

Я. А. Переволоцкая

Республиканское унитарное предприятие «Производственное объединение «Белоруснефть»», Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти (БелНИПИнефть), Гомель, Республика Беларусь

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ AVO-АНАЛИЗА
ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОГНОЗА КОЛЛЕКТОРОВ
МЕЖСОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА**

Аннотация

Рассмотрены особенности применения AVO-анализа на карбонатных коллекторах межсолевой толщи Припятского прогиба. Амплитудные аномалии, выделяемые в ходе проведения AVO-анализа, связаны с косвенными признаками углеводородов, могут быть закартированы и дают представление о распространении залежи в пространстве, что позволяет на качественном уровне дополнять прогноз фильтрационно-емкостных свойств пластов.

Ключевые слова:

AVO-анализ, динамический анализ сейсмических данных, карбонатный коллектор, Припятский прогиб.

Ya. A. Perevolotskaya

Republican Unitary Enterprise «Production Association «BELORUSNEFT»», BelNIPIneft, Gomel, Republic of Belarus

**THE APPLICATION OF TECHNOLOGY OF AVO-ANALYSIS FOR QUALITATIVELY
FORECASTING OF RESERVOIRS OF AN INTERSALT COMPLEX OF PRIPYAT
TROUGH**

Abstract

The article reviews the features of AVO-analysis application to carbonate reservoirs of an intersalt stratum of the Pripyat Trough. The amplitude anomalies identified during the AVO-analysis are explained by the indirect signs of hydrocarbons, can be mapped and yield an idea of distribution of deposits in space, which allows to qualitatively complement the forecast of filtration and capacitive properties of layers.

Keywords:

AVO-analysis, dynamic analysis of the seismic data, carbonate reservoir, Pripyat Trough.

AVA-анализ, или AVO-анализ, который описывает поведение амплитуды отраженной волны в зависимости от угла падения (amplitude versus angle) или в зависимости от выноса, удаления взрыв — прибор (amplitude versus offset) (Разин и др., 2004), является одним из видов динамической интерпретации сейсмических данных. Данный метод применяется для поиска и разведки залежей газа в терригенных коллекторах, однако в последнее время AVO-анализ используется и для прогнозирования предполагаемого насыщения карбонатных коллекторов.

AVO-анализ, основанный на изучении изменений амплитуд по сейсмограммам, дает представление о связях между скважинными данными и амплитудами сейсмических сигналов, полученных по результатам сейсморазведочных работ.

Технология метода предполагает расчет объемных AVO-атрибутов, анализ разрезов и карт, по которым позволяет извлечь дополнительную информацию о продуктивности коллекторов межсолоевой толщи Припятского прогиба.

Однако существует проблематика выполнения AVO-анализа на материалах Припятского прогиба, которая заключается, в первую очередь, в том, что концепция AVO-анализа разработана для однородной горизонтально-слоистой среды. В случае же работ на сложнопостроенных месторождениях Припятского прогиба, помимо учета строения среды, необходимо учитывать ряд осложняющих факторов, что обуславливает выработку оптимальных методических подходов на всех стадиях проведения сейсморазведочных работ с целью получения сейсмического материала, пригодного для выполнения процедур динамической интерпретации.

Трехмерные 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: равномерностью (получение сейсмической информации осуществляется равномерно со всех азимутальных направлений), высокой кратностью и регистрацией информации на максимальных удалениях.

Применение на этапе обработки графа в режиме сохранения истинных амплитуд, выполняемого с учетом сложных сейсмогеологических условий Припятского прогиба, позволяет не только проводить структурную интерпретацию, но и изучать динамические характеристики сейсмического сигнала, в частности AVO-аномалии (Переволоцкая и др., 2018).

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 (Воскресенский, 2001).

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.

Основной 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 (Переволоцкая, Шкрабов, 2017).

Основными параметрами, которые позволяют характеризовать качество выполнения процедур обработки и служат показателем кондиционности сейсмических данных для выполнения последующей динамической интерпретации, являются спектр, отношение сигнал / помеха и разрешенность (рис. 1).

