

# **Современные проблемы гидрогеологии**

# Гидрогеология - это...

- \* **Гидрогеология – наука о подземных водах. Она изучает геологическую роль, происхождение, формирование, движение подземных вод, а также их физические и химические свойства.**
- \* **Подземные воды уникальный объект земной коры – они движутся, т.е. переносят массу и энергию**
- \* **Подземные воды - часть общих водных ресурсов нашей планеты**
- \* **Пресные подземные воды – уникальный, но уязвимый ресурс, на нашей планете 97 % воды – это соленая вода и только 3 % - пресная, а воды пригодные для питья всего лишь 0.3% от водных ресурсов.**

# Актуальные практические проблемы гидрогеологии

(За что гидрогеологам готовы платить деньги)

- \* Подземные воды как источник водоснабжения
- \* Загрязнение подземных вод и борьба с ним
- \* Гидрогеологические исследования на застроенных и застраиваемых территориях
- \* Гидрогеология месторождений полезных ископаемых
- \* Подземные воды для орошения, дренаж на орошаемых территориях
- \* Геоэнергетика
- \* Захоронение отходов в геологической среде

# Подземные воды как источник водоснабжения

В ближайшем будущем главным и **ОСНОВНЫМ** источником водоснабжения человечества будут **подземные воды** –

это генеральная тенденция мирового опыта водообеспечения

Гидрогеологические проблемы при обосновании питьевого водоснабжения:

1. Где, сколько и как можно отбирать подземные воды в рамках концепции **устойчивого водоснабжения: т.е. не допуская деградации ресурсов, как подземных, так и поверхностных вод и ландшафтов**
2. Как прогнозировать и сохранять качество отбираемых вод в техногенно-нагруженных районах

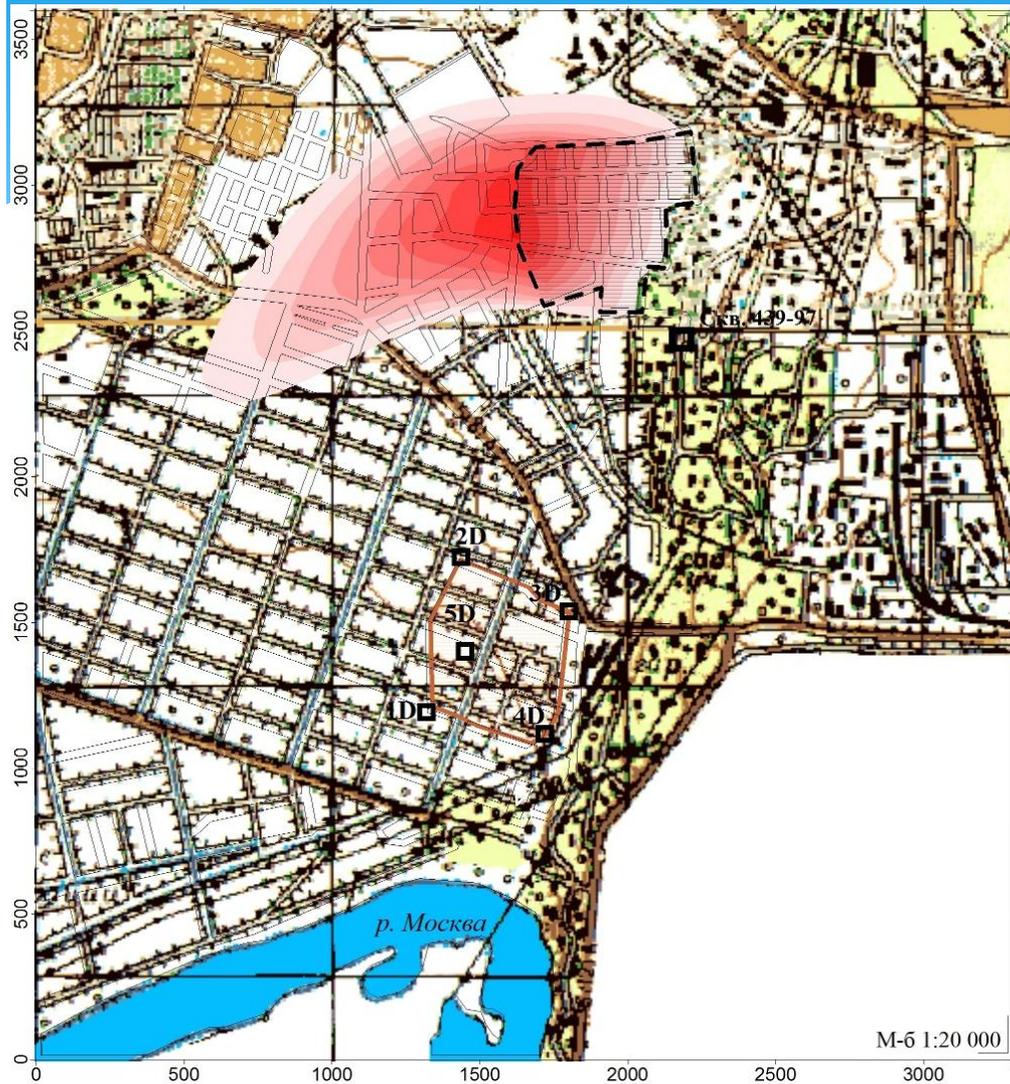
# ВОДОЗАБОРЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



