

ОПРОБОВАНИЕ AVO-АНАЛИЗА В ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЕ

© В.Н. Яковлев, 2009

Восточно-Украинская геофизическая разведочная экспедиция, ГПП “Укргеофизика”, Полтава, Украина

The AVO-analysis has been tried to make prognosis of a geological section by seismic data. The technique and processing parameters have been tested. As a result, we can see a potential of obtaining AVO- attributes and using them to predict hydrocarbon presence.

В конце 1960-х годов было замечено, что резкое изменение амплитуд отраженных волн на сейсмических разрезах может быть связано с проявлением углеводородов (УВ). Этот метод, связывающий отражающую способность горизонтов с залежами УВ, был назван методом “яркого пятна”. Однако дальнейшая реализация метода показала, что резкие изменения амплитуд на сейсмических разрезах не всегда ассоциируются с резервуарами УВ. Они могут быть вызваны также литологическими изменениями и другими причинами.

В связи с такой неоднозначностью качественного метода “яркого пятна” на смену ему со середины 1980-х годов за рубежом начал развиваться новый подход, основанный на количественном изучении амплитуд отражений не по суммарным разрезам ОГТ, а по сейсмограммам. Он получил название AVO (Amplitude Variation with Offset) – изучение изменения амплитуд с удалением (расстоянием между источником и приемником).

Теоретические предпосылки AVO-анализа основаны на уравнениях Цеппритца, описывающих изменение коэффициентов отражения в зависимости от угла падения волны (удаления). Увеличение эффективного коэффициента отражения и амплитуды отражения с удалением может служить индикатором наличия УВ.

В предлагаемой статье рассматриваются результаты опробования AVO-анализа в Днепровско-Донецкой впадине (ДДВ). Работы выполнены в Восточно-Украинской геофизической разведочной экспедиции ГПП “Укргеофизика” в обрабатывающей системе ProMAX процедурой AVO Attribute Stacks.

В результате работы этого процесса получено девять признаков AVO. Два из них базовые: интерцепт (I) – коэффициент отражения на нулевом удалении, и градиент (G) – приращение амплитуд с удалением. Остальные признаки являются производными от двух базовых. Краткое описа-

ние признаков имеется в инструкции пользователя ProMAX.

В условиях ДДВ более информативными для рекогносцировочного анализа оказались два атрибута: произведение интерцепта на градиент ($I \times G$) и фактор флюида (V_p/V_s). Более детальное исследование можно производить по сейсмограммам ОГТ, ограниченным по углу выхода волны (процедура AVO Analysis Gathers).

Профили для AVO-анализа обработаны по графу, не искажающему относительные значения амплитуд отраженных волн на сейсмограммах, – без амплитудных регулировок, частотных фильтров, деконволюции. Особое внимание уделено коррекции статических и кинематических поправок. Входными данными для AVO-анализа могут быть:

- 1) сейсмограммы ОГТ;
- 2) бинированные (2–4 трассы) сейсмограммы;
- 3) DMO;
- 4) миграция до суммирования Prestack Time Migration.

На опорном профиле получаем все четыре варианта AVO-атрибутов. На этом профиле желательно иметь информацию о наличии залежей УВ. Вариант, при котором на месте продуктивного пласта фиксируется более четко выраженная аномалия, принимается как рабочий для остальных профилей на исследуемой площади. AVO-атрибуты, выявленные на этих профилях, анализируем с целью поиска аналогичных аномалий в тех же отложениях, что и на опорном профиле.

Для нахождения мест аномальных значений, которые нуждаются в дальнейшем исследовании, используется программа AVO Interactive Crossplot. Анализируется совместное изображение двух атрибутов – интерцепта и градиента. Поиск выполняется в интерактивном режиме на экране монитора.

