

1. Назначение

1.1. Общие сведения

Модуль SMMOD - это программа 2D моделирования кратных волн до суммирования на основе метода подавления поверхностных кратных волн, разработанный в Делфтском университете, также известного как SRME (подавление поверхностных кратных волн), Berkhout и Verschuur 1997.

Данный метод предсказывает и подавляет в данных все поверхностные кратные волны (волны, которые прошли отражение от свободной поверхности). Так как метод полностью зависит от данных, он не требует специальных предварительных знаний о ВЧР (границах раздела, скорости).

Метод можно адаптировать для расчета внутренних кратных волн (опция IN).

Эта программа работает в области Фурье-ОСТ-удаление.

В некоторых опциях используется функция адаптации/вычитания для расчета поля первичных волн. Однако, предпочтительнее выполнить конечную стадию вычитания в специальном модуле адаптации/вычитания (ADAPT/SUBVC, ADSUB, SPLAT).

Данный модуль является многопоточным.

1.2. Определение первых опций

1.2.1. Опция пробел (стандартная опция): подавление поверхностных кратных волн

Опция пробел рассчитывает полную модель поверхностных кратных волн. Так как модель кратных волн рассчитывается, используя полное волновое поле вместо поля первичных волн, может потребоваться несколько итераций для уточнения расчета.

1.2.2. Опция IT: встроенная в итеративный граф

Данная опция позволяет внутреннему итеративному процессу, сочетающему фазу моделирования кратных волн и фазу адаптации/вычитания, извлекать поле первичных волн и конечную модель кратных волн. См. **Раздел 3, «Вниманию пользователей», стр. 15**. Внутренняя итеративная обработка подходит только для данных, не содержащих зеркальные частоты и большого количества помех. Схема адаптации - детерминистическая и требует заданного пользователем оператора обратной квадратуры.

1.2.3. Опция PM: частичное подавление кратных волн

Эта опция рассчитывает частичную модель кратных волн, созданных первичными волнами, которые располагаются в неглубоководном окне данных, которые считаются свободными от кратных волн. В этом случае модель кратных волн будет

верной без каких-либо дополнительных итераций. Модель кратных волн делится на три элемента, которые называются: измененная модель источника, модель приемника и корректирующий элемент, которые рассчитываются и выводятся по отдельности.

1.2.4. Опция IN: моделирование внутренних кратных волн

В этой опции алгоритм SRME адаптируется для расчета внутренних кратных волн, возникших между двумя границами раздела. Сегменты, ограничивающие область данных, которая включает кратнообразующие границы, определяются по данным горизонта.

1.3. Применение

Модуль обрабатывает один или несколько последовательных профилей 2D, упорядоченных по сейсмограммам ОСТ. Сейсмограммы организованы в порядке возрастания удалений, а все удаления рассматриваются как положительные значения, хотя внутри ОСТ симметризируются.

В конце каждой входной сейсмограммы ОСТ должен устанавливаться флаг Y. Если в одном задании обрабатывается несколько профилей, в конце каждого профиля должен устанавливаться флаг S.

Модуль выводит столько же трасс, сколько поступает на входе. Недействительные трассы на входе остаются недействительными на выходе.

Модуль SMMOD выполняет моделирование по взаимной свертке между ОСТ во временной и пространственной области. Как следствие, для алгоритма требуется достаточное количество ОСТ для получения достоверного результата (см. [Раздел 3, «Вниманию пользователей», стр. 15](#)). Свертка выполняется в области f - u - h , где u =координата ОСТ, h =удаление.

Перед преобразованием Фурье распределение удалений регуляризуется по дифференциальному NMO. Пропущенные ближние удаления экстраполируются в нулевое удаление в пределах максимального сдвига удалений, заданного пользователем для регуляризации. На выходе применяется дерегуляризация трасс.

2. Задание параметров

2.1. Описание

Колонка	Содержание
1	*
3-7	SMMOD
9-10	<p>Первая опция: Пробел, IT, PM, IN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Опция пробел: стандартное моделирование поверхностных кратных волн <p>В этой опции можно задать четыре вспомогательных буфера:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IS1: содержит расчет первого оператора (первичные волны) • OS1: содержит исходные входные данные • OS4: содержит результат вычитания после адаптации модели • OS5: содержит операторы после регуляризации и экстраполяции до нулевого удаления <ul style="list-style-type: none"> • IT: встроенная в итеративное моделирование <p>В данной опции могут быть заданы четыре вспомогательных буфера:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IS1: содержит расчет первого оператора (первичные волны) • OS1: содержит исходные входные данные • OS4: содержит результат вычитания после адаптации модели • OS5: содержит регуляризованный оператор для следующей итерации <ul style="list-style-type: none"> • PM: частичное моделирование кратных волн <p>В этой опции можно задать пять вспомогательных буферов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IS1: содержит расчет первого оператора (первичные волны) • OS1: содержит исходные входные данные • OS2: содержит второй элемент модели • OS3: содержит третий элемент модели • OS5: содержит операторы после регуляризации и экстраполяции до нулевого удаления <ul style="list-style-type: none"> • IN: моделирование внутренних кратных волн <p>В этой опции можно задать три вспомогательных буфера:</p> <ul style="list-style-type: none"> • OS1: содержит исходные входные данные • OS4: содержит результат вычитания после адаптации модели • OS5: содержит операторы после регуляризации и экстраполяции до нулевого удаления
15-16	Входной буфер: содержит данные.
23-24	Выходной буфер: содержит модель кратных волн (возможно адаптированную). В опции PM: основной элемент = неполнократные волны со стороны приемника.
31-80	Параметры

2.2. Взаимозависимости параметров

Тип параметра	Обязательные параметры	Необязательные параметры
Параметры, общие для всех опций	YMX, ONE, ATT, Y, INC, XRM, DCDP, B, LVI, VREG	S, NCDP, OS1, XMAXSYM, FMIN, FMAX, OS5, BREG,

Тип параметра	Обязательные параметры	Необязательные параметры
		DIFXMAX, DIFXNMO, REGINT, EXPTAP
Параметры, специальные для опции пробел (стандартная опция)		IS1, ADAPOUT, LCN, NCT, NCX, XF, OS4
Параметры, специальные для опции IT	NITER, LCN, NCX, NCT, XF	ADAPOUT, OS4, LMU, LFD
Параметры, специальные для опции PM	IS1, LFD, KTM, LTAPM, WIN, MUTE, DBHZ, HOR, DELTIM, LTAPM, OS2	HZKEY, OS3
Параметры, специальные для опции IN	DELTIM, LTAPM, WIN, DBHZ, HOR, T	HZKEY, ADAPOUT, NCT, NCX, XF, OS4

2.3. Параметры, общие для всех опций

2.3.1. Обязательные параметры

Параметры грида

YMX_a

a = максимальное количество трасс во входной сейсмограмме (целое число).

