

кования глубоким бурением, однако не первоочередных, т. к. положительно здесь оценивается только один комплекс. 4. Изотопный состав рассолов задонско-елецкого горизонта ВВП (скв. № 3 и № 11) соответствует диапазону морских вод. Это обстоятельство подтверждает седиментационную природу этих рассолов и свидетельствует о полной гидрогеологической закрытости отложений и благоприятных условиях для сохранения углеводородов. Межсолевые отложения ВВП (скв. № 11) характеризуются аномальными концентрациями Ra (2 160 усл. ед.), прогнозируется выявление залежи на расстоянии не более 100 м от скв. № 11. Также по радиенасыщенности перспективный участок по межсолевым отложениям располагается на расстоянии не более 700 м от скв. № 3 (Ra – 760 усл. ед.). 5. Межсолевые отложения ЮВП (скв. № 35) характеризуются двумя локальными показателями нефтеносности – вышефоновыми концентрациями NH₄ (62,8 мг/л) – дроздовские слои, и водорастворённого Ra (494 усл. ед.), что, наряду с другими данными, позволяет отнести этот объект к высокоперспективным в нефтеносном отношении.

Библиографические ссылки

1. Грибик Я. Г. Новые прогнозируемые месторождения нефти в Припятском прогибе // Инновац. развитие геол. науки – путь к эффектив. и комплекс. освоению ресурсов недр: материалы Международ. науч.-практ. конф. Минск : БелНИГРИ, 2007. С. 84–88.

2. Познякевич З. Л., Слободянюк И. А., Айзберг Р. Е., Грибик Я. Г. Оценка возможности выявления залежей нефти в межсолевом комплексе Внутреннего грабена Припятского прогиба // Проблемы освоения ресурсов нефти и газа Беларуси и пути их решения. Гомель : РУП ПО Белоруснефть, 2003. С. 108–122.

УДК: 550.834

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АVO-АНАЛИЗА НА КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ МЕЖСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Я. А. Переволоцкая

РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть,
ул. Книжная 156, 246003 Гомель, Республика Беларусь; Ya.Perevolockaya@beloil.by

Рассмотрено применение АVO-анализа на карбонатных коллекторах межсолевого комплекса Припятского прогиба.

Ключевые слова: АVO-анализ; карбонатные коллекторы; Припятский прогиб.

Основные нефтеперспективные залежи на территории Припятского прогиба расположены в северной части и характеризуются сложным сейсмогеологическим строением. Особенности строения определяют параметры не только проводимых на территории прогиба трёхмерных съёмки, но и дальнейших процедур, таких как применение на стадии обработки корректного графа и выработка оптимальных подходов к интерпретации сейсмических данных.

Трёхмерные сейсмические работы, направленные на изучение свойств пород коллекторов на качественном уровне, особенно в сложных условиях Припятского прогиба, в настоящее время уже обладают рядом особых преимуществ: равномерность (получение сейсмической информации осуществляется равномерно со всех азимутальных направлений), высокая кратность, регистрация информации на максимальных удалениях [3].

Использование на этапе обработки сейсмической информации графа в режиме сохранения истинных амплитуд, выполняемого с учётом сложных сейсмогеологических условий

Припятского прогиба, позволяет не только проводить структурную интерпретацию, но и изучать динамические характеристики сейсмического сигнала.

На данный момент времени особый интерес для сейсмической интерпретации представляет не только изучение структурного плана целевого горизонта, но и получение данных о коллекторских свойствах пластов. Прогноз свойств основан на комплексном изучении сейсмических и скважинных данных, поскольку сейчас качество сейсмических данных позволяет изучать литологию, прогнозировать трещиноватость и оценивать фильтрационно-ёмкостные свойства пластов, что в свою очередь обуславливает возрастание интереса к методам сейсмической инверсии, как методам, способным получать дополнительную информацию из данных сейсморазведки.

