

Технология вычитания когерентных помех и выделения когерентного сигнала на временных и глубинно-динамических разрезах

Шкуратов О.И., ООО НПК "Геопроект", г. Саратов

Проблема вычитания волн-помех и усиления сигналов является одной из основных проблем обработки сейсморазведочной информации. Разработано множество алгоритмов, приемов и процедур, решающих указанную задачу, реализованных в соответствующих программных средствах.

В данной статье рассматриваются проблемы борьбы с когерентным шумом и усиления когерентной составляющей полезного сигнала. Когерентный шум является серьезной осложняющей обработку проблемой. К волнам такого типа относятся звуковые, низко- и среднескоростные волны-помехи, преломленные и кратно-преломленные волны. Эти волны могут в значительной степени проявляться и на временных разрезах. На результирующих разрезах так же могут образовываться и специфические помехи, например, возникающие в результате миграции "улыбки миграции" на временных мигрированных или глубинно-динамических разрезах.

К процедурам, призванным бороться с подобными помехами, относятся прежде всего различного рода веерные фильтрации во временной и частотной областях. Это процедуры типа ReFil из SDS PC, FKFil из комплексов Vistar, Focus, Promax, GeoVector+ и т.д. Указанные процедуры позволяют весьма эффективно бороться с перечисленными помехами и в ряде случаев этого оказывается вполне достаточно. Однако эти процедуры обладают и рядом недостатков, затрудняющих работу с ними. К ним можно отнести трудность подбора параметров, сложность локализации результата, настройка процедур только на прямолинейные оси синфазности, сложность вычитания помех, приближенных по параметрам к полезным волнам и т.д. Все это в ряде случаев затрудняет применение указанных процедур и получение удовлетворяющего по качеству результата. Возможность интерактивного задания параметров в интерактивном графическом режиме не всегда позволяет обойти указанные ограничения.

Несколько дальше в данном направлении продвинулись разработчики интерпретационного пакета "Инпрес" (ЦГЭ, Авербух А.Г. [1]), включившего в свой пакет процедуру FK-фильтрации по временному разрезу. Комплекс позволяет локализовать зону вычитания на разрезе, нарисовав ее мышью на экране дисплея. Так же мышью рисуется направление волны-помехи, предназначенной для вычитания, и это направление может не быть прямолинейным. К сожалению, опыт опробования пакета свидетельствует о том, что из зоны вычитания убираются все возможные прямолинейные направления, на которые разбивается заданное направление вычитания, что резко затрудняет работу для криволинейных когерентных осей синфазности, поскольку в этом случае высока вероятность совпадения кинематических особенностей полезных волн и

отдельных фрагментов волн-помех.

Проблема усиления когерентной составляющей полезного сигнала так же не менее актуальна. Решающие эту проблему процедуры (например, AMCO из SDS PC) имеют в большинстве своем те же недостатки, что и процедуры вычитания.

Все вышесказанное привело к необходимости разработки процедур вычитания/выделения, в максимально возможной степени свободных от указанных недостатков.

На основе стандартного алгоритма вычитания/выделения во временной области в ООО "НПК "Геопроект" была разработана соответствующая процедура, реализованная в программе Razrez [2] комплекса InterMig. Кратко алгоритм процедуры состоит в следующем. По некоторому направлению для заданной в трассах базы формируется суммотрасса - оператор, характеризующий когерентную составляющую волнового поля по заданному направлению. При необходимости выделения сигнала эта суммотрасса записывается на место центральной трассы текущей базы и является основным результатом процедуры. В случае вычитания сформированный оператор вычитается из центральной трассы базы, формируя таким образом результирующую трассу.

Кратко опишем основные особенности реализованной процедуры.

Оцифровка осей синфазностей волн помех производится стандартными средствами программы Razrez. Основными параметрами процедуры являются база вычитания/выделения и несколько размеров, определяющих общую область работы программы и разделяющую ее на некоторые зоны.

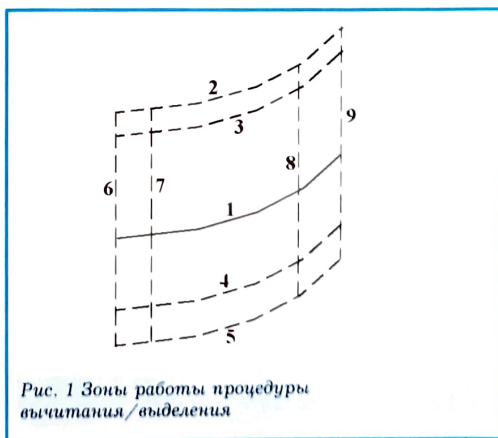


Рис. 1 Зоны работы процедуры вычитания/выделения

На Рис. 1 линией 1 схематически представлена линия оцифровки волны, подвергающейся обработке. Зона между линиями 3-4-7-8 является зоной полной обработки, в которую заносится результат в чистом виде. Зоны между линиями 2-3 и 4-5 являются зонами интерполяции результата по времени, в которых процент результирующей информации уменьшается от 100% на линиях 3 и 4 до 0 на линиях 2 и 5. Аналогичные зоны интерполяции

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА-ИНТЕРПРЕТАТОРА
ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ



по горизонтали определяются парами линий 6-7 и 8-9.

Дополнительными параметрами являются процент исходной информации, замешиваемый в результат обработки и коэффициент нормировки (множитель), которым можно нормировать полученный результат.

Процедура работает со всеми линиями оцифровки, сделанными на разрезе. Если часть линий являются "выделенными", процедура работает только по выделенным линиям.

Особенности программы состоят в том, что после процедуры вычитания/выделения сформированное программой изображение разреза не обновляется, поэтому для просмотра результата следует использовать еще одну программу Razrez, в которую загружается результативный файл. Переключаясь с одной программы на другую, легко подобрать параметры обработки и оценить эффективность результата.

На Рис. 2 показаны результаты работы процедуры вычитания на модельном волновом поле. На Рис. 2а представлен фрагмент волнового поля (сейсмограмма), характеризующийся одинаковыми по форме сигналами вне зон интерференции и зоной интерференции в правой его части. На Рис. 2б представлен тот же фрагмент с вычитенной самой верхней осью синфазности. Наблюдается стопроцентное отсутствие шума процедуры, хорошая разрешенность результата в зоне интерференции (форма интерферирующего импульса полностью восстановлена). Все это свидетельствует о высокой эффективности процедуры вычитания.

На Рис. 3 показаны результаты работы программы по фрагменту реального волнового поля. На Рис. 3а представлен фрагмент глубинно-динамического разреза, полученного



Рис. 2 Вычитание по модельному волновому полю

в комплексе пластовой миграции "GeoDepth" по одному из профилей Прикаспийской впадины, осложненный крутонаклоненными осями синфазностей, идентифицированными как миграционный шум и подлежащими вычитанию. На Рис. 3б показан тот же фрагмент после вычитания указанных помех, на котором видно почти полное отсутствие описанных осей. На Рис. 3в показан результат выделения полезной субгоризонтальной оси синфазности, которая хорошо видна по краям представленного фрагмента разреза и очень слабо следует в его центре. На рисунке намеренно не показаны направления вычитания и выделения, т.к. линии направлений значительно затрудняют визуальный анализ волнового поля. Полученный результат позволяет оценить эффективность