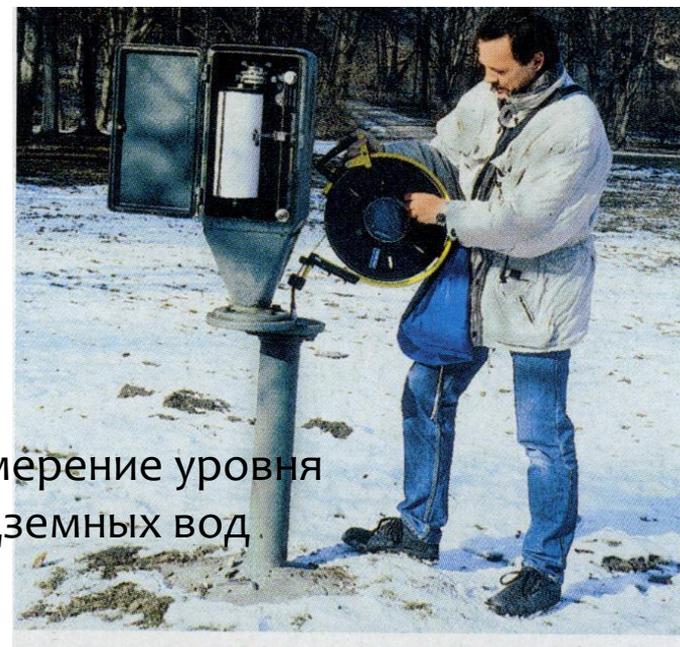
# Загрязнение подземных вод

- \* Актуальная проблема в развитых странах – загрязнение подземных вод за счет техногенных источников: свалки, промплощадки, сельхозугодья и т.д.
- \* Гидрогеологи должны:
  - \* Выявить загрязнение подземных вод полевыми методами
  - \* Построить модель процессов его формирования и идентифицировать источники
  - \* Выполнить прогноз развития загрязнения без и при использовании методов реабилитации подземных вод

## Гидродинамическая модель миграции загрязнения



Полевая лаборатория  
для изучения  
химического состава



Измерение уровня  
подземных вод

# Гидрогеология застроенных и застраиваемых территорий –

гидрогеологи работают вместе с изыскателями и проектировщиками и должны:

- \* Оценить и спрогнозировать влияние урбанизации на подземные воды – изменение режима и баланса под влиянием застройки, развитие подтопления и связанных с ним неблагоприятных инженерно-геологических процессов
- \* Обосновать мероприятия по инженерной защите от подземных вод :
  - \* На этапе строительства - временный водоотлив котлованов, водопонизительные временные дренажи
  - \* На этапе эксплуатации застроенной территории - организация поверхностного стока, дренаж подземных вод, водопонижение в районе спец сооружений (метро и т.д)

# Подземные воды и строительство



**Строительство дренажа  
для отведения подземных  
вод**

# Гидрогеология месторождений полезных ископаемых

- \* **Твердые полезные ископаемые** - прогноз водопритоков в карьеры, шахты и др. выработки, прогноз влияния выработок на режим и баланс подземных вод
- \* **Месторождения нефти и газа** с позиций гидрогеологии – это скопление флюидов “плавающих” в подземных водах
- \* Практические проблемы, решаемые гидрогеологами на месторождениях– поддержание пластового давления системой закачки подземных вод, совместимость закачиваемых и пластовых вод, обводнение нефтяных скважин, обратная закачка попутных вод и т.д.

# Разработка месторождений полезных ископаемых и водоотведение подземных вод



Насосы для водоотведения



# Орошение, ирригация, дренаж

- \* В мире большая часть сельхозпродукции производится на орошаемых территориях. Орошение влияет на режим, баланс и качество подземных вод
- \* Гидрогеологи должны:
  - \* Обосновать возможность и схему отбора подземных вод для орошения
  - \* Обосновать оптимальную схему дренажа, позволяющую поддерживать уровень подземных вод на оптимальной для культивируемых растений глубине
  - \* Дать прогноз изменения минерализации подземных вод под орошаемым массивом и дренажных вод