Одним из видов сейсмической инверсии является AVA-анализ или AVO-анализ, который описывает поведение амплитуды отраженной волны в зависимости от угла падения (AmplitudeVersusAngle) или в зависимости от выноса, удаления взрыв-прибор (AmplitudeVersusOffset).

Основой метода AVO-анализа является зависимость амплитуды отражения от удаления. Коэффициенты отражения лежат в основе регистрируемых сейсмических амплитуд, а они меняются вместе с углом отражения (AVA) или, что идентично углу, удалению взрыв-прибор (AVO). Наиболее фундаментальным в описании коэффициентов отражения на границе раздела двух сред является уравнение Цеппритца, которое описывает изменение зависимости сжатия и растяжения сред при пересечении волной границы раздела [4].

Исходными сейсмическими данными для AVO-анализа являются: мигрированный куб сейсмограмм в глубинной области и глубинно-скоростная модель. Мигрированные сейсмограммы переводятся из глубинной во временную область, используя глубинно-скоростную модель. Использование для AVO-анализа скалированных во временную область сейсмограмм позволяет скорректировать амплитуды за горизонтальные различия динамических эффектов – геометрическое расхождение и потери на прохождение, а также за эффекты регистрации [1].

Ранее анализ сейсмического материала, полученного на карбонатных коллекторах, основывался в большинстве своём на интерпретации суммарных кубов сейсмических данных, однако, информации по суммарному кубу обычно недостаточно для установления свойств карбонатных коллекторов. Поэтому особый интерес к проведению анализа зависимости амплитуды отражения от удаления на карбонатных коллекторах представляет детальное изучение сейсмограмм, которые в отличие от суммарных кубов обладают «физичностью», т. е. сохраняют первичную информацию об амплитудных аномалиях, которые, в частности, могут быть ассоциированы с наличием углеводородов.

Для выполнения AVO-анализа и выделения AVO-аномалий на первичном сейсмическом материале проводят специальную дообработку до суммирования и обработку с сохранением истинных амплитуд, дообработка является основой для качественного выполнения AVO-анализа.

С целью анализа выполняемой обработки в дальнейшем на стадии выполнения динамического анализа проводится оценка изменения основных контролируемых параметров, которыми являются спектр, отношение сигнал/помеха и разрешённость. Эти параметры позволяют характеризовать качество выполнения процедур обработки, а так же являются показателем кондиционности сейсмических данных для выполнения последующей динамической интерпретации.

Первым этапом выполнения AVO-анализа является оценка качества исходных данных, анализ пригодности материала и последующая его корректировка с применением процедур дообработки данных в режиме сохранения истинных амплитуд (DesignPreconditioning) пакета Probe. Целью данного этапа работ является подготовка несуммированных сейсмических данных таким образом, чтобы амплитуда была пропорциональна коэффициенту отражения. Это

означает, что все остальные эффекты распространения волн, влияющие на амплитуды, должны быть учтены в максимально возможной степени.

С целью получения сейсмограмм пригодных для проведения AVO-анализа для площадей Припятского прогиба стандартно применяются следующие процедуры дообработки: медианный фильтр, BandpassFilter, WaveletUnstretching, амплитудная балансировка, геометрическое расхождение [2].

После применения соответствующих процедур предварительной обработки данных, анализа скважинных данных, проводится инверсия AVO. В процессе выполнения процедуры несуммированные данные на основе линейаризованной аппроксимации Аки-Ричардса преобразуются в атрибуты AVO – разрезы коэффициентов отражения Р-волн, S-волн и их линейные комбинации, являющиеся мерой различных упругих параметров.

Комплекс процедур AVO-анализа, имеющийся в программном пакете Probe компании Paradigm, может быть использован для создания объёмов данных (AVO-атрибутов), позволяющих на качественном уровне оценить амплитудные аномалии и расширить возможности по прогнозированию в процессе интерпретации перспективных участков и их оконтуривании.