В этой публикации приведены результаты AVO-анализа по Западно-Ульяновскому газокон-

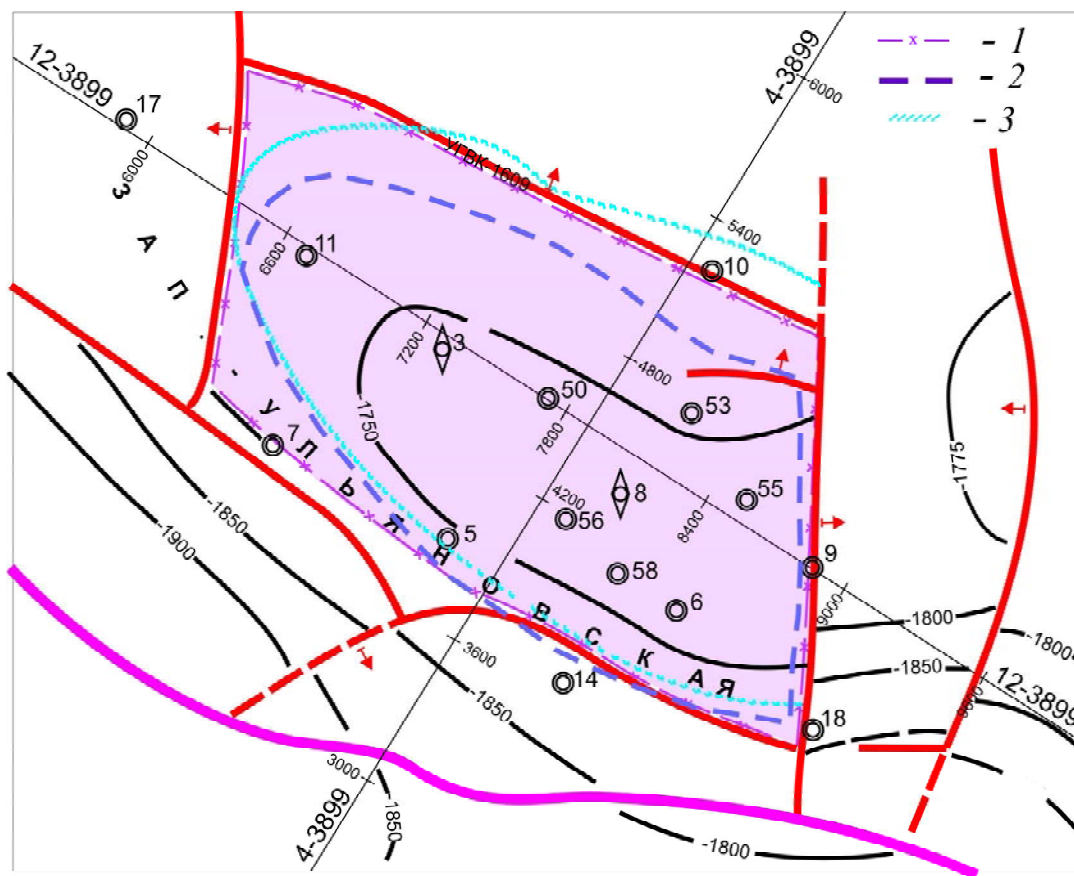


Рис. 1. Структурная карта по отражающему горизонту V_6^3 : 1 – УГВК-1609 по данным бурения; 2 – контур продуктивной толщи по данным бурения; 3 – контур “яркого пятна” по МОГТ

денсатному месторождению, которое детально изучено сейсморазведкой и бурением (рис. 1).

Анализ выполнен по профилям 04-3899 (рис. 2) и 12-3899 (рис. 3). Все варианты анализа показаны в масштабе глубин от абсолютного ноля.

На скважинах отмечены эксплуатируемые газонасыщенные пласты Б-4, Б-7, Б-8 и Б-10 в интервале глубин 1380–1700 м. Каждый из них отобразился в AVO-аномалиях. Аномалии оказались не такими выдержанными, как на сейсмических разрезах, что согласуется с данными бурения, свидетельствующими о наличии здесь литофациальных замещений и разрывных нарушений. На атрибуте $I \times G$ (рис. 2, 3) прослеживается газоводный контакт на глубине 1609 м (УГВК-1609), установленный бурением. Кроме того, на AVO-атрибутах хорошо видны разрывные нарушения, выявленные бурением на этой площади. Причем амплитуда одного из них, на профиле 04-3899 возле скв. 5, составляет всего 8 м, остальных – 80–120 м (рис. 2, 3).