Ограничения: $a > 0$

ONE=(Att_y, INC_i)

Att_y = атрибут заголовка, определяющий входные сейсмограммы (ОСТ), на которых устанавливается флаг Y. Согласованность между флагом Y и ОСТ проверяется во время выполнения.

i = инкремент ОСТ для проверки регулярности входных данных (целое число). Пропущенные ОСТ заменяются соседними. См. [Раздел 3.4, «Предварительная обработка», стр. 16](#).



Важно

Заполнение данных по ОСТ обязательно для получения достоверной модели на целевом диапазоне ОСТ.

XRM_r

r = максимальное удаление на регулярном гриде (действительное число). r обычно должно быть слегка больше фактического максимального удаления в данных.

Ограничения: $r > 0$

DCDP_c

c = интервал (в метрах или футах) между смежными входными ОСТ без учета интервала нумерации между ними (действительное число).

Ограничения: $c > 0$

Параметр выходного цикла

B_j

j = номер основного выходного цикла (целое число).

Ограничения: $0 < j < 100$

Параметры скорости

Должен быть задан один из следующих параметров:

LVI g

g = номер библиотеки скоростей (LIBRI VI), используемой для регуляризации данных по дифференциальному NMO (целое число). Этот параметр рекомендуется только в том случае, если для регуляризации данных выбрана опция линейной интерполяции. См. [“Расширенные параметры - регуляризация удалений”, стр. 6](#), параметр REGINT.

Ограничения: $0 < g < 100$

или

VREG v

v = постоянная скорость (в м/с или футах/с), используемая для дифференциального NMO (действительное число).

Ограничения: $v > 0$



Важно

В опции IN данный параметр должен быть задан для скорости окна горизонта создания кратных волн для корректного извлечения этого окна данных вдоль кривой NMO на каждом удалении.

2.3.2. Необязательные параметры

Общие параметры

S=Att $_s$

Att $_s$ = атрибут заголовка, на котором устанавливается флаг S. Этот параметр задается, если обрабатывается несколько профилей (см. [Раздел 1.3, «Применение», стр. 2](#)). Согласованность между флагом S и атрибутом заголовка Att $_s$ проверяется во время выполнения.

NCDP n

n = максимальное количество ОГТ в инлайне (целое число).

По умолчанию: 5000

OS1=AA

AA = вспомогательный выходной буфер, содержащий исходные входные данные, которые будут вводиться в модуль ADAPT/SUBVC для вычитания модели. Содержание этого буфера обрабатывается в основном выходном цикле и синхронизируется с основным буфером. Имя буфера не должно повторно использоваться в одном задании.

Параметры, специальные для модели кратных волн

XMAXSYM h

h = максимально симметризуемое (отрицательное) удаление, которое используется в расчете модели (действительное число). Регулярные удаления варьируются от -XMAXSYM до XRM.

Ограничения: $h \geq 0$

По умолчанию:

- опция пробел: $h = \text{XRM} \times 0.2$
- опции IN и PM: $h = \text{XRM} \times 0.5$

FMIN*f*

f = минимальная обрабатываемая частота, используемая для расчета модели (действительное число).

Ограничения: $f \geq 0$

По умолчанию: 0

FMAX*g*

g = максимальная обработанная частота, используемая для расчета модели (действительное число).

Ограничения: $f \leq g \leq \text{частота Найквиста}$

По умолчанию: частота Найквиста

Параметры контроля качества оператора

OS5=*AB*

AB = вспомогательный выходной буфер, содержащий данные, которые используются для контроля качества оператора после регуляризации и экстраполяции до нулевого удаления.

BREG*d*

d = номер цикла пост-обработки, который получает выходные данные из буфера OS5 для контроля качества обработки (целое число).

Ограничения: $0 < d < 100$

Расширенные параметры - регуляризация удалений

Эти параметры доступны для расширенного тестирования и должны использоваться опытными пользователями. В обычной ситуации их использование необязательно для стандартной обработки.

DIFXMAX*a*

a = максимальный сдвиг удаления, допустимый в процессе регуляризации (действительное число). Этот параметр также контролирует экстраполяцию до нулевого удаления.

Ограничения: $a > 0$

По умолчанию: XRM

DIFXNMOD

d = сдвиг удаления в процессе регуляризации, выше которого применяются дифференциальные NMO поправки (действительное число). Если задается отрицательное значение, то дифференциальные NMO поправки применяются всегда.

По умолчанию: -1.0

REGINT*r*

r = метод интерполяции, используемый в процессе регуляризации удалений.

**Примечание**

Можно задать только значения 0 или 1.

$r = 0$: ближайшие соседние данные (это значение по умолчанию)

$r = 1$: линейная интерполяция

EXPTARe

e = экспоненциальная переходная зона, применяемая к трассе прямо перед расчетом модели, которая затем удаляется из модели. Подавление равно 1.0 в начале трассы, и $10^{(-e)}$ в конце трассы. Если $e=0$, переходная зона не применяется, а длина трассы внутри удваивается во избежание проблемы свертки.

Ограничения: $e \geq 0$

По умолчанию: 3

2.4. Параметры, специальные для опции пробел (стандартная опция)

2.4.1. Необязательный параметр

IS1=AC

AC = вспомогательный входной буфер, в котором содержится оператор, если отличен от данных, вводимых в основной буфер.

Параметры, специальные для адаптации модели

В детерминированном методе модель фильтруется с помощью фильтра обратной квадратуры, заданного пользователем. Затем рассчитывается коэффициент адаптации для каждого дискрета модели, учитывая модель и дискреты данных в окне вокруг NCT x NCX.

ADAPOUT

Если задан этот параметр, в выходном буфере вместо модели содержится адаптированная модель.

**Важно**

Этот параметр должен быть задан со следующими параметрами адаптации:

LCNf

f = номер LIBRI CN, определяющей оператор обратной квадратуры (целое число).

Ограничения: $0 < f < 100$

По умолчанию: f = статистическая адаптация

NCTt

t = длина окна адаптации в мс (целое число).

Ограничения: $t > 0$

NCXn

n = количество трасс в окне адаптации (целое число).

Ограничения: $n > 0$

XF_w

w = коэффициент предварительного отбеливания для ограничения расчета операторов адаптации амплитуд (действительное число).

По умолчанию: 0.01

OS4=AF

AF = вспомогательный выходной буфер, который содержит результат (первичные волны) вычитания. Имя данного буфера нельзя повторно использовать в том же задании.

2.5. Параметры, специальные для опции IT

2.5.1. Обязательные параметры

NITER_k

k = количество итераций для расчета модели (целое число).

Обычно $k = 2$ или 3 .

Параметры адаптации

В детерминированном методе модель фильтруется с помощью фильтра обратной квадратуры, определенного пользователем. Затем рассчитывается коэффициент адаптации для каждого дискрета модели с учетом модели и дискретов данных в окне NCT x NCX.

Если выбрана итеративная обработка, модуль выполняет адаптацию регуляризованной модели для расчета регуляризованной "Первичные волны = Данные - Адаптированная модель". Затем регуляризованные первичные волны обнуляются и становятся оператором для следующих итераций. Эти операции выполняются на полностью регуляризованном диапазоне удалений, включая малые удаления. См. [Раздел 3, «Вниманию пользователей», стр. 15](#) и [Раздел 3.4.8, «Графы обработки: К-фильтры, подавление случайных помех \(RNA\), мьютинг, итерации», стр. 17](#).

