

Вероятностная оценка запасов нефти и газа в программе «EVA - анализ рисков»

Софья Демидкина, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, факультет геологии

Глобальный спрос на энергию растет во всем мире. Нефтегазовые проекты становятся все более сложными и трудно прогнозируемыми, чем когда-либо прежде. Таким образом, анализ рисков и разработка стратегий для его регулирования имеют важное значение для сокращения возможных задержек и перерасхода средств в нефтегазовых проектах.

Неполнота и неточность информации на начальных стадиях изучения залежей нефти и газа могут повлечь за собой значительные потери или в некоторых случаях дополнительные выгоды. Это и называется следствием неопределенности, то есть риск.

При вероятностном подходе каждый параметр, участвующий в формуле подсчета запасов, рассматривается как случайная величина, а значение запасов – как функция этих случайных параметров. Основное отличие вероятностной модели от детерминированной состоит в том, что при детерминированном подходе получают единственную ("точечную") оценку запасов, а при вероятностном – диапазон (интервал) возможных значений запасов объекта.

На основе вероятностных моделей можно проводить оценку запасов нефти и газа. По американской классификации SPE (Society of Petroleum Engineers) запасы подразделяются:

- Доказанные запасы (P90) – количество нефти, которое из анализа геологический и инженерных данных могут с вероятностью 90% оценено как рентабельно извлекаемое на сегодняшний день из известных месторождений;

- Вероятные запасы (P50) – это те недоказанные запасы, которые, как предполагают геологические и инженерные данные, с вероятностью 50% могут быть извлечены;
- Возможные запасы (P10) – это те недоказанные запасы, вероятность извлечения которых должна быть, по крайней мере, 10 %.

Разберем пример вероятностной оценки запасов нефти месторождения «N» в программе «EVA- анализ рисков». Это комплекс для анализа рисков от компании «ЭДС Плюс».¹ Он состоит из следующих надстроек:

- *Анализ чувствительности* (ранжирование рисков, построение торнадо диаграмм);
- *Сценарный подход* (экспертный анализ на основе сценариев, вычисление VaR - valueatrisk);
- *Метод Монте-Карло* (распределение итогового значения в зависимости от законов распределения входных параметров, анализ доверительного интервала, возможность задания коэффициентов корреляции);
- *Подбор распределения* (поиск наиболее подходящего закона распределения по набору фактических данных).

Исходными данными для расчетов являются значения параметров, принятые при оценке запасов (мода). Минимальные (min) и максимальные (max) значения параметров определены экспертно (см. таб. 1). В данной работе используется объемный метод подсчета запасов нефти и газа:

$$Q=S*h*k_{nop}*k_n*\rho*\theta,$$

где Q - геологические запасы нефти и газа;

S - площадь залежей;

¹<http://www.eds-plus.ru/eva.html>

h - эффективная нефтегазонасыщенная толщина;

k_{nop} – коэффициент открытой пористости;

k_n – коэффициент нефтегазонасыщенности;

ρ - плотность нефти;

θ - пересчетный коэффициент, учитывающий усадку нефти.

Перед началом моделирования необходимо задать закон распределения соответствующей случайной величины, а также его можно установить по выборке исторических данных, с помощью инструмента «Подбор распределения».

Параметр	Значение параметра			Тип и характеристика распределения
	мода	минимум	максимум	
Площадь, км ²	1,02	0,455	2,03	Треугольное
Толщина пласта, м	39,6	34,8	45,4	Треугольное
Пористость, д.ед.	0,2	0,17	0,23	Нормальное
Насыщенность, д.ед.	0,69	0,58	0,79	Нормальное
Плотность, т/м ³	0,8	0,7	0,9	Нормальное
Коэффициент пересчета	0,7	0,7	0,7	Константа
Геологические запасы, млн. т	3,12			

Таблица 1. Исходные данные для расчета.

Для проведения оценки запасов по классификации SPE используем метод Монте-Карло. Он позволяет учитывать влияние нескольких параметров, отобранных методом чувствительности, на результирующий показатель, а также произвести статистическую оценку перспективности проекта.

