

Алгоритмы, основанные на моделировании колонии муравьев (ACS – Ant Colony Simulation), известны давно [4]. Они использовались для решения NP-трудных задач оптимизации, в обработке изображений, а потом и в геофизике (алгоритмы типа «Ant Tracking» в системе Petrel) [6]. Как и в других ACS алгоритмах, в алгоритме SS происходят случайные блуждания миллиардов аниматов. Рассмотрим сначала для простоты плоский случай. Аниматы двигаются по карте, значения с этой карты считаются для них «пищей». Задано время жизни (определенное максимальное число шагов анимата). Совершив это число шагов, анимат возвращается в исходную точку по тому же треку, при этом в каждой точке трека выделяет определенное количество «феромона» (пахучего вещества), которое зависит от собранного аниматом количества пищи. Таким образом, появляется карта распределения феромона. При выборе направления движения (которое начинается из случайной точки на карте) анимат учитывает не только количество пищи в соседних точках (которые он «видит»), но и количество феромона (если феромона много, что это индикатор удачных треков с большим количеством пищи). В алгоритмах ACS феромон испаряется, это предохраняет конечный результат от закрепления случайных неудачных треков. Финальная карта распределения феромона представляет из себя установившуюся систему треков («троп аниматов»), что и является результатом работы алгоритма в плоском случае.

Таким образом, необходимы два основных закона, определяющие жизнь колонии и ее синергетический эффект. Это 1) вероятности переходов анимата из данной точки и 2) расчет выделения феромона. Нами в работах [5, 7] были предложены новые (улучшенные) формулы этих законов и реализована идея выделения феромона на соседние слои для придания алгоритму трехмерности. Благодаря этим инновациям и прецизионному вычислению когерентности программой COG [1, 8] удалось добиться качественно новых результатов [3].

Применение новых технологий для исследования трещиноватости по сейсмическим данным особенно актуально для месторождений, залежи которых представляют собой массивный трещинный резервуар. Технология «синергетических сингулярностей» была использована на участках опытно-промышленной разработки Куюмбинского месторождения, расположенного в юго-западной части Сибирской платформы, в сводовых частях Байкитской антеклизы. Продуктивными на рассматриваемом месторождении являются сильно дислоцированные терригенно-карбонатные рифейские толщи, которые по своему типу являются трещинными и трещинно-кавернозными и резко меняют свои свойства по площади и разрезу. Карбонатные резервуары формируют сложную макро- и микроструктуру пустотного пространства. В пределах рассматриваемого месторождения, в условиях плотного матрикса,

продуктивность контролируется трещинной частью резервуара. В результате многолетнего изучения сложного по строению рифейского комплекса разработана технология создания геологических и гидродинамических моделей трещинных карбонатных коллекторов, которая базируется на интегрированной интерпретации данных сейсморазведки и скважинной информации [1, 2]. Алгоритм SS является существенно важным этапом при ее практической реализации.