LCN^f

f = номер LIBRI CN, определяющей оператор обратной квадратуры (целое число).

Ограничения: $0 < f < 100$

По умолчанию: f = статистическая адаптация

Если задан параметр LCN, статистические параметры не допускаются.

NCX_n

n = количество трасс в окне адаптации амплитуд (целое число).

Ограничения: $n > 0$

NCT_t

t = длина (в мс) окна адаптации амплитуд (целое число).

Ограничения: $t > 0$

XF_w

w = коэффициент предварительного отбеливания для ограничения расчета оператора адаптации амплитуд (действительное число).

По умолчанию: 0.01

2.5.2. Необязательные параметры

Параметры адаптации

ADAPOUT

При задании этого параметра в выходном буфере вместо модели содержится конечная адаптированная модель.

OS4=AF

AF = вспомогательный выходной буфер, в котором содержится результат вычитания (первичные волны). Имя данного буфера не может быть повторно использовано в том же задании.



Примечание

Параметр ADAPOUT должен быть задан для вывода данного буфера.

Предварительная обработка оператора

LMUn

n = номер LIBRI MU, применяемой к оператору (первичные волны) перед повторной итерацией расчета модели. Он не применяется при первой итерации к входным данным оператора.

LFDm

m = номер LIBRI FD, задающей время пробега до морского дна, если LIBRI MU задана с помощью IQ (функция мьютинга зависит от глубины воды).

2.6. Параметры, специальные для опции PM

В этой опции программа выводит 3 модели:

- модель с неполнократными волнами со стороны приемника ($-D \cdot P$) в основной выходной буфер.
- модель с (измененными) неполнократными волнами со стороны источника ($-P \cdot (D - P)$) во вспомогательный выходной буфер OS2.
- модель с объединенными обеими сторонами ($-P \cdot D \cdot P$) во вспомогательный выходной буфер OS3.

Этот последний элемент является элементом поправки второго порядка, используемым только когда кратнообразующие границы в операторе очень мощные. Он содержит кратные волны второго порядка или выше.

2.6.1. Обязательные параметры

IS1=AC

AC = вспомогательный входной буфер, в котором содержится оператор.

Определение модели

Для определения модели кратных волн доступны две опции: **Определение модели с использованием морского дна** или **Определение модели, используя набор данных горизонта**.

Определение модели с использованием морского дна

LFDf

f = номер библиотеки (LIBRI FD), в которой содержится время пробега до морского дна (целое число).

Ограничения: $0 < f < 100$

KTM_k

k = коэффициент умножения, применяемый к значению времени морского дна (WB) для получения значения времени мьютинга, который будет применяться к оператору (действительное число).

Длина оператора равна $KTM \times WB$, а мьютинг данных выполняется ниже этого значения.

Ограничения: $k \geq 1.0$

LTPM_t

t = переходная зона, применяемая к окну однократных и многократных волн. См. **Рисунок 5**.

**Примечание**

Этот параметр является необязательным, если задан параметр LFD.

Определение модели, используя набор данных горизонта

```
WIN=(MUTE,DBHZ=version,HOR=horizon_name,HZKEY=(...))
```

где

MUTE

Атрибут заголовка *TR_FNZ*, определяющий верхнюю границу окна, свободного от кратных волн.

DBHZ=version

version = имя версии БД (максимум 15 символов).

HOR=horizon_name

horizon_name = имя (до 30 символов) набора данных БД горизонта, ограничивающего окно, свободное от кратных волн.

**Важно**

Если HOR является последним заданным параметром, пользователь должен завершить строку запятой (,).

Для 2D горизонтов:

```
HZKEY=(Att_a)
```

Att_a = ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: *CRL_NB*

Для 3D горизонтов:

```
HZKEY=(Att_a,Att_b)
```

Att_a = первый ключ БД для определения горизонта.

Att_b = второй ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: *Att_a* = *INL_NB* и *Att_b* = *CRL_NB*

Должны быть заданы как *Att_a*, так и *Att_b*, если один из них отличается от атрибута по умолчанию.

DELTIM t

t = длина поля (в мс), добавляемого к выбранному горизонту (целое число).
Используется для гарантии того, что весь горизонт полностью включен в окно, свободное от кратных волн.

LTAPM t

t = переходная зона (в мс), применяемая к окну первичных и кратных волн (целое число). См. [Рисунок 5](#). Значение параметра LTAPM должно быть меньше DELTIM для сохранения сейсмического горизонта, ограничивающего окно.

Параметр, специальный для вывода модели кратных волн**OS2= mm**

mm = имя вспомогательного выходного буфера, в котором содержится второй элемент частичной модели (измененная модель боковых волн от источника). Этот буфер обрабатывается в основном выходном цикле.

2.6.2. Необязательные параметры**Параметр, специальный для вывода модели кратных волн****OS3= nn**

nn = имя вспомогательного выходного буфера, в котором содержится третий элемент частичной модели (корректирующий элемент). Этот буфер обрабатывается в основном выходном цикле.

2.7. Параметры, специальные для опции IN

Если выбирается эта опция, внутренними кратнообразующими границами являются горизонты, которые создают нисходящие отражающие волны. Область данных, содержащая кратнообразующие границы, ограничена двумя горизонтами, которые определяются в базе данных (БД) (см. [Рисунок 4](#)).

2.7.1. Обязательные параметры**DELTIM t**

t = длина поля (в мс), которое добавляется к выбранному горизонту (целое число).
Используется для гарантии того, что весь горизонт полностью включен в окно, свободное от кратных волн.

LTAPM t

t = переходная зона (в мс), применяемая к окну однократных и кратных волн (целое число). См. [Рисунок 5](#). LTAPM должен быть меньше DELTIM для сохранения сейсмического горизонта, ограничивающего окно.

Параметры, определяющие область кратнообразующей границы (временное окно)**Временное окно, определяемое двумя наборами данных горизонта**

```
WIN=(DBHZ=version1,HOR=top_horizon,HZKEY=(...),
DBHZ=version2,HOR=bottom_horizon,HZKEY=(...))
```

где

DBHZ=version1

DBHZ=version2

$version1, version2$ = имена версий БД (максимум 15 символов), определяющие верхний и нижний горизонты.



Примечание

Задание *version2* не является обязательным.

HOR=*top_horizon*

top_horizon = имя (максимум 30 символов) набора данных (таблицы) БД, в котором содержатся времена верхнего горизонта.

HOR=*bottom_horizon*

bottom_horizon = имя (максимум 30 символов) набора данных (таблицы) БД, в котором содержатся времена нижнего горизонта.



Примечание

Если HOR - это последний заданный параметр, необходимо завершить строку запятой (,).

Для 2D горизонтов:

HZKEY=(*Att_a*)

Att_a = ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: *CRL_NB*

Для 3D горизонтов:

HZKEY=(*Att_a*,*Att_b*)

Att_a = первый ключ БД для определения горизонта.

