БОЛОТОВ С.Н., ЕРШОВ А.В., ЛИНЕВ Д.Н., ЛИНЕВА М.Д., ООО «Центр «ГеоГрид»

Численное седиментационное моделирование

— новый инструмент для поиска и анализа стратиграфических ловушек УВ

СЕДИМЕНТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНО НА РЕШЕНИЕ СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ ЗАДАЧ: 1) ПРОГНОЗ ФАЦИАЛЬНОГО СТРОЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ, ВЫДЕЛЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЗОН С ПОВЫШЕННЫМИ КОЛЛЕКТОРСКИМИ СВОЙСТВАМИ, ПРОГНОЗ ИХ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ; 2) УТОЧНЕНИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПУТЕМ СРАВНЕНИЯ С СИНТЕТИЧЕСКИМИ СЕЙСМИЧЕСКИМИ РАЗРЕЗАМИ, ПОСТРОЕННЫМИ НА ОСНОВЕ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ; 3) ОПТИМИЗАЦИЯ ПОСТАНОВКИ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ С УЧЕТОМ СИНТЕТИЧЕСКИХ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ, РАССЧИТАННЫХ ПО ДАННЫМ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

В настоящее время для неопоискованных слабоизученных территорий основным источником информации о строении осадочного чехла являются данные сейсморазведки. Традиционный подход основан на всестороннем анализе акустического сигнала с использованием методов стохастического моделирования и атрибутного анализа. Данные методики содержат допущения, приводящие к неопределенностям в геологической интерпретации осадочного чехла. Так, стохастический метод реконструкции внутренней структуры осадочного разреза основан на построении случайного или трендового распределения литологических фаций. В нем практически не учитываются законы латерального распределения фаций во время накопления слоев. Сейсмические методы основаны на анализе акустических свойств среды, таких как акустический импеданс и скорость распространения упругих волн, а также анализе неоднородностей волнового поля. Поскольку неоднородности могут быть обусловлены как различиями в литологическом составе пород, так и свойствами порового пространства (выщелачивание, вторичная минерализация, флюидонасыщенность и пр.), их однозначная интерпретация не всегда представляется возможной.

Устранение или снижение этой неопределенности возможно, если совместно с традиционными методиками анализа акустических неоднородностей геологической среды использовать технологию процессного седиментационного моделирования.

Цифровое седиментационное моделирование представляет собой компьютерную технологию моделирования процессов осадконакопления, которая позволяет дополнить результаты геофизических исследований, реконструировать литологическое строение слоев и рас-

