

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Применение современной методики геологического моделирования на
примере Учебного месторождений»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 261 группы
направления 05.04.01 геология
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»
геологического факультета
Давыдовой Светланы Алексеевны

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2022 год

Введение. Знания о геологическом строении месторождений углеводородов (УВ) на всех стадиях геологоразведочного процесса не являются достоверными и точными. На начальных этапах моделирования строения месторождений информация ограничена набором геофизических данных.

Процесс моделирования в геологии – это практическая наука, которая опирается на анализ фактического материала конкретных геологических объектов. Это позволяет решать ряд научно-теоретических вопросов с целью усовершенствования процессов поиска, разведки, разработки и до разведки залежей углеводородов, что возможно и необходимо при использовании моделирования геологического строения залежи, особенностей и параметров залегания горных пород, их распространения, выявление характерных свойств продуктивных пластов и т. д. В связи с этим в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений присутствует обязательный этап - построение цифровой геологической модели.

Однако, в силу объективных причин, связанных с неоднозначностью решения обратной задачи, построение единственной и правильной модели месторождения видится на данном этапе развития геолого-геофизических исследований не разрешимой задачей.

В качестве вариантов решения этого вопроса предлагается изучение методик построения геологических моделей, детальное изучение геофизических и гидродинамических исследований, поиск и анализ неопределенностей в исходных данных.

Научная новизна исследования состоит в том, что при построении геологической модели любого месторождения возникает ряд проблем, при которых бывает сложно представить и смоделировать точную картину месторождению и региона. И одним из решений является анализ и учет неопределенностей исходных геофизических данных.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение, анализ и применение современных методов геологического моделирования.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо было решить следующие **задачи**:

- Проанализировать литературу по тематике работ;
- Изучить геолого-геофизические особенности месторождения;
- Проанализировать и изучить теоретически основы моделирования;
- Обзор и анализ известных методик сбора и обработки данных для построения геологических моделей с целью классификации причин возникновения погрешностей при геологическом моделировании;
- Изучение новых методов и их применение при построении геологических моделей;
- Оценить результаты работ.

Выпускная квалификационная работа содержит в себе введение, заключение и список использованных источников, а также основную часть работы, которая состоит из разделов, подразделов и подпунктов:

1 Геолого-геофизическая характеристика месторождения

1.1 Общие сведения о месторождении

1.2 Литолого-стратиграфическая характеристика района

1.3 Основные черты тектонического строения

1.4 Нефтеносность

2 Теоретические основы

2.1 Виды геологических моделей

2.2 Типы неопределенностей входных данных при геологическом моделировании

2.3 Неопределенности при построении геологической модели

2.4 Влияние неопределенностей на итоговый результат при подсчете запасов углеводородов

3 Методика выполненных работ

3.1 Этапность построения геологических моделей. Детерминистический и стохастический граф построения

3.2 Методика построения структурного каркаса. Влияние неопределенностей на результат построений структурных карт

3.3 Построение трехмерной сетки для каждой реализации

3.4 Осреднение скважинных данных

3.5 Распределение параметров на сетке

4 Результаты работ. Подсчет запасов

Основное содержание работ. Построение любой геологической модели начинается с предварительного сбора, подготовки, загрузки и контроля качества всей имеющейся исходной информации, полученной от различных источников. Данные сейсморазведочных работ позволяют уточнить геологическое строение залежи, построить структурные карты и карты изохрон по опорным отражающим горизонтам, карты сейсмо- или литофаций, выделить полигоны тектонических нарушений, этот метод также позволяет оценить коллекторские свойства пород при наличии взаимосвязи с сейсмическими атрибутами по 3D съемке. Лабораторные исследования керна позволяют дать детальное литолого-минералогическое описание пласта, определить фильтрационно-емкостные свойства слагающих пород. Данные ГИС позволяют расчленить разрез, провести межскважинную корреляцию моделируемого объекта с выделением выдержанных по разрезу циклов осадконакопления, получить сведения о макронеоднородности коллектора в целом по площади и оценить характер изменения ФЕС в пространстве. Метод ГДИС, кроме определения текущей проницаемости коллектора, позволяет оценить энергетическое состояние пласта, продуктивность скважины и загрязнение призабойной зоны (скин-эффект).

Исходя из этого, важным элементом в моделировании является комплексирование всех имеющихся методов получения информации для создания более детальной и достоверной геологической модели, т.к. недостатки одного метода компенсируются преимуществами другого и позволяют сформировать более адекватное представление об исследуемом

объекте. Однако ГМ всегда остается только моделью, попыткой отображения реальной геологической ситуации и поэтому на всех этапах моделирования остается некоторая степень неопределенности в том, насколько точно включены основные неоднородности, влияющие на движение флюидов, и насколько точно спрогнозировано количество и характер изменения запасов УВ.