Att_b = второй ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: *Att_a* = *INL_NB* и *Att_b* = *CRL_NB*.

Должны быть заданы как *Att_a*, так и *Att_b*, если один из них отличается от атрибута по умолчанию.

Временное окно, определяемое по верхнему горизонту и по постоянной нижней границе

WIN=(*DBHZ=version*,**HOR**=*top_horizon*,**HZKEY**=(...),*Tb*)

где

DBHZ=*version*

version = имя версии БД, содержащей набор данных горизонта.

HOR=*top_horizon*

top_horizon = имя (максимум 30 символов) набора данных (таблицы) БД, в котором содержатся времена верхнего горизонта.

Tb

b = постоянное время (в мс), определяющее нижнюю границу.

Для 2D горизонтов:

HZKEY=(*Att_a*)

Att_a = ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: *CRL_NB*

Для 3D горизонтов:

HZKEY=(Att_a,Att_b)

Att_a = первый ключ БД для определения горизонта.

Att_b = второй ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: Att_a = INL_NB и Att_b = CRL_NB.

Должны быть заданы как Att_a, так и Att_b, если один из них отличается от атрибута по умолчанию.

или

Временное окно, определяемое по нижнему горизонту и по постоянной верхней границе

WIN=(Tc,DBHZ=version,HOR=bottom_horizon,HZKEY=(...))

где

DBHZ=version

version = имя версии БД, содержащей набор данных горизонта.

HOR=bottom_horizon

bottom_horizon = имя (максимум 30 символов) набора данных (таблицы) БД, в котором содержатся времена нижнего горизонта.

Tc

c = постоянное время (в мс), определяющее верхнюю границу.

**Примечание**

Если HOR - это последний заданный параметр, необходимо завершить строку запятой (,).

Для 2D горизонтов:

HZKEY=(Att_a)

Att_a = ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: CRL_NB

Для 3D горизонтов:

HZKEY=(Att_a,Att_b)

Att_a = первый ключ БД для определения горизонта.

Att_b = второй ключ БД для определения горизонта.

По умолчанию: Att_a = INL_NB и Att_b = CRL_NB.

Должны быть заданы как Att_a, так и Att_b, если один из них отличается от атрибута по умолчанию.

2.7.2. Необязательные параметры**Параметры, специальные для адаптации модели**

Адаптация амплитуд выполняется с учетом модели и дискретов данных в окне NST × NCX.

ADAPOUT

Если задан этот параметр, в выходном буфере вместо модели содержится адаптированная модель.



Важно

Этот параметр должен быть задан со следующими параметрами адаптации:

NCT t

t = длина окна адаптации (в мс) (целое число).

Ограничения: $t > 0$

NCX n

n = количество трасс в окне адаптации (целое число).

Ограничения: $n > 0$

XF w

w = коэффициент предварительного отбеливания для ограничения расчета операторов адаптации амплитуд (действительное число).

По умолчанию: 0.01

OS4= AF

AF = вспомогательный выходной буфер, в котором содержится результат (первичные волны) вычитания. Имя данного буфера не может быть повторно использовано в одном задании.

3. Вниманию пользователей

3.1. Сопряженные модули

- LIBRI VI
- LIBRI FD
- ADAPT/SUBVC

3.2. Граф обработки

- Модуль принадлежит циклу, который управляется битом Y.
- Модуль обрабатывает полностью профиль 2D и выводит трассы модели, а также дополнительные трассы данных каждой сейсмограммы в один выходной цикл для обеспечения синхронизации между обоими буферами.
- Размещение бита S в конце каждого профиля 2D позволяет обрабатывать несколько профилей 2D в одном задании.

3.3. Заполнение данных

Ниже приведено простое руководство по расчету количества сейсмограмм OCT для данных буксируемых кос, необходимых для заполнения, чтобы получить достоверную модель на целевых OCT.

Предположим нас интересует построение модели кратных волн, которая будет вычитаться из данных для диапазона OCT m - n .

- L : полная длина косы
 DX : расстояние между трассами на поверхности
 dx : расстояние между OCT
 f : участок длины косы, используемый для ADAPT/SUBVC

Количество OCT для заполнения (p) равно:

$$p = f \times L / DX \text{ или}$$

$$p = f \times L / 2dx$$

Программу необходимо запускать на сейсмограммах OCT от $(m - p)$ до $(n + p)$.

3.3.1. Пример:

Полная длина косы: $L = 10\,000$ м

Расстояние между трассами на поверхности: $DX = 25$ м

Половина длины косы, используемая в ADAPT/SUBVC $f = 0.5$

Следовательно, количество OCT, необходимых для заполнения, равно:

$$p = 0.5(10000)/25 = 200$$

Требуется только 100 OCT, если в LASUB используется четверть косы.

3.3.2. Экстраполяция на ближних удалениях

Настоятельно рекомендуется позволить модулю выполнить экстраполяцию на ближних удалениях или иначе есть вероятность, что модель кратных волн будет неверной. Для этого необходимо задать параметр DIFXMAX хотя бы таким же большим, как удаление ближайшей трассы, чтобы алгоритм мог заполнить пропущенные значения удалений.

Можно выполнить более точную экстраполяцию, чем встроенную в модуль (дифференциальные NMO).

3.4. Предварительная обработка

3.4.1. Вступления прямых волн

Хотя теоретически не требуется, на практике настоятельно рекомендуется использовать мьютинг вступлений прямых волн хотя бы на наборе данных оператора (буфер IS1, если задан). Если не выполнить мьютинг вступлений прямых волн, некоторые первичные волны могут появиться в модели кратных волн.

3.4.2. Амплитуды

Должны вводиться необработанные трассы без NMO поправок, без выравнивания амплитуд. Теоретически следует применить легкое и примерное восстановление амплитуд (например, REFOR T0.5) для 2D моделирования амплитуд, которое можно отменить после применения SMMOD.

3.4.3. Регулярность грида

Алгоритм предполагает, что имеются все смежные OCT. Если имеются пропущенные OCT, это повлияет на качество модели вокруг таких разрывов. Внутри заданной сейсмограммы OCT модуль выполняет регуляризацию удалений перед расчетом модели с введением дифференциальных NMO, используя постоянную скорость. Если в сейсмограмме OCT присутствует только несколько удалений, экстраполяция удалений будет достаточно приближенной. В случае больших разрывов на профиле 2D возможно потребуется выполнить фазу восстановления пропущенных трасс до запуска программы.

3.4.4. Подавление помех

Установлено, что метод SMA достаточно чувствителен к наличию помех (произвольных или импульсных). В таком случае может помочь предварительная фильтрация помех.

Если SPARN используется для подавления помех и применяется непосредственно к сейсмограммам OCT, он очень часто оставляет больше помех на первых нескольких трассах сейсмограмм.

Так как для заполнения пропущенных позиций минимальных удалений используется ближняя трасса, лучше отсортировать сейсмограммы в порядке убывания удалений перед применением SPARN. Другой возможностью является применение SPARN на плоскостях удалений, что обычно приводит к улучшенным результатам.

