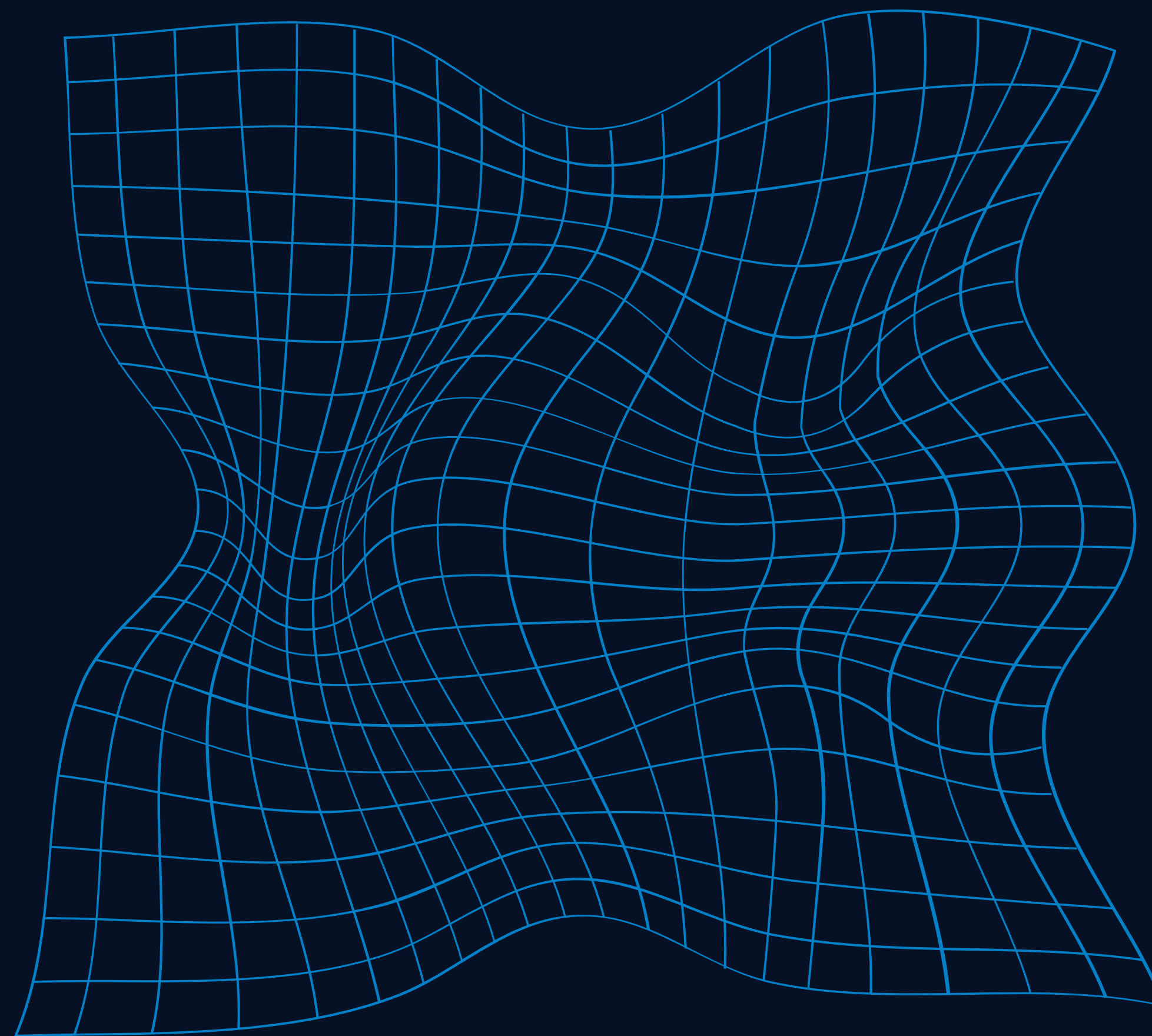


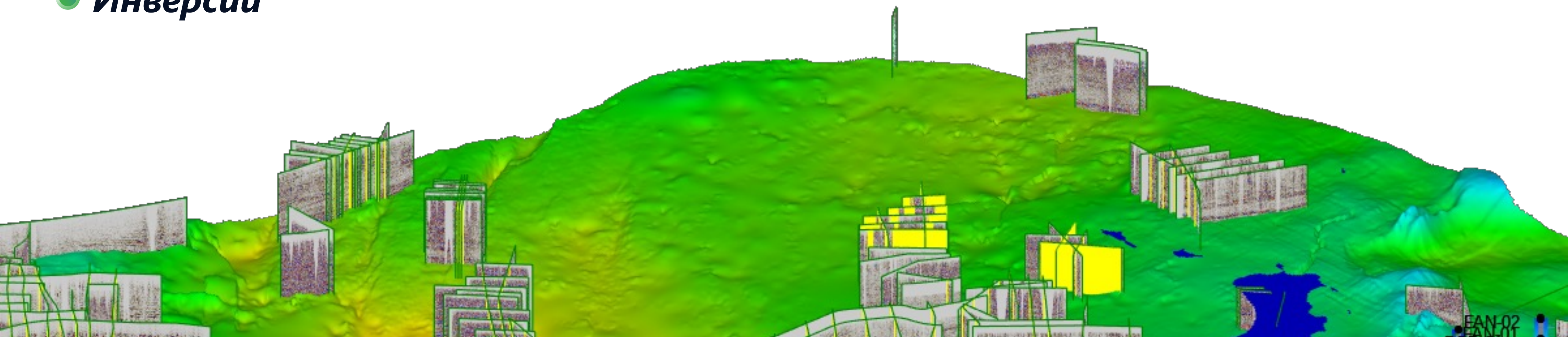
Структурные атрибуты,
спектральная
декомпозиция и
сейсмическая инверсия
в tНавигатор:
применение, подбор
параметров



Структурные атрибуты, спектральная декомпозиция и сейсмическая инверсия в tНавигатор: применение, подбор параметров

В этом докладе рассмотрим алгоритмы и параметры:

- ***Структурных атрибутов***
- ***Спектральной декомпозиции***
- ***Инверсии***



Работа с сейсмическими данными

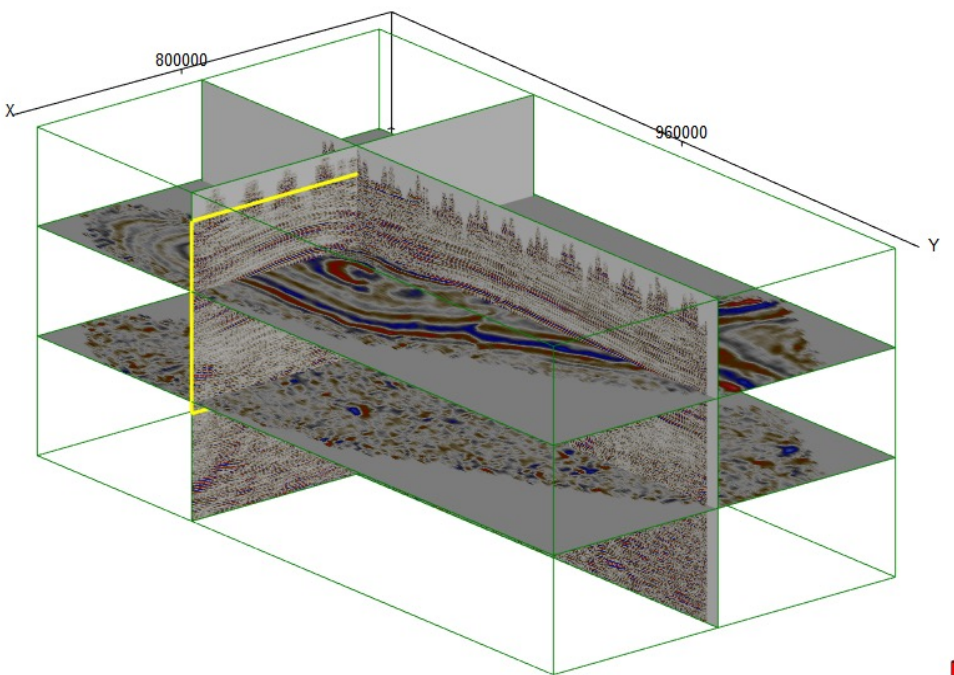
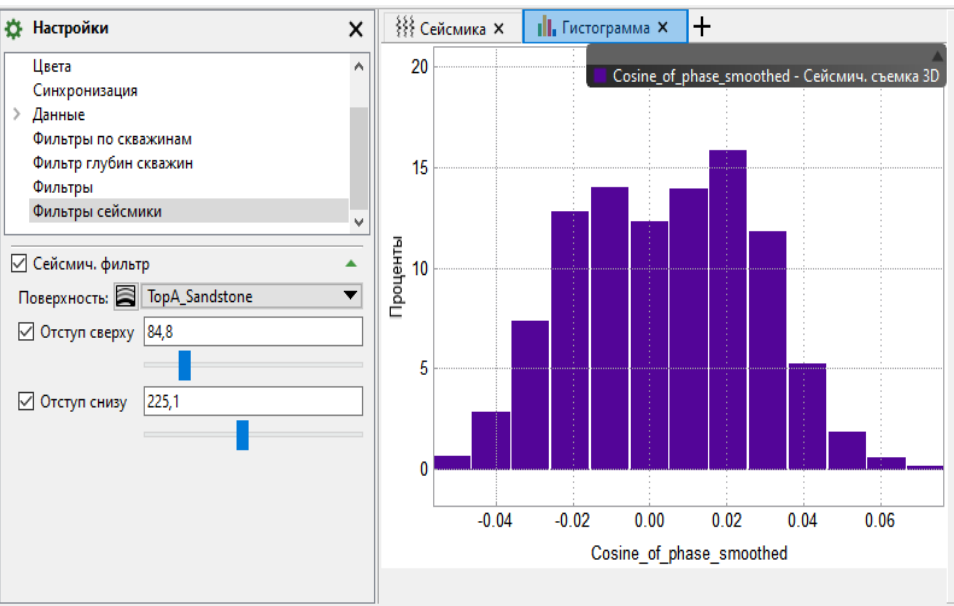
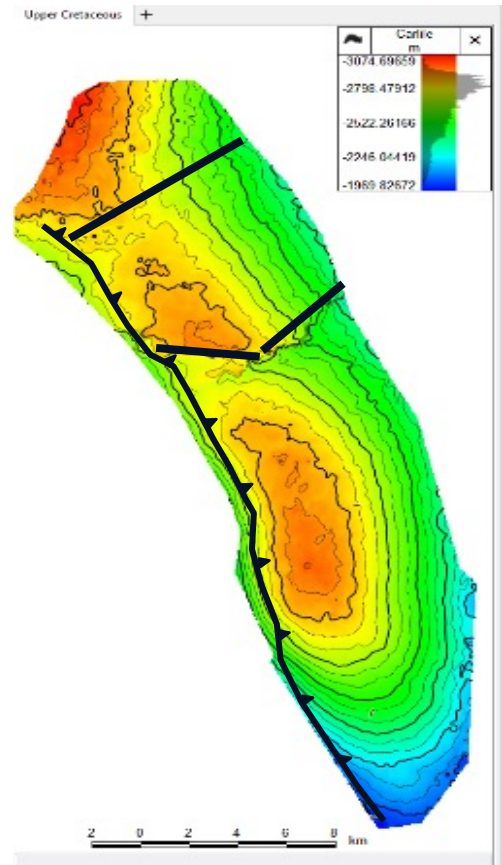
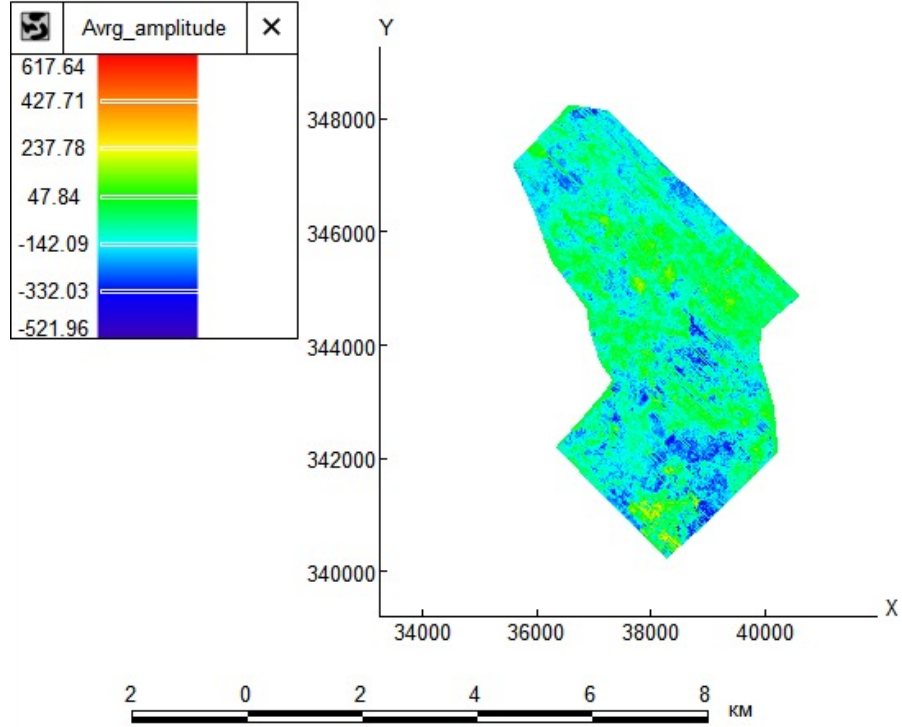
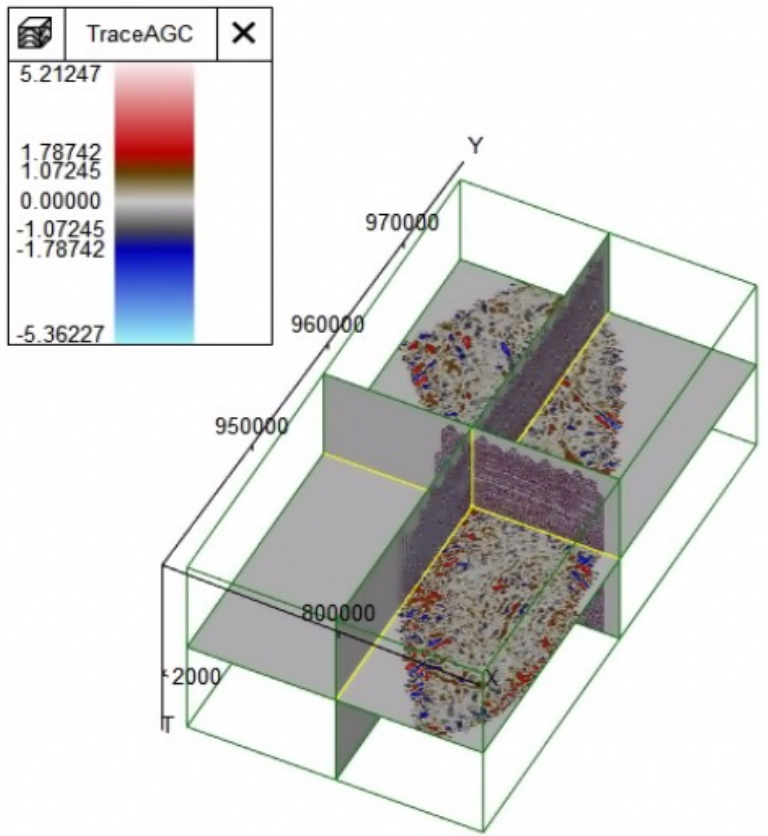
- Работа с сейсмическими данными в tNavigator доступна в рамках лицензии модуля Сейсмики

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензия Помощь

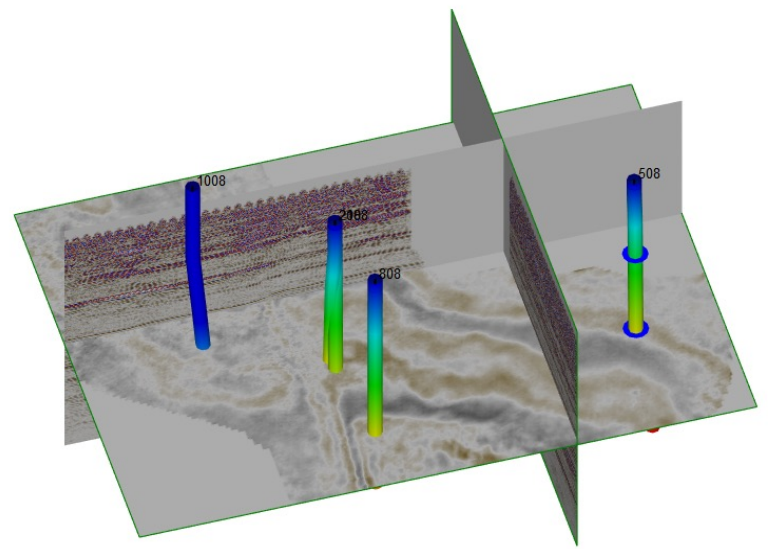
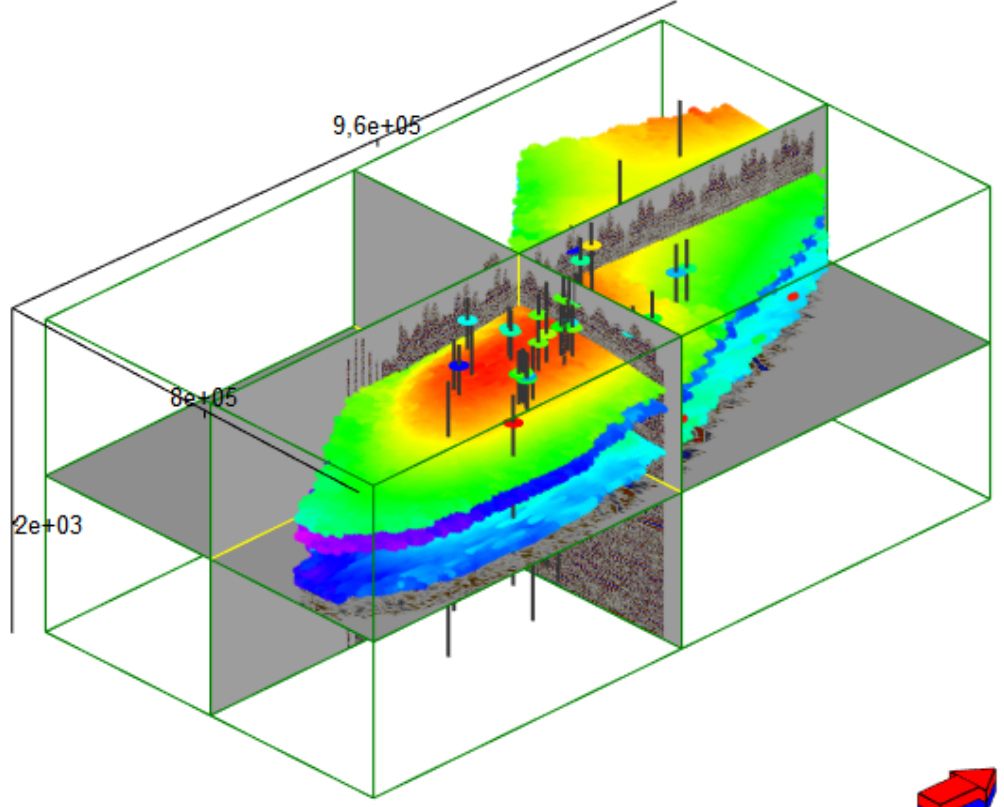
Параллельность: Все ядра = 32 Использовать GPU

Т НАВИГАТОР

Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и	Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и
Сейсмика Работа с сейсмическими данными	PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	Результаты Просмотр результатов расчёта моделей
Геостиринг Сопровождение бурения	Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	Адаптация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ
Дизайнер Скважин Модель скважины	МатБаланс Анализ материального баланса	Трещина Моделирование трещин гидроразрыва пласта
Дизайнер Сетей Моделирование поверхностных сетей	Очередь Задач Управление очередью заданий	Доступ к Кластеру Расчёты на кластере
Лицензии Состояние и установка	Документация Техническое описание	Эксперт Интерактивный справочник и новости

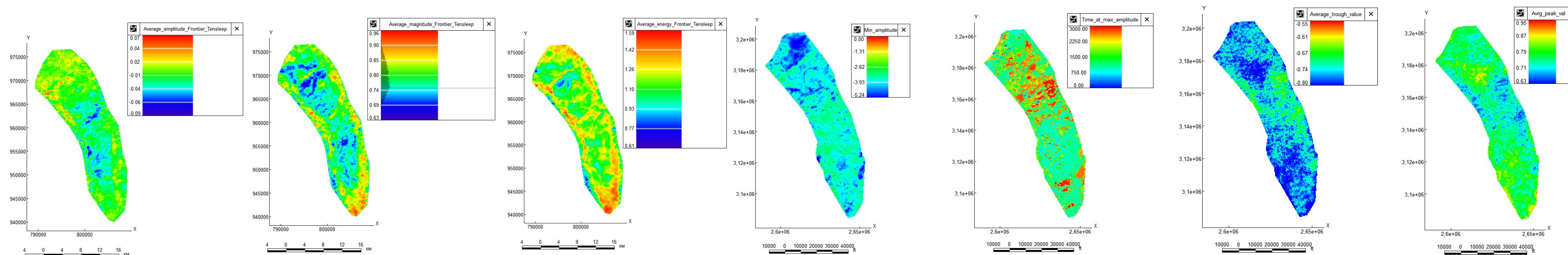


```
BEGIN HEADER
X
Y
Z
TWT picked
MD
Well
Average velocity
Interval velocity
END HEADER
```



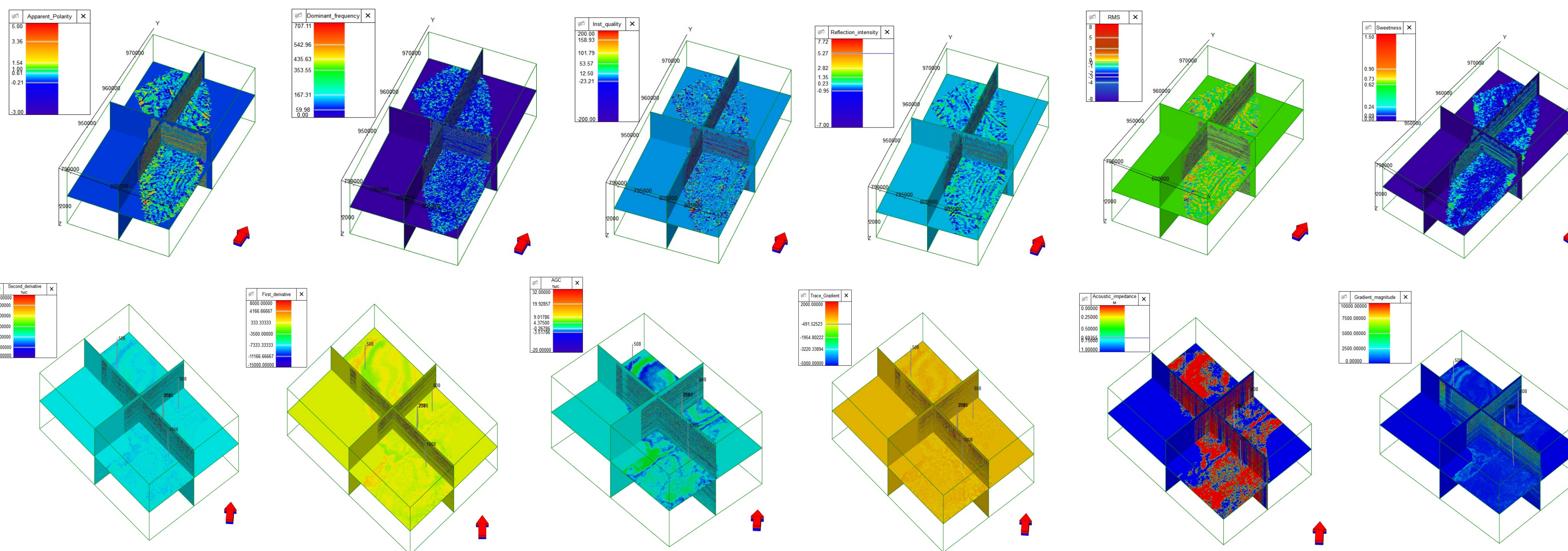
Расчет атрибутов в Дизайнере геологии

- Карты атрибутов и сейсмические атрибуты 3D



Боле 50 карт атрибутов (считаются в окне)

(...)

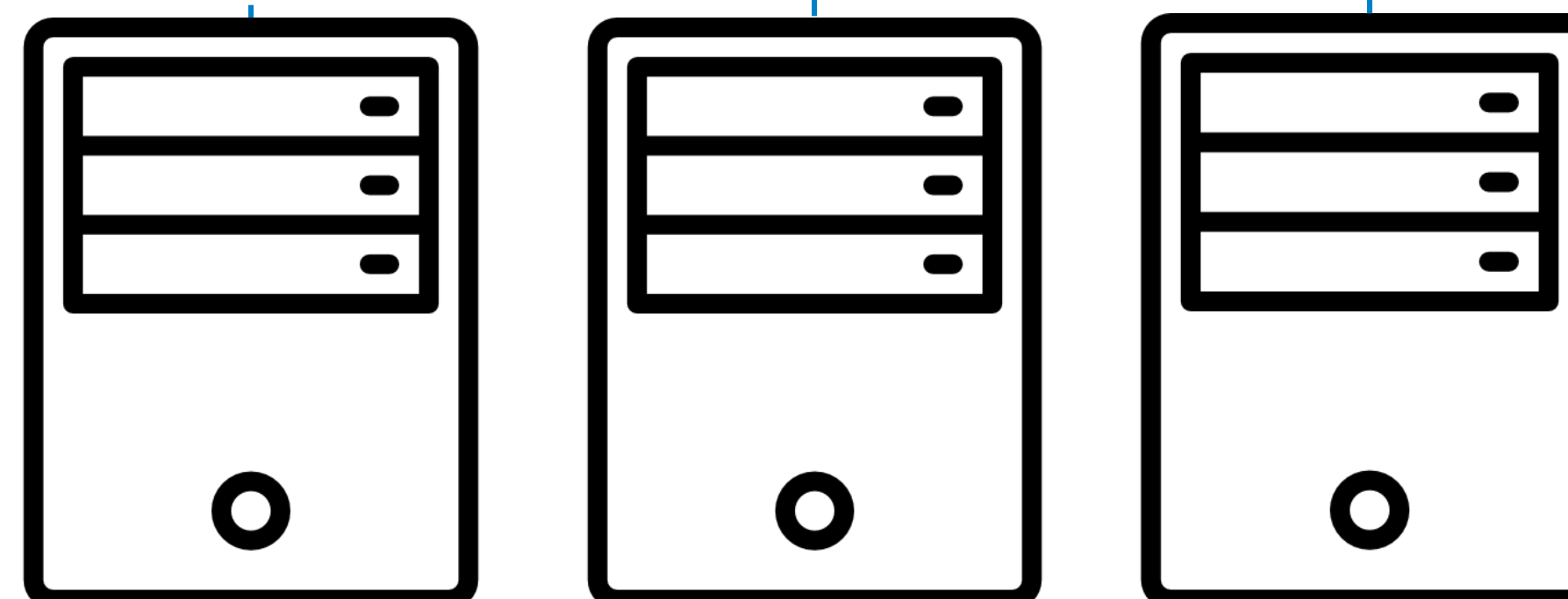
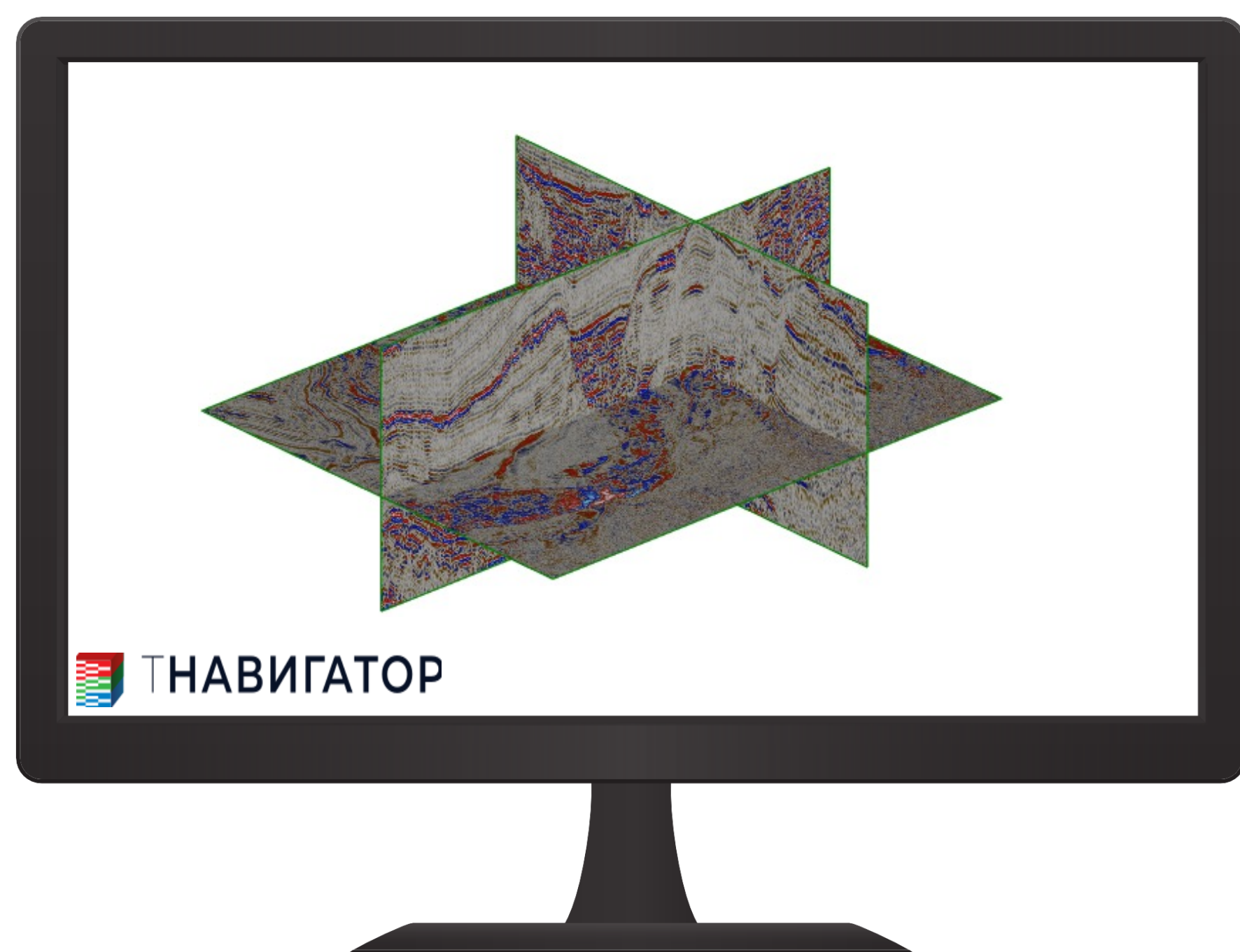


Боле 40 атрибутов 3D

(...)

Сейсмические расчеты на кластере

- Возможность запуска сейсмических расчетов на нескольких узлах кластера (запуск из Workflow на кластере), включая расчет атрибутов, импорт сейсмических данных и т.д.



