вода переходит в твердое состояние

# Особенности ГГМ

- При глубоком промерзании преобладают скопления трещинно-жильных напорных вод.
- \* При мощности ММП более 500м твердая фаза становится главенствующей, локальные скопления не имеют практического значения.
- \* Развитие ММП ухудшает условия питания, способствуют формированию напоров, ГГМ преобразуется в КГМ - криогеологический массив

# Особенности ГГМ

- \* Тектонические процессы способствуют перераспределению ПВ, сейсмические явления создают глубокие зоны трещиноватости
- \* Температура, давление, состав пород определяют основные черты минерализации и состава вод.
- \* Вулканические процессы насыщают ПВ  $\text{CO}_2$ , В, Li и др.

# Особенности ГГМ

- \* В разрезе ГГМ выделяют:
- \* Зону аэрации и нисходящего сезонного движения ПВ
- \* Зону сезонных колебаний уровня грунтовых вод
- \* Зону трещинно-грунтовых вод
- \* Зону трещинно-напорных вод

# Зональность ГГМ

- \* Гидрогеохимическая зональность выражается в изменении минерализации и состава вод от водоразделов по склонам и с глубиной. До 2км проникновение пресных вод –в Прибайкалье.
- \* При наличии соленосных отложений формируются соленые воды (Карпаты, Крым, Балтийский щит, Украинский щит, Канадский щит и др.)

# Распространение типов вод в ГМ

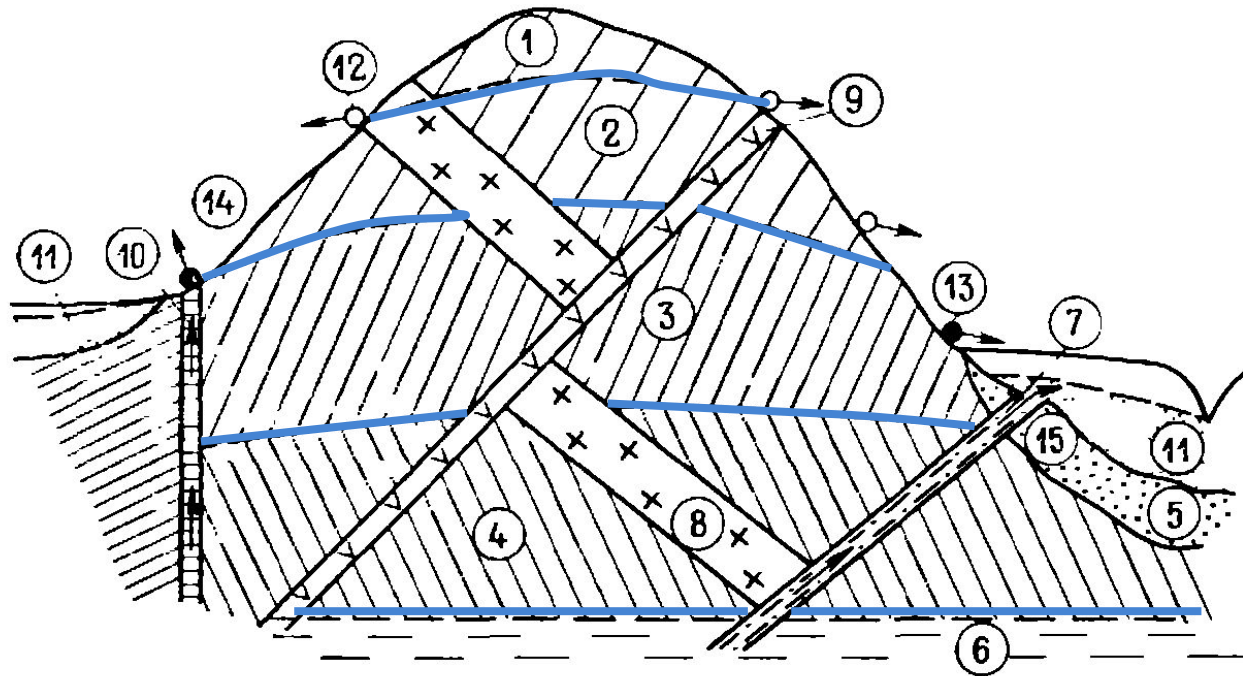


Рис. 4. Схема распространения типов подземных вод в ГМ:

1 — зона аэрации и нисходящего сезонного движения подземных вод; 2 — зона сезонных колебаний уровня грунтовых вод; 3 — зона трещинно-грунтовых вод; 4 — зона трещинно-напорных вод; 5 — трещинно-напорные воды погребенной зоны трещины выветривания; 6 — то же, зоны затухания трещины; 7 — то же, тектонических разломов; 8 — дайковые воды; 9 — воды рудных и нерудных жил; 10 — воды контактов; 11 — грунтовые воды аллювиальных отложений; 12—14 — источники (12 — нисходящие сезонные, 13 — постоянные, 14 — постоянные восходящие); 15 — перелив трещинно-жильных восходящих вод в аллювий. Стрелками дано направление движения подземных вод



# Геотермическая зональность

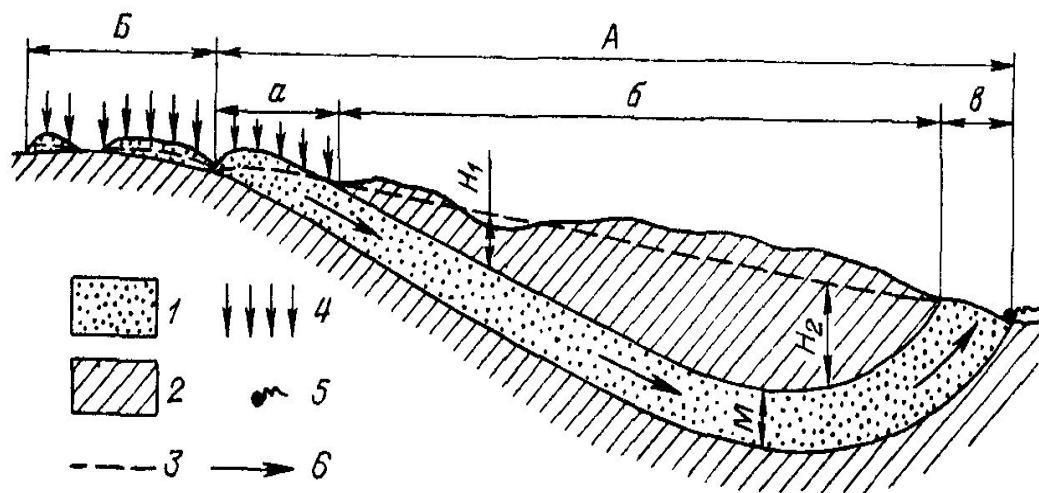
- \* Зависит от рельефа, климата и геологического строения
- \* Рост  $T$  происходит в направлении от вершин к подошве гор и в глубину
- \* В высокогорьях наблюдается оледенение
- \* При наличии разломов появляются термы с температурой 90 град. и более

# АРТЕЗИАНСКИЕ БАССЕЙНЫ

АБ состоит из фундамента и чехла, сложенного переслаиванием проницаемых и непроницаемых отложений в синклинальных структурах.

- \* В АБ распространены пластовые напорные и грунтовые воды, трещинно-жильные воды в зонах разломов, фундамент содержит трещинные воды

# Схема строения АБ



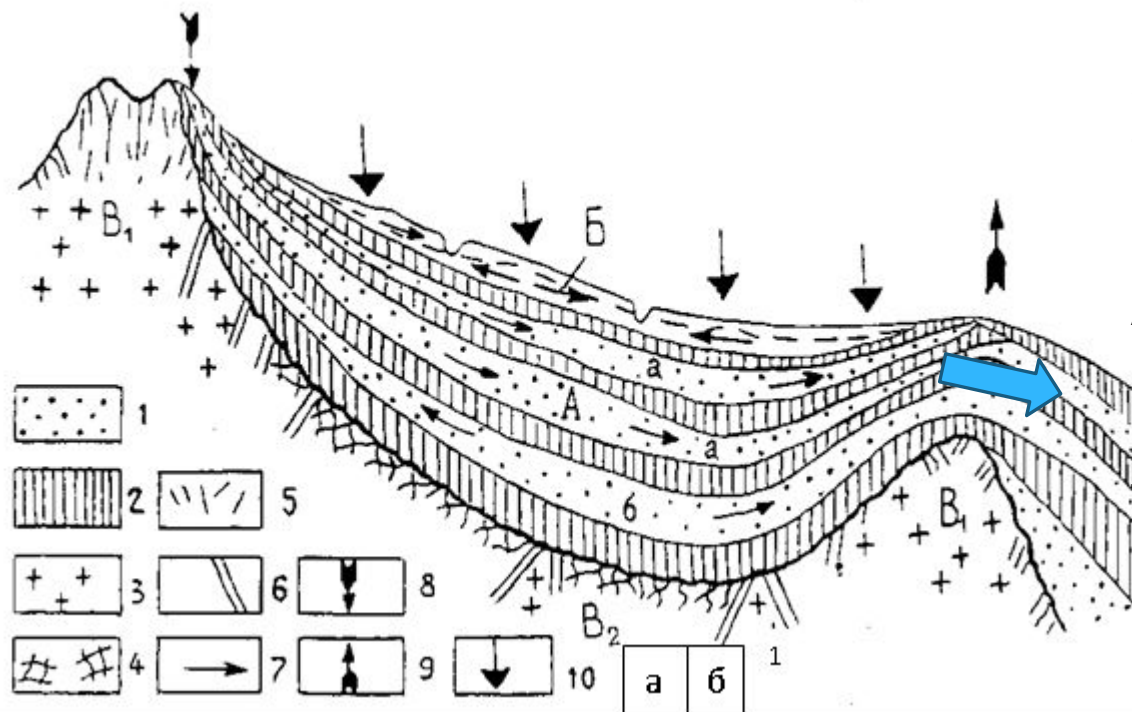
- \* А- артезианские воды
- \* Б-грунтовые воды
- \* а-область питания
- \* б-область напора
- \* в-область разгрузки

Рис. 9.10. Схема артезианского бассейна, по А. М. Овчинникову (нефильтрационная система).

А — пределы распространения артезианских вод: а — область питания, б — область напора, в — область разгрузки; Б — пределы распространения грунтовых вод;  $H_1$ — $H_2$  — напорный уровень:  $H_1$  — выше поверхности Земли,  $H_2$  — ниже поверхности Земли; М — мощность артезианского горизонта.

1 — водоносный пласт; 2 — водоупорные породы; 3 — уровень воды; 4 — питание подземных вод; 5 — источник; 6 — направление движения подземных вод.

