

Первый опыт применения ПО «АЛЬТАИР-М» для обработки данных морской сейсморазведки 2D/3D и сравнение результатов с аналогами

А.В. Литвачук

Начальник отдела обработки сейсмических данных АО «МАГЭ»

www.mage.ru

info@mage.ru

СТАТУС ТЕСТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ

Тестовые работы

3D море
(буксируемая коса)



3D4С море
(донные станции)



3D суша
(вибро)



Производственные работы

2D море
(СВР и НСАП)



2D море
(региональная съемка)



Перед внедрением АЛЬТАИР-М в производственные проекты функциональная готовность ПО подтверждается предварительным тестированием, выполняемым АО «МАГЭ» совместно с представителями компаний-заказчиков (для каждого из типов сейсмических данных)



- окончено



- продолжается

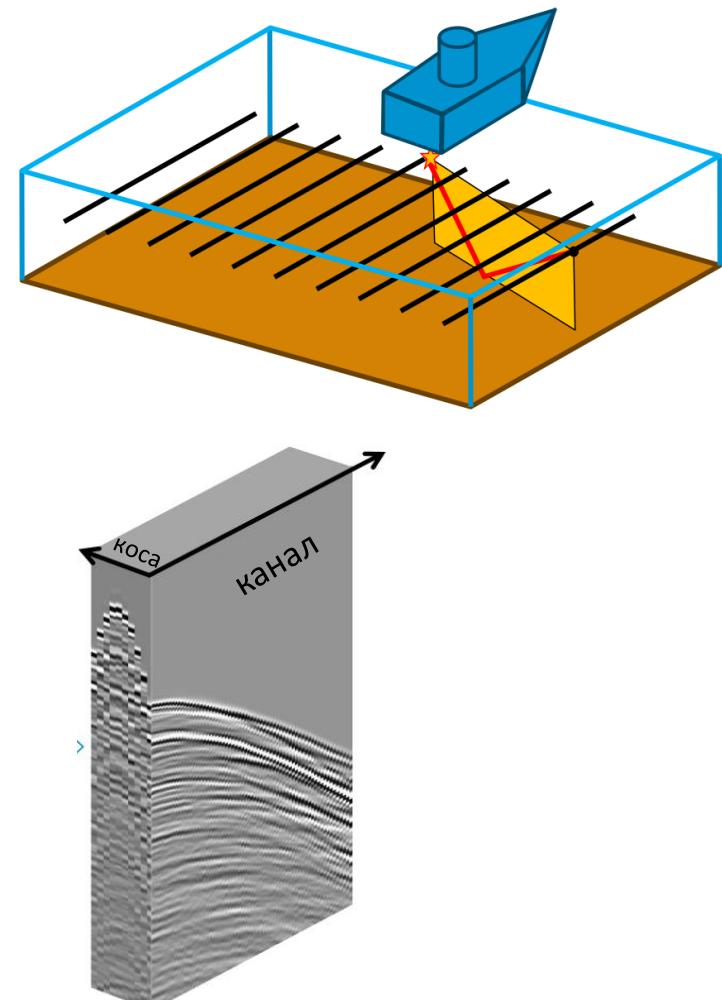
ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, ОБЪЕМЫ



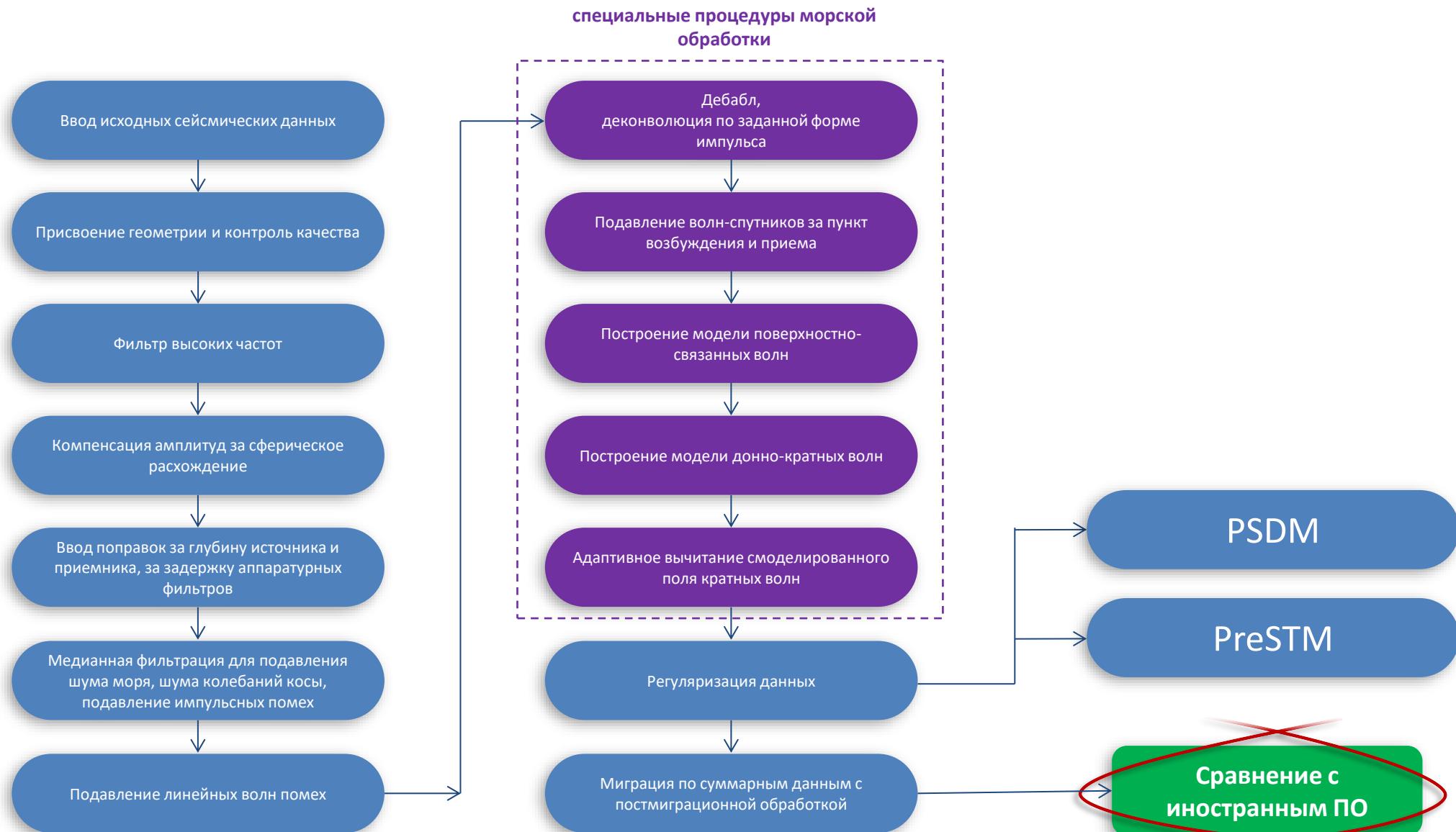
Целевое назначение работ – анализ возможности применения ПО АЛЬТАИР-М для решения задач кинематической и сигнальной обработки (фаст-трек)

Объект – сейсмические данные 3D, зарегистрированные с буксируемой косой (Карское море)

Объемы – две секвенции



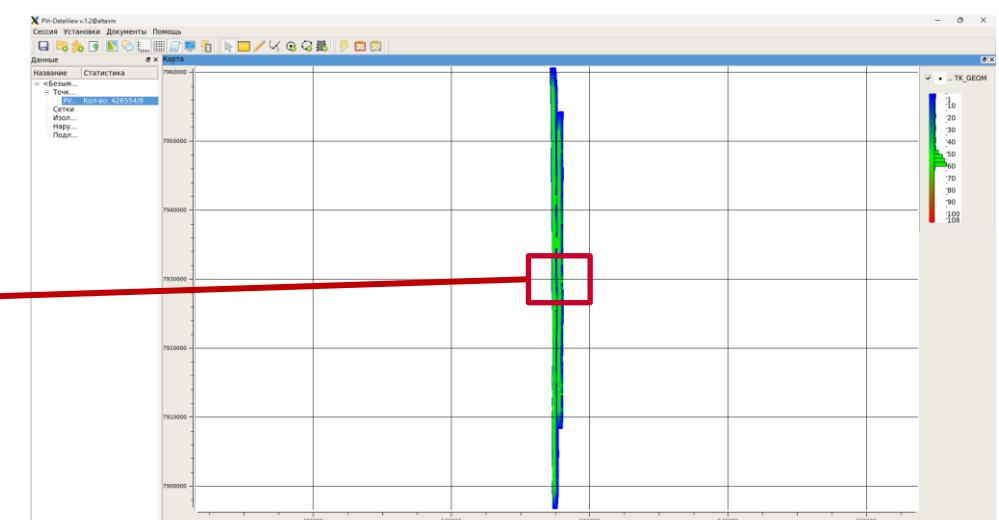
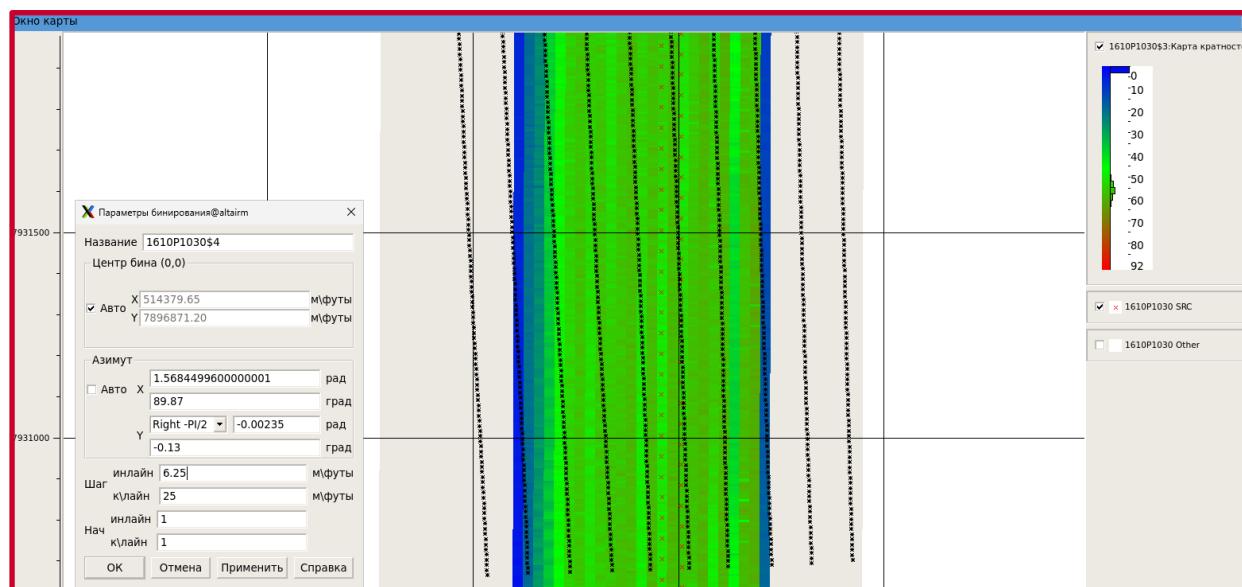
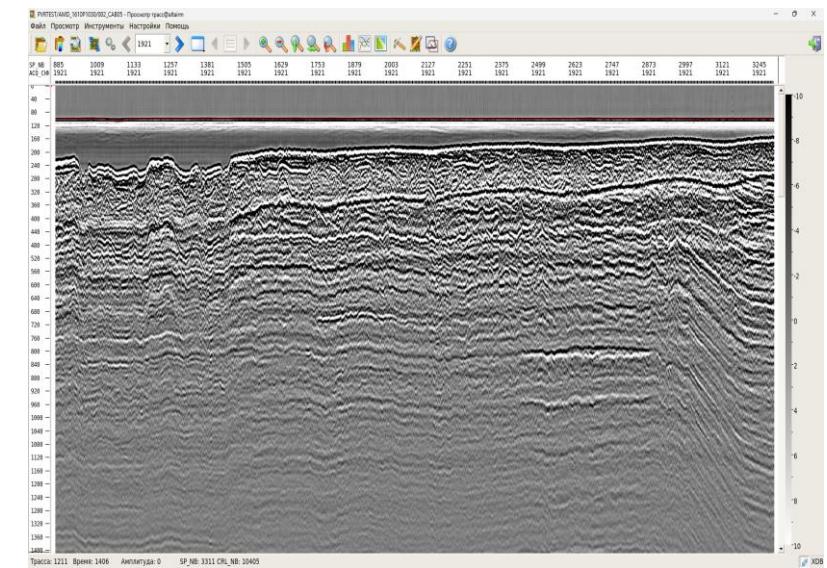
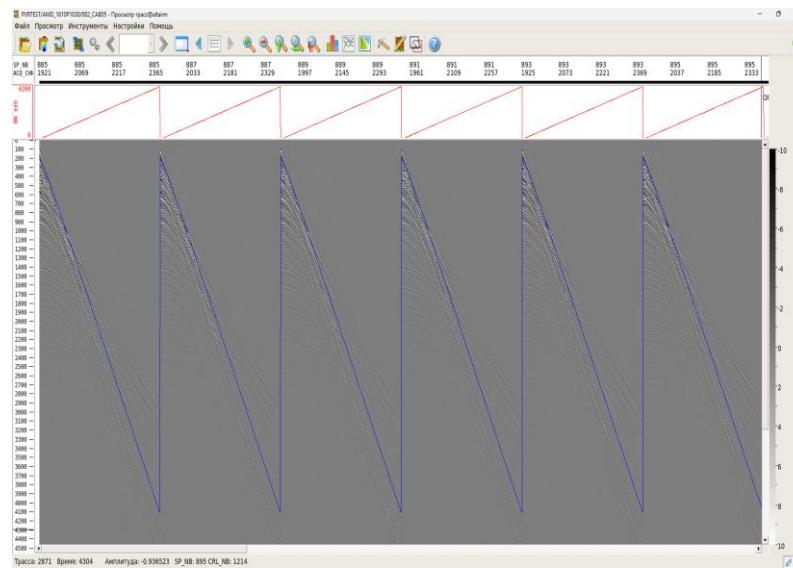
ГРАФ ОБРАБОТКИ



Граф обработки соответствует типовому графу ВНИИГАЗ

ВВОД ДАННЫХ И ПРИСВОЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ

тестовая обработка
выполнена по двум
секвенциям съемки 3D
(AMD223D1610P1030,
AMD223D1630I1085)



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > ДМО
- > Амплитуды
- > Анализ Атрибутов
- > Без Категории
- > Ввод / Вывод
- > Геометрия
- > Деконволюция
- > Дисплей / График
- > Инструменты Расчета и QC
- MQC1V
- MQC2V
- MQCNV
- QCXPS**
- > Интерполяция
- > Исправленные Модули
- > Миграция
- > Многокомпонентные
- > Моделирование
- > мониторинговая Съемка

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

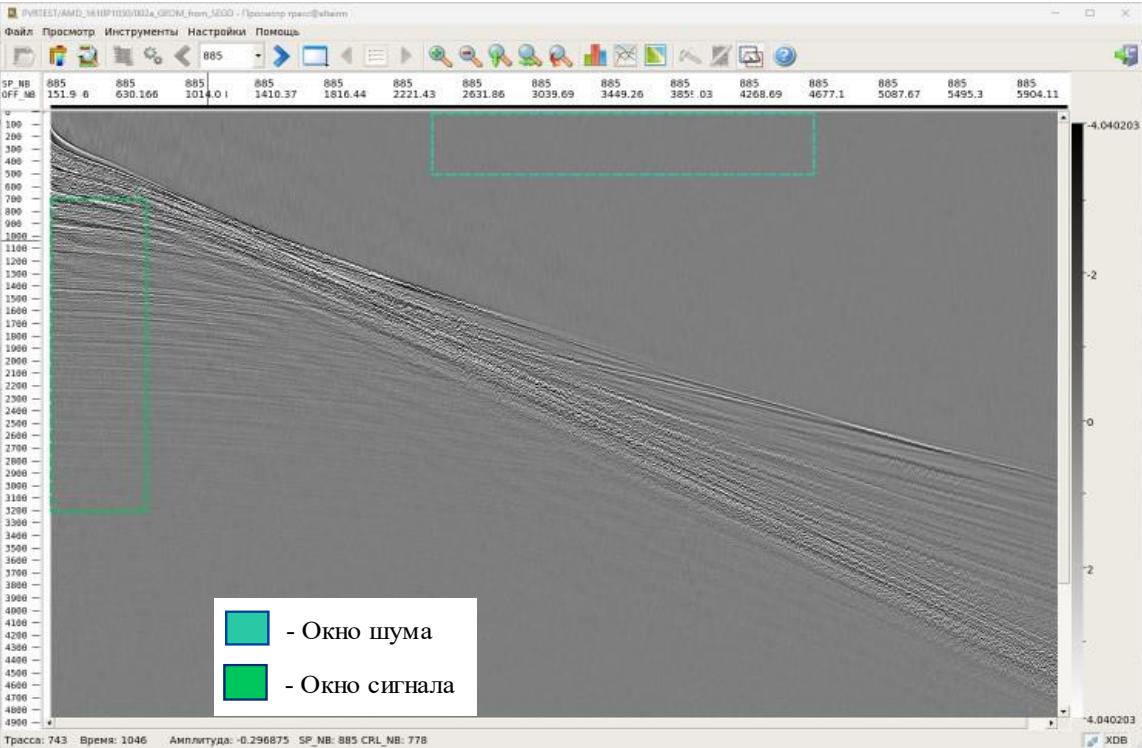
Модуль: QCXPS

Категория: Инструменты Расчета и QC

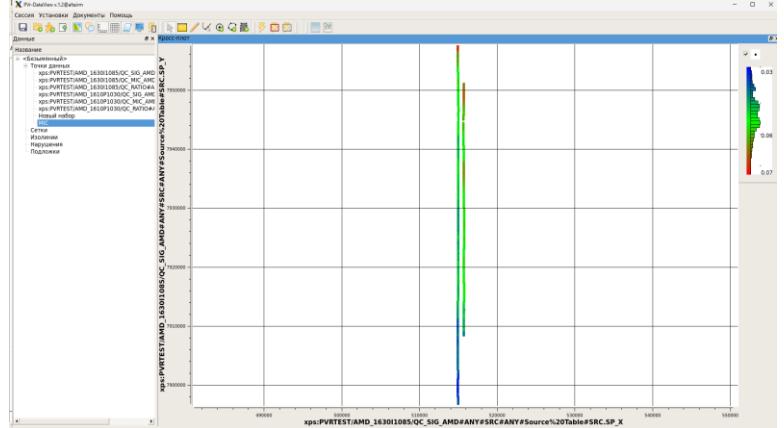
Краткая справка: Контроль качества значений сейсмосигналов

Опция: Сохранение атрибутов контроля качества в БД

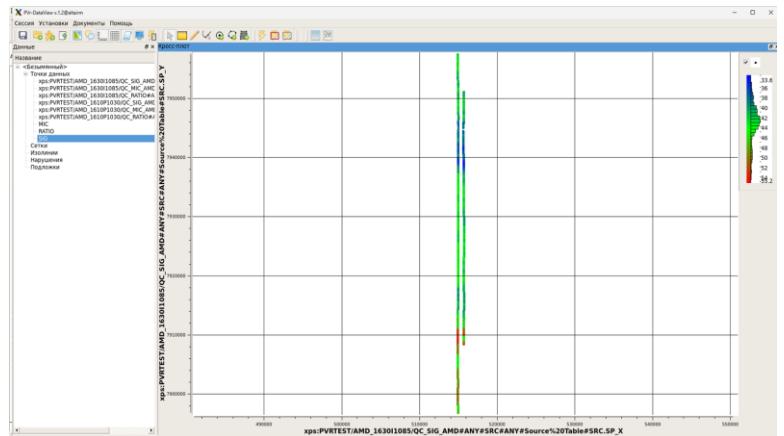
Данный модуль используется для расчёта атрибутов, Словарь