Для расчета запасов необходимо для каждого параметра задать тип распределения. Распределение вероятностей - это наиболее реалистичный способ описания неопределенности переменных в анализе рисков.

Рассмотрим вероятностные распределения, используемые в «EVA- анализ рисков»:

- *Нормальное распределение.* Нормальное распределение вероятностей особенно часто используется в статистике. Оно дает хорошую модель для реальных явлений. В данном случае задается среднее значение и стандартное отклонение. Такое распределение можно использовать для пористости, насыщенности и коэффициента пересчета;
- *Равномерное распределение* полезно при описании переменных, у которых каждое значение равновероятно и принадлежит интервалу $[a;b]$. Требуется задать минимальное и максимальное значение. Равномерное распределение подходит для параметров: площадь, плотность, пересчетный коэффициент.
- *Треугольное распределение.* Для расчета необходимо определить минимальное, наиболее подходящее и максимальное значения. Данное распределение можно использовать для любого параметра.
- *Показательное распределение* часто используется для описания интервалов между последовательными случайными событиями, которые на обыденном языке можно назвать редкими.²

Тип распределения для данной работы определен экспертно и имеется в исходных данных (см. таб. 1 и рис. 1).

²Risk Analysis: Project ECE-S 521 *Probability and Random Variables* 2010 Submitted by ChetanRao; Report on application of Probability in Risk Analysis in Oil and Gas Industry

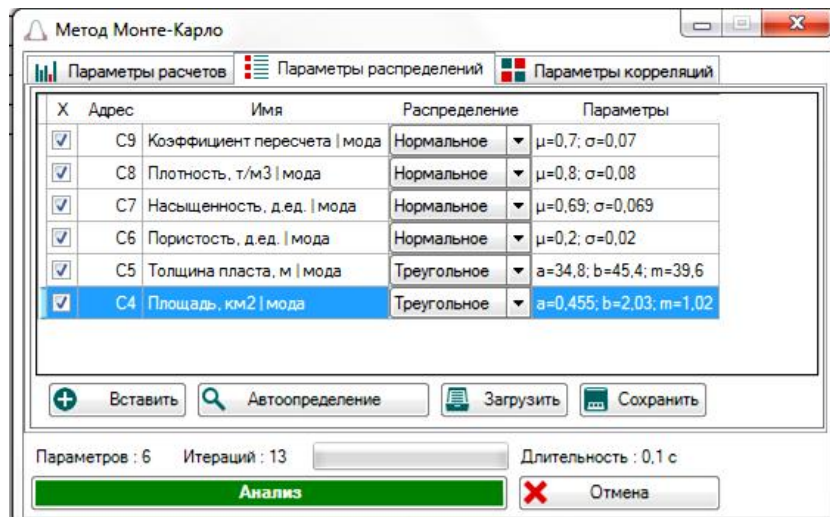


Рисунок 1. Параметры распределений в программе «EVA- анализ рисков».

Для корректного использования метода Монте-Карло необходимо установить корреляцию между факторами, отображенными на этапе анализа чувствительности. В данном случае устанавливаем корреляцию между параметрами «Насыщенность» и «Пористость» (см. рис. 2). Получившаяся матрица корреляций должна быть симметричной с единицами на главной диагонали (автоматически устанавливается программой).

	Коэффициент пересчета мода	Плотность, т/м3 мода	Насыщенность, д.ед. мода	Пористость, д.ед. мода	Толщина пласта, м мода	Площадь, км2 мода
Коэффициент пересчета мода	1	0	0	0	0	0
Плотность, т/м3 мода	0	1	0	0	0	0
Насыщенность, д.ед. мода	0	0	1	0,19	0	0
Пористость, д.ед. мода	0	0	0,19	1	0	0
Толщина пласта, м мода	0	0	0	0	1	0
Площадь, км2 мода	0	0	0	0	0	1

Рисунок 2. Корреляционная матрица в программе «EVA- анализ рисков».