Схема гидрогеологического бассейна (по С.Б. Вагину с дополнениями В.М. Матусевича)



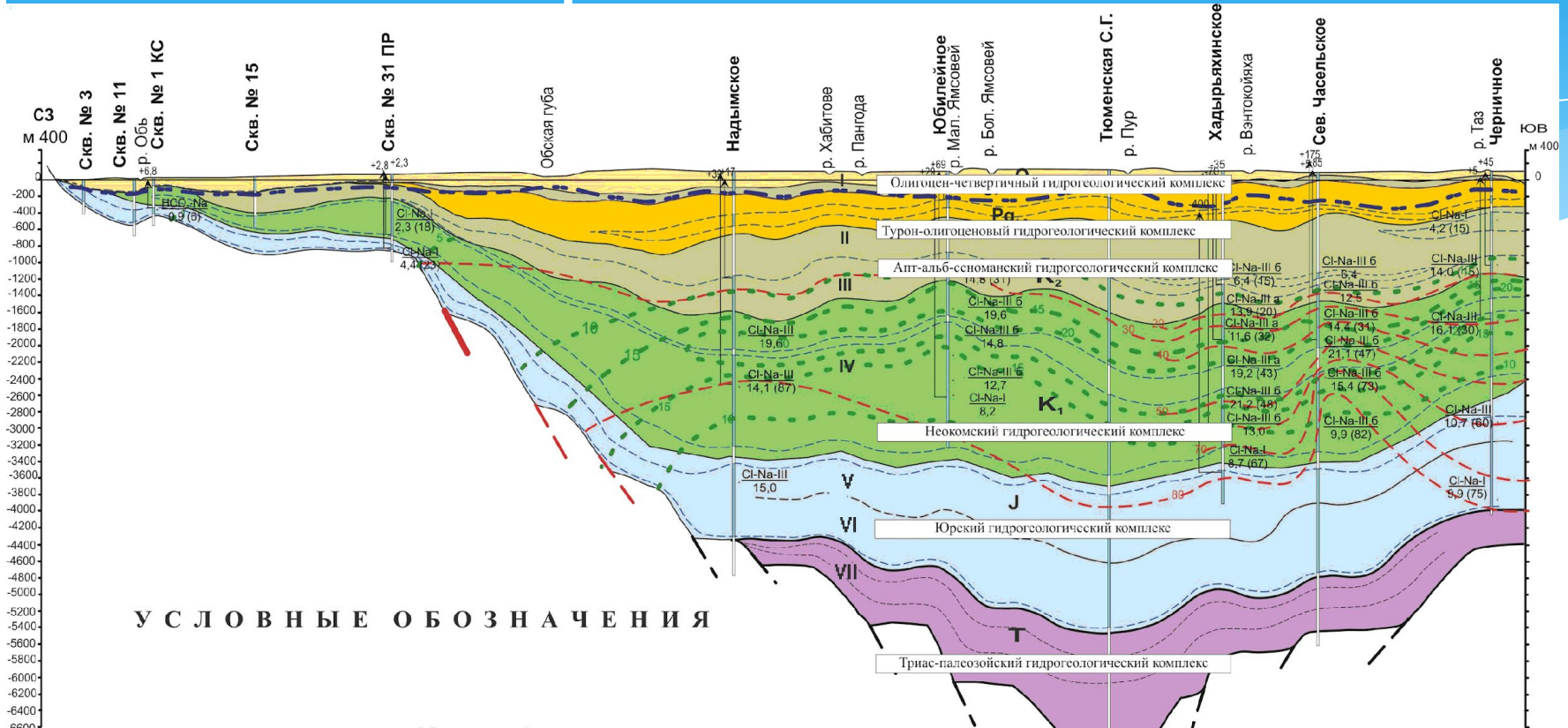
**Породы:** 1 – коллекторы, 2 – водоупоры, 3 – магматические, 4 – метаморфические; 5 – система трещин в магматических породах; 6 – тектонические нарушения; 7 – направление движения пластовых вод; 8, 9 – области питания и разгрузки артезианских вод; 10 – рассредоточенное инфильтрационное питание бассейнов стока; А – бассейн пластовых вод; Б – бассейны стока грунтовых и субнапорных вод; В – бассейн трещинных и трещинно-жильных вод; В<sub>1</sub> – купольных форм, В<sub>2</sub> – прогнутого ложа фундамента; 11 – природные водонапорные системы: а – инфильтрационная, б – элизионная

# Схема строения артезианского бассейна





# Строение ЗСМБ



## 1. Гидрогеологические комплексы

- I** Оligocen-четвертичный гидрогеологический комплекс
- II** Турон-олигоценый гидрогеологический комплекс
- III** Апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс
- IV** Неокомский гидрогеологический комплекс
- V,VI** Юрский гидрогеологический комплекс
- VII** Триас-палеозойский гидрогеологический комплекс

## 2. Возраст отложений

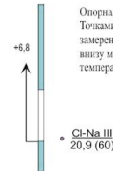
- Q** Четвертичный
- Pg** Оligоценовый
- Pg<sub>1</sub>** Палеоцен-эоценовый
- K<sub>5</sub>** Позднемеловой
- K<sub>1</sub>** Раннемеловой
- J** Юрский
- T** Триасовый

## 3. Прочие обозначения

- Стратификационные границы
- Границы региональных водоносов
- Региональные водоупоры
- Изотермы (градусы Цельсия)
- Нижняя граница многолетнемерзлых пород
- Изолиния минерализации подземных вод

Открытая скважина (разведочная площадка).

Точками показаны интервалы отбора проб, стрелками - фактически замеренные уровни в абс. стм. Дробь - вернутой воды по Сулиму В. А., внизу - минерализация воды в г/л, в скобках - замеренная пластовая температура. Цветом показан водный интервал.



# Особенности АБ

- \* Сток. Осадки, испарение и сток подчиняются широтной зональности ( $M-11л/с*км^2$ )
- \* Поверхностный сток направлен от периферии к центру, где малые реки сливаются с крупными и выносят всю массу воды за пределы АБ или во внутренние бассейны (Каспийское, Аральское море)

# Особенности АБ

- \* Чехол АБ сложен разнообразными по составу и генезису горными породами
- \* Часто осадочные отложения прорезаются интрузиями (силлы, дайки, лакколиты, трубки взрыва)
- \* Такие структуры встречаются на Русской платформе, на Сибирской, в Терско-Кумском бассейне (Пятигорск)



# Особенности АБ

- \* **Фундамент содержит разные типы трещинно-жильных вод, чаще всего напорных.**
- \* **Питание вод фундамента –в основном за счет перелива из соседних структур ГМ и перетекания из чехла.**
- \* **По разломам осуществляется гидравлическая связь вод чехла и фундамента, за счет чего в чехле часто формируются гидротермические и гидрогеохимические аномалии.**

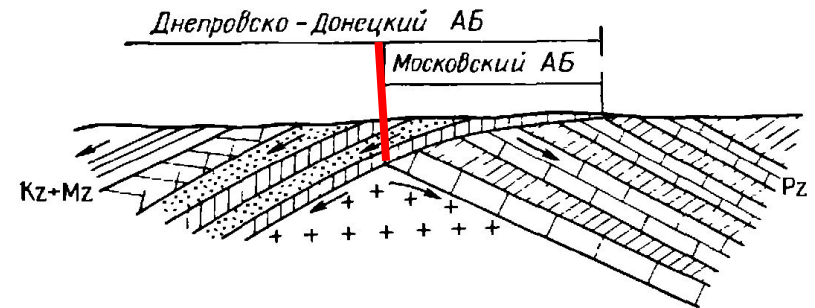
# Особенности АБ

- \* В чехле АБ выделяют водоносные горизонты в породах разного литологического состава и возраста
- \* Часто встречаются переслаивающиеся водоносные и водоупорные пласты, фациальные замещения по падению и простиранию
- \* Водоносные горизонты объединяются в комплексы, комплексы – в ярусы и свиты (ГГК)
- \* В АБ верхние горизонты содержат пластовые поровые воды, нижние – пластовые трещинные

# Границы АБ

Если фундамент выходит на поверхность, то границу проводят по их контакту

\* Если выступы скрыты- границу проводят по наиболее приподнятой части

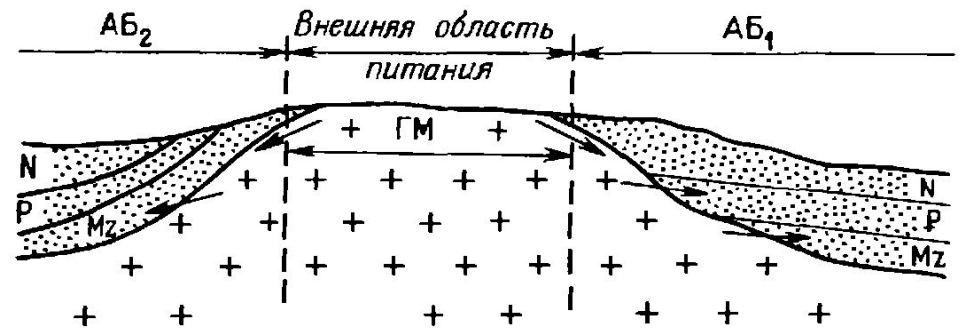


- \* Так, граница между Азово-Кубанским и Терско-Кумским АБ проходит по Ставропольскому поднятию
- \* Границы бассейнов 2-ого порядка проводят по водоразделам
- \* Например, между Московским и Северо-Двинским – по Северным Увалам

# Условия питания АБ

\* Различают **внешние** и **внутренние** области питания.

- \* **Внешние** области
- \* находятся
- \* в **обрамлении** АБ



- \* Во **внутренней** области выделяют зону поглощения, в пределах которой происходит инфильтрация атмосферных осадков в местах выхода пластов на поверхность или через грунтовые воды, гидравлически связанные с напорными
- \* Например, Валдайская возвышенность, Сибирские Увалы

# Условия питания и движения ПВ в АБ

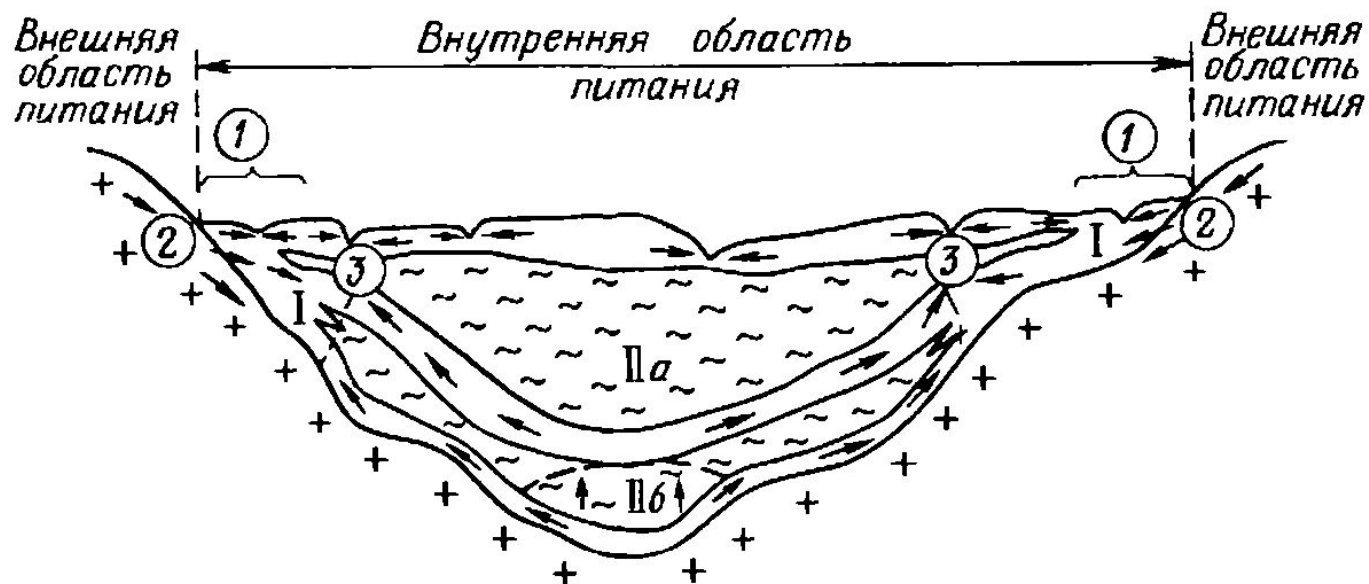


Рис. 7. Условия питания и динамики вод в АБ.

Зоны: 1 — поглощения для артезианских вод; 2 — перелива вод складчатого фундамента в артезианский водоносный горизонт; 3 — перелива из артезианского водоносного горизонта в грунтовые воды. Гидрогеологические этажи: I — верхний; II — нижний (а — верхний; б — нижний ярусы). Стрелками дано направление движения подземных вод

# Гидродинамика АБ

- \* В верхней части (до 1км) распространены инфильтрационные воды, в нижней части – седиментогенные и литогенные воды (элизионные и возрожденные). Граница раздела – региональный водоупор.
- \* Движение происходит под действием гидростатических давлений от областей питания к областям разгрузки в верхних горизонтах.