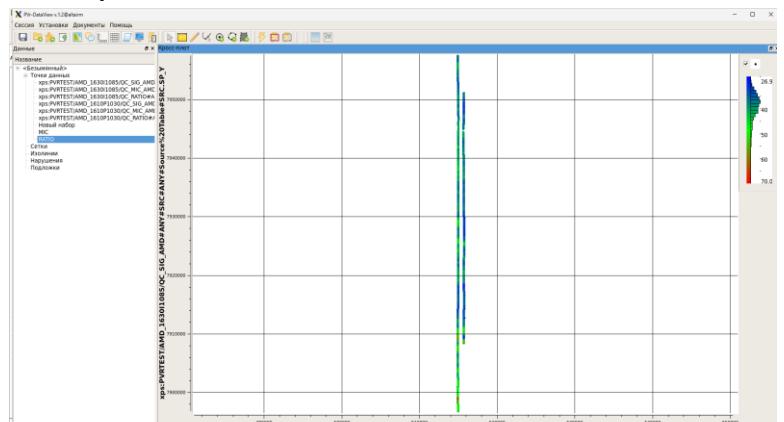
Карта RMS-амплитуд в окне «сигнал»



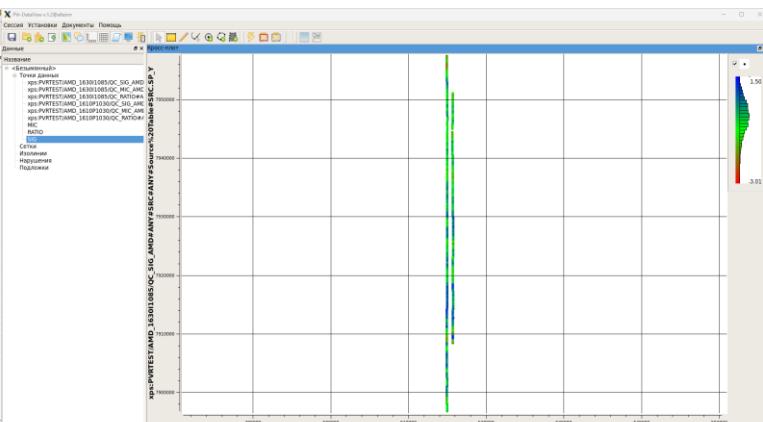
Карта RMS-амплитуд в окне «шум»



Карта доминантных частот в окне «сигнал»



Карта отношения сигнал/шум



ФИЛЬТР ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

Моделирование
Мониторинговая Съемка
Морская Геометрия
Обработка Сигнала
BRDSC
CORRE
DFABS
FILTR
RSAMP
TAUPF
TVDEF
Операторы Выбора
Подавление Кратных
Скорости
Служебные
Статика
Суммирование
Томография
Управление Помощью

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

Модуль: FILTR

Категория:
Обработка сигнала

Краткая справка:
Свёртка и частотная фильтрация

Опция:
Модуль фильтрации

Словарь

PVRTEST/AMD_1610P1030/002_GEOM_CAB05_G1 [+2] - Просмотр трасс @altairm
Файл Просмотр Инструменты Настройки Помощь

SP_NB 885 885 885 887 887 889 889
ACQ_CHN 1921 2156 2391 2146 2381 2136 2371

SP_NB 885 885 885 887 887 889 889
ACQ_CHN 1921 2156 2391 2146 2381 2136 2371

SP_NB 885 885 885 887 887 889 889
ACQ_CHN 1921 2156 2391 2146 2381 2136 2371

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700

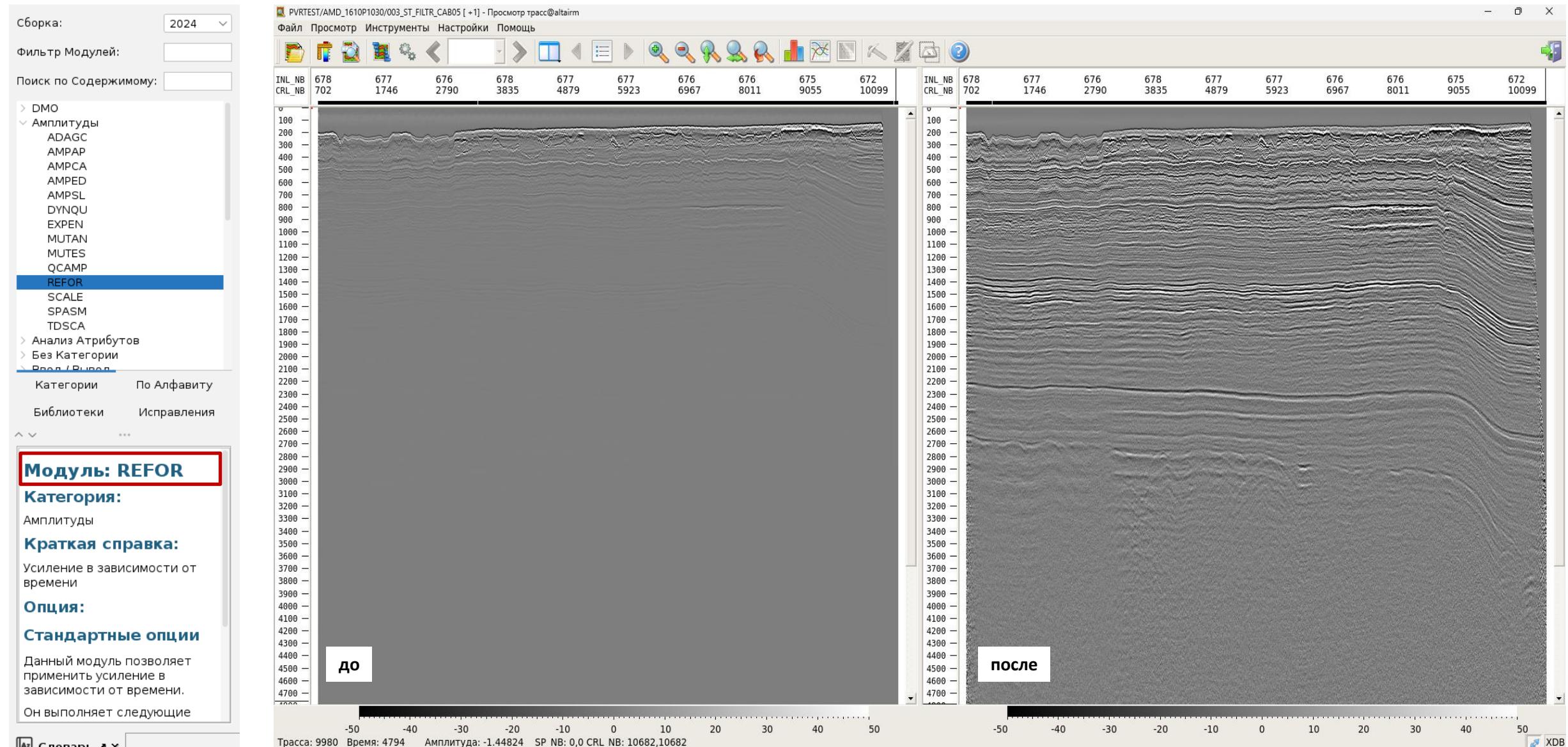
Трасса: 1442 Время: 4690 Амплитуда: -0.0422363 SP_NB: 891,891,891 CRL_NB: 727,727,727

исходные данные
после ФВЧ

Подавление низкочастотного фона волнения моря

Подавление низкочастотного фона волнения моря

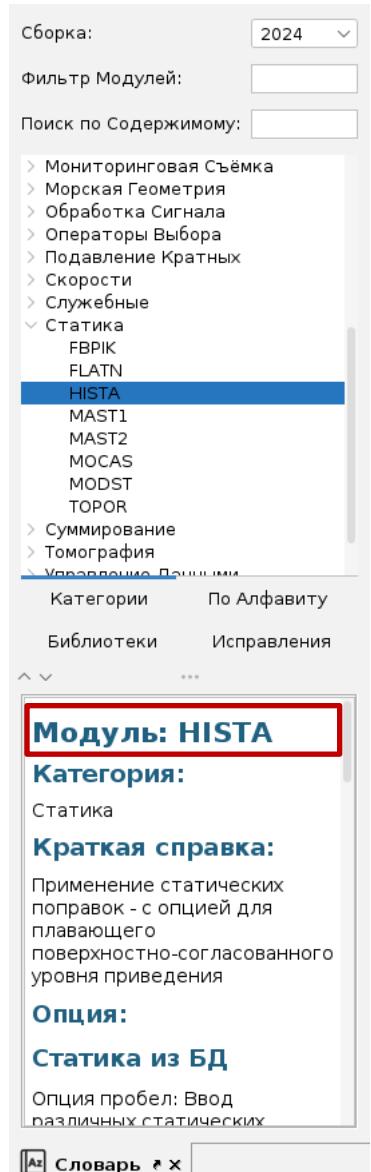
КОМПЕНСАЦИЯ СФЕРИЧЕСКОГО РАСХОЖДЕНИЯ



Предварительное выравнивание уровня амплитуд со временем

www.mage.ru

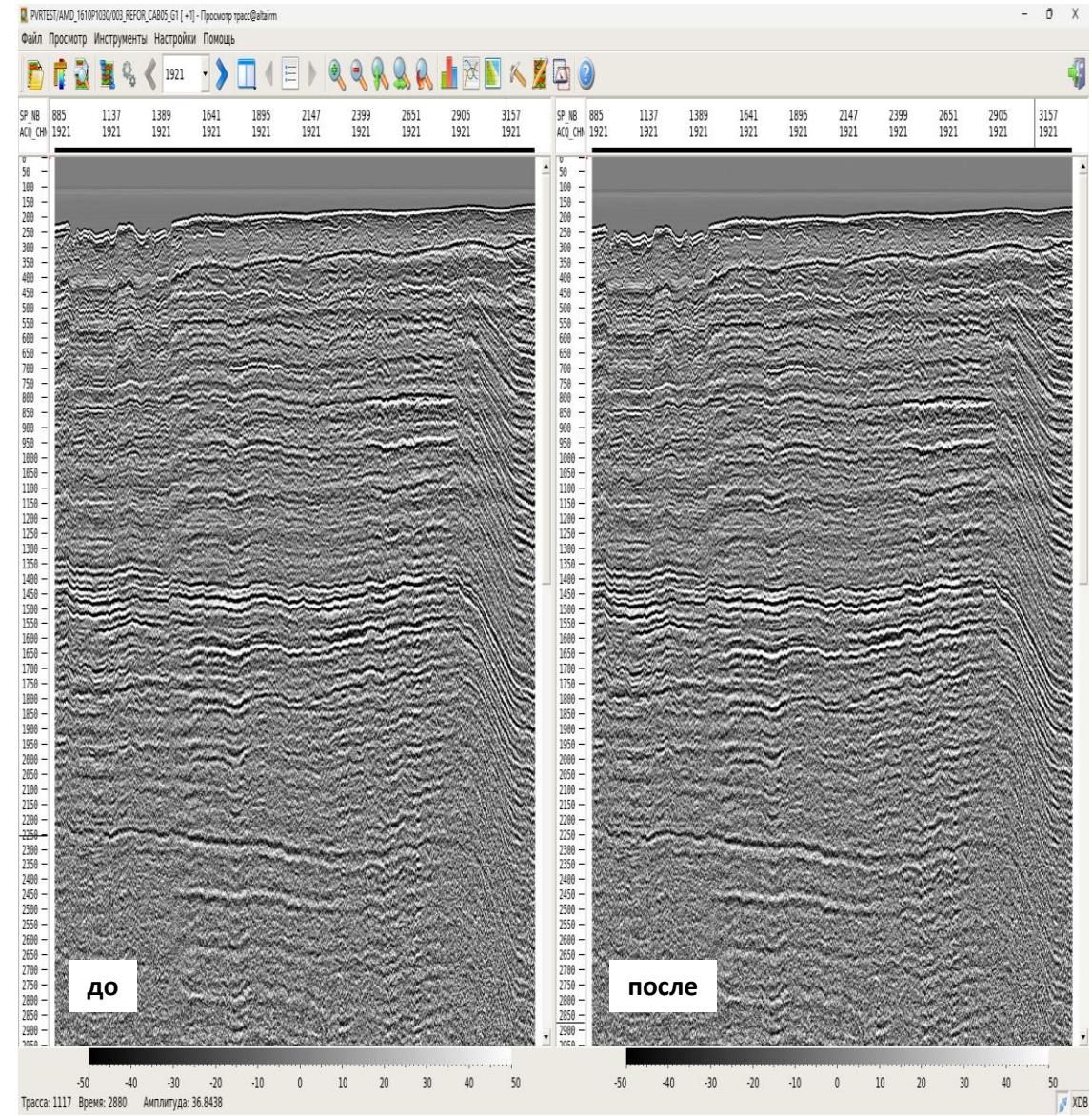
ВВОД СТАТИЧЕСКИХ ПОПРАВОК



- глубина источника: H_{SP}
- глубина приёмника: H_{RCV}
- скорость в воде 1480 м/с: V_W

Общая статическая поправка –
 $STAT_{TOTAL}$ рассчитана по формуле:

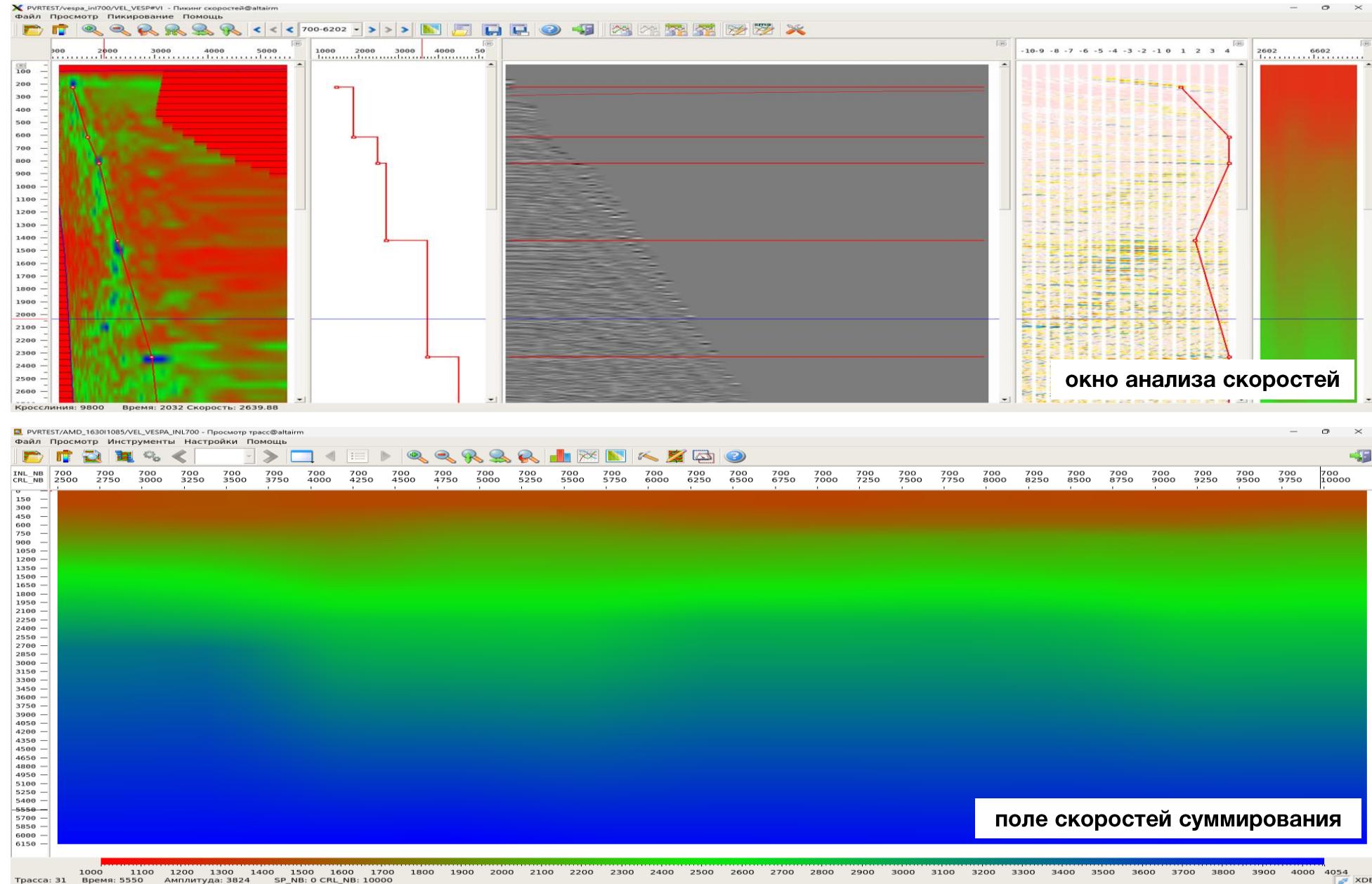
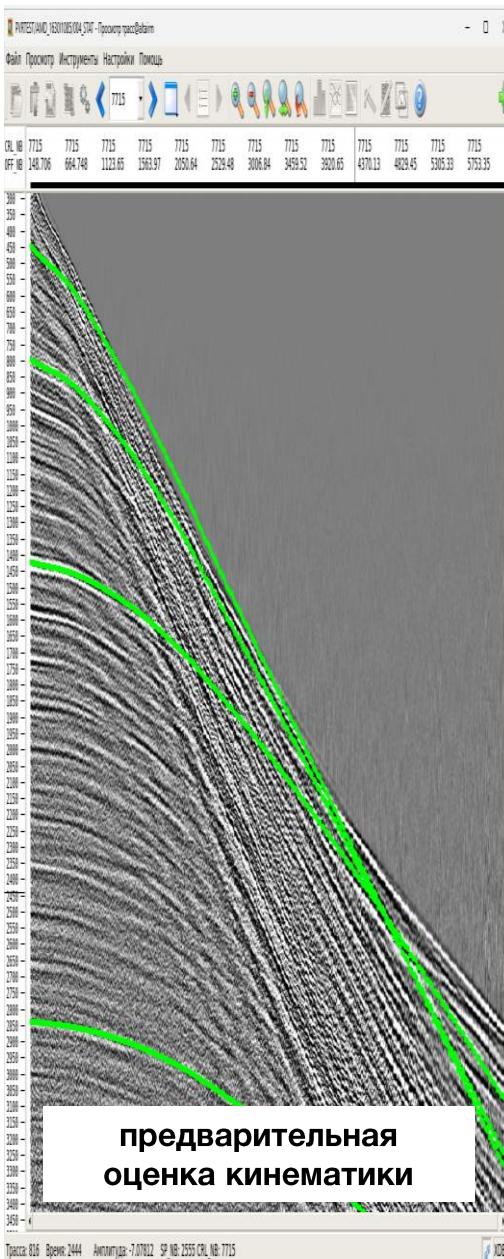
$$STAT_{TOTAL} = \frac{H_{SP} + H_{RCV}}{V_W}$$