Результаты моделирования представлены на рисунке 3. Ожидаемое значение запасов 3,41 млн. т., стандартное отклонение составляет 1,20 млн. т.

EVA - Монте-Карло

Выполнено: EDS Plus

Дата: 03.07.2014 20:48:03

Модель: Подсчет запасов.xlsx

Итог: Геологические запасы, млн. т | мода (С11)

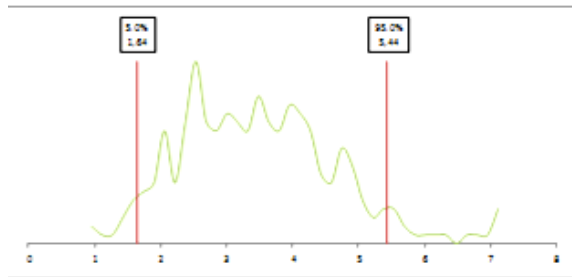
Базовое значение: 3,12

Число итераций: 300

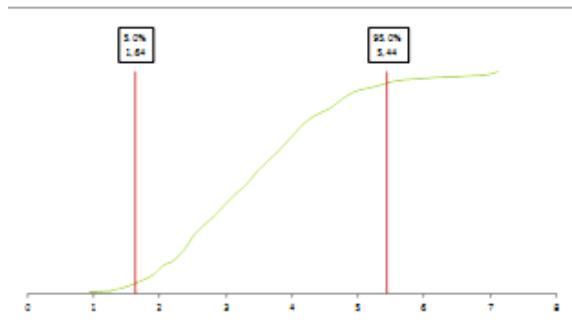
Число входных параметров: 6

Генератор случайных чисел: субтрактивный алгоритм Кнута

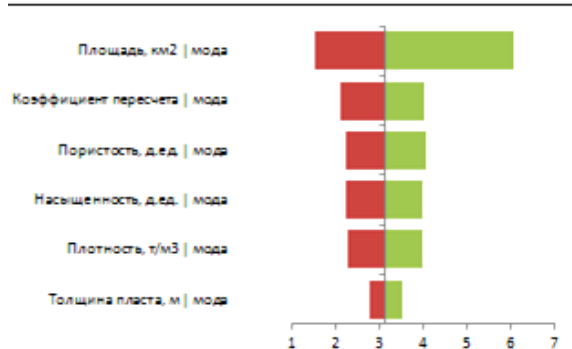
Длительность моделирования: 1,4 с



Сводные статистики		
Минимум	0,95	Левая X 1,64
Максимум	7,28	Левая P 5,0%
Среднее	3,41	Правая X 5,44
Станд. Откл.	1,20	Правая P 95,0%
		Дифф X 3,80
		Дифф P 90%



Проценти			
5%	1,64	50%	3,33
10%	1,95	55%	3,44
15%	2,22	60%	3,64
20%	2,39	65%	3,82
25%	2,51	70%	3,97
30%	2,62	75%	4,15
35%	2,83	80%	4,32
40%	2,99	85%	4,65
45%	3,15	90%	4,89
50%	3,33	95%	5,44



Влияние параметров		
Имя	Нижняя	Верхняя
Площадь, км2 мода	1,53	6,03
Коэффициент пересчета м	2,11	4,03
Пористость, д.ед. мода	2,24	4,05
Насыщенность, д.ед. мода	2,23	3,97
Плотность, т/м3 мода	2,27	3,97
Толщина пласта, м мода	2,77	3,53

Рисунок 3. Результаты расчета по методу Монте-Карло в программе «EVA- анализ рисков».

После проведения анализа в программе «EVA» можно сказать, что доказанные значения запасов P90 равны 1,95 млн.т., возможные запасы P50 3,33 млн. т. и вероятные P10 –4,89 млн.т.

Применение вероятностных моделей позволяет учитывать неопределенность в оценке запасов на ранних стадиях изучения месторождения, а также проводить обоснования целесообразности освоения перспективных участков и месторождений.