# Движение вод в АБ

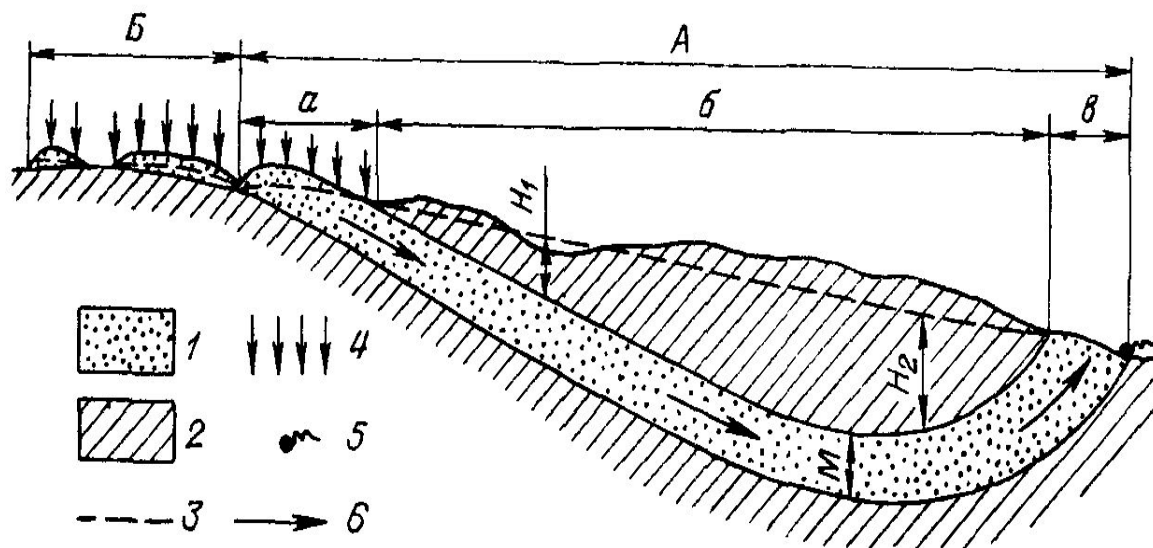


Рис. 9.10. Схема артезианского бассейна, по А. М. Овчинникову (нифильтрационная система).

А — пределы распространения артезианских вод; а — область питания, б — область напора, в — область разгрузки; Б — пределы распространения грунтовых вод;  $H_1$ — $H_2$  — напорный уровень;  $H_1$  — выше поверхности Земли,  $H_2$  — ниже поверхности Земли; М — мощность артезианского горизонта.

1 — водоносный пласт; 2 — водоупорные породы; 3 — уровень воды; 4 — питание подземных вод; 5 — источник; 6 — направление движения подземных вод.

# Движение вод в АБ

- \* В нижней части АБ гидродинамический режим связан с процессами литификации пород, уплотнением пород и отжатием связанных вод из них (элизийонными процессами), дегидратацией глинистых и гипсовых толщ.
- \* Максимальные напоры создаются в наиболее погруженной части, движение вод – к периферии с более низкими напорами и субвертикальное



# Гидродинамика АБ

- \* В процессе развития АБ происходит перераспределение напоров, вызванное процессами уплотнения и литификации, метаморфизации, сейсмическими процессами, развитием ММП и др.
- \* Важное значение для поисков нефти и газа имеет выявление зон АВПД и АНПД

# Особенности АБ

- \* Разгрузка ПВ в АБ наиболее активно протекает в верхней части бассейна, на его окраинах
- \* Существуют местные очаги разгрузки (источники) и линейные зоны (речные долины и тектонические разломы)
- \* Региональные области разгрузки приурочены к берегам морей и долинам крупных рек

# Зональность АБ

Различают  
зональность  
ПВ

- гидродинамическую
- гидрогеохимическую
- гидрогеотермическую

# Гидродинамическая зональность

## • **Зоны водообмена**

• Границы проводят по региональным водоупорам, по длительности периодов водообмена

•1) Свободного водообмена, характерна открытая гидравлическая связь с поверхностью. Нижняя граница- дно речных долин или региональный водоупор

•2) Затрудненного водообмена - в средней части разреза, скорости водообмена –сотни и тысячи лет

•3) Застойного водообмена – в нижней части разреза, скорости водообмена –миллионы лет

# Гидрогеохимическая зональность

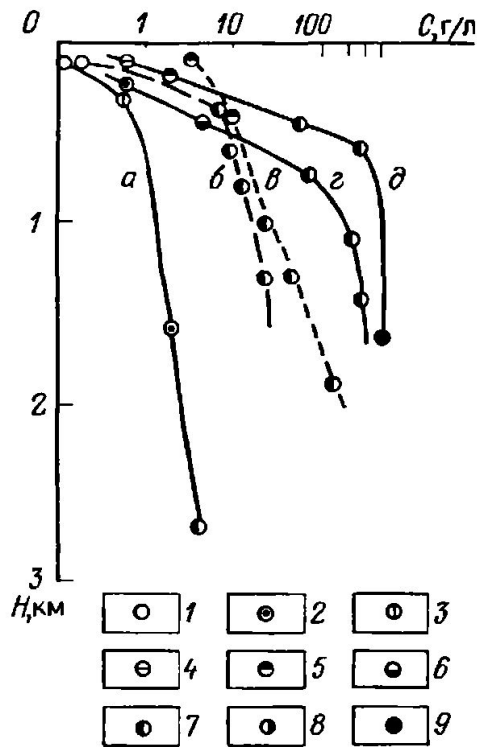


Рис. 8. Графики изменения минерализации  $C$  и состава артезианских вод с глубиной  $H$ .

*a* — Байкальские АБ; *б* — северо-запад Западно-Сибирской АО; *в* — Каракумский АБ; *г* — Московский АБ; *д* — Ангаро-Лесной АБ. Состав артезианских вод: 1 —  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ ; 2 —  $\text{HCO}_2\text{-Ca}$ ; 3 —  $\text{HCO}_3\text{-Na}$ ; 4 —  $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na}$ ; 5 —  $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ ; 6 —  $\text{SO}_4\text{-Ca-Na}$ ; 7 —  $\text{Cl-Na}$ ; 8 —  $\text{Cl-Ca-Na}$ ; 9 —  $\text{Cl-Na-Ca}$

1) Верхняя (А) — зона пресных вод

2) Средняя - зона соленых вод (Б),  $M$  до 35 г/л

Нижняя зона- рассолов  $M > 35$  /л

# Геотермическая зональность

- \* В Арктических районах  $T$  – отрицательна
- \* В разрезе выделяют зоны:
- \* Холодных вод (до 20град)
- \* Теплых (20-36 град)
- \* Горячих (37- 100 град)
- \* Перегретых (>100град)
- \* Парогидротерм (300- 500 и более град)

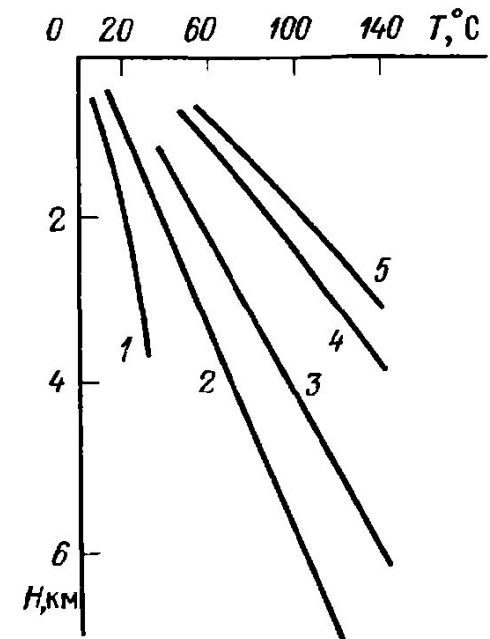


Рис. 9. Графики изменения температуры  $T$  недр с глубиной  $H$  в артезианских областях (по Г. А. Юдину, 1982 г.).

Области: 1 – Восточно-Сибирская; 2 – Восточно-Европейская; 3 – Северо-Американская; 4 – Северо-Африканская; 5 – Австралийская

## Строение Сибирской платформы (по Букаты М.Б)

Геология и геофизика, 2009, т. 50, № 11, с. 1201—1217

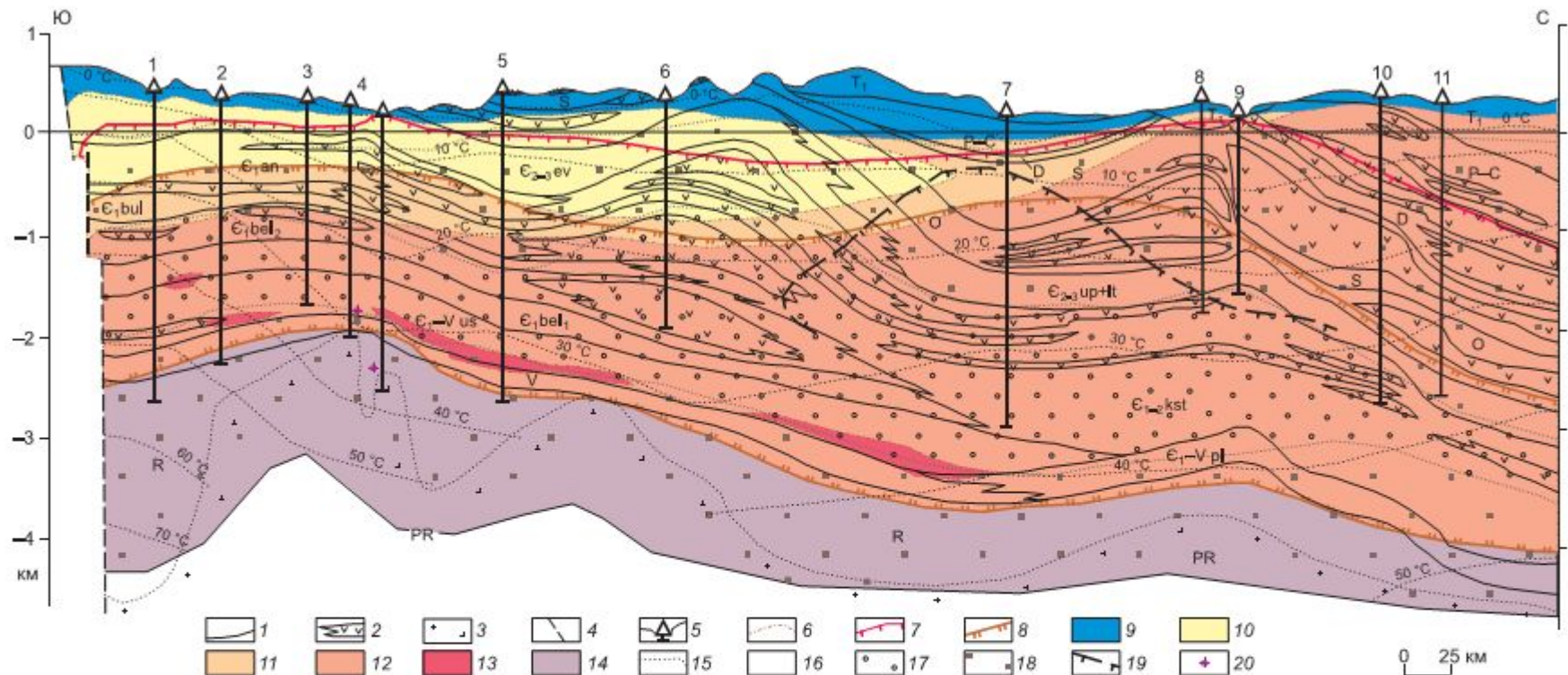


Рис. 3. Субмеридиональный гидрогеохимический разрез западной части Сибирской платформы.

1 — границы стратиграфических подразделений; 2 — интрузии и покровы трапов; 3 — кристаллический фундамент; 4 — разрывные нарушения бортов платформы; 5 — глубокие скважины. Состав вод: 6 — границы химических типов вод; 7 — верхняя граница распространения рассолов ( $M > 35$  г/л); 8 — граница распространения весьма крепких рассолов ( $M > 320$  г/л); 9 — пресные и слабосоленые воды гидрокарбонатного и сульфатного состава; 10 — хлоридные натриевые соленые воды и рассолы; 11 — хлоридные кальциево-натриевые, натриево-кальциевые, реже натриевые рассолы; 12 — хлоридные натриево-кальциевые рассолы; 13 — хлоридные кальциевые рассолы; 14 — хлоридные натриевые и кальциево-натриевые рассолы нижней части осадочного чехла. Состав водорастворенных газов: 15 — границы зон с различным составом газов; 16 — кислородно-азотный, азотный, реже углеводородно-азотный; 17 — азотно- и углеводородно-кислотный; 18 — углеводородный; 19 — контур распространения сухих углеводородных газов (с коэффициентом сухости  $> 50$ ); 20 — локальные проявления газов окисьюуглеродно-азотного состава. Скважины: 1 — Верхнетохомская 1, 2 — Оморинская 1, 3 — Юрубченская 1, 4 — Куумбинские 4 и 5, 5 — Байкитская 1, 6 — Полугусская 1, 7 — Тутончанская 1, 8 — Нижнетунгусская 3, 9 — Анакитская 1, 10 — Верхниминдинская 1, 11 — Онёкская 1.