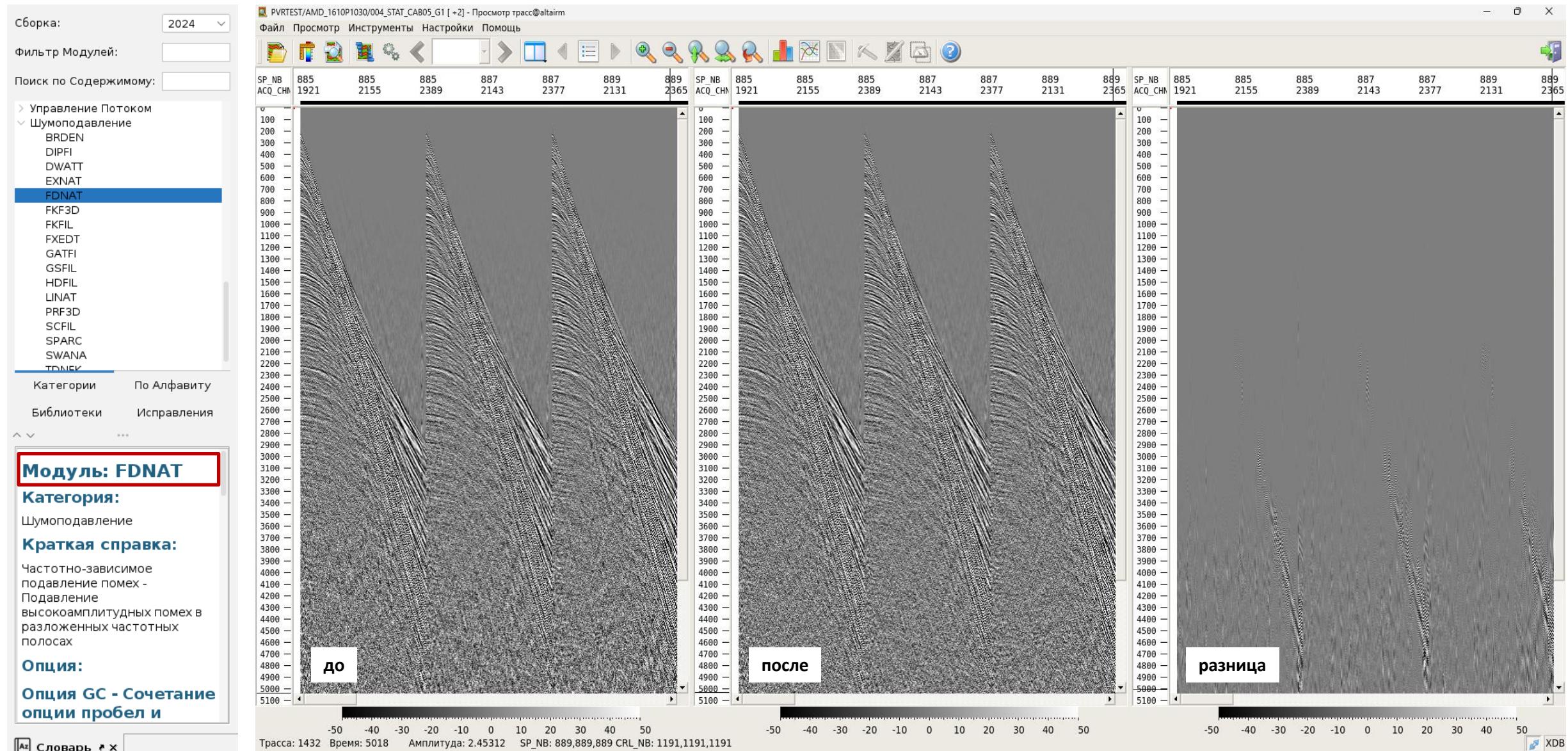
Компенсация временных задержек, вызванных заглублением источника и косы

www.mage.ru

АНАЛИЗ СКОРОСТЕЙ



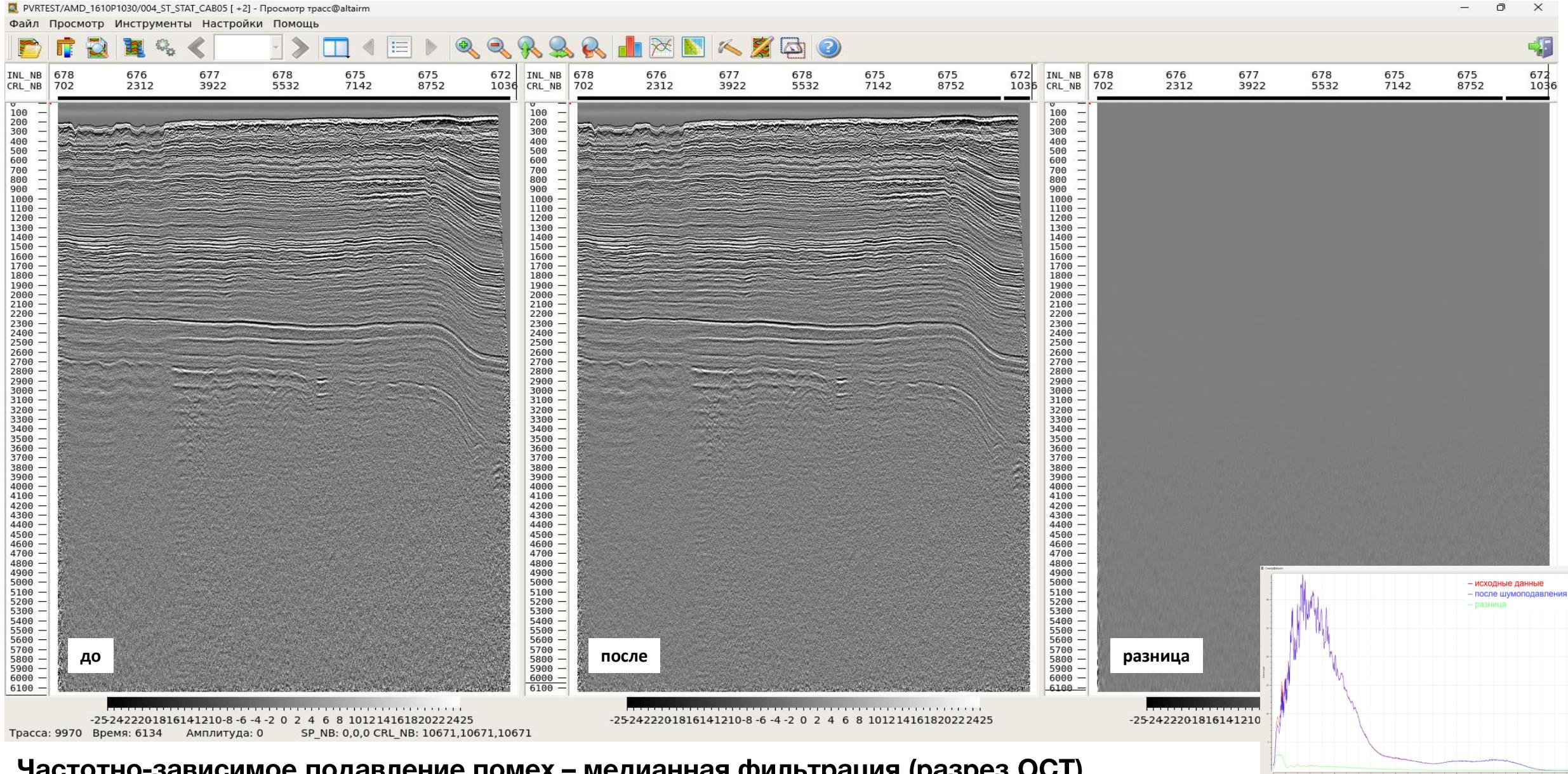
ПОДАВЛЕНИЕ СЛУЧАНЫХ ПОМЕХ



Частотно-зависимое подавление помех – медианная фильтрация (ОПВ)

www.mage.ru

ПОДАВЛЕНИЕ СЛУЧАНЫХ ПОМЕХ



Частотно-зависимое подавление помех – медианная фильтрация (разрез ОСТ)

ПОДАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОМЕХ

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > Без Категории
- > Ввод / Вывод
- > Геометрия
- > Деконволюция
- > Дисплей / График
- > Инструменты Расчета и QC
- > Интерполяция
 - BOATS
 - CARVE
 - FRENDR
 - INT2D**
 - INTER
 - REG2D
 - REG3D
- > Исправленные Модули
- > Миграция
- > Многокомпонентные
- > Моделирование
- > мониторинговая Съёмка

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

Модуль: INT2D

Категория: Интерполяция

Краткая справка: Интерполяция 2D данных

Опция:

Опции FK, FX или гибридная опция HY

Опция:

Каскадная интерполяция FX/ WF

Словарь

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > Шумоподавление
 - BRDEN
 - DIPFI
 - DWATT
 - EXNAT
 - FDNAT
 - FKF3D
 - FKFIL**
 - FXEDT
 - GATFI
 - GSFIL
 - HDFIL
 - LINAT
 - PRF3D
 - SCFIL
 - SPARC
 - SWANA
 - TDNFK
 - TDNWD

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

Модуль: FKFIL

Категория: Шумоподавление

Краткая справка: F-K фильтрация

Опция:

Фильтрация в области FK

Опция:

Предварительная фильтрация DY AGC

Словарь

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > Миграция
 - Многокомпонентные
 - Моделирование
 - Мониторинговая Съёмка
 - Морская Геометрия
 - Обработка Сигнала
 - Операторы Выбора
- > Подавление Кратных
 - ADAPT
 - BLOWM
 - DIMAT
 - RAMUR**
 - SPLAT
 - SPLTD
 - TGDEM
- > Скорости
- > Служебные
- > Статика
- > Суммирование

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

Модуль: RAMUR

Категория: Подавление Кратных

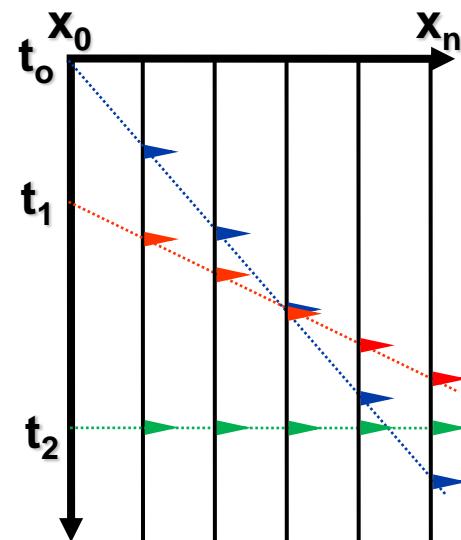
Краткая справка: Подавление помех или кратных волн с учётом зеркальных частот в области Радона с высоким разрешением.

Опция:

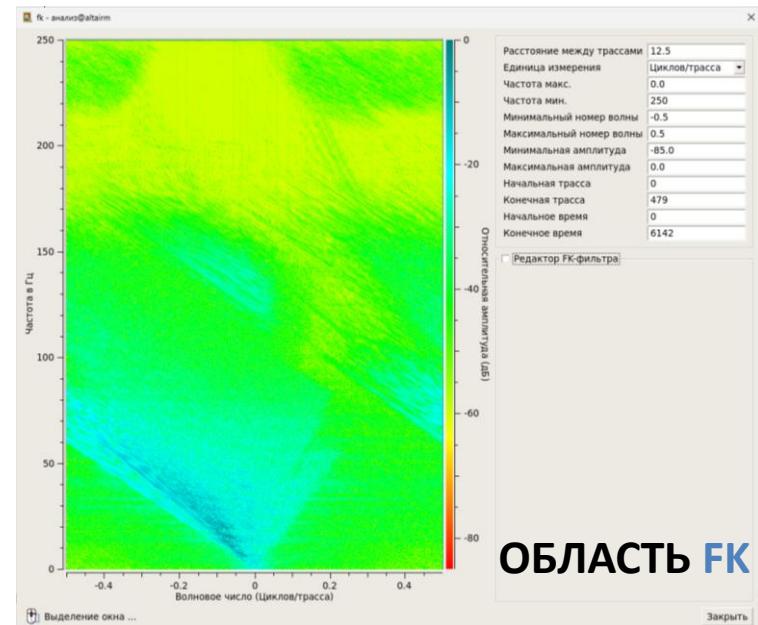
Подавление помех или кратных волн с учётом зеркальных

Словарь

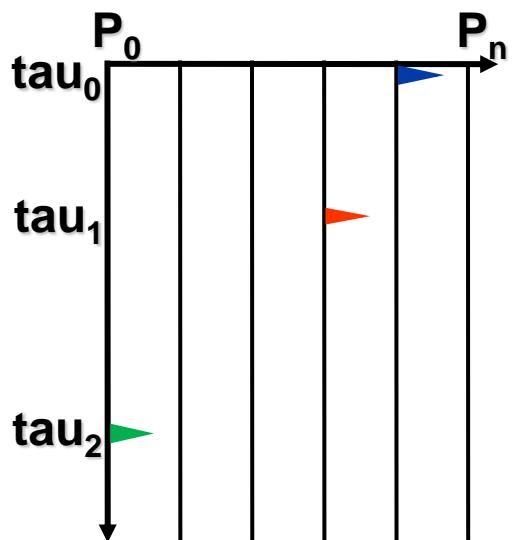
Линейные помехи были подавлены в области **FK** и **Tau-P** с предварительной интерполяцией трасс



