

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ЗМС НА ПЛОЩАДЯХ С КОНТРАСТНЫМ ПРОЯВЛЕНИЕМ СОЛЯНОЙ ТЕКТОНИКИ

© 2016 г. А. М. Тюрин¹, Р. В. Чернов², И. В. Сыськова¹,
Н. В. Татьяна², А. Н. Мартынов²

1 – ООО "ВолгоУралНИПИгаз"

2 – ООО "ТНГ-Групп"

На конкретных фактических данных сейморазведки МОГТ-3D и сейсмокаротаж в скважинах по одной из площадей с контрастным проявлением соляной тектоники показано, что метод изучения ЗМС по первым вступлениям сейсмических волн на сейсмограммах ОПВ не всегда позволяет получать достоверные априорные статические поправки. На таких площадях для изучения ЗМС необходимо выполнение работ МПВ.

В 2015 году в пределах горного отвода Оренбургского НГКМ ООО «Газпром добыча Оренбург», в центральной и западной газоносных частях месторождения, завершены полевые работы последнего этапа сейморазведки МОГТ-3D (ООО «ТНГ-Групп»). Общая площадь по контуру полной кратности составила 1644 км².

В процессе обработки полученных данных выполнен анализ эффективности двух методов изучения зоны малых скоростей (ЗМС) с целью расчета априорных статических поправок. Полученные результаты представляют методический интерес.

В пределах площади работ МОГТ-3D протекает река Урал и два ее левых притока – Бердянка и Донгуз. Русло реки извилистое, шириной 50–200 м. В ее долине два уровня пойм и три надпойменные террасы. В надпойменных террасах выделяются два типа рельефа: слаборасчлененный и холмисто-увалистый. Террасы осложнены долинами временных водотоков. Отметки рельефа от +60 до +250 м.

Оренбургское НГКМ контролируется Оренбургским валом, расположенным в северной части Соль-Илецкого свода. Простирается вала субширотное. К кровле продуктивных серпуховско-артинских карбонатов приурочен сейсмический репер Акп. По изолинии «минус» 1720 м амплитуда вала составляет 520 м, длина – 104 км, ширина – 20,4 км. Продуктивные карбонаты перекрыты соленосными отложениями кунгурского яруса нижней перми. К их кровле приурочен сейсмический репер Кн. В пределах вала отмечено аномально контрастное, по сравнению с сопредельными районами, проявление соляной тектоники, что связывается с особенностями его развития [3]. Простирается соляных гряд субширотное (рис. 1). Установлен активный рост соляных структур в неоген-четвертичное время. Некоторые из них обладают новейшей активностью [2].

Верхние части соляных гряд оконтурены изолиниями «минус» 100 м. Имеются отдельные участки, в пределах которых кров-