На Туровской площади AVO-анализ выполнен по всем профилям. Его результаты включены в “Отчет по сейсморазведочным работам на Туровской площади”, защищенный в декабре 2007 г. На профиле 40-3106 скв. 2 на глубине 5200 м

вскрыла продуктивную толщу, которая нашла отображение в AVO-атрибутах (рис. 4). AVO-анализ позволил выделить на площади работ в тех же отложениях еще две аналогичные аномалии, в пределах которых рекомендовано бурение глубоких скважин.

AVO-анализ опробован, примерно, на 50 профилях в центральной и прибортовых зонах ДДВ. Аномалии на месте известных залежей УВ получены не на всех профилях. Отрицательный результат получен при низком качестве полевого материала или же при недостаточной длине географа. Ограничений из-за глубины залегания изучаемых горизонтов не замечено.

Качественное выполнение AVO-анализа возможно при соблюдении следующих условий:

- наличие качественных отраженных волн в интересующем нас интервале;
- тщательная коррекция статических и кинематических поправок;
- оптимальный граф обработки профиля для AVO-анализа.

Результаты опробования методики AVO-анализа позволяют рекомендовать ее повсеместное применение для прогнозирования геологического разреза при производстве сейсморазведочных работ в ДДВ.

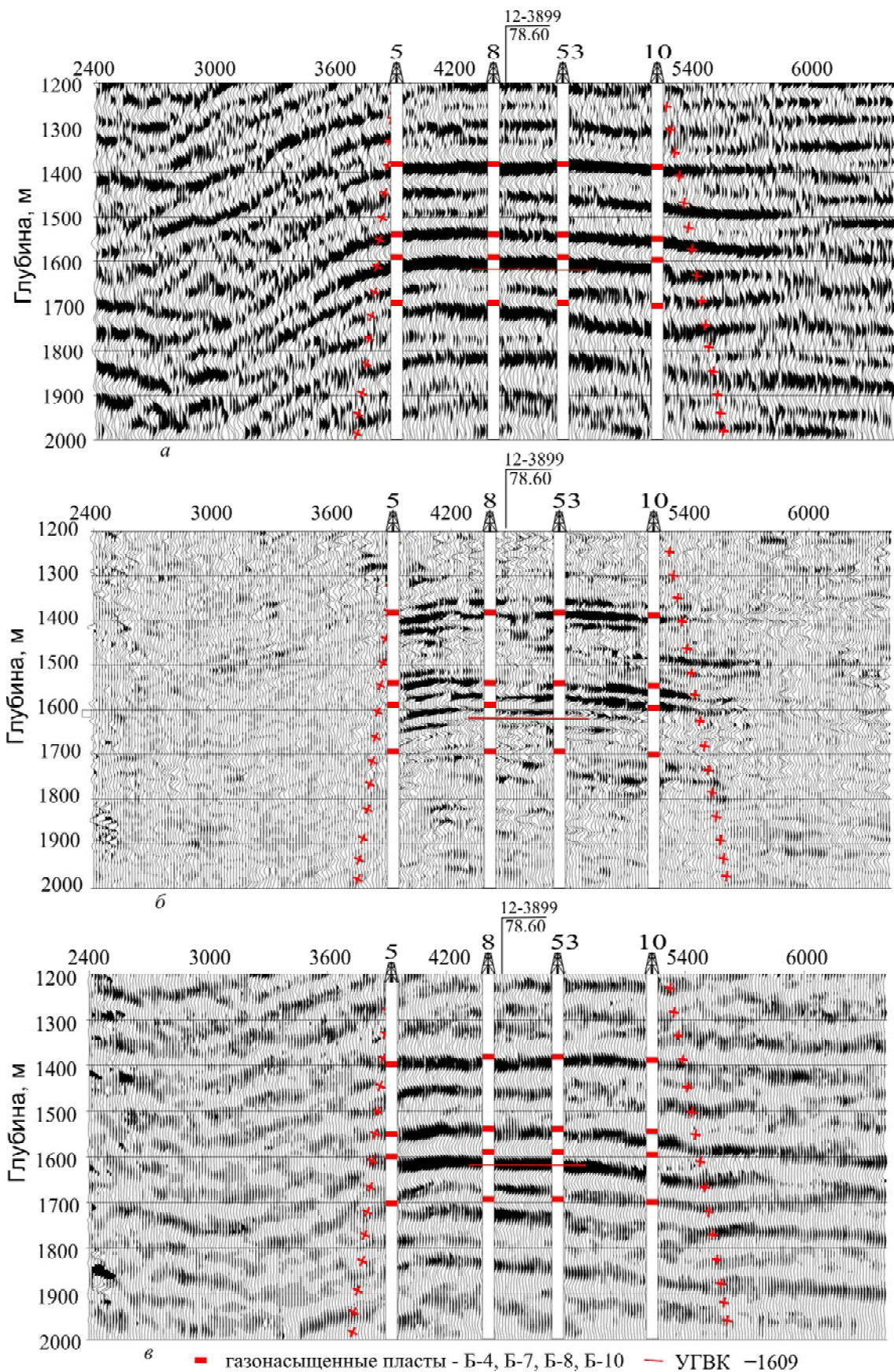


Рис. 2. Профиль 04-3899: *a* – сейсмический разрез; *AVO-атрибуты*: *b* – произведение интерцепта на градиент ($I \times G$); *v* – фактор флюида (V_p/V_s)

