

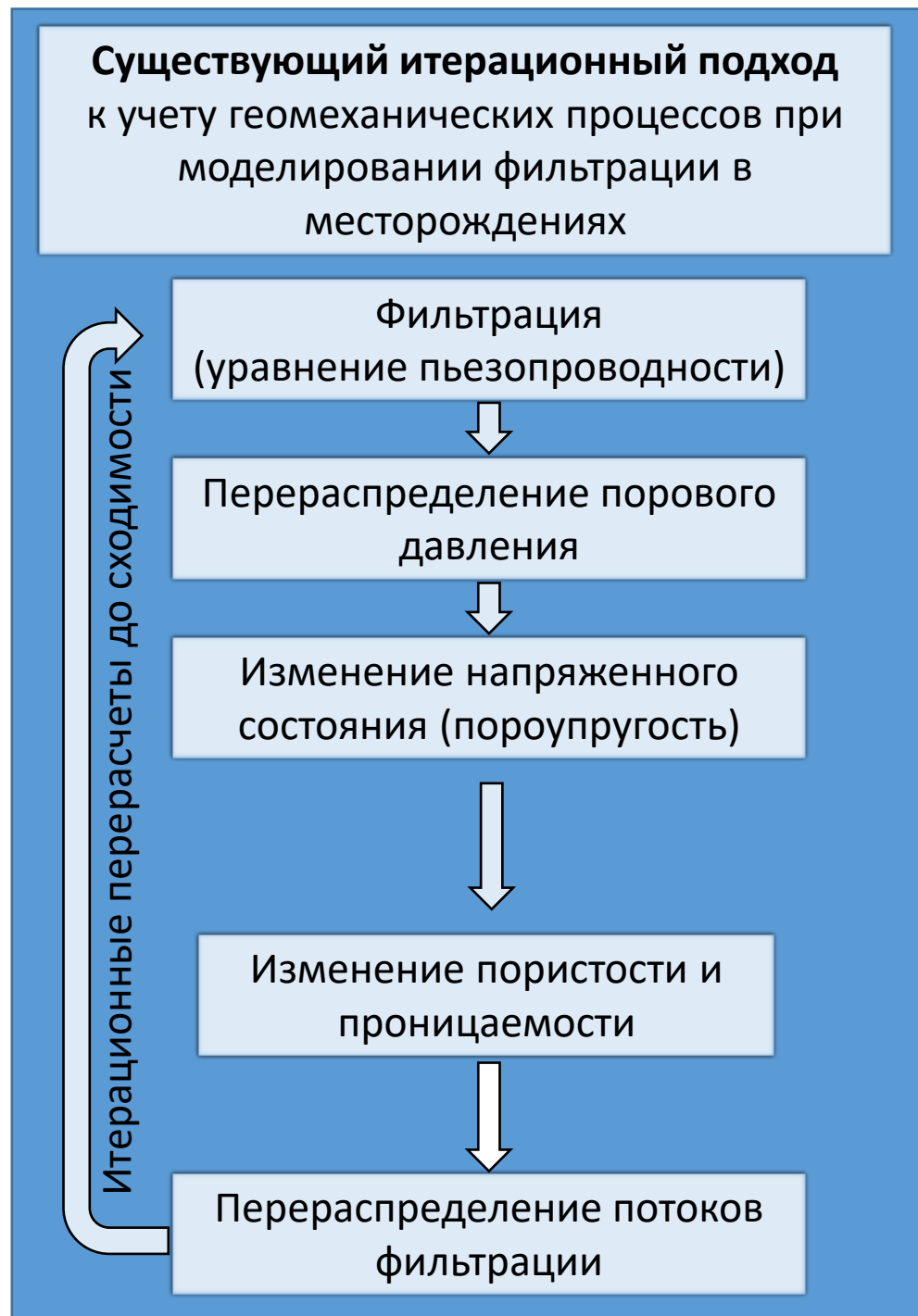
Алгоритм оптимизации разработки  
на поздних стадиях нефтяных месторождений,  
представленных трещинными карбонатными  
коллекторами, с целью прогнозирования и  
минимизации рисков обводнения  
добывающих скважин



Фокин Илья Владимирович ([fokin@ifz.ru](mailto:fokin@ifz.ru))

Центр петрофизических и геомеханических исследований,  
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

- Постоянно действующая геолого-технологическая модель – основной инструмент при проектировании разработки месторождений;
- Учет геомеханических процессов в геолого-технологической модели осуществляется обычно итерационным способом без использования модели изменения фильтрационно-емкостных свойств коллектора при разработке;



## Предложение:

**Разработка модели изменения  
фильтрационно-емкостных свойств  
коллектора в процессе разработки  
месторождения с учетом наличия  
трещиноватости в пласте коллектора**

Предлагаемый комплекс экспериментальных работ, разработка и обоснование математической модели

Пространственные ориентации трещин

Расположение трещин в образце, в пласте

Трещинообразование (сильно влияет на изменения свойств)

Геометрические параметры – раскрытие, длина ...