ОБЛАСТЬ TX

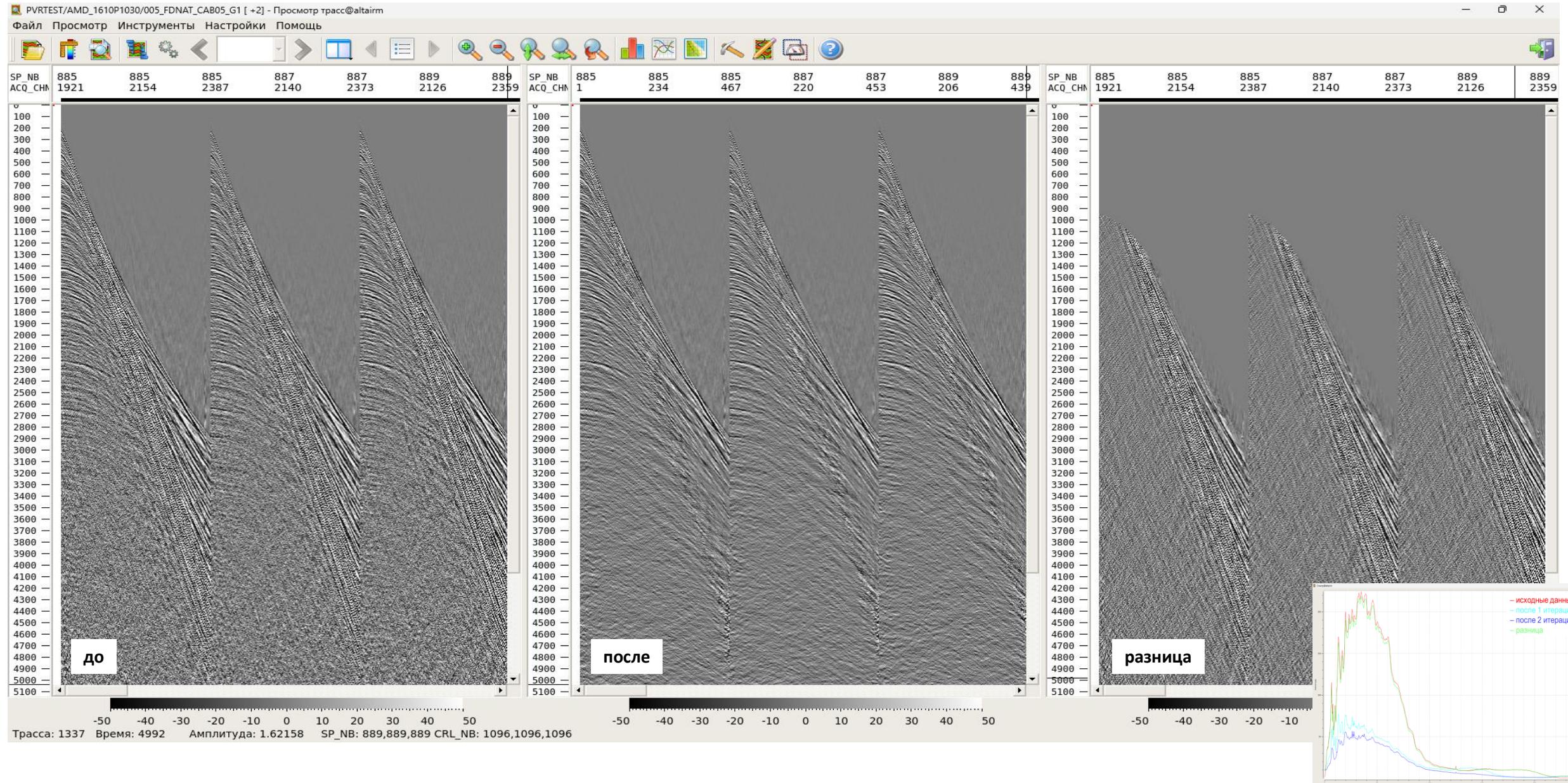


ОБЛАСТЬ FK

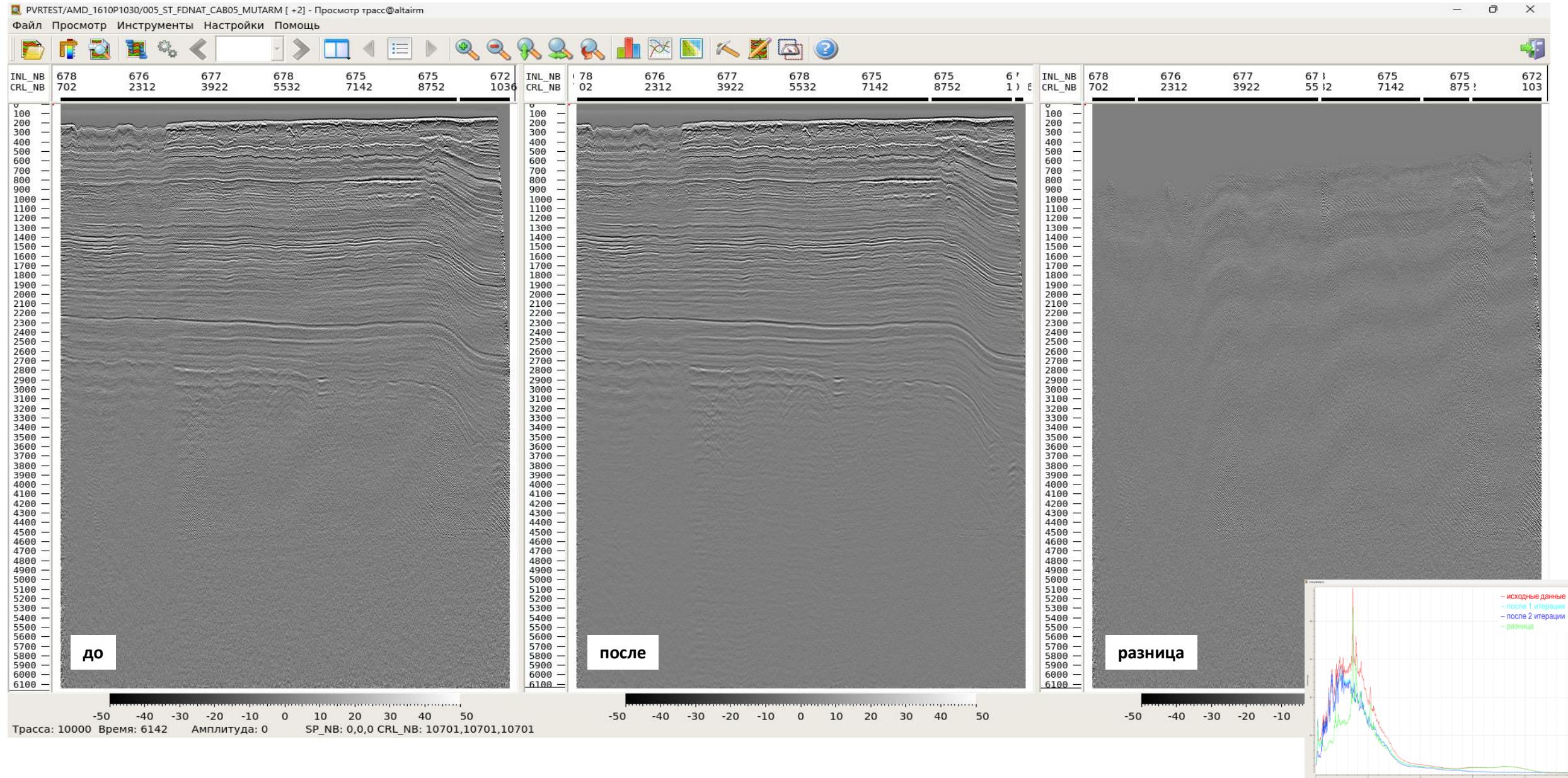


ОБЛАСТЬ Tau-P

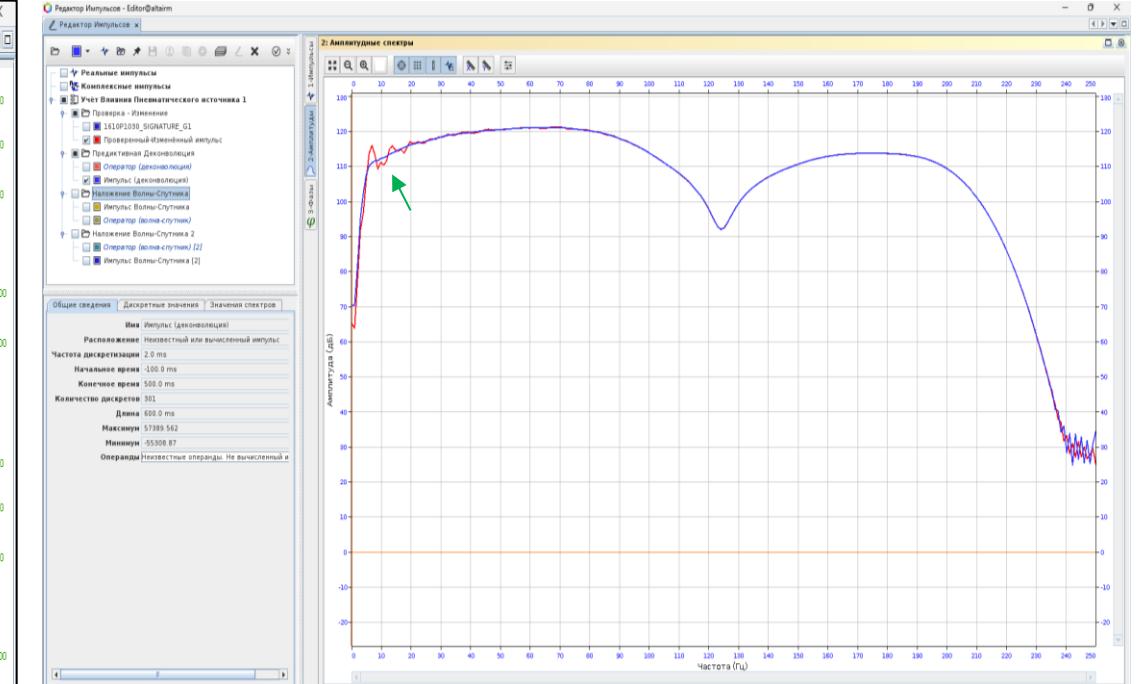
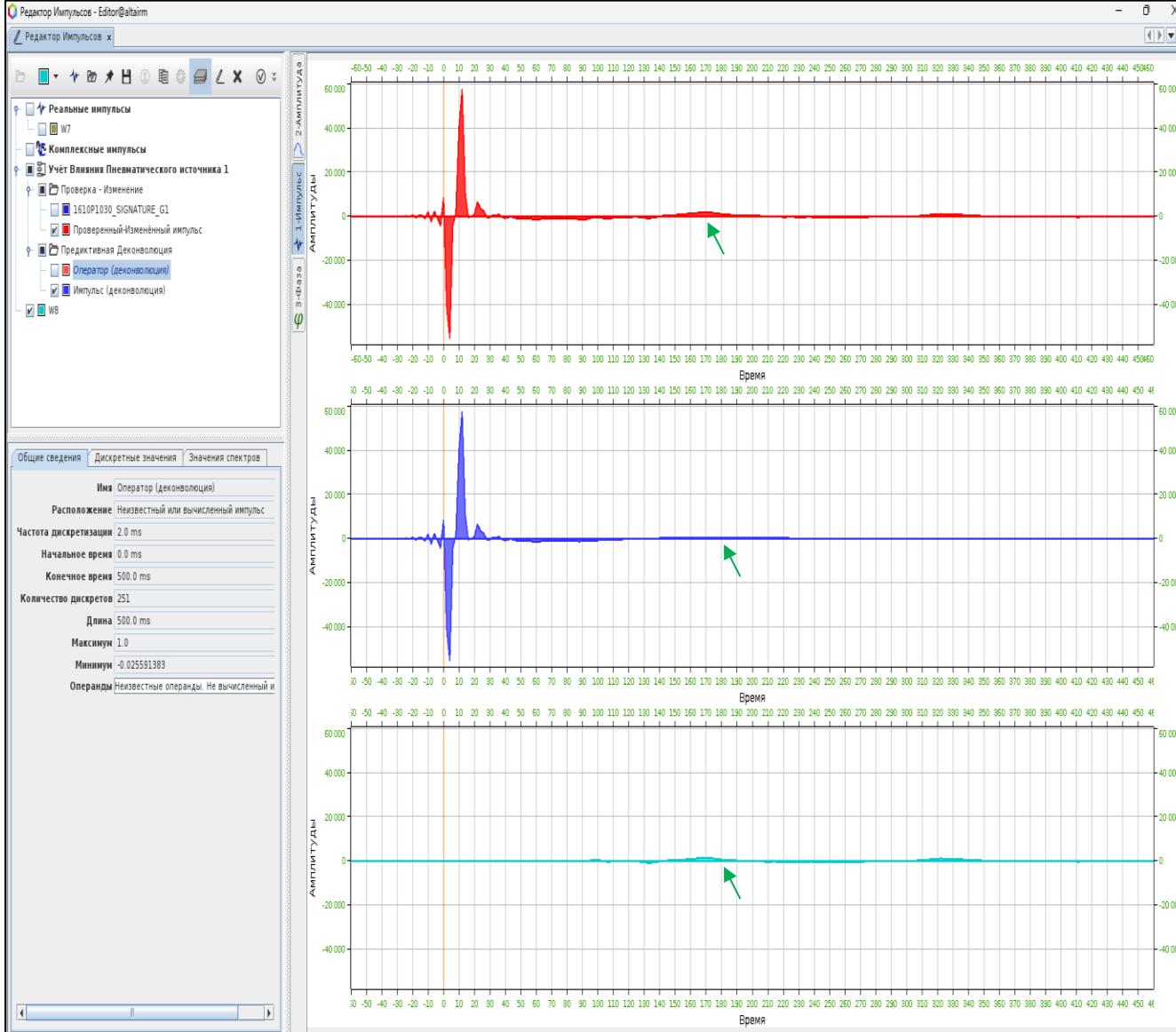
ПОДАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОМЕХ



ПОДАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОМЕХ

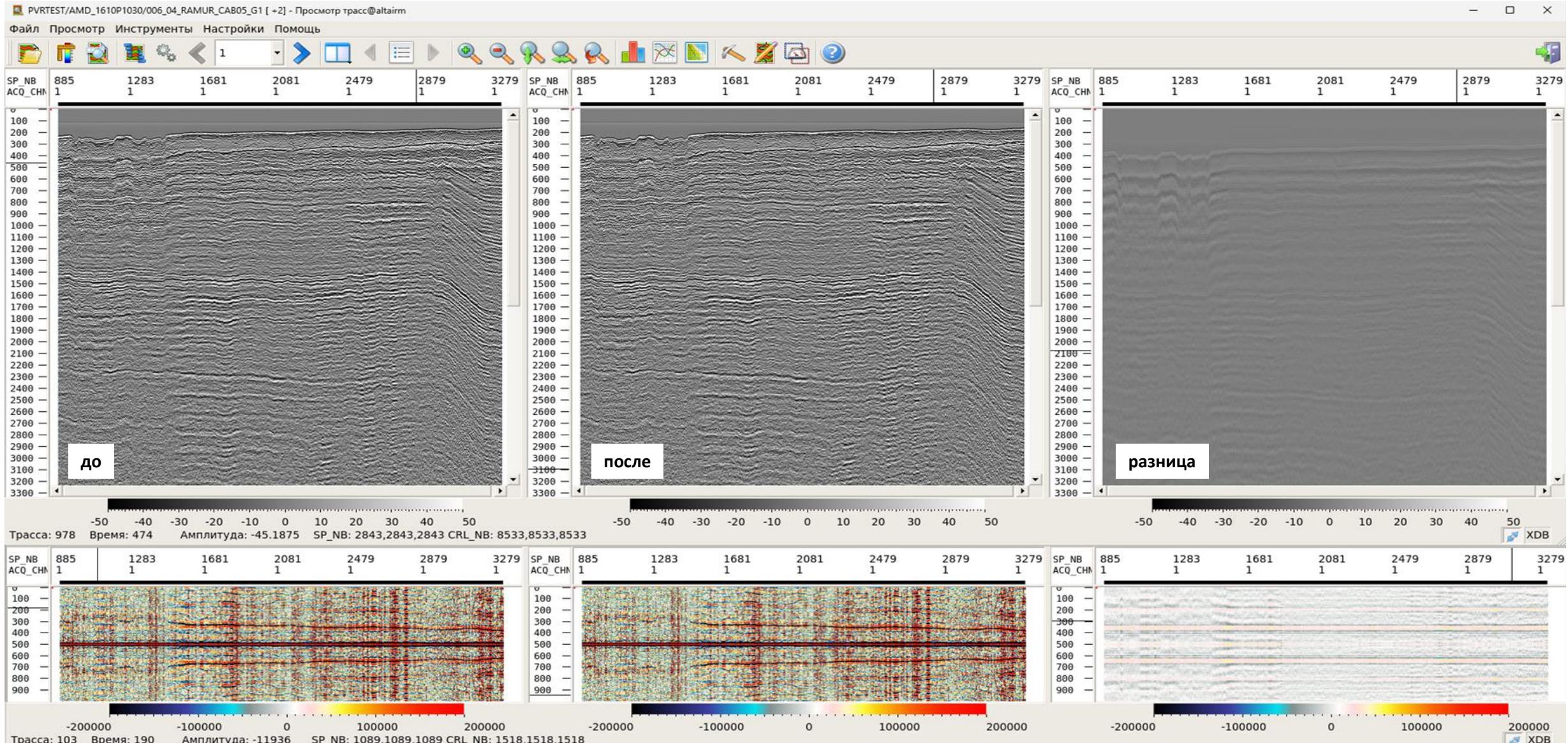


ПОДАВЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ



Расчет оператора подавления
вторичных пульсаций выполнен в
интерактивном приложении *TerraWave*

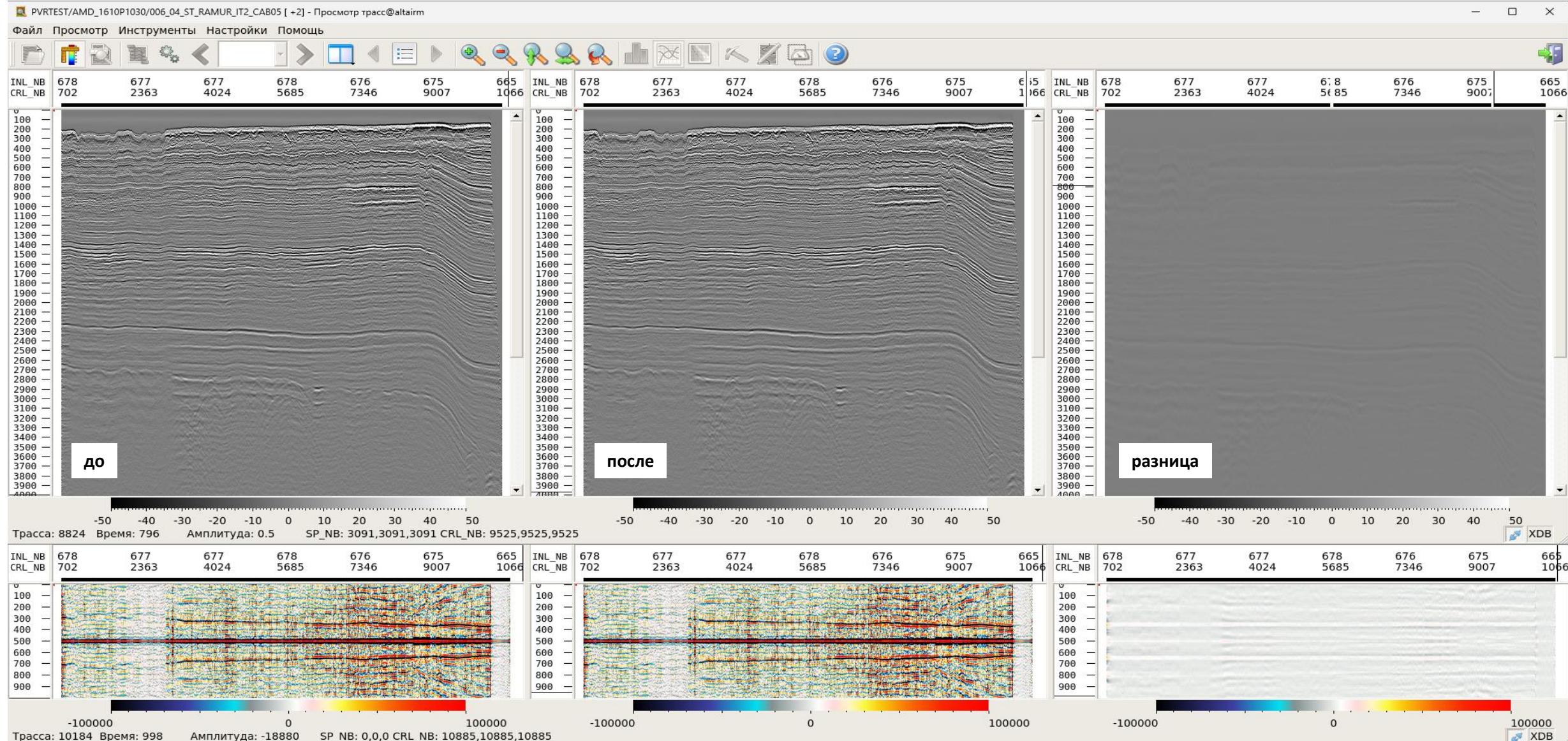
ПОДАВЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ



Пример работы процедуры на разрезе ближнего удаления

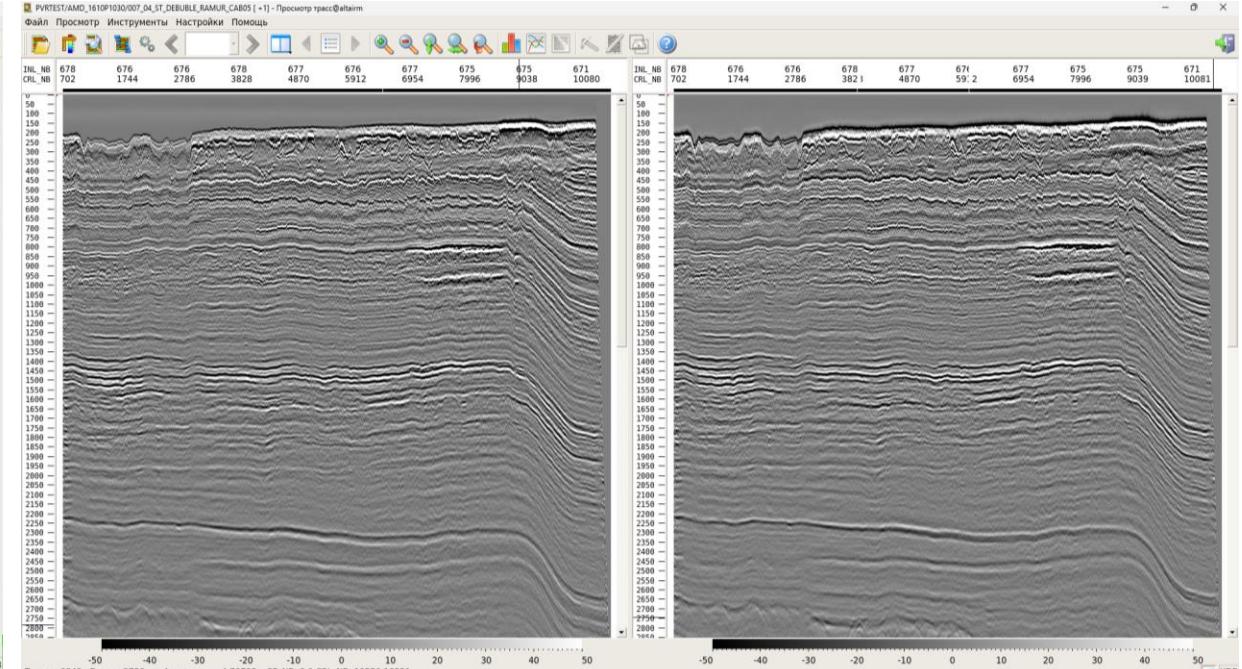
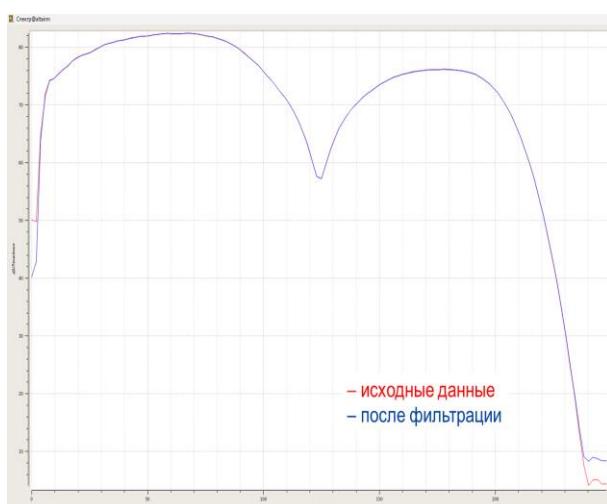
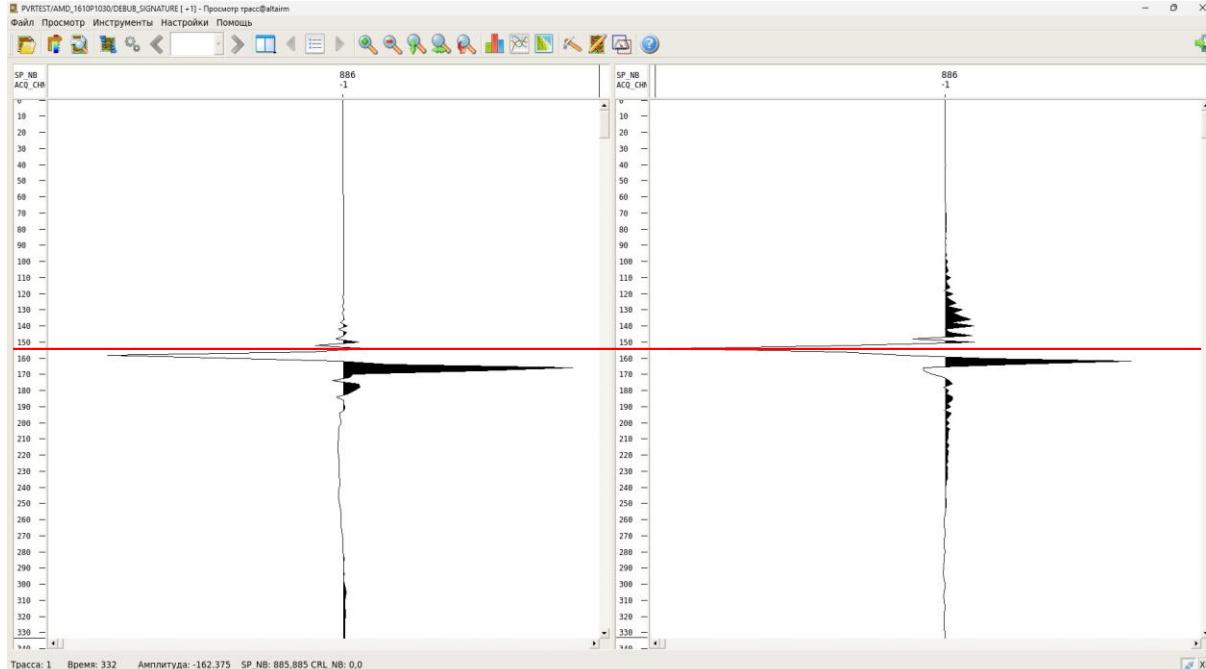
www.mage.ru

ПОДАВЛЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ



Пример работы процедуры на суммарном разрезе ОСТ

ДЕКОНВОЛЮЦИЯ ПО ЗАДАННОЙ ФОРМЕ ИМПУЛЬСА



Расчет оператора выполнен в
интерактивном приложении *TerraWave*

ПОДАВЛЕНИЕ ВОЛН-СПУТНИКОВ

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > Амплитуды
- > Анализ Атрибутов
- > Без Категории
- > Ввод / Вывод
- > Геометрия
- > Деконволюция
- > Дисплей / График
- > Инструменты Расчета и QC
- > Интерполяция
- > Исправленные Модули
- TGBDG**
- TGBDG_eng
- TGCDS
- > Миграция
- > Многокомпонентные
- > Моделирование
- > Мониторинговая Съемка
- > Морская Геометрия
- > Обработка Сигналов

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

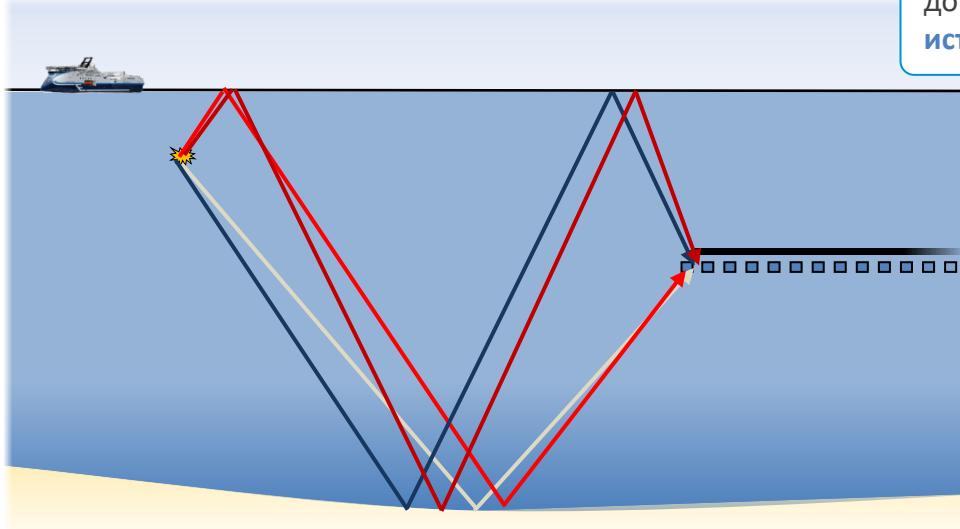
Модуль: TGBDG

Категория: Обработка Сигнала

Опция: Подавление волн-спутников в BroadSeis.

