

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.834.05

**И.М. Мраморова<sup>1</sup>****О ВЫБОРЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СРЕДЫ В ПОЛЕ УПРУГИХ ВОЛН НА ДВУХ ПРИМЕРАХ**

Статья посвящена сравнению некоторых результатов обработки, полученных тремя методами: общей глубинной точки, мультифокусинга, параметрической развертки отображений. Ставится вопрос о корректности применения того или иного метода для каждого из приведенных примеров.

*Ключевые слова:* обработка сейсмических данных, временной разрез, получение изображения среды, метод ОГТ, мультифокусинг, интерпретация.

The article focuses on comparison of some processing results obtained by three methods: common depth point, Multifocusing, PRO technology. The correctness of application of these methods for given examples is analyzed.

*Key words:* seismic data processing, time section, imaging, method CMP, Multifocusing, interpretation.

**Введение.** Современная сейсморазведка обладает широким спектром инструментов для решения геологоразведочных задач. При обработке сейсмических данных подразумевается получение изображения среды, которое позволяет проводить геологическую интерпретацию результатов обработки данных и переходить к следующим этапам геологической разведки.

Понятие «получение изображения среды» используется, как правило, применительно к временному, а также к глубинному пространству [Landa et al., 1999; Robein, 2003]; в статье под получением изображения среды будет подразумеваться получение сейсмического разреза во временной области.

Для получения сейсмического изображения применяются различные методы. К достоинствам этих методов относятся хорошая разрешенность сейсмической записи и прослеживаемость осей синфазности целевых отражений на разрезе. Однако если сейсмическое изображение имеет протяженные оси синфазности, указывающие на границы раздела, это не означает, что результат наиболее приближен к действительной геологической ситуации.

В настоящее время известны методы общей глубинной точки (ОГТ), параметрической развертки отображений (ПРО), метод общей отражающей поверхности (CRS), мультифокусинг (MF).

Вопрос взаимосвязи геологического строения среды и сейсмического изображения многократно обсуждался геофизиками в публикациях и монографиях как в России, так и в других странах (например, в работах [Анискович и др., 2004; Глоговский и др., 2009; Козлов, 2008; Левянт и др., 2009; Robein, 2009]). При современных все увеличивающихся потребностях в разведке месторождений, а следовательно, при

огромных объемах сейсмических данных, подаваемых на вход обработки, а затем интерпретации этот вопрос продолжает оставаться актуальным.

Статья посвящена сравнению некоторых результатов, полученных методами ОГТ, мультифокусинга, ПРО, по материалам, которые любезно предоставлены компанией ЗАО «Пангея».

**Рассматриваемые методы.** Наиболее распространен метод ОГТ из-за хорошей теоретической основы и как следствие возможности получить сейсмический разрез. Метод ОГТ имеет ограничения при сложных геологических условиях, наличии надвиговых структур, больших наклонов границ. Значения интервальной скорости, пересчитанные из значений скорости ОГТ, весьма далеки от реальных значений скорости распространения волн в сложных средах, что делает их использование при получении структурных поверхностей некорректным. Один из способов некоторого приближения значений интервальной скорости метода ОГТ к реальным — итерационное уточнение скоростной модели, пересчитанной из эффективных скоростей ДМО (после коррекции кинематических поправок за угол наклона отражающей границы). При всех ограничениях и недостатках метода ОГТ это один из самых распространенных инструментов для решения задач нефтяной сейсморазведки.

Конкурентами этому методу выступают методы мультифокусинга, CRS и ПРО. Утверждается, что указанные методы не имеют ограничений на углы наклона границ. В частности, в методе ПРО можно учитывать эффект рассеяния [Кондрашков, 1986], а методом мультифокусинга можно получать качественное изображение среды там, где другие методы не дают хороших результатов.

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра сейсмометрии и геоакустики, аспирантка, e-mail: mramorova@gmail.com

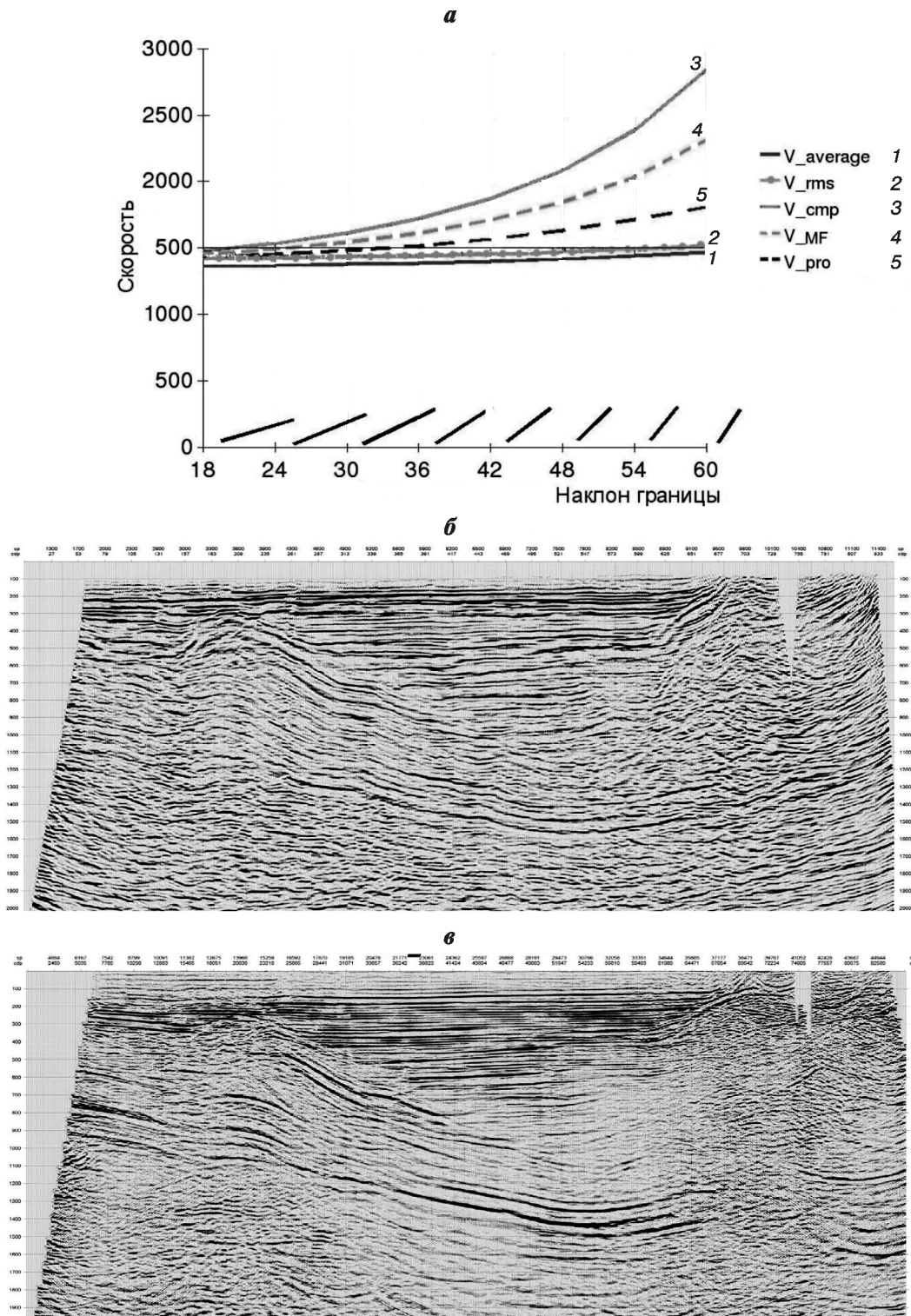


Рис. 1. Зависимость значений эффективной скорости, полученных различными методами, от угла наклона отражающей границы (а); результат обработки методом ОГТ с последующей миграцией (б) и результат обработки методом мультифокусинга (в)

Авторы метода мультифокусинга в статьях, посвященных MF, неоднократно приводят примеры сравнения результатов, полученных методом MF, и результатов обработки методом ОГТ [Berkovitch et al., 2008; Landa et al., 1999]. Поэтому автор считает возможным напомнить об этом и привести сравнение результатов, полученных с использованием обоих методов.

