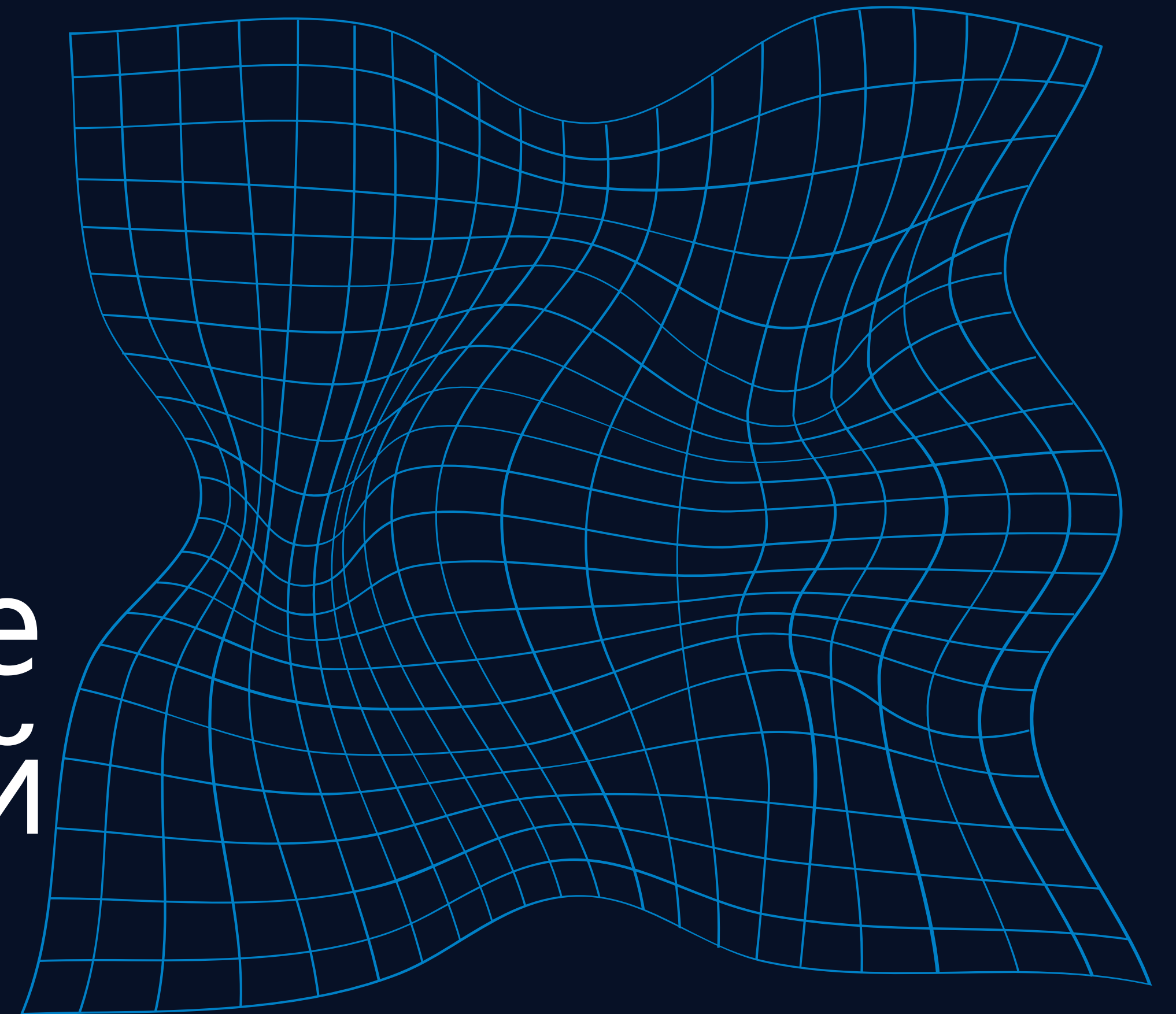


Локальное обновление геологических моделей



Содержание

01 Введение

02 Локальное
обновление
трехмерной сетки

03 Локальное
обновление
литологии и
петрофизических
свойств

04 Заключение

Локальное обновление 3D-модели

Варианты использования

- Незначительное уточнение пространственного положения скважин (например, внесение поправок в альтитуду)
- Уточнение интерпретации ГИС отдельных скважин
- Добавление в модель данных по одной или нескольким вновь пробуренным скважинам
- Корректировка при сопровождении бурения скважин
- Многовариантная оценка потенциального влияния планируемой скважины на параметры модели

Преимущества

- экономия времени
- сохранение неизменными областей модели, где нет новых или уточненных данных

Ограничения



















- Итоговая модель не в полной мере соответствует изначально закладываемым алгоритмам интерполяции
- Может быть нарушена геометрия трехмерной сетки (например, при локальном обновлении приразломных областей)
- Может быть нарушена непрерывность петрофизических свойств (зависит в первую очередь от изначально выбранного метода их распределения)

Необходимые модули

Проект Дизайнеры Моделирование Настройки Лицензия Помощь

Параллельность: Все ядра = 12 Использовать GPU

TNAVIGATOR

 Дизайнер Геологии Геологическое моделирование	 Дизайнер Моделей Создание, расчёт и анализ динамических моделей и интегрированных проектов	 Расчёт Расчёт моделей чёрной нефти, композиционных, термических и интегрированных
 Сейсмика Работа с сейсмическими данными	 PVT Дизайнер Работа с моделью флюида	 Результаты Расчёта Просмотр результатов расчёта моделей
 Геостиринг Сопровождение бурения	 Дизайнер ОФП Фильтрационные исследования	 Адаптация и Оптимизация Автоматизированная адаптация, оптимизация и анализ неопределённостей
 Дизайнер Скважин Модель скважины	 МатБаланс Анализ материального баланса	 Симулятор Трещин ГРП 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