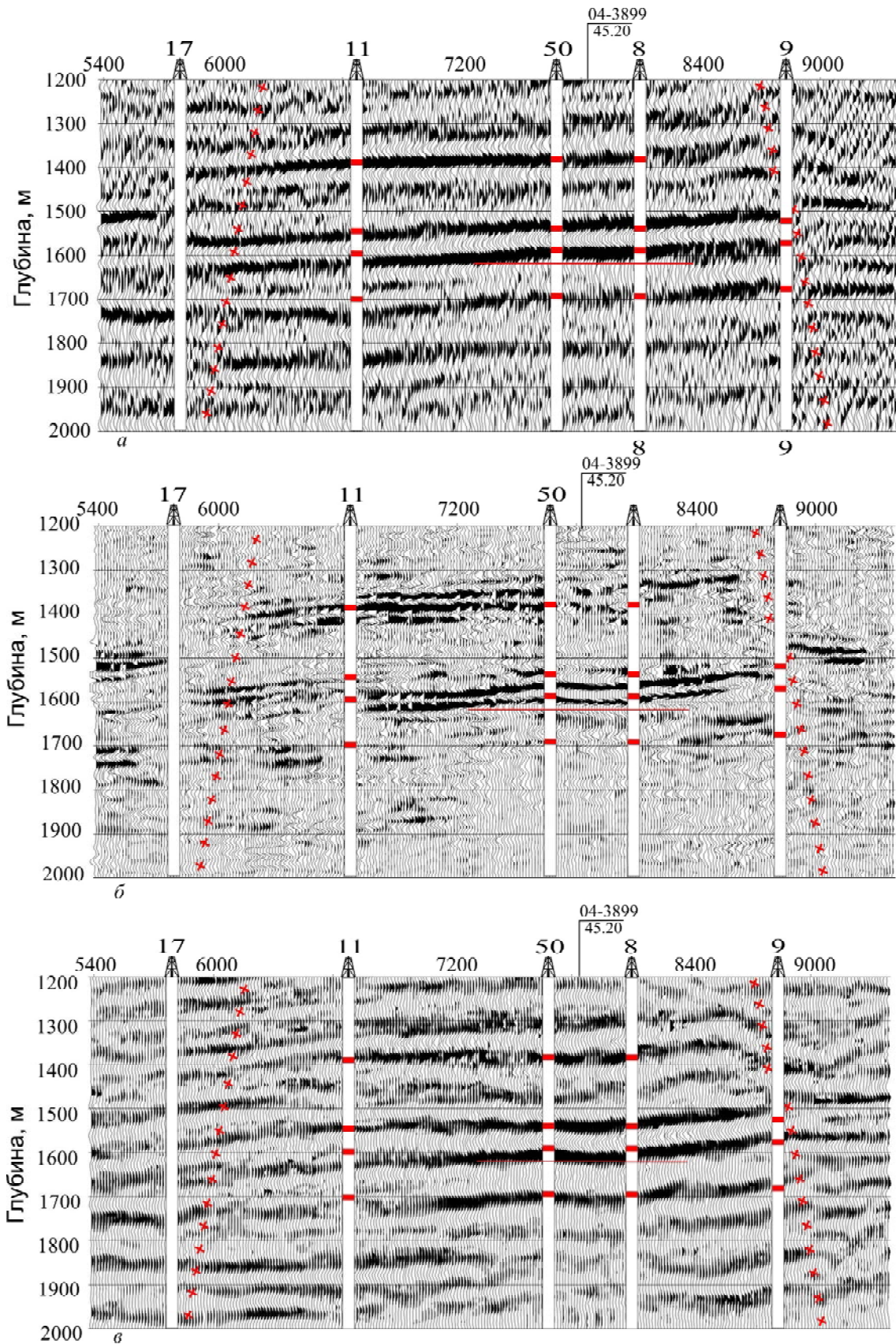


Рис. 3. Профиль 12-3899. Условные обозначения те же, что и на рис. 2

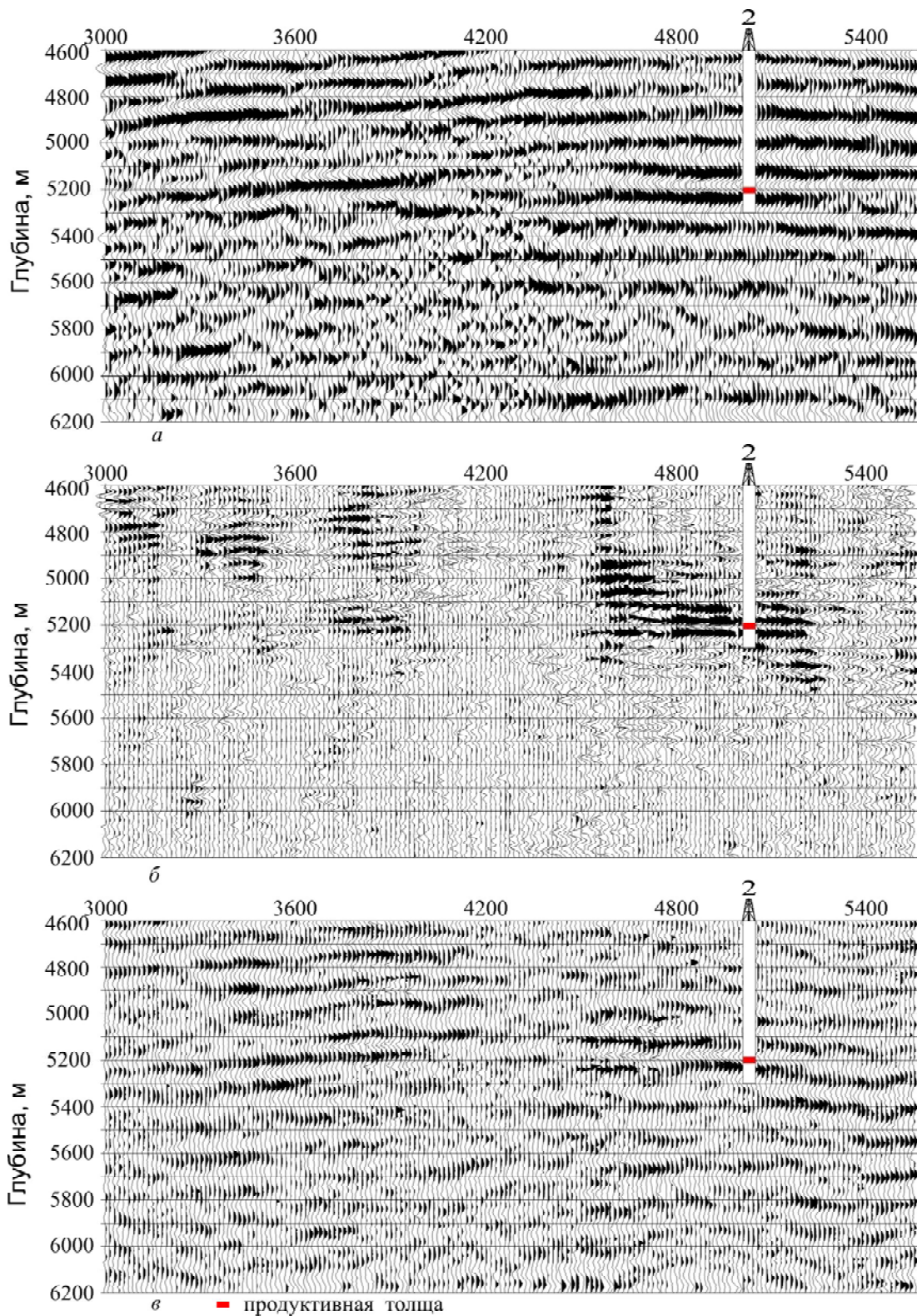


Рис. 4. Профиль 40-3106. Условные обозначения те же, что и на рис. 2

1. *Воскресенский Ю.Н.* Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов. – М.: Изд-во Рос. гос. ун-та нефти и газа, 2001.
2. *Баранский Н.Е., Старобинец М.Е., Королев Е.К. и др.* Миграция и AVO: соседство или марьяж? // Геофизика. – 2000. – № 2. – С.22–26.
3. *Бинкин И. Г., Мосякин А.Ю., Бусыгин И.Н.* AVO и многоволновая сейсморазведка при прогнозе залежей углеводородов в терригенном разрезе Западного Предкавказья // Геофизика. – 2000. – № 3. – С. 18–20.