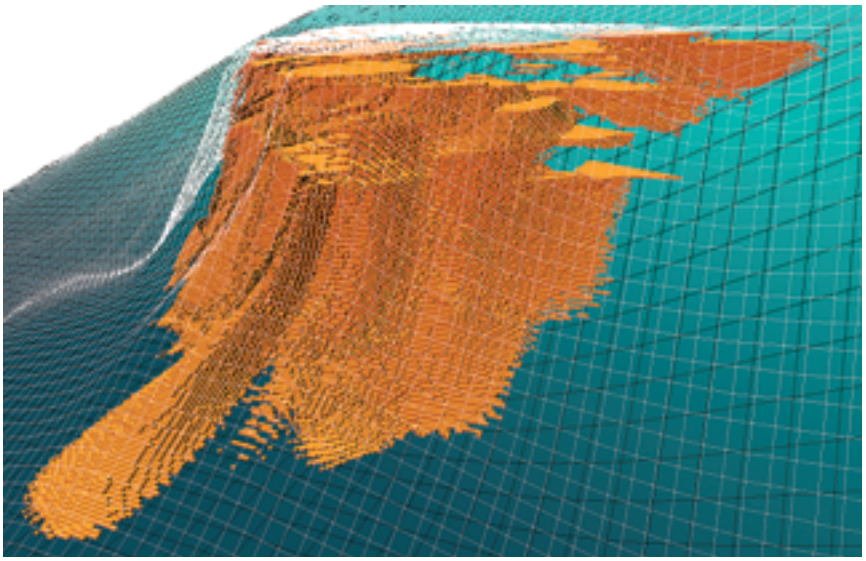

РИС. 1. СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (3D-ГРИД) ТЕРРИГЕННОЙ КЛИНОФОРМЫ, ОСЛОЖНЕННОЙ КОНУСОМ ВЫНОСА. ЯЧЕЙКИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ «ПОГАШЕНЫ». ВИЗУАЛИЗИРОВАНЫ ТОЛЬКО ЯЧЕЙКИ, СОДЕРЖАЩИЕ АЛЕВРОЛИТЫ И ПЕСЧАНИКИ. (ПП MAZAY (SBMG®)

считать их фильтрационно-емкостные свойства.

Технология процессного седиментационного моделирования в сочетании с традиционными методами сейсмических исследований открывает широкие перспективы для поиска и анализа стратиграфических ловушек углеводородов. Два года назад в центре «ГеоГрид» были проведены первые опытные работы по седиментационному моделированию в формате 2D. Данная технология была отработана на нескольких лицензионных участках и показала хорошие результаты. В 2014 году к перечню услуг, оказываемых центром «ГеоГрид», добавилось объемное процессное седиментационное моделирование.

Технология процессного седиментационного моделирования позволяет воспроизвести единую взаимосвязанную эрозионно-аккумулятивную систему. Она направлена на восстановление процессов мобилизации, переноса и накопления осадка, его последующей эрозии и переотложения. Развитие бассейна осадконакопления рассматривается динамически в геологическом времени. Все геологические процессы, контролирующие процесс седиментации, находятся во взаимосвязи друг с другом. Моделируя их, можно рассчитать для каждой самостоятельной фазы осадконакопления соответствующий ей фациальный состав слоя.

Моделирование осуществляется в программном пакете (ПП) Mazay (разработка ООО «Лаборатория геологии»). Оригинальные алгоритмы, реализованные в Mazay, позволяют моделировать осадконакопление обломочных и карбонатных отложений, эрозию, а также учитывать эффекты уплотнения пород в процессе погружения и засыпания седиментационного бассейна и реакцию изостатической компенсации. ПП Mazay не имеет алгоритмических ограничений на размер одной ячейки рассчитываемых моделей, что позволяет построить модели весьма высокого разрешения и получить детальное распределение петрофизических и фильтрационно-емкостных свойств по разрезу.

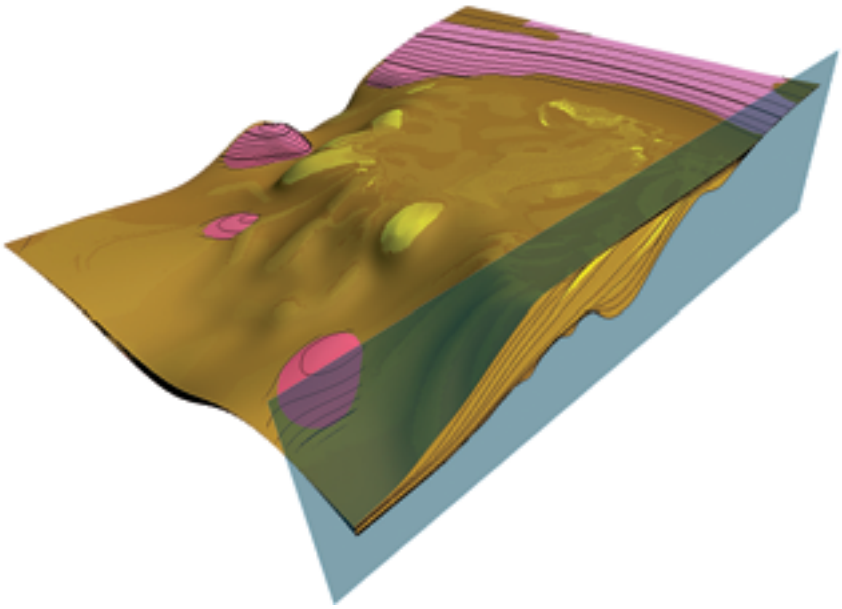

РИС. 2. СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (3D-ГРИД) ТЕРРИГЕННОГО КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ: РОЗОВЫЙ ЦВЕТ — ПОДСТИЛАЮЩАЯ ЭРОЗИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ; ЖЕЛТО-КОРИЧНЕВАЯ ГАММА — ТЕРРИГЕННЫЙ КЛИНОФОРМНЫЙ КОМПЛЕКС; ЖЕЛТЫЙ ЦВЕТ — ПЕСКИ. (ПП MAZAY (SBMG®)

На основе седиментационной модели возможно построение синтетического сейсмического разреза, что позволяет, с одной стороны, провести контроль качества построенной модели, с другой — уточнить существующую сейсмическую интерпретацию.

Численное седиментационное моделирование, как метод анализа строения осадочного бассейна, является инструментом для расшифровки строения нефтегазоносных объектов, а также для снижения рисков при их поисках и разведке. Седиментационное моделирование позволяет провести количественную оценку вероятности существования коллекторов в осадочных толщах, а в сочетании с данными сейсморазведки снизить геологические риски при поисках новых месторождений. Кроме того, седиментационная модель может быть интегрирована в технологический цикл бассейнового моделирования и моделирования углеводородных систем. Это позволит количественно оценивать вероятность заполнения не только антиклинальных и тектонически экранированных ловушек, но и ловушек седиментационного типа.

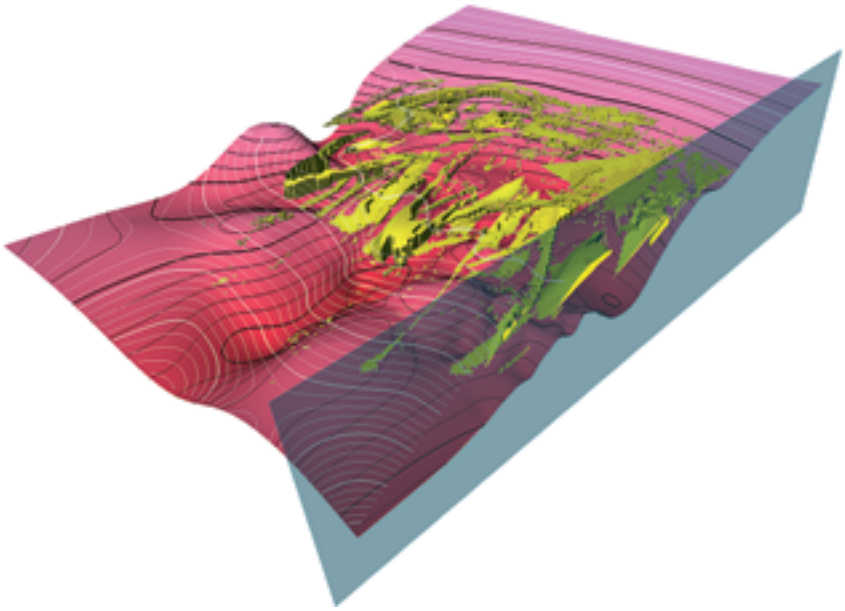

РИС. 3. СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ (3D-ГРИД) ТЕРРИГЕННОГО КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ: РОЗОВЫЙ ЦВЕТ — ПОДСТИЛАЮЩАЯ ЭРОЗИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ; ЖЕЛТЫЙ ЦВЕТ — ПЕСКИ. ЯЧЕЙКИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ «ПОГАШЕНЫ». БЕЛЫЕ ИЗОЛИНИИ — КРОВЛЯ КЛИНОФОРМНОГО КОМПЛЕКСА (ПП MAZAY (SBMG®)