## Строение Сибирской платформы (по Букаты М.Б)

Геология и геофизика, 2009, т. 50, № 11, с. 1201—1217

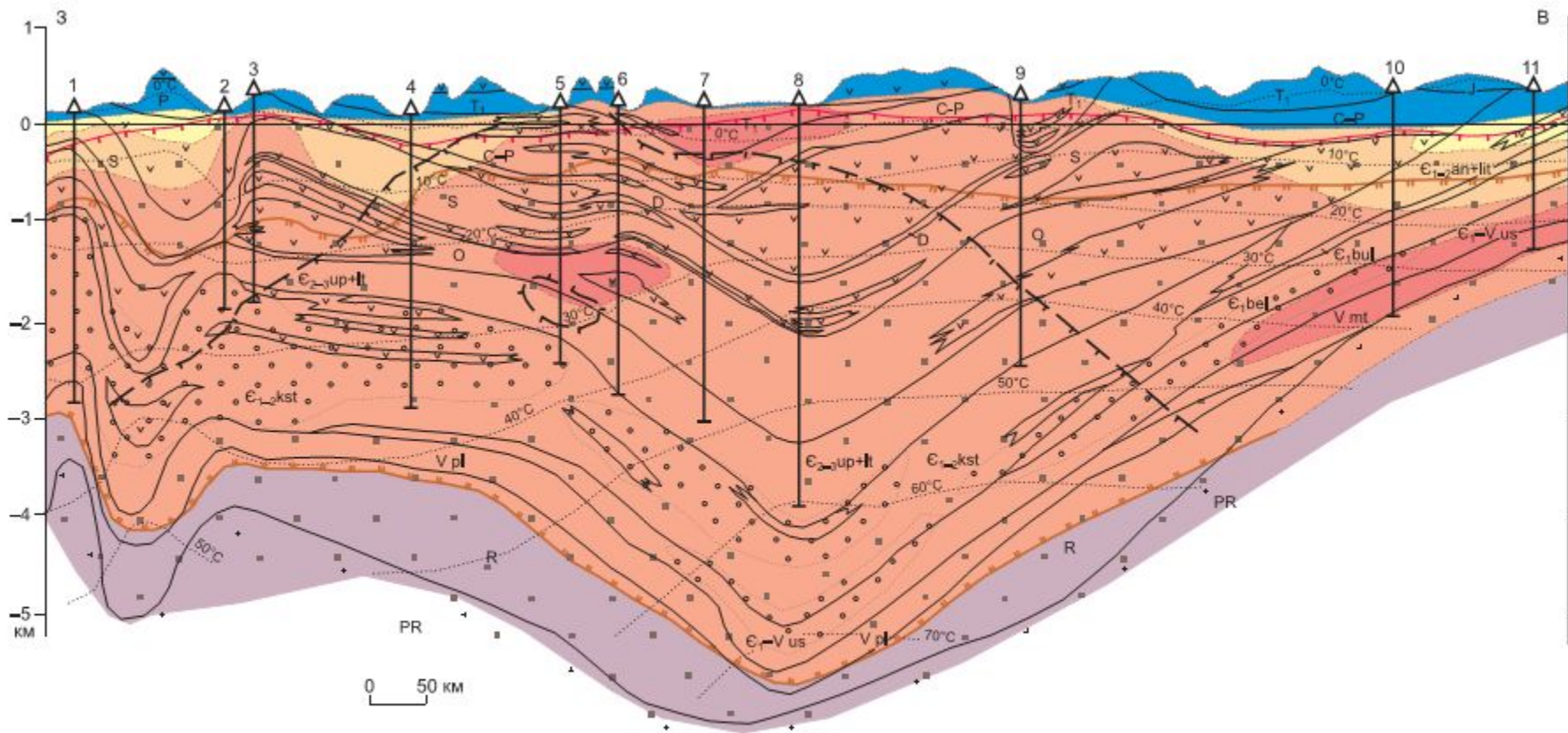


Рис. 4. Субширотный гидрогеохимический разрез западной части Сибирской платформы.

Усл. обозн. см. на рис. 3. Скважины: 1 — Сухотунгуская 3, 2 — Анакитская 1, 3 — Нижнетунгуская 3, 4 — Тутончанская 1, 5 — Учаминская 1, 6 — Вивинская 1, 7 — Туринская 2, 8 — Кирамкинская 1, 9 — Киселоканская 1, 10 — Ербогаченская 200, 11 — Верхнечонская 122.



# Гидрогеологические структуры дна морей и мирового океанов

выделяют 2 типа ГГС: субмаринные и субокеанические

## Субмаринные гидрогеологические бассейны

- \* Это структуры перехода континентов в океан: шельф, материковый склон и материковое подножье.
- \* Может быть частично на суше, а частично под уровнем моря – прибрежно-шельфовые бассейны.
- \* Отличительные особенности субмаринных бассейнов:
  1. Отсутствие зоны аэрации;
  2. Наличие рыхлого покрова с иловыми водами;
  3. Тесная взаимосвязь иловых вод с водами подстилающих горизонтов;
  4. Элизионная разгрузка иловых вод и линейная по разломам глубинных вод;
  5. Преимущественно морской (седиментационный) тип вод по химическому составу

# Гидрогеологические структуры дна морей и мирового океанов

кроме того, необходимо выделять складчатые области островных дуг с развитыми в их пределах вулканогенными бассейнами, в сочетании с гидрогеологическими бассейнами пластового и трещинного типа.

- \* Особое место – бассейны дна внутренних морей – Средиземного, Черного, Каспийского, Балтийского и др. Для них характерен преимущественно литогенный режим (субмаринный), а во внешней зоне – субаэральный.
- \* Однако они между собой тесно связаны, например грязевой вулканизм повсеместно в Южно-Каспийском бассейне (как под дном, так и крыльях), а также субмаринные источники. В Средиземном море известна разгрузка карстовых вод на глубинах 120-700м. Иногда на значительном расстоянии от берега выходят пресные инфильтрационные воды, чаще они соленые, обогащены различными газами.

# Субокеанические гидрогеологические бассейны

- \* Океан отличается от континента строением коры и многими другими, в том числе, гидрогеологическими особенностями.
- \* Здесь отсутствует гранитный слой, вместо осадочных пород с пластовыми водами и водоупорами развиты рыхлые неуплотненные осадки с иловыми водами и трещинными водами в базальтовых эффузивах.
- \* Здесь нет зоны аэрации и пресных вод.
- \* Режим подземных вод отличается стабильностью, характер движения – литогенный.
- \* Незначительно меняется температура (от  $-0,7^{\circ}\text{C}$  до  $+3^{\circ}\text{C}$ ).

# Субокеанические гидрогеологические бассейны

- \* В разрезе дна Мирового океана можно выделить три слоя:
- \* Нижний (базальтовый) – это основные и ультраосновные породы, мощностью несколько километров.
- \* Средний (надбазальтовый) – прослойки базальтовых лав, а также глинистые кремнистые и карбонатные (реже песчаные) отложения. Мощностью 1-5 км. Этот слой развит главным образом на океанских платформах.
- \* Верхний слой. Залегает на среднем или на нижнем и представлен рыхлыми глинистыми, кремнистыми, карбонатными осадками. Мощностью до 1 км и более. Все эти три слоя не имеют аналогов на суше.

# Океанические ГГ структуры

- \* Среди них можно выделить:
- \* 1) гидрогеологические бассейны подвижных областей срединно-океанических хребтов и поднятий;
- \* 2) гидрогеологические бассейны стабильных океанических платформ.
- \* В первых преобладают **трещинные** воды, во вторых – **иловые**.
- \* Погружение океанической коры и ее взаимодействий с мантией приводят к дегидратации пород и появлению термических вод, которые обогащены  $\text{SiO}_2$ , щелочами, газами, летучими компонентами.
- \* Эти гидротермы поднимаются к поверхности дна океана и принимают участие в процессах метаморфизации осадочных толщ.
- \* Подводный вулканизм также дает значительное количество воды и пара.

# Особенности подвижных областей

- \* Высокая сейсмичность
- \* Аномально высокий тепловой поток
- \* Вулканизм
- \* Гидротермальные источники
- \* Молодые разломы
- \* Типы структур:
- \* Системы массивов трещинных вод в основных породах;
- \* Рифтовые бассейны (вытянуты вдоль подвижных поясов)
- \* Вулканогенные бассейны

# Особенности стабильных субокеанических структур

- \* Представляют собой системы субокеанических котловин, которые в свою очередь подразделяются на структуры более высоких порядков.
- \* Асейсмичны
- \* Тепловой поток слабее, чем в подвижных поясах
- \* Вытянуты меридионально или широтно, а также изометрично
- \* Строение сложное, с выходами фундамента на поверхности океанического дна, т.е. образующие ГГ массивы
- \* Нередко перемежаются с вулканогенными бассейнами, разделены глубинными разломами
- \* Широко распространены коралловые рифы

# Гидрогеологические бассейны европейской части России, стран СНГ и Балтики



# Положение на карте

- \* Европейская часть России, СНГ и Балтики представлена равниной, окаймленной по периферии горно-складчатыми сооружениями
- \* Балтийского щита,
- \* Хибин,
- \* Тимана,
- \* Украинского щита,
- \* Карпат,
- \* Горного Крыма,
- \* Кавказа
- \* Урала.

# Гидрогеологические бассейны

Здесь выделяются крупные ГГБ пластовых вод и трещинных вод (массивы и складчатые области).

## Бассейны пластовых вод:

- \* 1) Прибалтийский;
- \* 2) Русский сложный, включающий Московский и Северо-Двинский бассейны 2 порядка;
- \* 4) Печорский;
- \* 5) Волго-Камский;
- \* 6) Сурско-Хоперский;
- \* 7,8) Днепрово-Донецкий;
- \* 9) Львовский;
- \* 10) Причерноморский;
- \* 11) Приазовский(азовоокубанский)
- \* 12) Терско-Кумский
- \* 13) Прикаспийский бассейн.

# Гидрогеологические бассейны

- \* Границы между отдельными впадинами не всегда четки и установление их не всегда однозначно.
- \* В то же время уже достаточно обосновано наличие ряда поднятий и выступов фундамента, являющихся главными подземными водоразделами, ограничивающие северную область артезианского бассейна Русской платформы (сложный Русский ГГБ).
- \* Такими водоразделами на поверхности фундамента являются Белорусская и Воронежская антеклизы и др.
- \* Нефтегазоносные бассейны также разделяются по поднятиям и выступам фундамента, хотя некоторые из них и не совпадают с выделенными бассейнами. Например, Волго-Уральский, Азово-Кубанский.
- \* Бассейны II порядка разделяются по крупным водоразделам гидрогеологической сети.

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

- \* Приурочен к древнему палеозойскому прогибу, окаймляющему с ЮВ Балтийский щит и выполненному  $\epsilon$ ,  $S$  и  $D$  - отложениями.  $SZ$  крыло бассейна является одновременно южным склоном Балтийского щита. До  $\epsilon$  - фундамент имеет падение 2- 4 м на 1 км.
- \*  $\epsilon$  -отложения выходят на поверхность вдоль южного побережья Финского залива.  $\epsilon$  - $S$  отложения образуют уступ, который тянется в широтном направлении, на территории Эстонии он подходит к самому берегу Финского залива и образует высокие (до 45 м) вертикальные обрывы.
- \* Этот уступ – “глинт”. По его краю обнажаются слои, начиная с  $\epsilon$  – глини и кончая среднеордовикским эхиносферитовым известняком.

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

- \* Восточная граница проходит по Чудскому и Псковскому озерам. В строении бассейна принимают участие верхне  $\epsilon$  -Pz,, O, S и Д-отложения.
- \* Повсеместно развиты и четвертичные отложения.
- \* Глубина залегания фундамента бассейна (мощность чехла) достигает 2-2,5 км. Наиболее погружена Южная часть, находящаяся в Польше.
- \* Кристаллический фундамент вскрыт в Талине, Вильнюсе, Минске, Калининграде.
- \* Бассейн состоит из нескольких водоносных комплексов

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

- \* **1) Гдовский комплекс** - развит повсеместно. Это – нижнекембрийские ( $E_1$ ) гдовские пески и песчаники с маломощными прослоями глин.
- \* Залегают непосредственно на фундаменте и перекрываются 100-150 - метровой толщей ляминаритовых глин.
- \* Состав вод разнообразен. На севере- пресные  $HCO_3$ -Ca, а вблизи моря  $HCO_3$ -Cl-Na.
- \* К югу минерализация возрастает. В Ленинграде – 4 г/л, в Чудово- 8 г/л.
- \* В Двинске на глубине 150 м в верхних горизонтах  $E$ , в песчаниках встречены Cl-Ca рассолы с минерализацией 136 г/л.
- \* **2) Слабо развитый маломощный ляминаритовый комплекс** – приурочен к пескам и песчаникам. Кровля – синие  $E$ - глины, подошва- ляминаритовые глины.

