



О НАДЁЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВОК, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ МОВ ОГТ

АННОТАЦИЯ. Проведённые некоторые оценки точности и представленные материалы позволяют высоко оценивать надёжность определения и ввода статических поправок, полученных по производственным работам МОВ ОГТ. Если эти данные вводятся в качестве априорных, а не корректирующих, то будут минимизированы искажения на временном разрезе в самой начальной стадии обработки.

Определение надёжности и погрешности расчёта и ввода статических поправок по сейсмическим данным МОВ ОГТ - одна из важных проблем разработки и внедрения новых способов учёта поверхностных неоднородностей. По этой проблеме имеется достаточно много исследований - от положительных и весьма убедительных, полученных на практических примерах до несколько более осторожных и даже отрицательных выводов, сделанных только на теоретических и модельных данных без выхода на реальные материалы. Причём положительные выводы чаще относятся к более ранним работам и последующим практическим результатам, а отрицательные - к современным и приурочены большей частью к теоретическим изысканиям, но не к практическим результатам, и на основе последнего при полевых исследованиях рекомендуется проведение специальных работ по изучению поверхностных неоднородностей. При обработке сейсмических данных акцентируется внимание на использовании скоростей $V_{\text{ОГТ}}$ для учёта поверхностных неоднородностей, в т. ч. и ЗМС. То есть для учёта толщи мощностью от нескольких метров до первых десятков метров и выходящей на земную поверхность используются ненадёжные скорости $V_{\text{ОГТ}}$, полученные от горизонтов, находящихся на глубинах сотни метров, где кратность наблюдений невелика - первые единицы. Проанализировав опубликованные результаты, мы пришли к неутешительному выводу, а именно, к оценке эффективности определения статических поправок по сейсмическим данным, вероятно, примешиваются некоторые конъюнктурные (рыночные) соображения, а также поистине неограниченное доверие к модельным расчётам с использованием современных обрабатывающих систем и идеализация качества реально получаемых материалов сейсморазведки. И вследствие этого кажущаяся неопределённость даёт повод некоторым заказчикам и даже начинающим обработчикам усомниться в надёж-

ности и однозначности получаемых результатов при применении классического подхода определения, расчёта и ввода статических поправок.

Далее мы хотели бы привести, а в ряде случаев и повторить некоторые общеизвестные данные, используемые при оценке точности работ.

При введении поправок за влияние ЗМС используется двухслойная модель.

Как известно, априорные статические поправки вводятся по классической формуле:

$$\Sigma \Delta t = 2((H - h)/V_1 + h/V_0), \quad (1)$$

где H - мощность толщи между поверхностью земли и уровнем приведения; V_1 - скорость в толще, подстилающей ЗМС; h - мощность ЗМС; V_0 - скорость в ЗМС.

В силу определённых причин с целью корректной обработки целесообразно сначала ввести поправки за один параметр, в частности, за влияние уровня приведения, исходя из предположения, что мощность ЗМС = 0, т. е. это - поправка за рельеф и вводится по формуле:

$$\Delta t_{\text{рельеф}} = 2H/V_1. \quad (2)$$

Далее, *не применяя ни ручных, ни автоматических коррекций статистики*, надо определить параметры ЗМС и затем ввести поправки Δt за недоучтённое влияние ЗМС.

Определим эту поправку, используя формулы (1) и (2) и трансформируя их следующим образом:

$$\begin{aligned} -\Delta t_{\text{доп}} &= 2((H - h)/V_1 + h/V_0) - 2H/V_1 = \\ &= 2H/V_1 - 2h/V_1 + 2h/V_0 - 2H/V_1 = \\ &= 2h(1/V_1 - 1/V_0) = 2h/V_1((V_0 - V_1)/V) = \\ &= -t_0(V_1 - V_0)/V_1, \end{aligned} \quad (3)$$

где $t_0 = 2h/V_1$ есть временная мощность зоны малых скоростей.

В итоге мы пришли к формуле так называемой методики замещения слоя. Мы рассчитаем и введём надёжно априорные поправки, если корректно определим параметры, участвующие при определении априорной статистики. Оценим возможные ошибки определения параметров конечного результата формулы (3).