Возможные исправления:

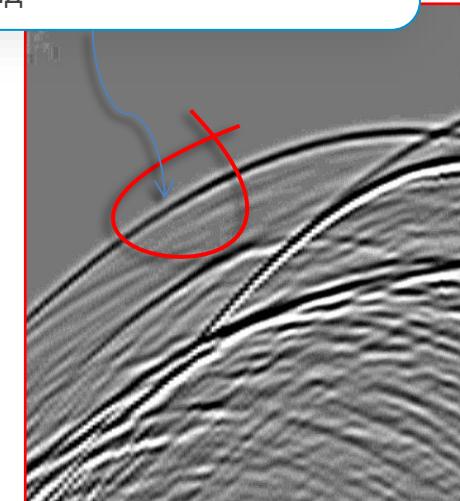
Словарь x



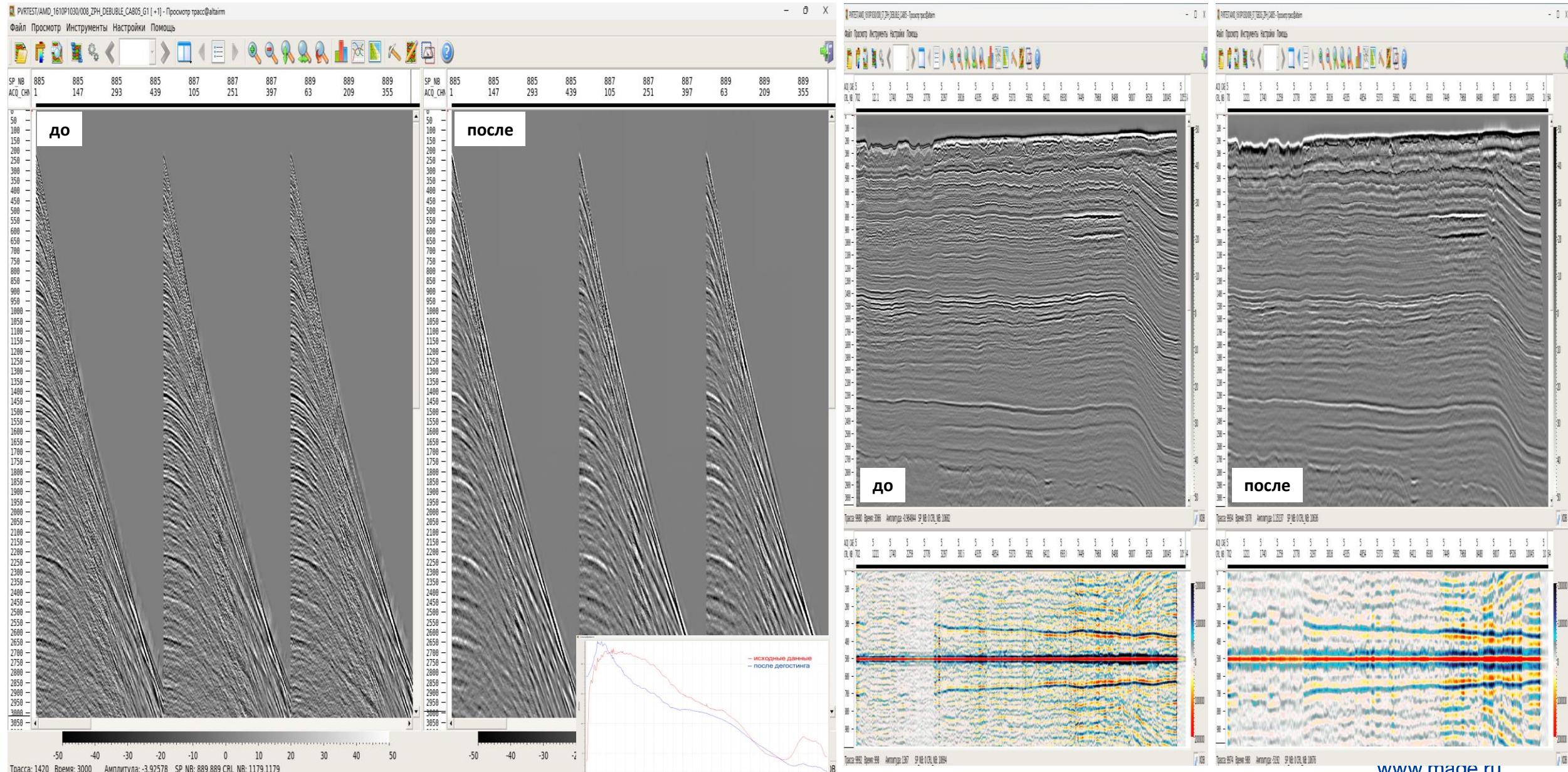
Для буксируемой косы помимо первичного отражения дополнительно регистрируется два спутника - **со стороны источника и со стороны приемника**.

Относительное время между спутниками и первичными отражениями зависит от заглубления источника и косы

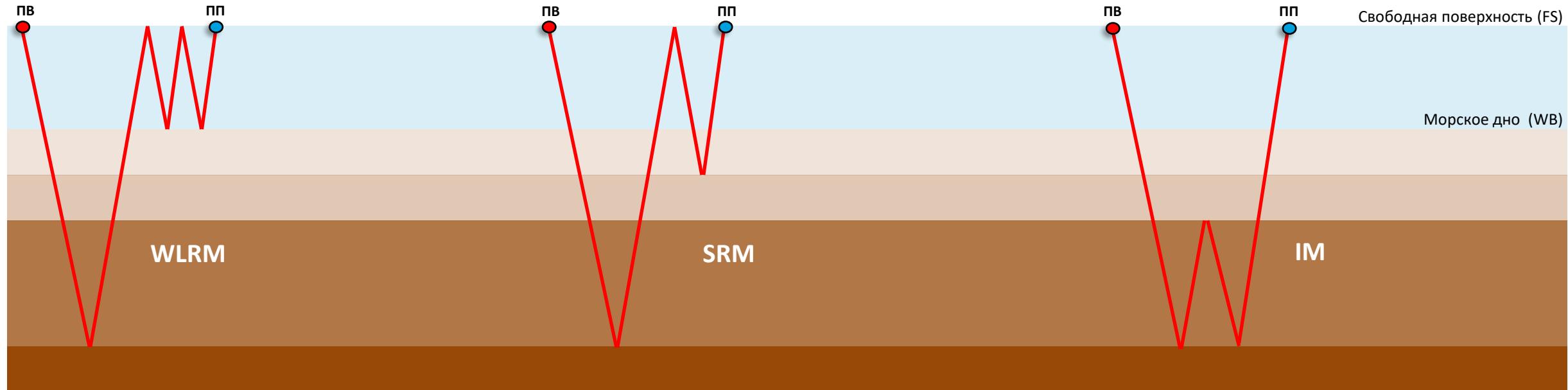
При стандартных заглубления источника и приёмника временные задержки между первичным импульсом и спутниками малы, импульс имеет привычны вид



ПОДАВЛЕНИЕ ВОЛН-СПУТНИКОВ

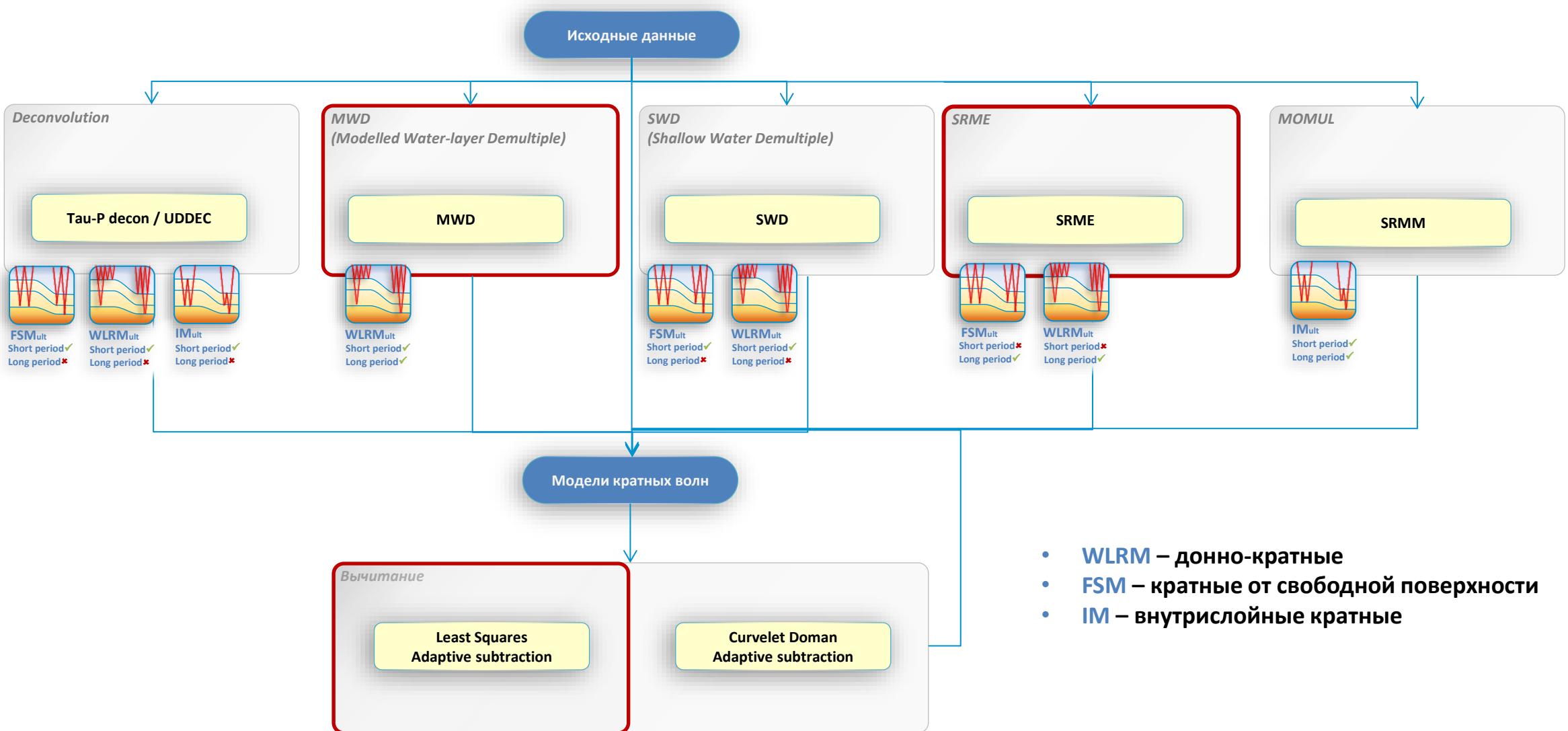


ПОДАВЛЕНИЕ КРАТНЫХ ВОЛН - ВОЗМОЖНОСТИ



- **WLRM** – донно-кратные
- **FSM** – кратные от свободной поверхности
- **IM** – внутрислойные кратные

ПОДАВЛЕНИЕ КРАТНЫХ ВОЛН - ВОЗМОЖНОСТИ



ПОДАВЛЕНИЕ КРАТНЫХ ВОЛН

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

- > Миграция
- > Многокомпонентные
- > Моделирование
- > Мониторинговая Съёмка
- > Морская Геометрия
- > Обработка Сигнала
- > Операторы Выбора
- > Подавление Кратных
 - ADAPT
 - BLOWM
 - DIMAT
 - RAMUR
 - SPLAT
 - SPLTD
 - TGDEM**
- > Скорости
- > Служебные
- > Статика
- > Суммирование

Категории По Алфавиту

Библиотеки Исправления

Модуль: TGDEM

Категория: Подавление Кратных

Опция: Прогнозирование кратных волн от свободной поверхности и удаление кратных волн на мелководье в 2D.

Модуль: ADAPT

Категория: Подавление кратных

Краткая справка: Адаптивное вычитание модели

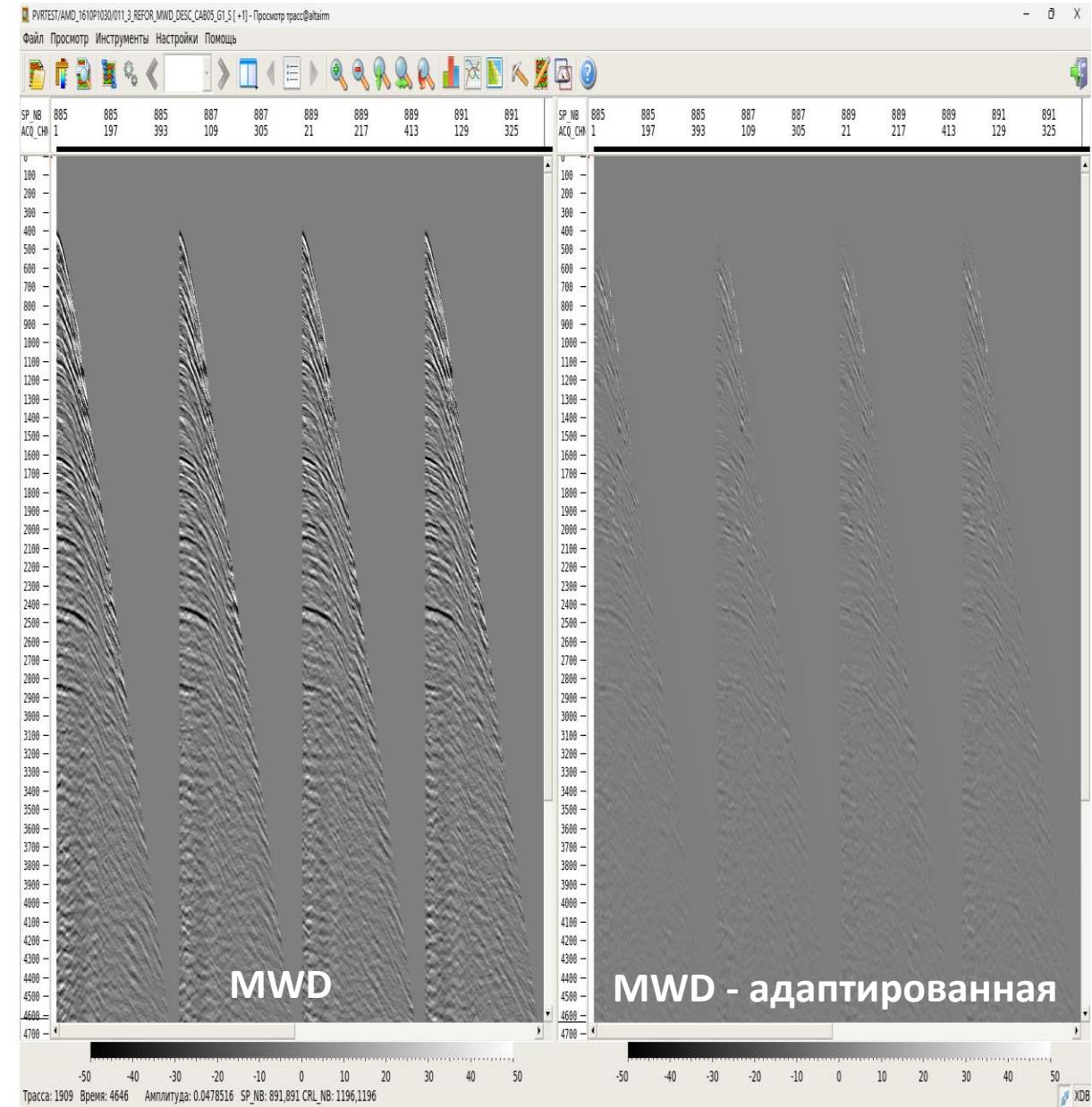
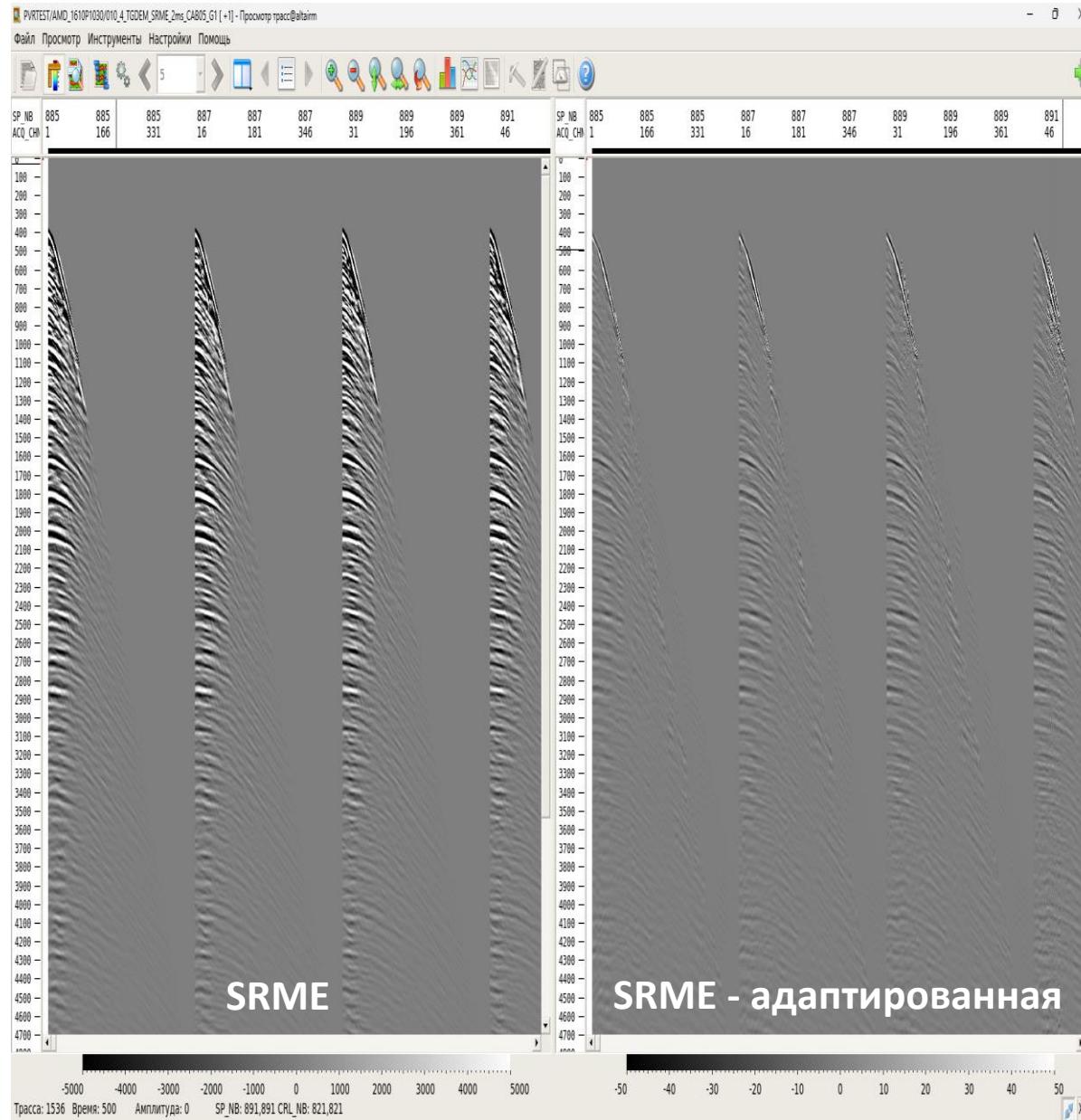
Опция: ADAPT

