

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ 3D МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ ГАЛИМОВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Галимов Айдар Айратович

магистр

Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет, г. Уфа

Аннотация. В статье показаны критерии построения 3D модели нефтяного месторождения. Также уделено внимание основным проблемам при моделировании отдельных залежей месторождения.

Ключевые слова: Геологическая 3D модель, методы построения, месторождение.

Корректное построение геологических моделей нефтегазоносных резервуаров базируется на определенной последовательности процессов построения, предусматривающих использование концептуальной геолого-геофизической информации и фактического материала по месторождению. Цифровые геологические 3D модели являются основным инструментом при разведке и разработки месторождения. Основные задачи, которые решаются на данном этапе: выделение оптимального расположения скважин, уточнение фильтрационно-емкостных свойств продуктивных пластов, подсчет геологических и извлекаемых запасов, передача актуальной модели для дальнейшего гидродинамического моделирования.

Цель проведения геологического моделирования – получение достоверной, на данной стадии геологической изученности месторождения, информации об объекте (пласте), в виде цифровой геологической модели, и определение оптимальных условий, необходимых для максимизации экономически выгодного извлечения углеводородов.

Геологическое 3D моделирование можно считать наглядным отображением всей работы геолога, поскольку для создания качественной геологической модели требуется обработать и систематизировать полученную информацию о месторождении [2]. К таким данным относятся:

- глубина забоя, инклинометрия, альтитуда;
- глубина продуктивных пластов;
- рассчитанные геологом стратиграфические разбивки, для формирования структурного каркасы;
- кривые геофизических исследований скважин (ГИС);

Геологическое 3D моделирование состоит из следующих принципиальных этап:

- импорт исходных данных;
- анализ информации;

- создание каркаса, для дальнейших построений;
- осреднение скважинных данных;
- литологическое (фациальное) моделирование;
- петрофизическое моделирование;
- подсчет запасов углеводородов;
- гидродинамическое моделирование.

Трехмерные геологические модели представляют собой цифровые наборы данных структурно-тектонических, литологических, фильтрационно-емкостных характеристик и характеристик насыщения коллекторов моделируемых объектов[1].

Построение 3D-геологической модели основывается на базе структурного каркаса, оконтуривающего предполагаемую область моделирования. Наиболее гибкими возможностями моделированиями обладает сетка вида CornerPoint, основными характеристиками которой являются размеры ячеек по латерали и вертикали. Ограничивающими поверхностями сетки по вертикали являются структурные карты кровли и подошвы соответствующих подсчетных объектов.

Создание трехмерных цифровых геологических моделей проводится с помощью программного продукта Petrel компании Schlumberger. Степень детализации геолого-гидродинамических моделей по латерали и вертикали выбирается с учетом геометрического размера насыщенной залежи, расстояний между существующими скважинами, степени неоднородности и расчлененности разреза. Данный процесс учитывает в модели литологические и петрофизические особенности разреза, способные оказать значительное влияние на характер разработки, выявить наличие и отразить влияние локальных гидродинамических барьеров, уменьшить степень неопределенности распределения данных в межскважинном пространстве. То есть, в целом, кроме математических ограничений, накладываемых на размерность ячеек относительно сетки размещения скважин, шаг грида по вертикали и размер ячейки по горизонтали определяется характером седиментационных форм и степенью корреляции песчано-глинистых пропластков. Кроме начального приближения к размерности выбираемой сетки, после предварительного построения модели проводится геостатистический анализ распределенных параметров с целью уточнения размера ячеек.

Трехмерная геологическая модель строится на основании двумерных структурных карт по кровлям и подошвам. В-целом, принцип построения структурных карт кровли и подошвы пластов основан на построении по фиксированному реперу поверхности и абсолютных отметок пластопересечений стратиграфической кровли пласта, затем вычисляется поверхность подошвы как разность карт между кровлей и общей толщины пласта [3].

Для построения реалистичной геологической модели следует понимать суть

геологических процессов во время и после накопления осадков. Также должны учитываться связность коллекторов и степень их неоднородности. Для того чтобы отразить в пластах описанные при разработке концептуальных моделей геологические тела различного генезиса, их расположение и ориентацию, при моделировании задаются соответствующие тренды.

Для контроля качества результатов построения строятся гистограммы распределения литологии по кубу и скважинам, сопоставления геолого-статистические разрезов, сравнение расчлененности по скважинам и кубу, а также проверяются соответствие построения куба в неразбуренной части концептуальным геологическим представлениям.

Перед началом распространения модели литологии по кубу проводится перемасштабирование исходного каротажа, которое включает в себя процедуру осреднения скважинных каротажных кривых, при которой перемасштабированные ячейки будут являться составной частью свойства, а не рассматриваться как отдельный элемент. С учетом того, что при перемасштабировании каротажа важно сохранить наличие и значимость геологических прослоев, проводится контроль качества на основе построения гистограмм расхождения параметра до и после перемасштабирования.

Далее параметр литологии распределяется по трехмерному кубу, используя принципы геостохастического моделирования на основе последовательного индикаторного моделирования (SIS). Строятся несколько стохастических реализаций, которые затем осредняются [2].

Моделирование пористости также выполняется на основе стохастических методов распределения непрерывных параметров после перемасштабирования каротажных кривых. Петрофизический анализ данных включает в себя контроль, исследование и подготовку входных данных для моделирования. Статистический анализ основывается на связи с параметром литологии, использует вычисленные вариограммы для каждого из дискретных значений литологии, базируясь на моделировании локальных вариаций.

После распределения пористости по модели проводится контроль качества и согласованности с входными данными, используя сопоставления гистограмм по скважинам и кубу, а также сравнение интегральных показателей.

Распределение нефтенасыщенности в моделях проводится использованием J-функции Леверетта с последующим контролем соответствия результатам интерпретации ГИС. Для залежей рассчитывался куб насыщенности с использованием зависимостей

$$K_i = f\left(\Delta h, \sqrt{\frac{\hat{E}_{i0}}{\hat{E}_i}}\right),$$
 то есть модели переходной зоны с учетом капиллярно-гравитационного равновесия как зависимости изменения насыщенности от высоты над ЗСВ.

Расхождение подсчетных параметров по трехмерной модели и подсчету запасов 2D не

превышает допустимых расхождений параметров. Геологические запасы по 3D – модели и материалам подсчета запасов отличаются не более чем на 5 %, что позволяет считать созданные модели достоверными. Построенные геологические модели адекватно отражают структурное строение, седиментационные характеристики пластов и петрофизические отношения [3].

Галимовское месторождение характеризуется сложным геологическим строением продуктивных отложений, а также изменчивостью литолого-физических и фильтрационно-емкостных свойств, как по разрезу, так и по площади. В результате литолого-фациального анализа на Галимовском месторождении были изучены условия осадконакопления, что позволяет уточнить строение залежей. В ходе построения геологической 3D модели были использованы данные литолого-фациального анализа, нельзя сказать, что модель является абсолютно точной, но она наиболее достоверна на сегодняшний день, поскольку использует самые последние и свежие данные.

Список литературы:

1. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Нестеров И.И. Нечипорук Л.А. Закономерности размещения залежей нефти и газа в Западно-Сибирском мегабассейне // Горные ведомости. – 2007. – №. 10.
2. Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование // – М.: ООО ИПЦ МАСКА. – 2009.
3. Закревский К.Е., Майсюк Д.М., Сыртланов В.Р. Оценка качества 3D моделей. – М. 2008, 272 стр.
4. www.vsegei.ru