Параметр V_1 - скорость в зоне, подстилающей ЗМС, по сейсмическим данным и данным сейсмокаротажа. Исходя из теоретических расчётов, скорость в этой толще может изменяться в определённых пределах. Учитывая что скорость V_1 определяет обводнённую толщу, т. е. полупространство, а не единичный песчано-глинистый пласт, можно предположить, что она будет изменяться, как и граничная скорость V_G , определённая по производственным работам МОВ ОГТ, и будет близка или чаще выше, чем скорость в воде - 1550 м/с, что согласуется с ранее выполненными работами [5], а также с некоторыми производственными работами, проводимыми сегодня в Западной Сибири по изучению ЗМС. Точность определения граничных скоростей в соответствии с применяемым способом расчёта определим по формуле, приведённой в работе [4]:

$$\frac{mV_G}{V_G} = \frac{1}{l_2 - l_1} \sqrt{2(V^2 m_{l_2} + m_{l_2})}, \quad (4)$$

где $\frac{mV_G}{V_G}$ - относительная погрешность определения граничных скоростей; $l_2 - l_1$ - база, на которой определяется граничная скорость - 500 м; m_{l_2} - погрешность определения времен - 2 мс; m_{l_2} - погрешность определения расстояний в базе - 2 м.

Подставляя реальные цифры, мы получим, что точность определения граничных скоростей составляет 20 м/с. При применении ОГП МПВ определённое значение играет выбор оптимального размера базы суммирования для уменьшения эффекта неточного положения центров групп сейсмоприёмников и пунктов взрыва и минимизации осреднения глубин подошвы ЗМС, о чём отмечалось не раз. В процессе обработки было

найдено оригинальное решение, позволяющее минимизировать осреднение получаемых глубин по работам как 2D, так и 3D (рис. 1). Мощность ЗМС в этом случае определяется с использованием производственных наблюдений с применением способа ОГП. Использование взвешенного суммирования позволяет определять подошву ЗМС однозначно и с высокой точностью. Каков порядок возможных ошибок во временах при постоянной скорости редукции в зависимости от размера используемой базы, мы видим на рис. 2.

При типичных параметрах баз, используемых при обработке способом ОГП МПВ, среднеквадратическая ошибка t_0 по преломляющей границе, которой является подошва ЗМС, характеризующаяся граничными скоростями, изменяющимися в пределах 1500 - 1700 м/с, не превышает 1 - 2 мс. Но следует отметить, что ошибка определения граничных скоростей существенным образом влияет на определение геометрии преломляющего горизонта, что в ряде случаев может приводить к парадоксальным результатам, когда на результативных материалах *преломляющая граница ведёт себя несогласно к родственному отражающему горизонту*, что исключено при корректном подходе. Особенно это очевидно на региональных разрезах ОГП МПВ, где наблюдения ведутся на больших удалениях, но точность определения скоростей невысока, из-за небольшого интервала прослеживания горизонтов.

Одним из важных параметров является средняя скорость в зоне малых скоростей. При наличии зоны мощностью от 1 - 2 м до 25 - 35 м, средние скорости изменяются в ней, однако, в широких пределах. По сейсмическим данным, полученным с использованием глубоких взрывных скважин и вертикальных времён (t), мы не всегда имеем прямую возможность определения средних скоростей в ЗМС по площади, так как в этом случае скорость определяется как глубиной скважины, так и мощностью слоя, подстилающего ЗМС и пройденного скважиной (рис. 3). Тем не менее, используя некоторые альтернативные подходы, скорость можно определить по производственным сейсмическим данным скорости в ЗМС по профилям и в целом по площади. Такие карты, построенные по результатам производственных работ с

использованием вибросейсмических данных и данных, полученных с невзрывным источником "Енисей" при производственных работах МОВ ОГТ в Среднем Приобье Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, приведены в работах [1, 2]. На рис. 4 приведена карта скоростей, построенная по работам вибросейсмической партии. Прогнозная точность определения средних скоростей, оцененная по внутренней сходимости, составляет 40 - 60 м/с. При среднем значении скорости в ЗМС 600 м/с и средней мощности ЗМС 10 м найдём ошибку определения поправок: 1 - 2 мс. Что позволяет получить по классической формуле