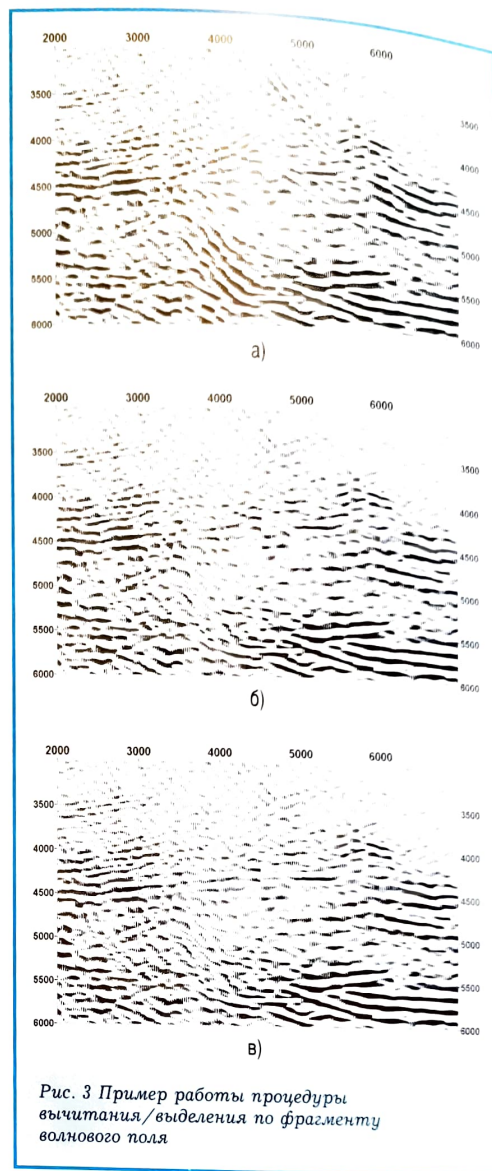


Рис. 3 Пример работы процедуры вычитания/выделения по фрагменту волнового поля

работы процедуры по реальному волновому полю.

На Рис. 4 представлены результаты работы программы по направлениям, секущим оси синфазности под большим углом. На Рис. 4а представлен фрагмент того же профиля в районе динамически выраженных подсолевых горизонтов с нанесенным на нем направлением вычитания/выделения. На Рис. 4б представлен результат вычитания, а на Рис. 4в результат выделения по указанному направлению. Волновое поле после вычитания практически аналогично исходному, после выделения в интервале работы наблюдается почти полное подавление волнового поля, что свидетельствует о полном отсутствии когерентной составляющей по данному направлению.

На Рис. 5 показан глубинно-динамический разрез профиля, условно названного 0000001, отработанного АО "Саратовнефтегеофизика" и обработанного в ООО "НИИР "Геопроект". Профиль характеризуется ярко выраженной солянокупольной тектоникой, основной поисковый интерес связан с подсолевыми объектами. После проведенной обработки глубинно-динамический разрез характеризуется наличием крутонаклоненных осей.

являющихся шумом миграционных процедур.

На Рис. 6 представлены результаты вычитания по указанному профилю большинства идентифицированных помех. После обработки наблюдается значительное улучшение прослеживаемости полезных отраженных волн. Такого результата удалось добиться только путем вычитания помех без какого-либо выделения субгоризонтальных сигналов.

Отметим некоторые технологические особенности работы с программой.

База вычитания во всех представленных примерах была равна 21 трассам. Опыт опробования программы показал, что наиболее приемлемые базы вычитания 21-31. Меньшие базы имеют более широкую характеристику направленности, в результате чего может происходить частичное подавление полезных направлений. Для крутых наклонов базы можно немного уменьшать. Базы выделения для хорошего выделения когерентной составляющей можно брать несколько большими 31-51.

После вычитания выделенных направлений в результирующем поле могут проявляться новые направления помех, которых не видно на исходном разрезе. Для их вычитания они могут быть оцифрованы в программе Razrez, в которой происходит просмотр результата. Переноса новые направления в программу, производящую вычитание и осуществляя повторное вычитание, получаем очередной вариант результата. Повторяя описанную процедуру несколько раз, можно полностью очистить разрез от любых когерентных волн-помех. При этом временные затраты геофизика-обработчика на профиль средней протяженности (15-20 км) даже при высоком уровне помех может составлять не более двух часов.

Дополнительные возможности программы позволяют обнулить фрагменты разрезов вдоль заданных линий обработки, а так же усилить или ослабить указанные фрагменты без какого-либо вычитания/выделения.

Все вышеперечисленное свидетельствует о высокой эффективности и технологичности описанной процедуры, которая несомненно займет свое место при обработке сейсмических временных и глубинно-динамических разрезов.