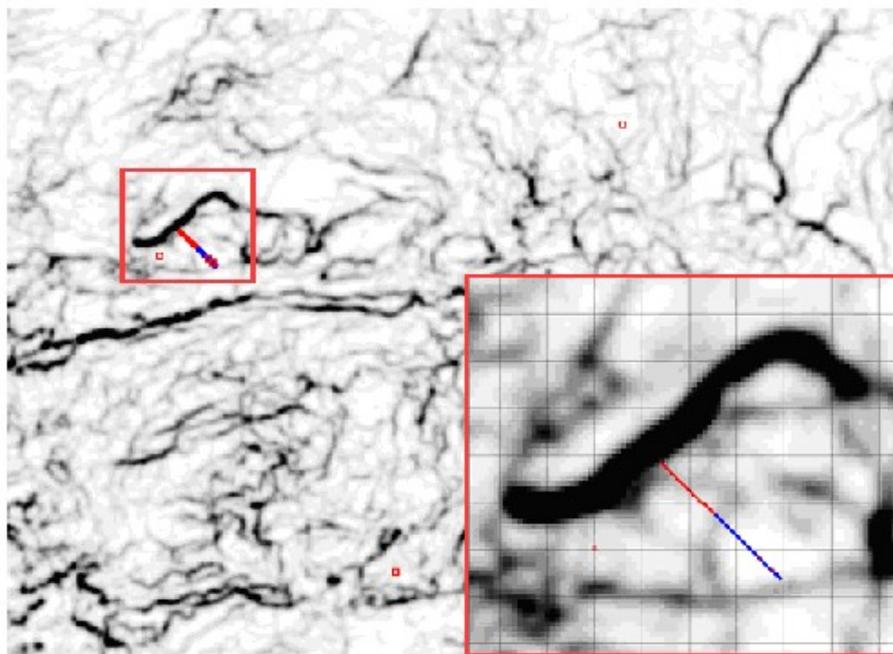


Рис.1 Срез куба SS (атрибут синергетические сингулярности). В правом нижнем углу увеличенный фрагмент – шаг сетки 250м. Сине-красная линия ствол скважины, красная ее часть – горизонтальный участок.

Эффективность прогнозирования трещиноватых коллекторов проверяется бурением. Точность прогноза может быть проверена количественно на основе данных микросканеров трещиноватости (например FMI UBI, Schlumberger). К сожалению, вертикальная разрешенность кубов «синергетических сингулярностей» не очень высока, и детальные количественные оценки связи прогноза трещиноватости по атрибуту SS и измеренной трещиноватости в скважине удастся провести только в горизонтальных стволах (см. рис.1 и 2). Из рисунков видно, что высокий коэффициент корреляции обеспечивается вхождением ствола скважины в сильно трещиноватую область (по атрибуту SS и по сканеру), но при малых показателях трещиноватости соответствие нельзя признать хорошим. В целом (для двух горизонтальных скважин) наши исследования показали наличие достаточно надежной корреляции между атрибутом SS и трещиноватостью по сканеру, что подтверждает эффективность использования атрибутов «Синергетические сингулярности» для прогноза трещиноватости в условиях Восточной Сибири.



Рис.2 Результаты количественного сопоставления прогноза трещиноватости по атрибуту SS со скважинными измерениями.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Б. Левянт, И.Ю.Хромова, Е.А.Козлов, И.Н.Керусов, Д.Е.Кащев, В.В.Колесов, Н.Я.Мармалевский Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернозного типа, Федеральное агентство по недропользованию, М.: 2010.
- [2]. Харахинов В.В., Шлёнкин С.И. Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири на примере Курумбинско-Юрубчено-Тохомского ареала нефтегазонакопления. М.: Научный мир. 2011. 420с.
- [3] С.И.Шленкин, А.В.Масюков, В.В.Масюков, А.Н.Козлова Вычисление кубов когерентности и сингулярностей // Технологии сейсморазведки, 2012, №2, с.5-11.
- [4] Dorigo M., Stutzle T. Ant Colony Optimization. MIT Press, Cambridge, 2004.
- [5] Masjukov A.V., Masjukov V.V., Kozlova A.N., Akimov T.V. Deleneation of faults and channels by mew algorithms of ant colony simulation, Conference GEOMODEL Extended Abstracts. 2011.
- [6] Pedersen S.I, Randen T, Soenneland L. and Steen O. Automatic Fault Extraction Using Artificial Ants, SEG Expanded Abstracts. 2002.
- [7] Shlionkin S.I., Masjukov A.V. and Masjukov V.V. Modified Ant Colony Algorithm for Seismic Interpretation. Xth International Conference on Geoinformatics Extended Abstracts. 2011.
- [8] Shlionkin S.I., Masjukov A.V., Masjukov V.V. and Yurchenko O.S. Seismic Data Discontinuity Computation for Fault/Fracture Imaging, EAGE Sant-Petersburg International Geophysical conference Expanded Abstracts. 2008.