# Подземные воды и вегетация в пустыне Гоби

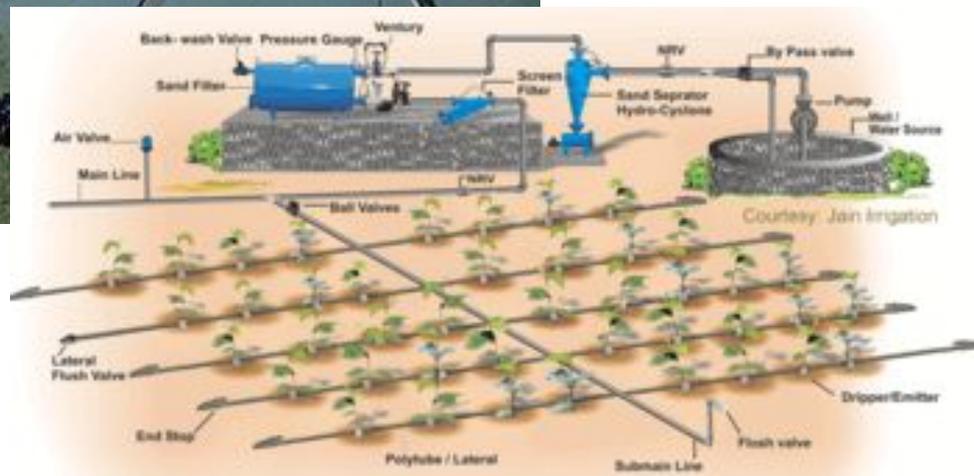
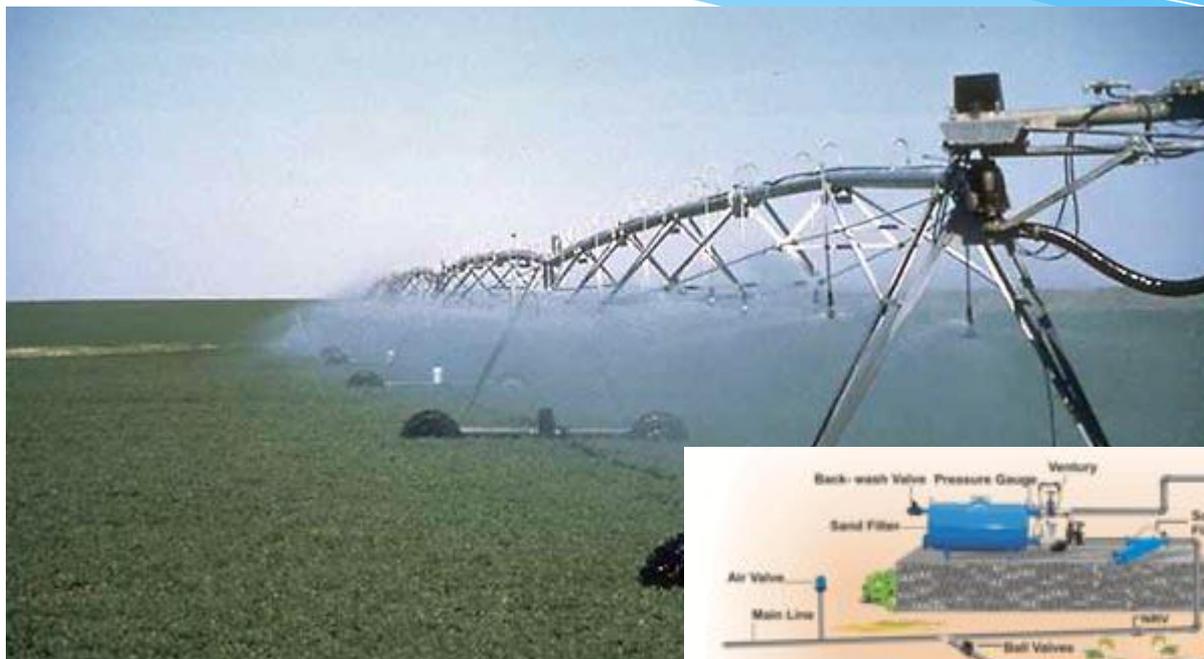
Зона испарения подземных  
вод



Зона глубокого залегания  
уровня ГВ



# Орошение и дренаж



# Геотермия, исследования подземных вод в сейсмоактивных районах

- \* **Подземные воды, как теплоноситель:**
  - \* Оценить геотермальный потенциал
  - \* Обосновать возможность использование термальных вод
  - \* Рассчитать циркуляционную систему, позволяющую эксплуатировать геотермальную энергию
- \* **Подземные воды как индикатор и предвестник эндогенных процессов:**
  - \* Обустройство системы мониторинга
  - \* Анализ высокоточных наблюдений за уровнями, температурой и хим. составом
  - \* Эпигноз – оценка влияния сейсмических событий на подземные воды
  - \* Попытки прогноза землетрясений

# Геотермы и теплоэнергетика

Геотермальный источник  
(геотерма)



