

Программа мероприятия «Газпром нефть» на Съезде.

Математические модели механики, используемые в нефтегазовой сфере: от аналитических подходов до 3D-конечного моделирования и искусственного интеллекта

На данном мероприятии компании «Газпром нефть» на конкретных примерах будут обсуждаться особенности постановок задач и методов решения задач механики. Будет показано на примерах использование моделей разных классов – от аналитических моделей до трёхмерных моделей и моделей на основе методов искусственного интеллекта. Также будут обсуждаться вопросы, на какие научные, технические и экономические аспекты обращалось внимание при постановке задач (в том числе математической постановки задач) и выборе.

Многие из представленных задач решались в сотрудничестве с российскими научными организациями и легли в основу магистерских и кандидатских диссертаций молодых ученых этих научных организаций.

Данное мероприятие может быть интересно и полезно всем ученым, которые планируют взаимодействовать с компаниями нефтегазового сектора и в целом с производственными компаниями, нацеленными на использование научных результатов в своей деятельности.

Тема 1. Важность аналитических моделей

«Задача о равновесных трещинах гидроразрыва пласта – трёхмерное моделирование методом динамики частиц и машинное обучение против аналитического подхода»

Авторы: Шель Е.В.

Аннотация: В докладе будут рассмотрены разные подходы к решению задачи о нахождении равновесной формы трещины гидроразрыва пласта. Задача решалась как численным трёхмерным моделированием, так и путем построения метамоделей на основе многовариантных расчетов трёхмерной модели. Несмотря на имеющийся набор решений частных случаев, никакой закономерности в данных обнаружить не удалось. Однако в последствии была разработана упрощенная аналитическая модель, которая выявила простые степенные зависимости между параметрами задачи в пределах погрешности, которая подтвердилась на данных трёхмерного моделирования. Рассматриваются возможные объективные причины первоначальной неудачи в обнаружении имеющейся зависимости и важность предварительного аналитического задачи.

«Прокси-моделирование пласта для оперативного управления разработкой»

Авторы: Марков Н. С. (докладчик), Юдин Е.В.

Аннотация: В докладе представлена гибридная система моделирования пласта, состоящая из упрощенных моделей пласта. За счет автоматизированной адаптации и высокой скорости расчетов объединённые прокси-модели могут служить заменой трехмерному гидродинамическому симулятору для решения задач оперативного управления разработкой. В докладе будет представлено подробное описание моделей и их применение на синтетических и реальных данных.

Тема 2. Аналитические модели как подготовка к созданию численных методов

«Создание метамоделей ГРП: сокращение размерностей задачи с помощью асимптотического анализа и безразмерных параметров»

Авторы: Шель Е.В.

Аннотация: В докладе рассматривается пример создания сложной метамоделю, прогнозирующей развитие трещины гидроразрыва пласта в виде произвольной функции толщины трещины, заданной на плоскости, в зависимости от кривой распределения давлений породы вдоль глубины, зависимости закачиваемой концентрации ГРП от времени и других параметров. В ходе создания модели была решена сложная проблема «проклятия размерностей» для параметризации произвольных функций рядами Фурье и выбора значимых для модели гармоник путем асимптотического анализа.

«Подходы к математическому моделированию при разработке цифровых двойников»

Авторы: Юдин Е.В.

Краткие тезисы: В докладе рассказывается про принципы математического моделирования, а также особенности выбора и подготовки моделей при цифровизации бизнес и производственных процессов.

Тема 3. Обоснование выбора между точностью и скоростью моделей

«Принцип уточнения экономического оптимума как экономическое обоснование усложнения модели»

Авторы: Шель Е.В.

Аннотация: В докладе рассматривается проблематика прикладного применения более точных моделей с точки зрения экономической эффективности на примере моделирования трещин гидроразрыва в одномерной и плоской постановке. В данном примере моделирование в плоской постановке могло занимать существенно больше времени, и давало прирост точности не более 10% относительно упрощенной и более быстрой модели в интересующей зоне параметров. Однако, наличие данной погрешности приводило к погрешности в поиске точного экономического оптимума на каждой скважине, что в масштабе всего месторождения приводило к недостижению параметров добычи скважин при оптимизации технологии гидроразрыва. Использование более точной модели расчета привело к физическому увеличению экономического эффекта, который заведомо окупал все затраты на НИОКР по порядку величины.

Тема 4. Интегрированное моделирование/оркестраторы моделей

«Интегрированная модель системы поддержания пластового давления, скважин и пласта в задаче о распространении трещины авто-ГРП»

Авторы: Копейкин Р.Р., Калинин С.А.

Аннотация: В докладе будет рассмотрена проблематика создания интегрированной модели на примере задачи о распространении трещин авто-ГРП, образующихся при нагнетании воды в пласт при превышении порогового значения давления. В такой системе вода распространяется с одной насосно-компрессорной станции на несколько

скважин, после чего на скважинах начинают расти трещины авто-ГРП. Совместное решение задач гидродинамики в поверхностной инфраструктуре и в пласте приводит к эффектам неравномерного деления потока между скважинами системы ППД, что нельзя спрогнозировать отдельными моделями процессов.

«Применение интегрированных метамоделей на примере проекта МетАктив»

Авторы: Афанасьев А.А., Симонов М.В.

Аннотация: В докладе будет рассмотрена проблематика многовариантных оптимизационных расчетов, требующих поочередного расчета разных физико-математических моделей на примере проекта «МетАктив». В данной работе ускоренное решения интегрированной системы было получено путем использования разного типа метамоделей, построенных на основе многовариантных расчетов исходных численных моделей, или моделей машинного обучения на базе исторических данных для объектов реального месторождения нефти и газа.

Расписание мероприятия

10:00 – 10:30 Приветственное слово

Доклады по теме «Важность аналитических моделей»

10:30 – 11:00 Доклад «Задача о равновесных трещинах гидроразрыва пласта – трёхмерное моделирование методом динамики частиц и машинное обучение против аналитического подхода». Шель Е.В.

11:00 – 11:30 «Подходы к математическому моделированию при разработке цифровых двойников», Юдин Е.В.

Доклады по теме «Аналитические модели как подготовка к созданию численных методов»

11:30 – 12:00 «Создание метамоделей ГРП: сокращение размерностей задачи с помощью асимптотического анализа и безразмерных параметров», Шель Е.В.

12:00 – 12:30 «Прокси-моделирование пласта для оперативного управления разработкой», Марков Н.С., Юдин Е.В.

Доклады по теме «Обоснование выбора между точностью и скоростью моделей»

12:30 – 13:00 «Принцип уточнения экономического оптимума как экономическое обоснование усложнения модели», Шель Е.В.

ПЕРЕРЫВ

Доклады по теме «Интегрированное моделирование/оркестраторы моделей»

14:30 – 15:00 «Интегрированная модель системы нагнетания, скважины и пласта в задаче о распространении трещины авто-ГРП», Копейкин Р.Р., Калинин С.А.

15:00 – 15:30 «Применение интегрированных метамоделей на примере проекта МетАктив», Афанасьев А.А., Симонов М.В.