Локальное обновление 3D-модели



Локальное обновление трехмерной сетки

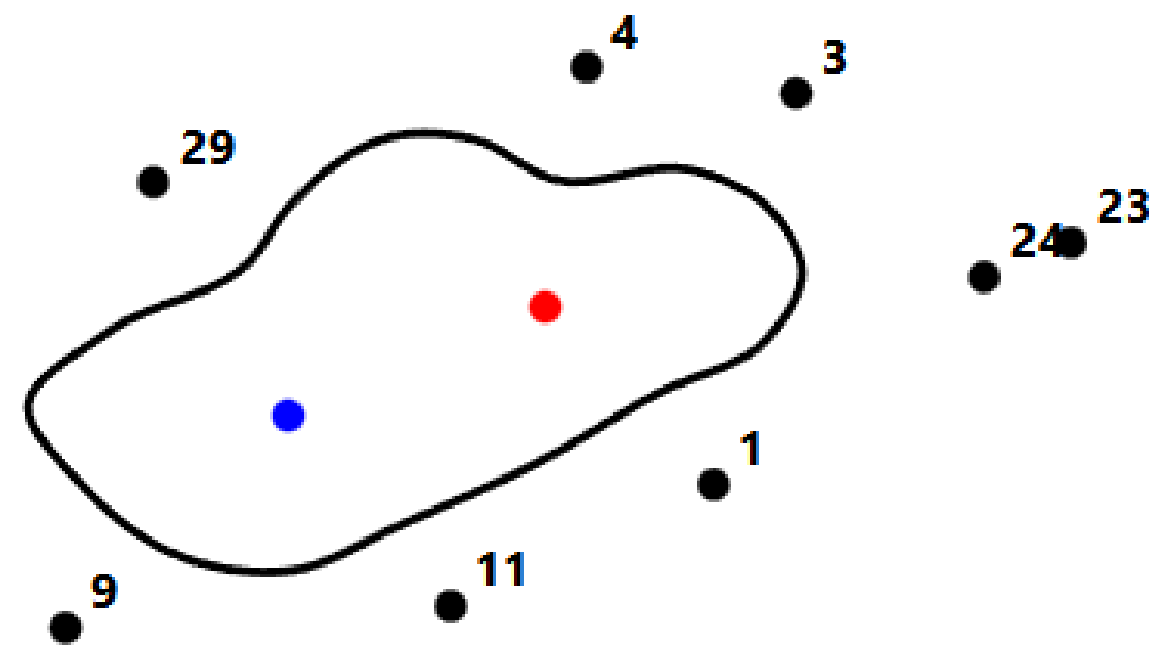
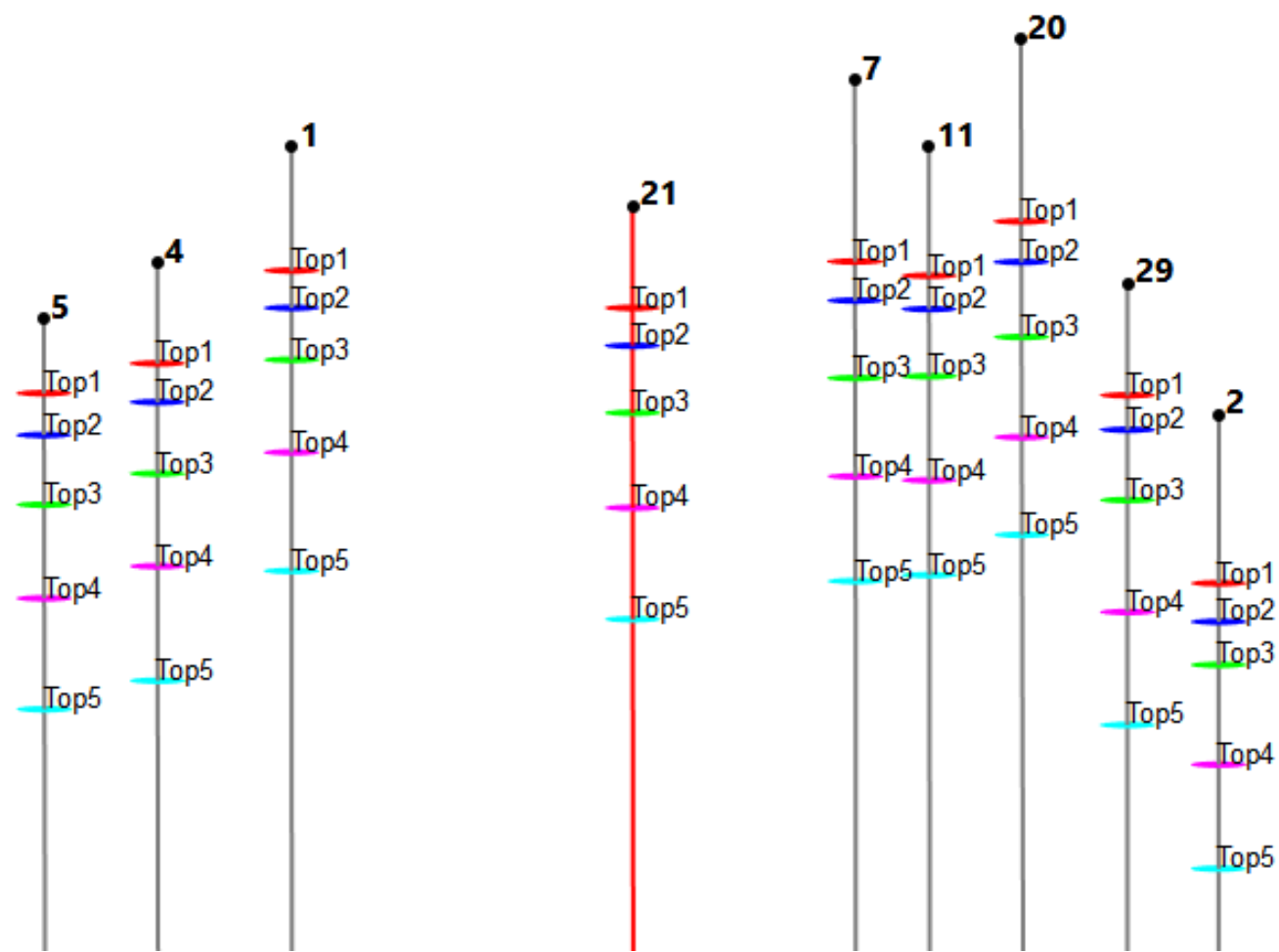
Обновление горизонтов с последующим перестроением сетки

Обновление горизонтов

Специальные расчеты для обновления горизонтов

Входные данные

- Маркеры
- Наборы точек
- Граничные многоугольники



Область изменений

- Окружности с заданным радиусом вокруг скважин
- Граничный контур изменяемой области
- Внутренний и внешний контур изменяемой области
- Без явного задания области

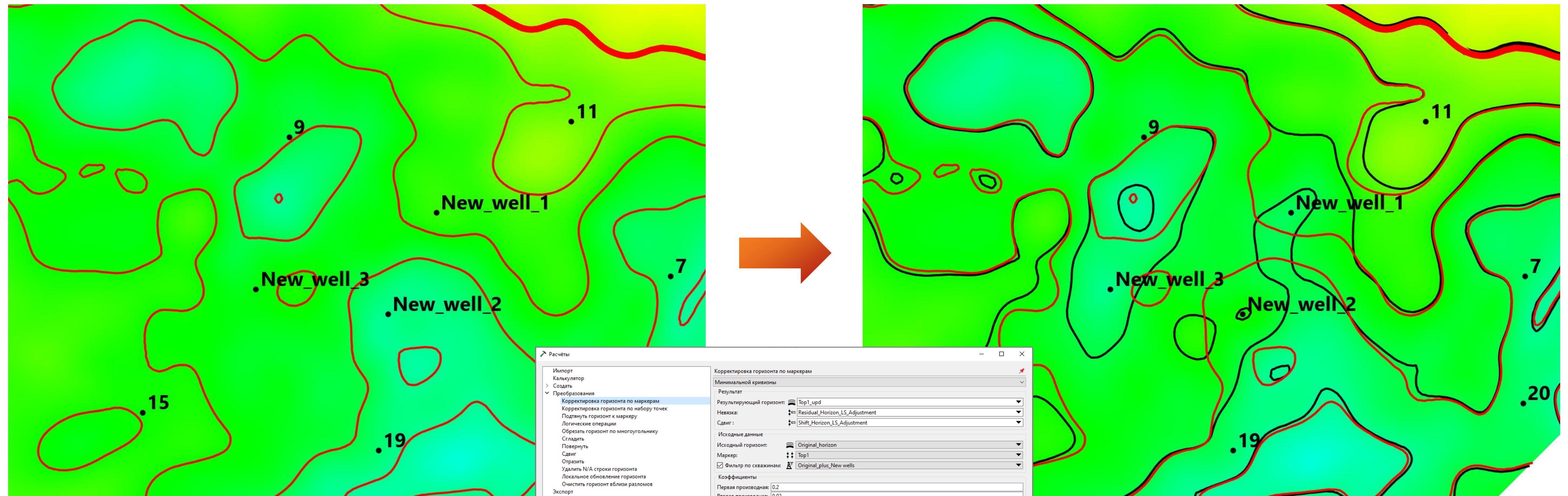
Расчеты для горизонтов

- **Корректировка горизонта по маркерам**
- **Корректировка горизонта по набору точек**
- **Подтянуть горизонт к маркеру**
- **Локальное обновление горизонта**

Корректировка горизонта по маркерам или точкам

Без явно заданного радиуса вокруг маркеров/точек

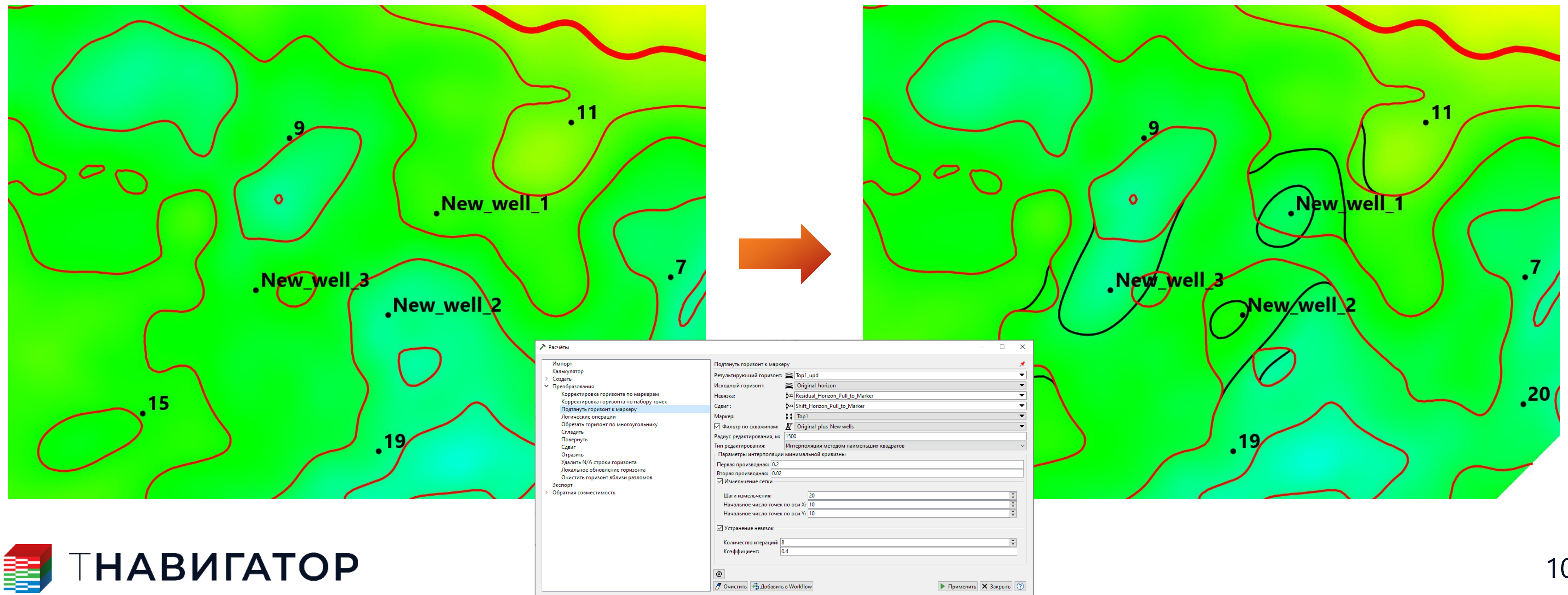
- Лучше всего подходит для «подсадки» всего горизонта
- Необходимо использовать маркеры/точки по всем имеющимся скважинам, чтобы избежать появления невязок по существующим скважинам
- Изолинии могут меняться по всему горизонту, а не только в областях, где есть новые данные