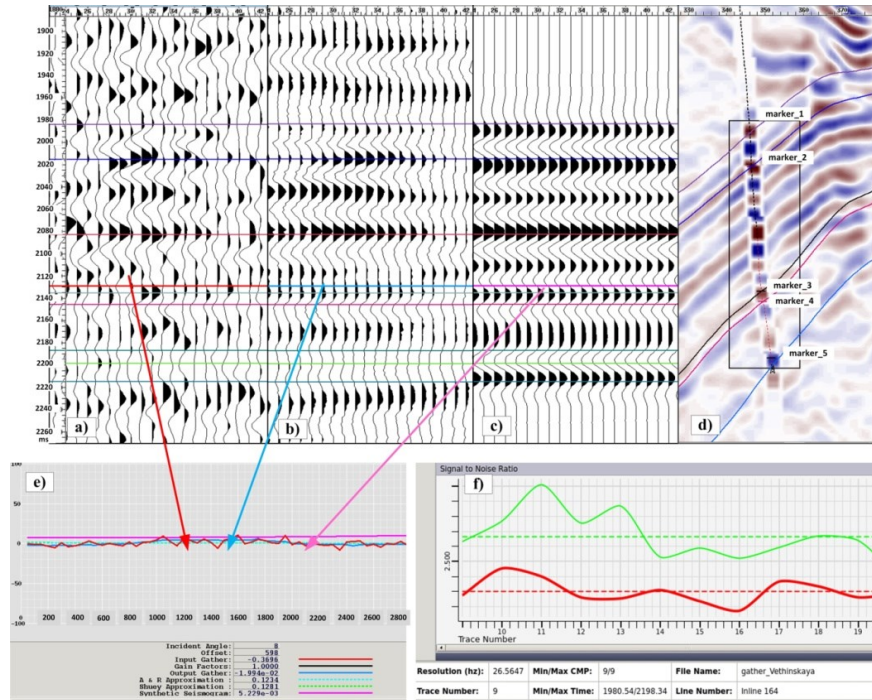


Рис. 1. Оценка возможности выполнения AVO-инверсии:
a — исходная сейсмограмма в районе скважины; *b* — сейсмограмма после дообработки; *c* — синтетическая сейсмограмма; *d* — фрагмент куба PSDMt;
e — графики зависимости амплитуды от удаления / угла; *f* — графики соотношения сигнал / помеха, красный цвет — исходная сейсмограмма, зеленый — дообработанная

Fig. 1. The estimation of the possibility of AVO-inversion realization:
a — initial seismicogram in the borehole region; *b* — seismicogram after post-processing;
c — synthetic seismicogram; *d* — fragment of cube PSDMt; *e* — plots of amplitude versus offset / angle; and *f* — plots of signal-to-noise ratio, red — initial seismicogram, green — seismicogram after post-processing

Процедуры дообработки сейсмического материала осуществляются с контролем графиков зависимости амплитуды от удаления (сигнатуры AVO) вдоль выбранного временного среза.

Анализ графиков поведения амплитуд позволяет сделать вывод о неплохой согласованности теоретически рассчитанных и реальных (дообработанных) данных, что, в свою очередь, является показателем корректно выполненной обработки и дообработки исходного сейсмического материала в режиме сохранения истинных амплитуд.

На следующем этапе проведения AVO-анализа рассчитывается ряд объемных атрибутов. Сопоставление карт, экстрагированных по парам соответствующих атрибутов в интервалах межсолевой толщи на ряде площадей Припятского прогиба, с данными бурения позволяет сделать вывод о том, что AVO-атрибуты различаются по эффективности проявления аномалий, предположительно связанных с насыщением углеводородом. Следует отметить,

что AVO-аномалии, выделяемые по кросс-плотам соответствующих атрибутивных пар карт в сложных сейсмогеологических условиях Припятского прогиба, не являются стандартизированными и анализируются для каждого конкретного месторождения. Таким образом, в ходе анализа полученных AVO-атрибутов к наиболее информативным были отнесены: $\Lambda \cdot \text{RhoReflectivity}$ и $\mu \cdot \text{RhoReflectivity}$, Fluid Factor, а также Normal Incidence Reflectivity, Gradient.

Одним из информативных AVO-атрибутов является Fluid Factor, который позволяет оценить предположительное углеводородонасыщение на основе определения отклонений соотношения V_p / V_s от фоновых значений, характерных для водонасыщенных пород. На карте AVO-атрибута Fluid Factor, экстрагированной в продуктивном интервале межсолевой толщи одной из площадей Припятского прогиба, выделяется аномальная область, отличающаяся повышенными значениями атрибута. Следует отметить, что данная аномальная зона выделяется вблизи скважин, по которым на основе анализа материалов ГИС выделены повышенные мощности коллекторов (рис. 2).

