

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛНОВОГО ПОЛЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩЕЙ СЕЙСМИКИ

В.Л. Трофимов, В.А. Милашин, Ф.Ф. Хазиев, О.Л. Милашина, М.Е. Старобинец
ООО «Мегацентр-Плюс», Москва

Детальный анализ процесса и особенностей формирования волнового поля, фиксируемого в реальных сейсмогеологических условиях, показывает, что сейсмическая запись образуется как суперпозиция элементарных сейсмических записей. Такая суперпозиция записи, как известно, формируется из элементарных откликов сейсмических сигналов, образующихся в каждом из элементарных пластов – элементарных границ раздела, адекватных в той или иной мере действительному распределению акустических неоднородностей реальной среды. Под элементарной границей при этом понимается граница между двумя тонкими слоями мощностью, соответствующей шагу квантования сейсмической записи по времени. Такую границу можно легко представить в составе акустической кривой, аппроксимирующей исходную акустическую модель скоростей равномерной тонкослоистой моделью реальной среды с точностью шага квантования сейсмической записи по времени (в принципе, с такой точностью сейсморазведка может “видеть” акустические неоднородности реальной среды).

В целом процесс формирования сейсмической записи можно сравнительно легко продемонстрировать на основе математического моделирования – решения прямой задачи (одномерной или двумерной) с оценкой вклада элементарных границ и толщ в интерференционную сейсмотрассу. Используя результаты такого моделирования, можно показать, что информация (в форме сейсмического отклика) от элементарного пласта (элементарной границы раздела) в пределах любой сейсмической записи распределяется по временной (глубинной) координате на довольно значительную величину. Эта величина состоит из длины зондирующего сейсмического импульса и толщины самого элементарного пласта (или толщи). Эффект интерференции как результат суперпозиции указанных элементарных записей (многочисленных сейсмических откликов) в любой исходной или результирующей сейсмической записи, как известно, является всеобъемлющим. Этот эффект интерференции крайне неблагоприятно влияет на процесс изучения детальной внутренней структуры исследуемых нефтеперспективных объектов (сильные сейсмические сигналы при этом вуалируют слабые, с которыми во многом связаны искомые геологические показатели). Каждая из амплитуд сейсмической записи

при этом представляет собой сумму вкладов элементарных откликов – сейсмической информации от вышележающих элементарных границ и пропластков на интервале, охватываемом длительностью зондирующего сейсмического импульса.

Механизм формирования сейсмического волнового поля и его интерференционная природа определяют соответствующий адекватный способ расшифровки этого поля на основе расщепления заключенной в интерференционной записи сейсмических колебаний разнотипной информации – об источнике и о реальной среде. Проблема расщепления такой информации осуществляется процедурой сейсмической инверсии. На этой основе, а также с использованием специального графа обработки сейсмических данных, обеспечивающего сохранение динамики сейсмической записи, восстанавливается акустическая модель реальной среды в виде 2D-разрезов или 3D-кубов эффективных коэффициентов отражения (ЭКО) и эффективных акустических жесткостей (АЖ).

Разработанная на основе принципиально новых концепций идеологии обработки, комплексной интерпретации данных сейсморазведки высокого разрешения и ГИС, технология ВРС-Гео ориентирована на извлечение из сейсмических данных информации о различных геологических показателях – литологическом составе, коллекторских свойствах и нефтенасыщенности пород-коллекторов. Технология прошла широкую апробацию на материалах, полученных в различных регионах страны и за рубежом, и продемонстрировала высокую эффективность в решении довольно сложных задач прогноза залежей углеводородов и при оценке ресурсов углеводородного сырья.

В настоящем сообщении приводится ряд примеров с результатами решения задачи нефтяной геологии на основе использования программных средств технологии ВРС-Гео. Рассмотрены три примера, характеризующие различные особенности геологического строения в различных регионах нашей страны.