Корректировка горизонта по маркерам или точкам

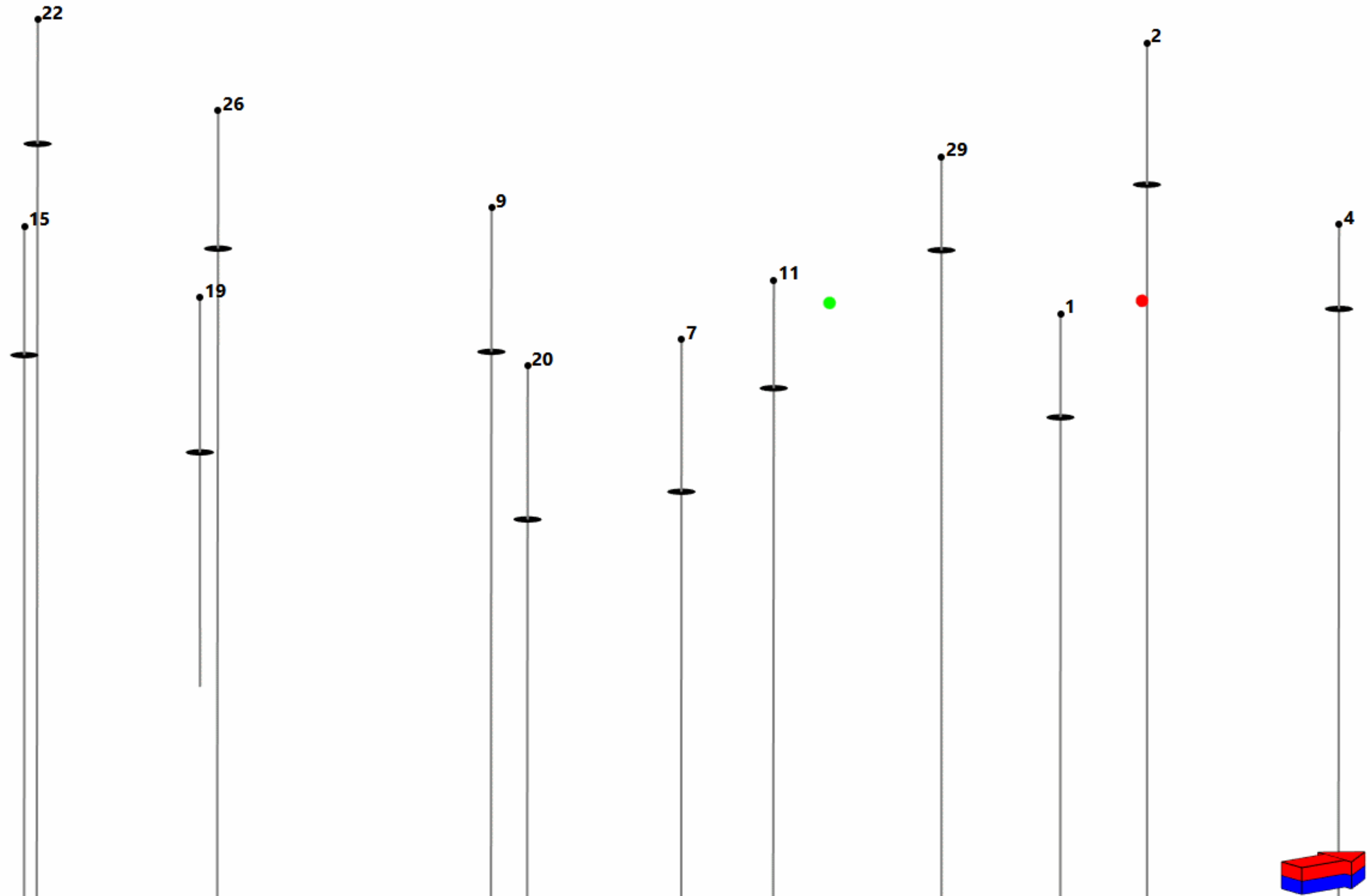
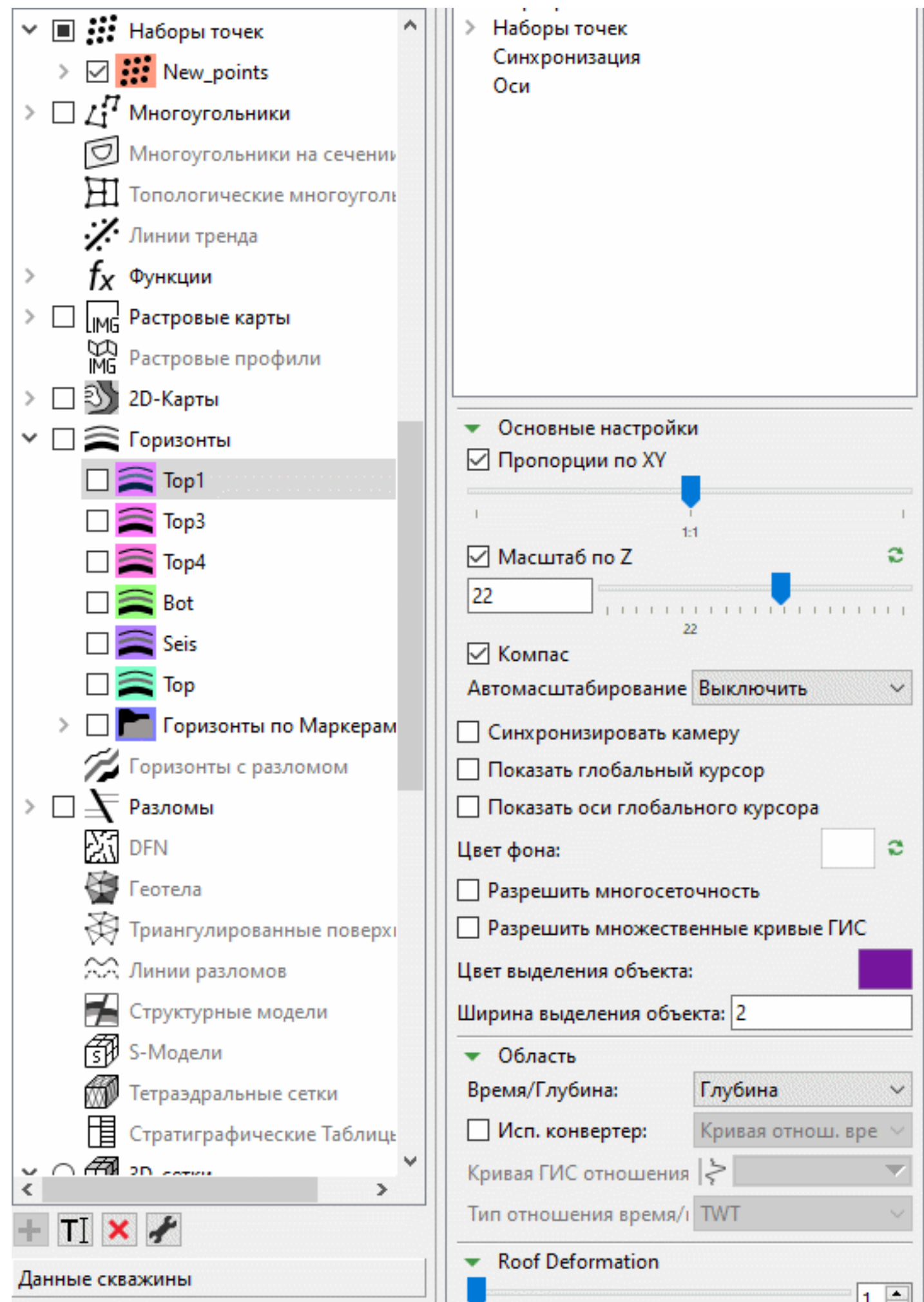
С указанием радиуса вокруг маркеров/точек