Таким образом, карта AVO-атрибута Fluid Factor позволяет сделать вывод о наличии корреляционной связи между аномальными значениями атрибута, предположительно связанными с углеводородонасыщением, и данными ГИС.

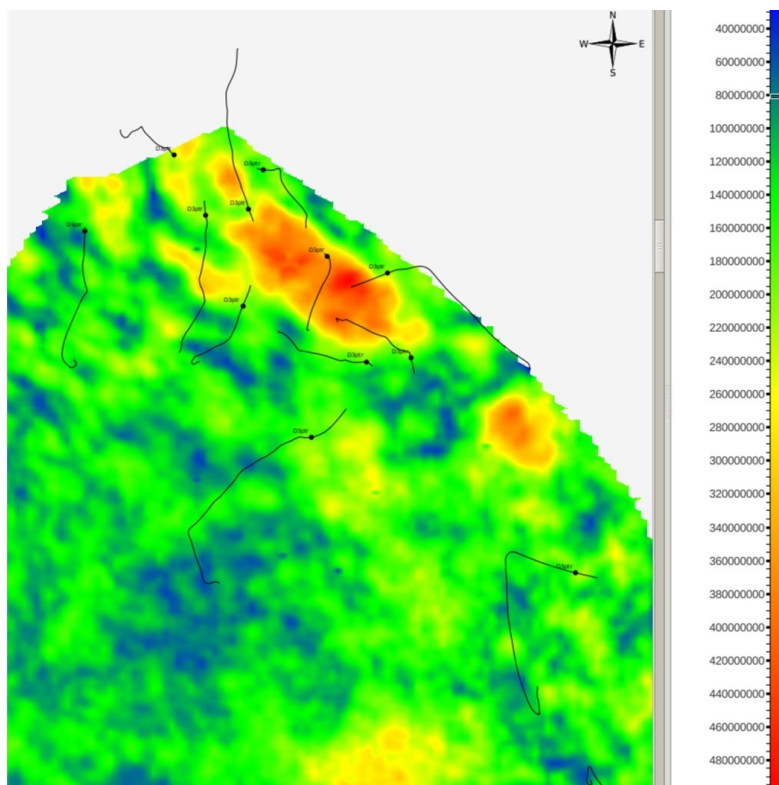


Рис. 2. Фрагмент карты AVO-атрибута Fluid Factor, экстрагированной в интервале межсолевой толщи одной из площадей Припятского прогиба

Fig. 2. The fragment of the map of an AVO-attribute Fluid Factor, extracted in the interval of intersalt stratum of an area of Pripyat Trough

На данный момент времени на площадях Припятского прогиба прогноз фильтрационно-емкостных свойств осуществляется практически всеми современными методами динамической интерпретации сейсмических данных (сейсмическая инверсия, сейсмофациальный анализ, атрибутный анализ, спектральная декомпозиция), в том числе и AVO-анализ, результаты которого позволяют на качественном уровне дополнять результаты ведущих методов динамической интерпретации.

Литература

Воскресенский Ю. Н. Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов: учеб. пособие для вузов. М.: РГУ нефти и газа, 2001. 68 с.

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

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.

Разин А. В., Меркулов В. П., Чернов С. А. Применение геофизики при изучении месторождений нефти и газа. Томск: Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ, 2004. 332 с.

Сведения об авторе

Переволоцкая Янина Александровна

геофизик второй категории, БелНИПИнефть, Ya.Perevolockaya@beloil.by

Perevolotskaya Yanina Aleksandrovna

Geophysicist of II category, BelNIPIneft, Ya.Perevolockaya@beloil.by

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.028

УДК 553.26:551.243

А. В. Родионова^{1,2}, В. Н. Войтенко³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, Санкт-Петербург, Россия

² Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

³ ООО «Геологический центр СПбГУ», Санкт-Петербург, Россия

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА МАЛТАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ РУД ДОМЕНА ДОЛИННОГО И МАЛТАН)

Аннотация

Представлены результаты изучения руд Малтанского рудного поля по материалам, собранным в ходе работ 2014 г. по изучению условий локализации золоторудной минерализации северо-западной части Тарынского рудно-россыпного узла. На основании данных исследований были уточнены особенности минерального состава руд Малтанского рудного поля.

Ключевые слова:

Малтанское рудное поле, условия локализации, этапы рудообразования, золото-сурьмяное оруденение, золото-кварцевое оруденение.