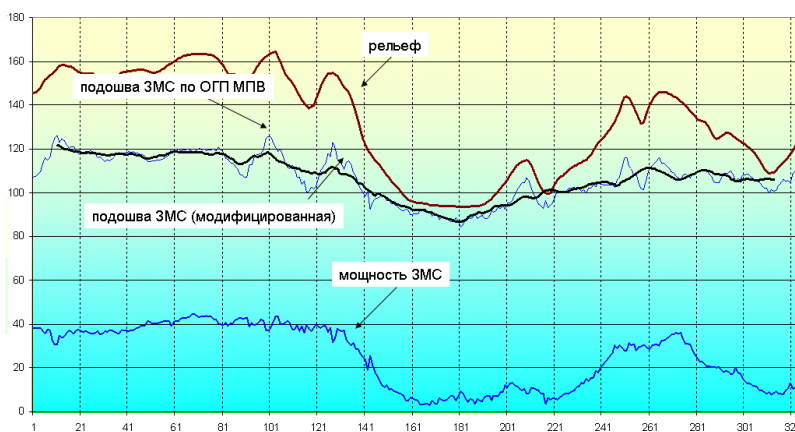


Рис. 1. Картирование подошвы зоны малых скоростей

$$t_{0 \text{ отр}} = t_{0 \text{ пр}} / \cos(f) \quad (5)$$

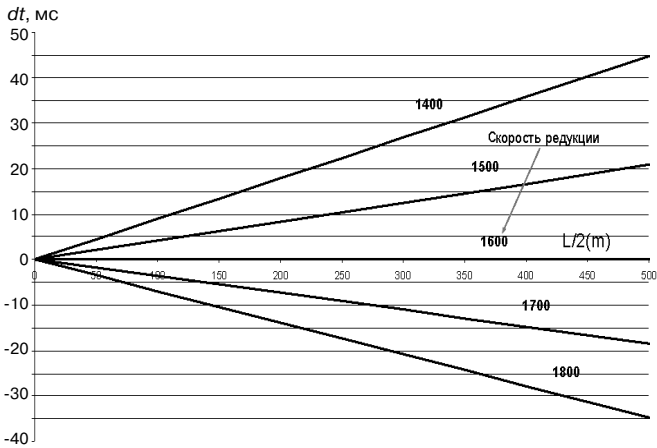


Рис. 2. Возможные ошибки во временах при постоянной скорости редукции

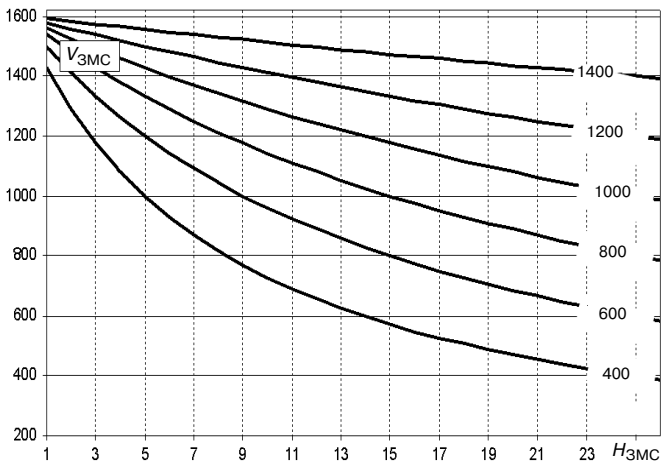


Рис. 3. Расчётная скорость, определённая по скважинам глубиной 25 м, при изменении мощности ЗМС

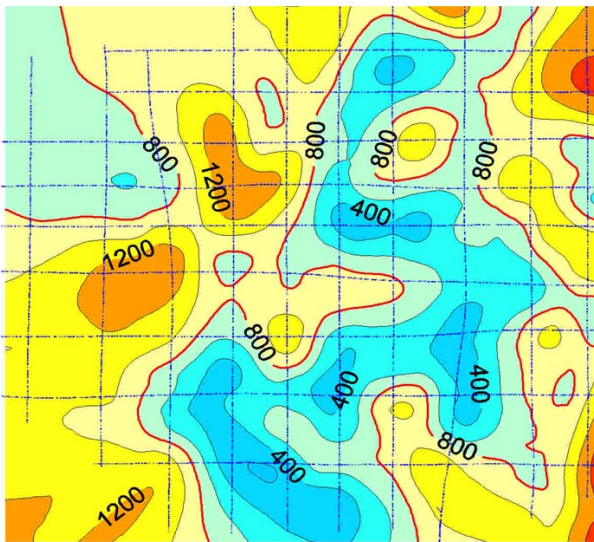


Рис. 4. Карта средних скоростей ЗМС, построенная по результатам работ вибросейсмической партии

временную мощность зоны малых скоростей, что позволяет избежать некоторых неточностей расчёта поправок (рис. 5), учитывающих разницу между преломлённой и отражённой волной. В конечном счете всё это позволяет определить мощность ЗМС и, как следствие, ввести надёжные поправки по профилю (площади) за влияние ЗМС. О необходимости ввода статических поправок сначала за влияние ЗМС, а потом и ВЧР свидетельствует график, приведённый на рис. 6. При учёте ЗМС мы будем иметь коэффициент замещения слоя по площади изменяющимся в значимых пределах, и изменение его будет непредсказуемым в зависимости от мощности ЗМС в точке ОГТ, в то же время скорость в этой толще близка к 1600 м/с.