Для достаточно хорошо изученных сейсморазведкой районов со спокойной геологической обстановкой (например, Западная Сибирь, где углы наклона границ невелики) сравнение результатов, полученных разными методами построения изображений среды, не представляет практического интереса. Поэтому интересны результаты, полученные в достаточно

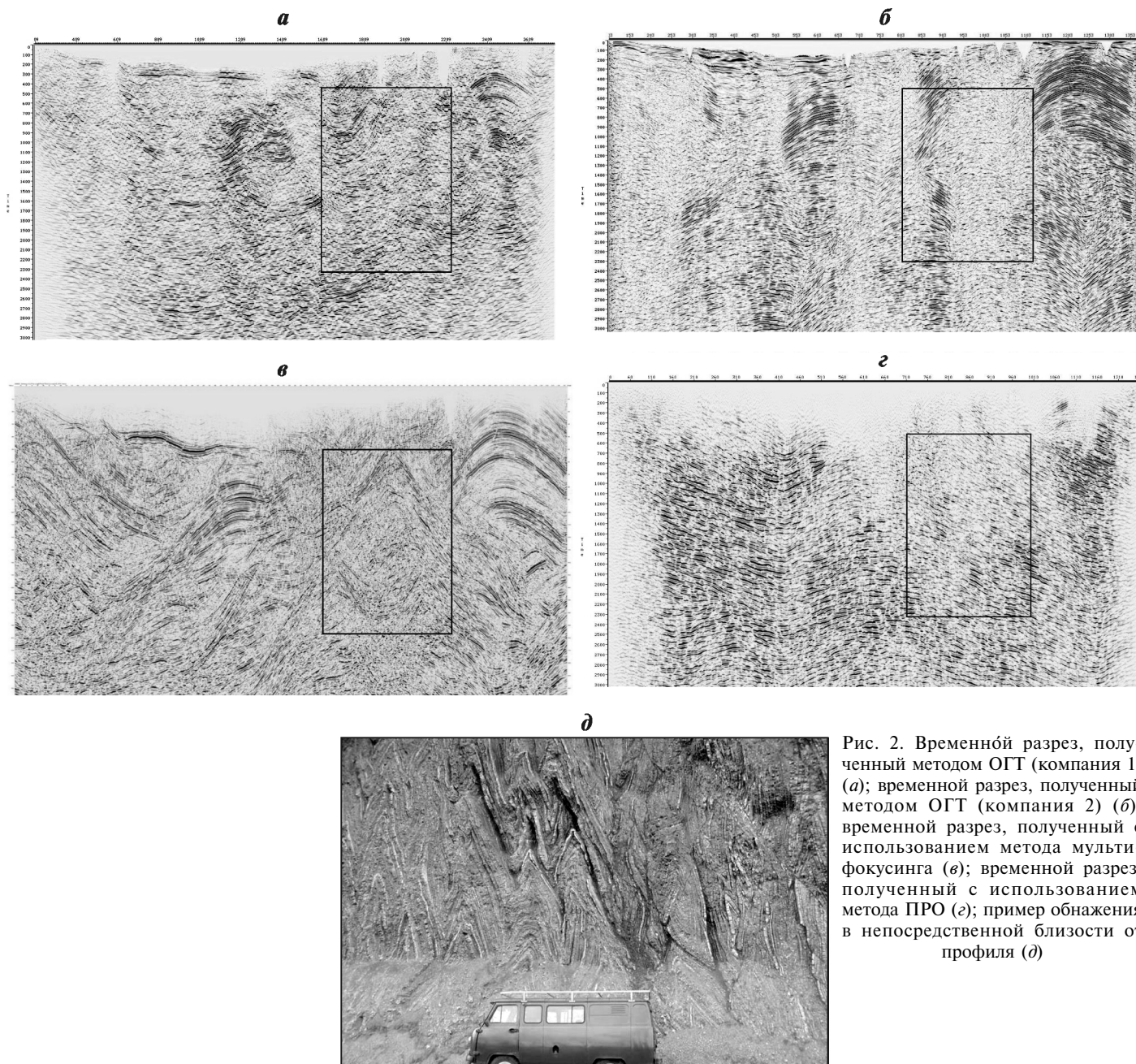


Рис. 2. Временной разрез, полученный методом ОГТ (компания 1) (а); временной разрез, полученный методом ОГТ (компания 2) (б); временной разрез, полученный с использованием метода мультифокусинга (в); временной разрез, полученный с использованием метода ПРО (г); пример обнажения в непосредственной близости от профиля (д)

сложном в геологическом и тектоническом отношении районе.