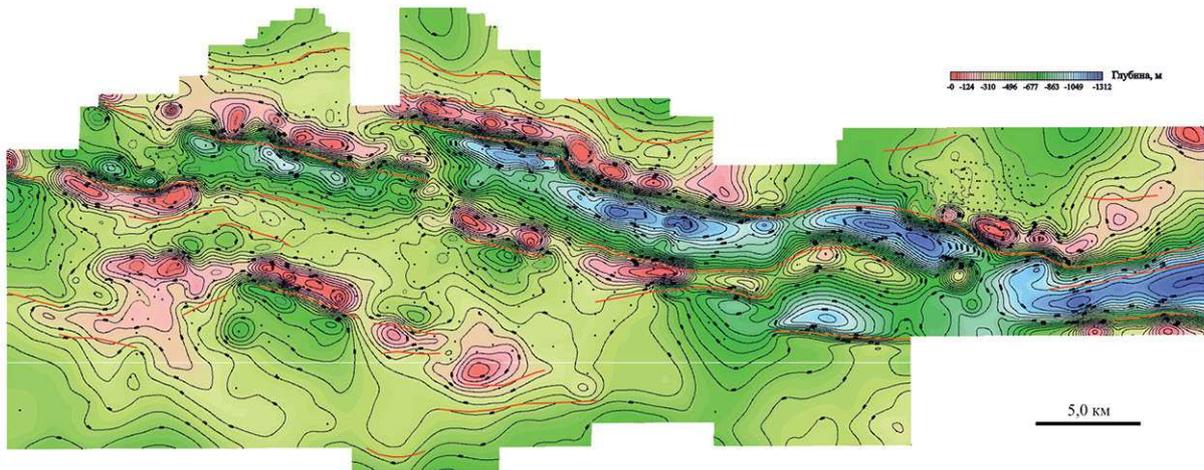


Рис. 1. Оренбургское ОГКМ. Сейсморазведка МОГТ-3D.
Структурная карта по сейсмическому реперу Кн
 (кровля соленосных отложений кунгура)
 (ООО "Оренбургская ГЭ", 2013 г.)
 (черные точки – положение скважин, красные линии – разломы)

ля солей залегает выше отметки 0 м. Мощность соленосных отложений в пределах соляных гряд – 1000–1300 м. В пределах мульды она уменьшается местами до 100 м и менее. Скорость сейсмических волн в соленосных отложениях – 4500–4700 м/с. Межкупольные мульды выполнены терригенными отложениями верхней перми. Скорость сейсмических волн в них возрастает от 1600–2700 м/с в верхней части до 3500–4000 м/с в нижней.

Сейсмогеологические условия Оренбургского вала являются крайне сложными. Исходя из этого, большое внимание уделяется технологии сейсморазведочных работ МОГТ, выполняемых с целью изучения структурно-тектонических и геолого-промышленных особенностей строения продуктивных карбонатов Оренбургского ОГКМ.

По ранее полученным данным ЗМС имеет двух- и трехпластовое строение. Ее мощность варьируется от 3 до 30 м. Скорости сейсмических волн в пластах ЗМС изменяются от 500 до 1500 м/с. Скорости

в коренных породах, подстилающих ЗМС, – 1600–2700 м/с.

Изучение ЗМС выполнено двумя методами: по первым вступлениям сейсмических волн на сейсмограммах общего пункта возбуждения (ОПВ), полученных в процессе полевых сейсморазведочных работ МОГТ-3D (всего 106636 сейсмограмм), и методом преломленных волн (МПВ). Приемная расстановка МПВ включала 36–38 сейсмоприемников, расположенных с переменным шагом (на концах расстановки шаг уменьшен). Длина расстановки 300–350 м. Возбуждение колебаний осуществлялось на ее концах. Всего на площади работ выполнено 1295 зондирований МПВ (по два пункта возбуждения на каждом). Плотность – 1 зондирование на 1,27 км².

Априорные статические поправки рассчитаны по отметкам рельефа с постоянной скоростью сейсмических волн, по данным МПВ и по первым вступлениям волн на сейсмограммах ОПВ. По сейсмограммам ОПВ расчет выполнен двумя способами.