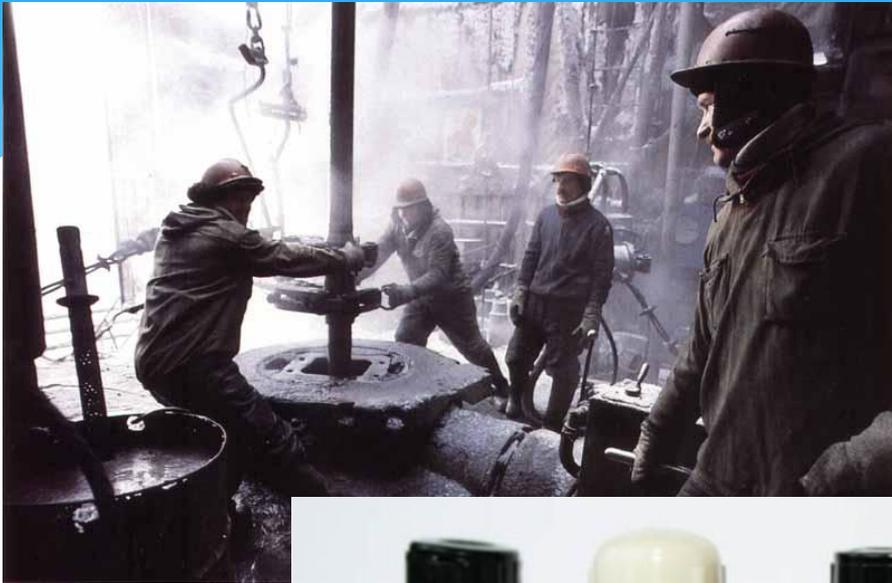
теплоэнергетический завод  
в Исландии



# Захоронение отходов в геологической среде

- \* **Жидкие химические (радиоактивные) отходы:**
  - \* Выбор целевых горизонтов, обеспечивающих долговременную изоляцию отходов
  - \* Обоснование системы закачки и мониторинга
- \* **Твердые радиоактивные отходы:**
  - \* Обоснование концептуальных систем миграции и доказательство безопасности захоронения
  - \* Анализ риска выноса радиоактивного загрязнения в возможных аварийных ситуациях

# Добыча йода из подземных вод

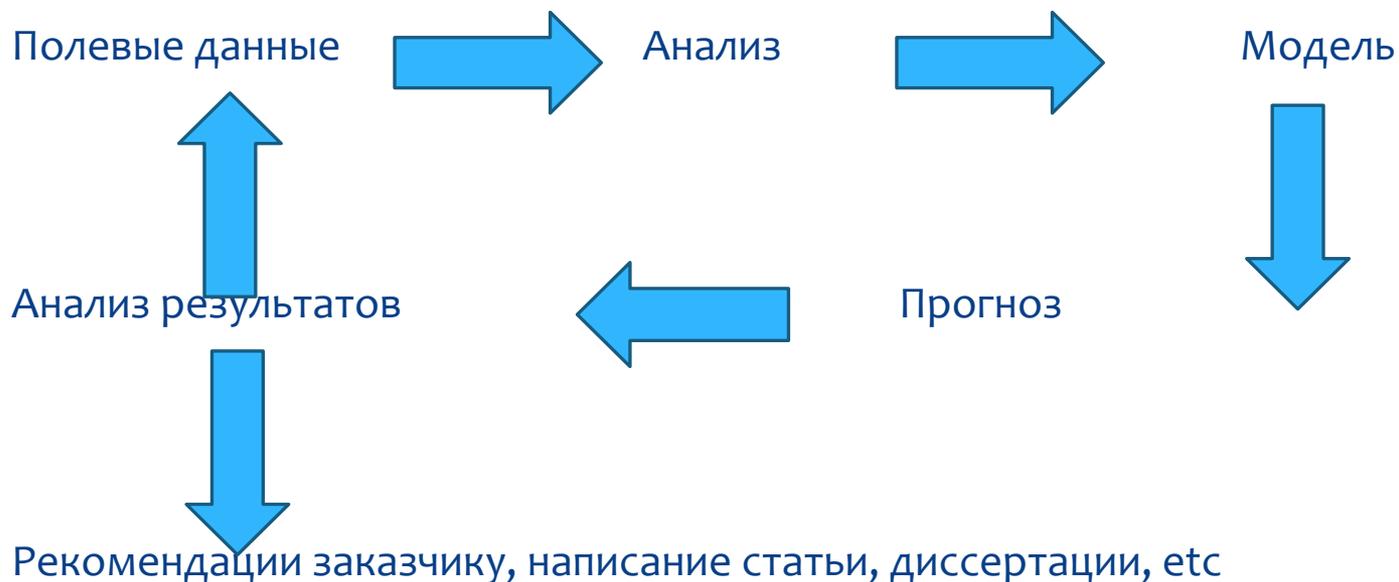


# Гидрогеологические исследования

- \* **Анализ** текущего состояния подземных вод – режим, баланс, гидрогеохимия
- \* **Построение** количественных **моделей** доминирующих гидрогеологических процессов
- \* **Прогноз** изменения подземных вод под влиянием человеческой деятельности

