УДК 550.34.06.013.3

А.А.ВАЗАЕВА
Аспирантка кафедры геофизических и геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ КОЛЛЕКТОРА В НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ И ГИС

До недавнего времени основной задачей сейсмических исследований являлось изучение рельефа опорных отражающих границ. С появлением и развитием новых методико-технологических решений, внедрением мощных быстродействующих вычислительных комплексов, быстрыми темпами роста объемов работ 3D перед сейсморазведчиками ставится задача построения детальной геологической модели площади исследований, отображающей внутреннее строение осадочных объектов. Уже на поисковом этапе необходимо знание таких параметров среды, как пористость, литология, флюидонасыщенность. Построение наиболее полной модели среды обеспечивает планирование оптимальной схемы разработки залежей и снижает риск при поисково-разведочном бурении. Задачи прогнозирования указанных петрофизических характеристик геологического разреза эффективно решаются по данным сейсморазведки на базе анализа атрибутов сейсмической записи, волновой инверсии, AVO-анализа.

During many years the major task of seismic researches was studying a relief of basic reflecting borders. Today with the advent of and development of new methodic technological decisions, introduction of powerful high-speed computer complexes, fast rates of growth amounts of works 3D before seismic- explorer the problem is construction of detailed geological model of the area displaying internally a structure of sedimentary objects is put. Now already at a search stage it's necessary to know such parameters of environment, as porosity, sedimentology, fluid-saturation. Construction of the fullest model of environment provides planning the optimum scheme of development deposits and reduces risk at explorative drilling. Most effectively problems of forecasting specified petrophysical characteristics of a geological section are solved according to seismic prospecting on the basis of the analysis seismic attributes, wave inversion, the AVO-analysis.

В статье рассматривается совместная интерпретация данных 3D сейсморазведки и ГИС в пределах южной части Хорейверской впадины. На площади открыто нефтяное месторождение в ассельско-сакмарских отложениях нижней перми, состоящее из двух залежей, приуроченных к биогермным образованиям. В контуре нефтеносности пробурены 4 скважины: № 11, 12, 14, 15.

Целью работ являлось детальное изучение геологического строения месторождения и литолого-фациальных особенностей нижнепермского интервала. В результате структурной интерпретации выделен контур структуры, представляющий собой антиклиналь, осложненную двумя куполами. На временн□м разрезе выделенная структура характеризуется аномалией сейсмической записи с увеличением интервального времени на 10 мс и наличием структуры облекания (рис.1).

Изменение волновой картины в изучаемом интервале позволяет провести сейсмофациальный анализ формы сейсмических записей. Расчет карт сейсмофаций осуществлялся с использованием технологии нейронных сетей (SISMAGE™ Neural Network Technology – NNT) [2, 3]. Данная технология позволяет определять, анализировать и интерполировать детальные характеристики коллекторов, не выявляемые другими способами. В основе NNT

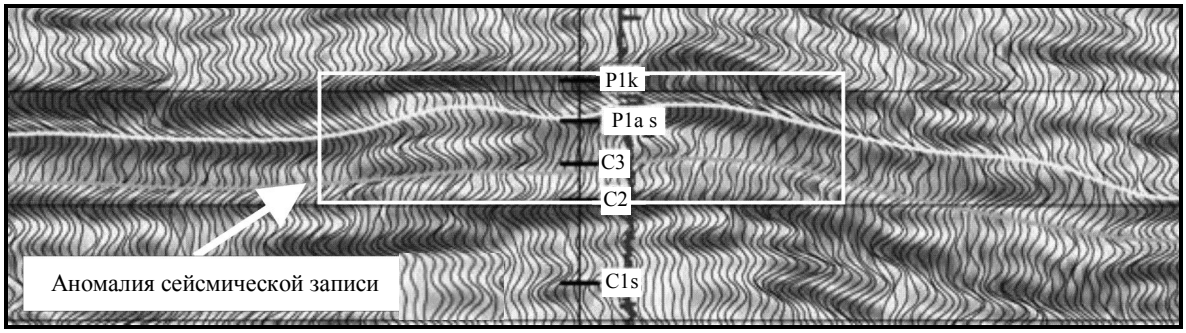


Рис.1. Аномальные зоны, характеризующиеся увеличением интервального времени

лежит применение самоорганизующейся нейронной сети для распознавания и оценки изменения формы сейсмического сигнала в изучаемом интервале. Способность NNT выявлять устойчивые зависимости в условиях встречающихся помех и отражать все тонкости сейсмического волнового поля позволяет повысить точность результата при оценке коллекторов и геометризации их границ.

Временная мощность ассельско-сакмарского стратиграфического интервала составляет порядка 30 мс. Изучаемый интервал содержит положительную фазу отражений. Карты сейсмофаций в интервале Ia+s

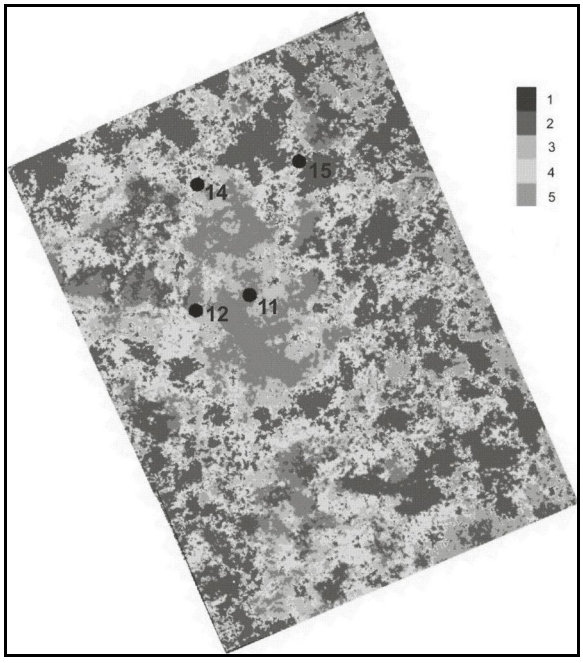


Рис.2. Карта фаций в интервале Ia+s, отображающая фациальный состав нижнепермских отложений