Поэтому одним из важных этапов построения модели является проведение оценки неопределенностей в геологической модели и оценка основных источников этих неопределенностей. Для понимания процесса появления неопределенностей эмпирической информации об исследуемом объекте от различных источников измерений необходимо классифицировать причины их возникновения. Ниже автор рассматривает часто встречаемые причины возникновения неопределенностей при геологическом моделировании.

Наиболее часто встречаемые причины возникновения неопределенностей можно классифицировать по характеру исследования, такие как: геофизические, гидродинамические и сейсмические исследования. В данном случае, неопределенности будут возникать и в самих замерах, и в их интерпретации. Более подробно на каждой причине остановимся ниже.

Проанализировав причины возникновения, можно составить простую схему для наглядности, приведенная на рисунке 1.

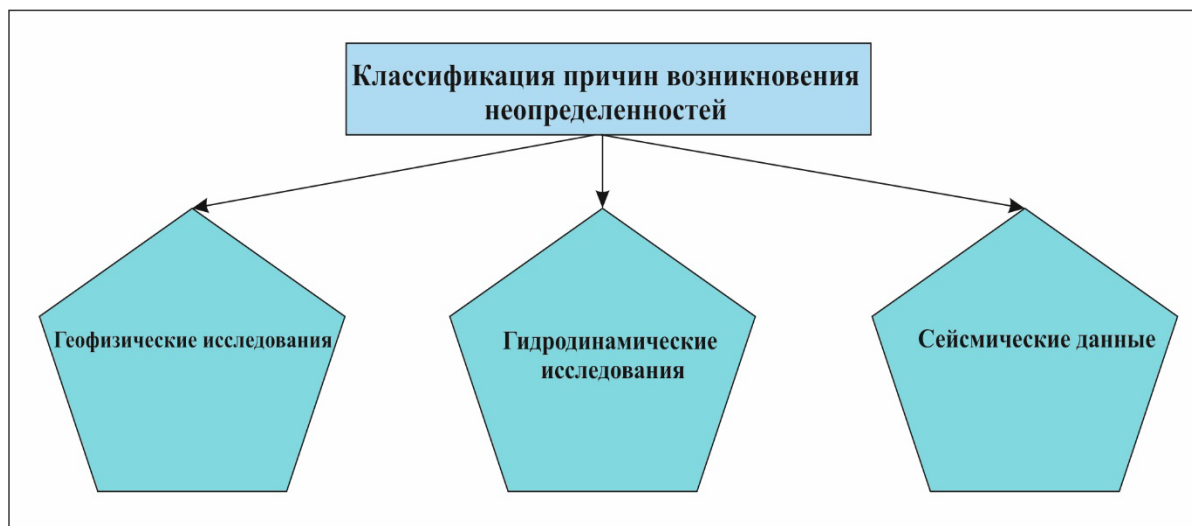


Рисунок 1 – Схема классификации причин возникновения неопределенностей

Так же были рассмотрены возникающие неопределенности при построении геологической модели:

- неопределенность, связанная с различиями геологических концепций строения месторождения и корреляционных построений. В значительной степени она связана с неизбежным субъективизмом геолога, выполняющего построение модели, и сложностью геологического строения месторождения;

- неопределенность, связанная с различиями алгоритмов построения модели и их установками. Выбор алгоритма построения модели и установок (тренды, ранги и вид вариограммы и др.) определяется геологом, выполняющим построение модели, на основании личного предпочтения или опыта моделирования, отложений данного типа в изучаемом регионе;

- неопределенность, связанная с эквивалентностью геологических моделей. Известно, что даже при использовании одинакового алгоритма и установки расчета, можно создать несколько равновероятных геологических моделей, согласующихся с фактическими данными в тех точках, где эти данные имеются (скважины) и, тем не менее, существенно различающихся в точках, где фактических данных не существует (межскважинное пространство).

Уровень развития программного и технического обеспечения, отсутствие четких методических рекомендаций по применению тех или иных методов и приемов моделирования различных стратиграфических либо генетических групп пластов, которые связаны с особенностями формирования продуктивных отложений и типов коллекторов, также провоцирует возникновение большого количества погрешностей при создании геологических моделей. Четкие методические подходы и стандарты в моделировании, в частности, в построении модели насыщенности, фактически отсутствуют.

В данной работе алгоритм построения геологической модели отличается от традиционного подхода, и включает в себя дополнительные стадии с применением оценки и влияния неопределенностей на промежуточные и итоговые результаты

В качестве исходных данных для построения структурного каркаса были использованы отбивки по скважинам (WellPick) и карта отражающего горизонта (по сейсмическим данным). Продуктивные коллектора располагаются в средней части стратиграфического подразделения, поэтому были построены две карты: карта кровли и подошвы проницаемой части (коллектора). Две поверхности отстраивались методом схождения от вышележащей поверхности отражающего горизонта, с учетом неопределенности построений.