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

- \* 3) Кембрийско-ордовикский (Є – О) – подошва – синие Є глины. М = 10-50м.
- \* На севере дренированы, к югу погружены и становятся напорными.
- \* На севере - пресные, к югу- осолоняется.
- \* 4) **О- глинистые известняки** мощностью до 150 м.
- \* Отложения слагают уступ глинта. На юге - перекрываются отложениями S.
- \* С севера на юг минерализация возрастает, воды высоконапорные (пьезометрические уровни - выше поверхности земли)

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

\* 5) S- образует широкую полосу, расширяющуюся к СЗ, а с юга ограничен уступом Глинта. Наиболее полный разрез – в Эстонии. S1-переслаивающих глауконитовых песчаников, известняков, кукерских слоев общей мощностью до 200м. Водообильность изменяется в очень широких пределах. С севера на юг > минерализация. В прибрежной части Балтийского моря- минерализация повышения. В южном направлении отложения S перекрываются Д и воды приобретают напор. На отдельных участках характеризуется этажное залегание водоносных горизонтов . Это основной водоносный комплекс. Многочисленные выходы источников?, которые всегда привлекали внимание многих исследователей. Разработка горючих сланцев – большие притоки. В гдовске - приток 1000 м<sup>3</sup>/час. За счет глауконита – воды имеют щелочную рН и НСО<sub>3</sub>.



# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

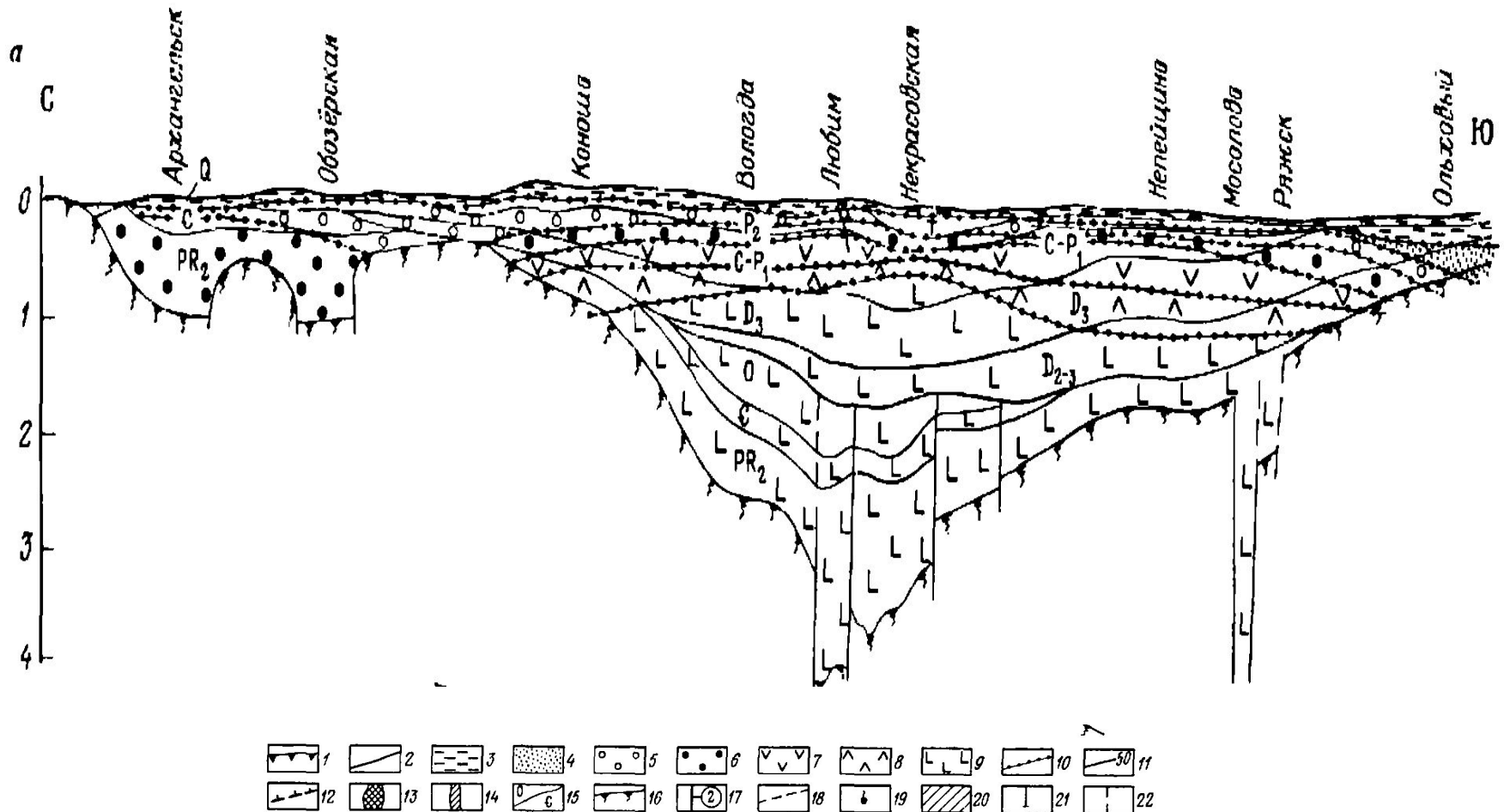
- \* б) водоносные комплексы девона приурочены к красноцветным и гипсово-карбонатным толщам. Сверху (до 200м) обычно пресные, а глубже – соленые. В центральных частях повышенная минерализация на небольшой глубине.
- \* Водоносные комплексы верхPz, Mz распространены спорадически.
- \* Водоносный комплекс Q отложений широко распространен, но наиболее водообилен имеет на юге, в области развития отложений ?
- \* Представляют интерес древние долины, погребенные ледниковыми отложениями. Могут иметь весьма водообильные водоносные горизонты.
- \* Питание (2) – путем гравитационного и гидравлического перемещения подземных вод из верхней зоны. Разгрузка обеих зон – в Балтийское море
- \* .

# Прибалтийский гидрогеологический бассейн

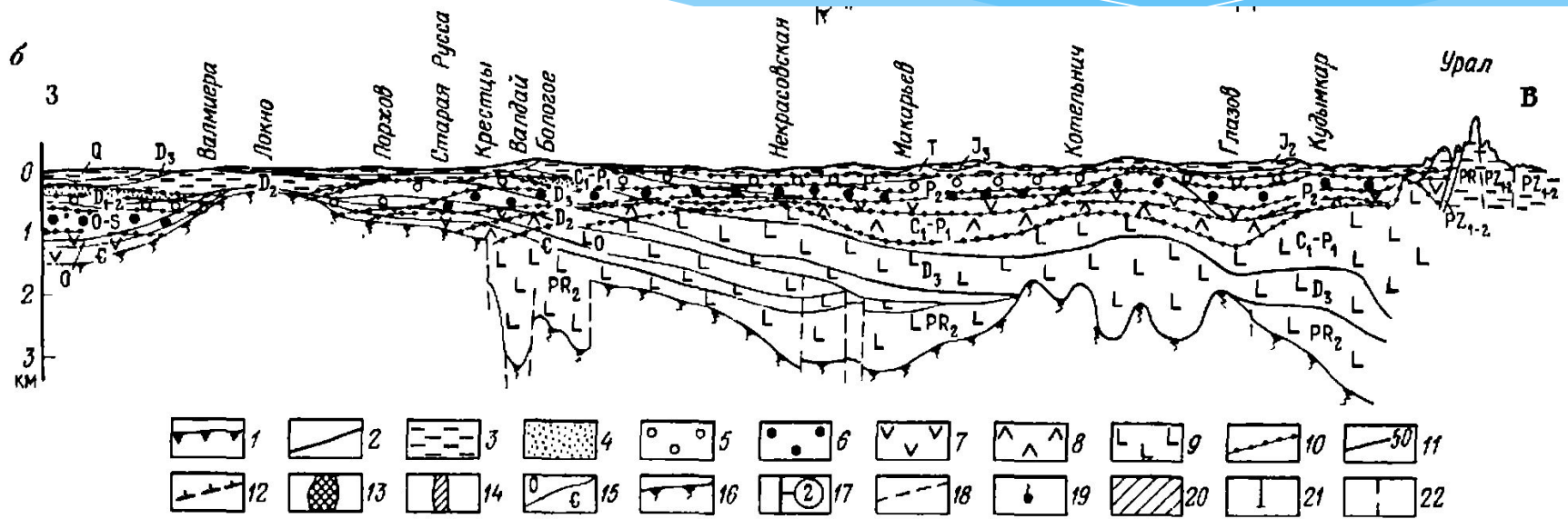
- \* В целом для Прибалтийского бассейна выявлены общие закономерности.
- \* Выделяются 2 зоны:
- \* 1) зона свободного (интенсивного) и
- \* 2) зона замедленного (затрудненного) водообмена питания (1) – путем инфильтрации. Она протягивается на глубину ниже местных эрозионных врезов (древние погребенные долины и впадины Чудского и Псковского озер)

# Гидрогеологические особенности Восточно-Европейской (Русской) платформы

# Меридиональный разрез



# Широтный разрез



1 — граница артезианской области; 2 — границы гидрогеологических районов первого порядка; 3—9 — гидрохимические зоны с различной минерализацией (г.л) (3 — до 1, 4 — 1—3, 5 — 3—10, 6 — 10—35, 7 — 45—70, 8 — 70—150, 9 — 150—375 и более); 10 — границы гидрохимических зон; 11 — гидроизотермы (°С); 12 — нижняя граница многолетнемерзлых пород; 13 — силлы и дайкы долеритов; 14 — кимберлитовые трубки; 15 — границы литолого-стратиграфических комплексов; 16 — породы фундамента АО; 17 — минерализация вод (г.л); 18 — обводненные зоны разломов; 19 — источник; 20 — глинистый водоупор; 21 — скважина; 22 — разлом

# Особенности региональной гидродинамики

- Для Русской платформы выделяются зоны:
- 1) зона свободного (интенсивного) и слегка замедленного (затрудненного) водообмена с инфильтрационным режимом питания (верхний этаж).
- Граница определяется положением регионального водоупора (котлинские глины или соленосные толщи перми).
- Возраст вод не более 10-15 тыс.лет (по данным изотопного состава  $^{14}\text{C}$ ).
- Водообмен на с-западе Московского АБ осуществляется за 100-200лет.
- Возраст вод в среднем карбоне -7,5 -10 тыс.лет, в нижнем карбоне – 5 -12 тыс. лет
- Модули стока составляют 1,1 -1,4 -1,6-1,9 л/с\*км<sup>2</sup> для песчано-глинистых горизонтов до 8 л/с\*км<sup>2</sup> для карстовых районов

# Взаимосвязь нижнего и верхнего этажей

- \* На участках размыва водоупорных толщ и зон тектонических нарушений осуществляется связь вод верхнего и нижнего этажей.
- \* Эти зоны приурочены к долинам крупных рек и озер, где происходит разгрузка соленых вод и рассолов (р. Волга, Кама, Волхов, оз. Ильмень и др.)
- \* В северо-Двинском АБ модули разгрузки достигают  $20 \text{ л/с*км}^2$ , в Московском АБ – до  $12 \text{ л/с*км}^2$  (D-C)? В Волго-Камском АБ – до  $35 \text{ л/с*км}^2$  (P<sub>2</sub>)

## Нижний этаж (зоны замедленного и застойного водообмена)

- \* В нижней части, изолированной ВУТ, пути движения от областей питания к областям разгрузки составляют сотни и тысячи км, а верхней – десятки км.
- \* Сток латеральный и вертикальный (преобладает).
- \* На периферии ВК выходят на поверхность, но инфильтрационное питание мало.
- \* Пополнение и возобновление ресурсов осуществляется за счет литогенных и элизионных процессов. Модули стока- $10^{-2} - 10^{-5} \text{ л/с*км}^2$
- \* Скорости движения весьма малы.