рассчитывались по картам сейсмических атрибутов: угол наклона вдоль поверхности Ia+s, частота максимального значения амплитуды, карты амплитуд по горизонту и в интервале ассельско-сакмарских отложений, карты полярности, карта изохрон по горизонту. Каждой сейсмофации соответствует свой класс, всего пять классов.

На карте сейсмофаций привлекает внимание область серого цветокода (5-й класс) в центральной части участка (рис.2). Этот цветокод совпадает с контуром выделенной структуры. Структура связана с развитием органогенной постройки и характеризуется на волновом поле раздвоением фазы (см. рис.1), наличием структур облекания. Органогенная природа выделенных аномалий подтверждена результатами исследования керна скважин № 11, 12, 14, 15, которые входят в контур структуры. Отложения, вскрытые скважинами № 11, 12, 14, 15, представлены известняками биогермными, водорослево-детритовыми, серыми, пятнисто-коричневыми, неслоистыми, пористыми, кавернозными (многочисленные мелкие каверны размером до 0,5 см), выщелоченными. Породообразующими элементами являются органические остатки хорошей сохранности, изредка с элементами переотложения (обломки размером 2-7 см). Это остатки сине-зеленых водорослей с редкими раковинами фораминифер, остракод, обломками мшанок, члениками криноидей, брахиоподами, спикулами губок. Цементирующая масса состоит из мелко- реже среднезернистого кальцита. Цемент поровый, базальный.

Важно отметить, что скважина № 15 расположена в зоне пересечения черно-белого цветокода, из чего можно предполагать, что она принадлежит к другому типу литофаций, так как расположена в краевой части биогерма. В нижней пачке ассельско-сакмарских отложений присутствуют чистые известняки.

Светло-серый цветокод (4-й класс) отождествляется с межбиогермным пространством, которое заполнено отложениями, представленными продуктами разрушения биогермных построек в период их формирования.

На этой же территории был выполнен AVO-анализ и псевдоакустическое преобразование. Успех AVO-анализа во многом зависит от имеющейся до обработки априорной информации о скоростях продольных волн, поперечных волн и плотностях пород разреза. По скважине № 14 имеется кривая плотностного каротажа, в остальных скважинах плотностные кривые были рассчитаны по скоростям V_p с использованием формулы Гарднера с параметрами, взятыми для карбонатных пород с учетом соотношения скоростей V_p и плотности в скв.14. Отсутствие информации по ГИС о скоростях поперечных волн V_s ограничило возможности AVO-анализа. В этой ситуации оставался вариант определения скоростей V_s по скорости V_p с использованием коэффициентов корреляции, выбранных для карбонатных пород из табличных данных, полученных Н.Н.Пузыревым. Такой подход, безусловно, ограничивает возможности геологической интерпретации результатов AVO анализа и амплитудной инверсии.

После расчета и анализа сейсмических атрибутов наиболее информативными оказались атрибуты Lambda*Rho Reflectivity (LR) и Mu*Rho Reflectivity (MR), которые позволили выделить и локализовать участки, связанные с флюидонасыщением. При этом из-за эффектов интерференции разделить аномалии по пластам не представляется возможным. С помощью анализа AVO атрибутов LamMuR и LamdaR можно разделять зоны флюидонасыщением от менее плотных, водонасыщенных и заглинизированных зон коллекторов и покрышек. При этом LamdaR(LR) рассматривается как индикатор флюидонасыщения, а MuR(MR) как индикатор изменения в литологии. Анализ кросс-плота между атрибутами MuR и LamdaR позволяет найти зоны максимального их различия и по этим зонам прогнозировать на разрезе интервалы максимального флюидонасыщения.

Куб акустического импеданса рассчитан с помощью геостатистической кригинг-интерполяции акустических импедансов по скважинам с учетом структурного плана кровли подошвы и внутренних изменений целевого для инверсии интервала. Из куба значений импедансов получена карта импедансов по продуктивному горизонту Ia+s. В продуктивном интервале анализировалась статистическая связь акустического импеданса по скважине со значениями пористости по данным ГИС для всех пяти скважин. На основе этой связи получено регрессионное уравнение значений импедансов и значений пористости, с помощью которого карта импедансов пересчитана в карту пористости.

Выполненный анализ показал, что при использовании различных динамических параметров сейсмических записей можно прогнозировать детали перспективного интервала геологического разреза, в частности, выделять геологические объекты и изучать распределение коллекторских свойств в них, выделять различные литофации. Однако, наряду с эффективностью подобного изучения, существуют ограничения, связанные с качеством результатов обработки сейсмических данных, в частности с недостаточной разрешенностью сейсмических записей и низким соотношением сигнал/помеха. Кроме того, отсутствуют данные о скоростях поперечных волн, нет сведений об анизотропии пород и во многих скважинах нет данных плотностного каротажа.

Научный руководитель д-р г.-м. н. проф. *А.Н.Телегин*