4. *Мармалевский Н.Я.* Разработка методики и алгоритмов сейсмологографических преобразований профильных и площадных сейсмограмм для неоднородных и сложно построенных сред: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: ВНИИ Геофизика, 1991.
5. *Castagna J.P.* AVO analysis – Tutorial and review / Eds J.P. Castagna, M.M.Backus // Offset-dependent reflectivity – Theory and practice of AVO analysis. – Soc. Expl. Geophys., 1993. – P. 3 – 36.
6. *Castagna J.P., Smith S.W.* Comparison of AVO indicators: A modeling study // Geophysics. – 1994. – **59**. – P. 1849 – 1855.

Надійшла до редакції 04.07.2008 р.

В.Н. Яковлев

ОПРОБОВАНИЕ AVO-АНАЛИЗА В ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЕ

Опробовано выполнение AVO-анализа для прогнозирования геологического разреза по сейсморазведочным данным. Отработаны методика и параметры обрабатывающих процедур. Показаны возможность получения AVO-атрибутов и их использование для прогнозирования наличия углеводородов в Днепровско-Донецкой впадине.

В.М. Яковлев

ОПРОБУВАННЯ AVO-АНАЛІЗУ У ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКІЙ ЗАПАДИНІ

Випробувано виконання AVO-аналізу для прогнозування геологічного розрізу за сейсморозвідувальними даними. Відпрацьовано методику і параметри обробних процедур. Показано можливість отримання AVO-атрибутів та їх використання для прогнозування наявності вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині.