**Текст к презентации.**

**Слайд 1.**

Здравствуйте, уважаемые члены аттестационной комиссии!

**Слайд 2.**

Актуальность.

Оптимальное расположение скважин – важный этап системы разработки месторождения. Определить точное положение скважин, которое даст наибольший прирост в разработке, даже уже в заданной схеме непросто. Положение скважин может варьироваться в пределах нескольких сотен метров. Только благодаря оптимизации их размещения при заданном режиме работы скважин в перспективе можно добиться значительного прироста добываемой нефти.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

1. Разработан алгоритм динамического изменения области допустимых значений параметров.
2. Разработан метод оптимизации положения скважин.

**Слайд 3.**

Цель работы – разработка программы для определения оптимального положения добывающих и нагнетательных скважин в заданных для них областях при фиксированном режиме работы скважин.

Задачи работы это:

1. Вывод выражений для метода Гаусса-Ньютона.
2. Разработка алгоритма динамического изменения области допустимых значений параметров.
3. Верификация разработанной программы.
4. Проведение исследований по оптимизации положения скважин при различных системах внутриконтурного заводнения.

**Слайд 4.**

Для построения цифровой модели месторождения и моделирования процесса фильтрации использовался программный комплекс «HDPoM».

Оптимальным расположением скважин называется такое положение, при котором будет наблюдаться максимизация значения добытой нефти. Положение скважины определяется по её центру, считая, что скважина - точка. В рамках довольно крупной конечноэлементной сетки реальным размером скважины можно пренебречь.

Для каждой скважины изначально задаётся прямоугольная область, где  
она может перемещаться, возможно наложение этих областей.

Для поиска оптимального положения скважин будет решаться задача  
минимизации функционала, который представлен формулой 1.

Его первое слагаемое отвечает за количество добытой воды, второе за разницу количества добытой нефти и желаемого количества добытой нефти, третье слагаемое используется для поддержания ограничений посредством выбора коэффициентов .

Таким образом математическая модель решаемой задачи есть совокупность:

1. Модели месторождения.
2. Оптимального положения скважин.
3. Целевой функции.

**Слайд 5.**

Метод Гаусса-Ньютона.

Так как минимизуемый функционал 1 есть сумма квадратов, то для его минимизации был выбран данный метод.

Обозначив слагаемые функционала как функции , метод Гаусса-Ньютона сводится к решению СЛАУ, которая представлена формулой 3.

Где матрица A и вектор b вычисляются по выражениям под номером 4.

Матрица Γ есть диагональная матрица, элементы которой – коэффициенты регуляризации, которые подбираются адаптивно, начиная с некоторого малого числа, далее если компонента решения с номером p не удовлетворяет условиям ограничения, то коэффициент регуляризации , соответствующий этому параметру, возрастает.

**Слайд 6.**

В выражениях вычисления матрицы и правой части системы используются производные функций .

Из особенностей их вычисления можно отметить:

1. Вычисление производных функций  происходит как разность решения двух прямых задач, делённая на приращение.
2. Приращение параметра при вычислении производной должно быть больше или равно размеру конечного элемента.

Это связано с тем, что для задания скважины использовался сосредоточенный источник, то есть скважина задана в конечном элементе. При её перемещении в рамках этого конечного элемента решение задачи моделирования процесса фильтрации будет неизменно.

Условия останова итерационного процесса:

1. Малость функционала невязки, который определяется формулой 5:
2. За определенное количество итераций не достигнуто меньшее значение функционала
3. Достигнуто максимальное количество итераций

**Слайд 7.**

Алгоритм динамического изменения области допустимых значений параметров.

Слева на слайде представлена упрощённая блок-схема данного алгоритма.

Суть данного алгоритма сводится к разбиению пересекающихся областей по средней точке.

На начальном этапе происходит выравнивание областей скважин по конечноэлементной сетке. Далее выявляется факт наличия пересечений областей и начинается их попарное разрешение.

Происходит поиск номеров разбиений по одной из осей куда попадает скважина. Если скважины находятся на одном уровне по оси x, то разрешать пересечение необходимо разбиением по оси y. Вычисляются координаты центральной точки между скважинами, а далее изменяются границы пересекающихся областей. В конце устранения пересечения необходимо проверить факт наличия старых пересечений областей.

Справа на слайде можно видеть пример работы данного алгоритма.

**Слайд 8.**

Основная разработанная программа была написана на языке С++. Для визуализации полученных результатов использовался язык Python.

Верификация метода Гаусса-Ньютона и алгоритма динамического изменения области допустимых значений параметров прошла успешно.

Рассмотрим верификацию программы на модельной задаче: смещение добывающей скважины к центру зоны нефтеносности.

На рисунке представлены траектории движения скважин и их изначально заданные области. Добывающая скважина, выделенная синим цветом, стоит на краю зоны нефтеносности, обозначаемой черным контуром. Можно заметить, после оптимизации она сместилась к центру контура.

**Слайд 9.**

На рисунке слева показано как менялся функционал невязки. Выход из итерационного процесса осуществлялся, когда за 4 итерации не было достигнуто меньшее значение функционала.

Справа на слайде показано как менялось количество добытой нефти. Её прирост составил 75%.

**Слайд 10.**

Рассмотрим одно из проведённых исследований: площадное расположение скважин (семиточечная схема).

На рисунке представлено движение скважин в процессе оптимизации. Для всех скважин задана одна область, охватывающая контур нефтеносности.

В принципе, можно заключить, что перемещение скважин не было радикальным. Заметим, что от изначальной расстановки сохранились какие-то элементы. Например, скважины 1, 2, 6, 4 относительно других скважин мало поменяли своё положение.

**Слайд 11.**

На рисунке слева показано как менялся функционал невязки. Выход из итерационного процесса осуществлялся, когда за 4 итерации не было достигнуто меньшее значение функционала.

Справа на слайде показано как менялось количество добытой нефти. Её прирост составил 10%.

**Слайд 12.**

Рассматривая графики накопленной нефти в различных скважинах, можно заметить, что несмотря на общее увеличение добытой нефти в некоторых скважинах её добыча падает. Происходит некоторое перераспределение добытой нефти с общим её увеличением. Например, в скважине 10 наблюдается явное падение накопленной нефти, а в скважине 3 наоборот её возрастание, тогда как в скважине 7 ситуация практически не изменилась.

**Слайд 13.**

Итак, цель данной работы была достигнута.

**Основные результаты работы:**

1. Описана математическая модель решаемой задачи и основные допущения при её решении.
2. Рассмотрен метод Гаусса-Ньютона применительно к решаемой задаче минимизации.
3. Разработан и реализован алгоритм динамического изменения области допустимых значений параметров.
4. Проведена верификация программы.
5. Проведены исследования по оптимизации положения скважин со стандартными схемами расположения.

**Слайд 14.**

Спасибо за внимание!