Структурные атрибуты в tНавигатор

▼ Структурные атрибуты

Амплитудная контрастность

Хаос

Когерентность

Контрастная когерентность 8

Фильтр Кувахары

Адаптивный фильтр Кувахары

Медианный фильтр

Динамическая трансформация временной шкалы

Градиент магнитуды

Локальная структурная когерентность

Локальная структурная дисперсия

Локальный структурный азимут

Локальный структурный наклон

Структурно-зависимый фильтр Кувахары

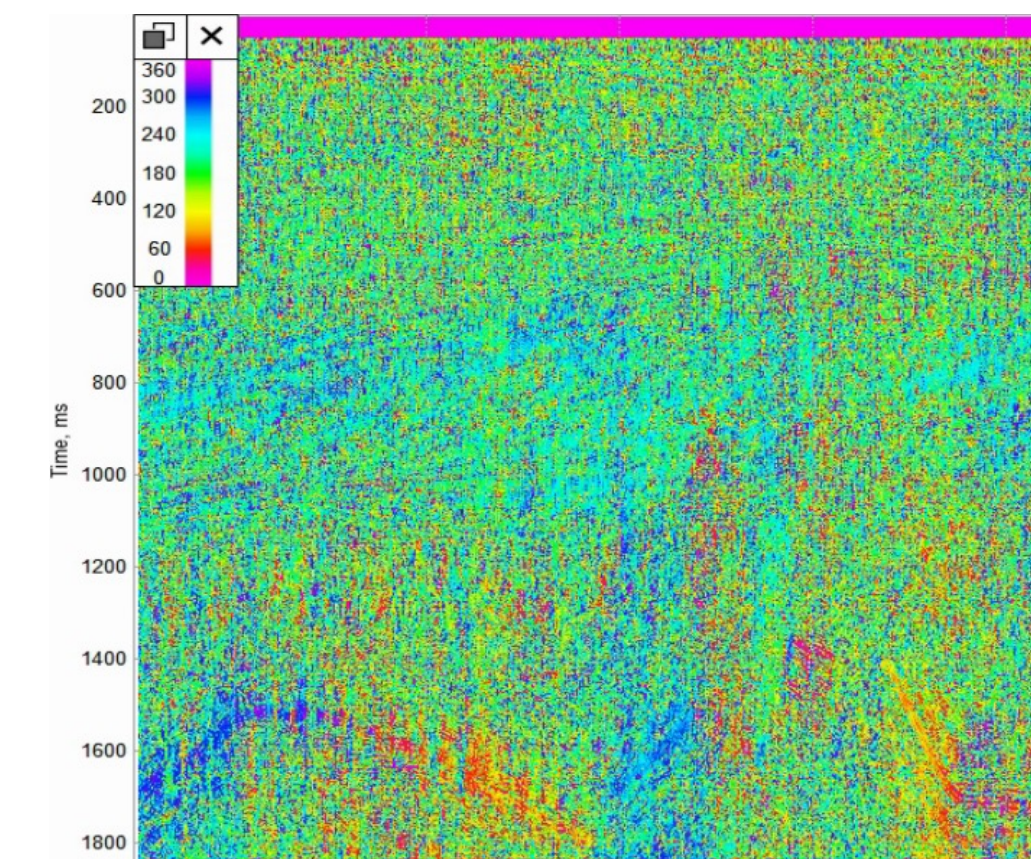
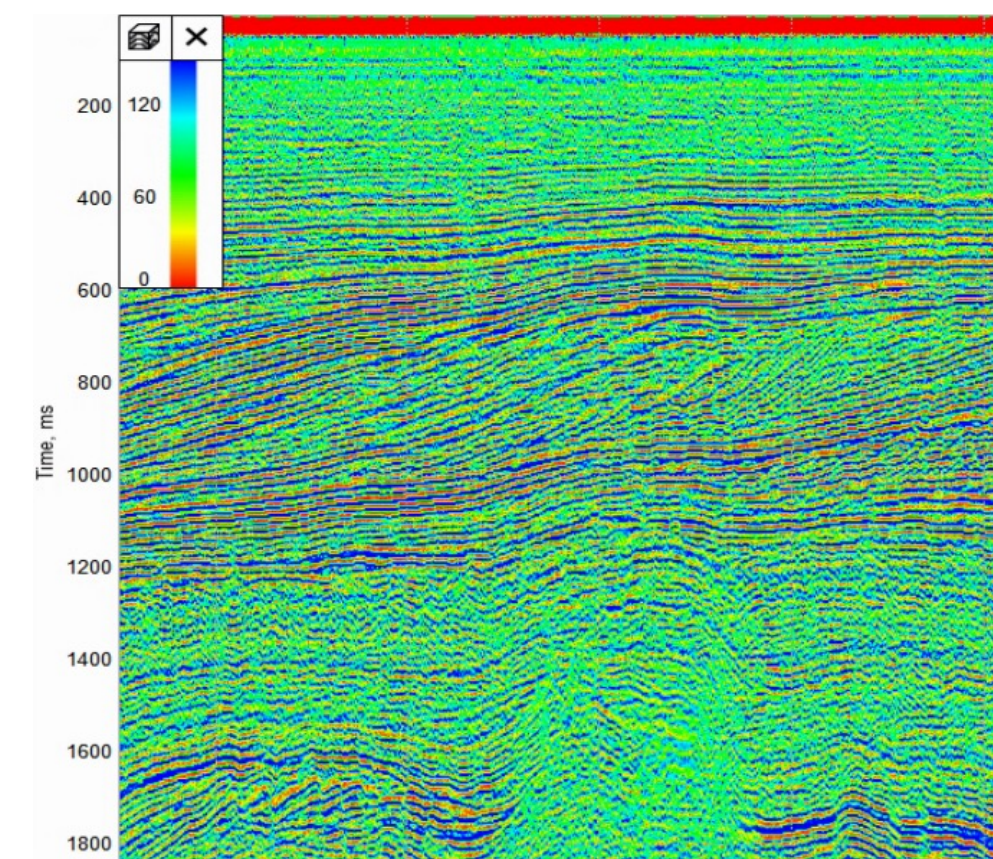
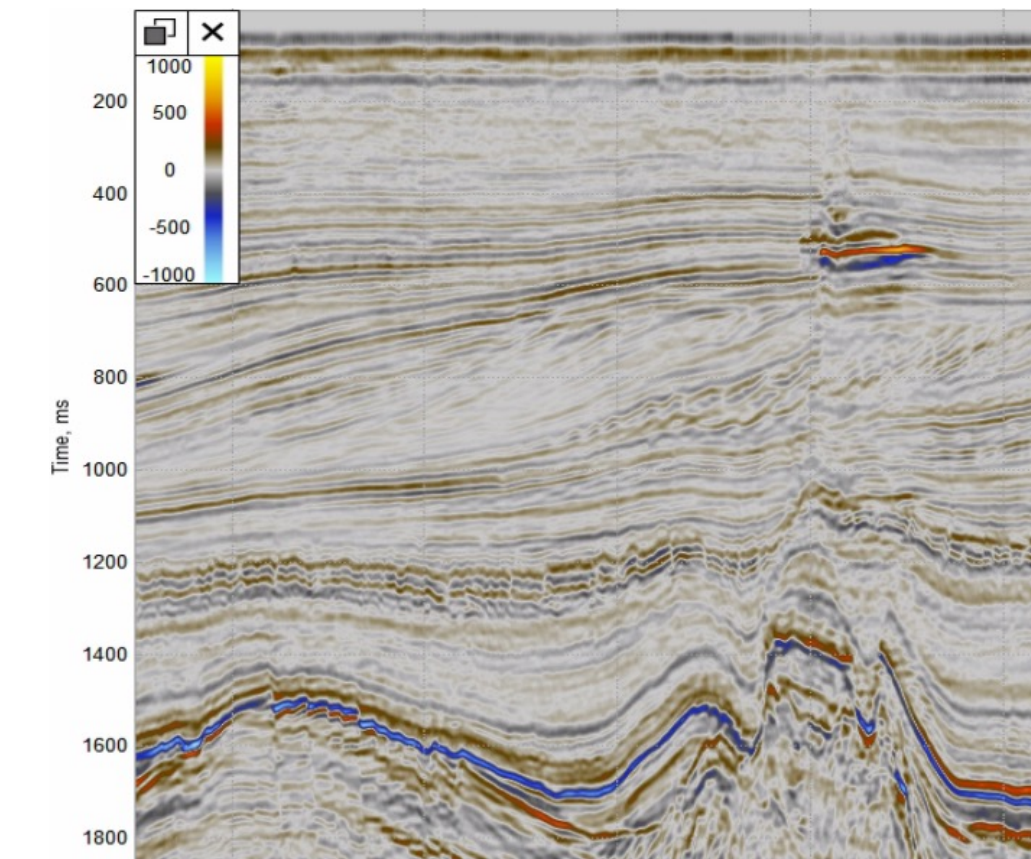
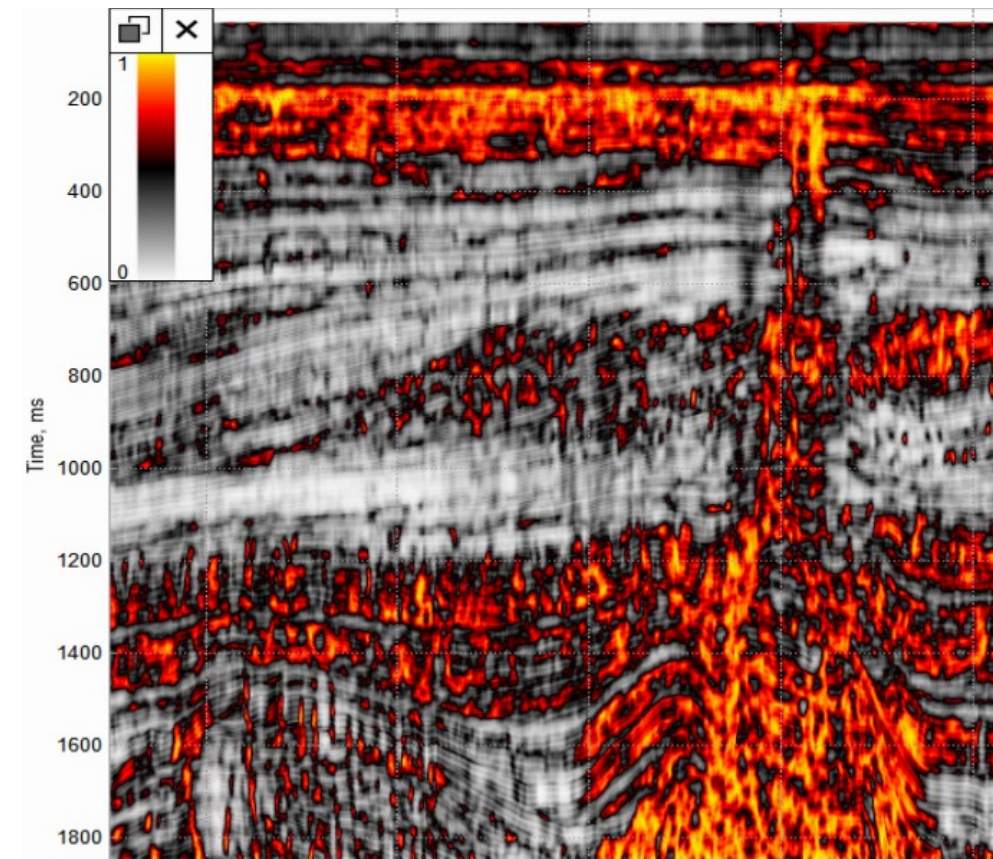
Структурно-зависимый адаптивный фильтр Кувахары

Локальная плоскость

Структурное сглаживание

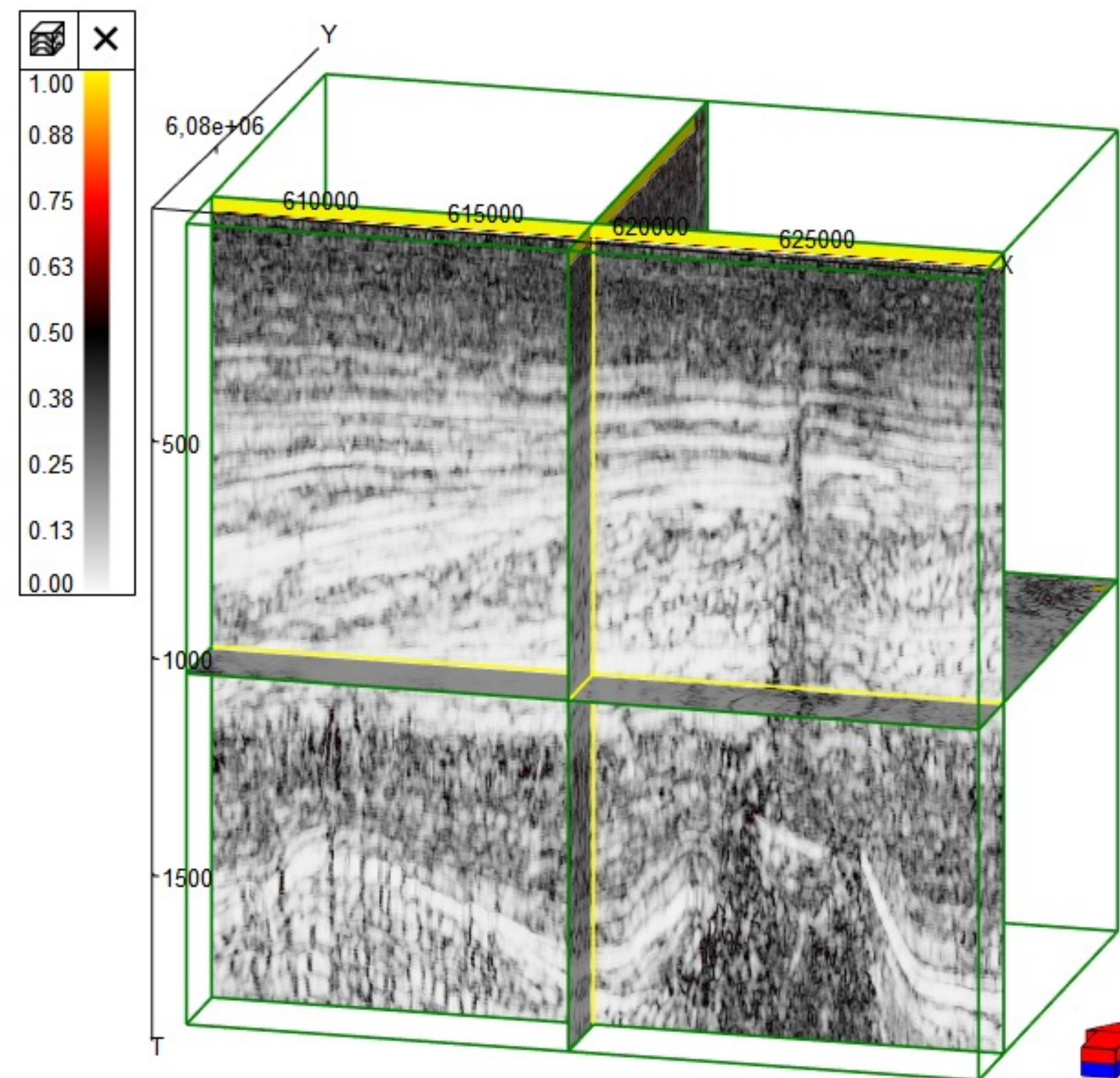
Дисперсия

Выделение разломов (метод Хребтов)





Атрибут Хаос

- **Определяет хаотичность волнового поля в 3D окне путем оценки отсутствия организации**
- **Хаос не зависит от амплитуды сигнала**
- **Позволяет выделять хаотичные структуры на сейсмической записи, могут быть приурочены к различным геологическим особенностям разреза: разломные зоны, пути миграции газа, соляные и магматические интрузии, рифы, заполнения каналов и т.д**



Атрибут Хаос

- Принцип основан на гауссовом ядре

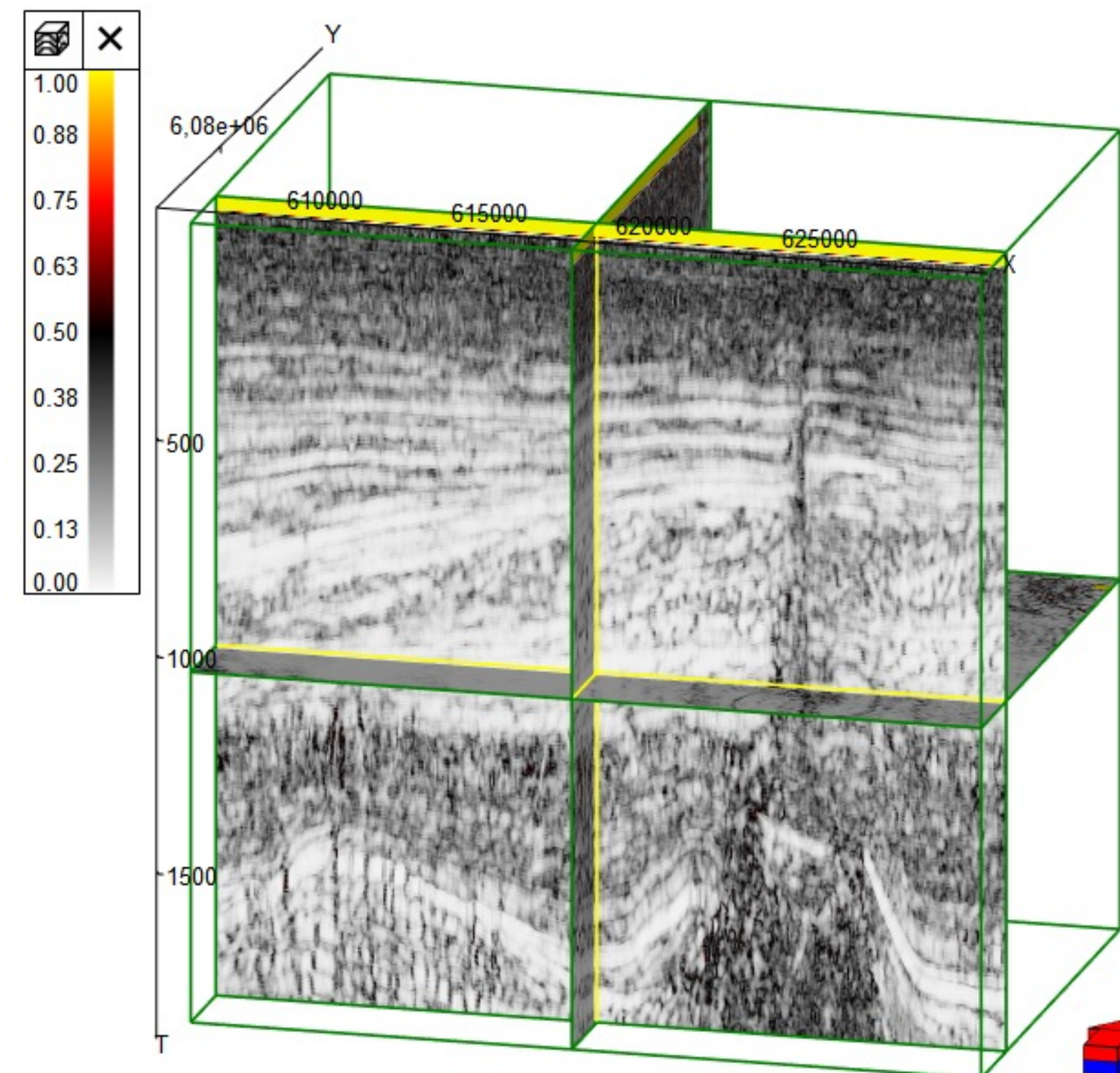
Исходная сейсмич. съемка:	 Сейсмич.съемка3D1
Выходной атрибут:	 Chaos
Параметры сглаживания	
Sigma, кросслайн:	1.5
Sigma, инлайн:	1.5
Sigma, времени:	1.5
Окно (резкость):	5
Чувствительность:	1.5

Значения σ определяют размер бегущей окрестности

Чем больше значение σ , тем больше окрестность, тем больше усреднение.

Чувствительность результата к разломам, изменяется в диапазоне от 1 до 3
Увеличение значения: более разрешенное изображение на выходном атрибуте

Резкость: увеличение окна уменьшает резкость результирующего атрибута и увеличивает время расчета

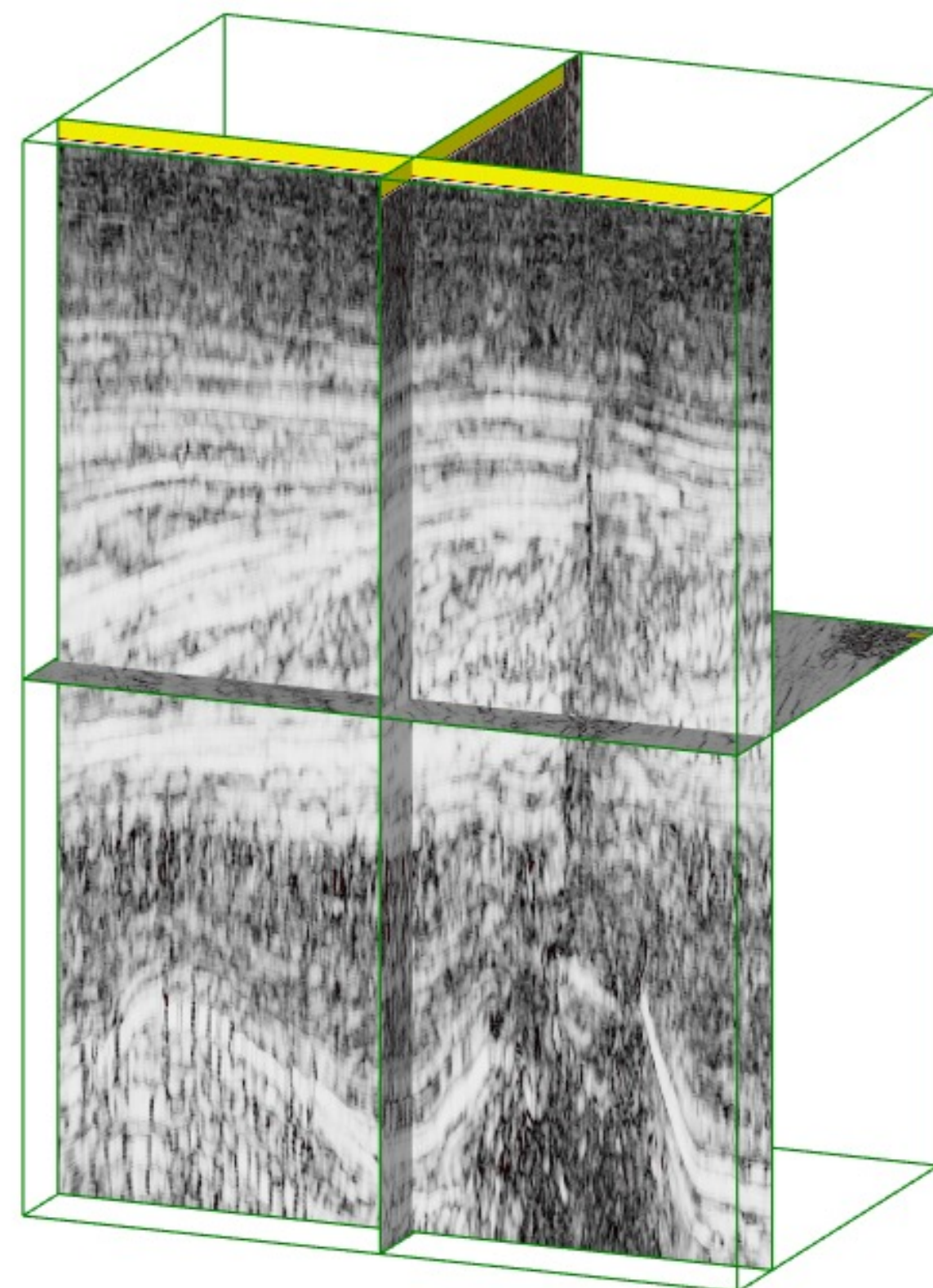


Атрибут Хаос

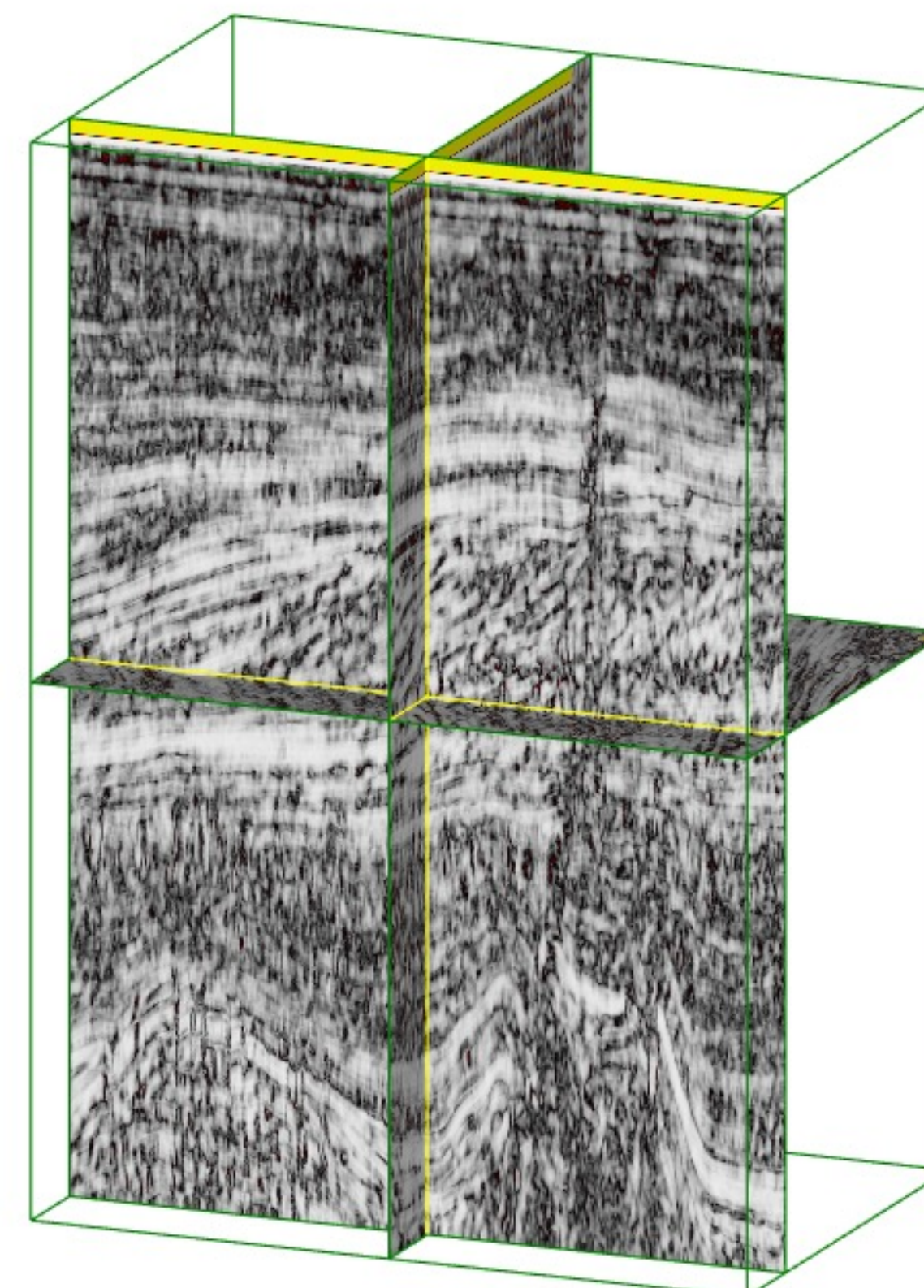
- **Примеры с разными параметрами чувствительности:**

Чувствительность результата к разломам, изменяется в диапазоне от 1 до 3
Увеличение значения: более разрешенное изображение на выходном атрибуте

Резкость: увеличение окна уменьшает резкость результирующего атрибута и увеличивает время расчета



Значения чувствительности = 1,5



Значения чувствительности = 2,5

Фильтр Куwahара - теория

- **Фильтр Куwahара выполняет нелинейную фильтрацию изображений с сохранением резких краев. После фильтрации изображение похоже на грубо нарисованную красками, картину**

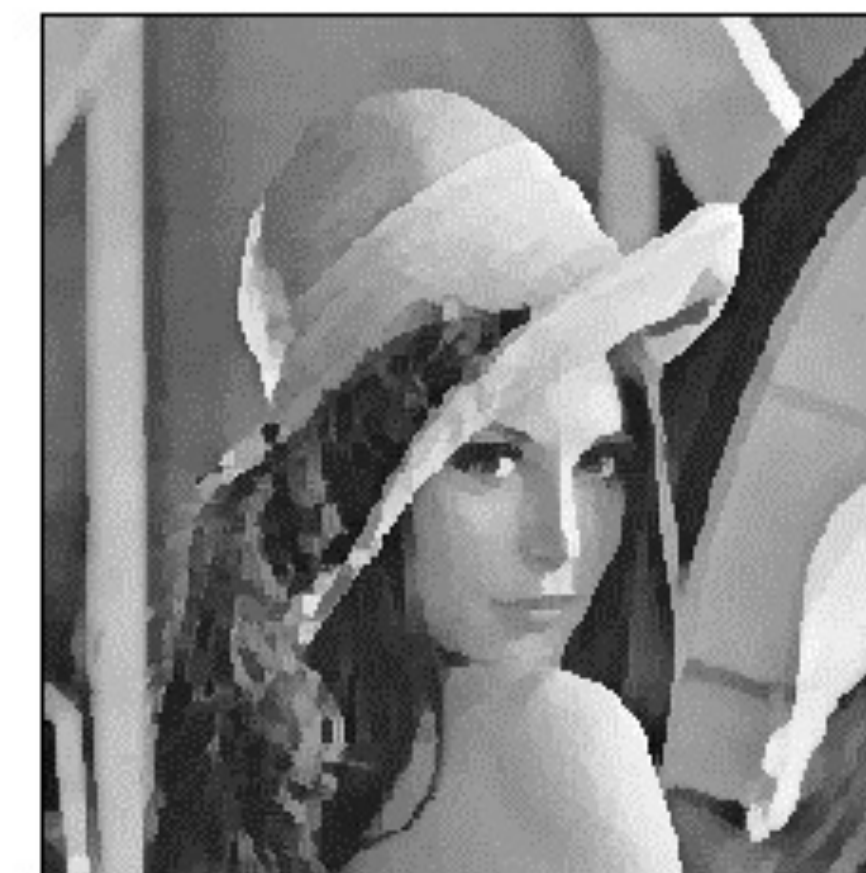
Алгоритм:

- **разделение окна размером $n * n$ в окрестности каждого отсчета на 4 квадратные области, состоящих из $n + 1$ трасс, где n – размер окна, задаваемый пользователем**
- **для каждой из 4 областей вычисляется среднее арифметическое значение и дисперсия**
- **среднее значение из области с наименьшей дисперсией помещается в центральный отсчет**

Original image



Filtered with 5x5 Kuwahara



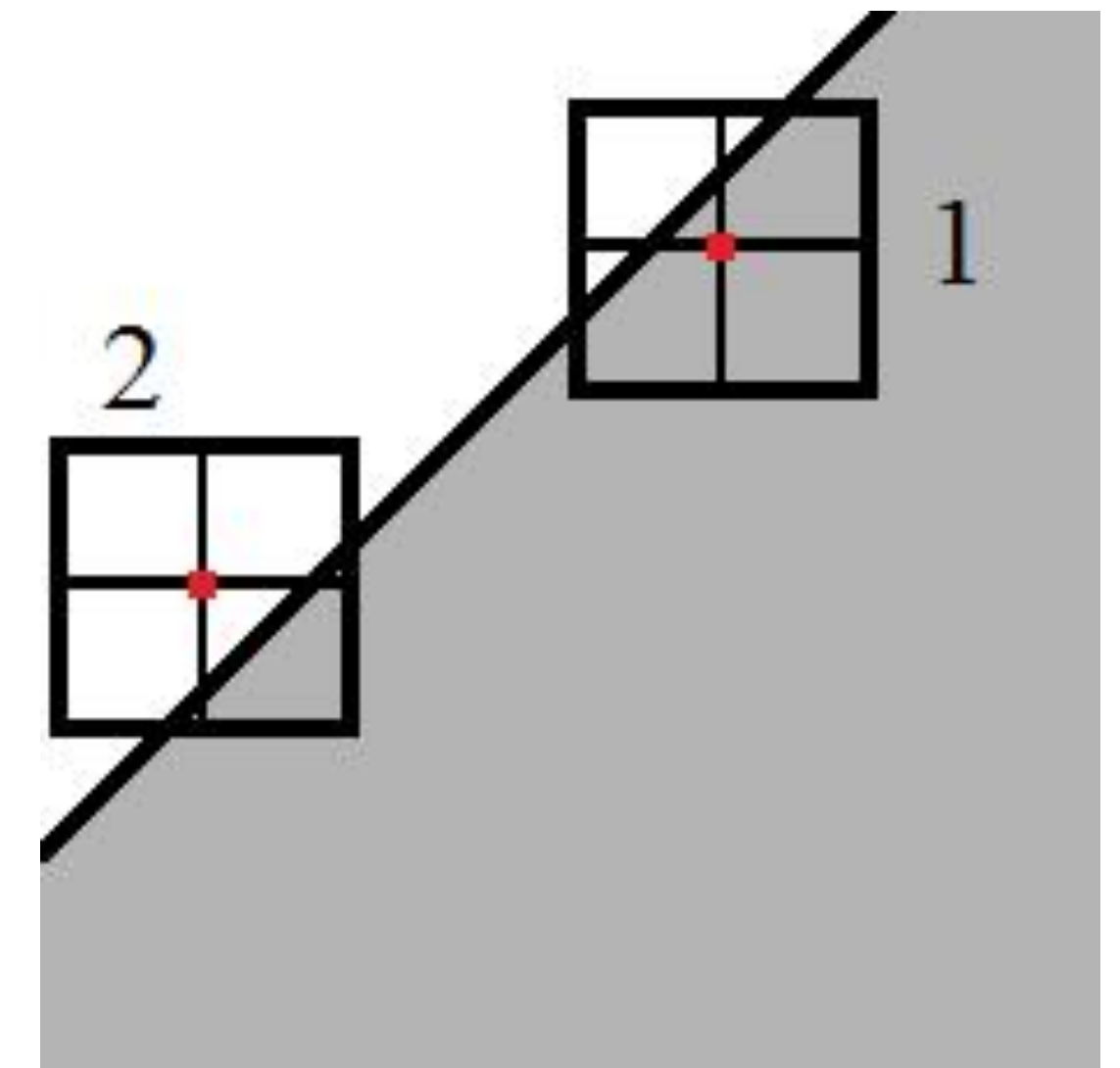
Original



Kuwahara 7x7

Фильтр Куwahара - теория

- **В качестве центрального пикселя будет взято среднее значение наиболее однородной области. Расположение пикселя по отношению к краю играет большую роль в определении того, какая область будет иметь большее стандартное отклонение**
- **Например, если пиксель расположен на темной стороне края, то он, скорее всего, примет среднее значение темной области**
- **Если пиксель находится на краю, то он принимает значение более гладкой, наименее текстурированной области. Благодаря тому, что фильтр учитывает однородность областей, он сохраняет края, а использование среднего значения создает эффект**

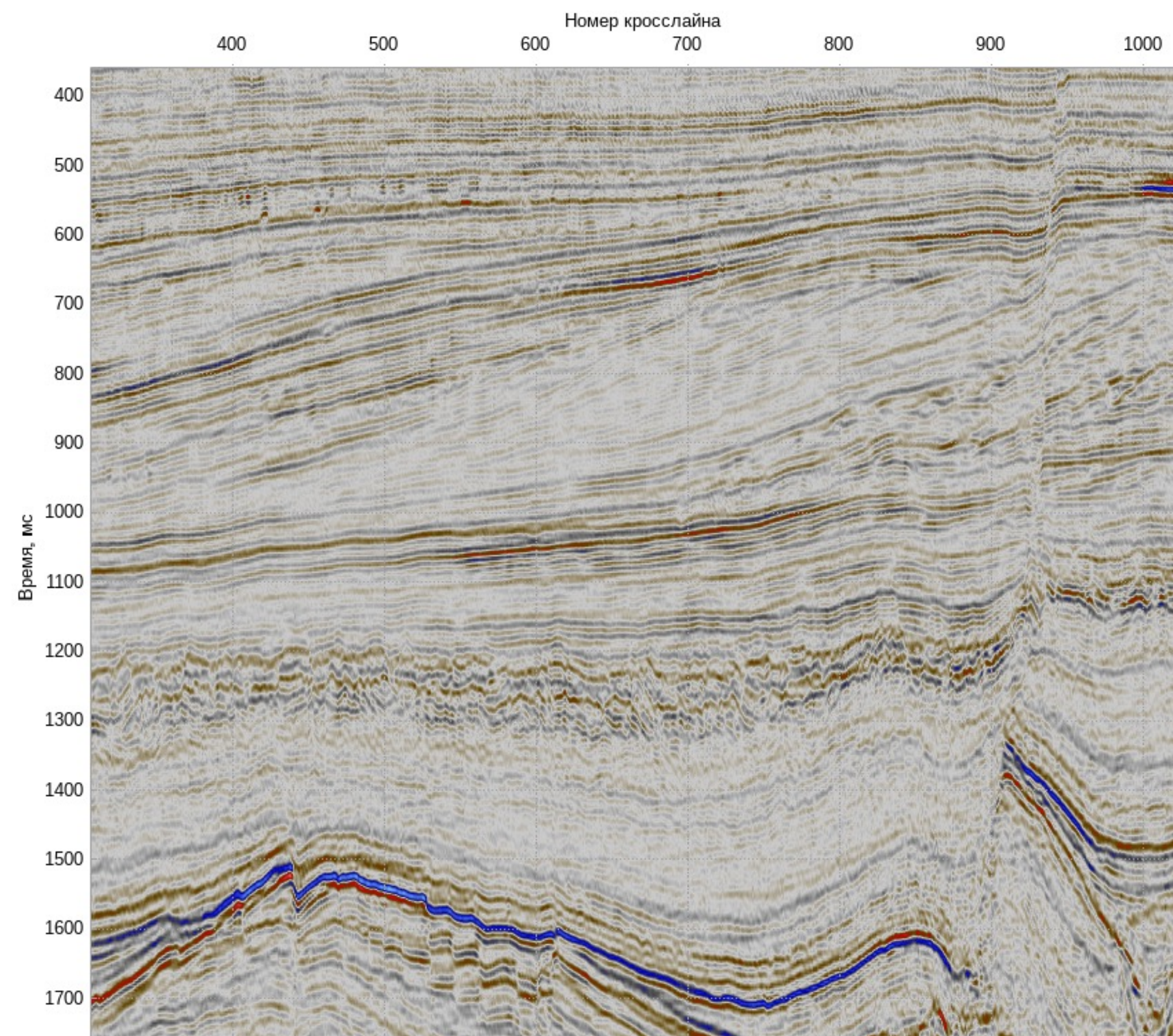


Разные реализации фильтра Кувахары в

Фильтр Кувахары

- *предназначен для нелинейного сглаживания изображений с сохранением краев изображения*

Оригинальные
амплитуды



Разные реализации фильтра Кувахары в

Фильтр Кувахары

- предназначен для нелинейного сглаживания изображений с сохранением краев изображения

Фильтр Кувахары
Количество точек окна: 3

Фильтр Кувахары по сейсмич. съемке 3D

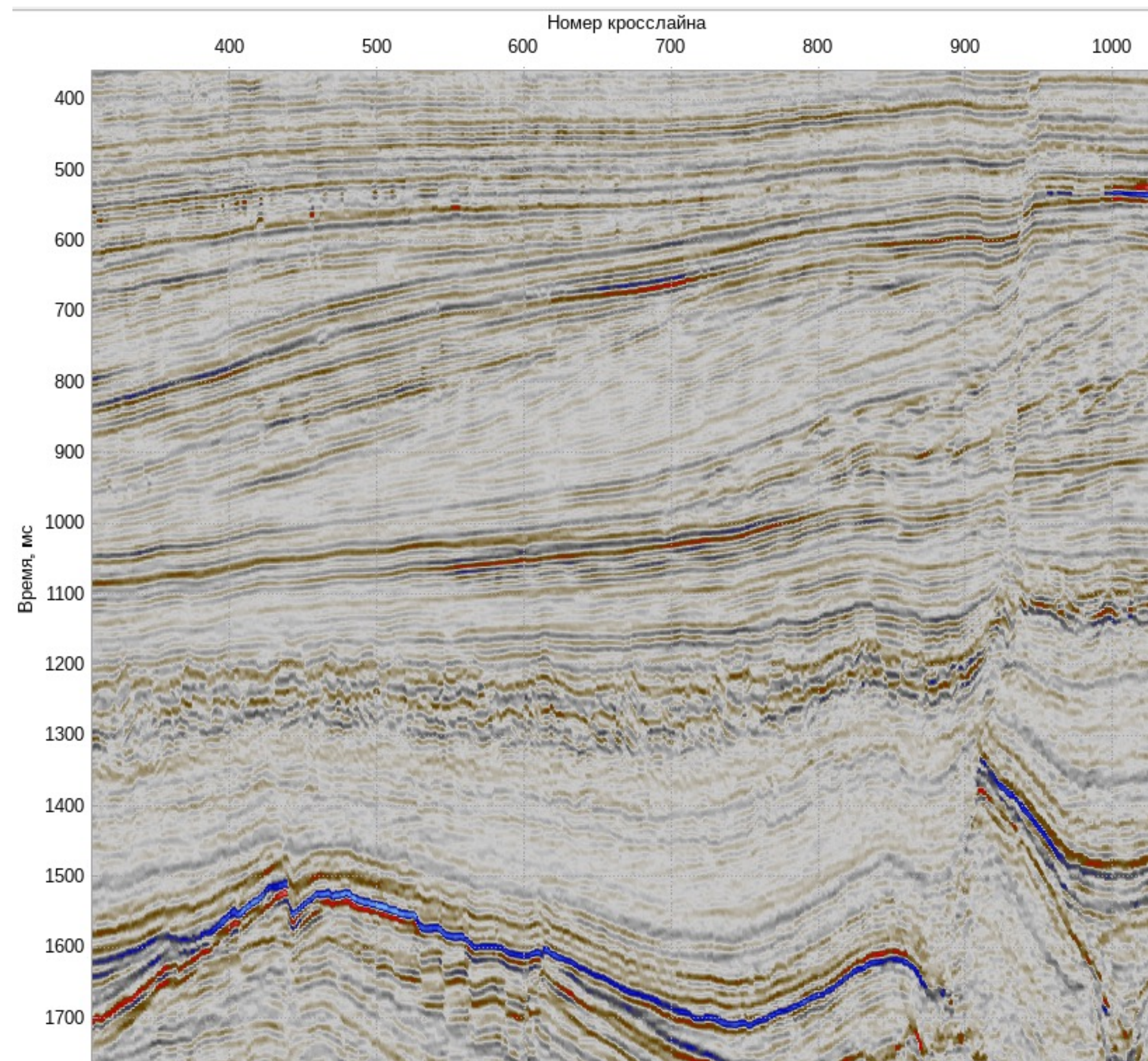
Исходная сейсмич. съемка: SeismicSurvey3D1

Выходной атрибут: inp_kuw

Параметры расчёта

Окно (кол-во точек): 3

Число итераций: 2

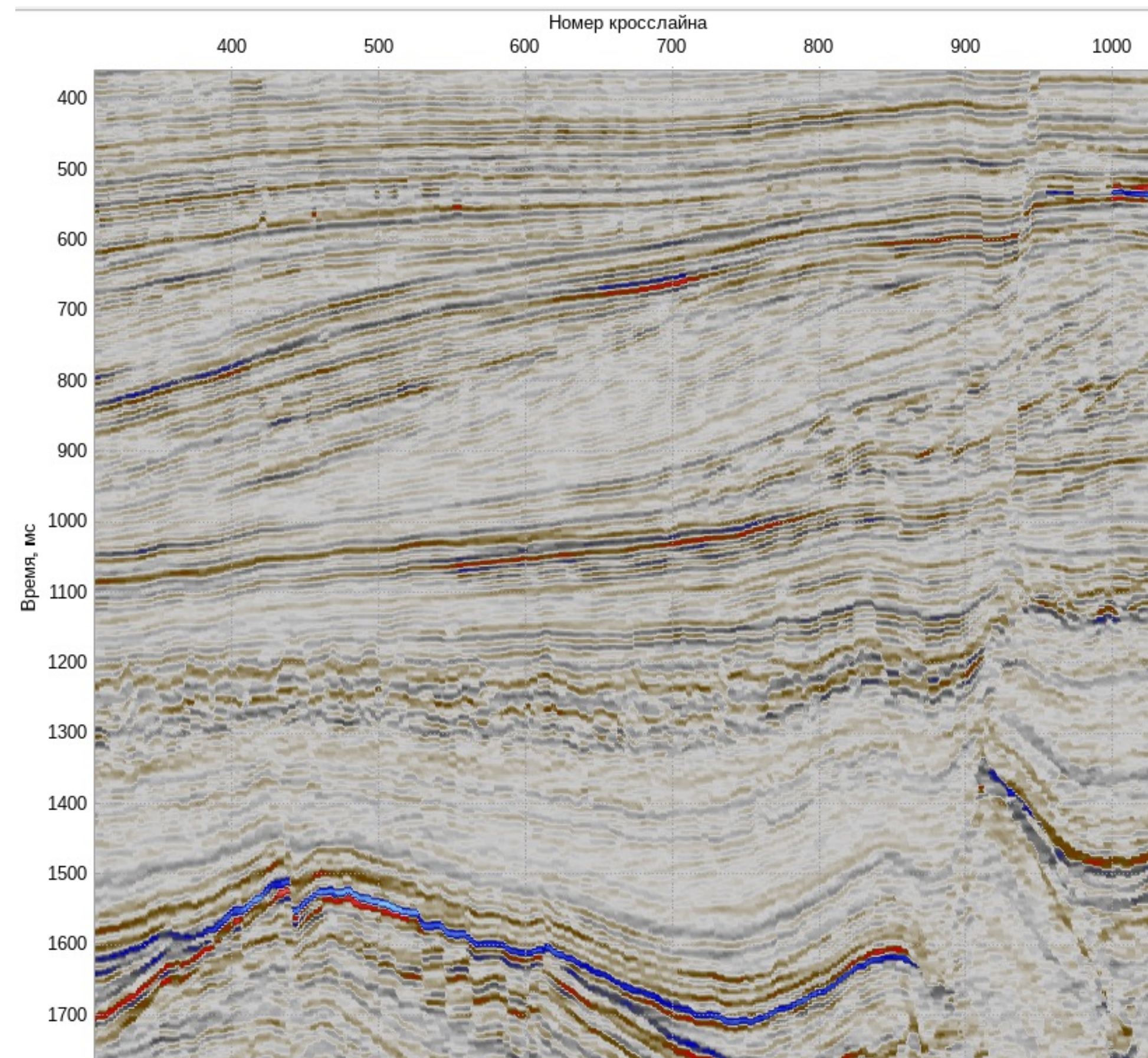


Разные реализации фильтра Кувахары в

Фильтр Кувахары

- *предназначен для нелинейного сглаживания изображений с сохранением краев изображения*

Фильтр Кувахары
Количество точек окна: 5

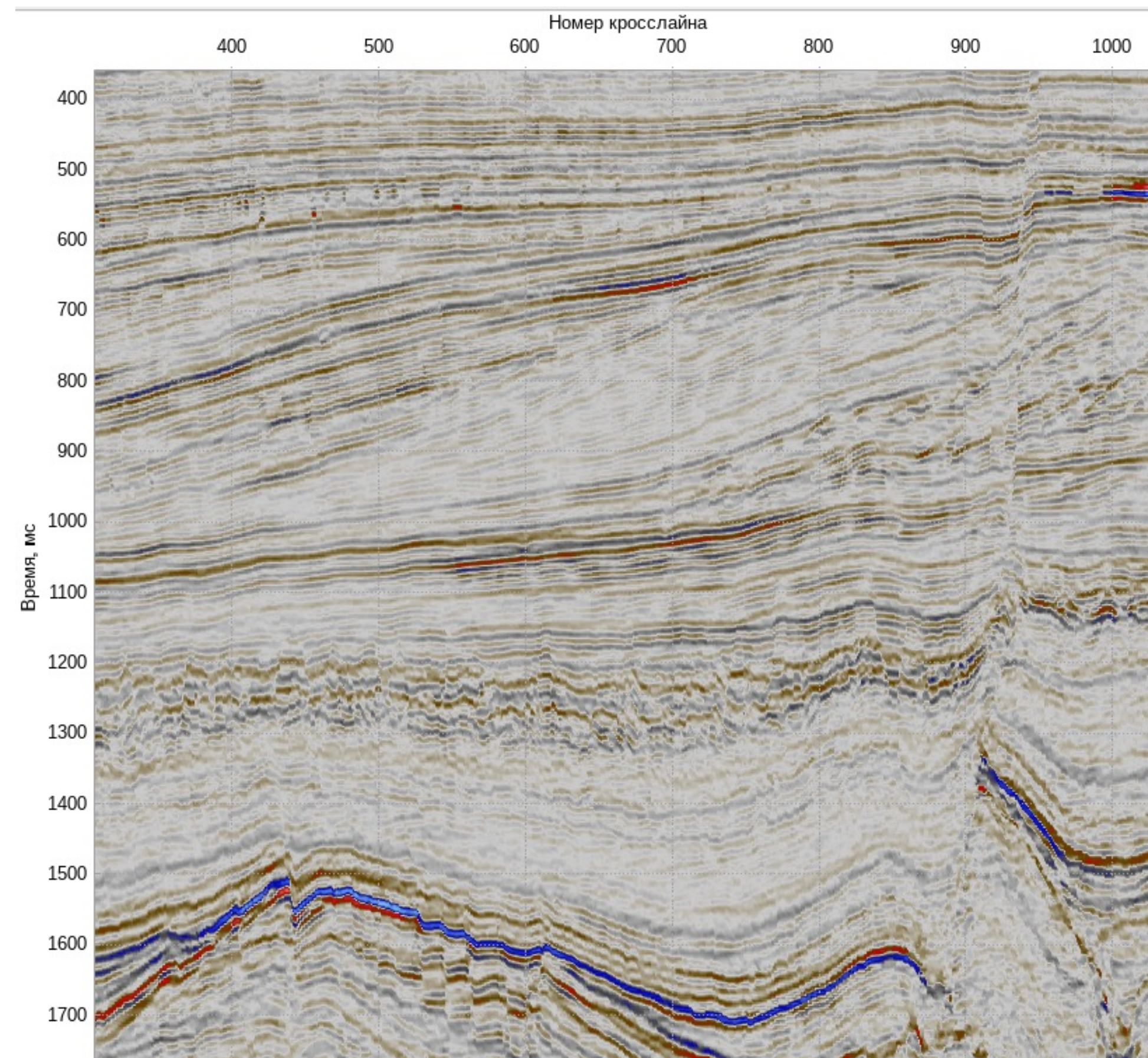


Разные реализации фильтра Кувахары в

Фильтр Кувахары

- *предназначен для нелинейного сглаживания изображений с сохранением краев изображения*

Фильтр Кувахары
Количество точек окна: 7

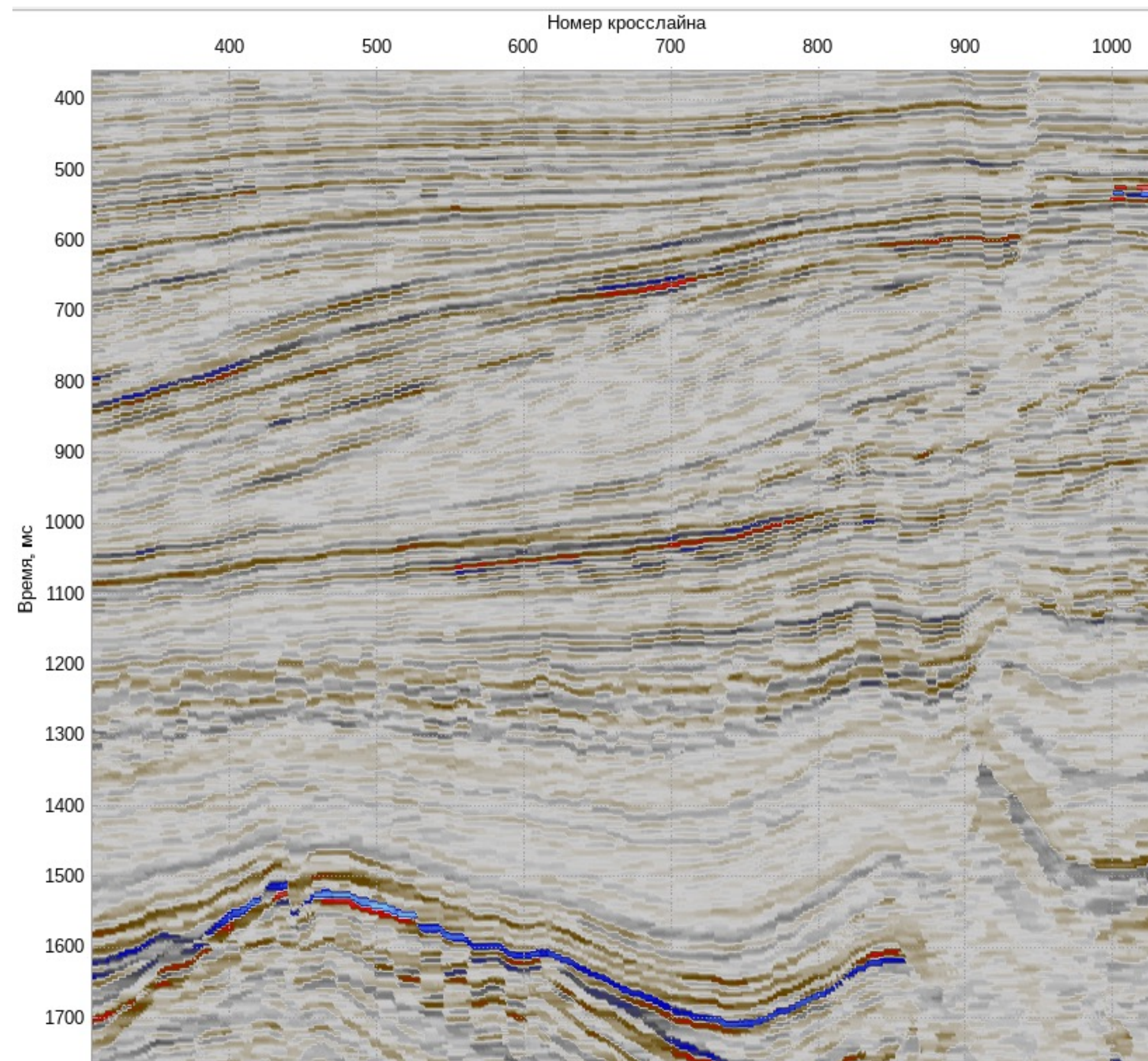


Разные реализации фильтра Кувахары в

Фильтр Кувахары

- *предназначен для нелинейного сглаживания изображений с сохранением краев изображения*

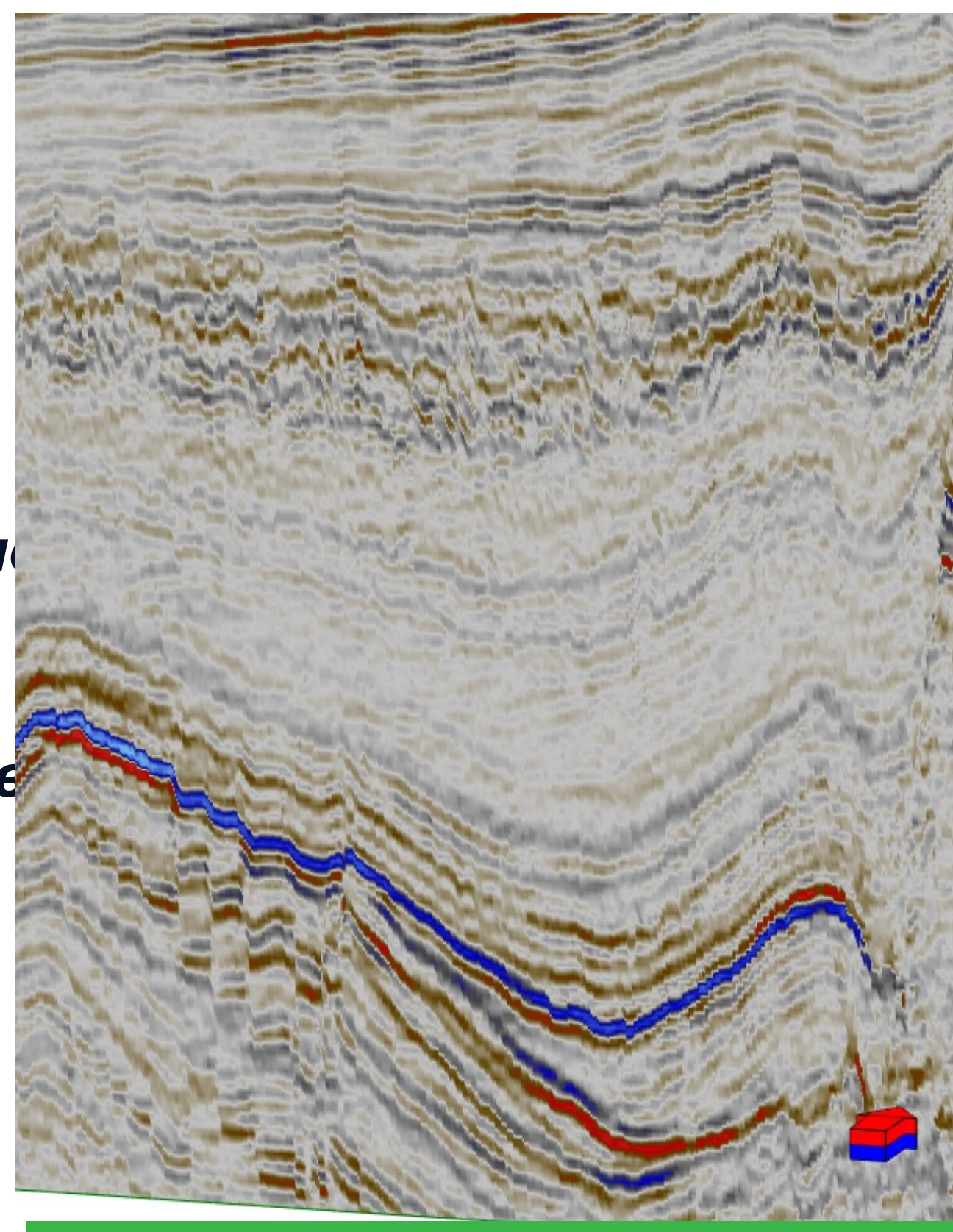
Фильтр Кувахары
Количество точек окна: 9



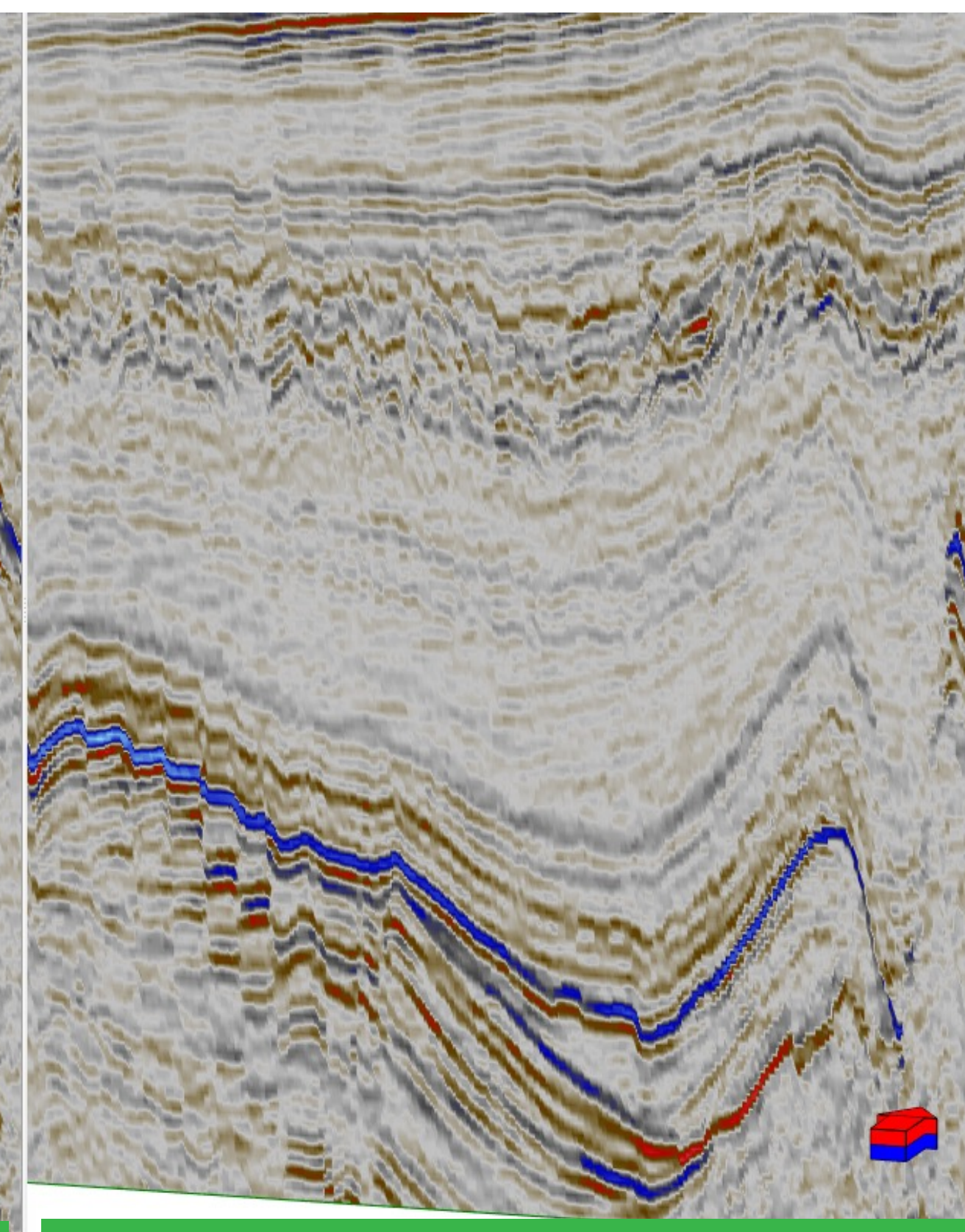
Разные реализации фильтра Кувахары в

Адаптивный фильтр Кувахары

- Комбинация фильтра Кувахары и адаптивного медианного фильтра, предназначенной для сглаживания изображений с сохранением краев
- Отличие адаптивного фильтра Кувахары от стандартного в том, что размер окна задается не пользователем, а определяется алгоритмом динамически в зависимости от локальных свойств изображения
- Лучше сохраняет объекты и края исходного изображения при сглаживании



Фильтр Кувахары,
Количество точек окна= 7



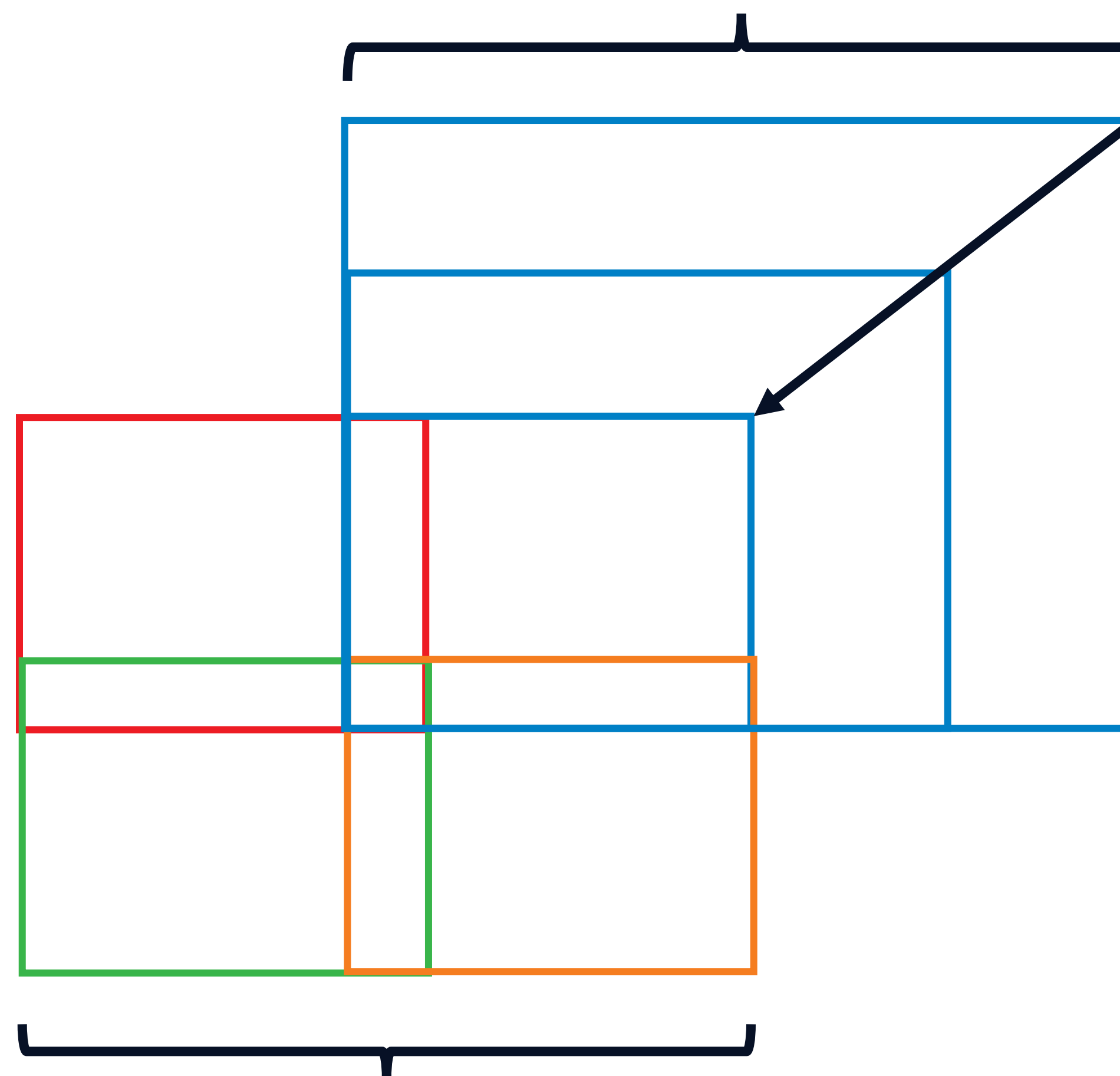
Адаптивный фильтр
Кувахары, Количество
точек окна= 7

Разные реализации фильтра Кувахары в

Адаптивный фильтр Кувахары

- *Отличие адаптивного фильтра Кувахары от стандартного в том, что размер окна определяется алгоритмом динамически*
- *Лучше сохраняет объекты и края исходного изображения*
- *Пользователь задает максимальный размер окна*

*Окно динамически определяется алгоритмом
Пользователь задает максимальный размер*