Словарь

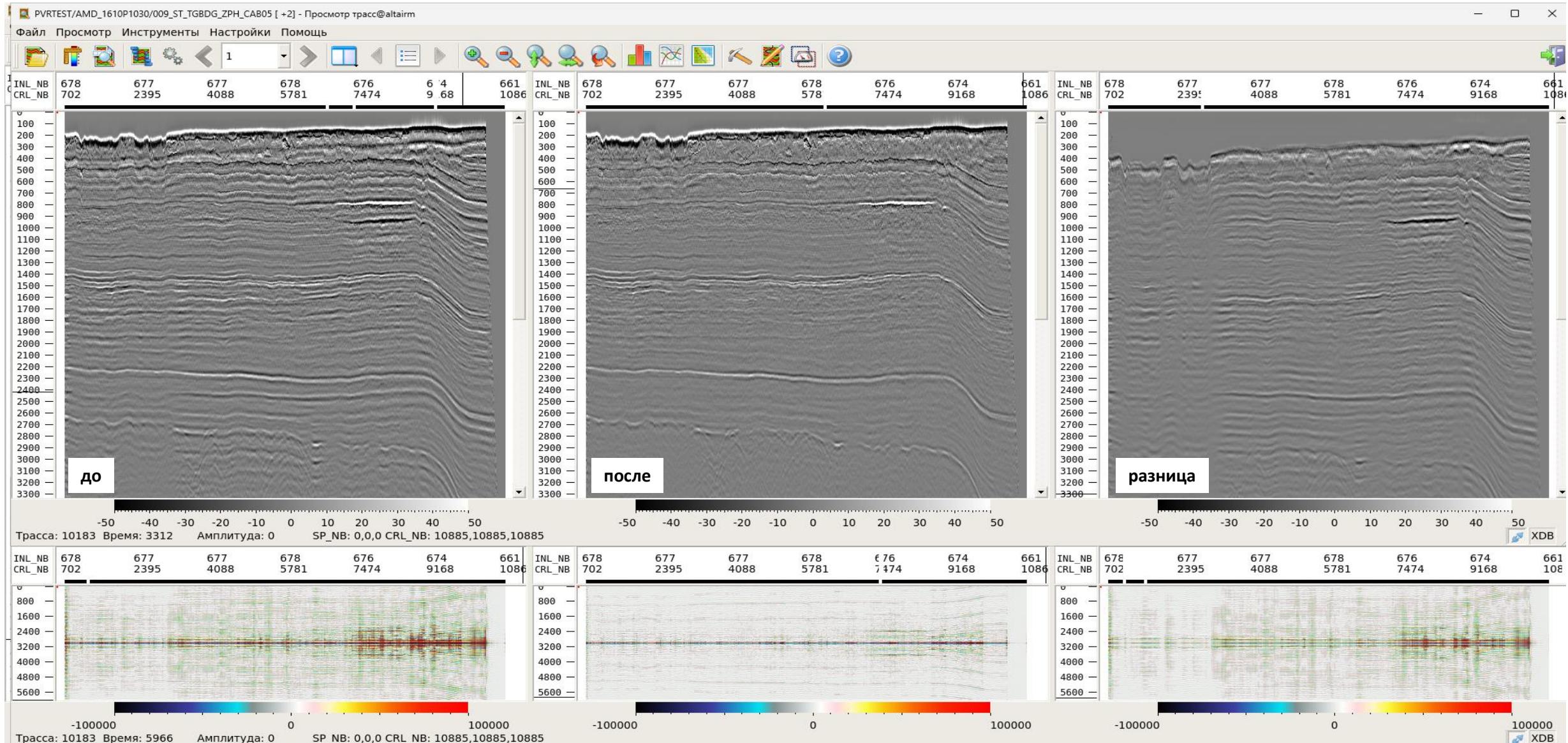


Выполнено последовательное вычитание моделей SRME и MWD
(адаптация в TX-области)

ПОДАВЛЕНИЕ КРАТНЫХ ВОЛН - МОДЕЛИРОВАНИЕ



ПОДАВЛЕНИЕ КРАТНЫХ ВОЛН - ВЫЧИТАНИЕ



Результат вычитания адаптированных моделей

3D РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ

Сборка: 2024

Фильтр Модулей:

Поиск по Содержимому:

> Без Категории
> Ввод / Вывод
> Геометрия
> Деконволюция
> Дисплей / График
> Инструменты Расчета и QC
Интерполяция
BOATS
CARVE
FREND
INT2D
INTER
REG2D
REG3D
Исправленные Модули
Миграция
Многокомпонентные
Моделирование
Мониторинговая Съемка
Категории По Алфавиту
Библиотеки Исправления

Модуль: REG3D

Категория: Интерполяция

Краткая справка: Регуляризация одновременно в двух направлениях

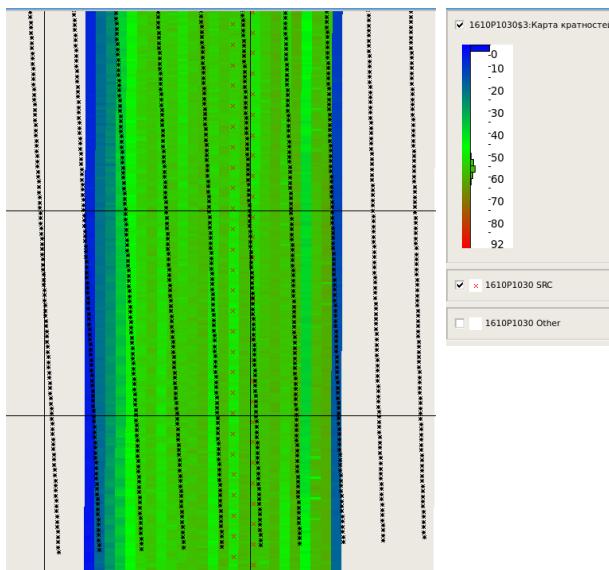
Опция:

Опция с массивом удалений / OV

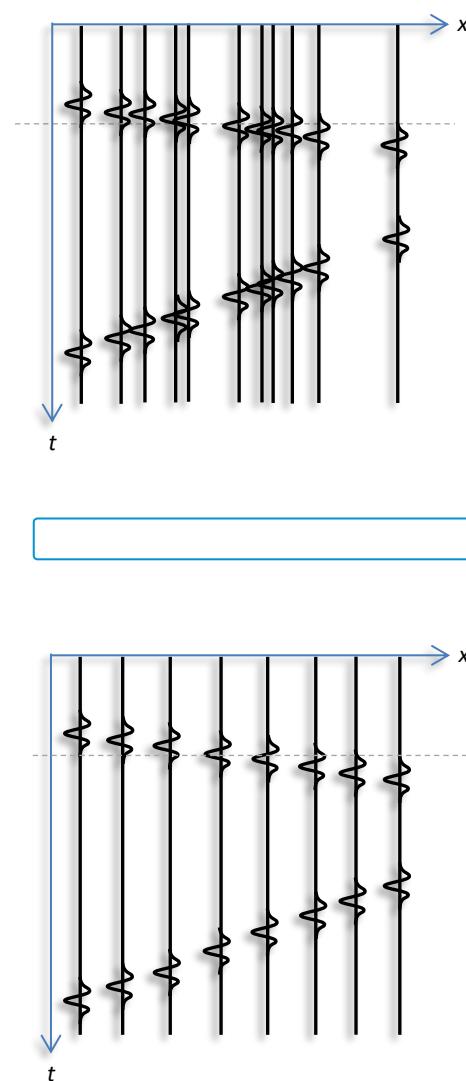
Регуляризация средней точки с использованием массивов удалений.

Словарь

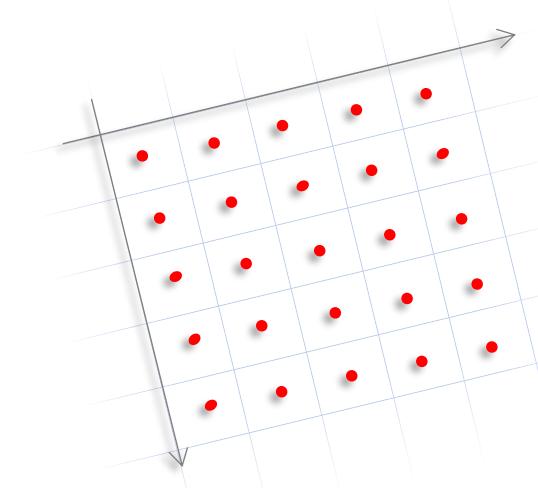
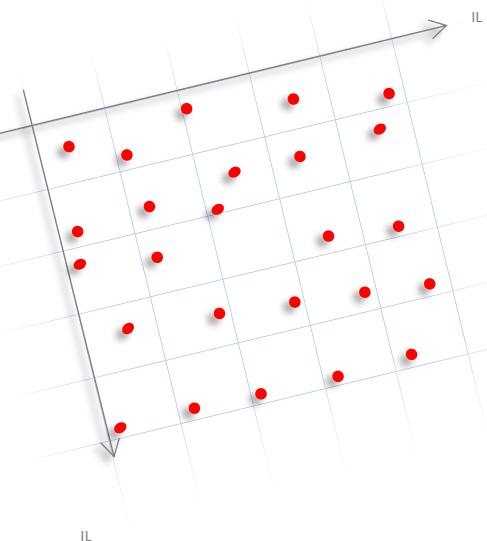
- Основные задачи **регуляризации**:
- восстановление пропусков;
 - пересчет трасс в центр бина;
 - регуляризация удалений;
 - регуляризация азимутов;



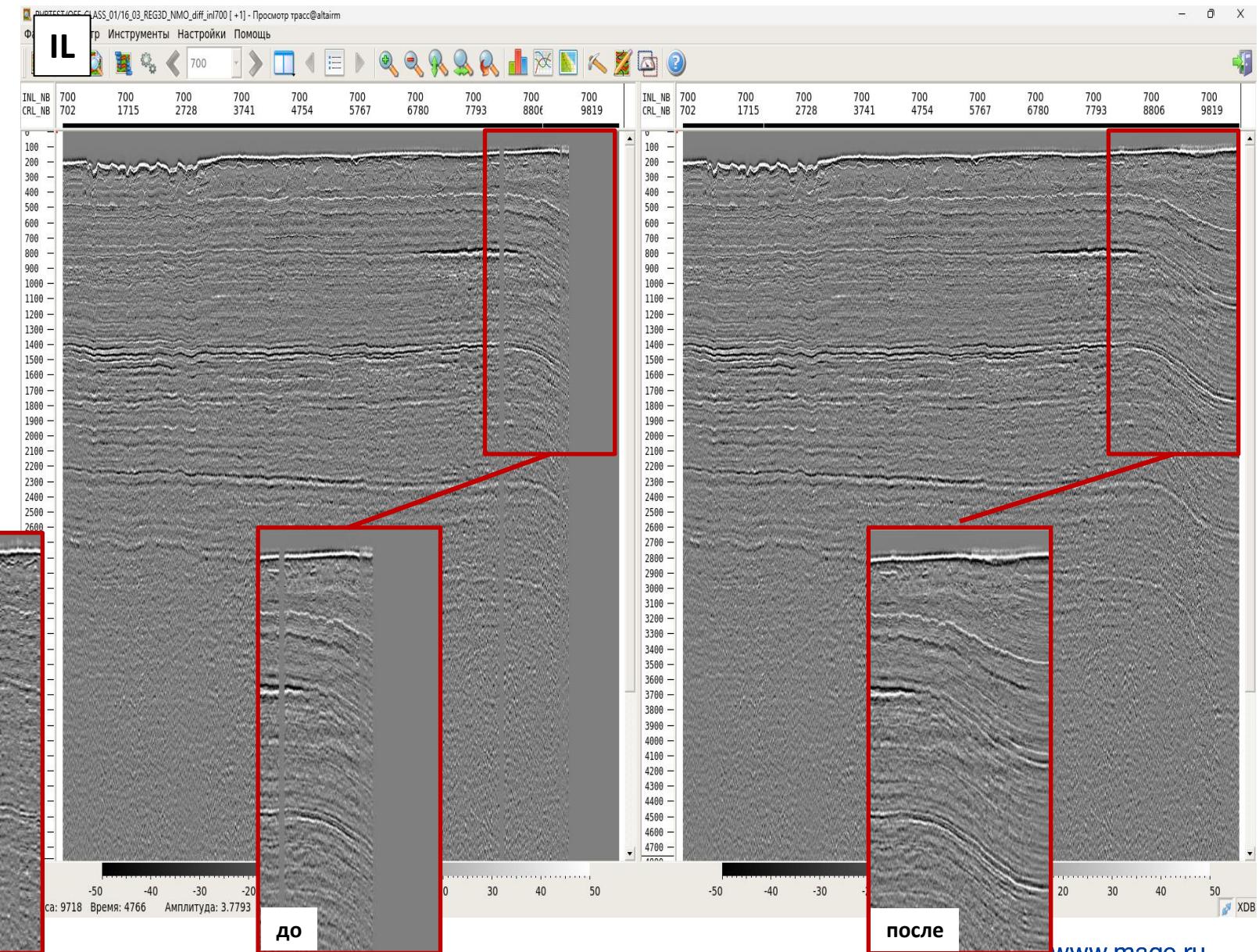
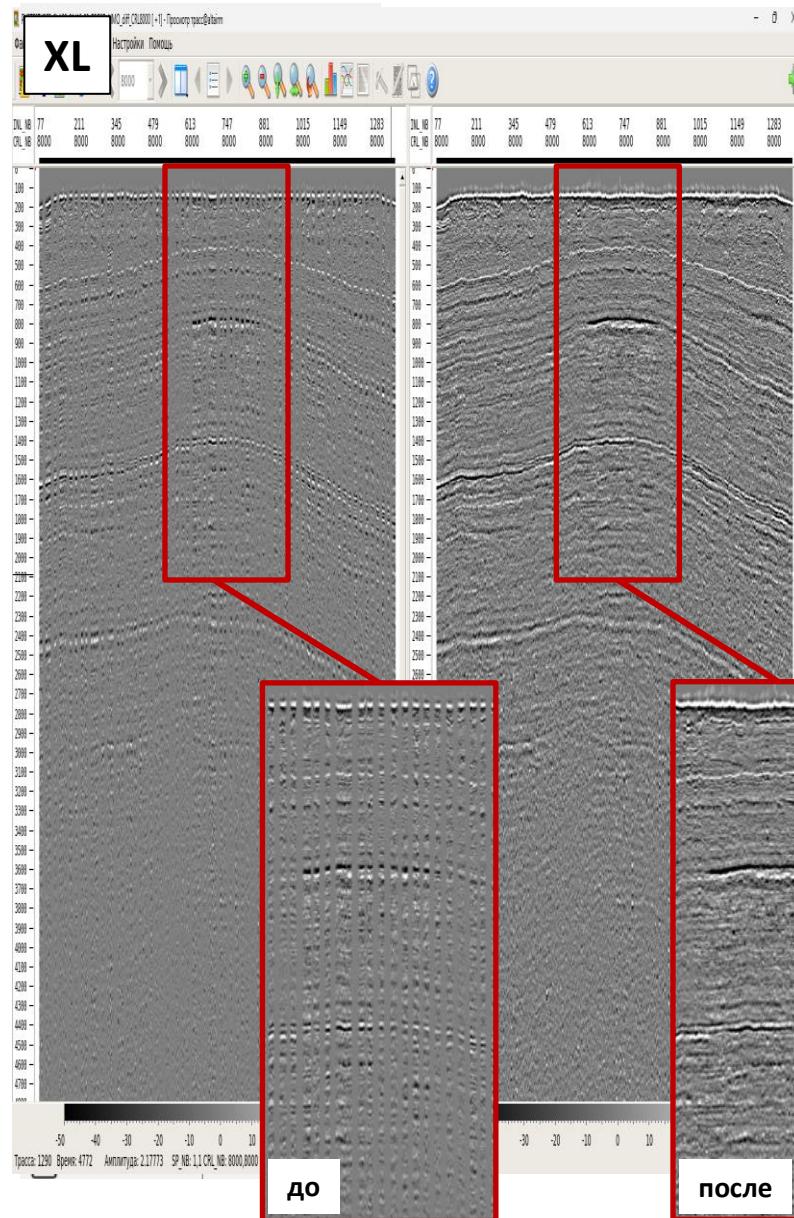
Исходные данные



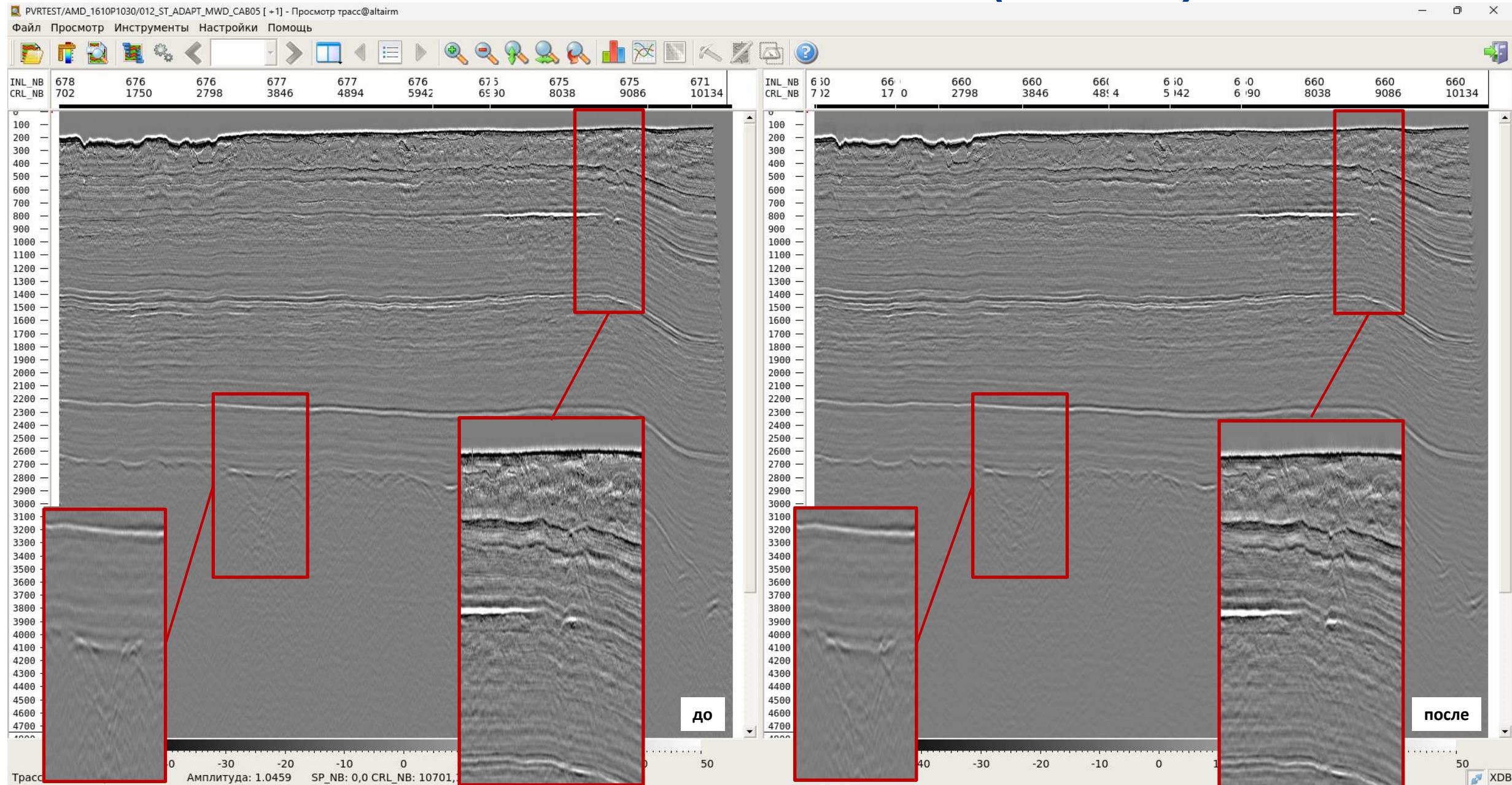
После регуляризации



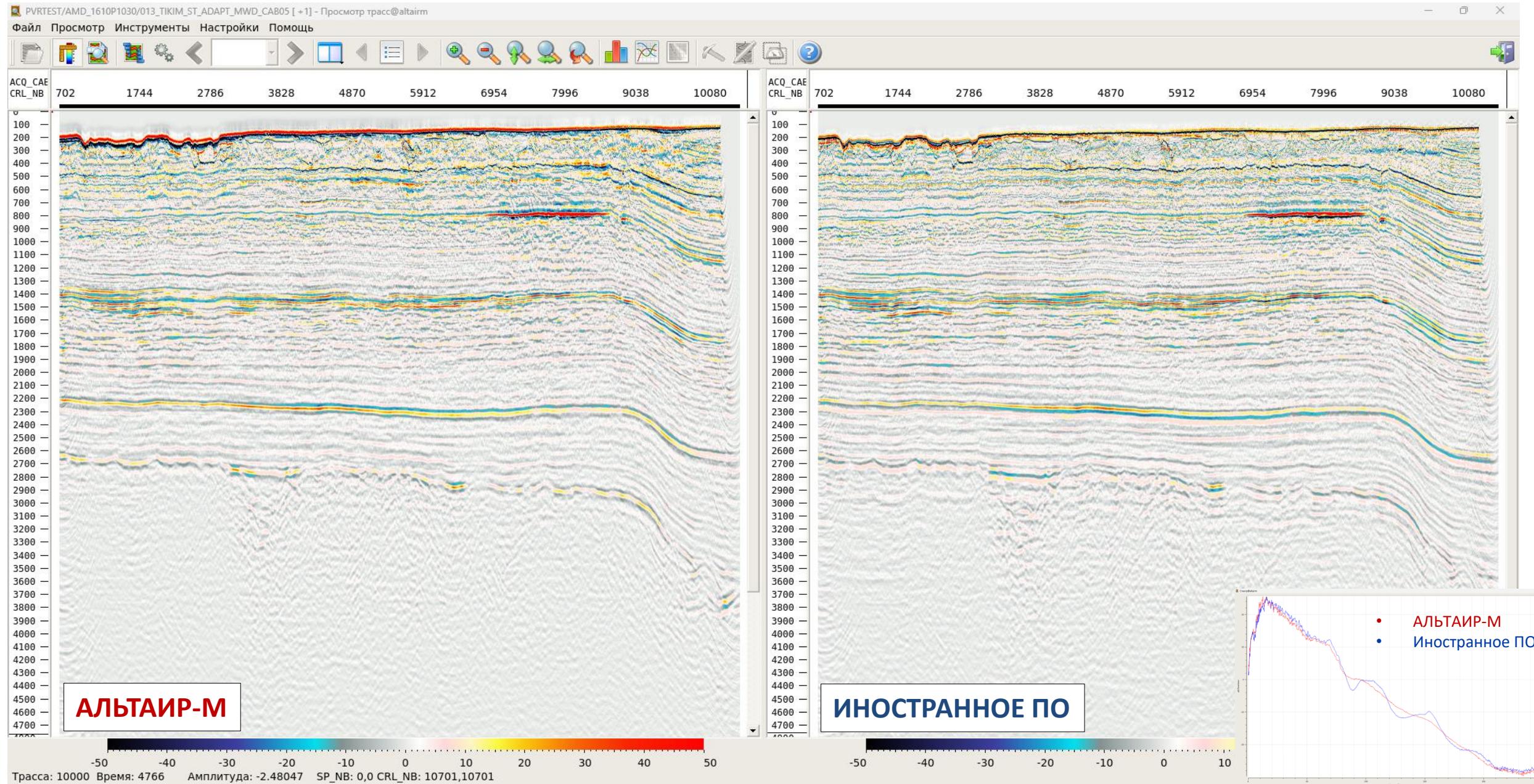
3D РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ



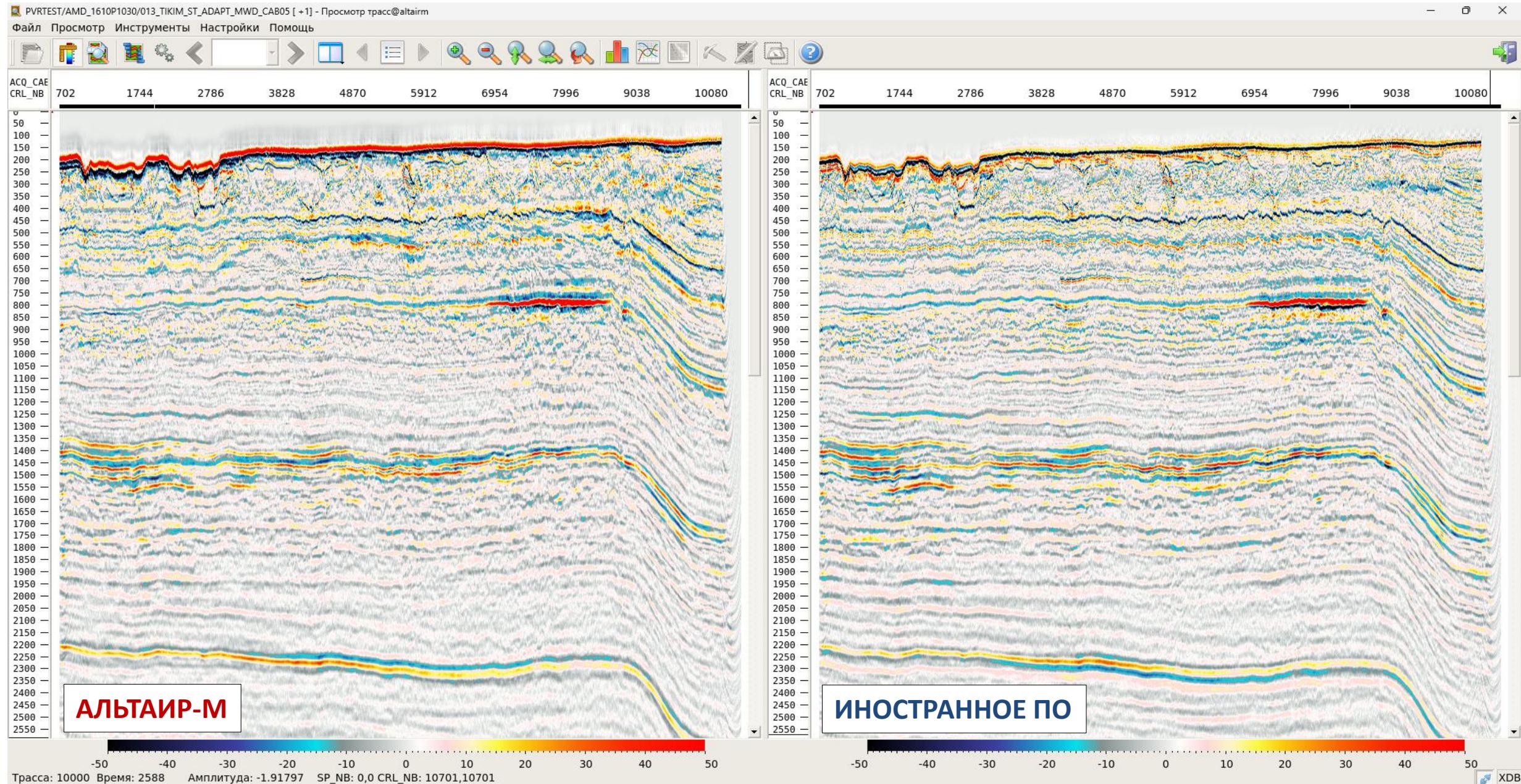
МИГРАЦИЯ ПОСЛЕ СУММИРОВАНИЯ (PoSTM)



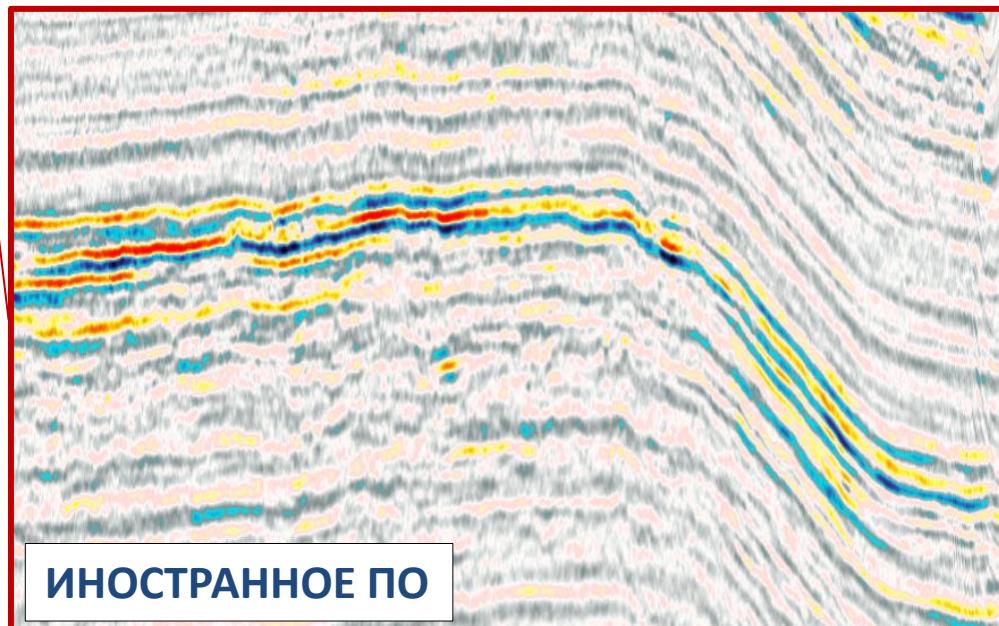
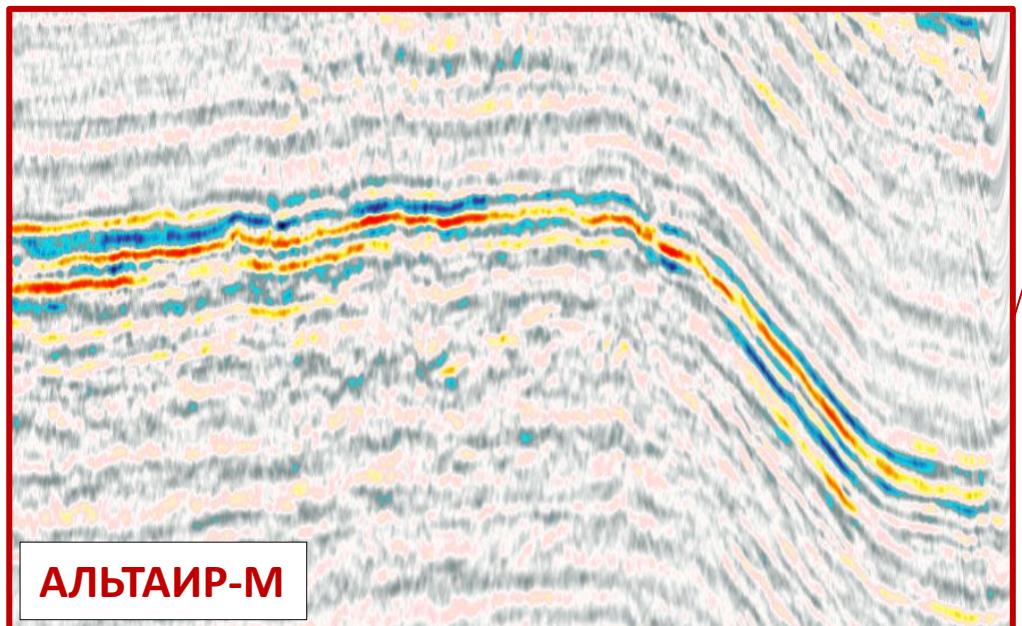
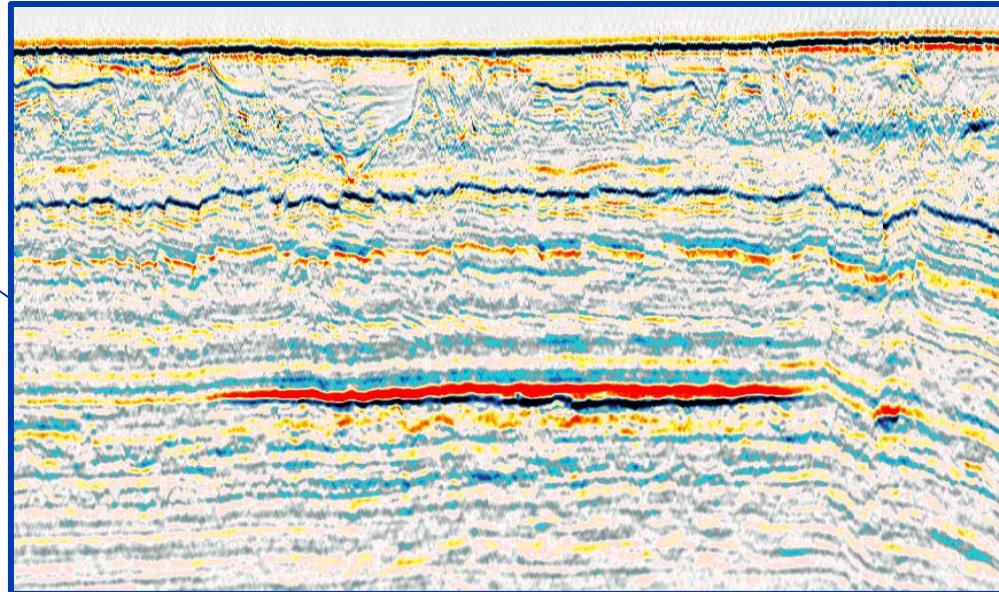
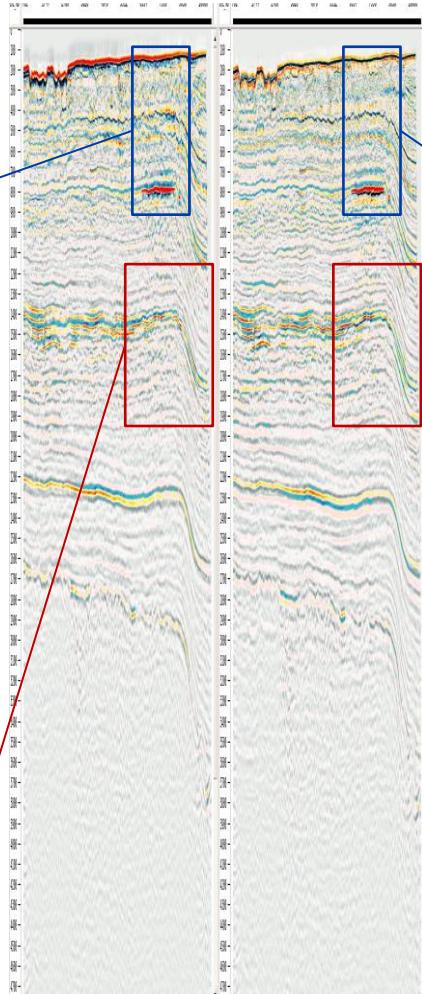
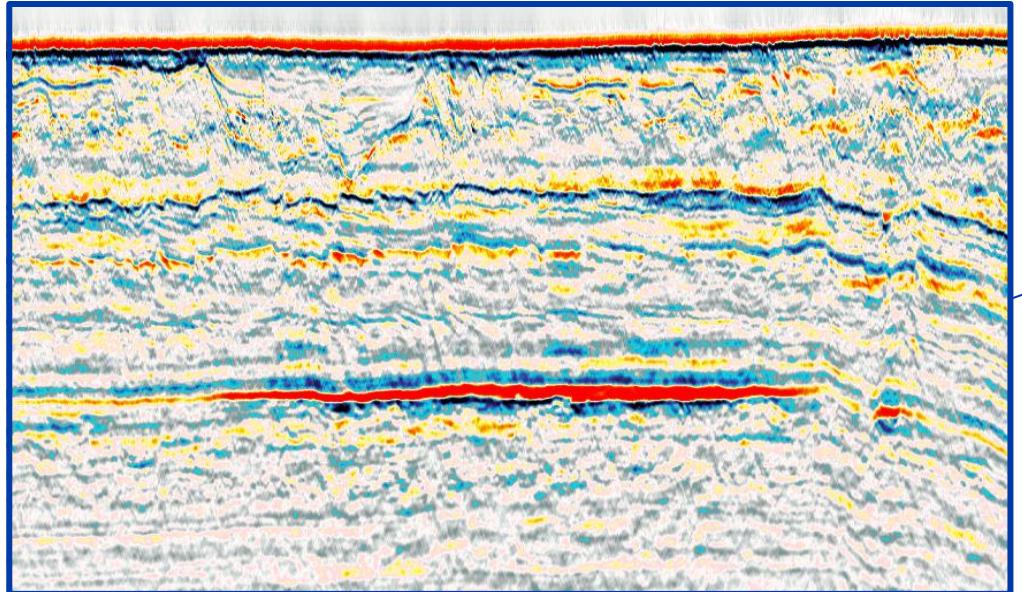
СРАВНЕНИЕ С ИНОСТРАННЫМ ПО



СРАВНЕНИЕ С ИНОСТРАННЫМ ПО



СРАВНЕНИЕ С ИНОСТРАННЫМ ПО



АЛЬТАИР-М

ИНОСТРАННОЕ ПО

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, ОБЪЕМЫ



Целевое назначение работ – выполнение обработки данных инженерной сейсморазведки (НСАП и СВР) для решения задачи детального изучения строения ВЧР

Объект – сейсмические данные 2D (НСАП и СВР), зарегистрированные с буксируемой косой (Карское море)

Объемы – 77 профилей (385 пог.км)

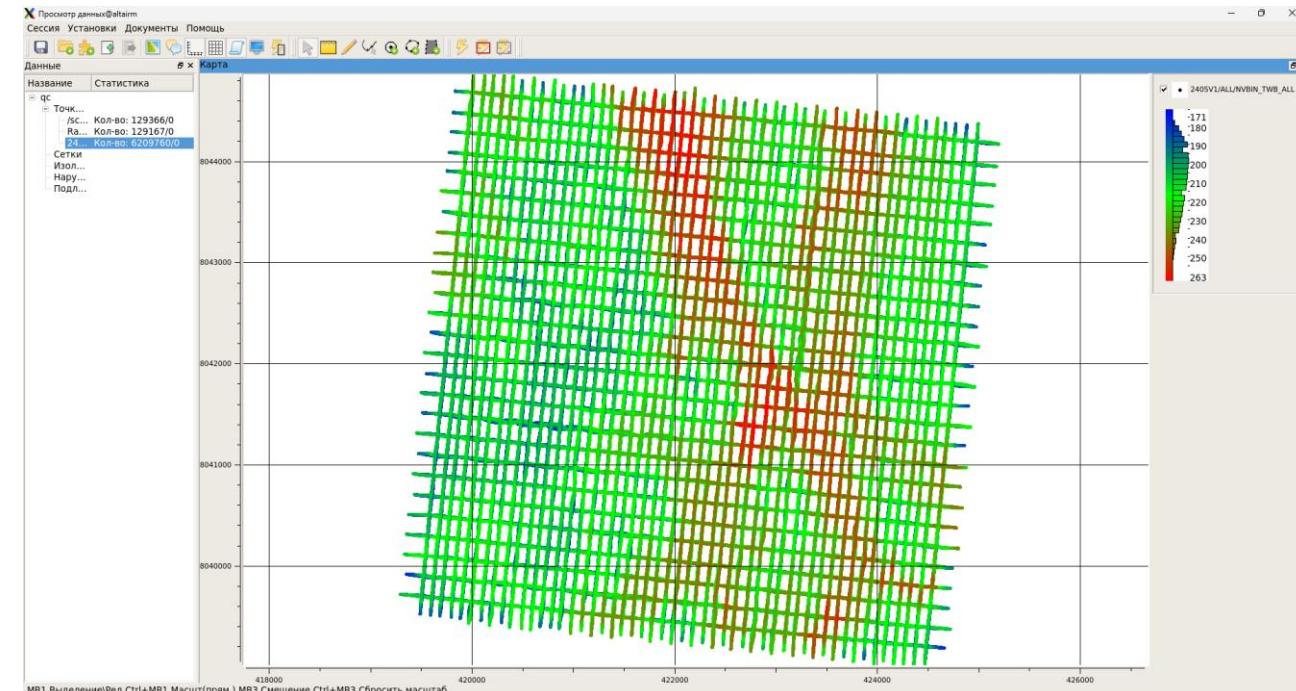
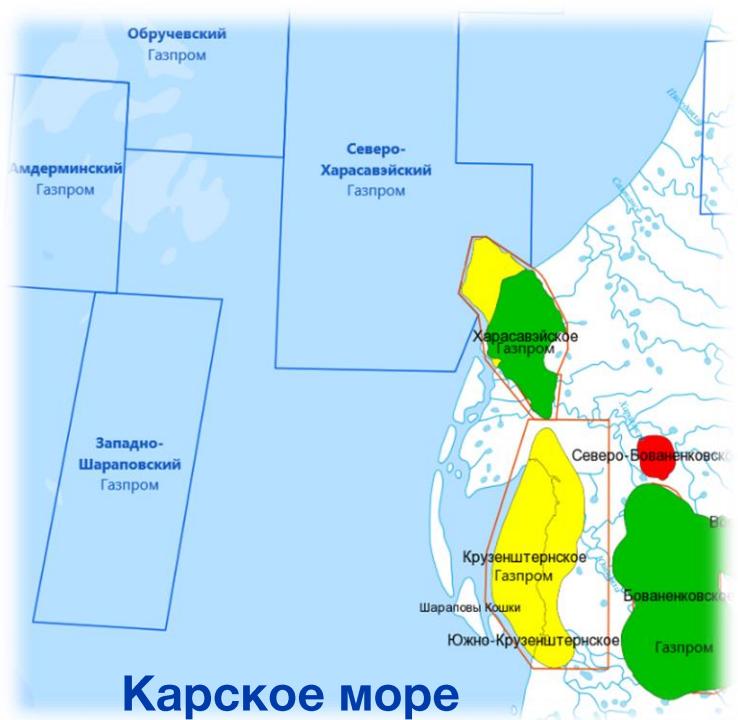
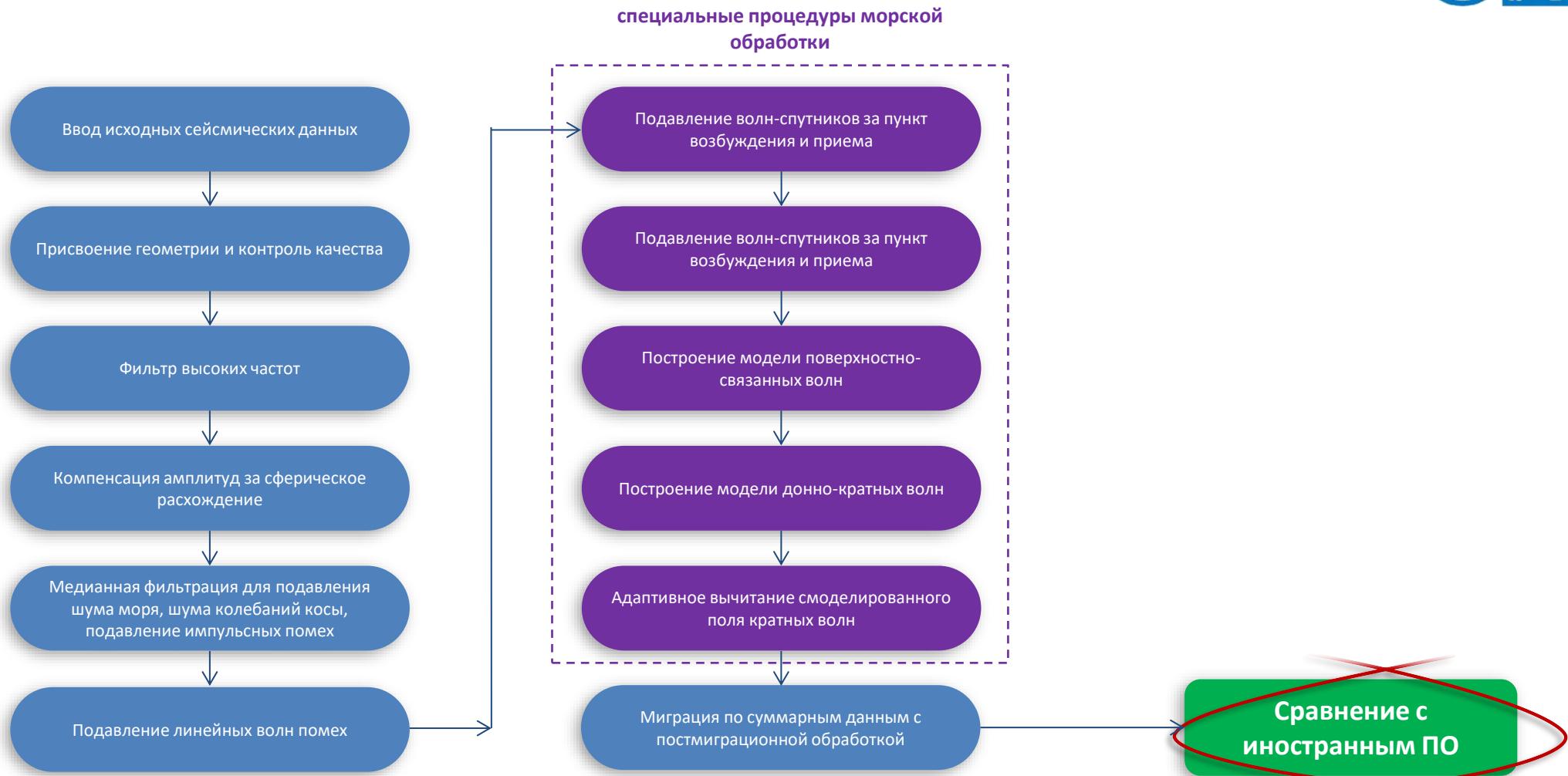


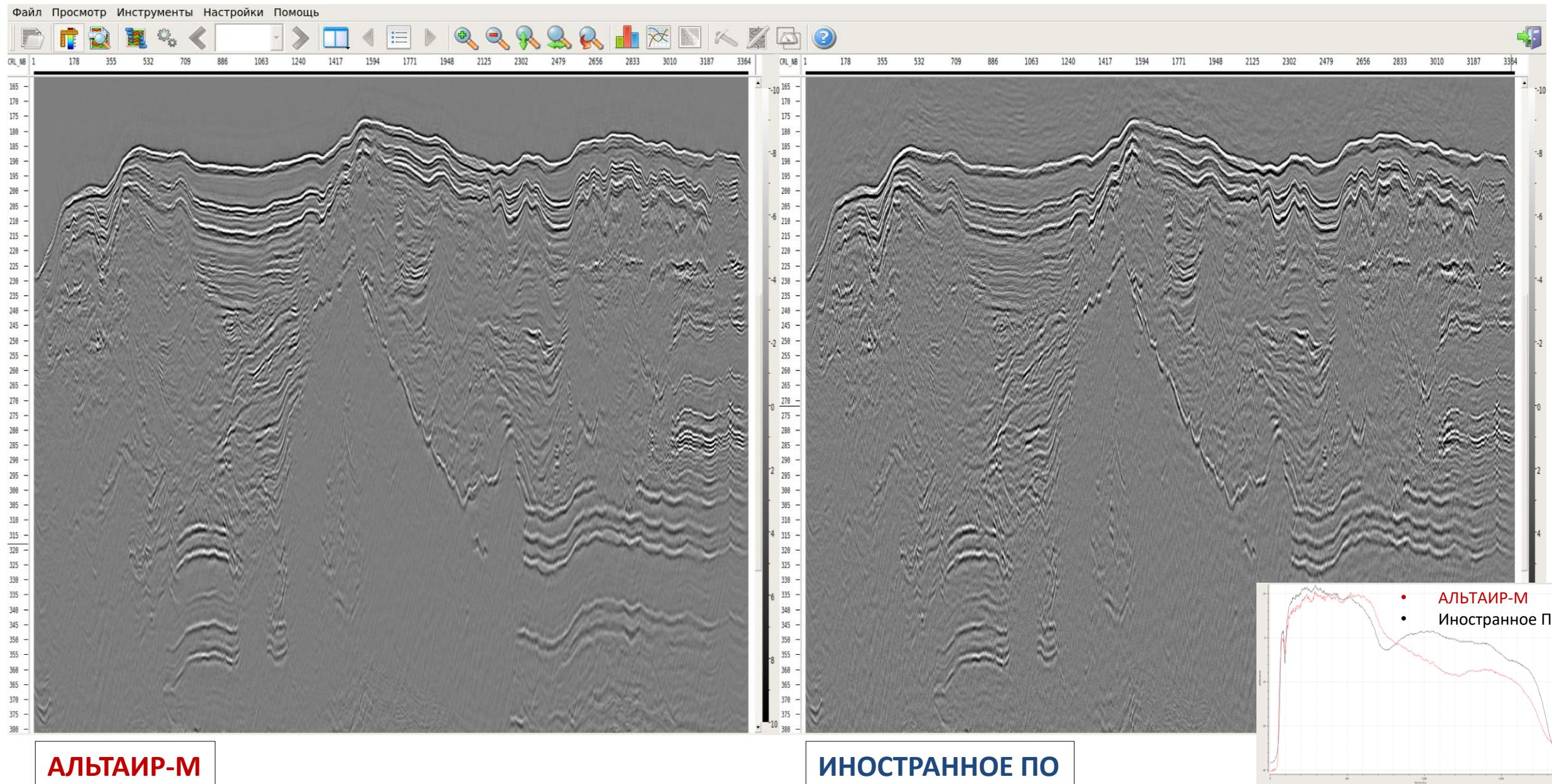
Схема профилей с нанесенными данными батиметрии

ГРАФ ОБРАБОТКИ НСАП

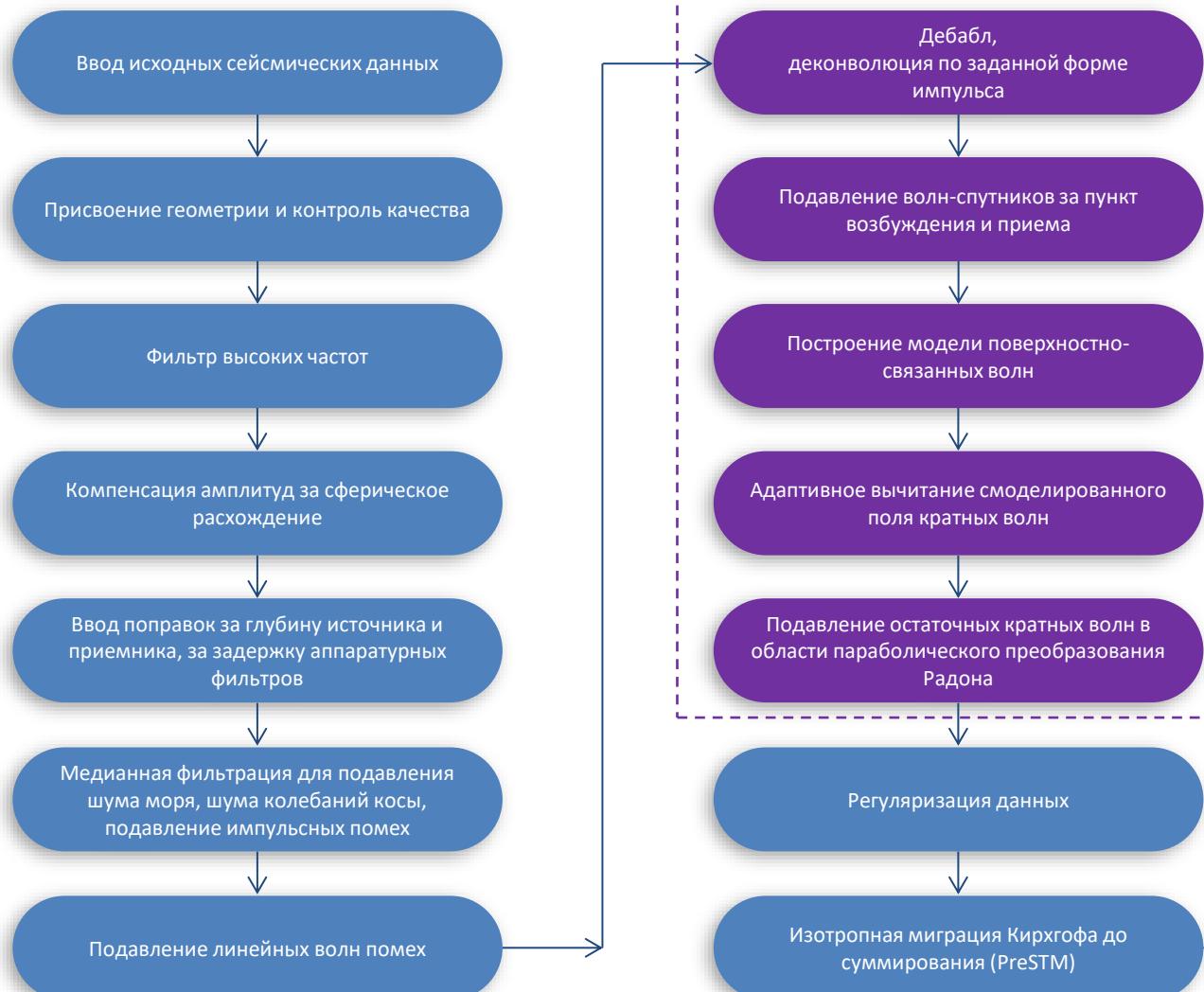


Граф обработки соответствует типовому графу ООО «Газпром недра»

СРАВНЕНИЕ С ИНОСТРАННЫМ ПО: НСАП



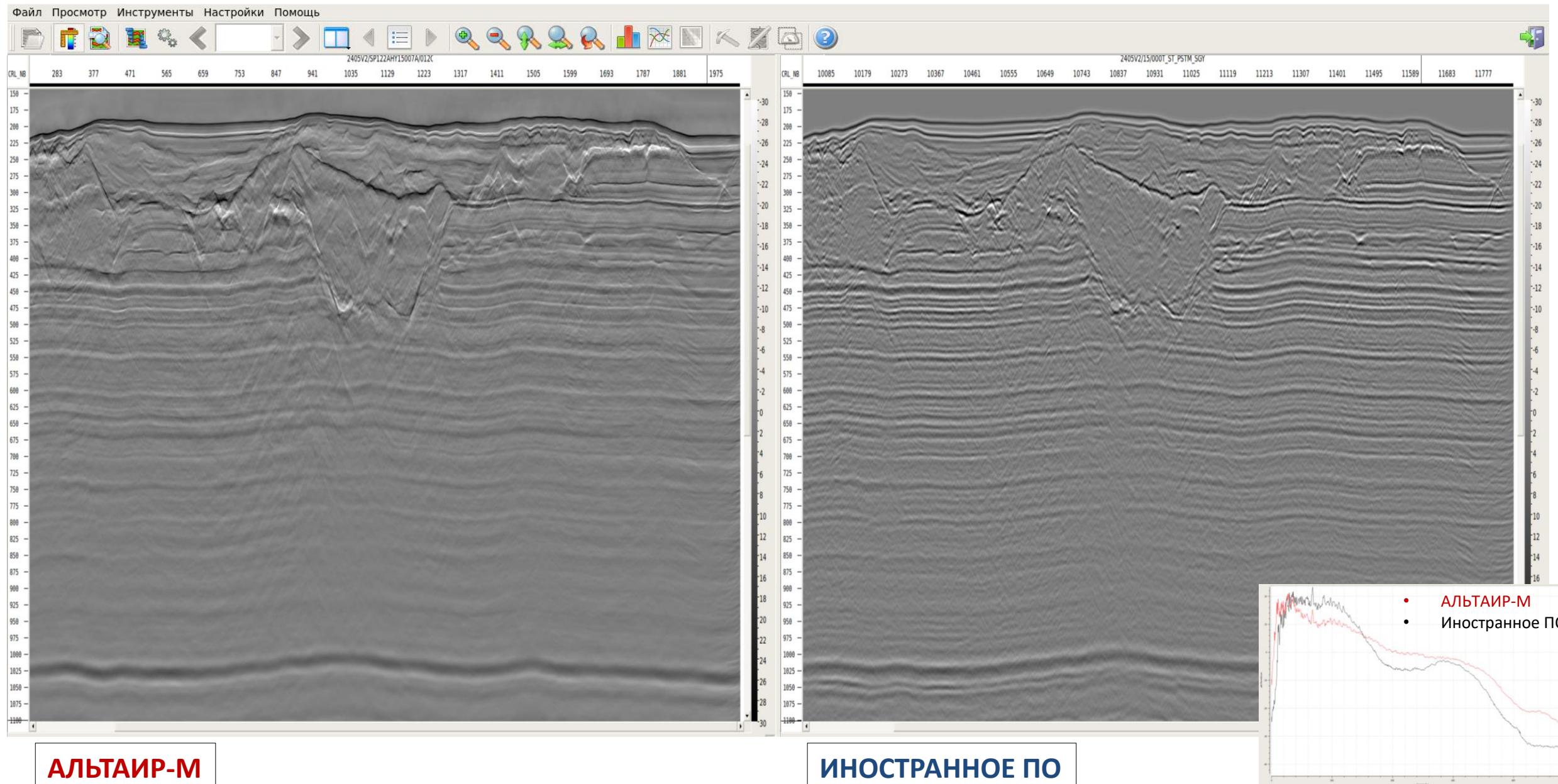
ГРАФ ОБРАБОТКИ СВР



Сравнение с
иностранным ПО

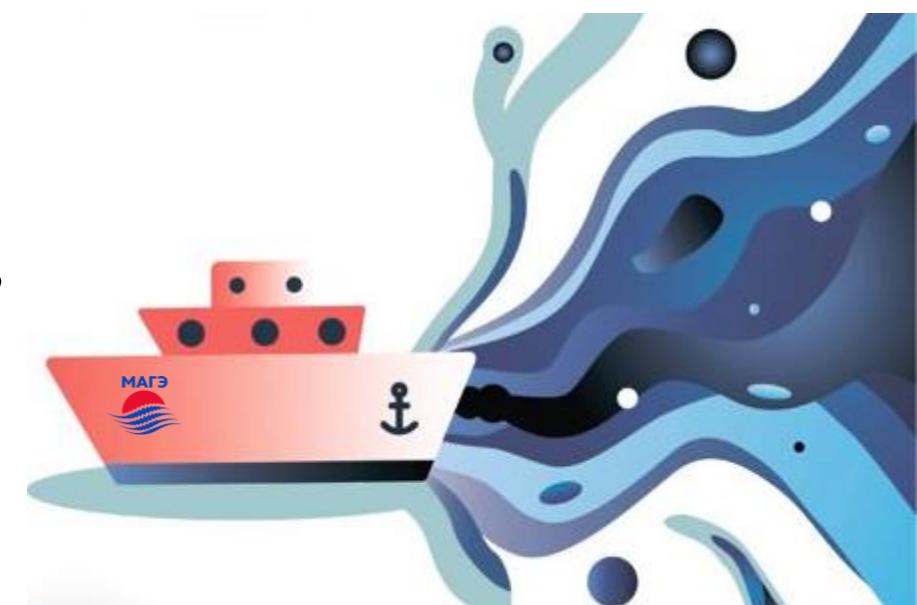
Граф обработки соответствует типовому графу ООО «Газпром недра»

СРАВНЕНИЕ С ИНОСТРАННЫМ ПО: СВР



РЕЗУЛЬТАТЫ

- Выполнена обработка морских данных 3D (буксируемая коса) с использованием отечественного ПО «АЛЬТАИР-М», граф тестовой обработки был сформирован в полном соответствии с производственными ТЗ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»
- Полученное сейсмическое изображение по качеству не уступает результатам, полученным и иностранном ПО-аналоге;
- Успех рассматриваемых работ позволил перейти к выполнению первых производственных проектов;
- Ряд уже имеющихся алгоритмов морской обработки (BroadSeis дегостинг, широкий перечень моделей кратных волн, адаптация в Curvelet-области, UDDEC и т.д.) – уровень лучших мировых ПО, аналогов в РФ не существует;
- Ближайшая задача – апробация АЛЬТАИР-М на данных 3D4С (ОВН)



Контактная информация



МОРСКАЯ АРКТИЧЕСКАЯ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНАЯ
ЭКСПЕДИЦИЯ



От Арктики до Антарктики



Тел.: +7 (815) 2 400-580
E-mail: info@mage.ru
Сайт: www.mage.ru



121609, г. Москва, ул.
Осенняя, д.11, бизнес-центр
«Крылатский 2, 3 этаж



197198, г. Санкт-Петербург, ул.
Большая Пушкарская, д. 22,
бизнес-центр «Сенатор», 2
этаж, офисы № 201-204



Генеральный директор
Казанин Алексей Геннадьевич
E-mail: a.kazanin@mage.ru



183038, г. Мурманск, ул.
Софьи Перовской, д.26



354000, г. Сочи, ул.
Орджоникидзе, д.11