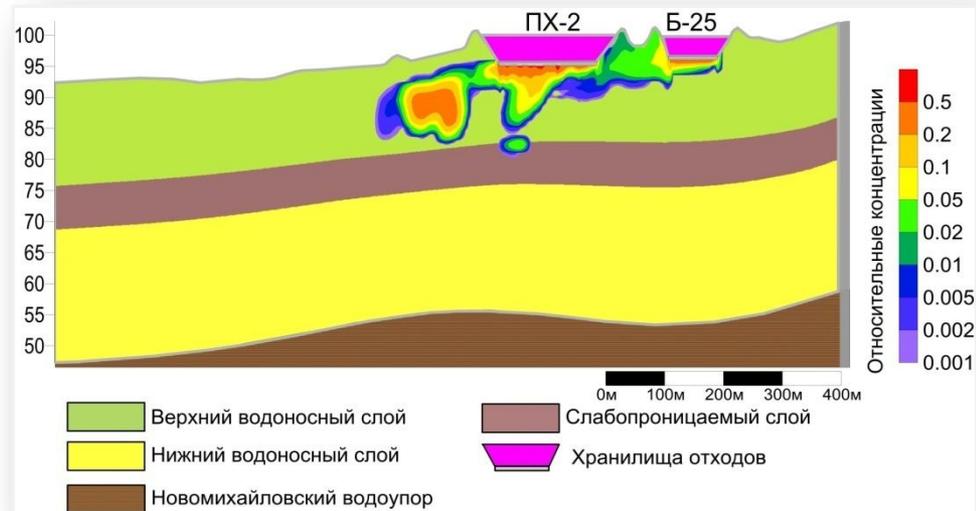
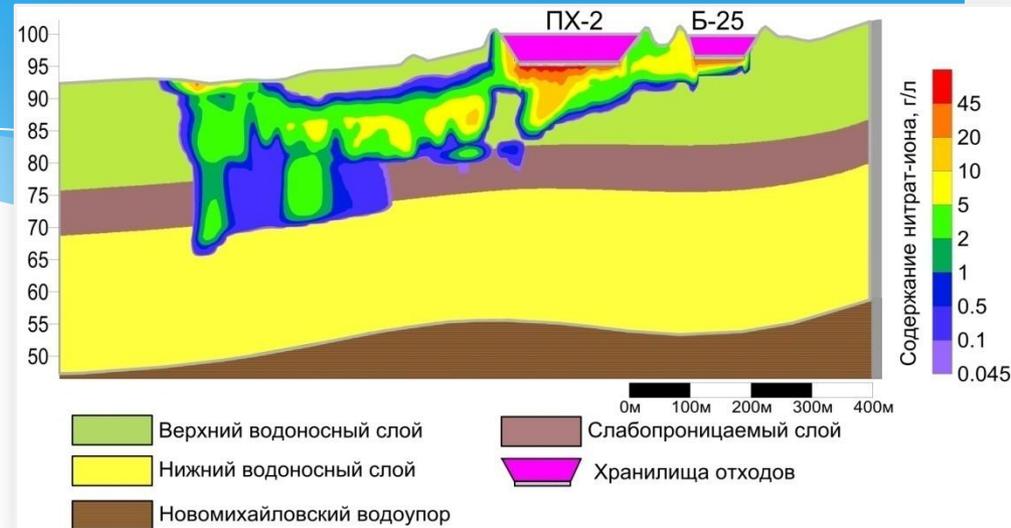
От гидрогеологов требуются **количественные прогнозы** режима, баланса и химического состава подземных вод