Рассматриваемые далее примеры могут свидетельствовать, что интерпретация результатов методом мультифокусинга может быть спорной, что подтверждается математическим обоснованием. Получение изображения среды обусловлено способом выборки данных для накапливания и скоростным распределением в среде. Скорость распространения волн — критерий, от которого зависит результат суммирования данных для получения сейсмического разреза. Поскольку методы отличаются способами получения кинематической характеристики среды, то полученные результаты могут сильно отличаться.

В методе MF используется не одна симметричная выборка ОГТ, а совокупности выборок, причем

ограничений на положение источников и приемников по отношению к точке накапливания нет. Сигнал накапливается в ходе перебора трех кинематических параметров ( $\alpha$ ,  $R_{NIP}$ ,  $R_N$ ) [Анискович, 2010]. Через эти параметры записаны формулы суммирования. Здесь  $\alpha$  — угол выхода луча, ортогонального к отражающей границе, на линию наблюдения, а  $R_{NIP}$  и  $R_N$  — радиусы кривизны теоретических фронтов NIP-волны и N-волны соответственно (базисные фронты, линейной комбинацией кривизны каждого из них являются кривизны любых других фронтов).

В статье [Анискович, 2010] исследуется, есть ли основания утверждать, что методы CRS и MF позволяют в сложных неоднородных средах получить оценку скорости, близкую к среднеквадратичной скорости в среде. В ней обоснованы выкладки, которые приводят

к соотношению  $V_{CRS}^0 = V_{MF}^0 = V_{OГТ}^0 \cos(\alpha^0)$ , индекс «0» указывает на то, что это предельные значения скорости; и ставится вопрос, можно ли утверждать, что предельные значения скорости в методе MF ближе к среднеквадратичной скорости  $V_{rms}$ , в среде, чем в методе ОГТ? На основе этого соотношения близость значения скорости по методу мультифокусинга к среднеквадратичной можно обосновать только для простых сред с согласным залеганием границ при отсутствии скоростных неоднородностей в среде. В сложных неоднородных средах дать априорную оценку скорости и корректно решить задачу структурной интерпретации практически невозможно.

На рис. 1, а приведены графики зависимости значений эффективной скорости, полученных разными методами, от угла наклона границы (график составлен А.Н. Богдановым, Томск, СКБ «Геофизика»). Кривые 1 и 2 соотносятся со средним и среднеквадратическим значениями скорости среды соответственно, кривая 3 отвечает значению скорости ОГТ в однородной среде с плоской наклонной границей, кривая 4 — значению скорости MF; кривая 5 относится к методу ПРО.

В методе мультифокусинга подход к накоплению на реальных удаленностях с вовлечением в суммирование всех пар источников и приемников приводит к неоднозначности в определении значений скорости накопления [Анискович, 2010]. Чтобы избежать этого, необходим пятипараметрический перебор, в процессе которого на определение скорости и параметров ( $\alpha$ ,  $R_{NIP}$ ,  $R_N$ ), а как следствие и на изображение среды совместно влияет ряд факторов. Следовательно, это очень трудоемкая и затратная по времени процедура; дать априорную оценку при таком числе факторов невозможно, поэтому соотношение скорости  $V_{MF}$  со скоростью  $V_{rms}$  или другими реальными скоростными характеристиками среды лишается обоснования [Анискович, 2010].

**Примеры и сравнение результатов.** Рассмотрим временные разрезы, которые получены разными методами в относительно несложном в геологическом отношении районе. На рис. 1, б представлен временной разрез, полученный традиционным методом ОГТ с последующей миграцией. Временной разрез на рис. 1, в получен с использованием метода мультифокусинга.