- Можно использовать как для локального обновления вокруг новых скважин, так и для «подсадки» всего горизонта
- Используются только те маркеры/точки, в районе которых необходимо обновить горизонт
- Изменения горизонта происходит только в пределах заданного радиуса вокруг скважин

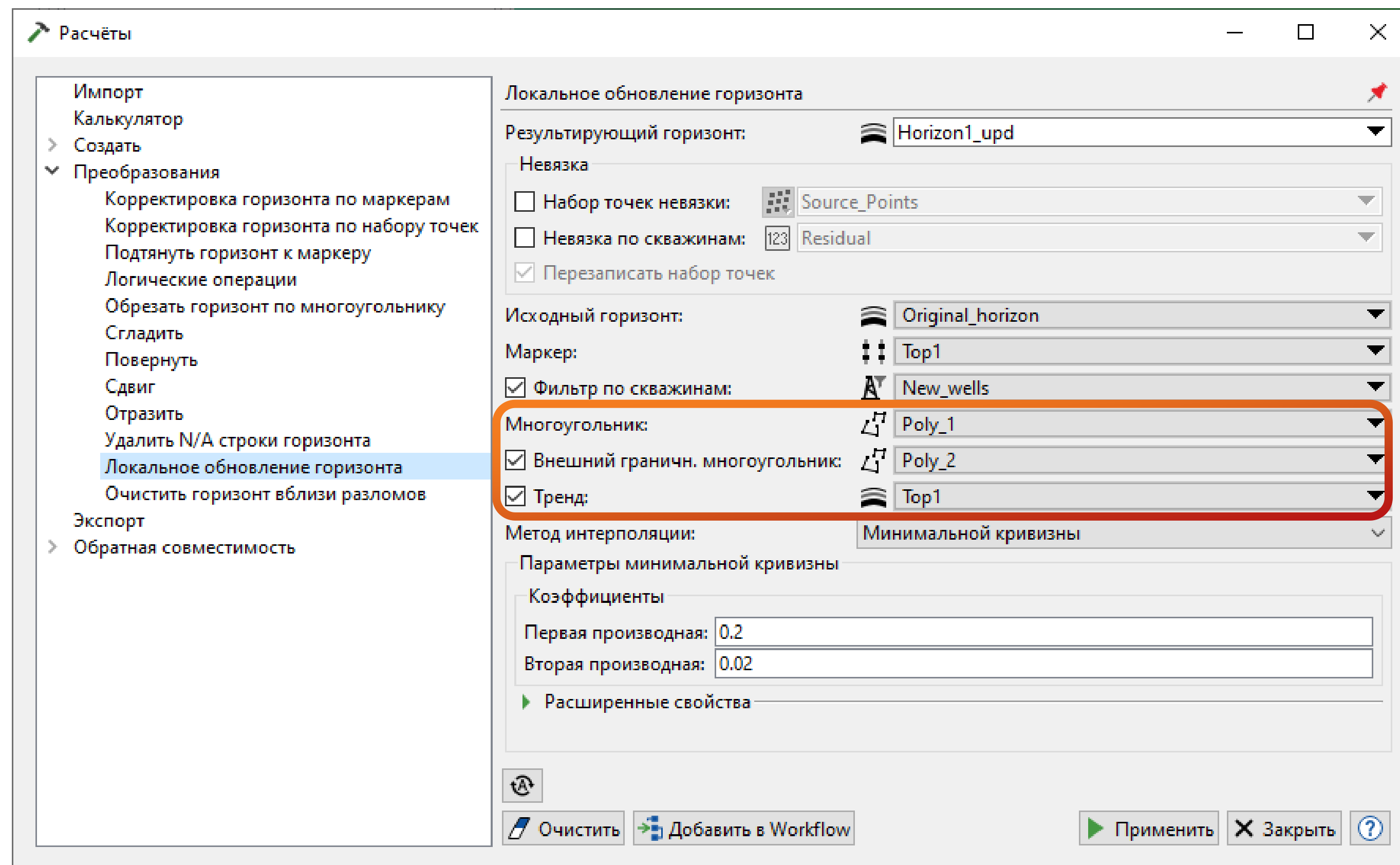


Корректировка горизонта по маркерам или точкам