ГЕОФИЗИКА

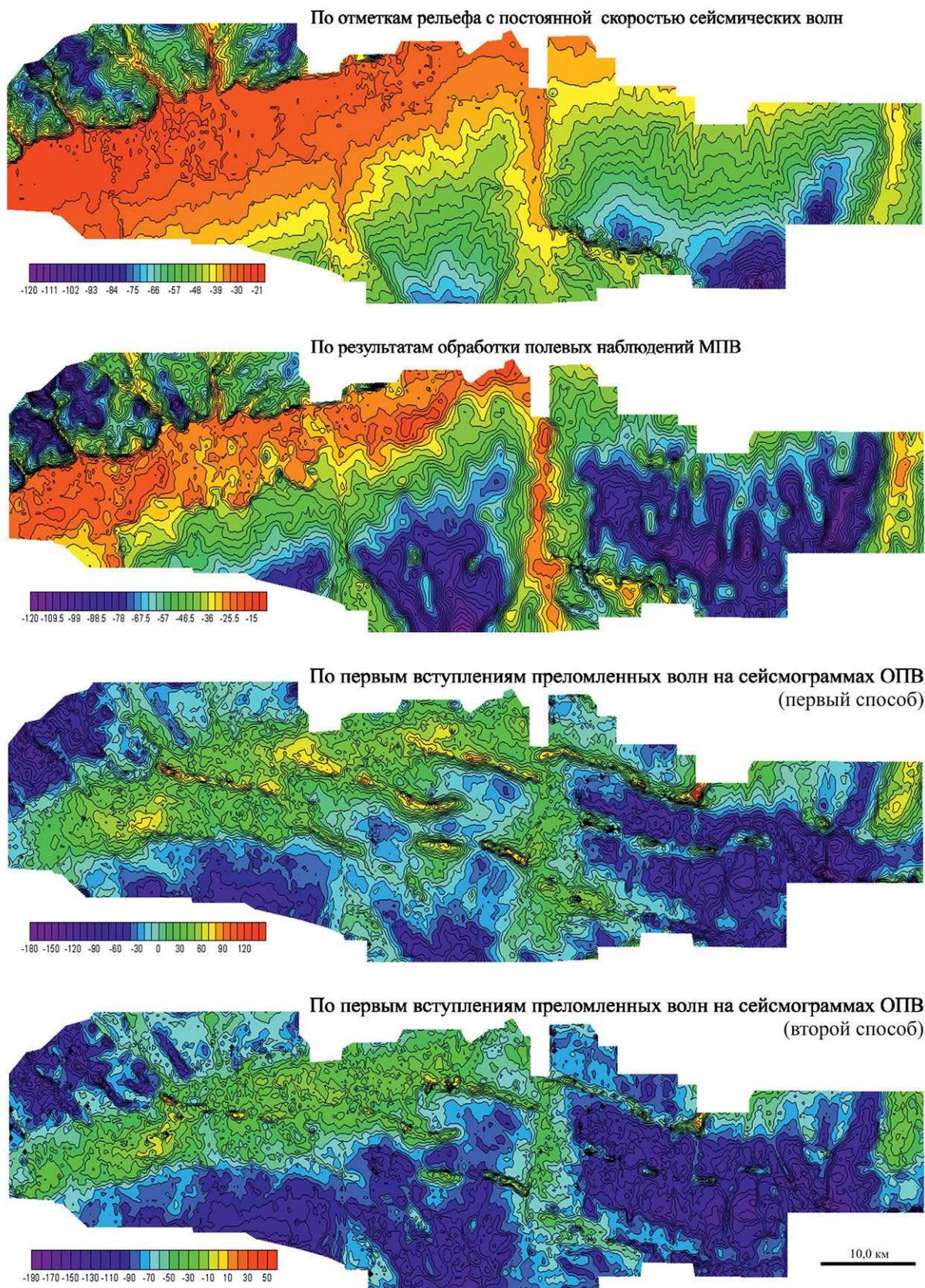


Рис. 2. Оренбургское НГКМ. Сейсморазведка МОГТ-3D.
Результаты расчета априорных статических поправок разными способами (мс)
(ООО "ТНГ-Групп", 2015 г.)

Первый способ: уровень приведения – 120 м; уровень псевдодатума – 500 м; скорость замещения – 2000 м/с; диапазон удалений – 100–3200 м, количество слоев – 3.

Второй способ: уровень приведения – 50 м; уровень псевдодатума – 0 м; скорость замещения – 2000 м/с; диапазон удалений – 100–1200 м; количество слоев – 2.

Результаты расчета поправок показаны на рисунке 2.

Априорные поправки, рассчитанные по МПВ, детализируют поправки, рассчитанные по отметкам рельефа. В поле поправок, рассчитанных по сейсмограммам ОПВ, проявились линейные элементы, которые не имеют какого-либо соответствия в рельефе местности. Причем контрастность их проявления зависит от диапазона удалений. На удалениях 100–3200 м линейные элементы проявились контрастнее, чем на удалениях 100–1200 м. В плане линейные элементы соответствуют верхним частям соляных гряд (рис. 1). Исходя из этого, их природа идентифицируется однозначно. Линейные элементы связаны с сейсмическими волнами, преломленными на кровле соленосных отложений и вышедшими в первые вступления на сейсмограммах ОПВ. Они приняты за волны, преломленные на коренных породах, подстилающих ЗМС. То есть применение этого метода требует наличия априорной информации (редкую сеть точек МПВ либо данные СК) для контроля его результатов.

