

Петрофизическая неопределенность в Geolog



Введение

Данные ГИС используются для прогноза различных параметров, необходимых для построения моделей коллекторов, но присущая им неопределенность и влияние этой неопределенности на объемы и сообщаемость коллекторов учитывается редко. Теперь пользователям Geolog® доступна новая комплексная процедура оценки неопределенности на основе модели для количественного определения петрофизических неопределенностей в пределах залежи.

Коррекция за условия в скважине

К входным кривым применяется коррекция за скважинные условия по методу Monte Carlo, учитывающая точность входных кривых и неопределенность параметров коррекции, а результатом являются скорректированные кривые по базовому, оптимистическому и пессимистическому сценариям, готовые для интерпретации.

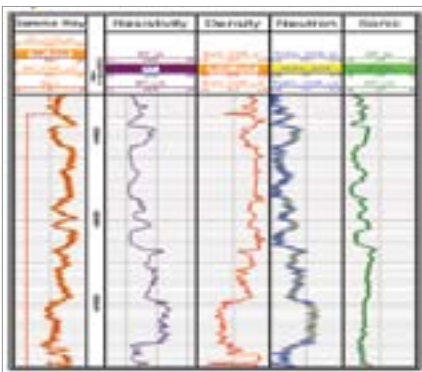


Рис. 1: Входные кривые после коррекции за скважинные условия по базовому, оптимистическому и пессимистическому сценариям

Детерминистический метод Monte Carlo

Кривые по базовому, оптимистическому и пессимистическому сценариям вместе с параметрами интерпретации и определяемыми пользователем величиной погрешности и распределениями ошибок передаются в модуль полного детерминистического анализа каротажных данных по методу Monte Carlo, который позволяет пользователю делать

выбор из стандартных петрофизических моделей и взаимосвязей.

В модуле используются полные взаимозависимости параметров; параметры, выбранные из кривых и кросс-плотов, автоматически корректируются для учета изменений входных кривых. Применение взаимозависимостей обеспечивает надлежащий учет неопределенностей в процессе анализа. Распределения петрофизических кривых отображаются в покadroвом представлении, что позволяет понять, где имеет место наибольшая неопределенность.

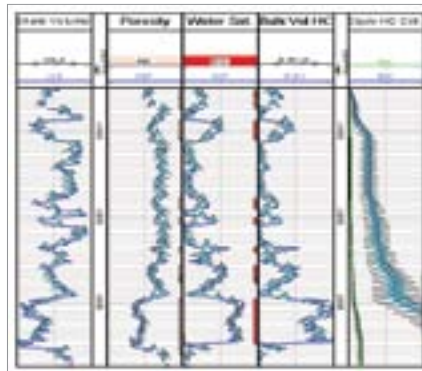


Рис. 2: Планшет, показывающий распределения для каждой основной петрофизической выходной кривой в покadroвом представлении

Результаты всех итераций сортируются по параметру ЕНС (Equivalent Hydrocarbon Column - эквивалентная высота залежи) в скважине или по зонам, чтобы получить функцию распределения

вероятностей (Probability Distribution Function), по которой можно определить параметр ЕНС по различным сценариям с разными вероятностями (1P, 2P, 3P).

Полное распределение петрофизических кривых можно передать из Geolog в пакет Paradigm™ GOCAD®/SKUA® для включения в анализ неопределенностей коллектора, используя модуль Reservoir Risk Assessment (Jacta®).

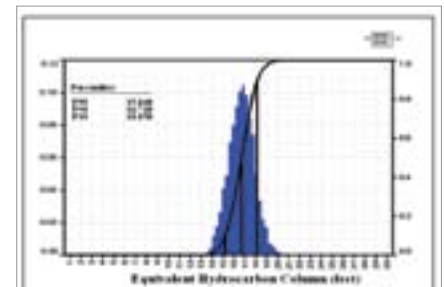


Рис. 4: Гистограмма распределения параметра ЕНС по всем итерациям

Чувствительность кривых и параметров

Влияние неопределенности на отдельные интерпретационные параметры и входные кривые можно проанализировать с помощью графиков «торнадо» (tornado charts). Диапазон возможных значений для всех входных кривых отображается относительно их влияния на параметр ЕНС. Это позволяет петрофизикам определиться с планом работ и комплексом ГИС для изучения тех неопределенностей, которые оказывают наибольшее влияние.