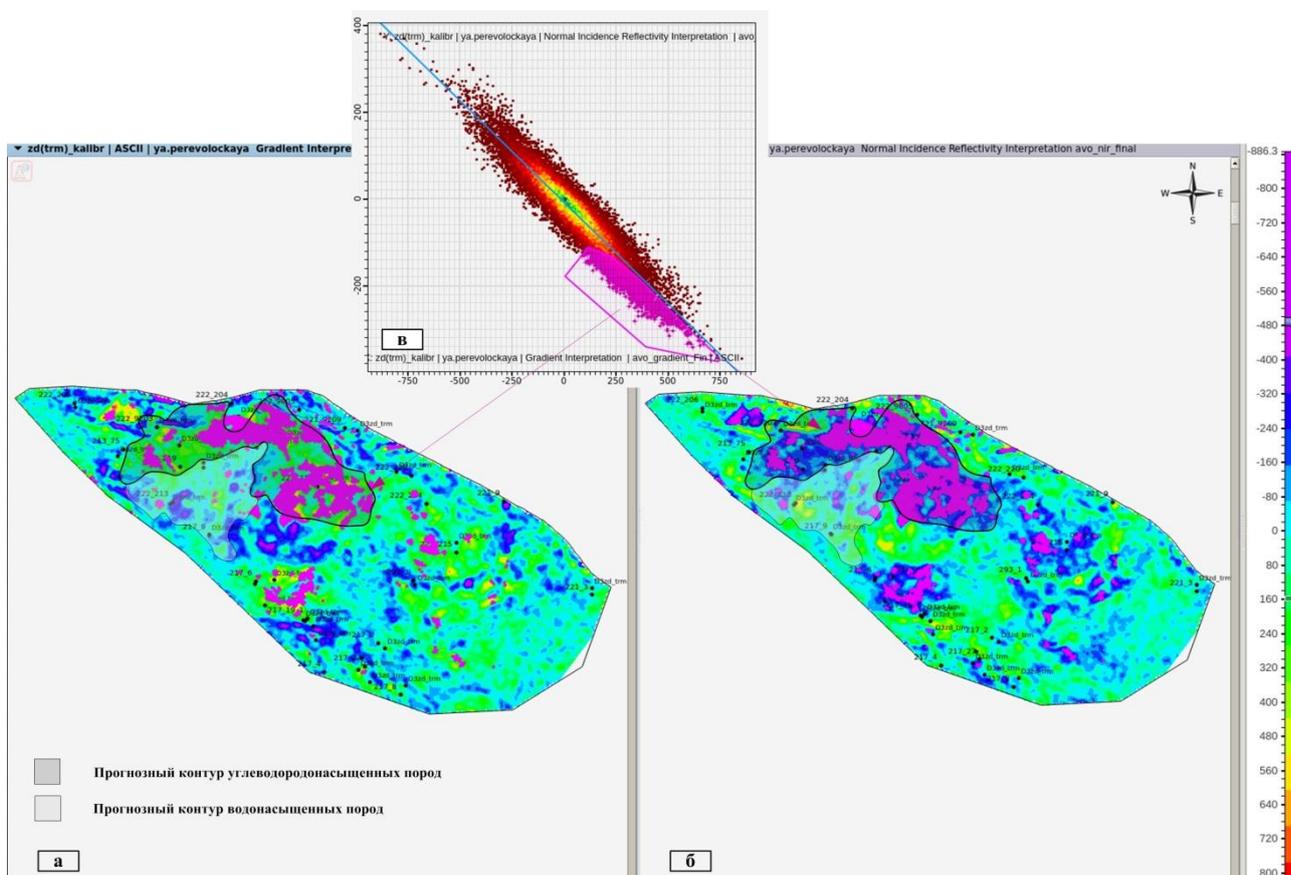


Рисунок - Результаты AVO-анализа в интервале тремлянских слоёв задонского горизонта одного из месторождений Припятского прогиба
Фрагменты карт AVO-атрибута: а - Gradient; б - NIR; в - кроссплот между картами атрибутов.