Влияние радиуса

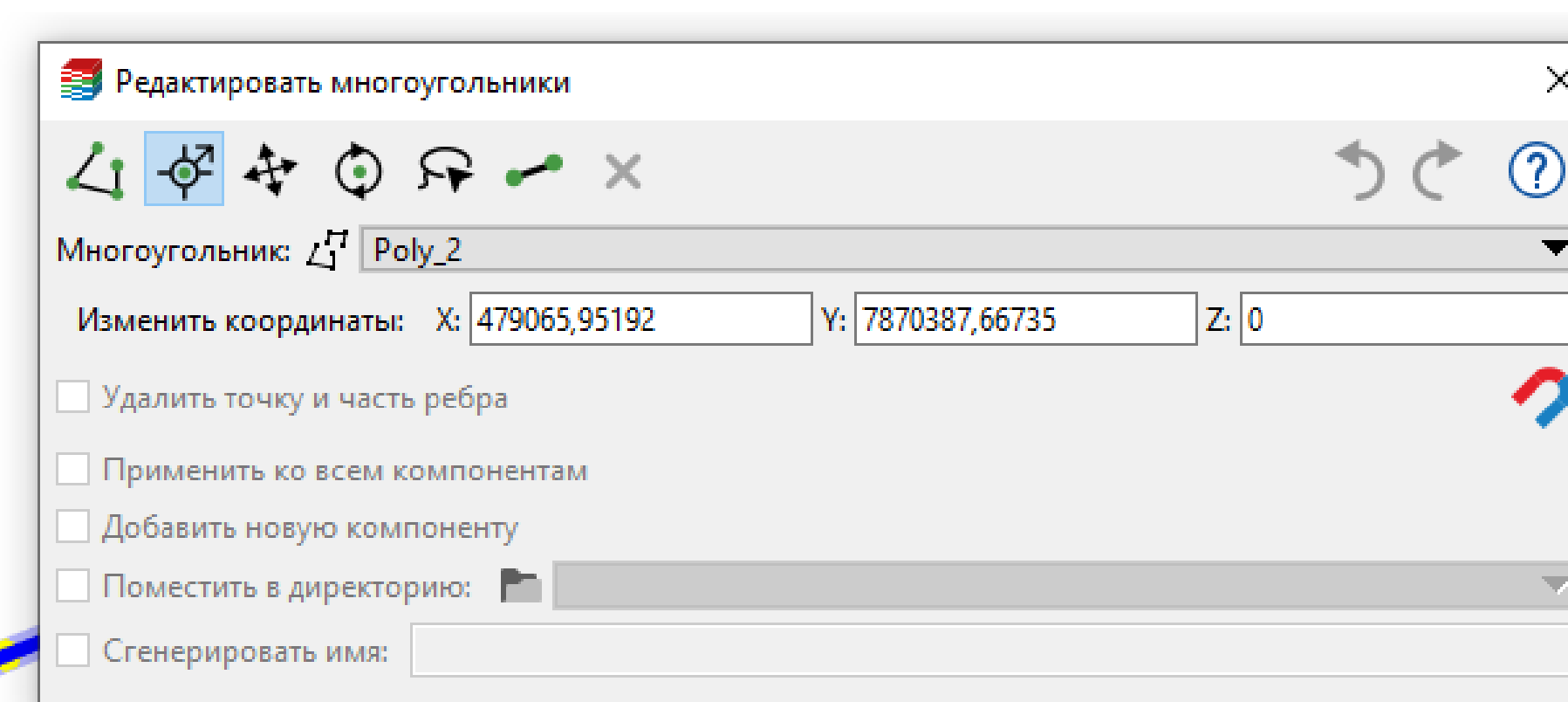


Локальное обновление горизонта



- Расчет предоставляет возможность указания границы локального обновления горизонта с помощью одного или двух полигонов
- При обновлении горизонта можно дополнительно использовать трендовую поверхность

- Полигоны могут быть отрисованы вручную в окне 2D с помощью специального инструмента