# Типовой цикл гидрогеологических исследований

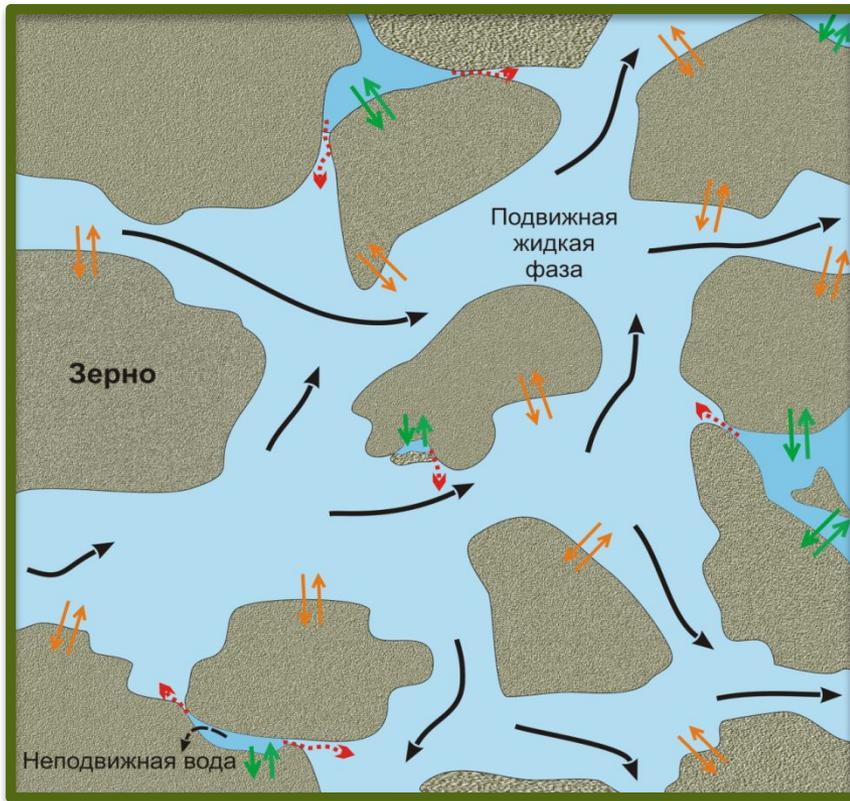


# Модели и моделирование

- \* **Модели** - основной инструмент изучения сложных гидрогеологических процессов
- \* **Моделирование** - основное средство выполнения гидрогеологических прогнозов



# Пример Моделирование распределения железа в твердой и жидкой фазе



Обменные процессы между твердой фазой и подземной водой в проводящем поровом пространстве

Обменные процессы между твердой фазой и подземной водой в тупиковом поровом пространстве