Зона 1	Базовый сценарий	Среднее	Вероятностная оценка параметров		
			1P (90)	2P (50)	3P (10)
Эффективная мощность, фт	141.5	151.0	132.5	148.0	154.0
Общая	0.38	0.40	0.35	0.39	0.41
Эффективная нефтенасыщенность	133.5	139.5	123.0	138.5	145.0
Общая	0.36	0.37	0.33	0.37	0.39
Equivalent HC Column - ft	16.68	16.70	15.18	16.74	18.16

Средние значения для эффективной мощности залежи:					
Общая пористость	0.24	0.24	0.23	0.23	0.25
Эффективная пористость	0.20	0.19	0.20	0.19	0.20
Общая водонасыщенность	0.50	0.51	0.49	0.50	0.50
Эффективная водонасыщенность	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38

Рис. 3: Сводная таблица сценариев (1P, 2P, 3P)

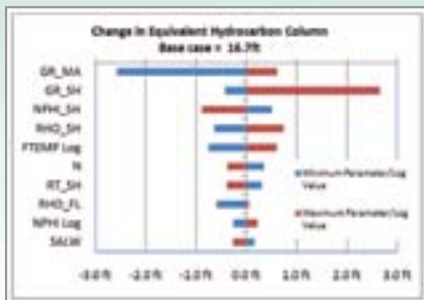


Рис. 5: График «торнадо», демонстрирующий степень влияния неопределенностей входных кривых на изменение параметра ЕНС

Неопределенность, связанная с моделью

Часто наибольшей петрофизической неопределенностью является неопределенность модели – влияние выбранной петрофизической модели на

расчетный объем углеводородов в пласте при сравнении с другими возможными моделями. Модуль Geolog Determin Uncertainty позволяет просчитать различные петрофизические модели, быстро и эффективно их сравнить, а затем провести количественную оценку влияния сделанных допущений на объем запасов углеводородов.

Эти знания можно ввести в анализ эффективности затрат, чтобы определить истинную стоимость получения дополнительных данных, чтобы подтвердить или опровергнуть исходные допущения по каждой петрофизической модели. За описанием практического использования этого процесса обратитесь к статье Kennedy et al 2010 (1).

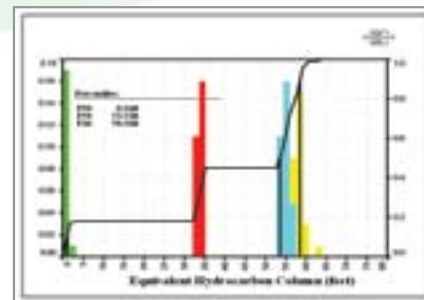


Рис. 7: Гистограмма, представляющая параметр ЕНС, рассчитанный по 4 различным моделям насыщения. Гистограмма показывает, что неопределенность модели насыщения может в значительной степени повлиять на оценку геологических запасов углеводородов

Заключение

Чтобы обеспечить учет реального диапазона неизвестных величин при оценке геологических запасов углеводородов, к петрофизической неопределенности требуется применять целостный подход. Пакет Geolog обеспечивает такой подход с помощью модуля Determin Uncertainty, который является дополнительной опцией к модулю Determin. Для получения дополнительной информации обратитесь по адресу info@pdgm.com.

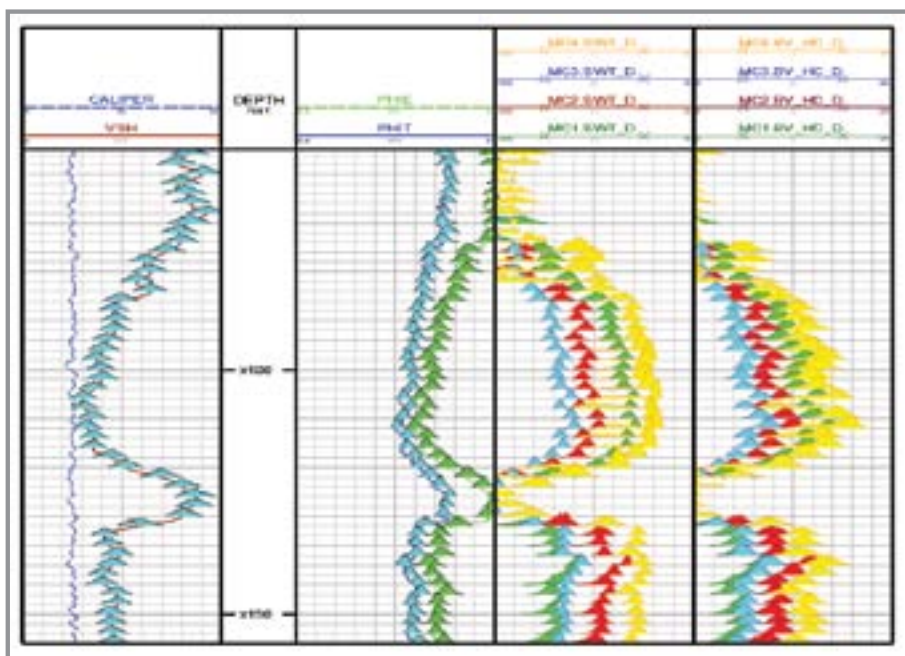


Рис. 6: Отображение результатов определения водонасыщенности и общего объема углеводородов по разным моделям насыщения

1) Kennedy J., Pujiyono, Cox A. and Aldred R., 2010, Using quantified model based petrophysical uncertainty to aid in conflict resolution, SPWLA 38th Annual Logging Symposium, Paper AA.