# Особенности гидрогеохимии

- \* В разрезе выделяют 3 зоны:
- \* Пресных вод (мощность – 200-300м, до 500м в Днепрово-Донецком АБ, в Прикасписком АБ пресные воды приурочены к долинам рек)
- \* Соленых вод (мощность 500-700м в центральных частях АБ, воды сульфатного состава - Хилово, Кемери)
- \* Рассолов ( M - до 350 г/л, формирование связано с галогенными породами, мощность зоны возрастает с увеличением глубины фундамента и достигает 15 -16 км в Прикаспийском АБ). Состав рассолов Cl-Na, в Волго-Камском и Днепрово-Донецком встречаются Cl-Ca воды.

# Микрокомпоненты

- \* Содержание **брома** растет вместе с минерализацией и глубиной (достигает **3г/л** в кунгурской толще Прикаспиского АБ и соленосных толщах девона в Приуралье)
- \* Распространение **йода** носит сложный характер и зависит от процессов преобразования органики морского генезиса.
- \* Максимум концентраций йода – **90мг/л** в пермских отложениях Приуралья и MZ-KZ -х отложениях Предкарпатья.

# Газовый состав

- \* Состав газов – азотный, в низах PR и PZ появляется метан не более 26%.
- \* В нефтегазоносных бассейнах (ВолгооКамском, Прикаспийском, Печорском, Днепрово-Донецком) газонасыщенность возрастает до 1-4 л/л, фоновые значения – 0,3-0,5 л/л .
- \* Ниже региональной ВУТ состав газов метановый, присутствуют тяжелые УВ.
- \* На Оренбургском газовом м-ии преобладает сероводород и углекислый газ (50 -60 %).

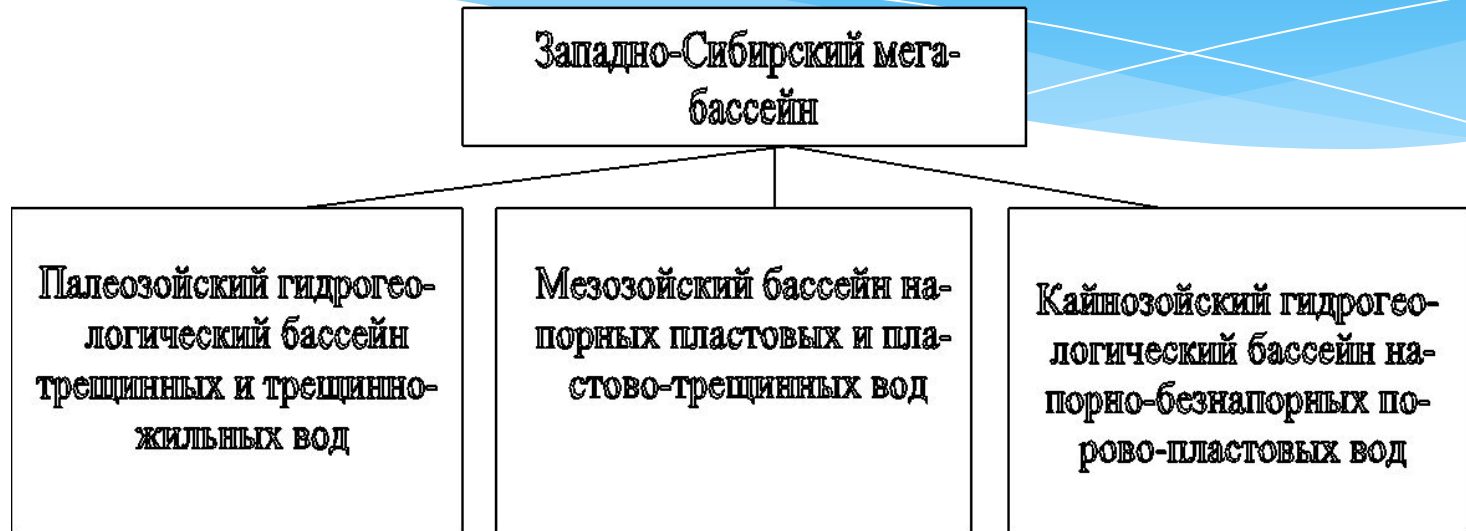
# Гидрогеотермические условия

- \* Прослеживается широтная и вертикальная зональность
- \* С севера на юг температура ГВ увеличивается от 0 до 10град.
- \* Геотермическая ступень -30- 40 м/градус
- \* С глубиной Температура растет медленно, на глубине 2,5 – 3 км она составляет не более 50град.
- \* Максимальная температура в Прикаспийском бассейне – до 150 град (Астрахань)

# Западно-сибирский мегабассейн

- \* Основные закономерности и особенности ЗСМБ

# ЗСМБ

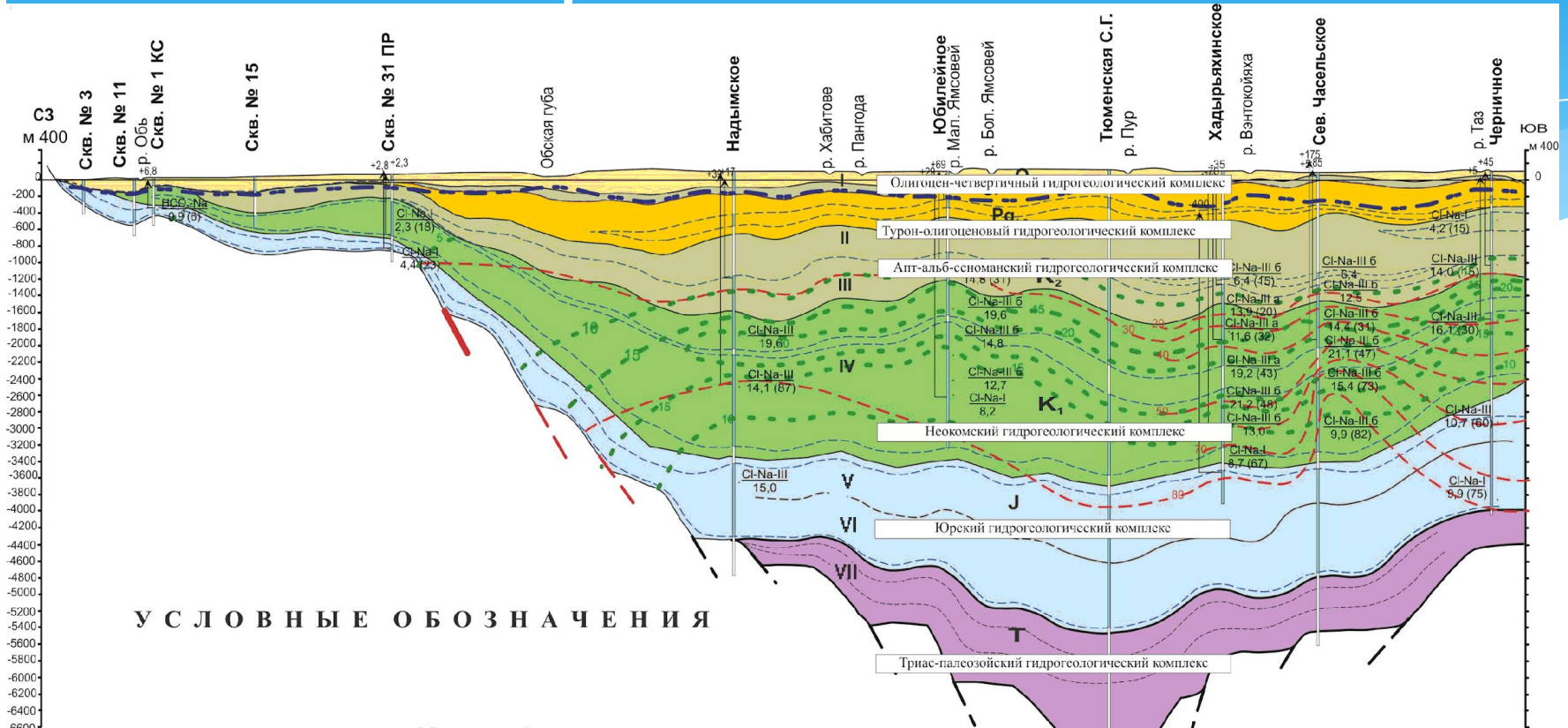


**Рис. 5.1. Схема классификации подземных водных резервуаров Западно-Сибирской геосинеклизы**

# ЗСМБ

- \* В пределах всего разреза мегабассейна было выделено **7 гидрогеологических комплексов (ГГК):**
- \* **олигоцен-четвертичный,**
- \* **турон-палеогеновый,**
- \* **апт-альб-сеноманский,**
- \* **неокомский,**
- \* **верхнеюрский,**
- \* **средне-нижнеюрский и**
- \* **триас-палеозойский**
- \* Степень изученности комплексов крайне неодинакова, а триас-палеозойский гидрогеологический комплекс до настоящего времени характеризовался отрывочными сведениями по единичным скважинам.

# Строение ЗСМБ



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### 1. Гидрогеологические комплексы

- I** Оligocen-четвертичный гидрогеологический комплекс
- II** Турон-олигоценый гидрогеологический комплекс
- III** Апт-альб-сеноманский гидрогеологический комплекс
- IV** Неокомский гидрогеологический комплекс
- V,VI** Юрский гидрогеологический комплекс
- VII** Триас-палеозойский гидрогеологический комплекс

### 2. Возраст отложений

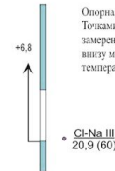
- Q** Четвертичный
- Pg** Оligоценовый
- Pg<sub>1</sub>** Палеоцен-эоценовый
- K<sub>5</sub>** Позднемеловой
- K<sub>1</sub>** Раннемеловой
- J** Юрский
- T** Триасовый

### 3. Прочие обозначения

- Структурные границы
- Границы региональных водоносов
- Региональные водоупоры
- Изотермы (градусы Цельсия)
- Нижняя граница многолетнемерзлых пород
- Изолиния минерализации подземных вод

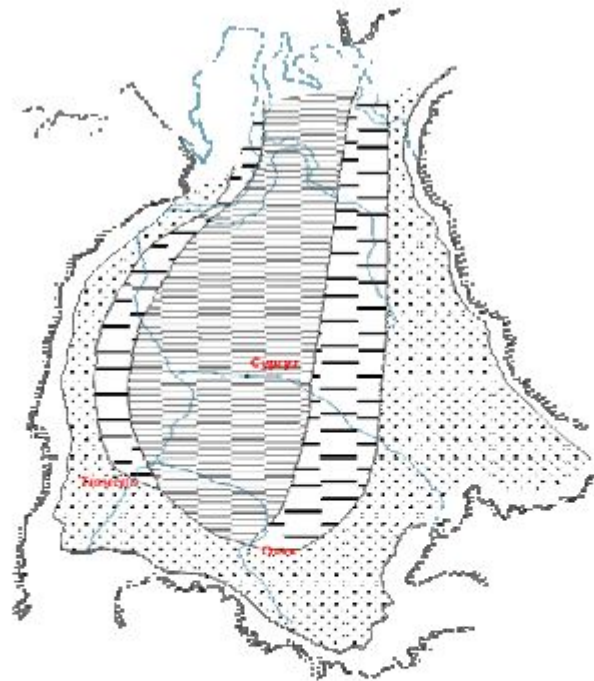
Открытая скважина (разведочная площадка).

Точками показаны интервалы отбора проб, стрелками - фактически замеренные уровни в абс. стм. Дробь - вернее тип воды по Сулиму В. А., внизу - минерализация воды в г/л, в скобках - замеренная пластовая температура. Цветом показан водный интервал.





# Гидрогеохимическая зональность



Условные обозначения:

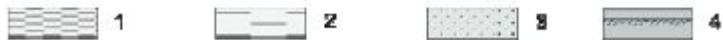


Рис. 26. Схема гидрогеологической зональности мезозойского бассейна ЗСМБ (В. М. Матусевич, 1976 г.):  
1-3 – гидрогеологические зоны: 1– внутренняя, 2 – внешняя, 3 – краевая;  
4 – граница Западно-Сибирской равнины

- \* 1-внутренняя
- \* 2-внешняя
- \* 3-краевая

# Мезозойский гидрогеологический бассейн

- \* Характеризуется сложными термобарическими и гидрогеохимическими условиями, межрезервуарными субвертикальными связями, которые с палеозойским бассейном реализуются в зависимости от тектонической и геодинамической обстановки.
- \* С кайнозойским бассейном он гидравлически сообщается только по окраинам.
- \* На большей территории ЗСМБ, т.е. в погруженной части, мезозойский бассейн надежно изолирован сверху турон-олигоценовой толщей (до 650-800 м) глин.