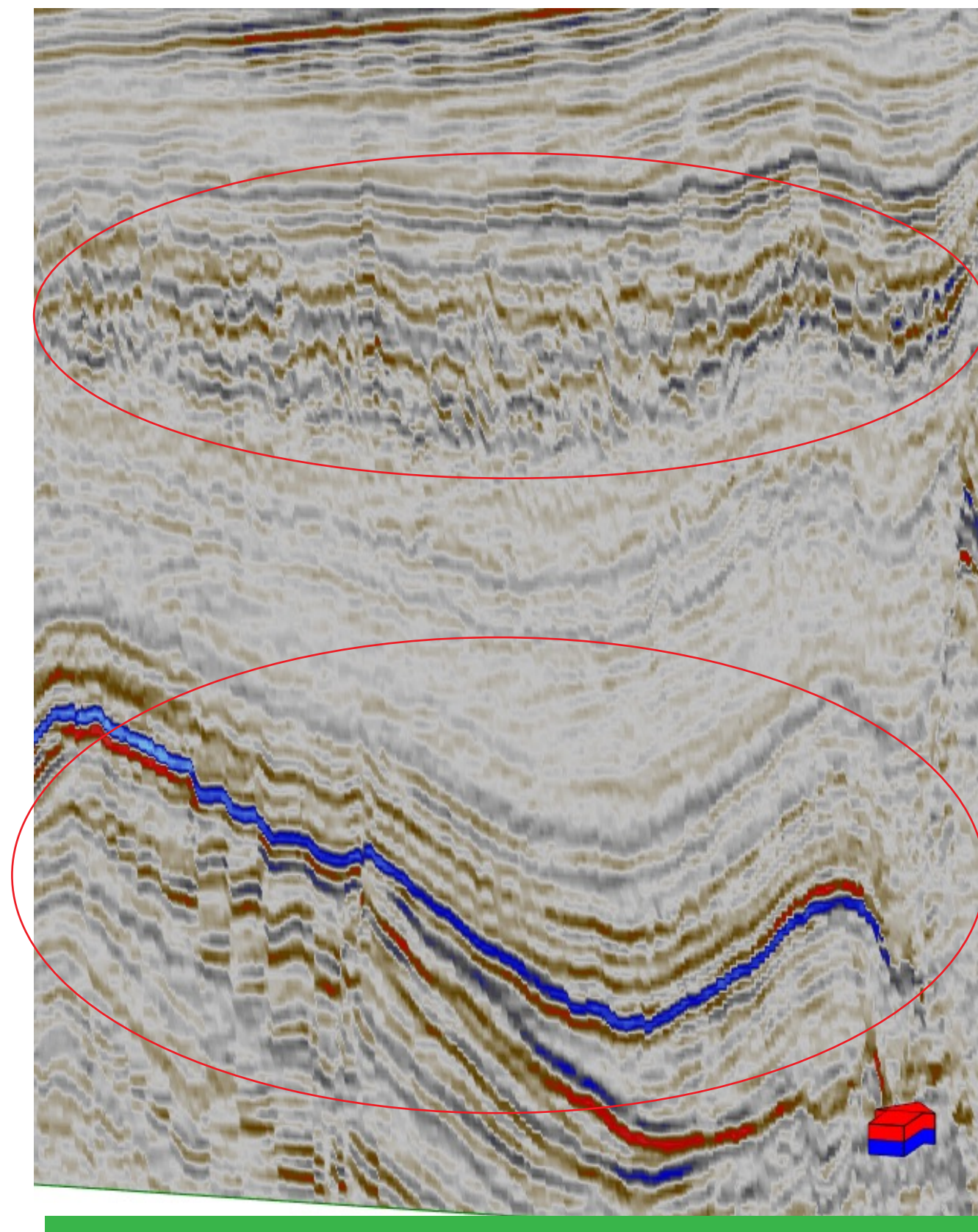
Окно расчета

Разные реализации фильтра Кувахары в

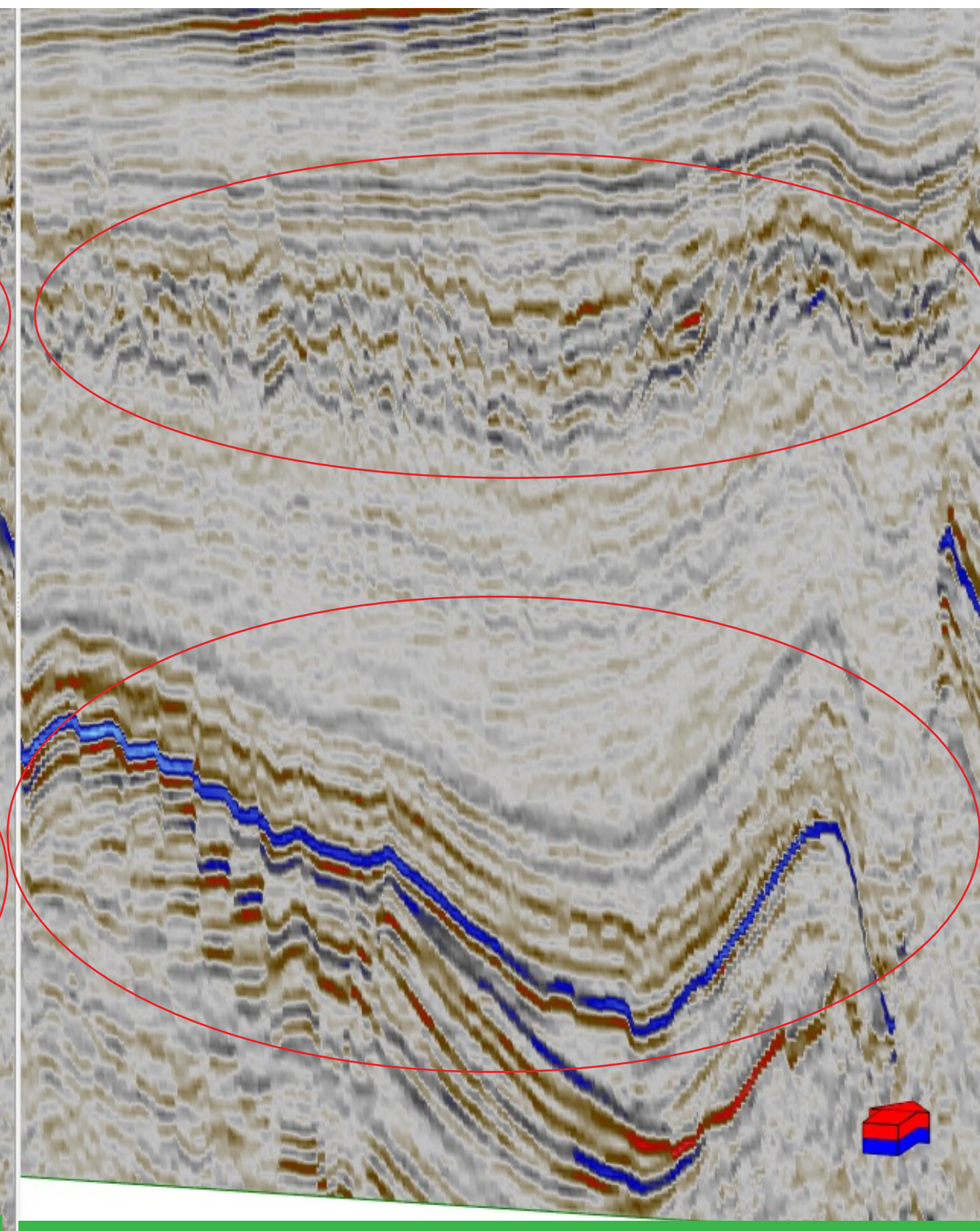
ТНАВигаторе

Адаптивный фильтр Кувахары

- **Отличие адаптивного фильтра Кувахары от стандартного в том, что размер окна определяется алгоритмом динамически**
- **Лучше сохраняет объекты и края исходного изображения**
- **Пользователь задает максимальный размер окна**



Фильтр Кувахары,
Количество точек окна= 7




Адаптивный фильтр
Кувахары, Количество точек
исходного минимального
окна= 7


Разные реализации фильтра Кувахары в **ТНавигаторе**

Структурно-зависимый фильтр Кувахары

- **Рассчитывается на основе оценки локальных углов и азимутов**
- **Сначала алгоритм определяет наклон границы (методом Хаос), а затем по найденной площадке выполняет фильтрацию**

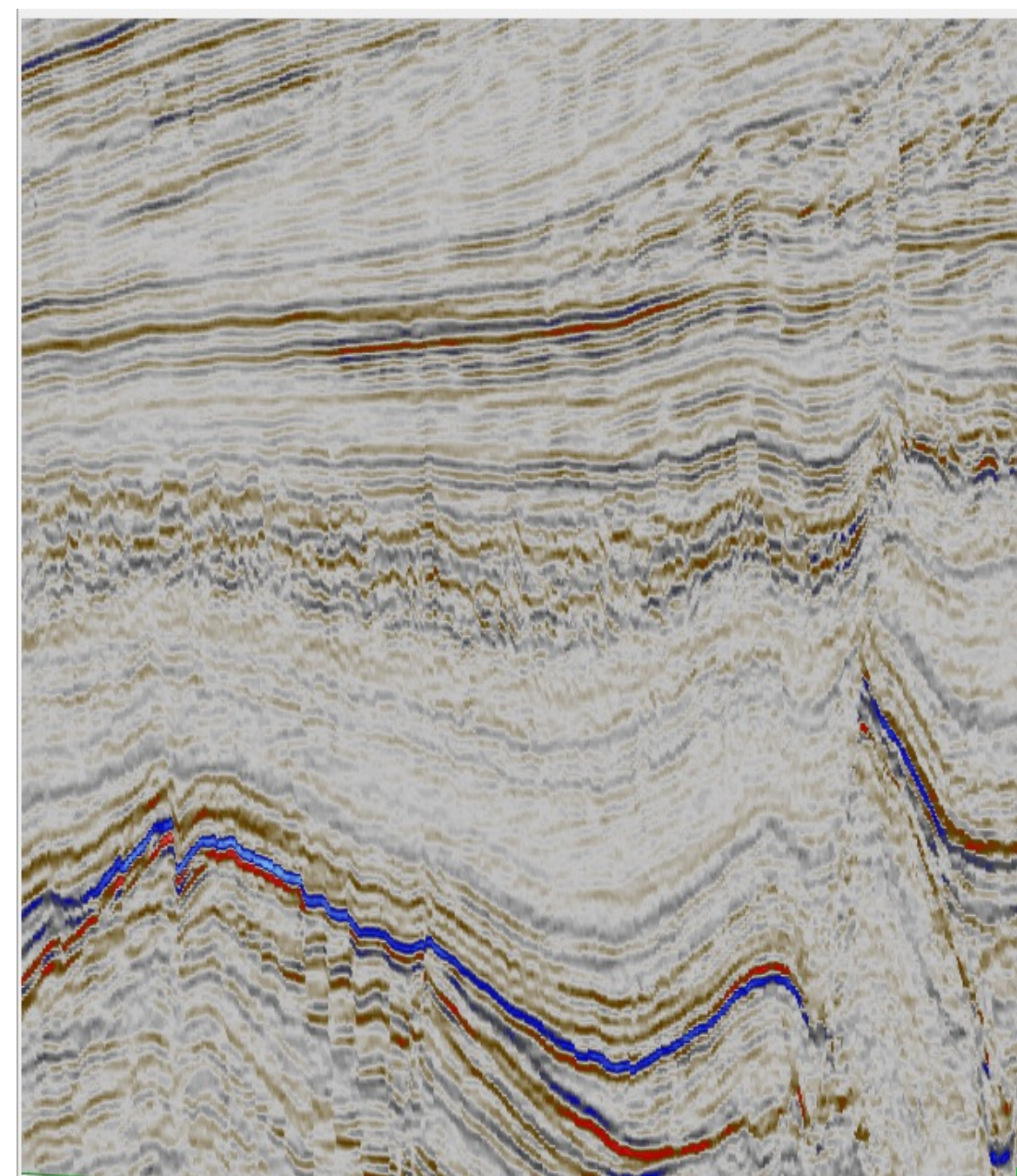
Структурно-зависимый фильтр Кувахары по сейсмич. съемке 3D

Исходная сейсмич. съемка:  SeismicSurvey3D1

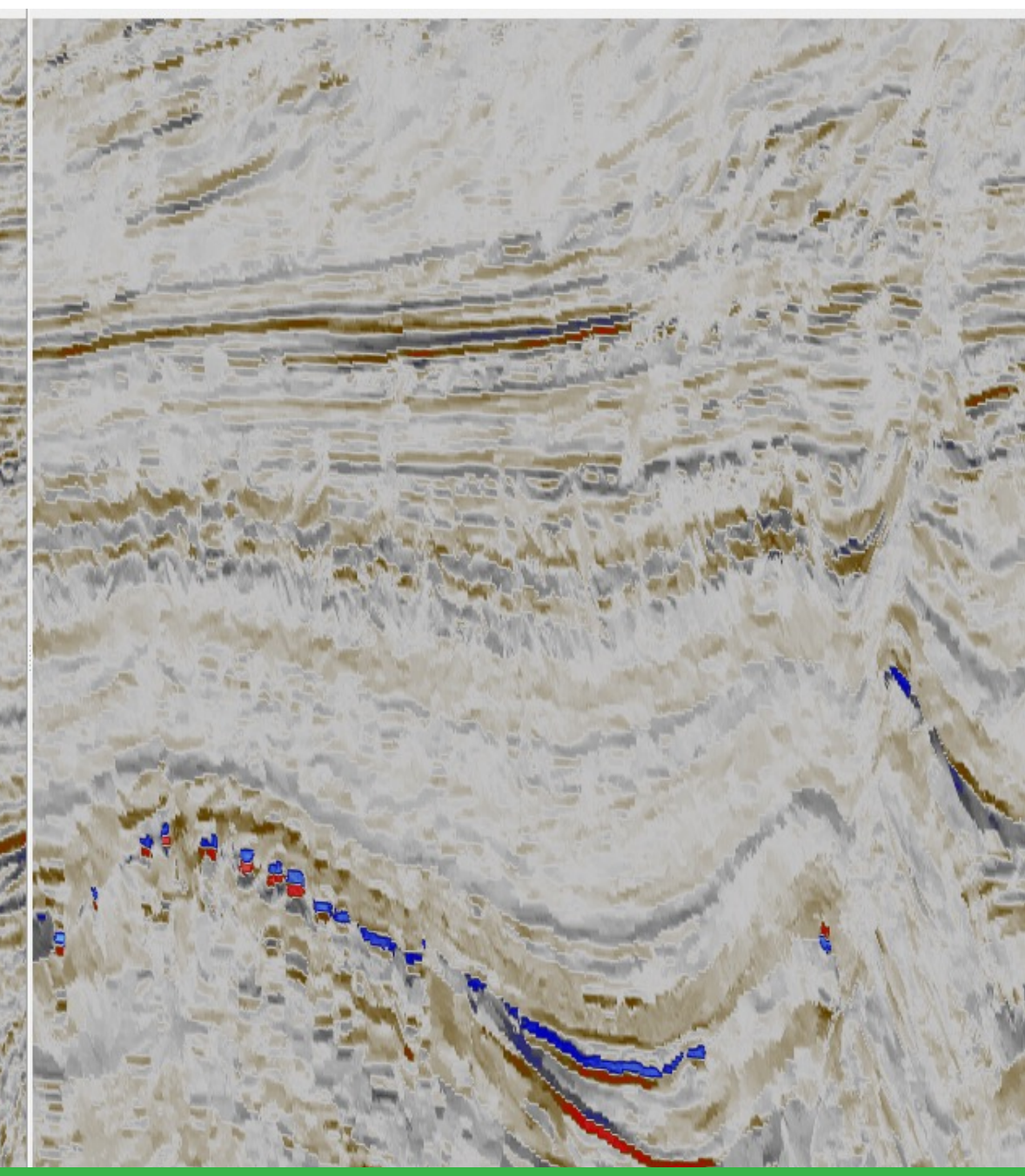
Выходной атрибут:  Structural_Kuwahara

Параметры расчёта

Sigma, кросслайн:	1.5	Параметры Хаоса
Sigma, инлайн:	1.5	
Sigma, времени:	1.5	
Окно (кол-во точек):	7	Параметры фильтра Кувахары
Число итераций:	2	



Фильтр Кувахары,
Количество точек окна = 7

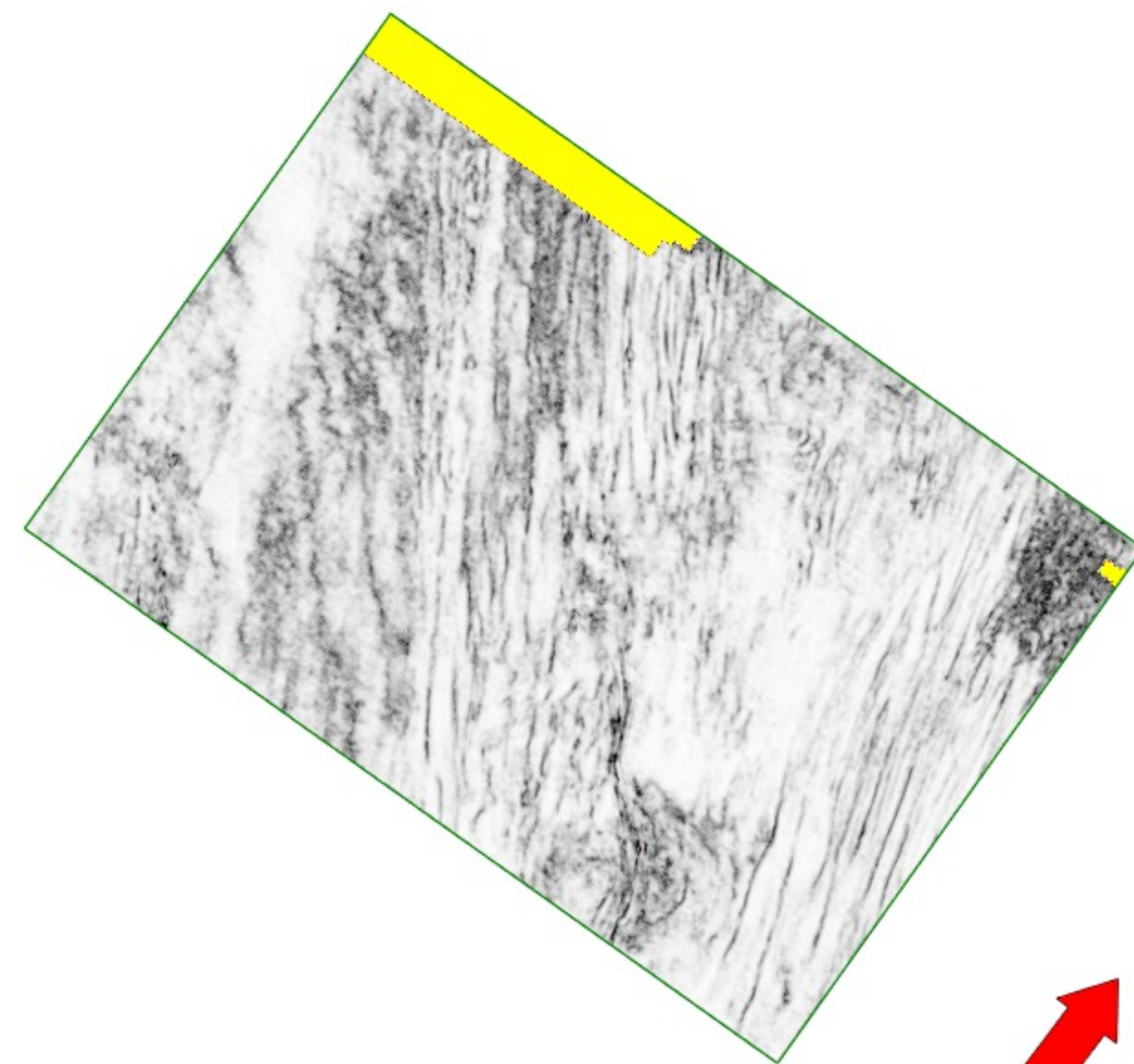
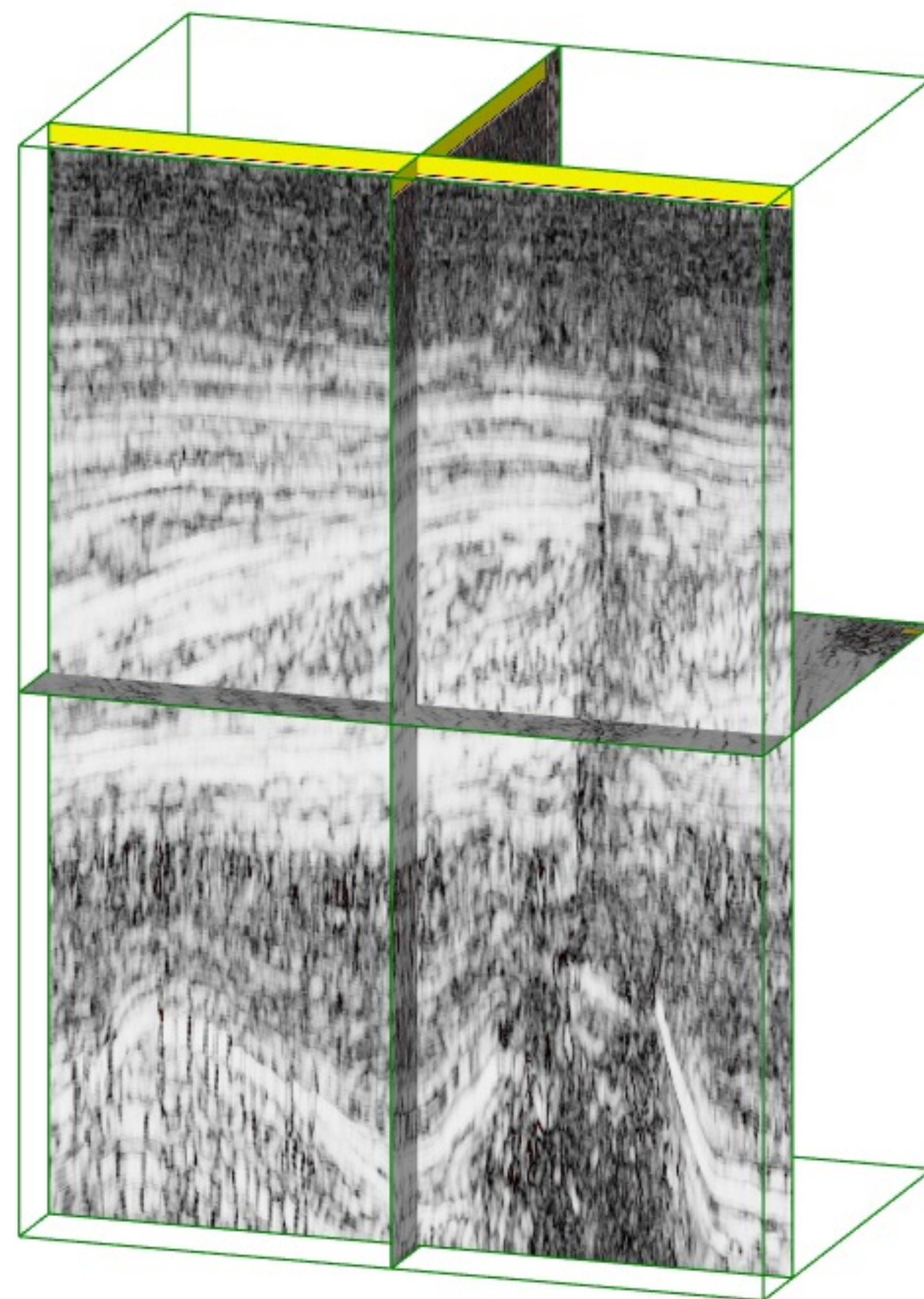


Структурно-зависимый
фильтр Кувахары,
Количество точек исходного
минимального окна = 7

Применение фильтра Кувахары

- *Результат фильтра применяется на вход расчета Хаоса*

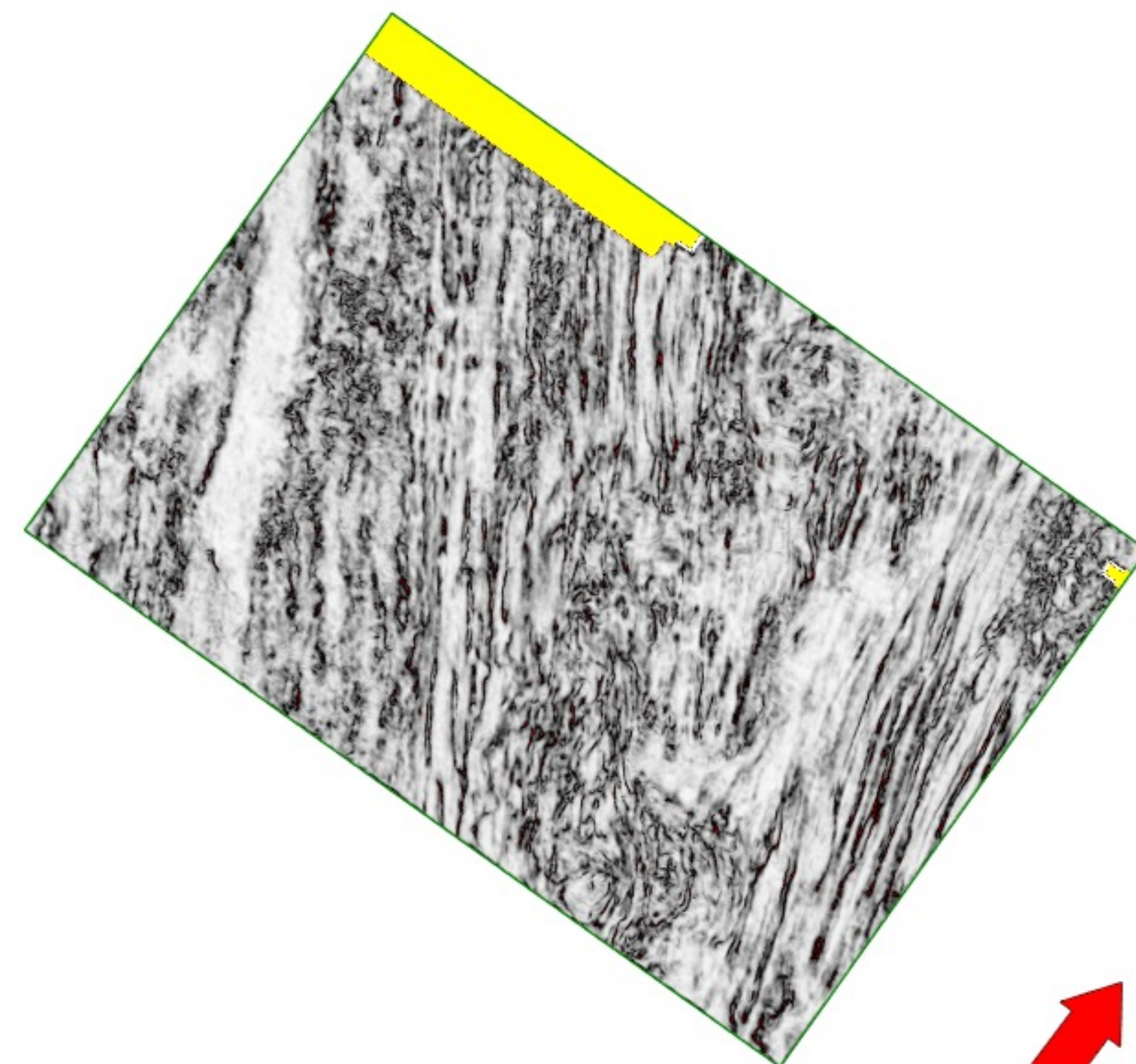
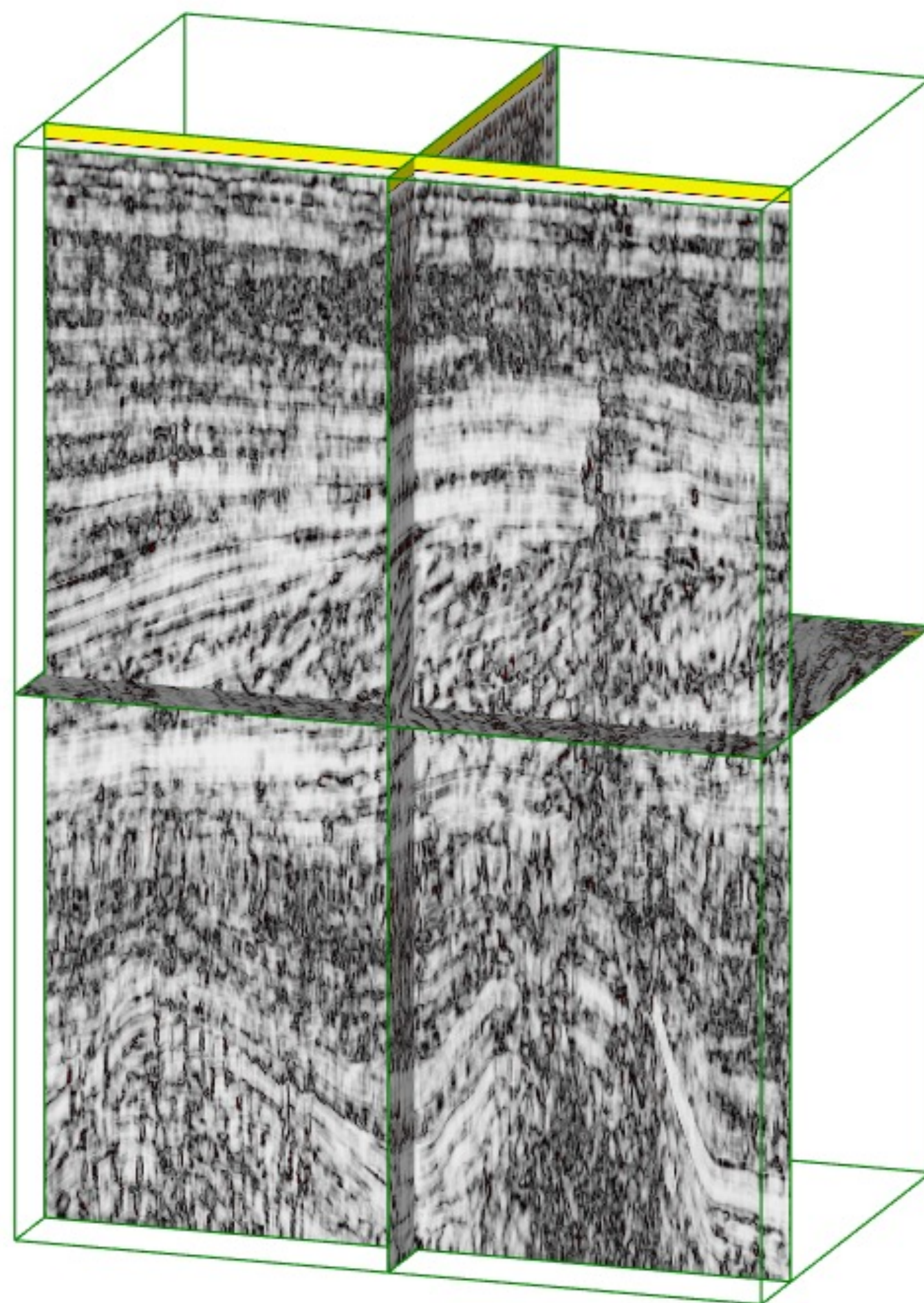
Хаос, рассчитан с параметрами по умолчанию, оригинальные амплитуды на вход



Применение фильтра Кувахары

- *Результат фильтра применяется на вход расчета Хаоса*

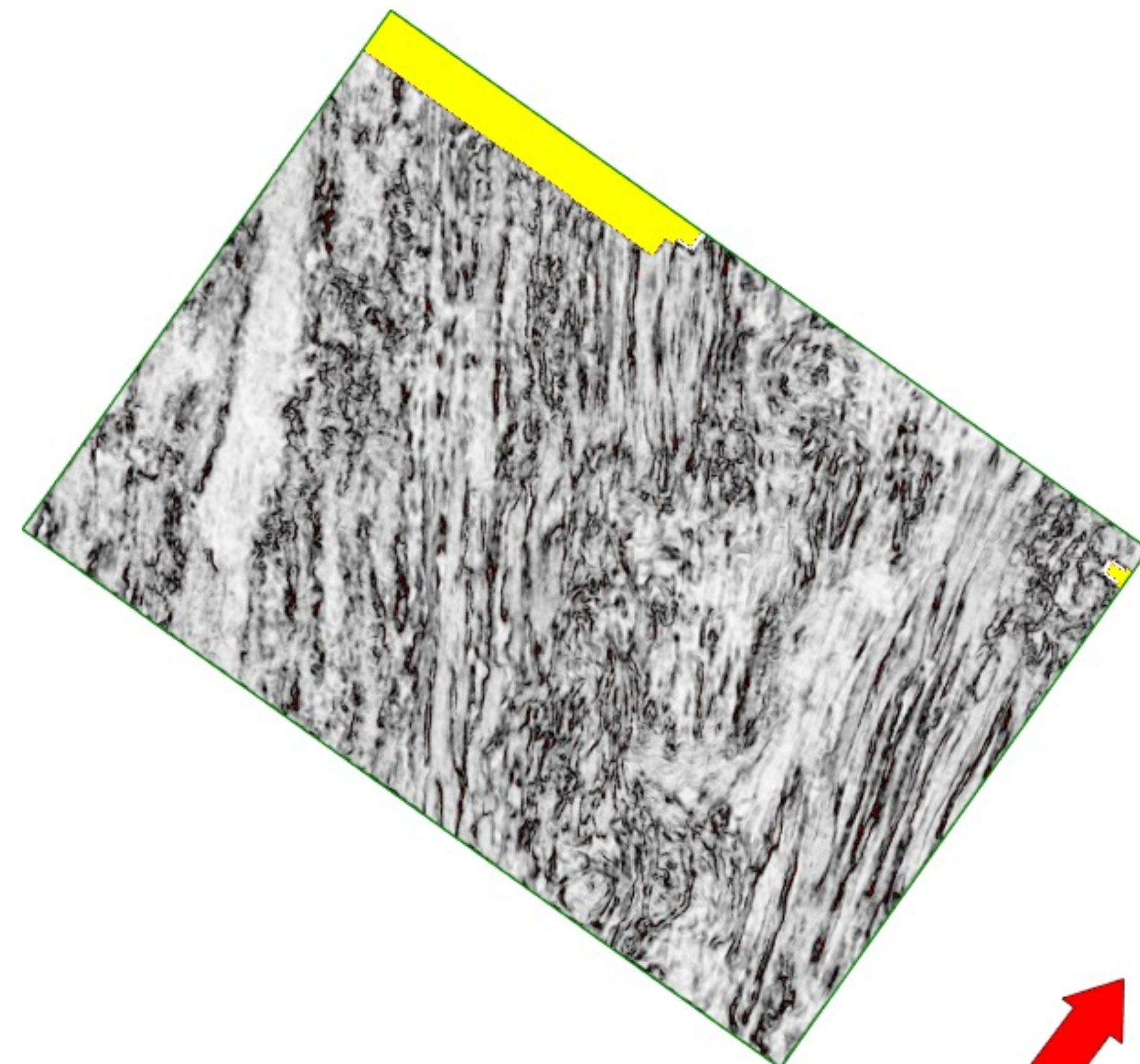
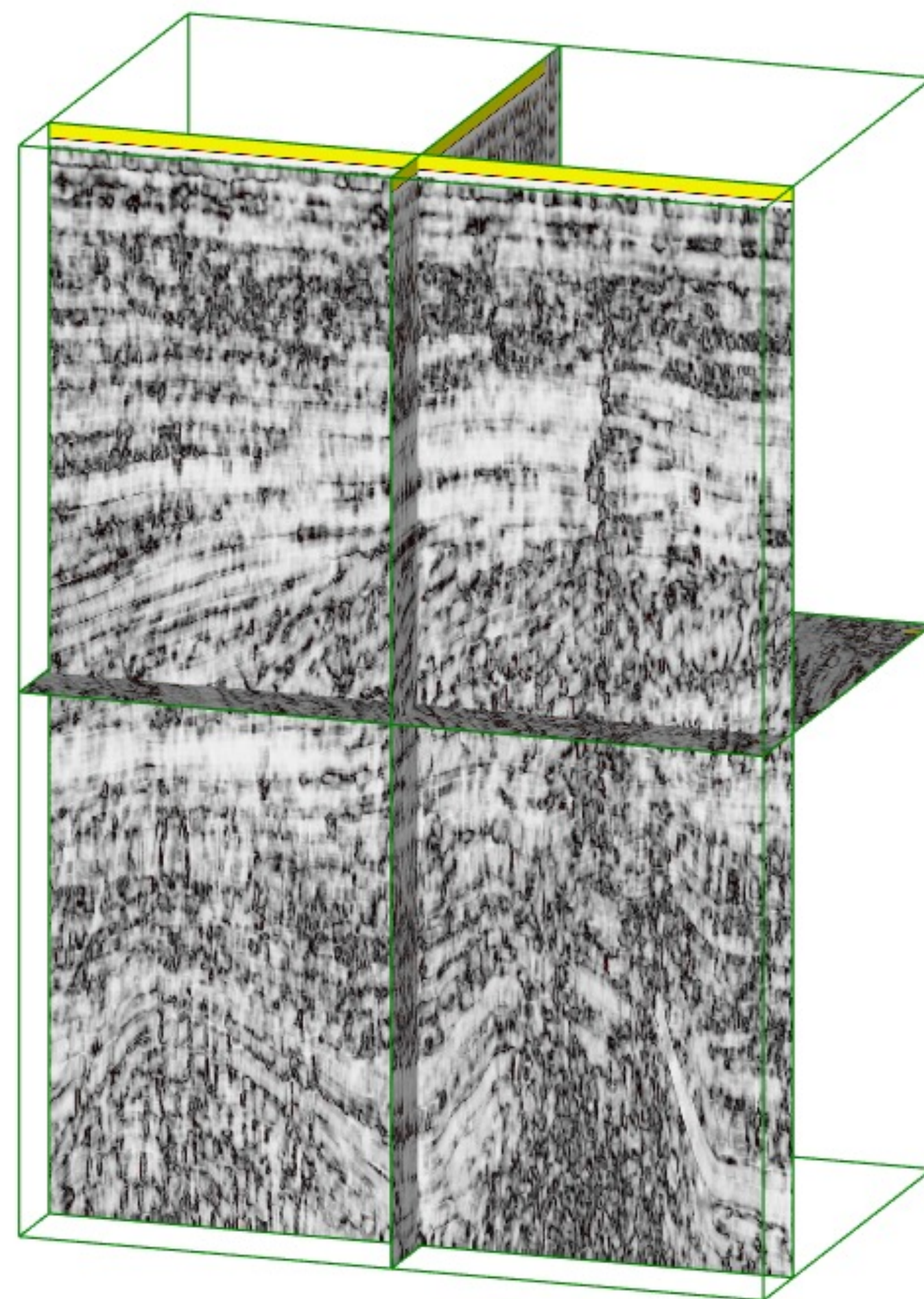
Хаос, рассчитан с параметрами по умолчанию, фильтр Кувахары на вход, Количество точек окна: 3



Применение фильтра Кувахары

- *Результат фильтра применяется на вход расчета Хаоса*

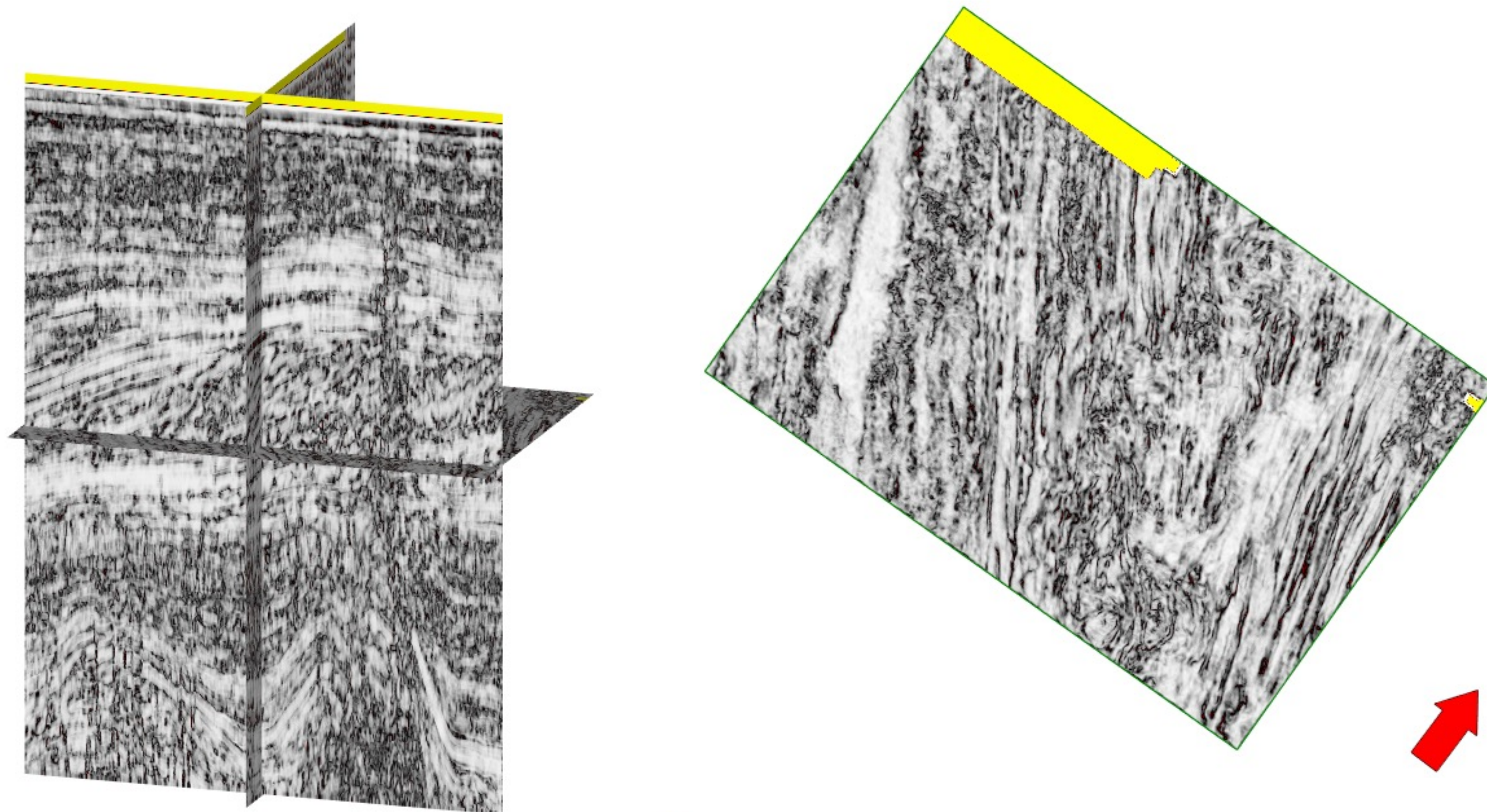
Хаос, рассчитан с параметрами по умолчанию, фильтр Кувахары на вход, Количество точек окна: 5



Применение фильтра Кувахары

- *Результат фильтра применяется на вход расчета Хаоса*

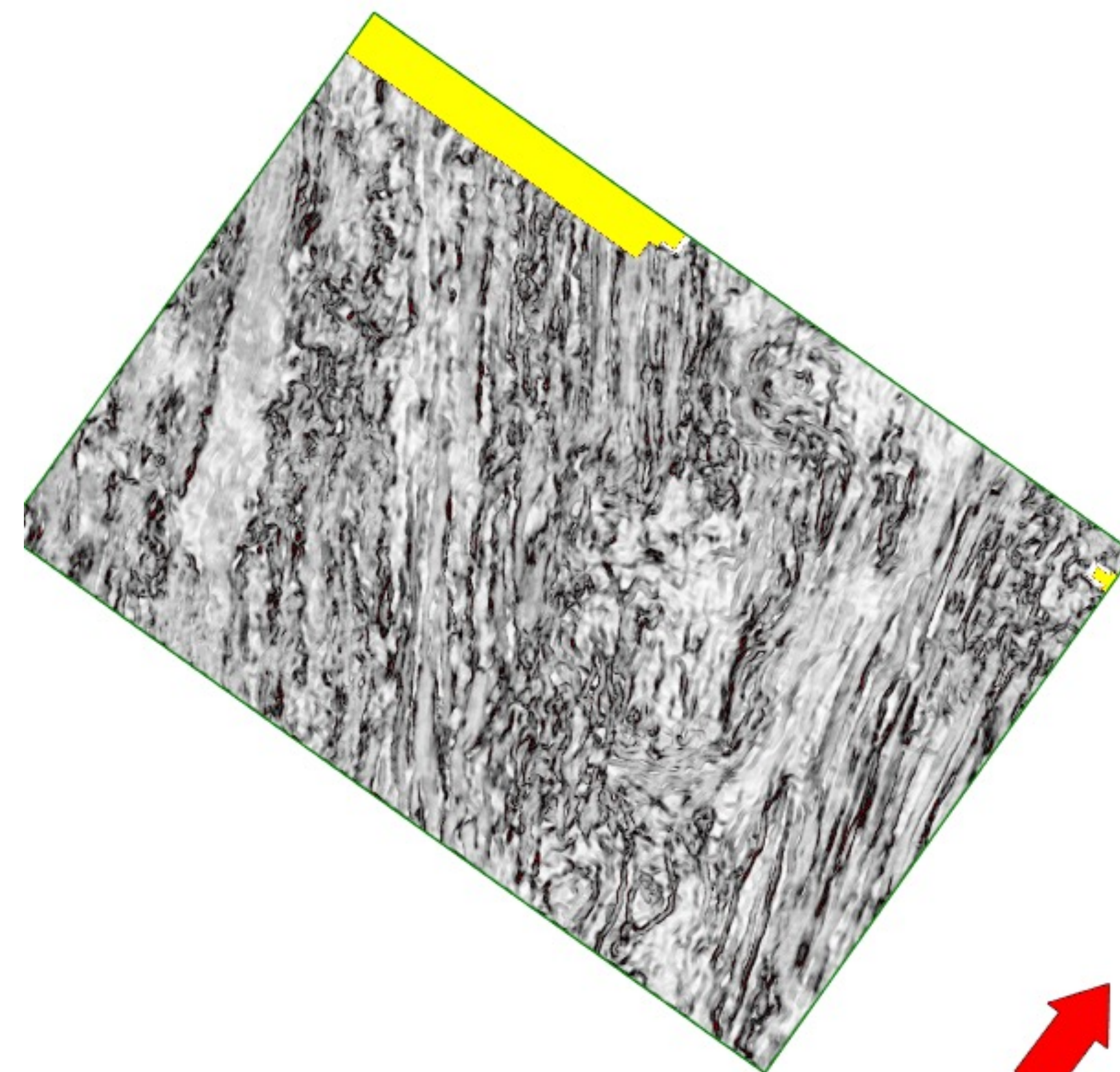
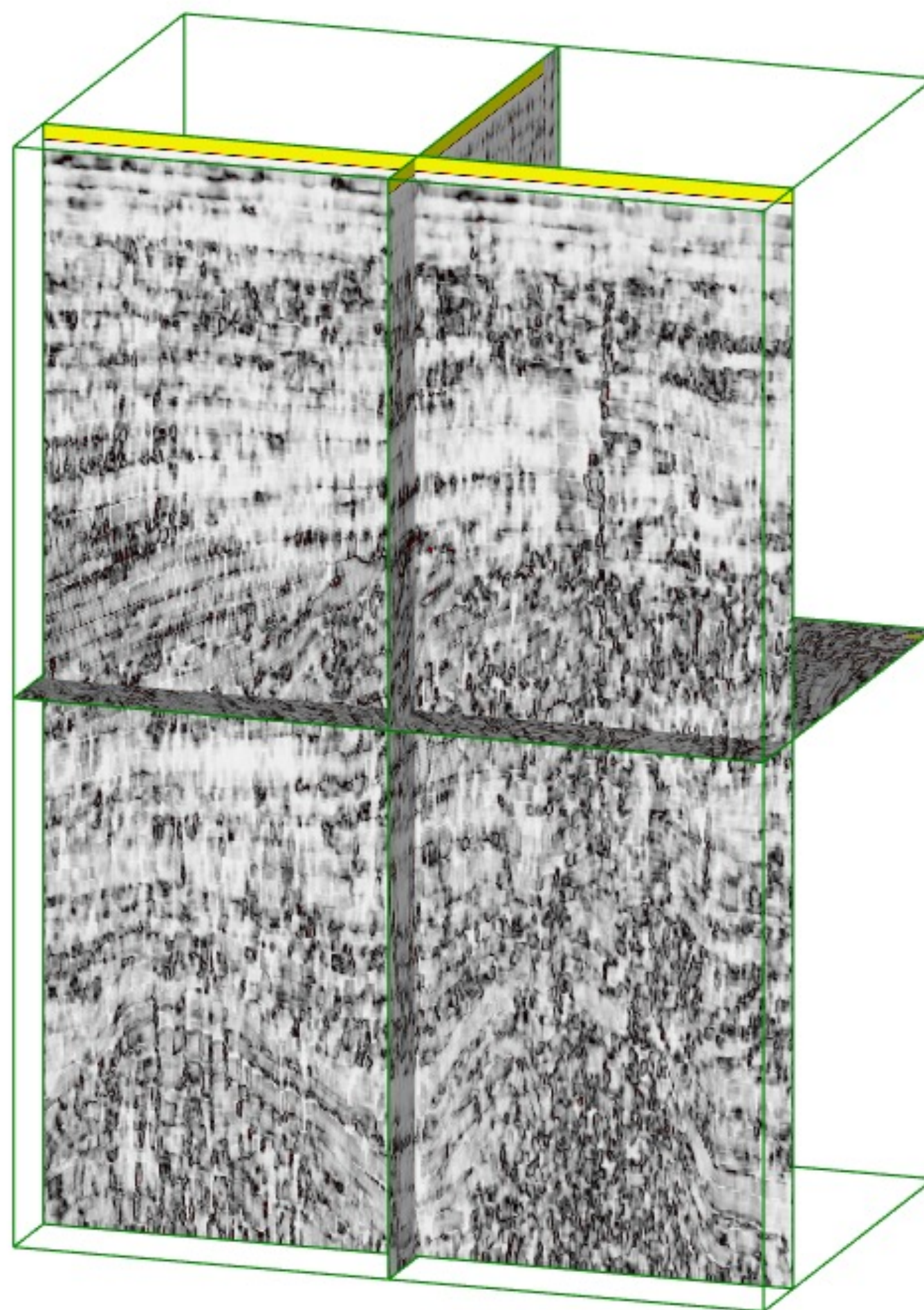
Хаос, рассчитан с параметрами по умолчанию, фильтр Кувахары на вход, Количество точек окна: 7



Применение фильтра Кувахары

- *Результат фильтра применяется на вход расчета Хаоса*

Хаос, рассчитан с параметрами по умолчанию, фильтр Кувахары на вход, Количество точек окна: 9



Когерентность

- Когерентность рассчитана по формуле коэффициента подобия, который измеряет степень сходства друг с другом трасс в заданном 3D-окне.
- Коэффициент подобия рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^L \left(\sum_{k=1}^M x_{ik} \right)^2}{M \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^M (x_{ik})^2}$$

M – количество трасс

L – количество отчетов на каждой трассе


Матрица **X**: $X = S + N$ где **S** – сигнал и **N** – шумовая компонента.


Когерентность подчеркивает структуры значением 1

Когерентность

- Пользователь задает 2 параметра:

Когерентность по сейсмич. съемке 3D

Исходная сейсмич. съемка:  SeismicSurvey3D1

Выходной атрибут:  Coherence

Параметры расчёта

Размер вертикального окна (мс, м):

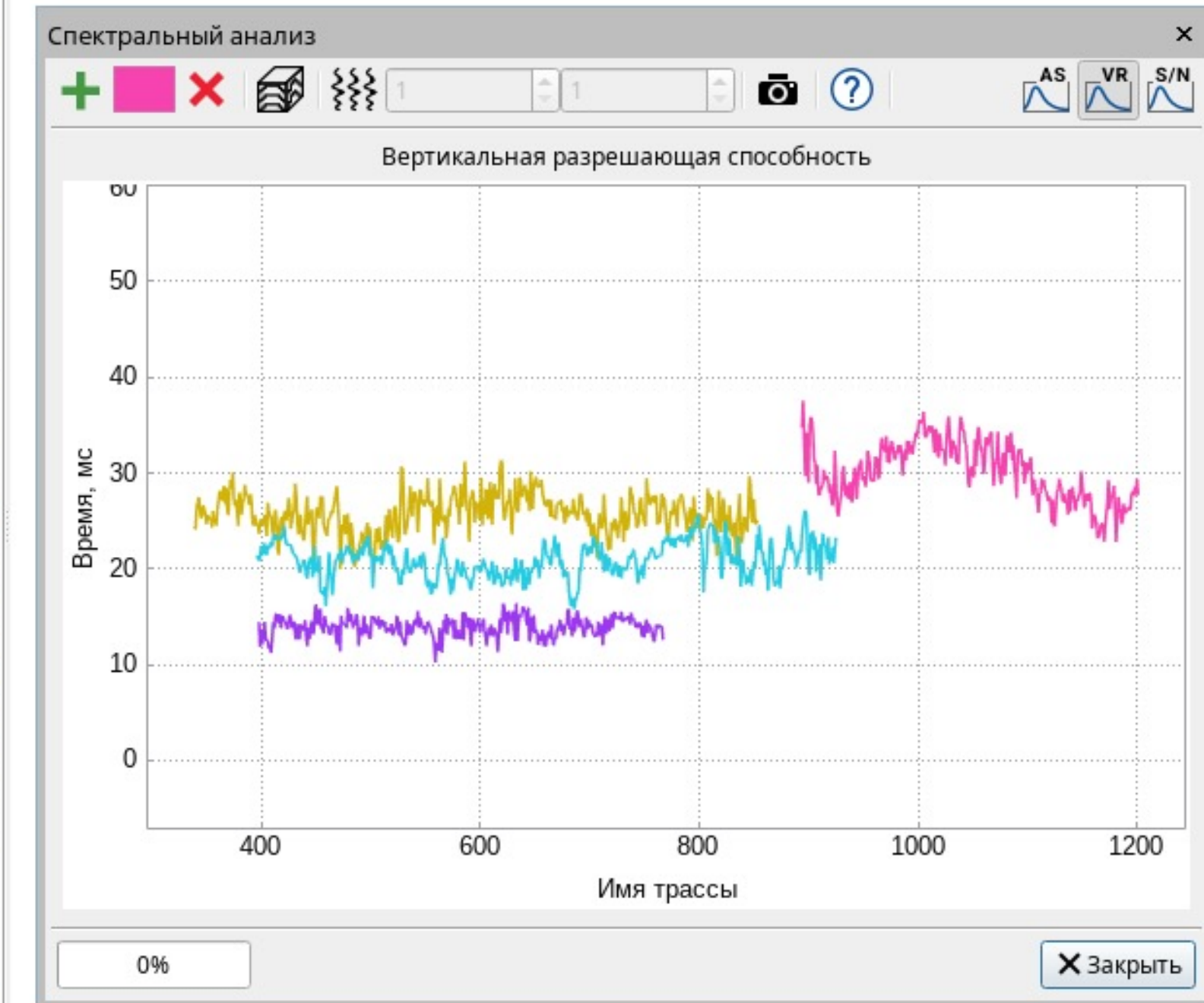
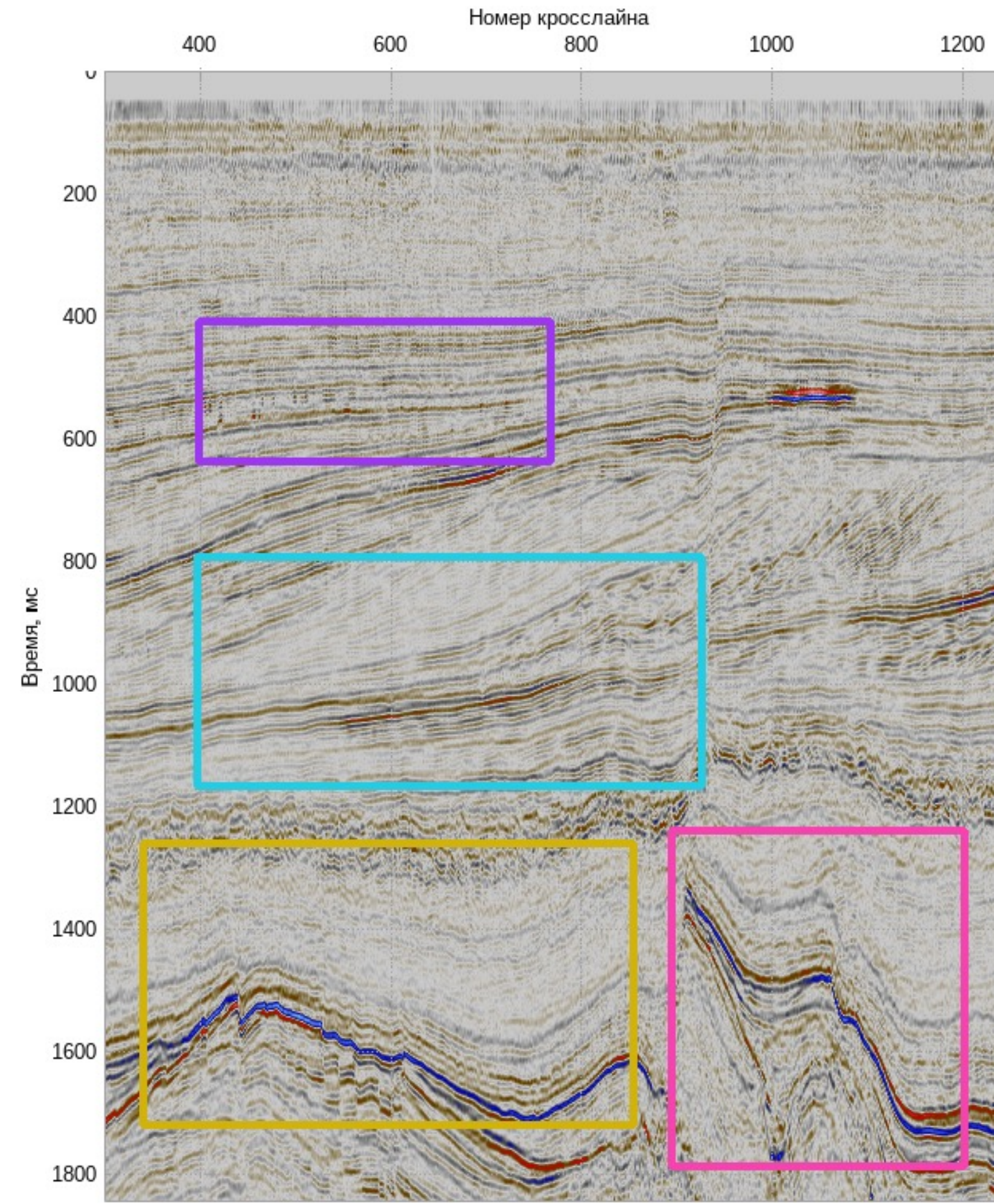
Максимальный угол наклона (мс/трасса, м/трасса):

Размер вертикального окна: среднее значение вертикальной разрешающей способности

Максимальный угол наклона структур

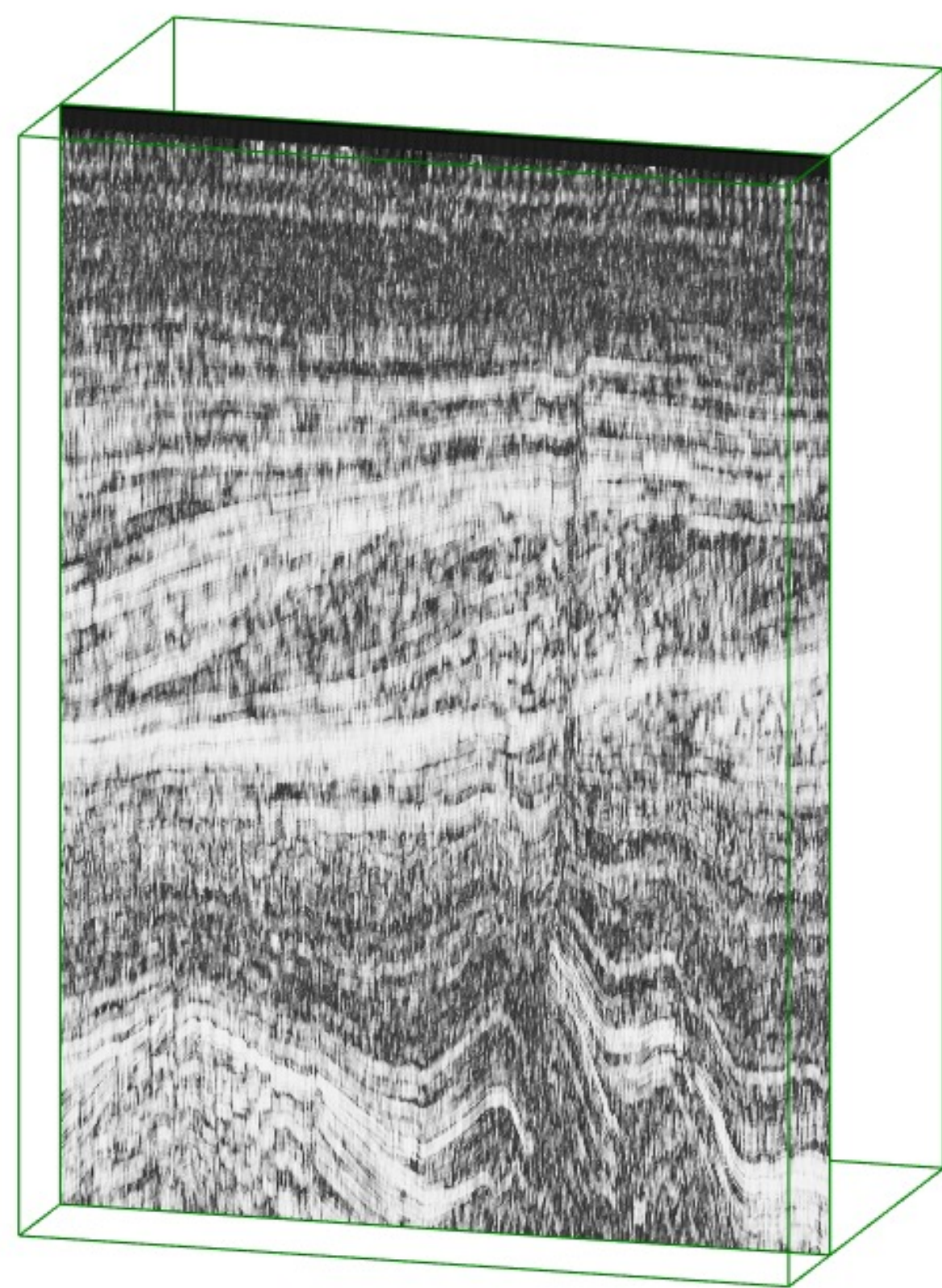
Когерентность

- **Вертикальная разрешающая способность оценивается с помощью инструмента на вкладке Сеймика (функция взаимной корреляции)**
- **Его среднее значение используется в параметре Окно при расчете когерентности**

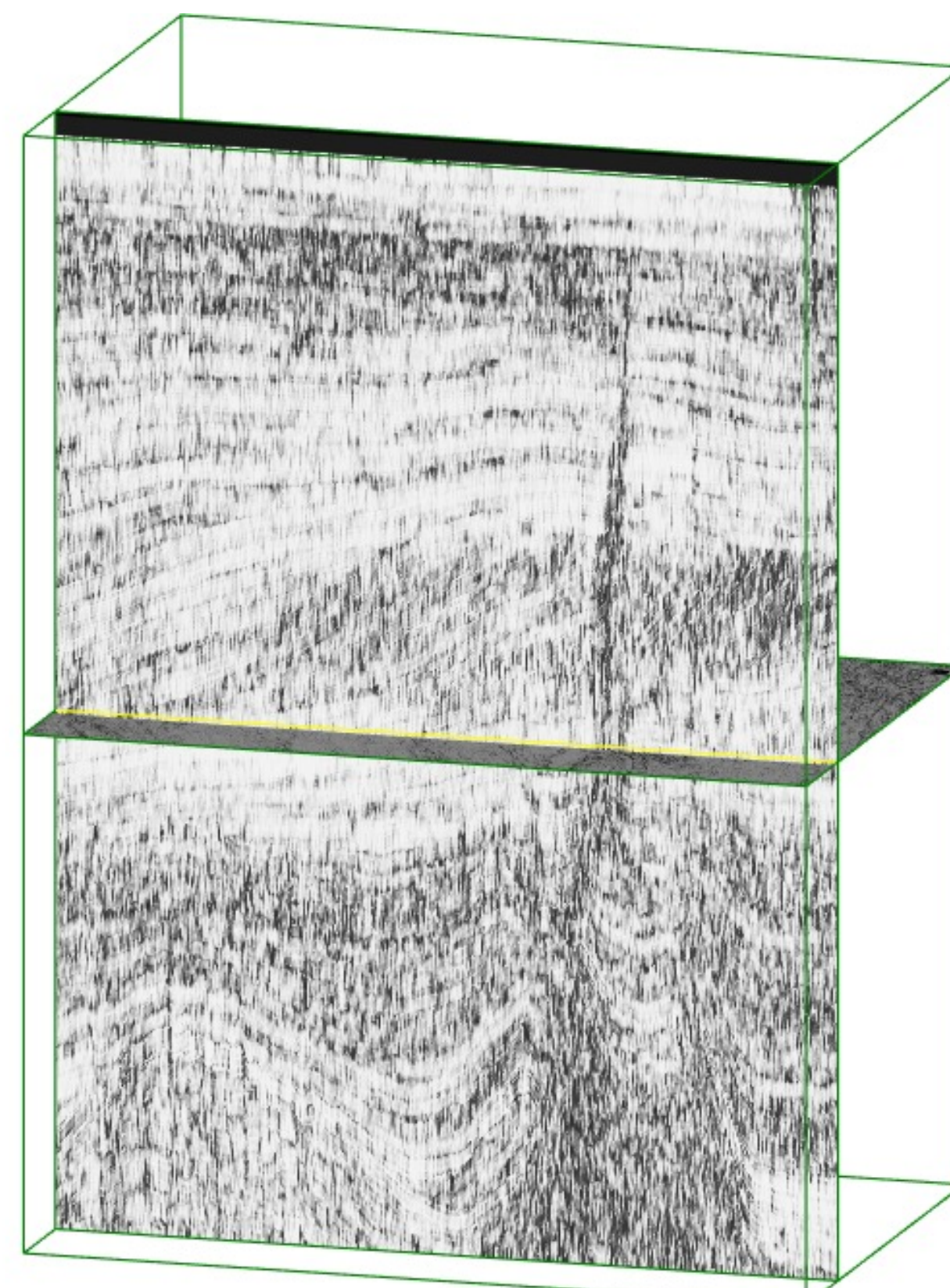


Когерентность

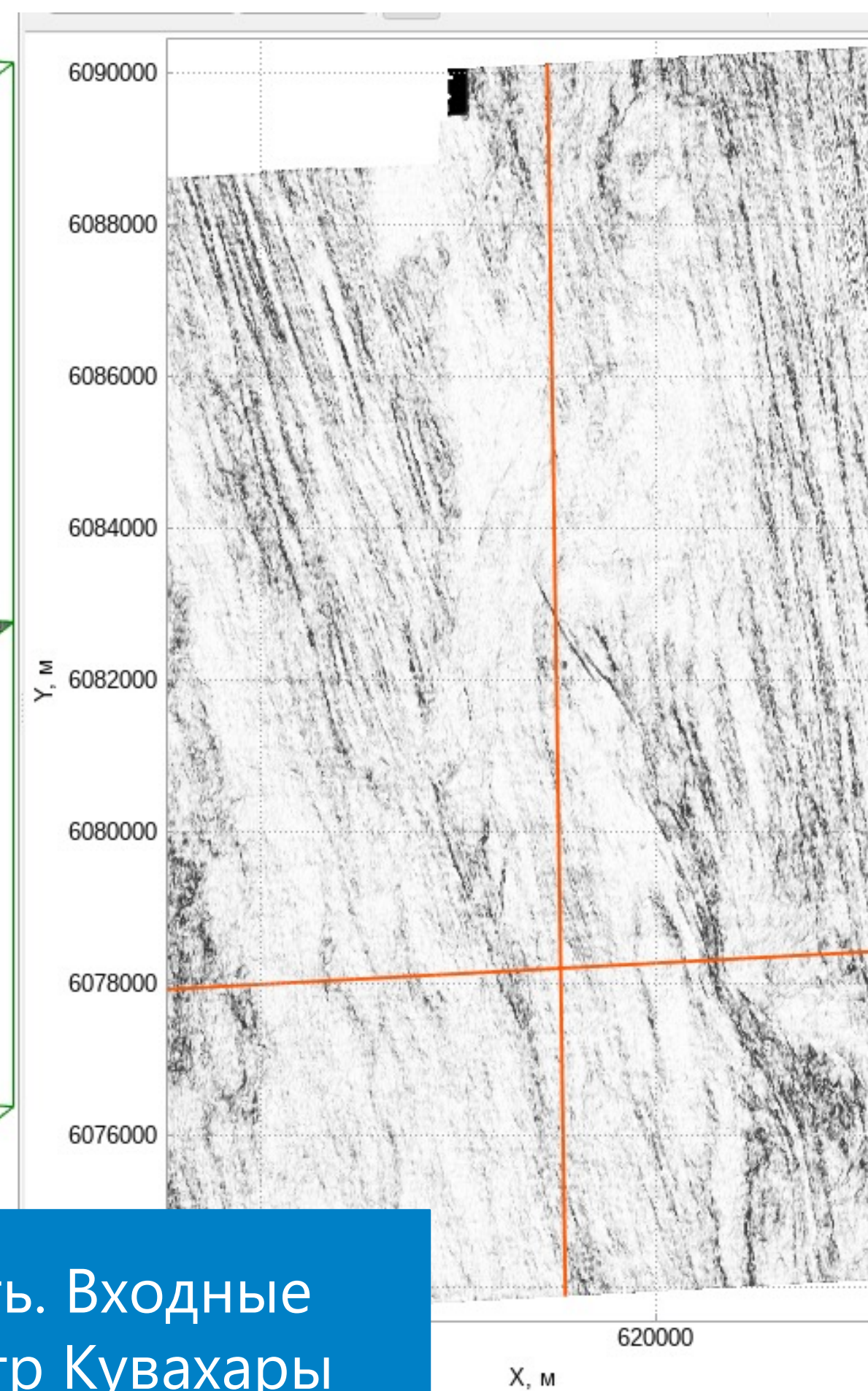
- Пользователь задает 2 параметра:



Когерентность. Входные данные: оригинальные амплитуды

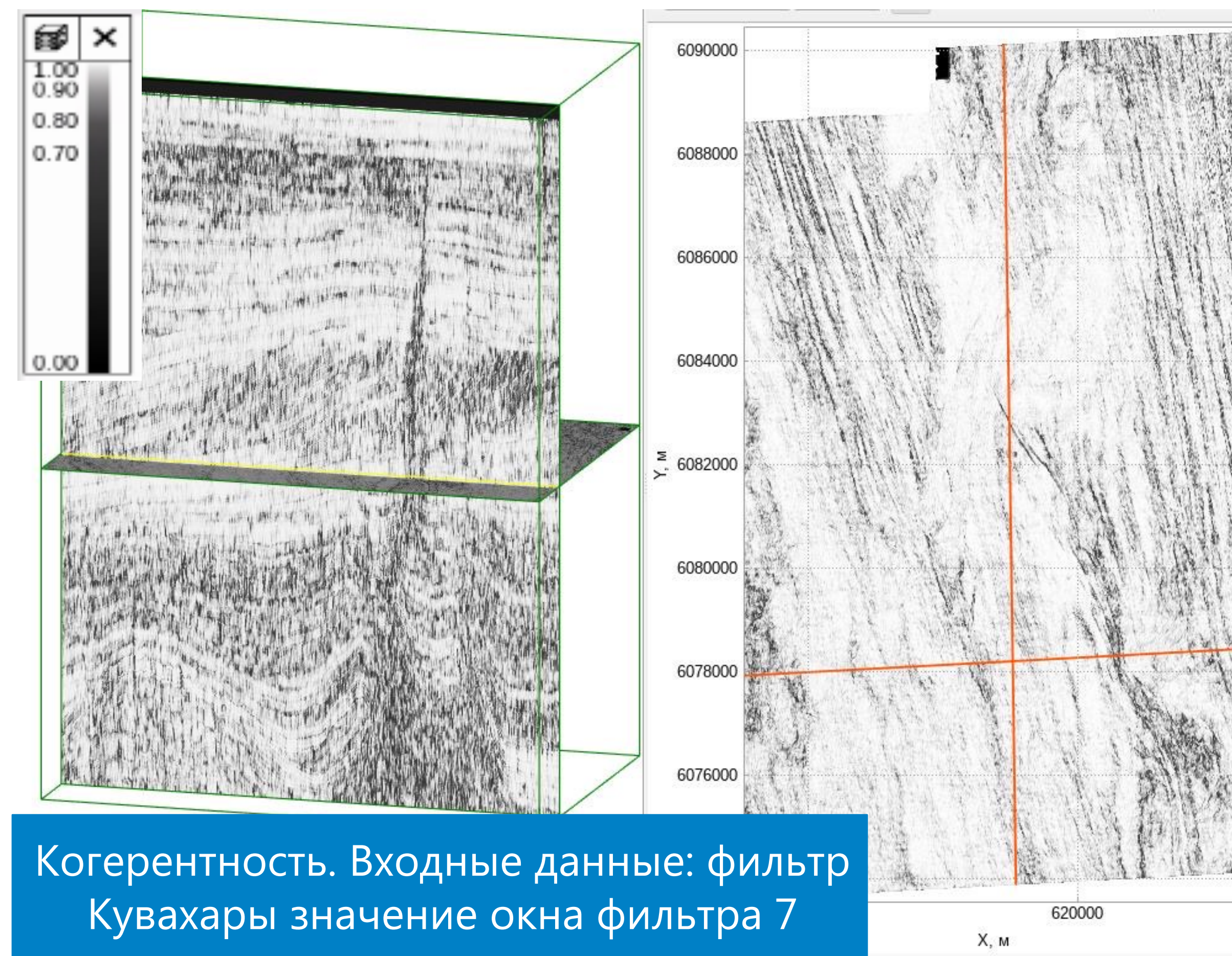
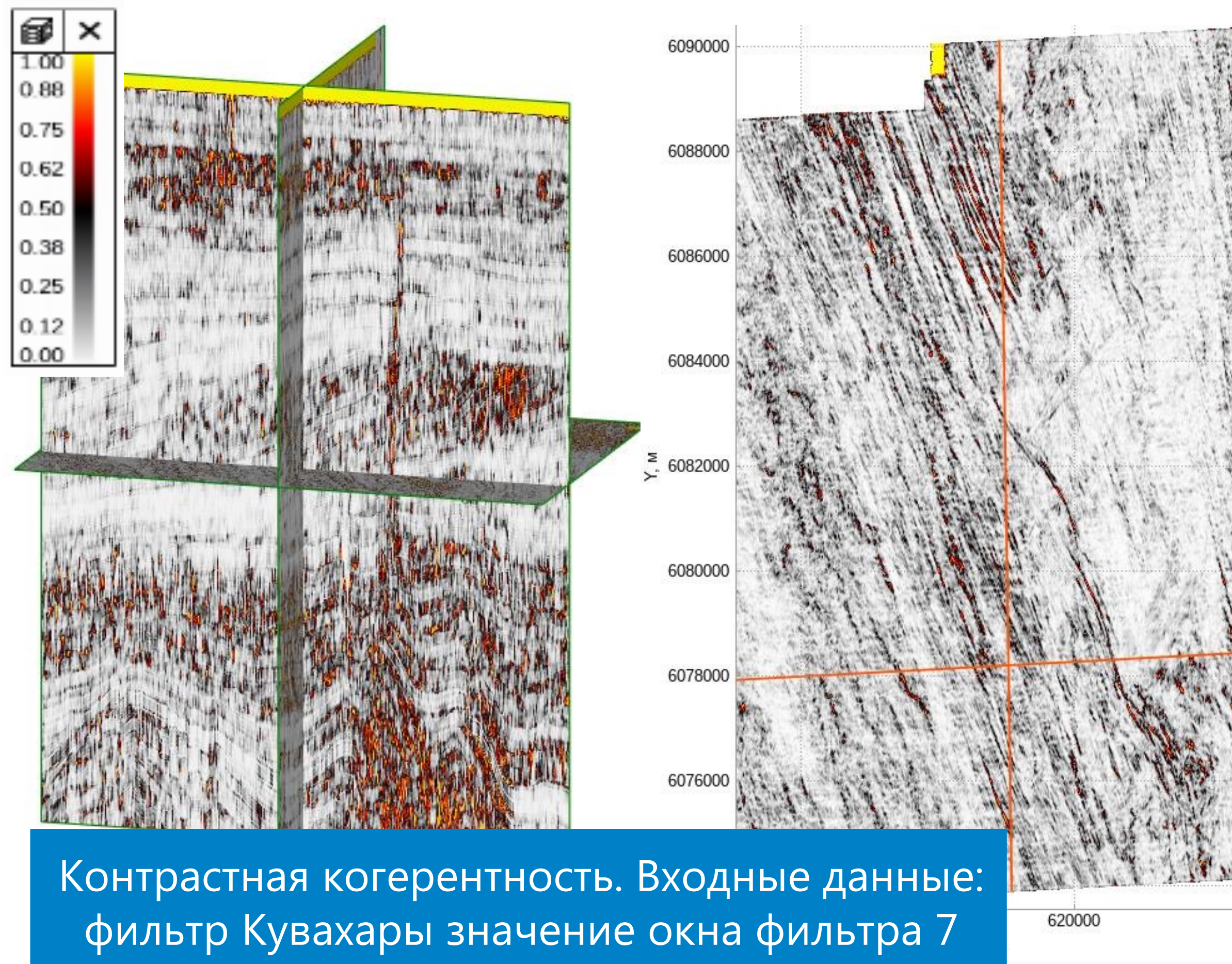


Когерентность. Входные данные: фильтр Кувахары значение окна фильтра 7



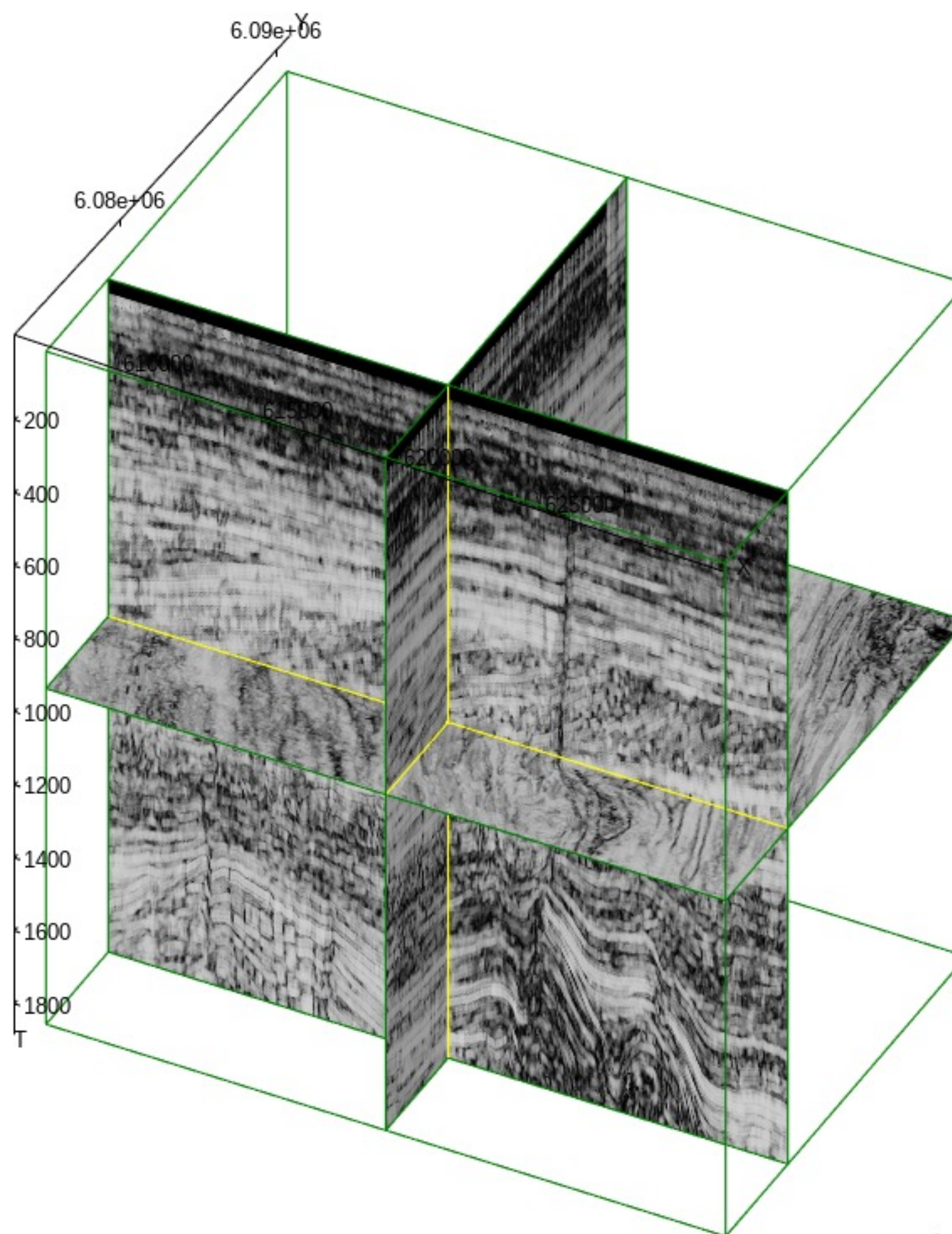
Контрастная когерентность 8

- рассчитывается на основе атрибута Когерентность (C) по формуле: $1 - C^8$

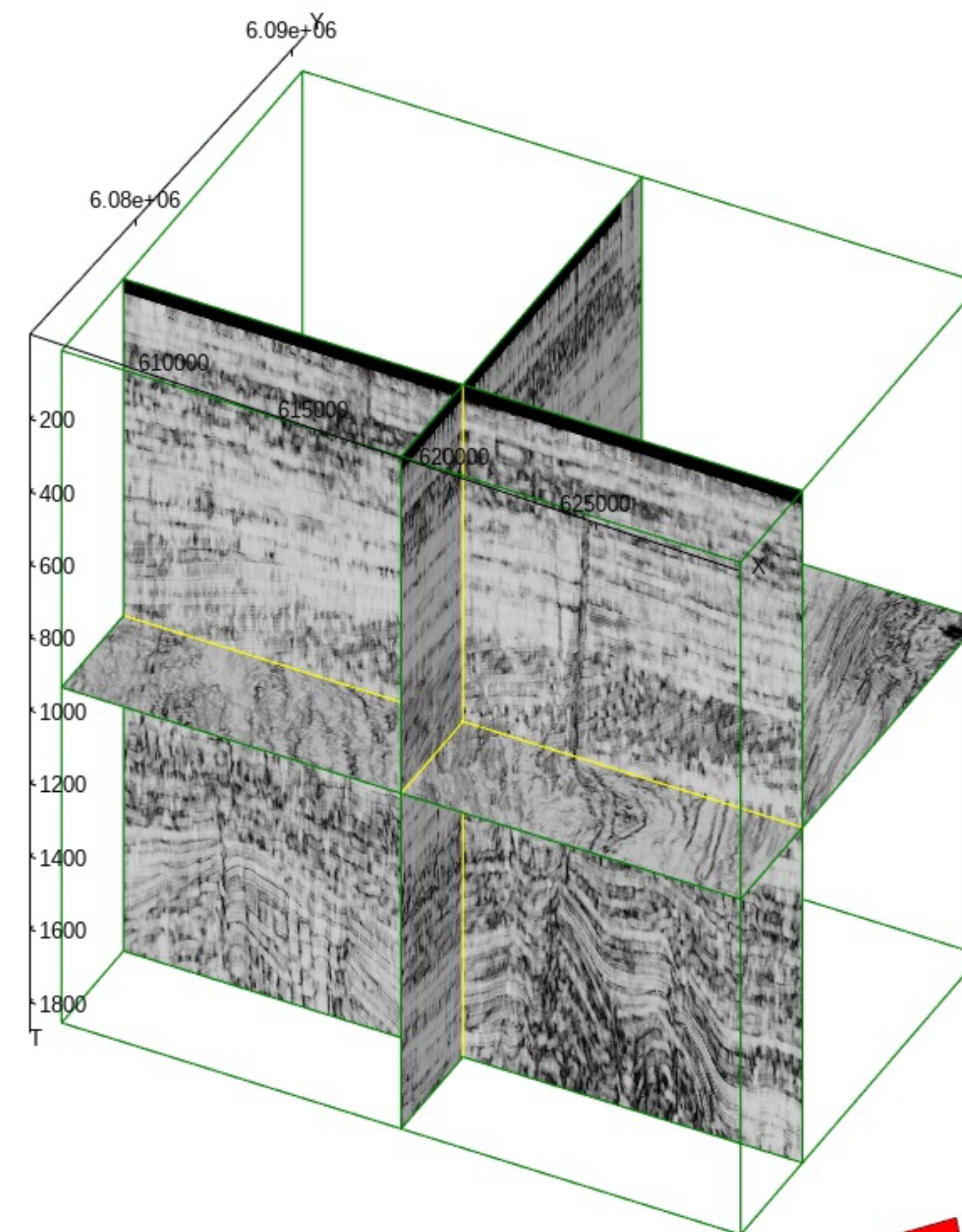


Локальная структурная когерентность/дисперсия

- На основе хаоса
- Параметры хаоса задаются пользователем



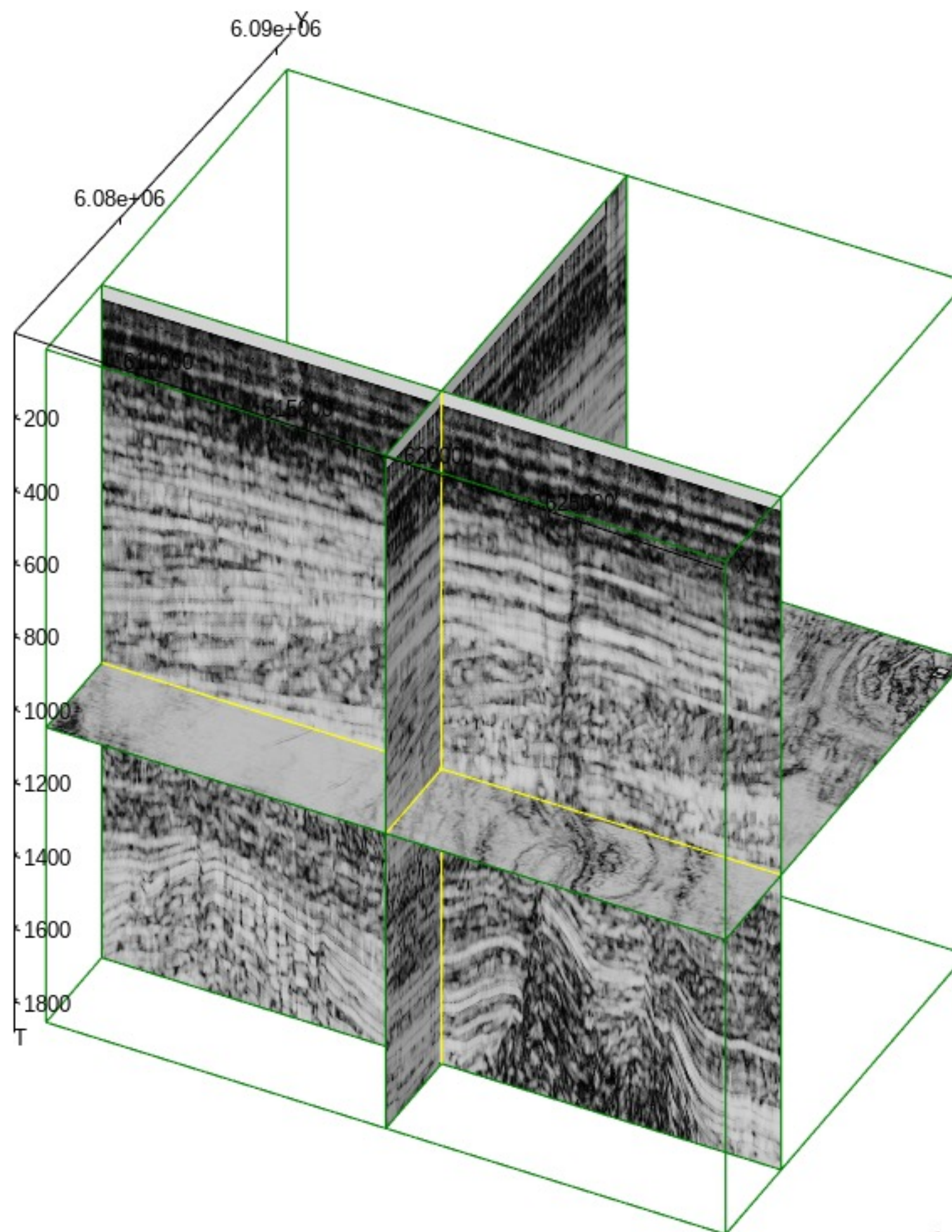
Локальная структурная когерентность. Входные данные: оригинальные амплитуды



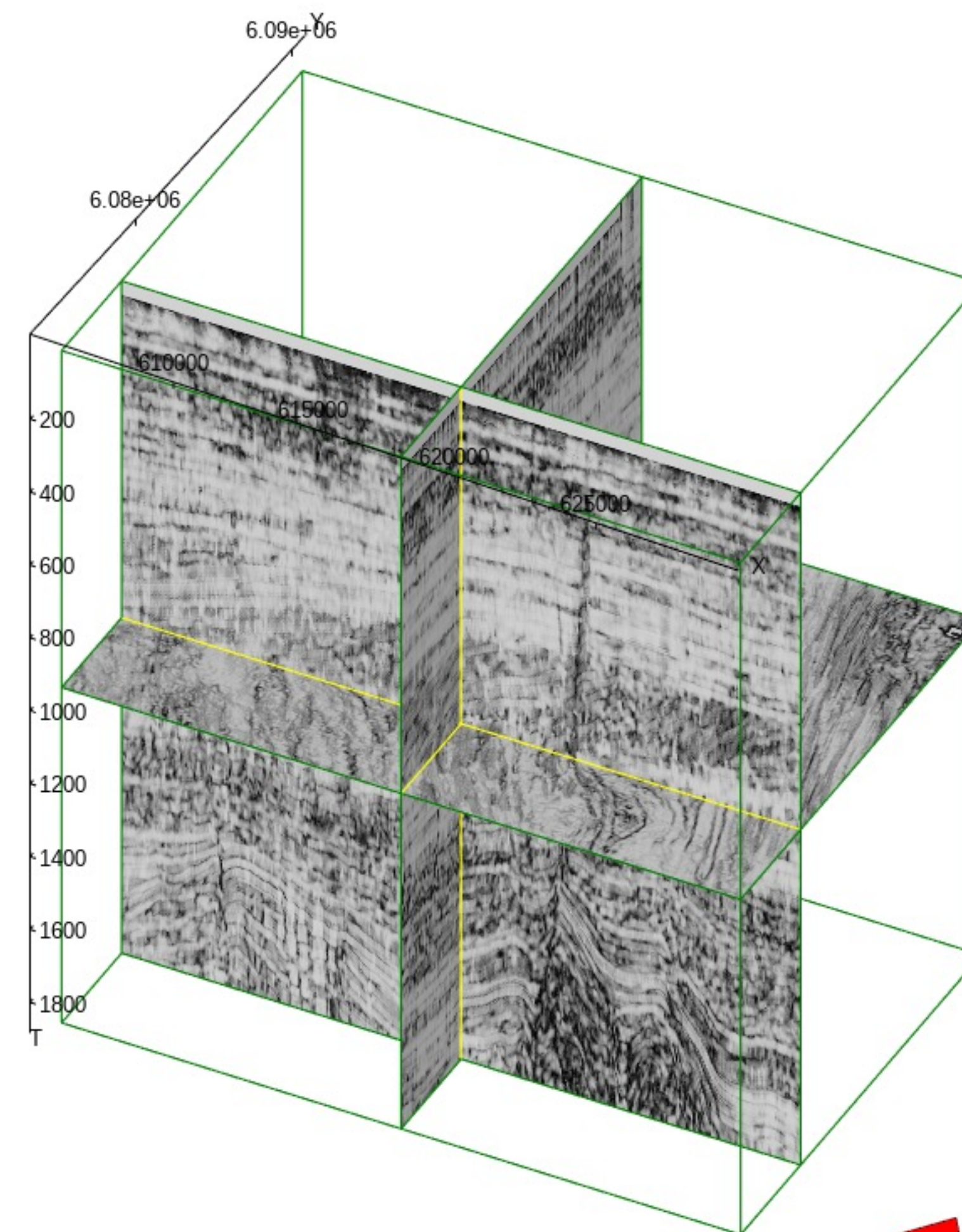
Локальная структурная когерентность. Входные данные: фильтр Кувахары значение окна фильтра 7

Локальная структурная когерентность/дисперсия

- На основе хаоса
- Параметры хаоса задаются пользователем



Локальная структурная дисперсия.
Входные данные: оригинальные амплитуды



Локальная структурная дисперсия.
Входные данные: фильтр Кувахары
значение окна фильтра 7

Дисперсия

- *в целом схож с атрибутом Когерентность, но измеряет отличия от среднего значения и может давать более точный результат*

Параметры:

- *Размер вертикального окна: среднее значение вертикальной разрешающей способности*
- *Размер окна (резкость): Выберите размер трехмерного окна (3, 5 или 7 отсчетов по всем направлениям). Увеличение окна уменьшает резкость результирующего атрибута и увеличивает время расчета*
- *Максимальный угол наклона: Угол наклона окна расчета. Соответствует максимальному наклону структур данных*
- *Вертикальная Sigma: задает вес центральной точки окна расчета*

Дисперсия

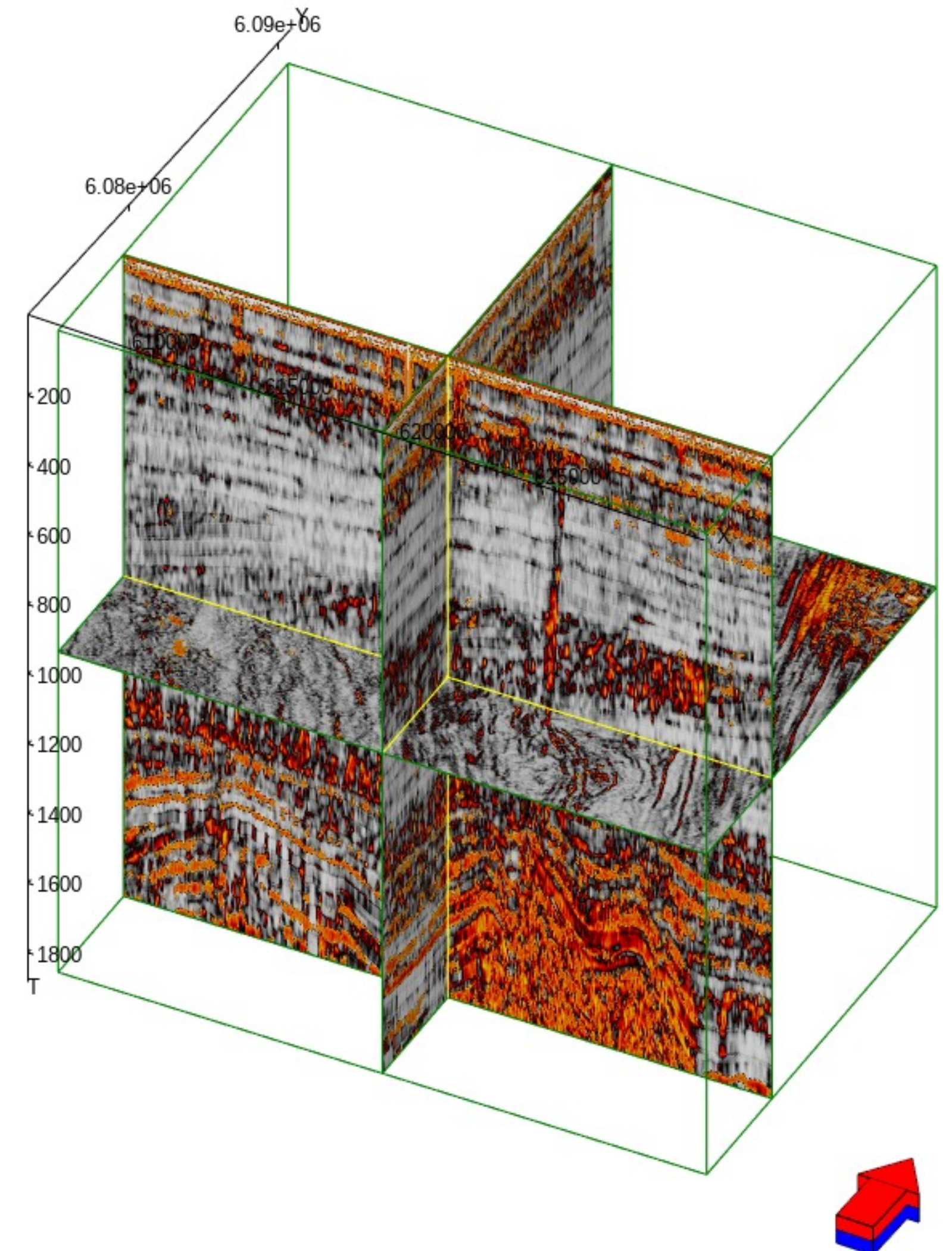
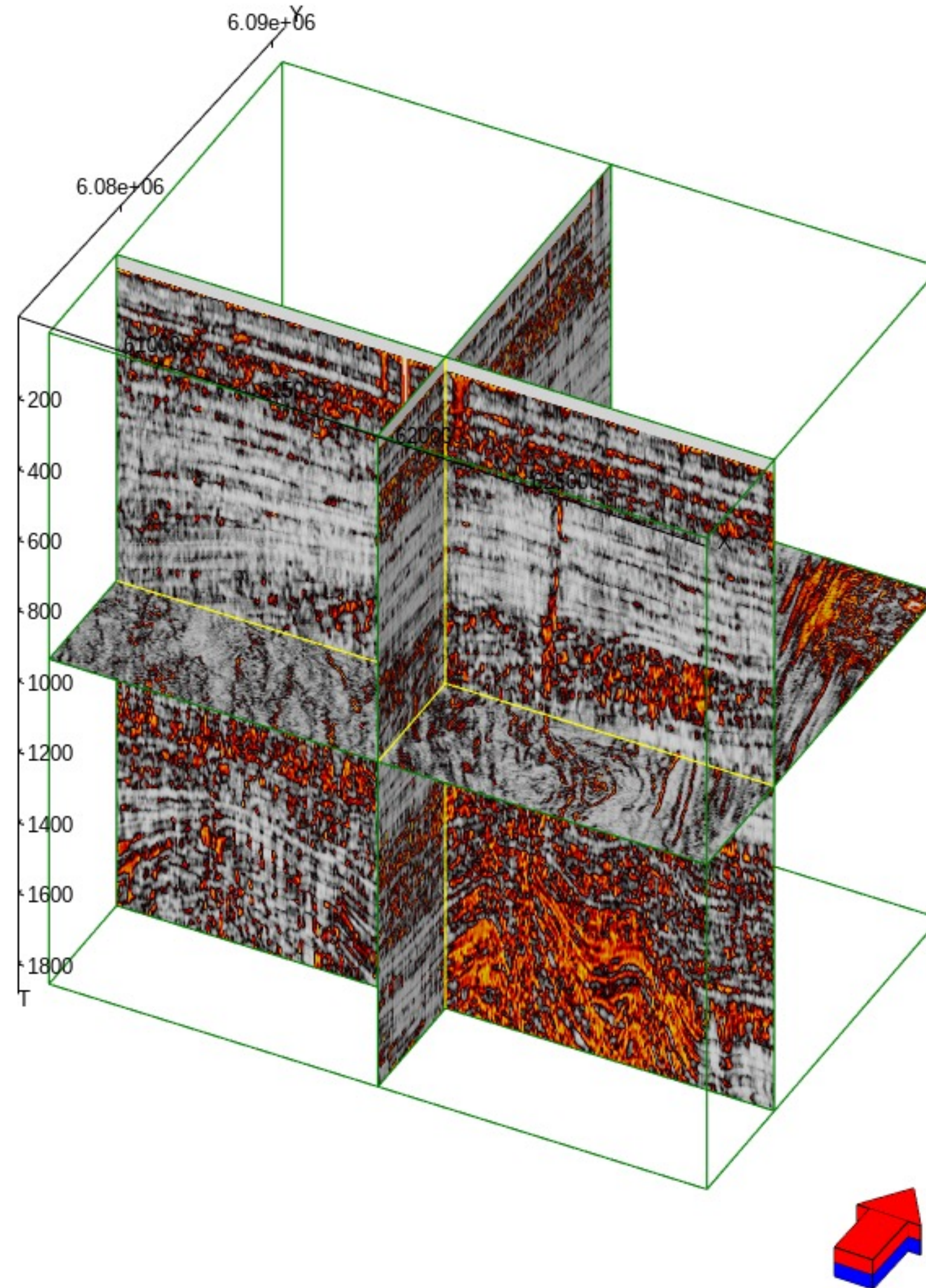
1- Дисперсия. Входные данные:
фильтр Кувахары. Резкость = 7,
Окно = 25

2- Дисперсия. Входные данные:
фильтр Кувахары. Резкость = 7,
Окно = 25
Коррекция угла наклона

Коррекция за угол наклона

Максимальный угол наклона (мс/трасса, м/трасса):

Вертикальная Sigma:



Метод Хребтов

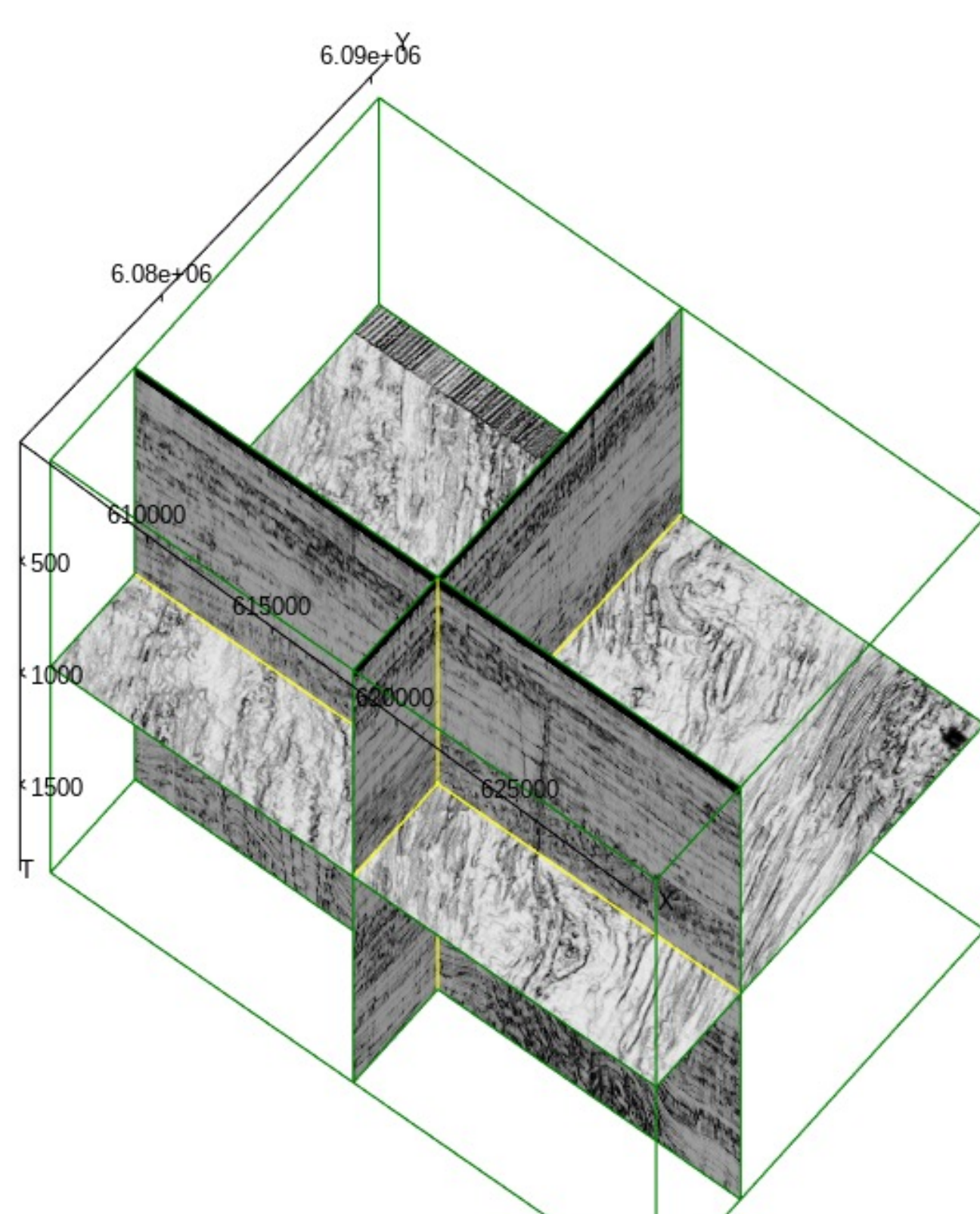
- *Этот атрибут подчеркивает протяженные линейные элементы на результатах расчета других структурных атрибутов для более контрастного выделения тектонических нарушений*

В качестве входных данных необходимо использовать один из следующих атрибутов:

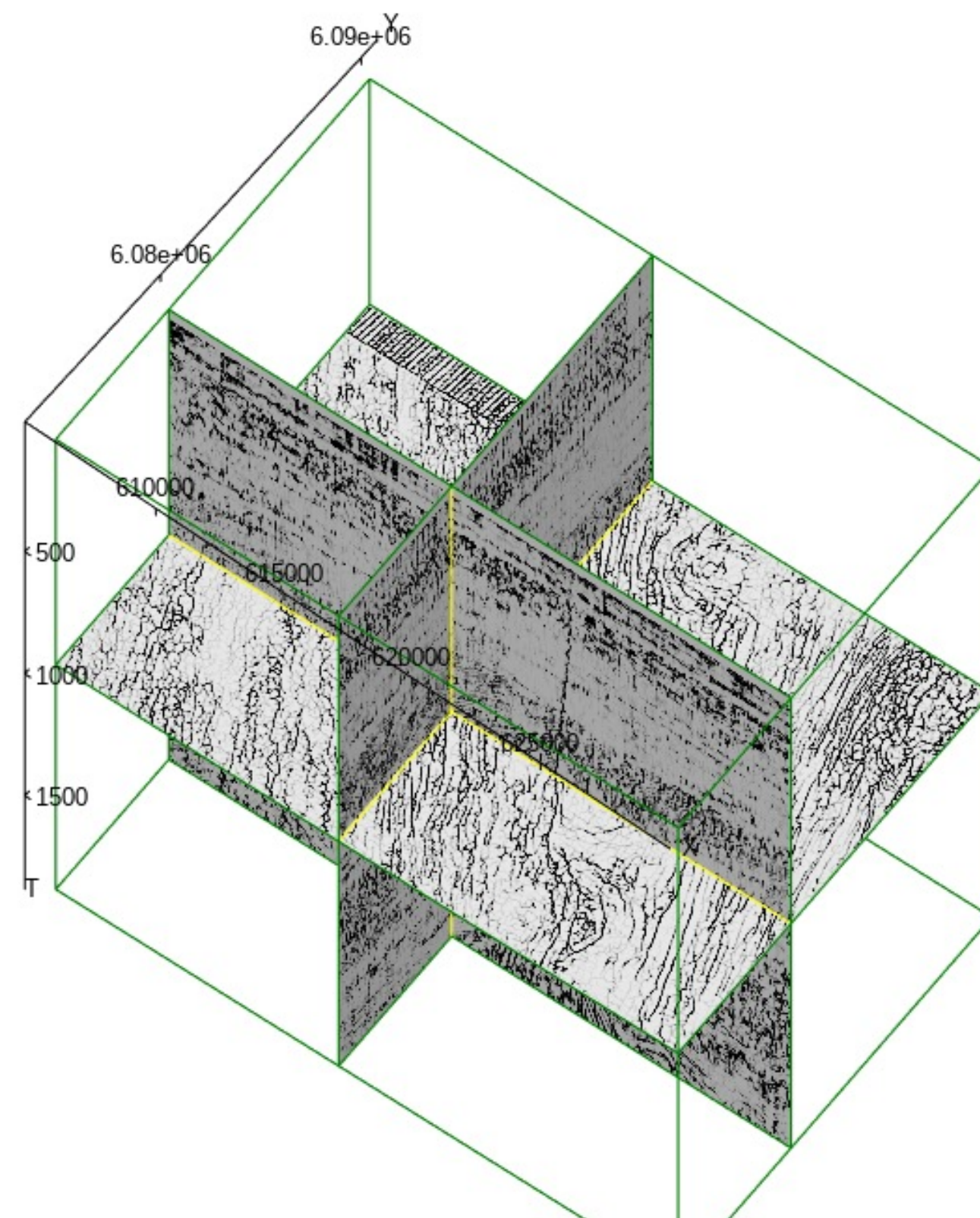
- *Когерентность*
- *Хаос*
- *Дисперсия*
- *Локальная структурная когерентность*
- *Локальная структурная дисперсия*
- *Контрастная когерентность 8*

Метод Хребтов

- **Хребты: атрибуты которые выделяют разломы с помощью 1 (максимальное значение)**
- **Ущелья: атрибуты которые выделяют разломы с помощью 0 (минимальное значение)**



Локальная структурная когерентность



Метод хребтов. Входные данные: Локальная структурная когерентность

Исходная сейсмич. съемка: SeismicSurvey3D1

Выходной атрибут: Выделение_разломов

Параметры расчёта

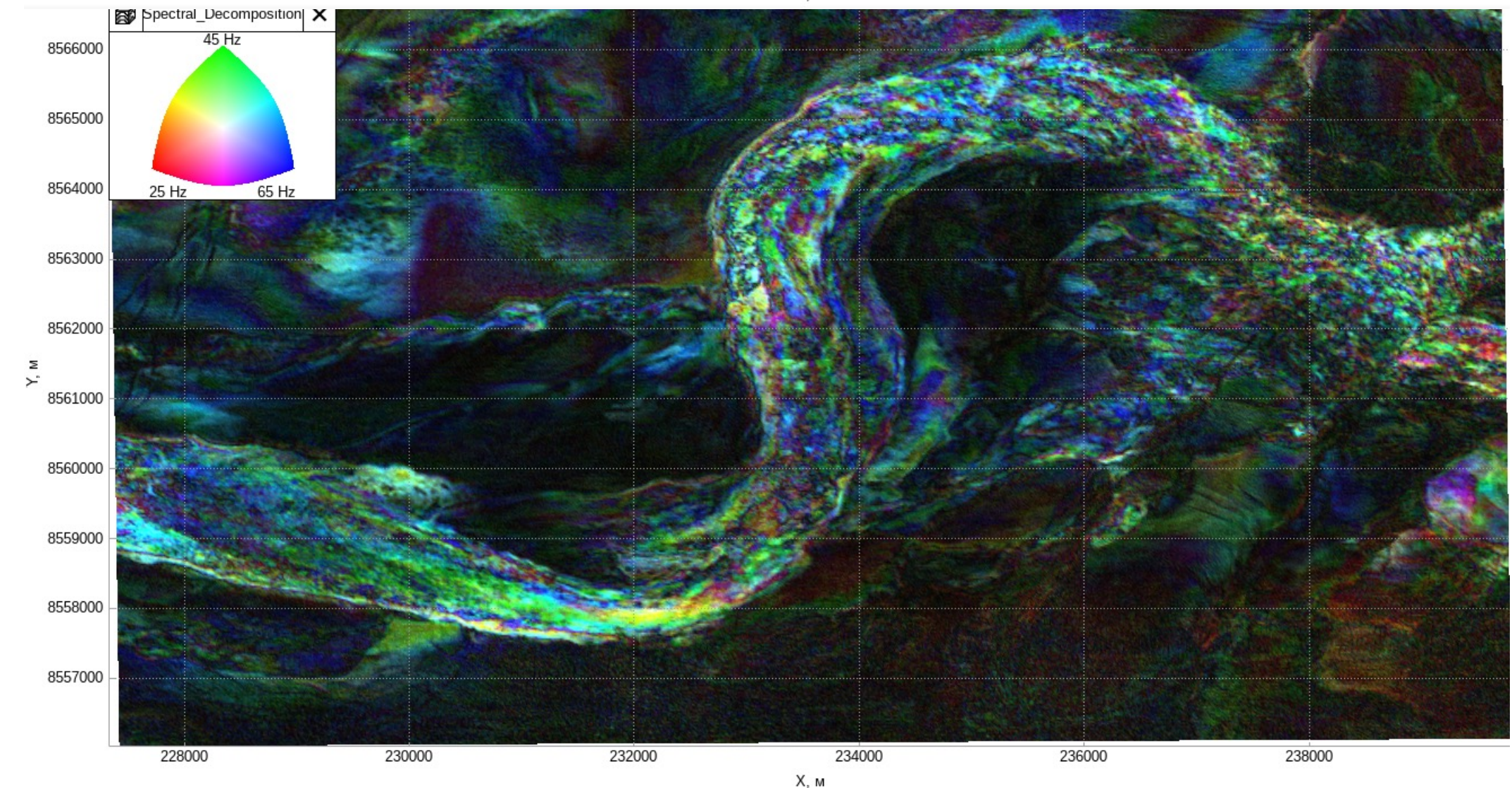
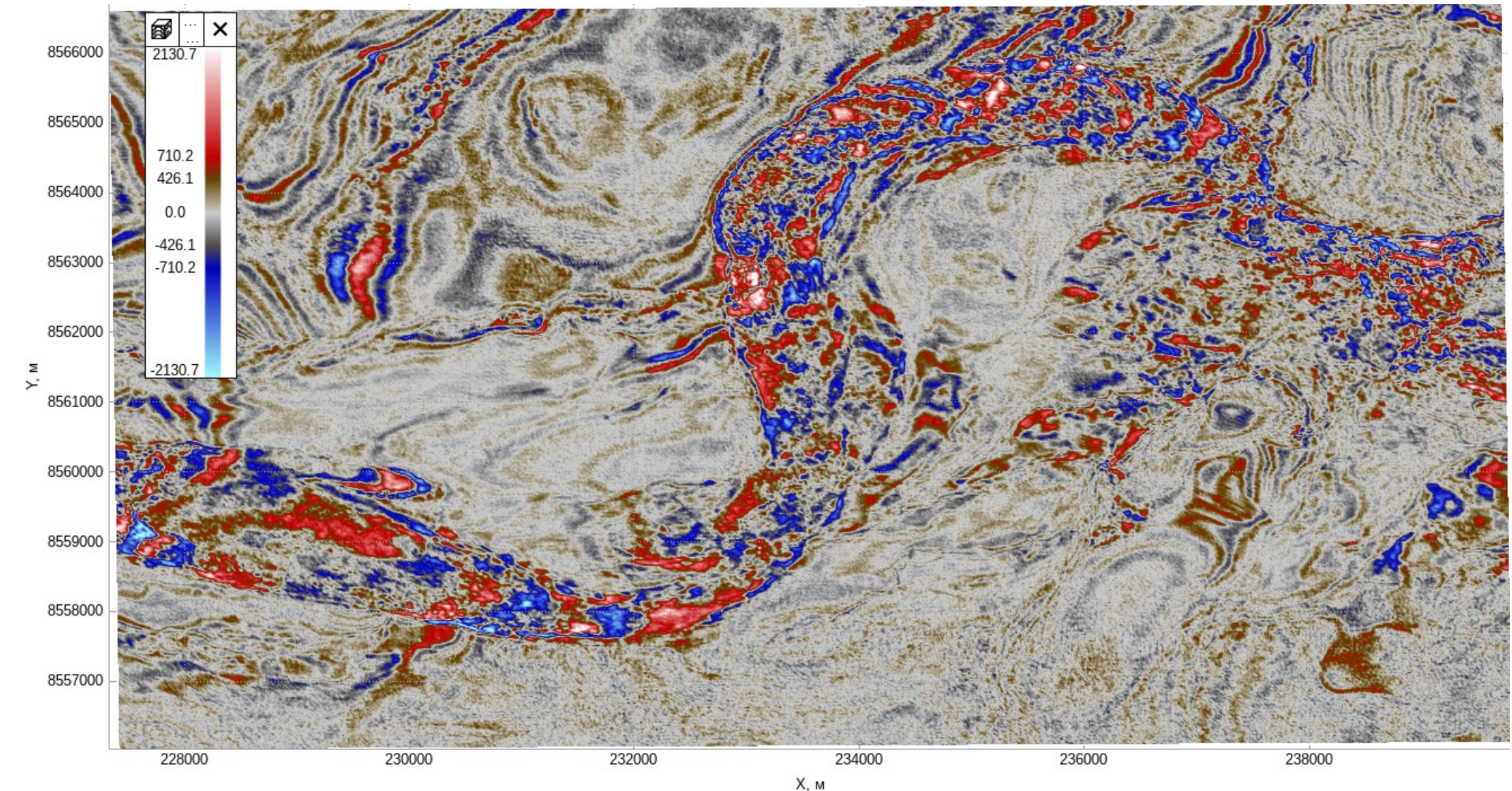
Количество итераций сглаживания: 2

Алгоритм расчёта:

- Когерентность
- Хаос
- Дисперсия
- Локальная структурная когерентность
- Локальная структурная дисперсия
- Контрастная когерентность 8
- Хребты (хаотичный)
- Ущелья (когерентный)

Спектральная декомпозиция

- Разложение исходного сейсмического куба на частотные компоненты, каждой из которых присваивается свой цветовой канал (красный, зеленый или синий).
- Обычно наименьшей частоте присваивается красный канал, а наибольшей - синий, что охарактеризовано расположением данных цветов на оптическом спектре.
- Спектральная декомпозиция удаляет вейвлет-отпечаток из исходных сейсмических данных. Затем с помощью RGB смешивания трех заданных частотных составляющих пользователь получает итоговый атрибут



Спектральная декомпозиция

Алгоритм

1. Полосовая фильтрация входных сейсмических данных с низкочастотным вейвлетом (частота красного канала)

2. Линейное преобразование амплитуд полученного куба в диапазон $[0; 255]$

3. Нелинейная коррекция яркости (параметр Яркость)

4. Умножение значений на коэффициент Линейного усиления. Итоговые значения, превышающие 255, принудительно ограничиваются

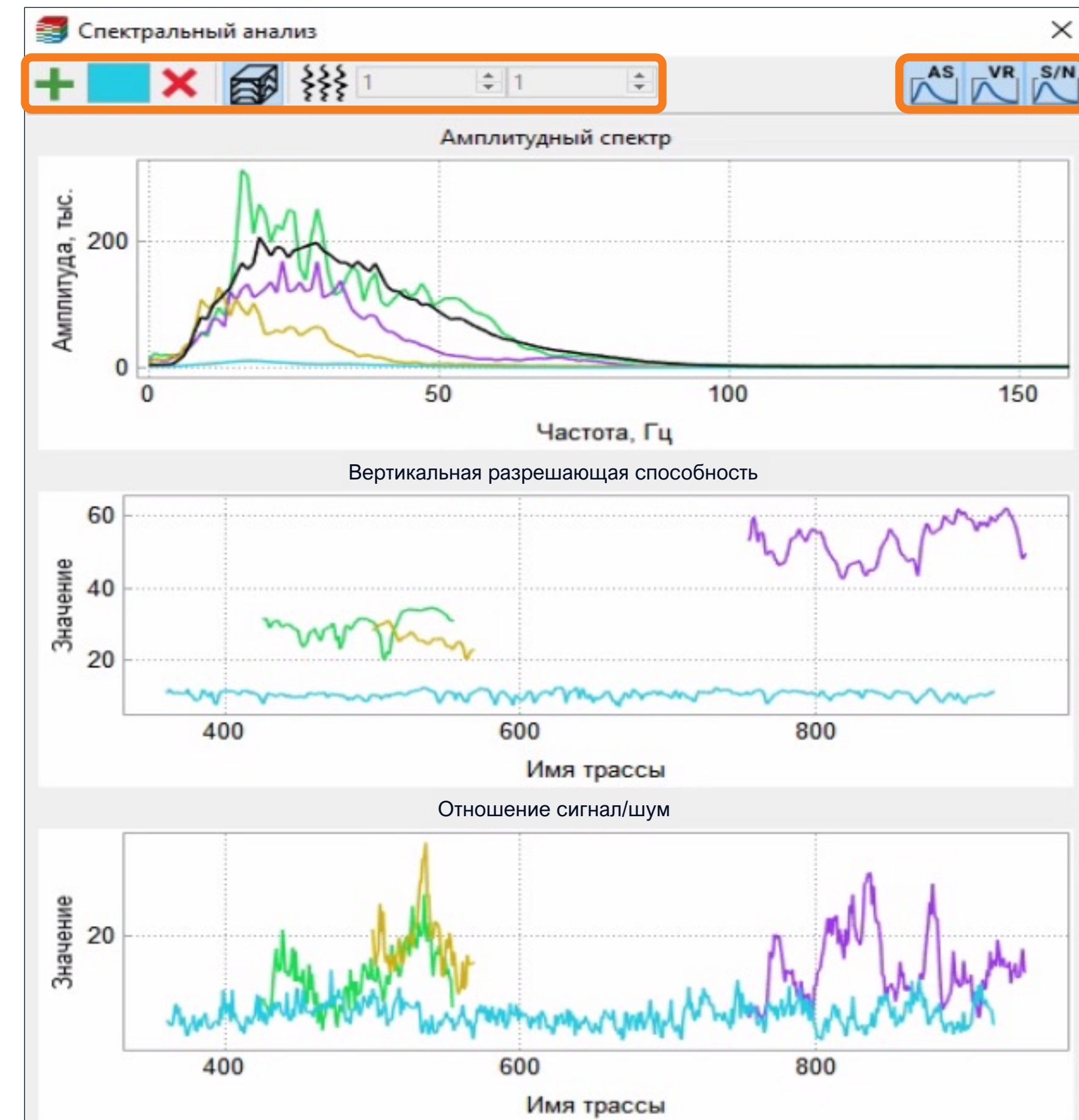
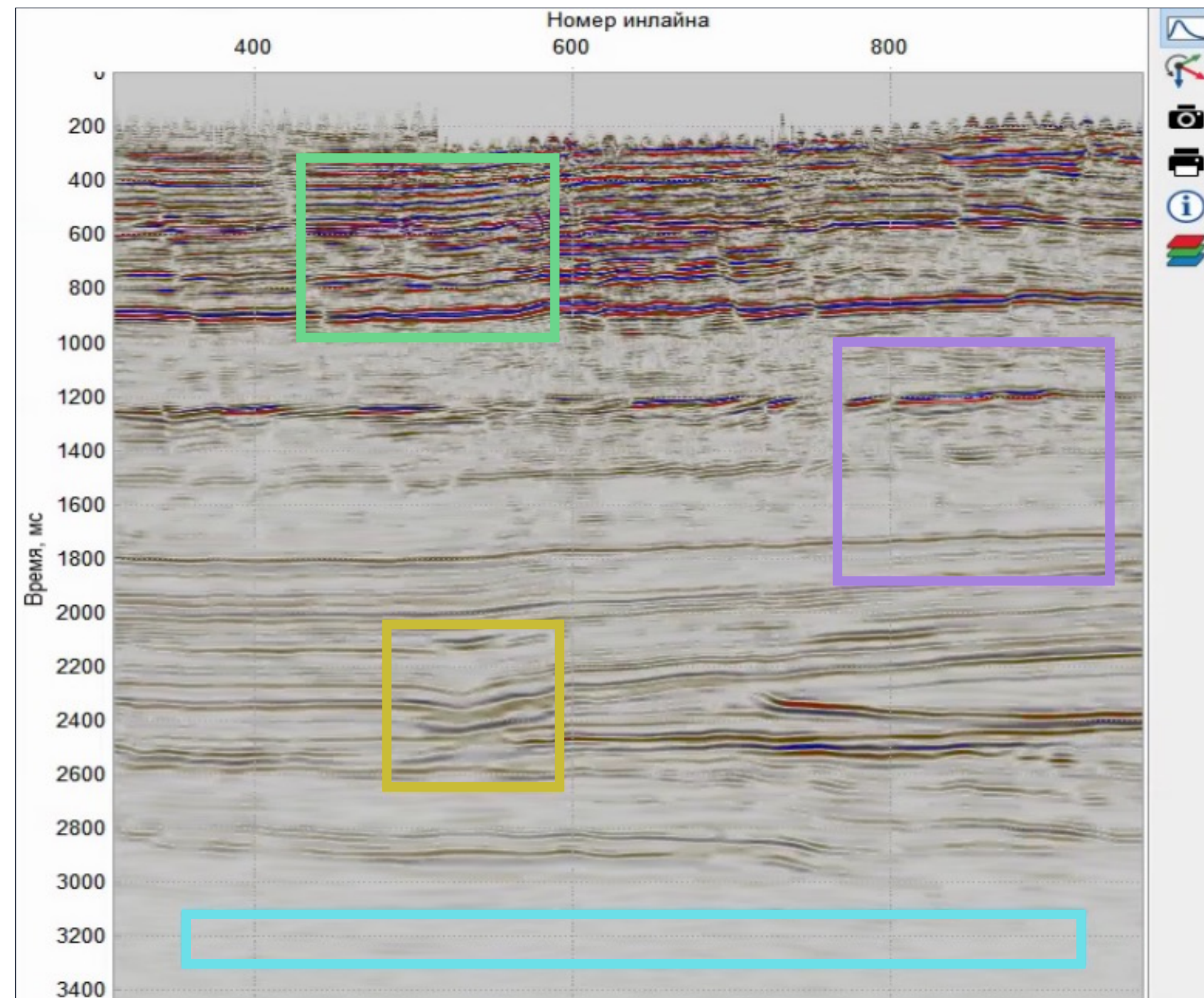
5. Заполнение красного (ФНЧ) канала выходного куба преобразованным и значениями

6. Повторение пп. 1-5 для вейвлетов зеленого и синего (ФСЧ и ФВЧ) цветового канала



Спектральный анализ

- Выбор нескольких окон
- Оценка вертикальной разрешающей способности и отношения сигнал/шум



Спектральная декомпозиция

- Выбор параметров расчета

Ricker
Morlet
Ormsby

Автоопределение параметров

Исходная сейсмич. съемка: SeismicSurvey3D1
Выходной атрибут: Спектральная_декомпозиция
Определить параметры декомпозиции
Алгоритм декомпозиции: Огибающая
Тип вейвлета: Morlet
Яркость: 1.74 Яркость

Канал	Красный (ФНЧ)	Зеленый (ФСЧ)	Синий (ФВЧ)
Частота, Гц:	27.34	44.43	60.06
Ширина полосы, Гц:	84.96	49.80	21.48
Линейное усиление:	1.42	1.42	1.42

Одинаковая ширина полосы пропускания и усиление для всех каналов

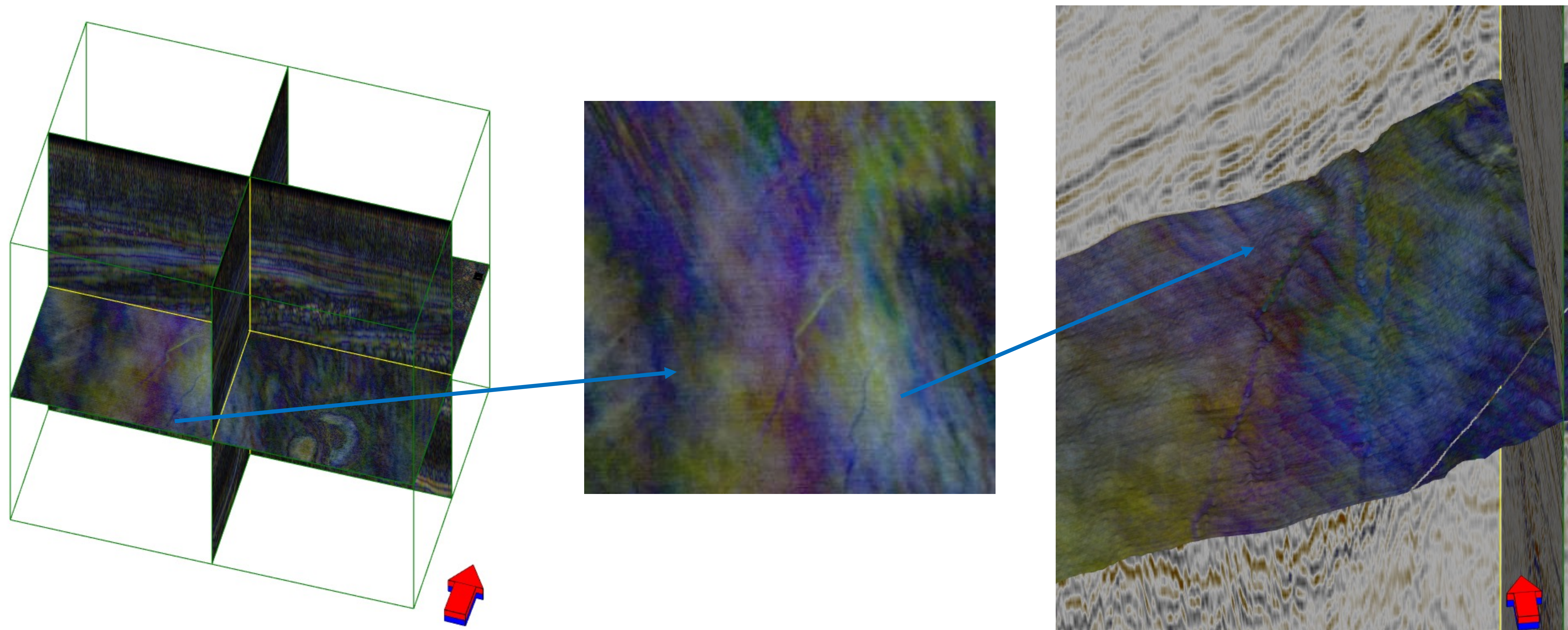
Огибающая
Действительная часть
Модуль действительной части
Мнимая часть
Модуль мнимой части
Производная фазы
Локальная частота
Локальная ширина полосы

Коэффициент усиления канала, регулирует интенсивность каждого из каналов

→ Результат - куб RGB смешивания

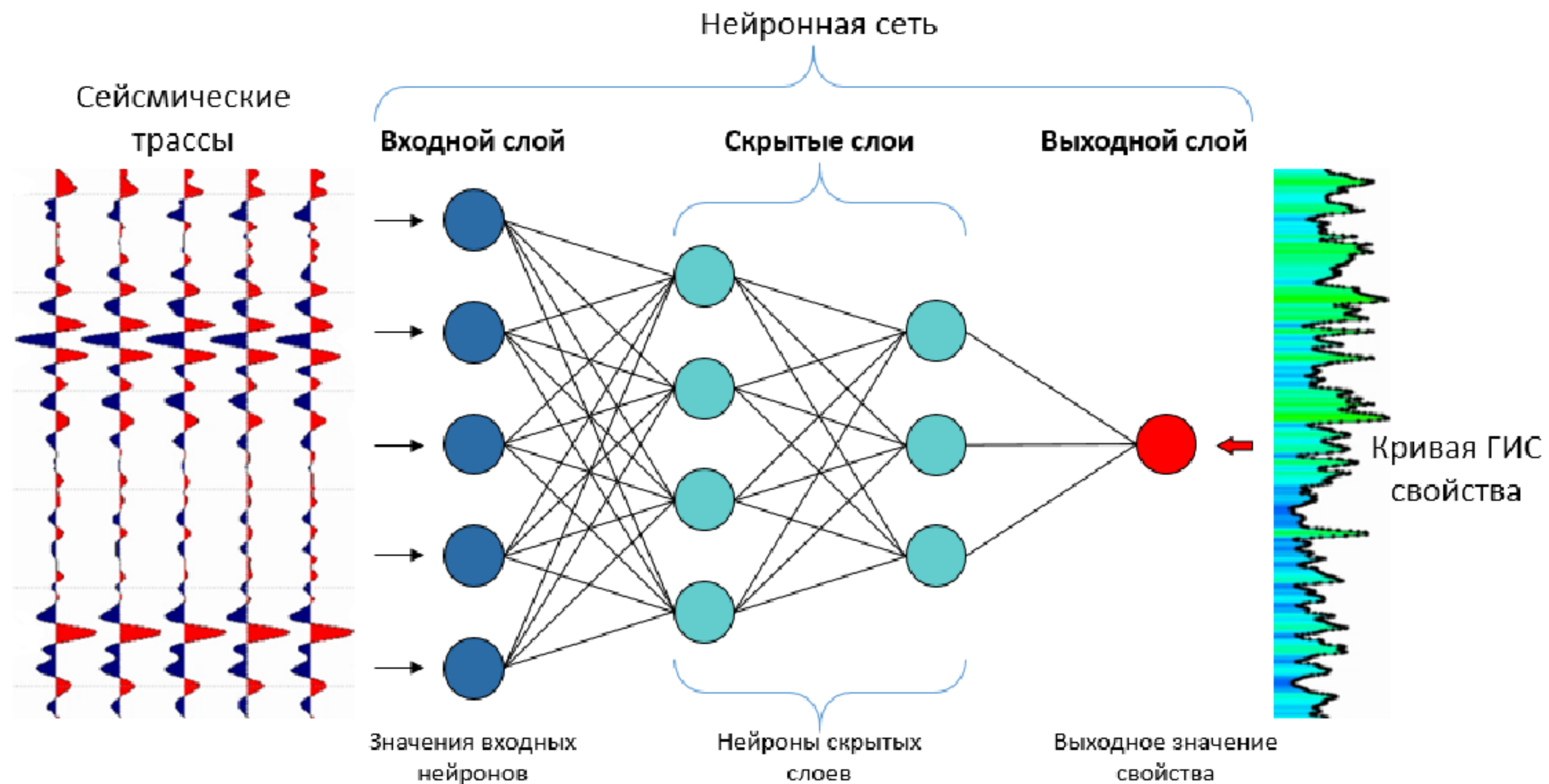
Спектральный анализ

- Отображение спектральной декомпозиции вдоль сейсмического горизонта



ML - Инверсия

- Возможность спрогнозировать распространение петрофизических свойств в межскважинном пространстве на основе нейронных сетей, используя сейсмические и скважинные данные.
- Входные данные: можно использовать сейсмический куб во временной или глубинной области и кривую ГИС того свойства, которое необходимо спрогнозировать



ML - Инверсия

Параметры

Выбор скважин для обучения

Выбор кривой ГИС для обучения (обучающие скважины должны быть увязаны с сейсмическими данными)

Параметры нейронной сети

ML Сейсмическая инверсия

Исходная сейсмич. съемка: NPR3_Filtered_Migration

Параметры расчёта

Фильтр по обучающим скважинам: Training

Кривая ГИС для обучения: NPHI

Выходной атрибут: NPR3_Filtered_Migration

Конвертер отношения Время/Глубина: Кривая отнош. время/глубина

Кривая ГИС отношения время/глубина, мс: Checkshot_Well_Tie_TWT

Тип отношения время/глубина: TWT

Интервал

Инверсия дает только положительные значения

Число скрытых слоев: 3

Число нейронов в скрытом слое: 25

Макс. число итераций: 2000

Скорость обучения: 0.5

Найти ближайшее значение кривой ГИС

Случайное число: 0

Коэффициент регуляризации: 0.001

Исп. подход конечных разностей

Половинный размер подкуба по вертикали: 10

Половинный размер подкуба по инлайнам: 1

Половинный размер подкуба по кросслайнам: 1

Параметр прореживания: 3

Интервал

Интервал определен по: Между двумя поверхностями

Кровля

Горизонт: KF2_Contact

Время/Глубина: 0

Подошва

Горизонт: FallRiver

Время/Глубина: 0

Отступы

Кровля: 0

Подошва: 0

Выбор интервала расчета: между поверхностями или поверхностью и отступом

ML - Инверсия

Параметры алгоритма

<input checked="" type="checkbox"/> Инверсия дает только положительные значения	
Число скрытых слоев:	3
Число нейронов в скрытом слое:	25
Макс. число итераций:	2000
Скорость обучения:	0.5
<input type="checkbox"/> Найти ближайшее значение кривой ГИС	
Случайное число:	0
<input type="checkbox"/> Коэффициент регуляризации:	0.001
<input type="checkbox"/> Исп. подход конечных разностей	
Половинный размер подкуба по вертикали:	10
Половинный размер подкуба по инлайнам:	1
Половинный размер подкуба по кросслайнам:	1
Параметр прореживания:	3

Преобразовать отрицательные значения, если они были получены в результате предсказания, в нулевые

Число нейронов в скрытом слое. Определяет количество нейронов в скрытых слоях нейронной сети. Значительно влияет на скорость ее обучения. Количество нейронов не должно быть очень большим, иначе сеть будет хорошо работать только на обучающем множестве, или очень маленьким, иначе сеть будет плохо обучаться

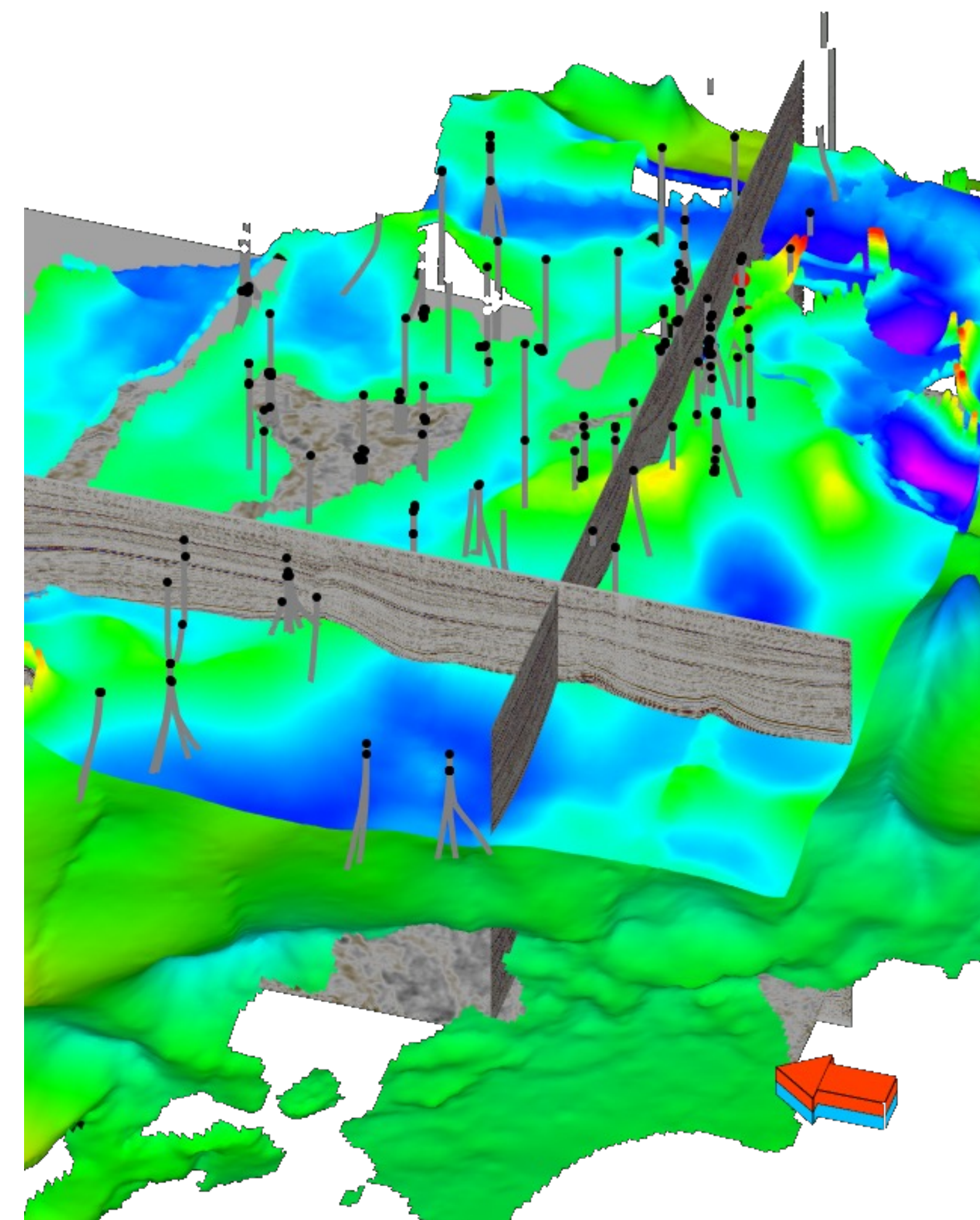
Задаёт максимальное число итераций обучения нейронной сети. Увеличение числа итераций может уменьшить ошибку прогнозирования, но увеличивает время обучения

Предотвратить переобучение нейронной сети, и сгладить выходные данные. Увеличение коэффициента регуляризации уменьшает корреляцию на обучающих скважинах, но при этом может повысить сходимость на контрольных скважинах, не участвовавших в обучении

Размер скользящего трехмерного окна, в котором происходит сбор подаваемых в обучение значений амплитуд, а центр которого расположен в ближайшем к скважине отсчете, определяется параметрами: Половинный размер подкуба по вертикали/инлайнам/кросслайнам и Параметр прореживания.