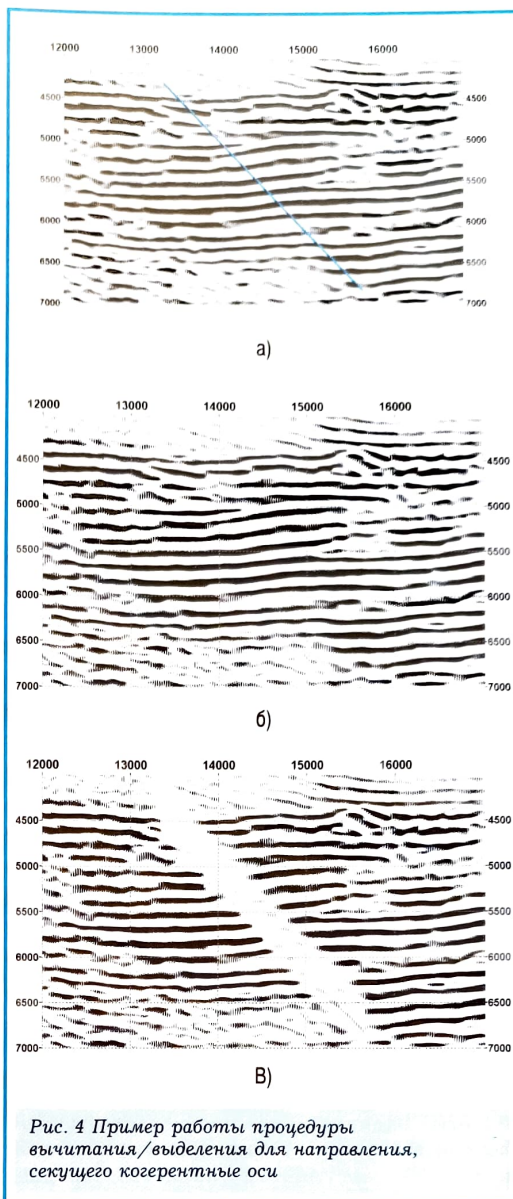
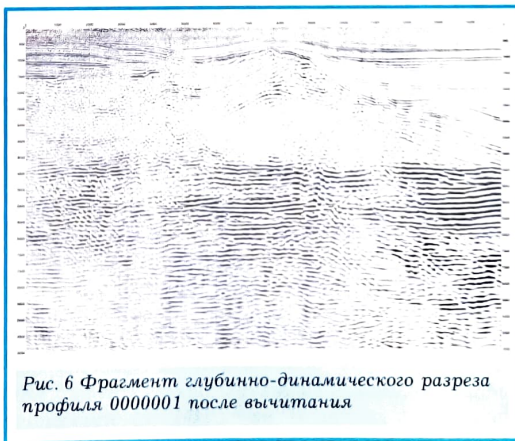
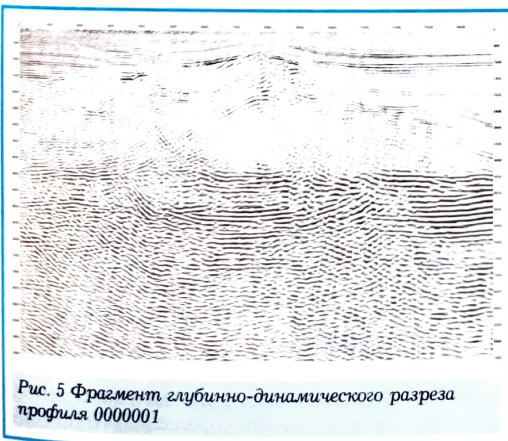


Рис. 4 Пример работы процедуры вычитания/выделения для направления, секущего когерентные оси

Литература

1. ИНПРЕС 5. Руководство пользователя. ЦГЭ, г. Москва, 2001 г.
2. Шкуратов О.И. Программа RAZREZ - программа визуализации и анализа сейсмической информации. Недра Поволжья и Прикаспия, Выпуск 30, Саратов, 2002 г.



ИНСТРУМЕНТАРИЙ ГЕОФИЗИКА-ИНТЕРПРЕТАТОРА ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