# Меловые и юрские

- \* **Меловые и юрские** комплексы представлены чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов в различном соотношении по их пространственному положению, общая мощность достигает 4-5 км, увеличиваясь от периферии к центру и в северо-восточном направлении.
- \* Все комплексы являются регионально нефтегазоносными. В ионно-солевом составе вод преобладают хлориды натрия, по минерализации воды преимущественно соленые. По содержанию микрокомпонентов они могут относиться к лечебным или промышленным в зависимости от концентраций йода (до 27-69 мг/л) и брома - до 105-187 мг/л

# апт-альб-сеноманский комплекс

- \* Воды **апт-альб-сеноманского комплекса** высоконапорные, избыточное давление на их устье составляет 1-7 атм.
- \* Дебиты скважин чаще всего составляют 100-800 м<sup>3</sup>/сут.
- \* Песчаники характеризуются высокой пористостью от 12 до 42 % и проницаемостью - до 12000 мД.
- \* В краевых частях бассейна состав газов азотно- метановый и метаново-азотный, переход этих вод в метановые происходит закономерно при газонасыщенности 0,4-0,5 л/л, максимум отмечен в бассейне р.Пур – 3 л/л.
- \* Воды комплекса широко используются для поддержания пластового давления эксплуатируемых нефтеносных пластов.
- \* В Среднем Приобье сформировались депрессионные воронки радиусом в десятки километров и понижением уровней до десятков и первых сотен метров.

# Неокомский гидрогеологический комплекс

- \* **Неокомский гидрогеологический комплекс** по строению и взаимоотношению водоносных и водоупорных толщ крайне неоднороден.
- \* В западной части бассейна комплекс по всему разрезу сложен глинами «фроловского барьера». Мощность достигает 500-650 м в центральной части бассейна, увеличиваясь до 1800 м в северных районах. Обводненные песчаники комплекса имеют открытую пористость 24-27%, проницаемость 900-1100 мД.
- \* По ионно-солевому составу и минерализации подземные воды неокомского комплекса принципиально не отличаются от вод аптальб-сеноманского комплекса. В краевых частях бассейна развиты солоноватые гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией 1-3 г/л, увеличиваясь по мере погружения отложений до 20-25 г/л с переходом в хлоридные натриевые.

# Неокомский гидрогеологический комплекс

- \* В пределах Ханты-Мансийской впадины и к северу происходит **снижение минерализации до 8-12 г/л** и **повышение концентраций гидрокарбонат-иона**.
- \* В восточной части в низах комплекса встречаются слабые рассолы (38-55 г/л) хлоридного натриевого состава.
- \* По мере повышения минерализации содержание брома возрастает до 83 мг/л. Отношение  $r_{Na^+}/r_{Cl^-}$  снижается с глубиной от 1 до 0,68-0,87.
- \* Отношение  $r_{Cl^-}/r_{Br^-}$  уменьшается от восточного обрамления к центру от 350 до 200, а вблизи «фроловского барьера» падает до 120-180.
- \* В восточной части бассейна на отдельных участках отмечаются повышенные концентрации углекислого газа. Пластовые температуры составляют 60-90°C, увеличиваясь до 100°C и более.

# Юрские гидрогеологические комплексы

Юрские гидрогеологические комплексы слагаются отложениями верхней, средней и нижней юры общей мощностью до 1000 м, увеличивающейся в северном направлении до 2000 м. К северу происходит увеличение песчаности пластов.

- \* Открытая пористость песчаников составляет 8-12%.
- \* На большей части бассейна отложения комплексов имеют пониженную водообильность (удельные дебиты 0,005-0,01 л/сек·м), а пьезометрические уровни устанавливаются ниже дневной поверхности.
- \* Ионно-солевой состав вод юрских комплексов довольно пестрый. Большую часть погруженной зоны бассейна занимают воды хлоридного натриевого состава с минерализацией 12-20 г/л, с повышенным содержанием гидрокарбонат-иона.
- \* В Колпашевском Приобье и в Омской впадине обнаружены рассолы с минерализацией до 105 г/л.
- \* Локализация рассолов тяготеет к линии Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта.
- \* Концентрации брома в рассолах достигают 105-187 мг/л.
- \* Температура вод в наиболее погруженной части ниже-среднеюрского комплекса достигает 90-105°C.

# Триасовый гидрогеологический комплекс

- \* Современными методами геофизических исследований и материалами глубокого бурения установлены гетерогенность фундамента ЗСМБ [11], в различных районах его выявлены триасовые интрузии в рифтовых зонах и перекрывающие их вулканогенно-осадочные и терригенные комплексы пород (рис.1).
- \* Глубокопогруженные зоны фундамента с наибольшей мощностью осадочного чехла приурочены к северным районам ЗСМБ, где толщины мезозойско-кайнозойских отложений варьируют от 6 до 18 км. Глубокими скважинами - более 4 км (скв. 7 - Надымская, скв. 700 - Самбургская, скв. 14 - Геологическая, скв. 264, 266, 282 -Уренгойские) вскрыты отложения юрского, триасового и палеозойского возраста [1,2,3].
- \* Триасовый период явился переходным от геосинклинального цикла развития к платформенному, к широкому проявлению рифтообразования и активизации эффузивных процессов [2,7]. Континентальные образования триаса, размещенные в грабенах и депрессиях толщиной до 2-4 км, выделены в самостоятельный тафрогенный этаж плиты.



# Триасовый гидрогеологический комплекс

- \* Максимальное распространение по площади ЗСМБ получили породы туринской серии, впервые описанные Н.Н.Ростовцевым в 1956 г., тампейская и красноселькупская серии, выделенные В.С.Бочкаревым, распространены к северу от Сибирских Увалов.
- \* Коллекторскими свойствами по данным ТСГ-6 обладают песчаники и алевролиты витютинской, варенгаяхинской, пурской свит тампейской серии триаса и вулканогенно-осадочные толщи коротчаевской свиты красноселькупской серии нижнего триаса (рис. 3).
- \* Песчаники витютинской, варенгаяхинской, пурской свит триаса в интервалах 5427-5682 м, 5758-5768 м, 5870-5878 м, 6259-6280 м характеризуются повышенными фильтрационно-емкостными свойствами и газоносностью: приток газа - до 3 м<sup>3</sup>/сут, пористость -7,4-11,0%, проницаемость -0,003-0,920 фм<sup>2</sup>.
- \* **При испытании вулканогенных пород коротчаевской свиты триаса в интервале 6600-6650 м получен приток пластовой воды с газом до 100 м<sup>3</sup>/сут.**
- \* Пористость по данным керна и ГИС составляет 6,2 -13,0%, проницаемость - 0,004 -0,012 фм<sup>2</sup>. По данным изучения керна и материалам интерпретации ГИС высокопроницаемые пласты-коллекторы в эффузивной толще коротчаевской свиты представлены базальтами со смешанной структурой пустотного пространства (сочетание пор, трещин, каверн).
- \* П

# Триасовые грабены

(К.А. Мещеряков, Т.В. Карасева, 2010\_

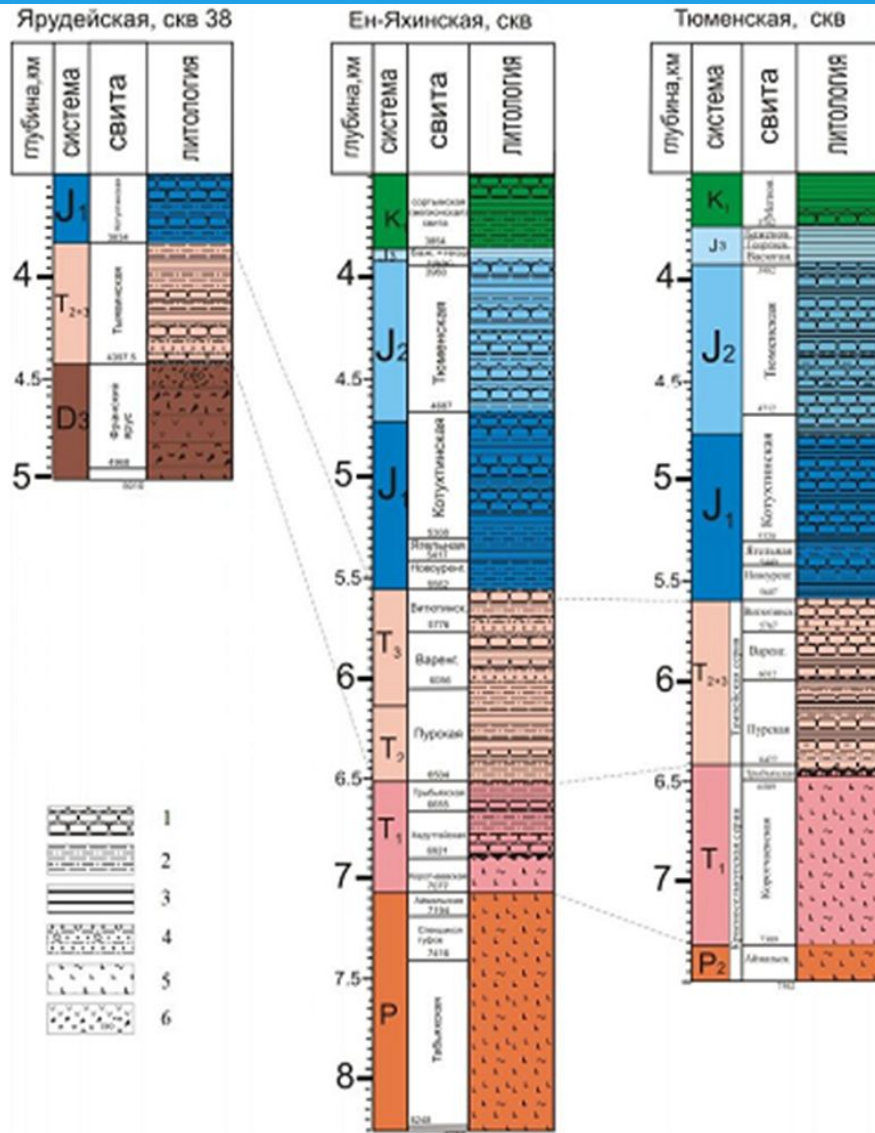


Рис. 2. Сопоставление разрезов триасовых прогибов севера Западной Сибири

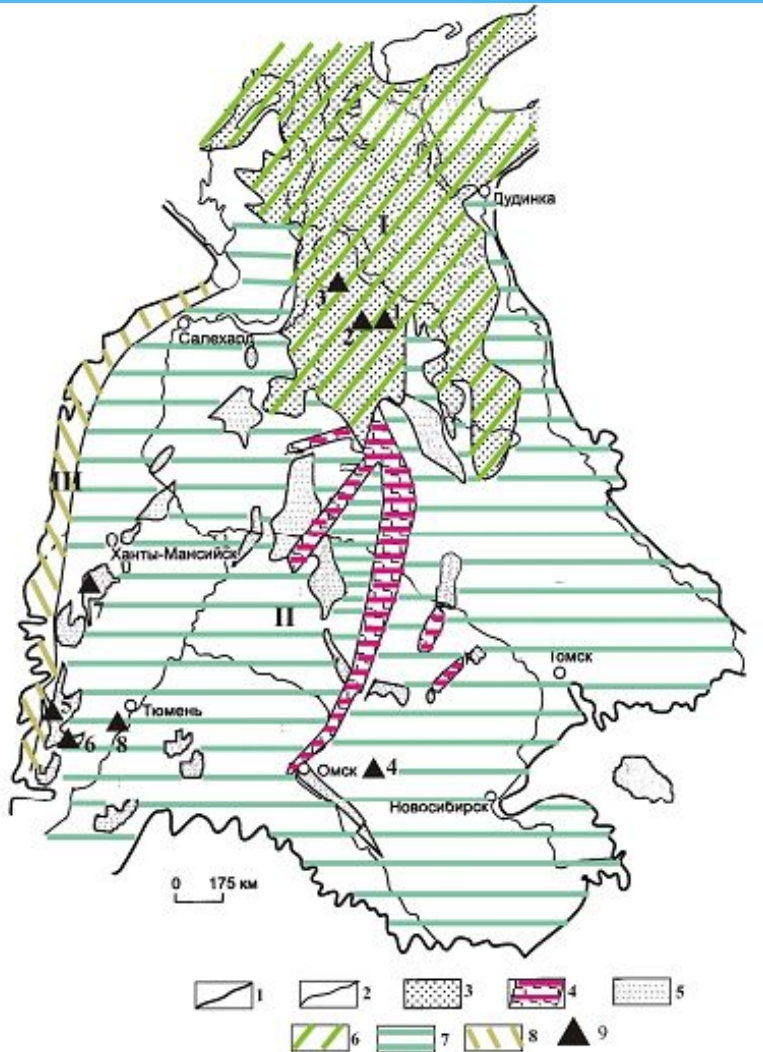
1 – песчаник; 2 – алевролит; 3 – аргиллит; 4 – гравелит; 5 – базальт; 6 – цеолитизированные туфы