**Идея алгоритма оптимизации:**

**Оптимизированный итерационный  
подход** к учету геомеханических процессов при моделировании фильтрации в месторождениях

Фильтрация  
(уравнение пьезопроводности)

Перераспределение порового давления

Изменение напряженного состояния (пороупругость)

Изменение внутренней структуры => Изменение пористости и проницаемости

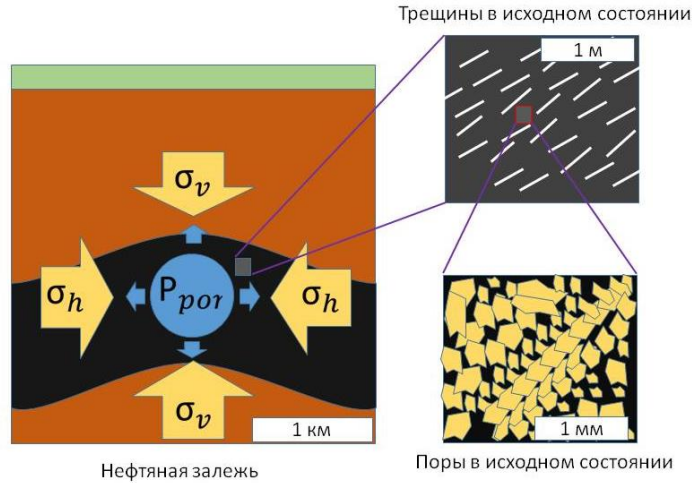
Перераспределение потоков фильтрации

Итерационные перерасчеты до сходимости

## 1. Перед началом разработки

### Пласт залежи углеводородов:

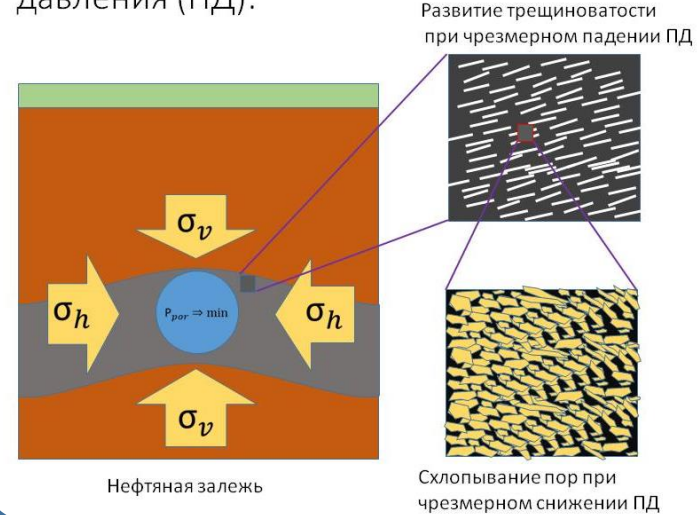
- Находится в природном напряженном состоянии, которое описывается внешними вертикальным и горизонтальными напряжениями и пластовым давлением.
- Характеризуется пористостью и проницаемостью которые делаются на матричную и трещинную.
- Наличие трещиноватости в пласте создаёт начальную анизотропию проницаемости