Существует два способа применения подавления помех:

- на данных и на операторе.
- только на операторе. Рекомендуется эта опция с теоретической точки зрения, но в таком случае, если вы хотите выполнить итерацию, необходимо повторно

применять этот способ после каждой итерации к каждому новому оператору, полученному из нового расчета однократных волн.

3.4.5. Другие процессы подавления кратных волн

Для SMMOD требуется полное волновое поле в качестве входных данных (однократные и многократные волны), следовательно, перед SMMOD не следует применять обработку по подавлению кратных волн. При обработке кратных волн, когда подавляются все поверхностные кратные волны, может показаться, что невозможно применить SMMOD и предсказывающую деконволюцию на одних и тех же данных.

В качестве решения этой проблемы деконволюцию можно применить перед SMMOD. Например, если модуль REMUL применялся для удаления кратных волн от морского дна, тогда необходимо применить мьютинг к самому морскому дну, чтобы SMMOD не пытался смоделировать и вычесть кратные волны от морского дна, подавление которых уже было выполнено.

Модули фильтрации, основанной на скорости (FKMUL, , RAMUR), должны применяться после SMMOD для удаления того, что SMMOD оставил на сейсмограммах.

3.4.6. Пространственная дискретизация и наложение зеркальных частот

Если интервал между трассами OCT достаточно большой, может случиться так, что на моделях кратных волн появится некоторое пространственное наложение зеркальных частот. Существует несколько практических решений, которые можно объединить:

- применение мьютинга перед модулем SMMOD. Есть возможность применения мьютинга только к оператору.
- применение К-фильтров для устранения влияния наложения зеркальных частот на сейсмограммах ПВ перед обычным редактированием/заполнением трассы.
- уменьшение значения параметра XMAXSYM.

3.4.7. Зоны мьютинга

Рекомендуется применить мьютинг, по крайней мере, на вступлениях прямых волн полностью на операторе и частично на данных (если не хотите совсем менять первичные волны на больших удалениях).

3.4.8. Графы обработки: К-фильтры, подавление случайных помех (RNA), мьютинг, итерации

В зависимости от того, являются ли К-фильтры и/или RNA жесткими или нет, можно представить различные графы обработки от наиболее простых до более сложных. См. [Рисунок 1](#).

3.5. Пост-обработка

Основными выходными данными SMMOD является модель кратных волн, используемая в последующем модуле вычитания для выполнения грубой адаптации, после чего выполняется более точное вычитание (с небольшими интервалами и фильтрами малого размера). См. [Рисунок 1](#).

Установлено, что эта конечная стадия адаптации более эффективна при применении на сейсмограммах общих удалений.

3.6. Многопоточность

Для работы модуля в многопоточном режиме, необходимо установить переменную окружения `NBCORES_PER_JOB` для задания количества ядер, которое вы хотите применить.

4. Примеры

Пример 1.

```
* DLOOP          1
* RUNET          AA      FILE=local:/afs/DATAS/+
                        FILE=SMMOD9R.cst,
                        Y=(CRL_NB),
* EVERY          AA      AB      OPT=C0(ATT=ACQ_CHN,)
* SELTR          AB      AC      Y=(CRL_NB),S=(TR_SI)
* SMMOD          AC      06      B6,YMX106,
                        ONE=(CRL_NB,INC1),
                        DCDP6.25,XRM8100,VREG1500,
                        S=TR_SI,
                        FMIN0,FMAX125,XMAXSYM3500,NCDP5000,
**
                        ADAPOUT,NCT300,NCX60,LOPT200
**
                        OS4=0U
* ENDLP
**-----
* DLOOP          6
* LISTE AA DA 06          STEP200
* ENDLP
**-----
* PROCS          XB1
```

5. Рисунки

Рисунок 1. Граф обработки

Теоретическое итеративное моделирование/ процесс вычитания с использованием жесткого К-фильтра и RNA

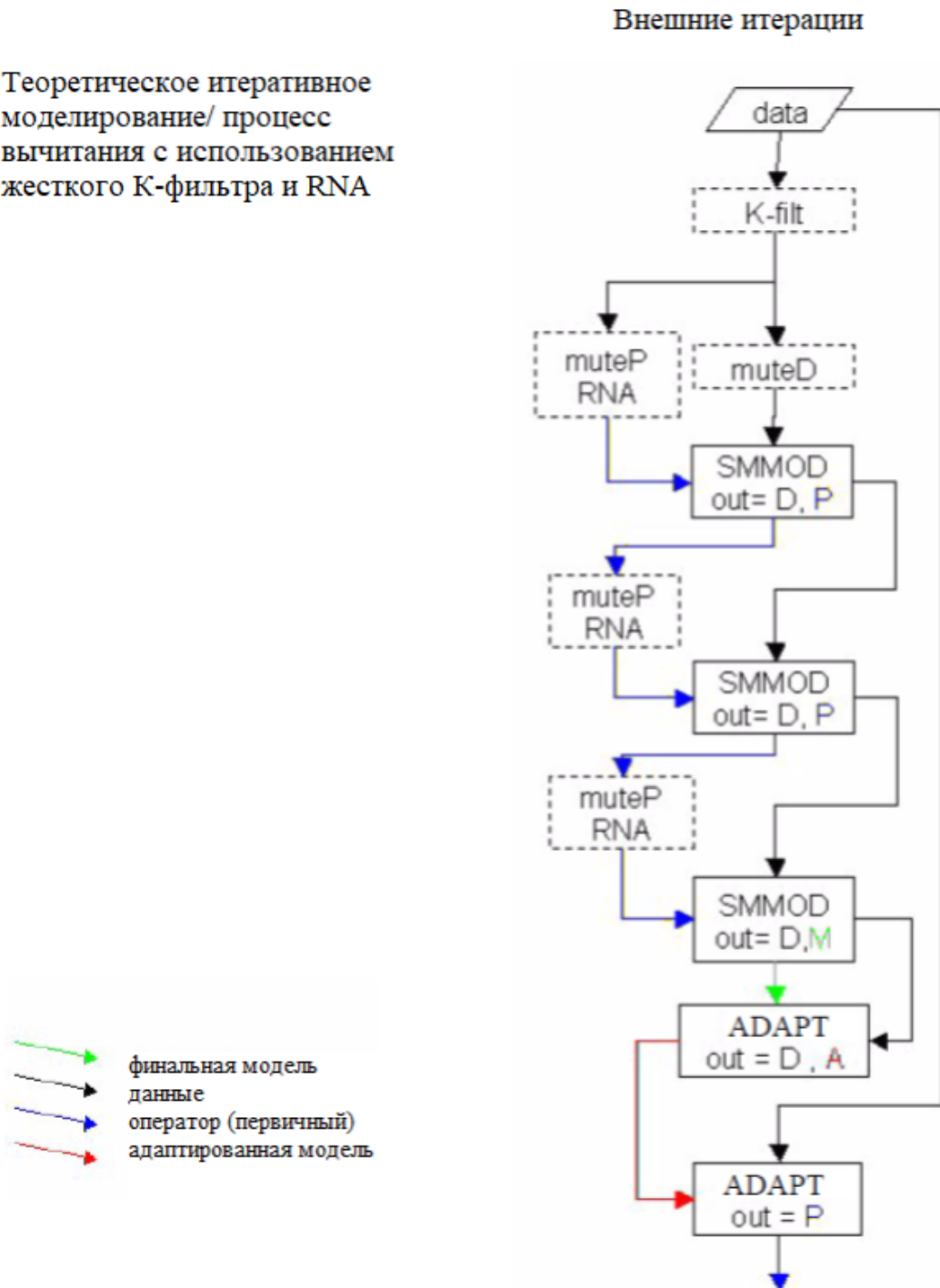
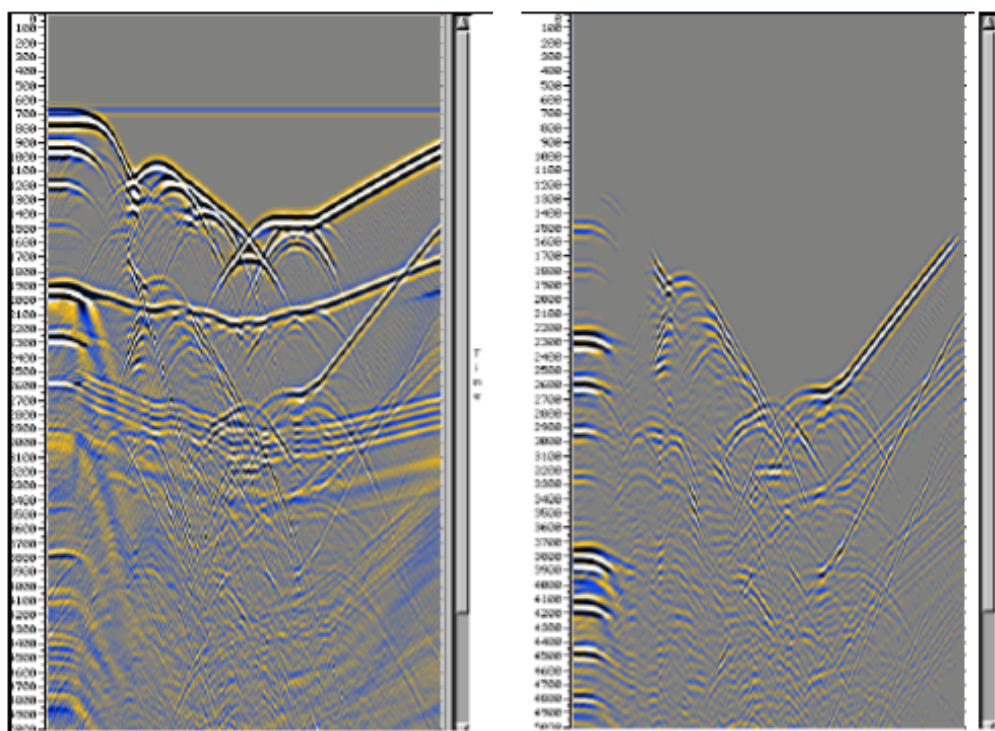


Рисунок 2. Стандартное моделирование на данных с плоскостью общих удалений



Представлены две плоскости общих удалений:

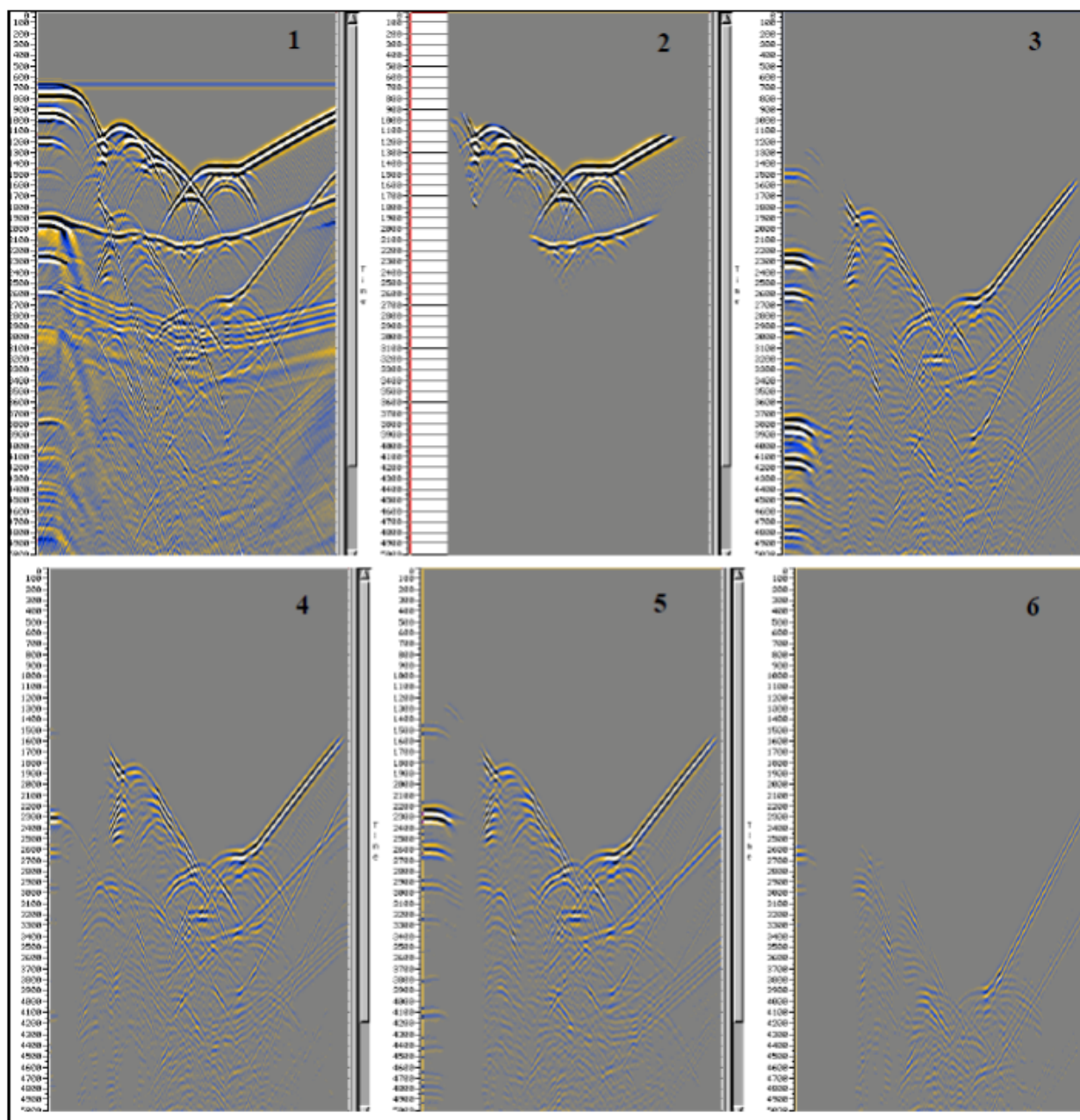
- слева показаны входные данные общих удалений 500 м
- справа показана соответствующая модель 2D SMMOD



Примечание

Несколько отличий между 2 моделями: знак (-1) отражения от свободной поверхности переносится в SMMOD, а баланс амплитуд лучше соблюдается вдоль временной оси (результат применения жесткой поправки зоны Френеля в SMMOD).