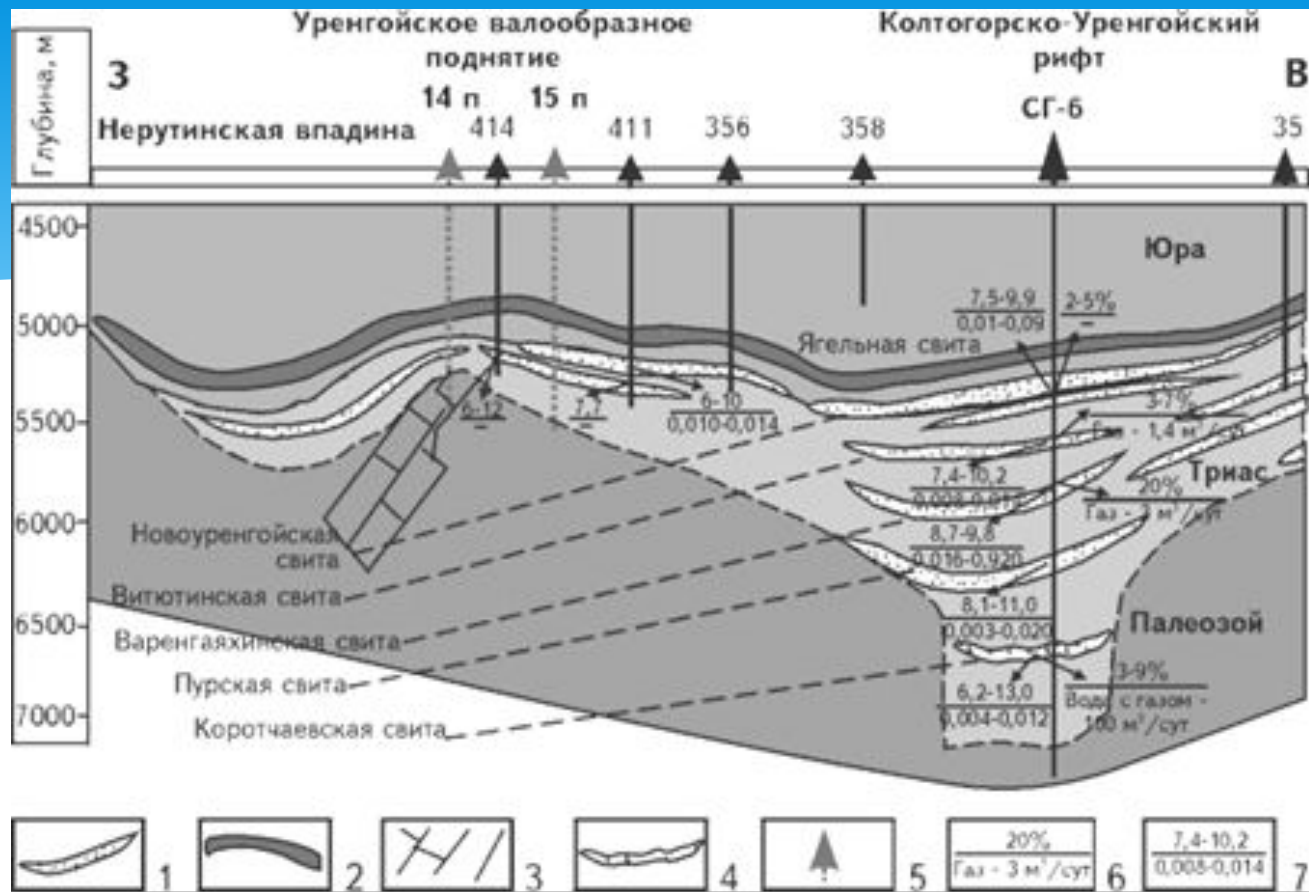
# Триасовый гидрогеологический комплекс

Схема фациального районирования триасовых отложений Западной Сибири (по А.М.Казакову и др., 2002).

Фациальные области: I -Обь-Тазовская, II - Обь-Иртышская, III –Приуральская.

1-границы Западно-Сибирской плиты; 2- границы фациальных областей; 3 – территория развития тампейской серии; 4- вулканогенно-осадочные породы рифтовой системы; 5- вулканогенно-осадочные породы локальных впадин и вулканических плато; 6- прибрежная равнина; 7- аллювиальная равнина; 8- предгорная низменность; 9- опорные скважины и разрезы





- \* Фрагмент геологического разреза Уренгойского НГР (по Т.В. Белоконь-Карасевой и др. [1])
- \* 1 – песчано-алевролитовые природные резервуары; 2 – глинистые региональные флюидоупоры; 3 – карбонатные эрозионно-тектонические останцы; 4 – резервуар в вулканогенных породах; 5 – рекомендованные поисковые скважины; 6 – числитель – газопоказания, знаменатель – результаты испытаний; 7 – числитель – пористость, % (по керну и ГИС), знаменатель – проницаемость, фм<sup>2</sup> (по керну и ГИС).

# Триасовый гидрогеологический комплекс

- \* Терригенные отложения **тампейской серии триаса**, представленные чередованием песчано-глинистых слоев, по данным Кравченко М.Н. (2012 г.) распространены на территории около 700 тыс км<sup>2</sup>, а их мощность увеличивается от района г.Тарко-Сале к северу, достигая в скважине СГ-6 - 767м, в скважине СГ-7 - 1183м, а в Большехетской впадине по данным МОГТ – до 2000-2500м [5].
- \* Температурные градиенты в северных районах возрастают с глубиной: на 5-километровой отметке температура составляет 150 °С, увеличиваясь до 210 °С на глубине 7 км, а на забое Ен-Яхинской скважины (8250м) достигает **230 °С**.
- \* Пластовые давления в интервалах глубин от 3 до 8 км превышают условные гидростатические в 1,8 -2,0 раза.

# Триасовый гидрогеологический комплекс

- \* В скважине ТСГ-6 на глубине около 4 км отмечены гидрокарбонатные натриевые воды с минерализацией 7,3 г/л, йода 7 мг/л, брома- 13 мг/л. Поровые растворы песчаников имеют минерализацию 6-10 г/л, а в пурской свите ( $T_{1-2}$ ) в интервале 6174-6300 м минерализация составляет около 1 г/л [6].
- \* Наличие **инверсионной гидрогеохимической зональности** является одним из надежных показателей регионального прогноза нефтеносности



# Геогидродинамические системы

Безнапорные

Водонапорные

Инfiltrационные  
природные водонапорные  
системы

Эксфильтрационные  
(элизионные) природные  
водонапорные системы

Элизионные  
геостатические  
(литостатические)  
системы

Элизионные  
геодинамические  
системы

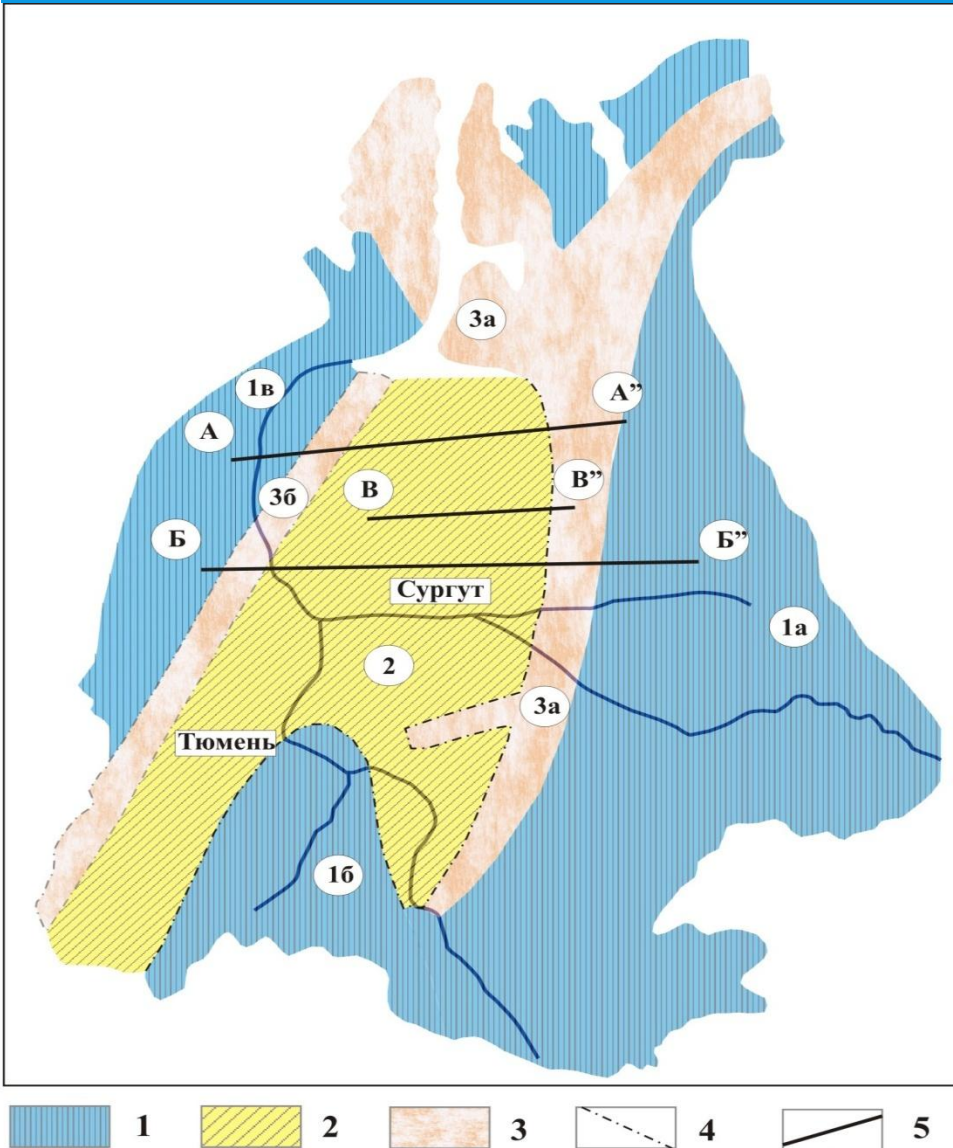
Геодинамические  
компрессионные  
системы

Геодинамические  
депресссионные  
(телионные) системы

Схема классификации геогидродинамических систем  
(по С.Б. Вагину, А.А. Карцеву) с дополнениями и изменениями В.М.  
Матусевича

# ЗСМБ

- \* Водонапорные системы и мегаблоки ЗСМБ:
- \* 1-инфильтрационные:
- \* 1а-восточного мегаблока
- \* 1б-юго-западного мегаблока
- \* 1в-уральского мегаблока
- \* 2-элизионная литостатическая
- \* 3-элизионная геодинамическая



**Рис. 5.2.2.1. Водонапорные системы и мегаблоки мезозойского бассейна ЗСМБ:**  
1 - инфильтрационные системы (1а-восточного мегаблока, 1б- юго-западного мегаблока, 1в-приуральского мегаблока); 2 - элизионная литостатическая система западного мегаблока; 3 - элизионные геодинамические системы (3а-Омско-Гыданской структурной зоны, 3б-Восточно-Уральского краевого шва, 3в-Ямало-Гыданских линейментов); 4 - границы водонапорных систем; 5 - линии гидрогеологических профилей А-А'', Б-Б'', В-В''.