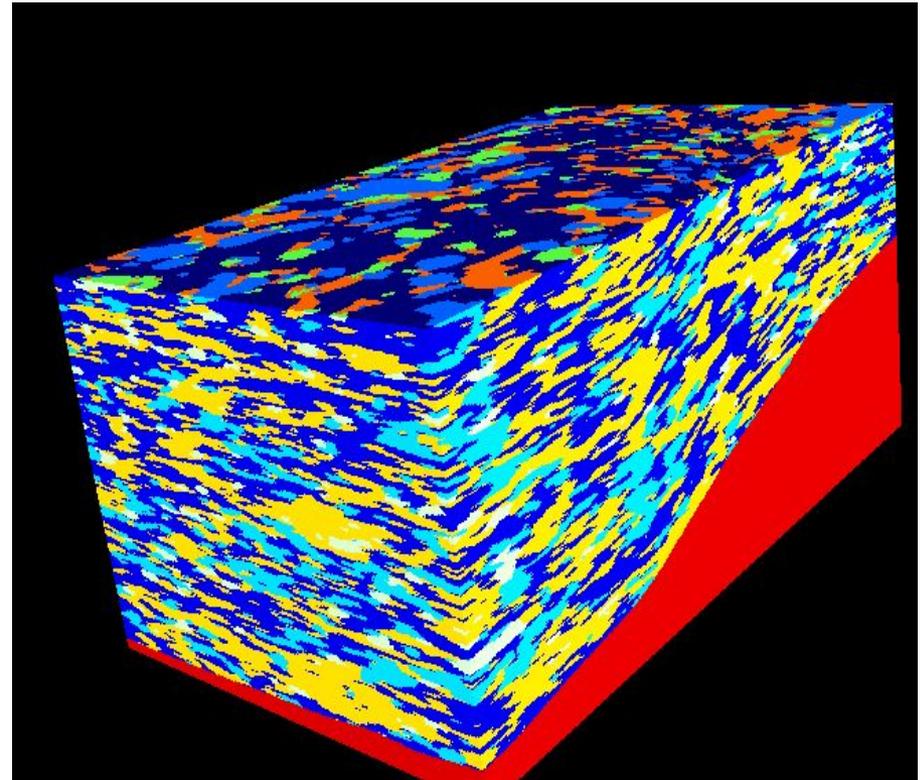
Обмен веществом между проводящим и тупиковым поровым пространством в результате градиента концентраций (диффузия)

# Современное состояние моделирования гидрогеологических процессов

- \* Модели становятся более сложными и изощренными:
  - \* Учитываются сложные процессы взаимодействия с поверхностными водами и ландшафтами
  - \* Учитываются связанные процессы тепломассопереноса и фильтрации
  - \* Учитывается многокомпонентный реактивный перенос растворенных в подземных водах веществ, включая биообъекты
  - \* Учитывается многофазная фильтрация (нефть, газ, вода, лед)
  - \* И т.д.
- \* **Проблемы:**
  - \* как обосновывать параметры моделей?
  - \* как их правильно калибровать?
  - \* Как оценивать достоверность полученных результатов?

# Полевые данные

- \* Модели становятся сложнее
- \* **Без адекватных полевых данных – модель просто игрушка!**
- \* **Проблемы:**
- \* Как детально исследовать неоднородность среды, в которой протекают гидрогеологические процессы?
- \* Как использовать прямые определения и косвенную информацию для описания изменчивости параметров моделей гидрогеологических процессов?



# Современные исследования:

о чем пишут ведущие мировые журналы по гидрогеологии и водным ресурсам?

- \* Теоретические работы:

- \* Разработка и анализ моделей отдельных и связанных процессов, протекающих в подземных водах – от микробов, вирусов и наночастиц до многофазной неизотермической фильтрации
- \* Анализ влияния геологической неоднородности на параметры моделей (стохастический анализ, макродисперсия, апскейлинг)

# Методические работы:

- \* Полевые и лабораторные методы исследования неоднородности (гидравлическая томография, геостатистический анализ данных и построение моделей неоднородности и т.д.)
- \* Влияние региональных и глобальных изменений на подземные воды (увеличение водоотбора, изменение климата, поверхностный гидрологический цикл и подземные воды и т.д.)
- \* Методы реабилитации подземных вод от загрязнения (биодеградация, реактивные барьеры, закачка окислителей и т. д.)
- \* Методы моделирования гидрогеологических процессов (разработка модели с использованием разномасштабной информации, калибрация, оценка достоверности)
- \* Закачка CO<sub>2</sub> в глубокие горизонты, как способ снижения эмиссии парниковых газов
- \* Использование изотопии для датирования возраста и выявления источников формирования подземных вод

# Результаты по конкретным объектам:

- \* Анализ процессов загрязнения подземных вод
- \* Взаимосвязь :
  - \* подземных вод,
  - \* вод зоны аэрации (неполного насыщения),
  - \* поверхностных вод и
  - \* ландшафтов