ML - Инверсия

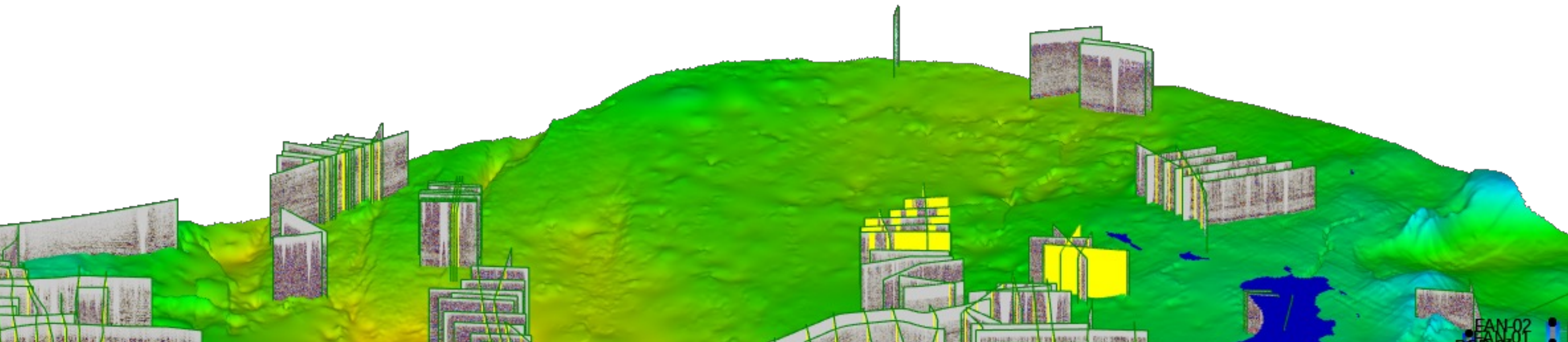
- Процесс поиска параметров нейронной сети может оказаться трудоемким
- Эти параметры могут несколько отличаться для всех наборов данных
- Один из способов поиска параметров, которые позволят минимизировать ошибки - подбор параметров с помощью модуля Адаптации



ML - Инверсия

Формируется Workflow, которое:

- рассчитывает ошибку между начальным каротажем и рассчитанным 3D кубом для обучающих скважин и для исключенных скважин
- создает таблицу со средним значением ошибки для каждой реализации
- использует эту таблицу в проекте Адаптации для выбора параметров, приводящих к минимальной ошибке



ML - Инверсия

Расчет ошибки между начальными кривыми и рассчитанным 3D кубом для обучающих скважин и для исключенных скважин

Исходная сейсмич. съемка: Seismic_crop

Параметры расчёта

Фильтр по обучающим скважинам: Inversion

Рассчитать ошибки на контрольных скважинах

Фильтр по контрольным скважинам: Inversion

Исп. больше кривых ГИС

Исп.	Кривая ГИС дл...	Выходной атрибут
1	F_DTP	F_DTP
2	GR	GR
3	F_PHIE	F_PHIE
4	NRHOV	NRHOV
Пиш...		

Задание скважин и кривых для обучения

	Начальное значение	Мин. значение	Макс. значение	Тип	
NEUR	2	2	4	integer	Discrete (2, 4)
NEURNUM	27	20	45	integer	Discrete (20, 45)
COEFFREG	0.0001	1e-06	0.001	real	Discrete (0.000001:33.33333333333333)
VERT_RES	11	2	15	integer	Discrete (2, 15)
THIN	3	1	3	integer	Discrete (1, 3)

Задание переменных

Инверсия дает только положительные значения

Число скрытых слоев: Neur = 3

Число нейронов в скрытом слое: NeurNum = 20

Макс. число итераций: 2000

Скорость обучения: 0.5

Найти ближайшее значение кривой ГИС

Случайное число: 0

Коэффициент регуляризации: coeffreg = 0.0001

Исп. подход конечных разностей

Половинный размер подкуба по вертикали: Vert_res = 10

Половинный размер подкуба по инлайнам: 1

Половинный размер подкуба по кросслайнам: 1

Параметр прореживания: THIN = 3

Переменные задаются в

ML - Инверсия

Расчет ошибки между начальными кривыми и рассчитанным 3D кубом для обучающих скважин и для исключенных скважин

The image displays two screenshots of the 'Расчёты и Workflows' (Calculations and Workflows) software interface. The left screenshot shows a workflow tree with 12 steps. Step 10, 'Калькулятор [abs (@@NAME_INVERTED@ - ...)', is selected. The right screenshot shows the 'Калькулятор' (Calculator) dialog box for this step. The 'Результирующая кривая ГИС' (Resulting GCS Curve) is '@NAME_ERROR@' and the 'Опорная кривая ГИС' (Reference GCS Curve) is '@NAME_INVERTED@'. The 'Фильтр по скважинам' (Well Filter) is set to 'Excluded'. The formula entered is $abs(((@NAME_INVERTED@ - @NAME@) / \max(@NAME@)) * 100)$. The right screenshot also shows the 'Калькулятор' dialog box with the 'Фильтр по скважинам' (Well Filter) set to 'Inversion'.

ML - Инверсия

Расчет ошибки между начальными кривыми и рассчитанным 3D кубом для обучающих скважин и для исключенных скважин

The screenshot displays the 'Расчёты и Workflows' (Calculations and Workflows) window. On the left, a list of available calculations includes 'ML Сейсмическая инверсия' (ML Seismic Inversion) and 'Кривые ГИС по результату инверсии' (Well Curves by Inversion Result). A workflow is shown with steps 1 through 12, including 'Создать кривую ГИС по сейсмике 3D' (Create Well Curves from 3D Seismicity) and 'Калькулятор' (Calculator). The calculator window on the right shows the following configuration:

- Resulting Well Curve: @NAME_ERROR@
- Supporting Well Curve: @NAME_INVERTED@
- Well Curve Determination Region: Исп. обл. определения кривой ГИС
- Filter by Well: Inversion
- Grid Step: 0.1
- Interpolation Type: Линейная
- Supporting Curve Interpolation Type: Исп. тип интерполяции опорной кривой ГИС

The calculator formula is:
$$\text{abs} \left(\frac{(@NAME_INVERTED@ - @NAME@)}{\max(@NAME@)} * 100 \right)$$

Two green callout boxes provide additional context:

- One box points to step 7 of the workflow: 'Снимается кривая с 3D куба' (Curve is extracted from the 3D cube).
- Another box points to the calculator formula: 'Считается ошибка между исходными данными и прогнозом для обучающих скважин и для тестовых скважин' (Error is calculated between initial data and forecast for training wells and for test wells).

ML - Инверсия

Создание таблицы со средним значением ошибки для каждой реализации

The screenshot displays the 'Расчёты и Workflows' (Calculations and Workflows) window. On the left, a sidebar lists various calculation categories. The main workspace shows a workflow with 12 steps. Step 12, 'Создать таблицу по кривой ГИС' (Create table from GIC curve), is selected. The right-hand panel shows the configuration for this step, including a table with columns for 'Кривые ГИС' (GIC Curves), 'Тип статистики' (Statistic Type), and 'Весы' (Weights).

	Кривые ГИС	Тип статистики	Весы
1	F_DTP_inv_error_excluded	Среднеквад...	
2	F_DTP_inv_error	Среднеквад...	
3	GR_inv_error_excluded	Среднеквад...	
4	GR_inv_error	Среднеквад...	
5	F_PHIE_inv_error_excluded	Среднеквад...	
6	F_PHIE_inv_error	Среднеквад...	
7	NRHOB_inv_error_excluded	Среднеквад...	
8	NRHOB_inv_error	Среднеквад...	
Пишите или копируйте текст ...			

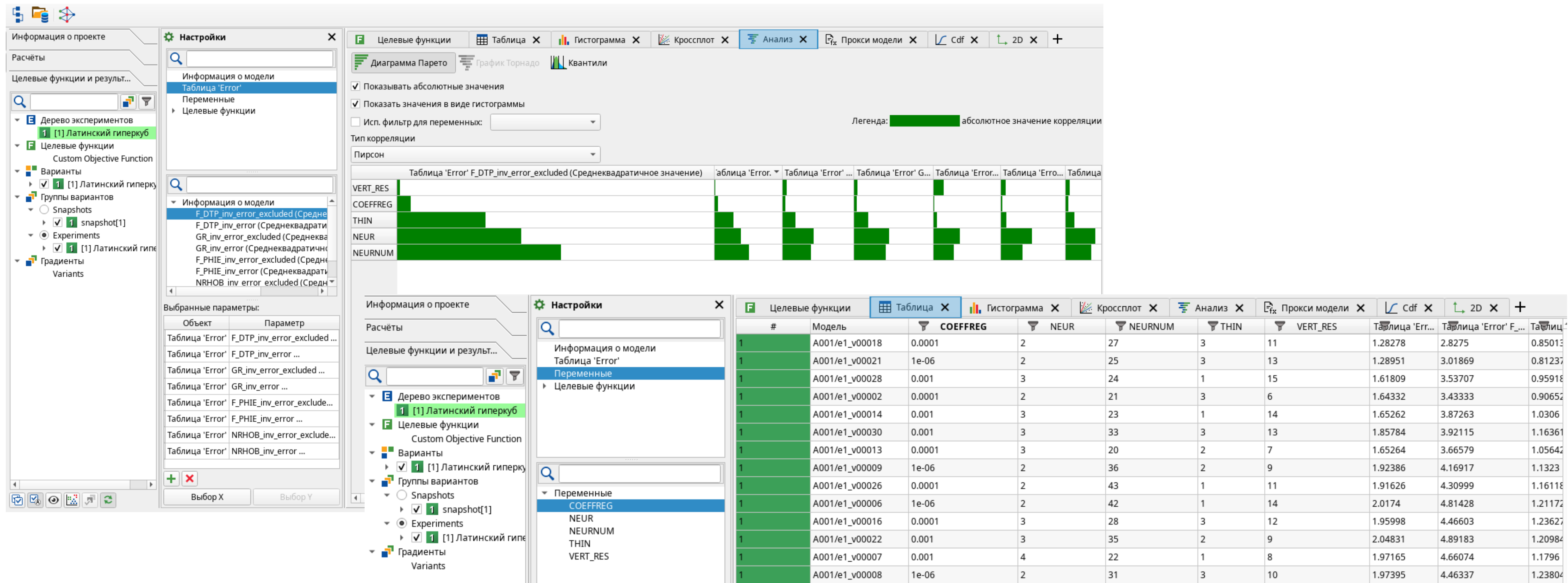
ML - Инверсия

Запускается проект Автоадаптации – Анализ чувствительности по таблице и переменным

- Переменные перебираются и для каждого набора переменных считаются ошибки
- Модуль Автоадаптации позволяет:
 - 1- Оценить вклад каждой переменной в результат ошибки
 - 2- Оценить с какими значениями переменных ошибки минимальные
 - 3- Использовать эти переменные в Workflow, чтобы посчитать кубы с наименьшей ошибкой

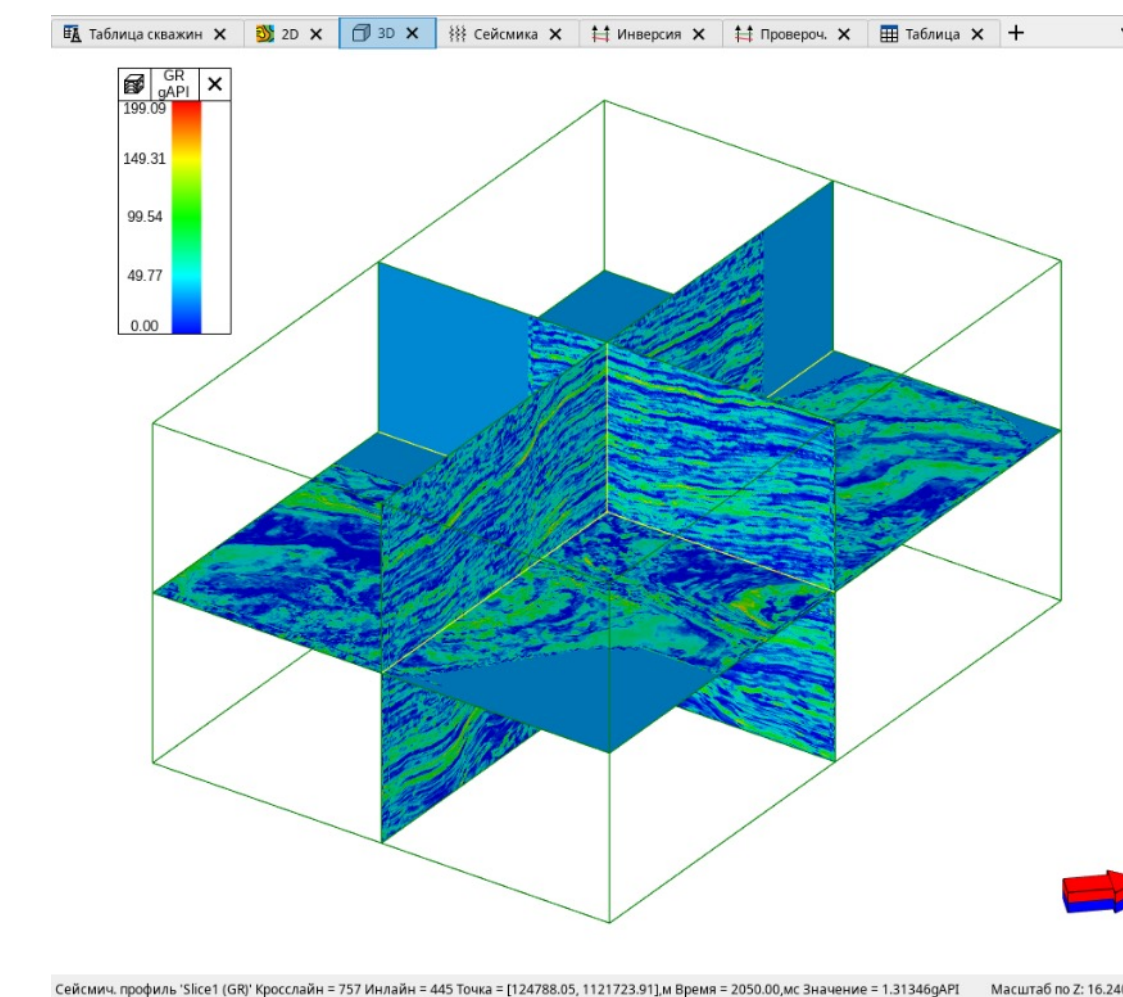
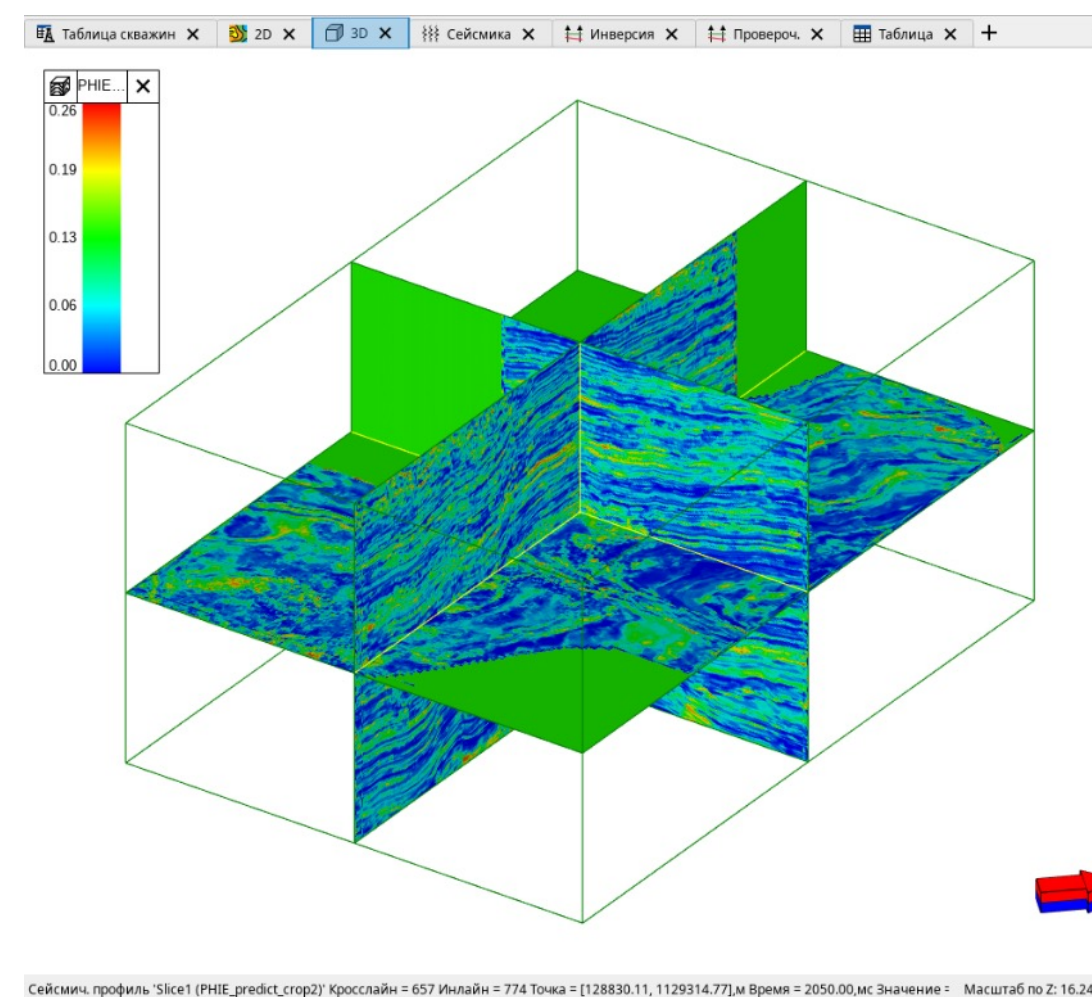
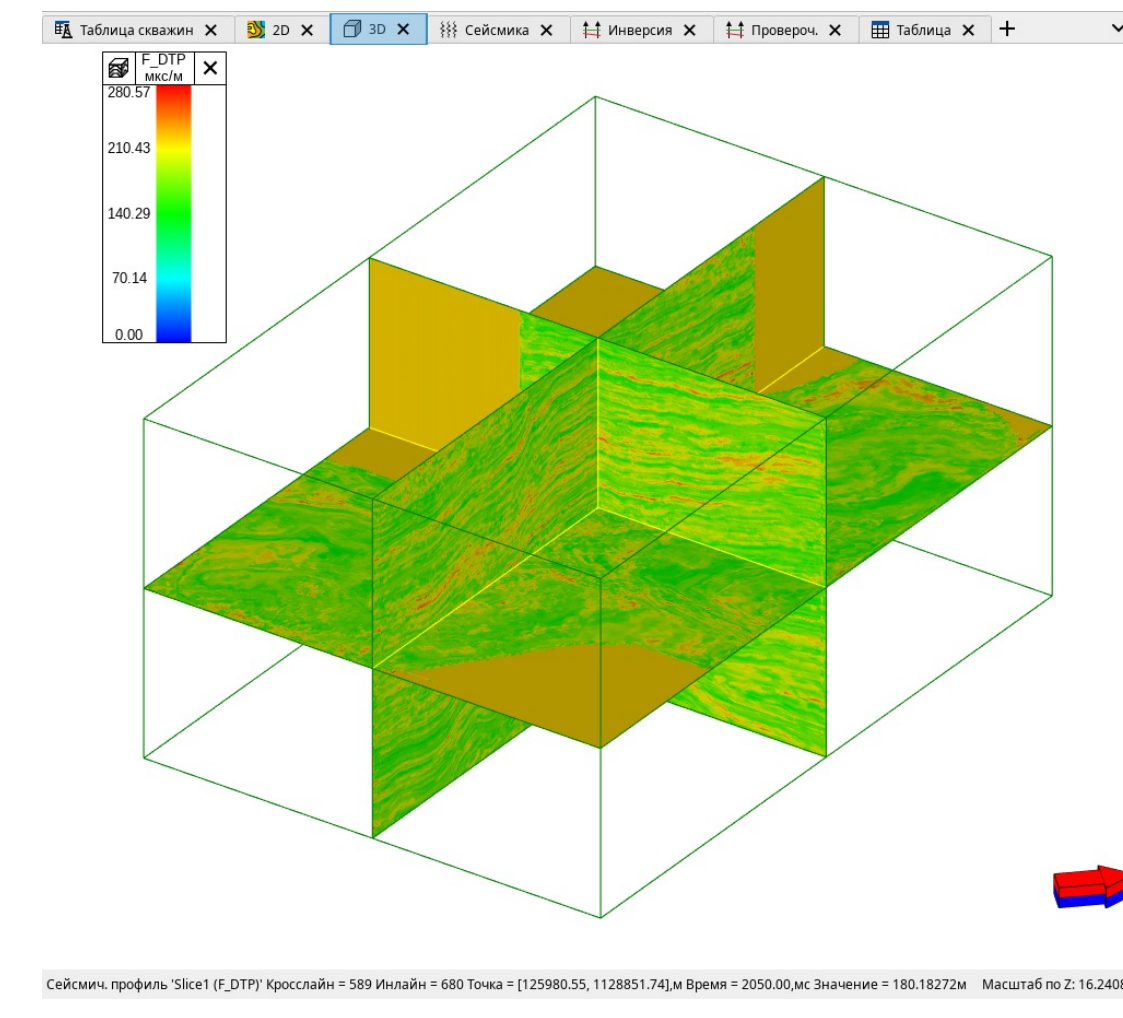
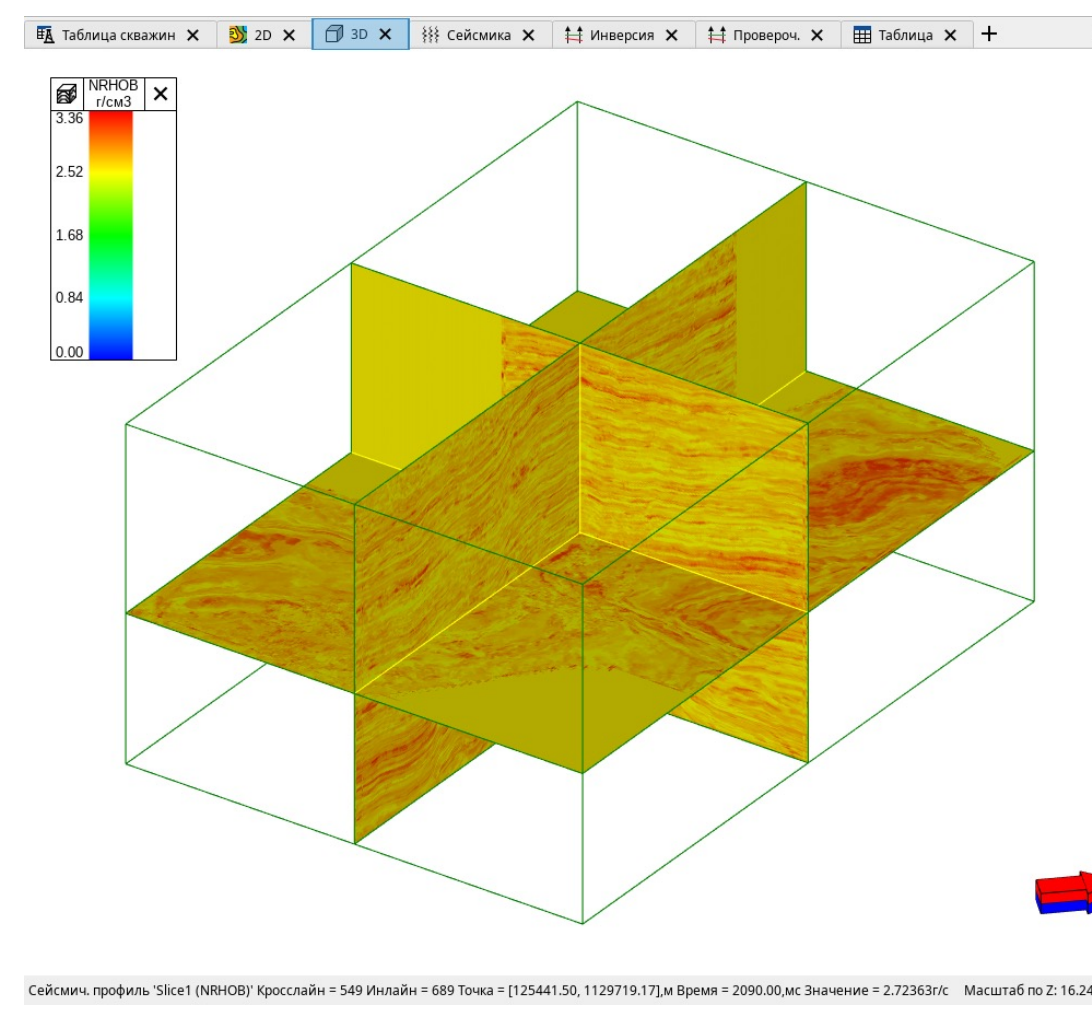
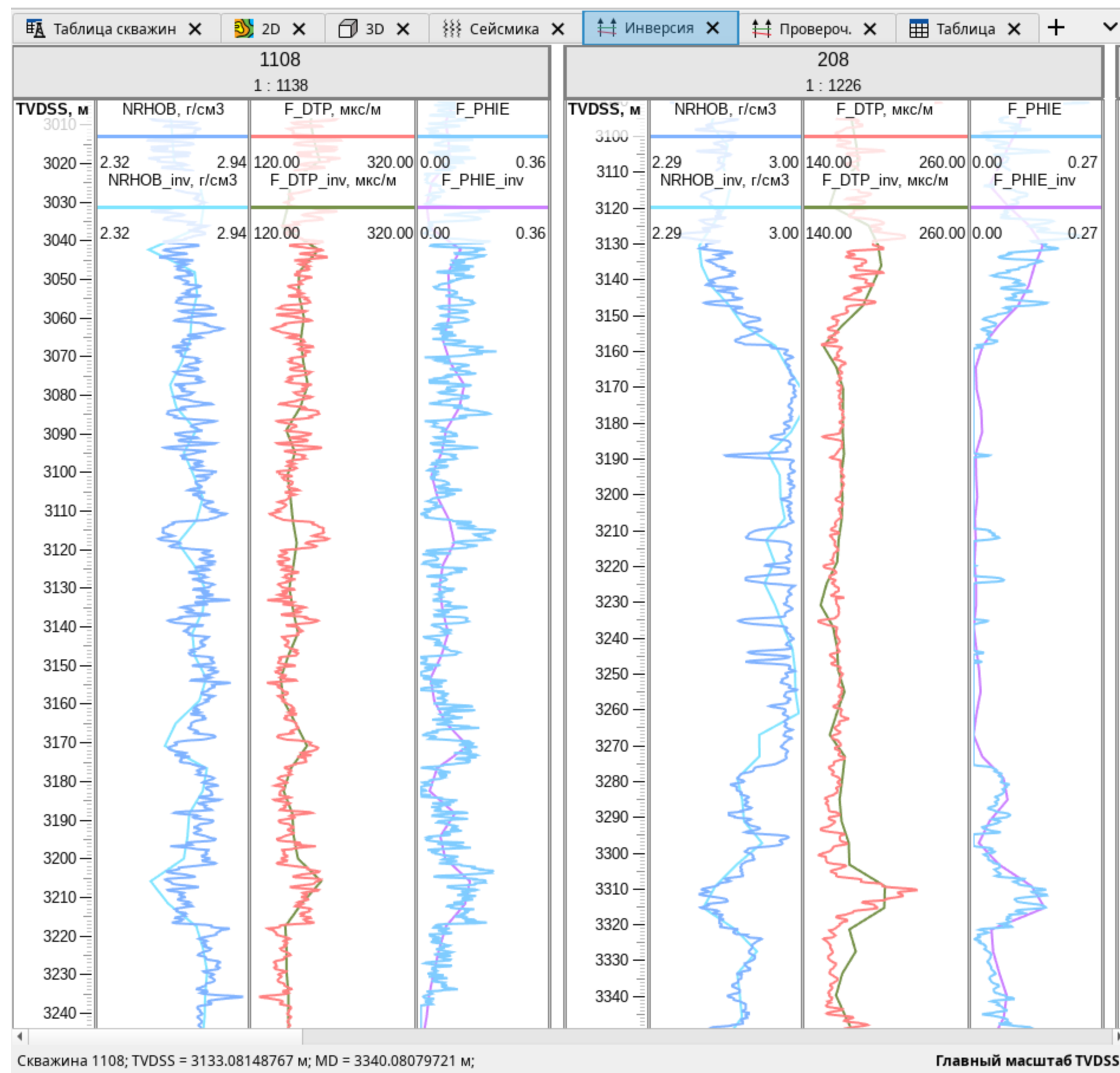
ML - Инверсия

Вклад переменных и минимальные значения ошибок – выбор наилучших значений параметров



ML - Инверсия

Запуск Workflow с новыми значениями параметров и расчет инверсии. Контроль качества результатов



Хотите узнать больше?

Описание функционала, учебные курсы и видеоуроки доступны на сайте:

www.rfdyn.ru

Остались вопросы?

Обратиться в техническую поддержку:

tnavigator@rfdyn.ru