Рисунок 3. Опция PM - частичное моделирование



Верхние разрезы

- 1: Входные данные
- 2: Поверхностное временное окно только с первичными данными (P)
- 3: Модель SMMOD 2D (-D*D)

Нижние разрезы: частичные модели

- 4: -D*P,
- 5: -P*D,
- 6: -P*D*P*

Примеры данных плоскости общих удалений (1000 м)

В этом примере сначала выделяется внешнее временное окно, содержащее только однократные волны, которое будет использоваться в качестве оператора прогнозирования кратных волн. Затем использование опции PM позволяет создать 3 различные модели: одну с неполнократными волнами со стороны приемника (-D*P), другую с (измененными) неполнократными волнами со стороны источника (-

$P*(D-P)$), и, последнюю с сочетанием волн со стороны источника и приемника одновременно ($-P*D*P$).

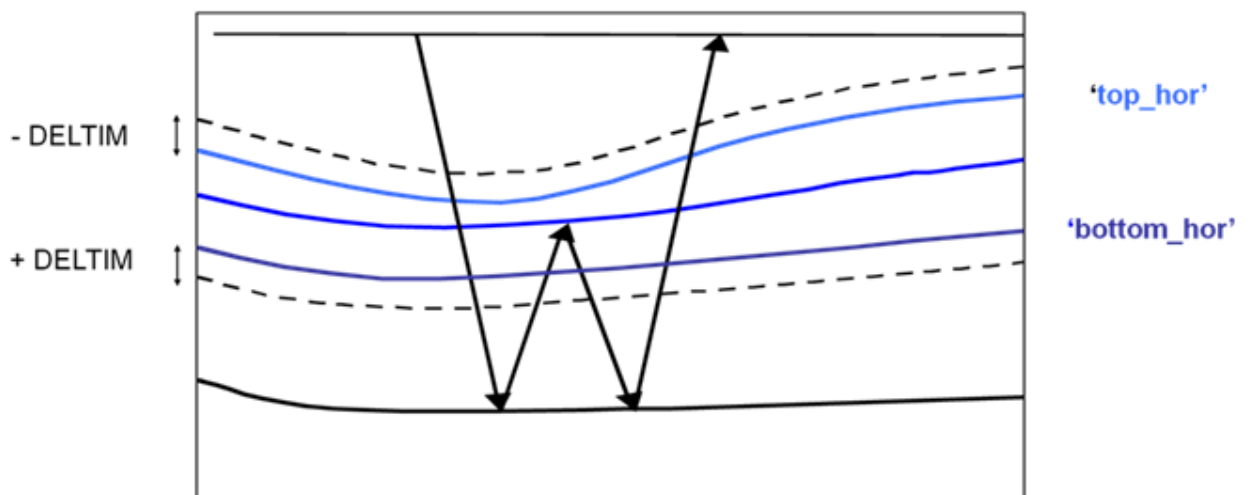
Этот последний элемент является корректирующим элементом второго порядка, который используется только когда кратнообразующие границы в операторе являются очень мощными. Он содержит кратные волны второго порядка и выше.



Примечание

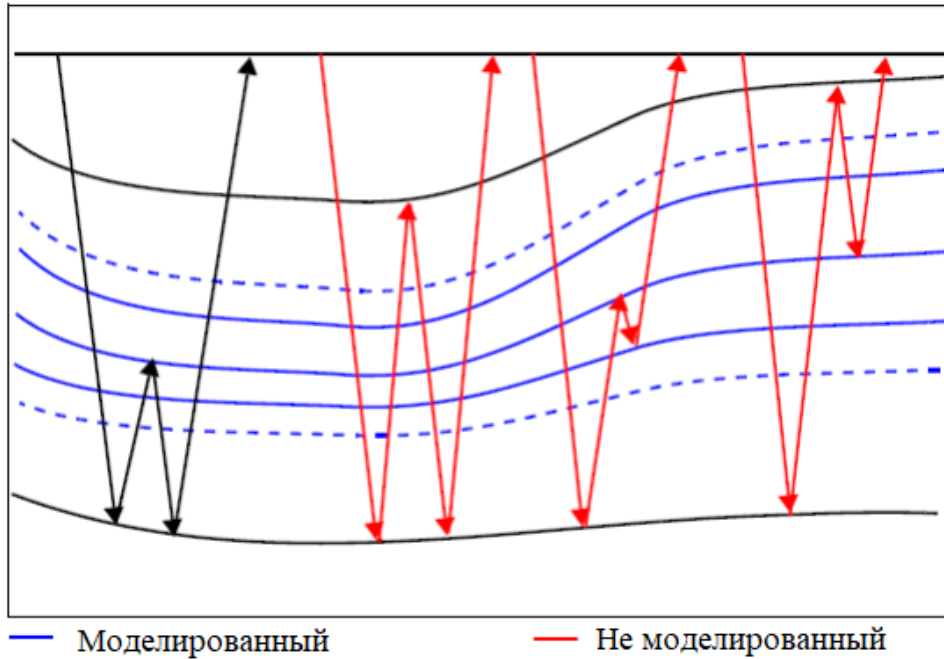
Некоторые кратные волны (за исключением времени двойного пробега) обнаруживают два различных времени вступления, соответствующие неполнократным волнам со стороны источника или со стороны приемника. Эти два вступления смешиваются в стандартном моделировании ($-D*D$), но разделяются в частичном моделировании.

Рисунок 4. Опция IN - моделирование внутренних кратных волн



Окно горизонта ограничивает горизонты, создающие нисходящие отражения. Моделируются только эти нисходящие отражения. Восходящие отражения, вызванные этими горизонтами, не моделируются.

В: Типы моделируемых мультипликаторов



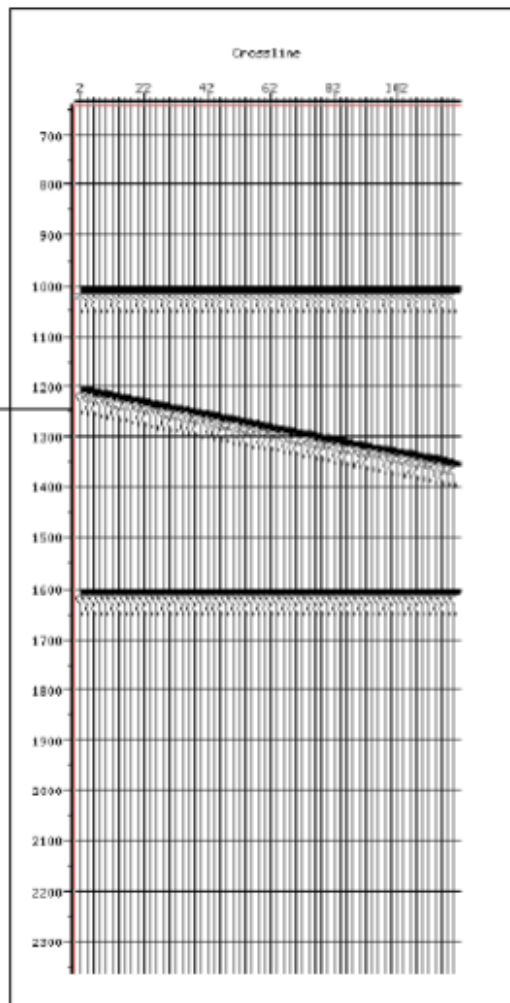
На рисунке выше показан путь пробега кратных волн, который можно смоделировать в окне горизонта:

- путь пробега кратных волн, полученных от нисходящих отражений, вызванных горизонтами выше и ниже окна (нельзя создать).
- путь пробега кратных волн, полученных из восходящих отражений, вызванных горизонтами, входящими в окно кратнообразующих границ (нельзя создать).
- путь пробега кратных волн можно создать только из нисходящих отражений на горизонтах, входящих в окно кратнообразующих границ, следующих или предшествующих восходящим отражениям от горизонтов ниже окна кратнообразующих границ.

С: Пример синтетики

Данные

Генератор



Внутренняя множественная модель

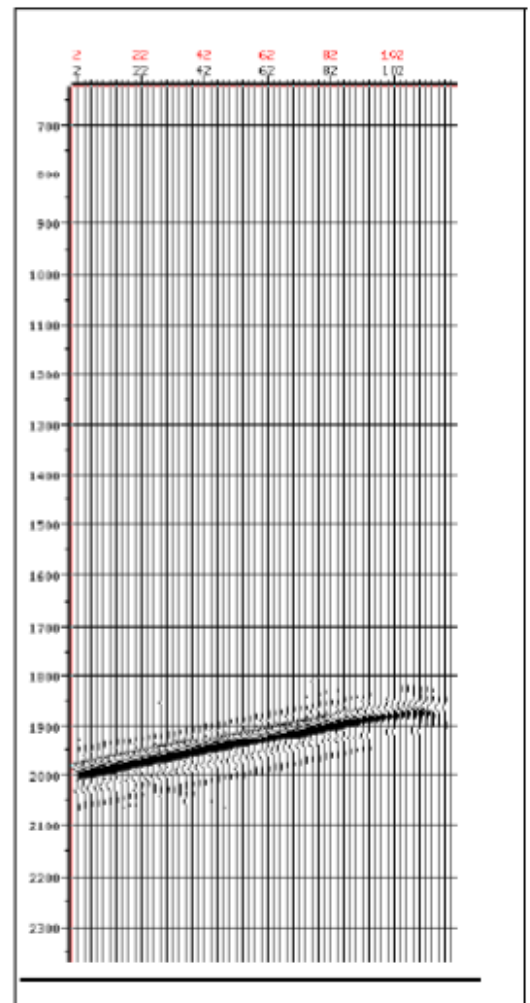
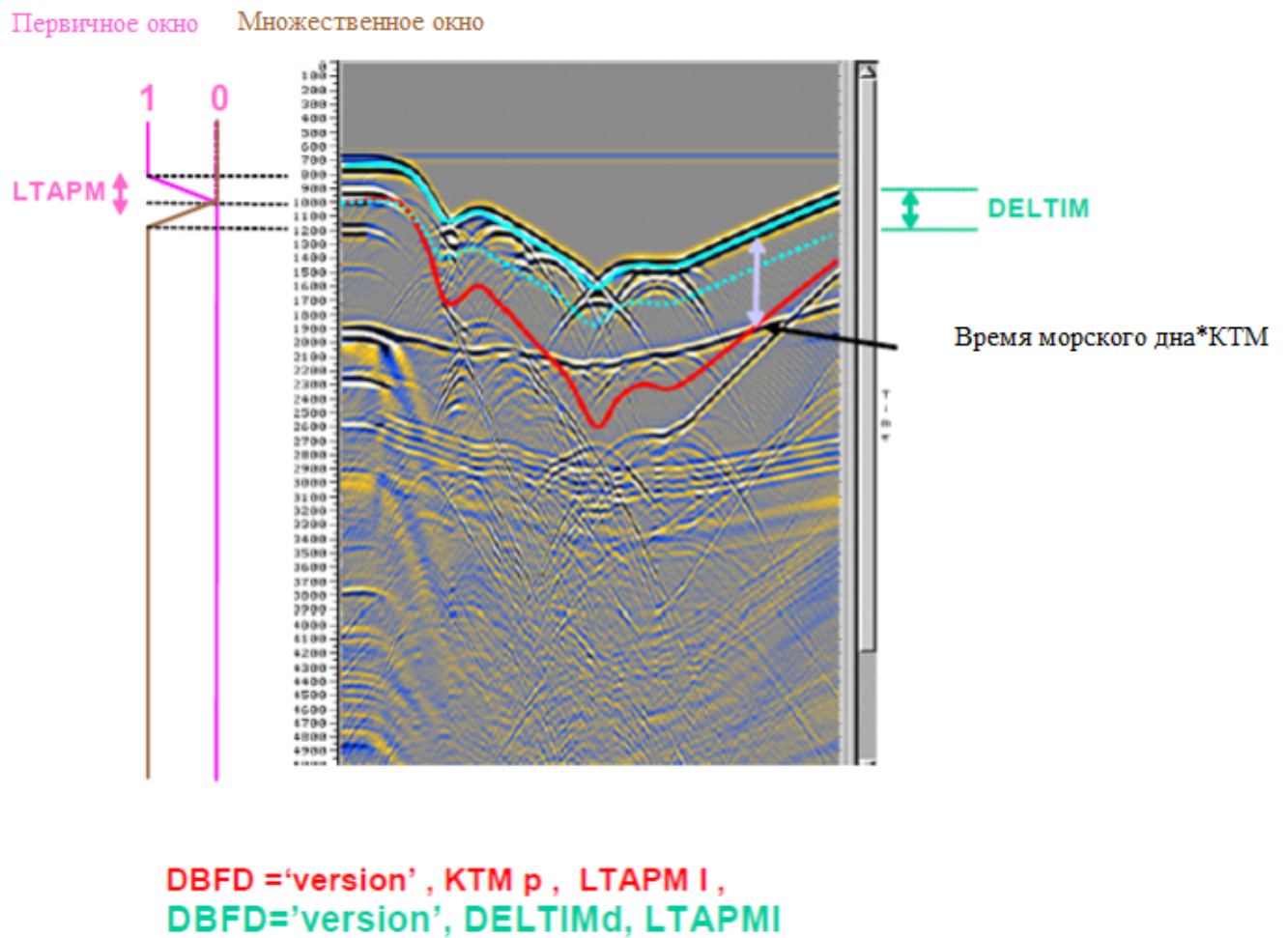


Рисунок 5. Параметры KTM, DELTIM, LTAPM



Переходная зона мьютинга: LTAPM применяется внутри зоны DELTIM