## 2. Падение пластового давления при разработке без поддержания пластового давления (ПД):

### В пласте залежи углеводородов:

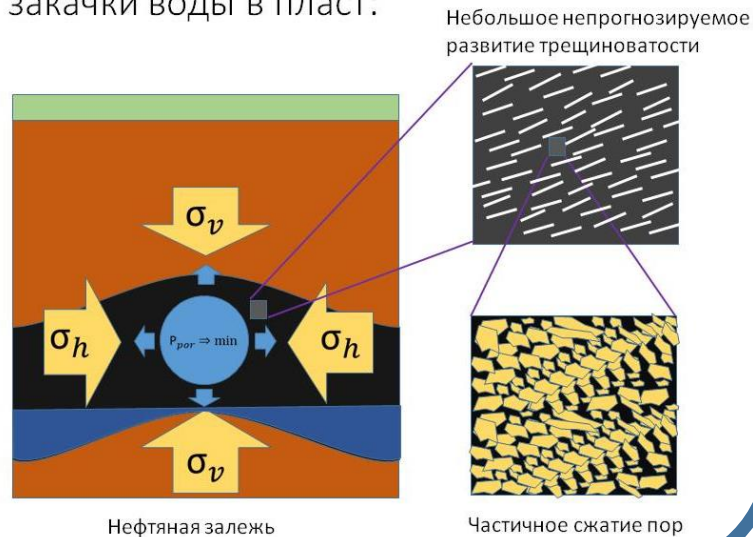
- Пластовое давление поддерживается с помощью закачки воды. При этом параметры разработки выбираются согласно предлагаемому алгоритму.
- Пластовое давление продолжает оказывать сопротивление сжатию пласта внешними напряжениями.
- Пористость и проницаемость изменяются мало, прогнозируемым образом.
- При разработке учитывается изменение тензора проницаемости. Таким образом проводится экономически эффективное и безопасное извлечение углеводородов.



## 3. Разработка с поддержанием пластового давления методом закачки воды в пласт:

### В пласте залежи углеводородов при отборе нефти:

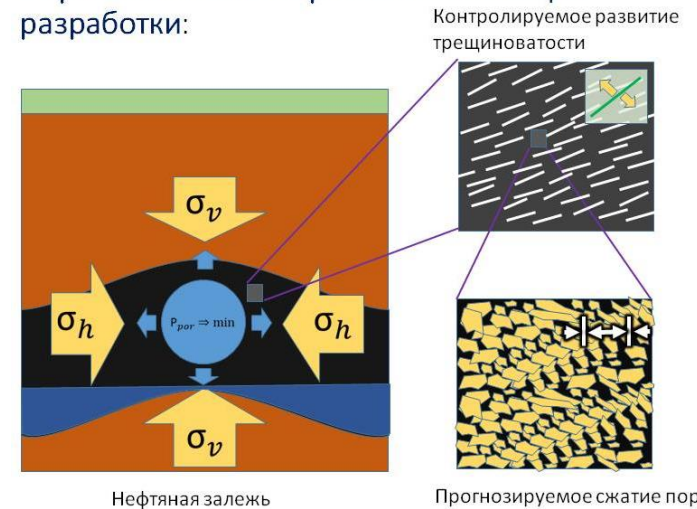
- Неконтролируемо снижается пластовое давление и внешние напряжения сжимают поровое пространство и трещины
- Пористость и проницаемость необратимо падают
- Фильтрационные свойства изменяются непрогнозируемым образом что приводит к непредсказуемым последствиям.



## 4. Разработка с поддержанием пластового давления методом закачки воды в пласт с применением алгоритма оптимизации разработки:

### В пласте залежи углеводородов:

- Пластовое давление поддерживается с помощью закачки воды. При этом параметры разработки выбираются согласно предлагаемому алгоритму.
- Пластовое давление продолжает оказывать сопротивление сжатию пласта внешними напряжениями.
- Пористость и проницаемость изменяются мало, прогнозируемым образом.
- При разработке учитывается изменение тензора проницаемости. Таким образом проводится экономически эффективное и безопасное извлечение углеводородов.



# Команда проекта:



**Никита Дубиня,**  
Лаборатория фундаментальных проблем  
нефтегазовой геофизики и геофизического  
мониторинга ИФЗ РАН

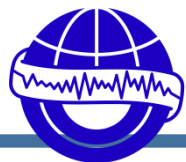
Математическое моделирование



**Илья Фокин:**  
**Центр петрофизических и  
геомеханических исследований ИФЗ РАН**

Экспериментальные работы по изучению  
анизотропии проницаемости

[fokin@ifz.ru](mailto:fokin@ifz.ru)



**ИФЗ·РАН**



Центр обработки,  
исследования и хранения  
керна БелНИПинефть,  
РУП "ПО "Беларуснефть":  
общие исследования керна и  
его структурных изменений

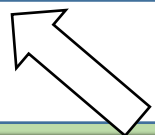
**Выполняется**  
**Отделом проектирования разработки**  
**Нефтедобывающей компании**

**Методические рекомендации** по учету процессов хрупкого разрушения при планировании разработки

Расчет режимов разработки с учетом трещинообразования



Определение оптимального режима работы скважин



**Предлагаемый комплекс экспериментальных работ, разработка и обоснование математической модели**

Пространственные ориентации трещин

Расположение трещин в пласте

**Сервис, предоставляемый ЦПГИ ИФЗ РАН совместно с БелНИПИНЕФТЬ**

Трещинообразование (сильно влияет на изменения свойств)

геометрические параметры – раскрытие, длина ...