Аналогичным образом оценивается надёжность ввода поправок за влияние верхней части разреза (поверхности несогласия, мерзлота). Следует отметить, что в ряде случаев используются отражённые волны, связанные с ВЧР, что повышает детальность и надёжность ввода статических поправок.

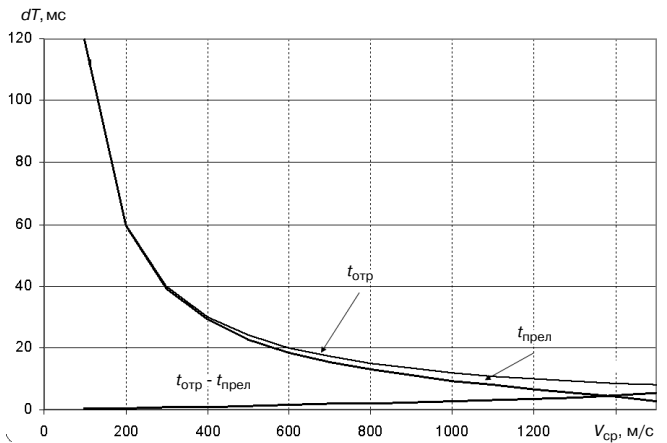


Рис. 5. Связь между преломлённой и отражённой волной при изменении скорости в ЗМС (мощность ЗМС - 12 м)

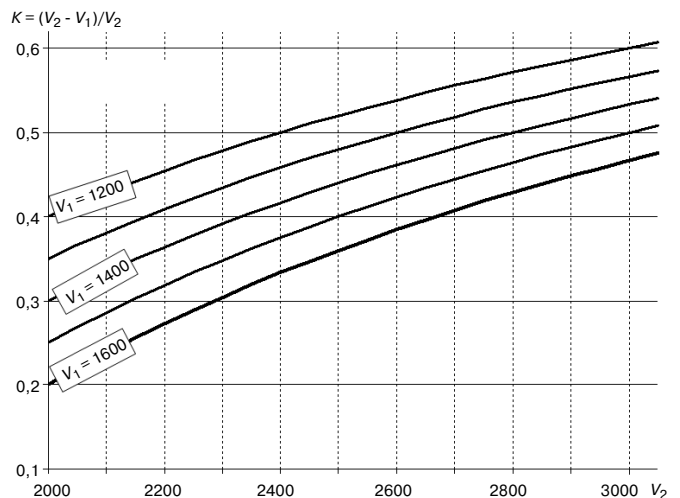


Рис. 6. Изменение коэффициента замещения в зависимости от V_1 и V_2

Таким образом, выполненные некоторые оценки точности и представленные материалы позволяют высоко оценивать надёжность определения и ввода статических поправок по результатам производственных работ МОВ ОГТ. То есть, если эти данные вводятся в качестве априорных, а не корректирующих, то будут минимизированы искажения на временном разрезе в самой начальной стадии обработки. После ввода статических поправок и последующей автоматической коррекции статики получим сейсмограммы и разрезы МОВ ОГТ, пригодные для последующей обработки, в т. ч. и для получения надёжных скоростей $V_{\text{ОГТ}}$, необходимых для использования, в частности, в структурных построениях в районах, где отсутствуют (или недостаточно) данные бурения.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Владимир Афанасьевич ЗАВЬЯЛОВ - главный геофизик Геофизической экспедиции обработки информации ОАО “Хантымансийскгеофизика”. E-mail: vaz@kmgeo.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. *Завьялов В. А.*, 2006, Повышение эффективности сейсмических исследований в пределах Сибирских Увалов: Геофизика, **3**, 19 - 22.
2. *Завьялов В. А., Черных С. Н., Завьялов В. В.*, 2006, К вопросу компенсации поверхностных неоднородностей по материалам, полученным с использованием вибросейсмического метода: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО, т. 2, 125 - 132.
3. *Завьялов В. А.*, 2009, Методические и технологические подходы к изучению поверхностных неоднородностей с использованием систем МОВ ОГТ в Среднем Приобье: Технологии сейсморазведки, **1**, 100 - 103.
4. *Пузырев Н. Н., Крылов С. В., Мишенькин Б. П.*, 1975, Методика рекогносцировочных глубинных сейсмических исследований: Новосибирск, Наука.
5. *Lennox D. H., Carlson V.*, Geophysical exploration for buried valleys in an area north of two hills, Alberta: Geophysics, **32**, **2**, 331 - 362.