Для расчёта AVO-атрибутов задается Линия Мадрока. Аномальными, программа считает значения, не попадающие на эту линию, т. е., отличающиеся от фоновых. В ходе выполнения AVO-анализа, как правило, рассчитываются, следующие атрибуты: Normal Incidence Reflectivity, Gradient, P-wave Impedance Reflectivity, S-wave Impedance Reflectivity, Fluid Factor, Lambda*Rho Reflectivity, Mu*Rho Reflectivity. Однако, подробный анализ карт, экстрагированных по парам соответствующих атрибутов в интервалах межслоевой толщи на ряде пло-

щадей Припятского прогиба, а так же кросс-плотов между этими картами, позволяет характеризовать только атрибуты $\Lambda \cdot \rho \text{ Reflectivity}$ и $\mu \cdot \rho \text{ Reflectivity}$, Fluid Factor, а так же Normal Incidence Reflectivity, Gradient (рис.) как наиболее информативные.

Построение кросс-плотов между парами соответствующих атрибутивных карт, осуществляется с целью идентификации характера аномалий. Основной задачей при анализе кросс-плотов является выделение области, выпадающей из трендовой зависимости точек, которая предположительно локализована в зоне углеводородонасыщения или районе предполагаемого коллектора. Аномалии, выделяемые на кросс-плотах, могут быть связаны не только с пористостью, но и с другими отличными от окружающих пород свойствами, следовательно, для проведения данного анализа необходимо наличие достаточного количества скважин, которые имели бы в своём разрезе породы-коллекторы с различными свойствами или их отсутствие.

AVO-анализ, апробированный в других регионах, является качественным методом, позволяющим дополнить прогноз ФЕС по сейсмическим данным, главным образом, для терригенных коллекторов. Однако, положительный практический результат прогноза на карбонатных коллекторах позволяет рекомендовать проведение AVO-анализа как в терригенных, так и в карбонатных отложениях на площадях Припятского прогиба.

Библиографические ссылки

1. *Воскресенский Ю. Н.* Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов: учеб. пособие для вузов. М. : РГУ нефти и газа, 2001.

2. *Переволоцкая Я. А., Шкрабов А. П.* Применение AVO-анализа для оценки межсолевого комплекса Красносельского месторождения Припятского прогиба // *Літасфера*. 2017. № 1 (46) С. 129–134.

3. *Переволоцкая Я. А., Чебурахин Ю. А., Конюшенко А. С.* Алгоритм обработки сейсмического материала для проведения динамического анализа с целью изучения карбонатных коллекторов Припятского прогиба // *Літасфера*. 2018. № 1 (48). С. 30–37.

4. *Разин А. В., Меркулов В. П., Чернов С. А.* Применение геофизики при изучении месторождений нефти и газа. Томск : Центр проф. переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ, 2004.

УДК 550.849

ПРОГРАММНЫЙ АНАЛИЗАТОР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО И ДОБЫВАЮЩЕГО ФОНДА СКВАЖИН

С. С. Коранчук

Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти,
ул. Книжная 15а, 246003 Гомель, Республика Беларусь; S.Koranchuk@beloil.by

На примере подсолевой залежи Вишанского, а также подсолевой и межсолевой залежей Осташковичского месторождений показаны результаты работы программного анализатора взаимодействия нагнетательного и добывающего фонда скважин.

Ключевые слова: скважины; программный анализатор.

На фоне высокого темпа развития современных технологий и роста требований к анализу разработки, гидродинамическим моделям и прогнозируемым вариантам разработки, а также большой загруженностью специалистов ручным анализом, критически важным является автоматизация процессов по сбору, хранению и обработке технологических показателей разрабатываемых нефтяных и газовых залежей. К сожалению, белорусская нефтяная отрасль пока ещё не настроена на автоматизацию процесса сбора, в связи с высокой стоимостью необходимого оборудования, однако этапы по хранению и обработки данных имеют положитель-