**Современные проблемы моделирования добычи нефти и газа.**

# 1. «Искусство» математического моделирования. Основные принципы : Построение физической и математической. Построение алгоритма и выбор численных методов решения задачи на ЭВМ. Проверка адекватности модели. Тестирование аналитическими и автомодельными решениями, экспериментальными данными. Обработка данных с месторождения и лабораторий. Модификация модели.  Ошибки расчетов. Грань хаоса — критические точки системы. Крупнейшие техногенные катастрофы XXI века.

2. Углеводородные источники энергии и топлива. Будущее нефти: прогнозы и реальность. Что такое нефть, газ, газовый конденсат, газовые гидраты, сланцевая нефть. Разнообразие углеводородов: предельные, непредельные и ароматические. Формирование нефтяных и газовых месторождений. Способы добычи. Транспортировка. Переработка. Энергетика будущего.

3. Задачи добычи углеводородов.

Многокомпонентность. Псевдочастицы. Многофазность. Фазовые переходы и химические реакции. Капиллярные эффекты. Пористость и трещиноватость пласта. Неоднородность коллектора. Закон Дарси (линейный и нелинейный). Абсолютная проницаемость породы. Многофазная фильтрация. Относительные проницаемости. Остаточная насыщенность. Монотонные и немонотонные функции. Гравитационно-капиллярное равновесие. Градиент концентраций.

4. Элементы термодинамики. Термодинамические потенциалы. Начала термодинамики. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия фазового равновесия. Фазовое равновесие и время его установления. Локальное термодинамическое равновесие. Фазовая диаграмма чистого вещества. Критическая точка. Тройная точка. Термодинамика многокомпонентных систем. Растворы и механические смеси. Идеальные и реальные растворы. Термодинамическое согласование функций.

5. Основные виды уравнений состояния (УРС). УРС идеального газа, несжимаемой и слабосжимаемой жидкости. Кубические УРС Ван-дер-Ваальсовского типа: УРС Пенга-Робинсона. УРС Бенедикта — Вебба — Рубина. Методы решения УРС. Расчет коэффициентов уравнений для чистых веществ и растворов. Ацентрический фактор. Критические давления и температуры для чистых веществ и растворов. Правила смешивания.

6. Фазовые диаграммы. Двухкомпонентные и трехкомпонентные растворы. Диаграммы с простой эвтектикой. Многокомпонентные смеси: нерастворимость, слабая растворимость, заметная растворимость, сильная растворимость.

6. Фильтрация жидкостей, газов и воды. Уравнения многокомпонентной изотермической фильтрации. Стационарное течение многокомпонентной смеси. Модель Баклея-Леверетта. Автомодельные решения. Неизотермическая фильтрация многокомпонентных смесей.

7. Моделирование способов воздействия на пласт. Методы добычи : первичный, вторичный и третичный. Виды первичной добычи: фонтанный, газлифтный и насосный. Виды вторичной добычи: закачивание жидкости ([воды](https://en.wikipedia.org/wiki/Water_injection_%28oil_production%29)), природного или попутного [газа](https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_reinjection). Виды третичной добычи: нагрев нефти в пласте, закачивание водяного пара или газа, сжигание части нефти в пласте, закачивание [ПАВ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE-%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0).

8. Газовые гидраты. Месторождения. «Гидратная революция». Гипотеза о метангидратном ружье. Фазовые диаграммы газовых гидратов. Пример термодинамической модели газогидратов.

9. Численные методы. Решение нестационарных задач методом конечных разностей: явные, неявные схемы и предиктор-корректор**.** Распараллеливание для многоядерных процессоров.

**Рекомендуемая литература:**

1. Колдоба А.В., Повещенко Ю.А. и др. «Методы математического моделирования окружающей среды.»-М.: Наука,2000. -254 с.
2. Баталин О.Ю., Брусиловский А.И. Фазовые равновесия в системах природных углеводородов. Москва, Недра, 2004**.**
3. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. Москва, Издательство МФТИ, 1994.
4. [Х. Азиз, Э. Сеттари. Математическое моделирование пластовых систем](http://petrolibrary.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=84:2011-10-20-19-36-31&catid=1:catnarus&Itemid=36),  2004.
5. С.Уэйлес. Фазовые равновесия в химической технологии, М.: Мир, 1986.