На материалах, характеризующих сейсмогеологические условия юго-восточной части Непско-Ботуобинской антеклизы юга Сибирской платформы, изучено детальное геологическое строение подсолевых вендско-нижнекембрийских отложений – пластов-коллекторов нижнемотской подсветы. Выявлены потенциально перспективные объекты в парфеновском и других горизонтах, имеющих сложное строение в связи с большой литофациальной изменчивостью. Для определения местоположения выявленной здесь ранее залежи (по данным испытаний скважины Криволукской № 3) полевые измерения выполнены путем фиксации сейсмоприемников по обоим берегам реки Лены на уровне

уреза воды при возбуждении упругих колебаний пневмопушкой непосредственно в воде. Обработка полученных материалов выполнена с учетом особенностей криволинейных сейсмических наблюдений. Структура и плотность средних точек на площади технологически определены на основе использования принципов тотальной сейсморазведки за счет формирования композиций сейсмических трасс неравномерно распределенных на площадной базе общих средних точек «источник – приемник». Полученный материал обрабатывался как 3D-куб сейсмических данных с нанесением сетки обработки в соответствующей совокупности профилей inline и crossline. В процессе комплексной интерпретации данных высокого разрешения и ГИС реализован прогноз искомым показателям реальной среды, таких как глинистость, пористость, распределение углеводородов (рис. 1) и пластовой воды, соотношения различных литологических компонент с характером нефтегазонасыщения.

Результаты преобразований сейсмических данных высокого разрешения в геологические показатели для второго примера получены на Леушинской площади – территории Шаимского нефтегазоносного района Западно-Сибирской провинции (на границе сочленения тектонических элементов первого порядка – Карабашской моноклинали и Шугурской мегатеррасы). Промышленная нефтеносность здесь связывается, в первую очередь, с континентальными и субконтинентальными отложениями тюменской свиты, вогулкинской толщи и с аналогом отложений трехозерной пачки. Дается детальная оценка наиболее важных для поисков и промышленной разведки геологических показателей реальной среды, прежде всего вещественного состава, коллекторских свойств, характера и степени флюидонасыщения пластов-коллекторов в отложениях юрского комплекса (рис. 2) и доюрского основания.

В третьем из рассматриваемых примеров приводятся результаты переинтерпретации данных поисково-детальных сейсморазведочных работ МОГТ 3D на Южно-Золотаревском и Крепостном лицензионных участках (Волго-Уральская нефтегазоносная провинция). С использованием нового подхода к обработке и интерпретации скважинных и наземных сейсмических наблюдений изучены отложения по отражающим горизонтам, приуроченным к отложениям верейского, башкирского, бобриковского, турнейского, кыновского, пашийского, муллинского, ардатовского и воробьевского горизонтов. По всем этим горизонтам дается детальная оценка наиболее важных для поиска и промышленной разведки геологических показателей реальной среды, прежде всего

вещественного состава, коллекторских свойств, характера и степени флюидонасыщения пластов-коллекторов (рис. 3). На такой основе выявлены новые и подтверждены ранее известные нефтеперспективные объекты структурного и литологически экранированного типов.

Проведенные работы направлены, прежде всего, на повышение информативности и эффективности сейсмических исследований в рассматриваемых районах в целом, а также на сокращение объемов непродуктивного бурения на указанных выше площадях.

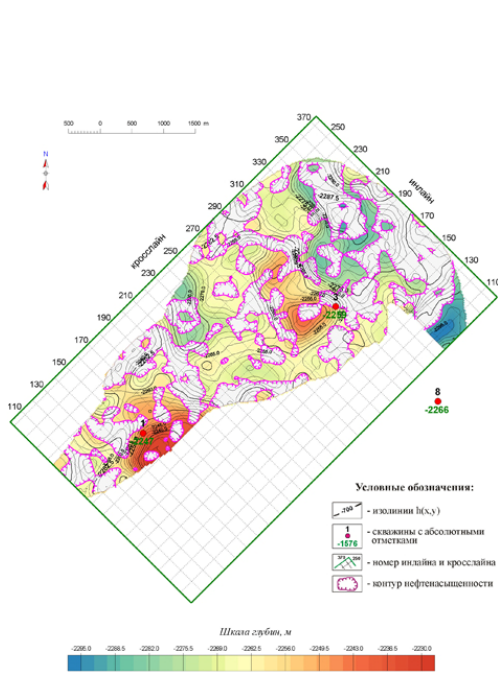


Рис. 1. Криволукская площадь. Структурная карта парфеновского горизонта с контурами нефтенасыщенности