Понятно, что априорные статические поправки, рассчитанные по ОПВ, не могут быть приняты за основу при дальнейшей обработке полевых данных МОГТ-3D. Тем не менее, нами выполнен формальный анализ их соответствия результатам сейсмокаротажа (СК) в скважинах. Всего в контуры участка сейсморазведки МОГТ-3D на Оренбургском НГКМ попало 60 скважин, в которых выполнен СК. Шаг наблюдения по разрезу скважин в основном 30 м. В небольшом количестве скважин – 20 м. Имеются скважины с нерегулярным шагом в верхней части разреза (в некоторых больше 30 м). По разным основаниям не приняты во внимание данные СК по 7 скважинам. Подсчитаны расхождения между статическими поправками и t_0 линии приведения по данным СК, средние значения расхождений (Δt_{cp}) и их стандартные отклонения ($\sigma \Delta t$). Полученные результаты сводятся к следующему.

1. Статические поправки, рассчитанные по МПВ, не смещены относительно t_0 ($\Delta t_{cp} = 0,1$ мс), оцененных по СК в скважинах, а их расхождение с t_0 имеет минимальное стандартное отклонение ($\sigma \Delta t = 9,9$ мс).

2. Поправки, рассчитанные по ОПВ (первый способ), не смещены ($\Delta t_{cp} = 0,6$ мс), но имеют большое стандартное отклонение ($\sigma \Delta t = 29,9$ мс).

3. Поправки, рассчитанные по ОПВ (второй способ), смещены ($\Delta t_{cp} = 7,7$ мс), но имеют стандартное отклонение ($\sigma \Delta t = 13,2$ мс), близкое к стандартному отклонению поправок, рассчитанных по МПВ.

Результаты формального анализа подтверждают вывод о том, что за основу при дальнейшей обработке полевых данных МОГТ-3D могут быть приняты только поправки, рассчитанные по МПВ.

Общие выводы однозначны.

1. Метод изучения ЗМС по первым вступлениям сейсмических волн на сейсмограммах ОПВ, полученных в процессе полевых сейсморазведочных работ МОГТ, на площадях

с контрастным проявлением соляной тектоники не всегда позволяет получать достоверные априорные статические поправки, поскольку алгоритм его применения рассчитан на горизонтально-слоистую среду. Для построения данным методом достоверных моделей ЗМС в сложных средах необходимо наличие априорной информации (редкой сети МПВ, СК), без этих данных невозможно получить достоверный результат.

2. Для изучения ЗМС на площадях со сложным строением верхней части разреза необходимо применять МПВ или микросейсмокаротаж в специально пробуренных скважинах. Это необходимое условие высококачественного решения геологических и геолого-промысловых задач, поставленных перед сейсморазведкой МОГТ. Применение МПВ ведет к удорожанию полевых работ МОГТ-3D на 4,6 %. На этом не стоит экономить.

Ранее вопрос о способах изучения ЗМС при сейсморазведочных работах МОГТ в Оренбургской области рассмотрен авторами статьи [1], где также рекомендовано применение МПВ.

Л и т е р а т у р а

1. Сравнительный анализ эффективности применения различных способов определения статических поправок / М. В. Кирсанов, В. М. Черваков, А. М. Тюрин, А. В. Гриншпун, С. М. Карнаухов, О. В. Куколенко // Геофизика, специальный выпуск. – 2001. – С. 88–91.
2. Трофимов В. М. Неотектоническая структура района Оренбургского вала // Труды ЮУО ВНИГНИ. – М., 1979. – Вып. IV (149). – С. 52–56.
3. Тюрин А. М. К вопросам строения и формирования Оренбургского вала // Отечественная геология. – 2002. – № 1. – С. 29–34.