Из-за существования реальных протяженных границ отличие результатов обработки методом мульт-

тифокусинга от результатов обработки методом ОГТ не принципиально.

С точки зрения интерпретатора оба разреза, представленные на рис. 1, б, в, дают схожее представление о положении границ и структурных особенностях района. Каждый результат имеет некоторые особенности, которые, вполне вероятно, будут оценены интерпретатором, например частотный состав второго результата. Однако принципиальных отличий в пользу результата обработки методом MF нет.

Рассмотрим другие временные разрезы, которые получены разными методами. На рис. 2, а, б представлены временные разрезы, полученные сотрудниками двух разных компаний в процессе обработки одного и того же сейсмического материала традиционным методом ОГТ. Временной разрез в получен с использованием метода мультифокусинга.

Разрезы ОГТ являются очень сложным представлением среды (рис. 2, а, б). Лишь некоторые элементы разрезов похожи, местоположения групп отражений совпадают. На рис. 2, в представлен результат обработки по методу мультифокусинга. Кажется, что отличие от разрезов ОГТ выгодно представляет метод мультифокусинга. Тем не менее рассмотрим еще один вариант обработки методом ПРО, представленный на рис. 2, г. Любой интерпретатор заметит, что разрезы следует интерпретировать по-разному.

Что служит критерием правильности того или иного подхода? Остановимся на сравнении результатов интерпретации и априори известной геологической информации. Их несоответствие ставит под сомнение корректность применения того или иного способа обработки. Для подтверждения сказанного на рис. 2, д приведено фото обнажения, находящегося в районе сейсмической съемки.

**Заключение.** Показано, что методы получения изображения, в частности методы ОГТ, ПРО и мультифокусинга, могут давать как похожие, так и сильно отличающиеся результаты. Таким образом, задача выбора способа построения изображения геологической среды по сейсмическим данным требует сначала выработки критериев для проверки правильности сделанных построений. Для сред со сложным геологическим строением единственным выходом представляется моделирование среды с использованием всей имеющейся априорной информации и современного набора методов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анискович Е.М. О некоторых проблемах методов мультифокусинга и метода общей отражающей поверхности. Ч. 1. Идеология и математический формализм // Технологии сейсморазведки. 2010. № 2. С. 24–26.

Анискович Е.М. О некоторых проблемах методов мультифокусинга и метода общей отражающей поверхности. Ч. 2. Накопление и скорости // Технологии сейсморазведки. 2010. № 3. С. 16–23.

Анискович Е.М., Кондрашков В.В. Определение сейсмической скорости методом параметрической развертки отображений // Геофизика. 2004. Спец. вып. С. 96–99.

Глоговский В.М., Лангман С.Л. Свойства решения обратной кинематической задачи сейсморазведки // Технологии сейсморазведки. 2009. № 1. С. 10–15.

Козлов Е.А. Модели среды в разведочной сейсмологии. Тверь: ГЕРС, 2008.

*Кондрашков В.В.* Теория и методика эллиптической развертки отражений (ЭРО) для построения временных разрезов в сложных сейсмогеологических условиях: Автореф. канд. дисс. М., 1986.

*Левянт В.Б., Козлов Е.А., Хромова И.Ю.* и др. Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-кавернового типа. М.: ОАО «ЦГЭ», 2009.

*Berkovitch A., Belfer I., Sydykov K.* Multifocusing: a new method of multifold seismic data processing // CSEG Recorder. 2008. P. 30–32.

*Berkovitch A., Belfer I., Landa E.* Multifocusing as a method of improving subsurface imaging // Leading Edge. 2008. Vol. 27, N 2. P. 250–255.

*Landa E., Gurevich B., Keydar S., Trachtman P.* Application of multifocusing method for subsurface imaging // J. Appl. Geophys. 1999. Vol. 42, N 3, 4. P. 283–300.

*Robein E.* Velocities, Time-imaging and Depth-imaging in reflection seismics. Principles and Methods. EAGE Publications, 2003. P. 101–162.

Поступила в редакцию  
06.10.2011