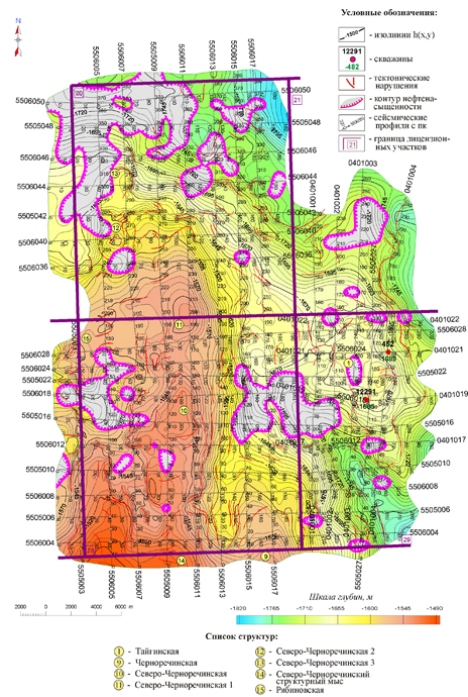


Рис. 2. Леушинская площадь. Структурная карта по кровле отложений вогулкинской толщи с контурами нефтегазонасыщенности

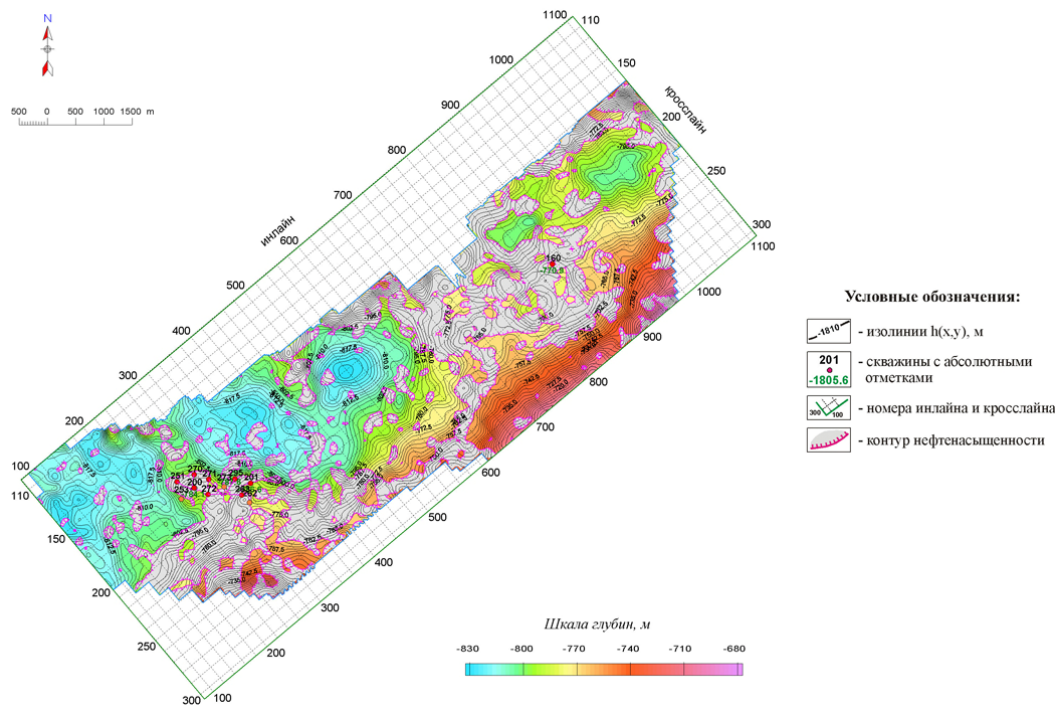


Рис. 3. Южно-Золотаревский и Крепостной лицензионные участки. Структурная карта по кровле отложений башкирского яруса с контурами нефтенасыщенности в его верхней части