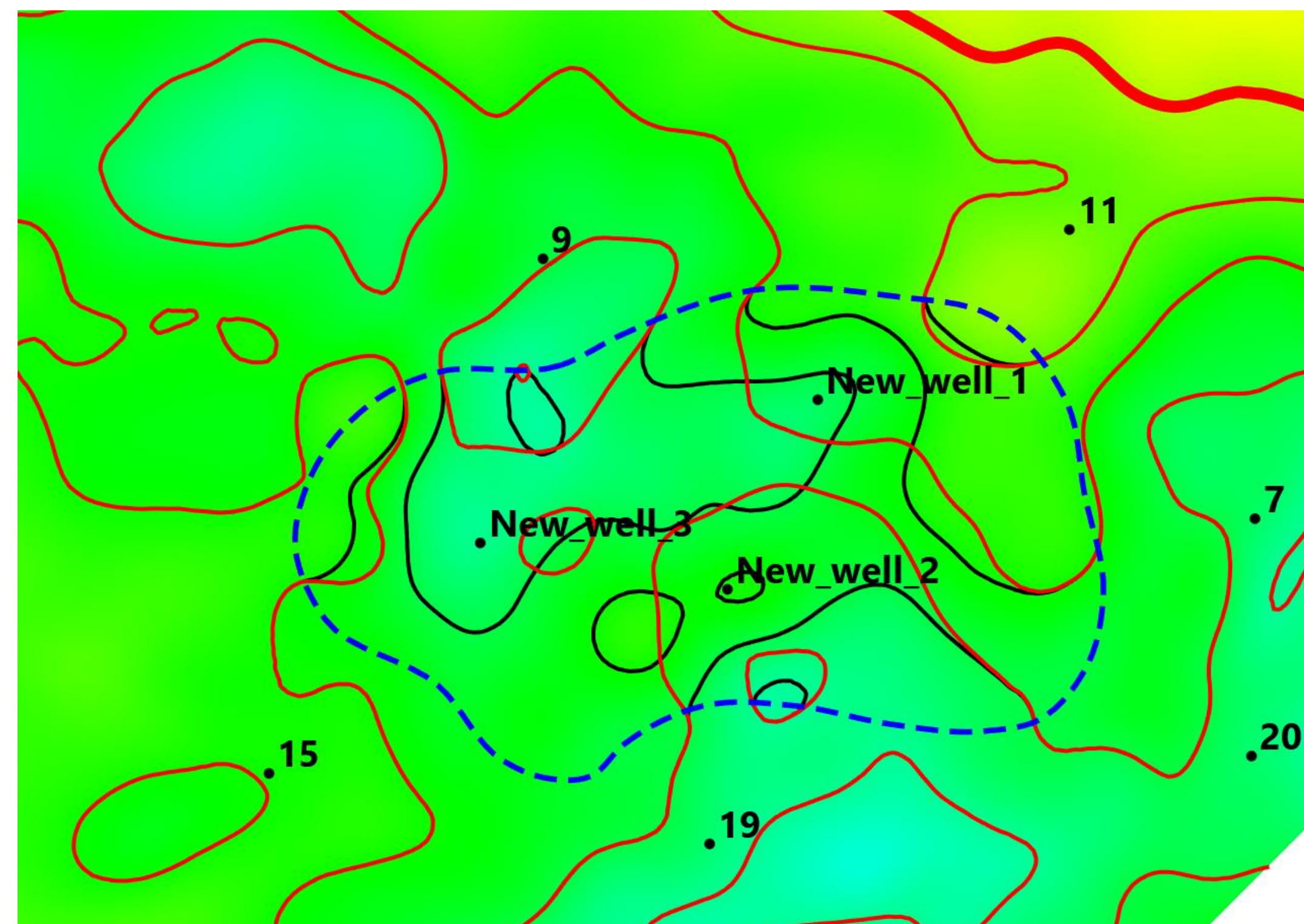
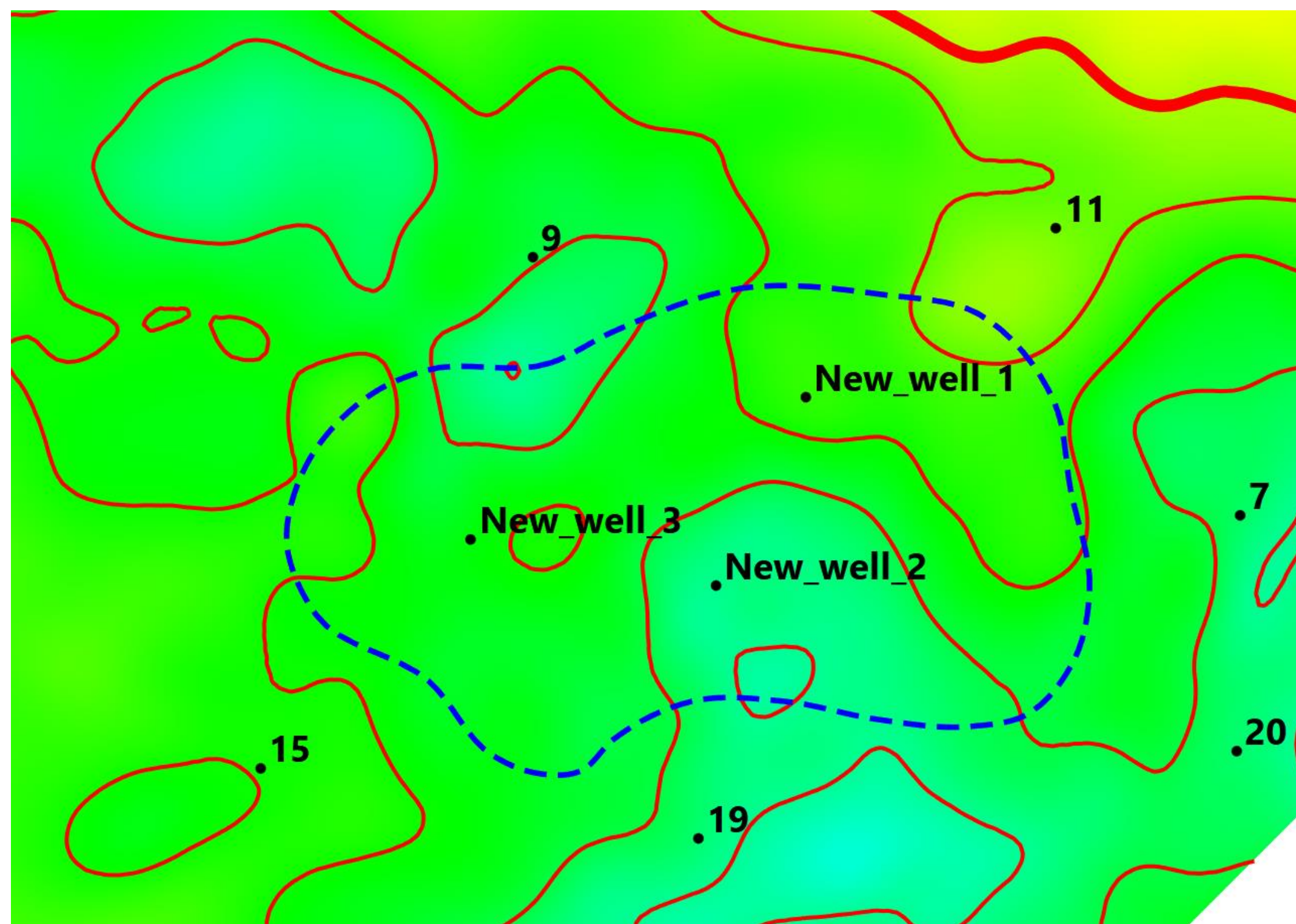