При традиционном моделировании строится единственный вариант карт кровли и подошвы продуктивного пласта. В данной работе при построении учитывался радиус влияния отбивок по скважинам и алгоритм распространения. Чтобы получить различные варианты поверхностей, радиус влияния задавался случайным образом.

На основе каждой структурной модели были построены трехмерные сетки. Всего 10 трехмерных моделей. Каждая сетка была выбрана с размером ячеек 50х50 метров, (суммарно 76х74 ячеек) и разбиением по слоям для каждого пласта. Размер слоя выбирается на основе шага интерпретации данных ГИС и зачастую равен 0.2 метра, реже 0.4 метра. Сетка была создана нерегулярного типа Corner – Point. Сетка данного типа имеет гибкое строение и подходит для встраивания разломов. Пиллары (ячейки) такой сетки могут быть наклонны, но всегда прямые (линии не могут быть изогнутыми). Соседние ячейки из двух разных слоев всегда имеют общие узлы.

Последним этапом геологического моделирования является подсчет запасов. Подсчет запасов так же, как и в традиционном подсчете осуществляется объемным методом. Полученные в каждой ячейке трехмерной

сетки параметры объема ячейки, пористости и насыщенности позволяют оценить запасы углеводородов в залежах.

Расчет запасов производился объемным методом по стандартным формулам путем перемножения кубов параметров.

В целом можно отметить, что на практике существует множество проблем, связанных с особенностями технологического процесса, в результате которых появляются различного рода погрешности в построении геолого-технологических моделей.

При создании геологической модели специалисты сталкиваются с недостаточным количеством информации, малым объемом исследований в скважинах, отбора керна и специальных исследований на нем, гидродинамических исследований, низким качеством и разрешенностью сейсмической информации, большой интерпретационной неоднозначностью, как следствие, модель, созданная на таком количестве информации, обладает большой погрешностью.

Для понимания процесса появления неопределенностей на этапе получения информации об исследуемом объекте от различных источников измерений разработана классификация причин возникновения неопределенностей при геологическом и гидродинамическом моделировании месторождений.

Проведена оценка взаимосвязи методов исследования, исходных данных и моделей. Рассмотрены способы получения данных для гидродинамической модели, степень неопределенности данных и на основе полученной оценки неопределенности данных сформирован перечень переменных, которые могут быть использованы на различных этапах адаптации ГГМ на исторические данные разработки месторождений.

Заключение. За последние несколько лет отмечается тенденция значительного повышения доли месторождений со сложным геологическим строением. Решение геологических задач для таких месторождений требует повышение точности и адекватности геологических моделей.

Стремительное развитие высокотехнологичных программных продуктов и вычислительных мощностей создает благоприятные предпосылки для получения более адекватных моделей, путем внедрения в процесс комплексного подхода с применением многовариантных геолого-гидродинамических расчетов.

В работе проанализированы и проклассифицированы неопределенности геологических, геофизических данных и их влияние на достоверность геологических моделей и, как следствие, на точность оценки запасов углеводородов.

В настоящее время на повышение точности ГМ влияет ряд негативных факторов:

- дефицит исследований, проводимых на месторождениях, в связи с дороговизной;
- недостаточная точность замеров, длительность проведения исследований, технологические проблемы;
- низкая степень разрешенности сейсмических данных;
- отсутствие или низкая степень статистических зависимостей между различными геологическими и геофизическими параметрами;

Вышеперечисленные факторы доказывают, что требуются новые подходы и методы при геологическом моделировании.

Моделирование структурных поверхностей, моделей литологических и фильтрационно-емкостных свойств должно происходить с учетом многовариантности реализаций. Повышение детальности моделирования месторождений способствует повышению точности значений абсолютных отметок целевых объектов, обеспечивает достоверный прогноз нефтенасыщенных толщин и качество оценки запасов УВ для дальнейшего обоснования и уточнения проекта эксплуатационного разбуривания.

В работе автором была составлена классификация, которая помогает оценить степень влияния на результат на каждом этапе геологического

моделирования. С учетом неопределенностей было выполнено построение 10 равновероятных реализаций геологической модели. По каждой реализации были рассчитаны геологические запасы нефти объемным методом.

Полученные результаты показывают, что такая неопределенность как неточность структурных построений может повлиять на распределение свойств в трехмерной геологической модели и на итоговый объем запасов залежи. Несмотря на то, что по каждой реализации были получены разные данные, любая из них может быть достоверной.

В такой многовариантности и заключается современный подход к геологическому моделированию.