• New_well_1

Локальное обновление горизонта

Использование границы области изменения

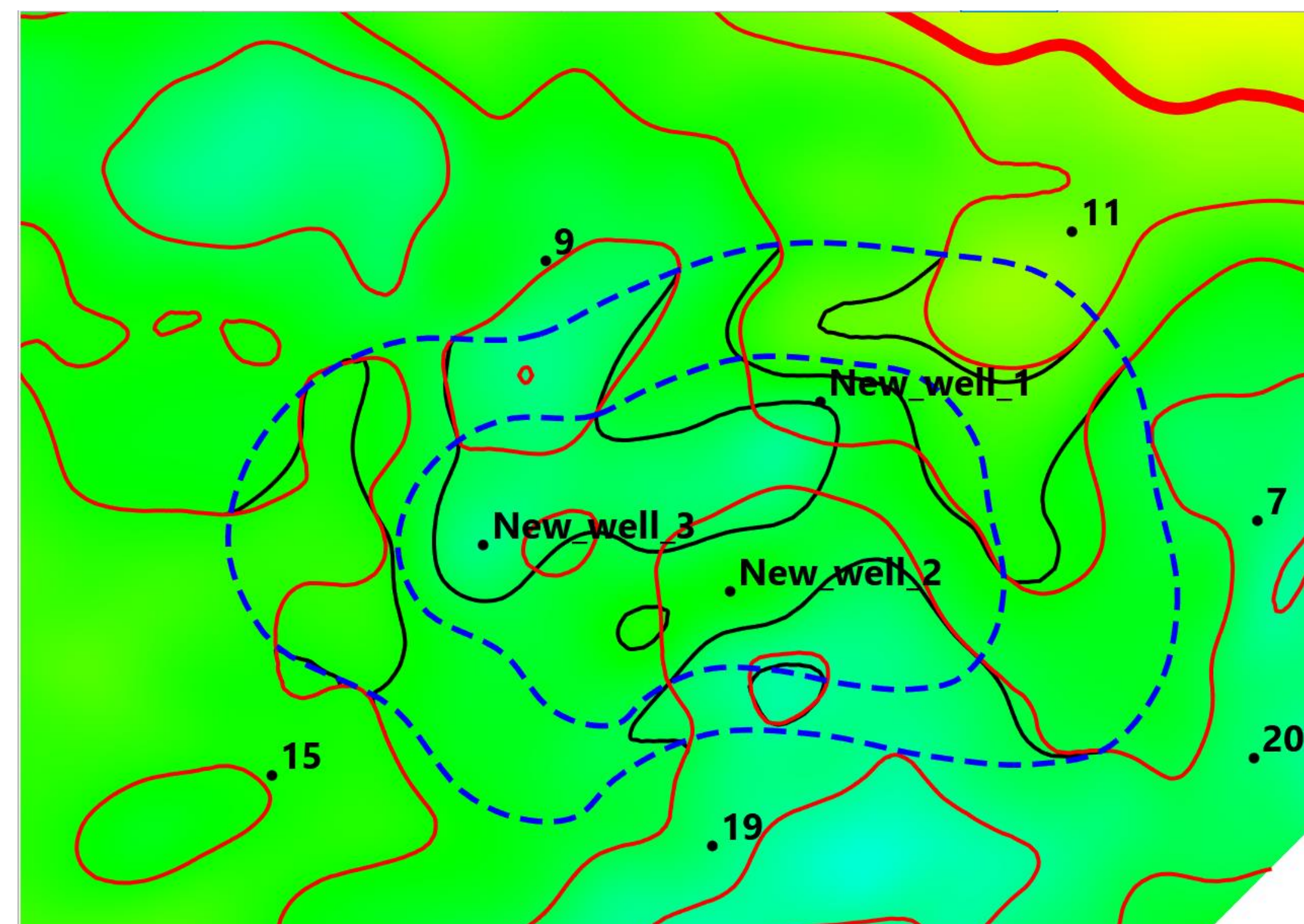
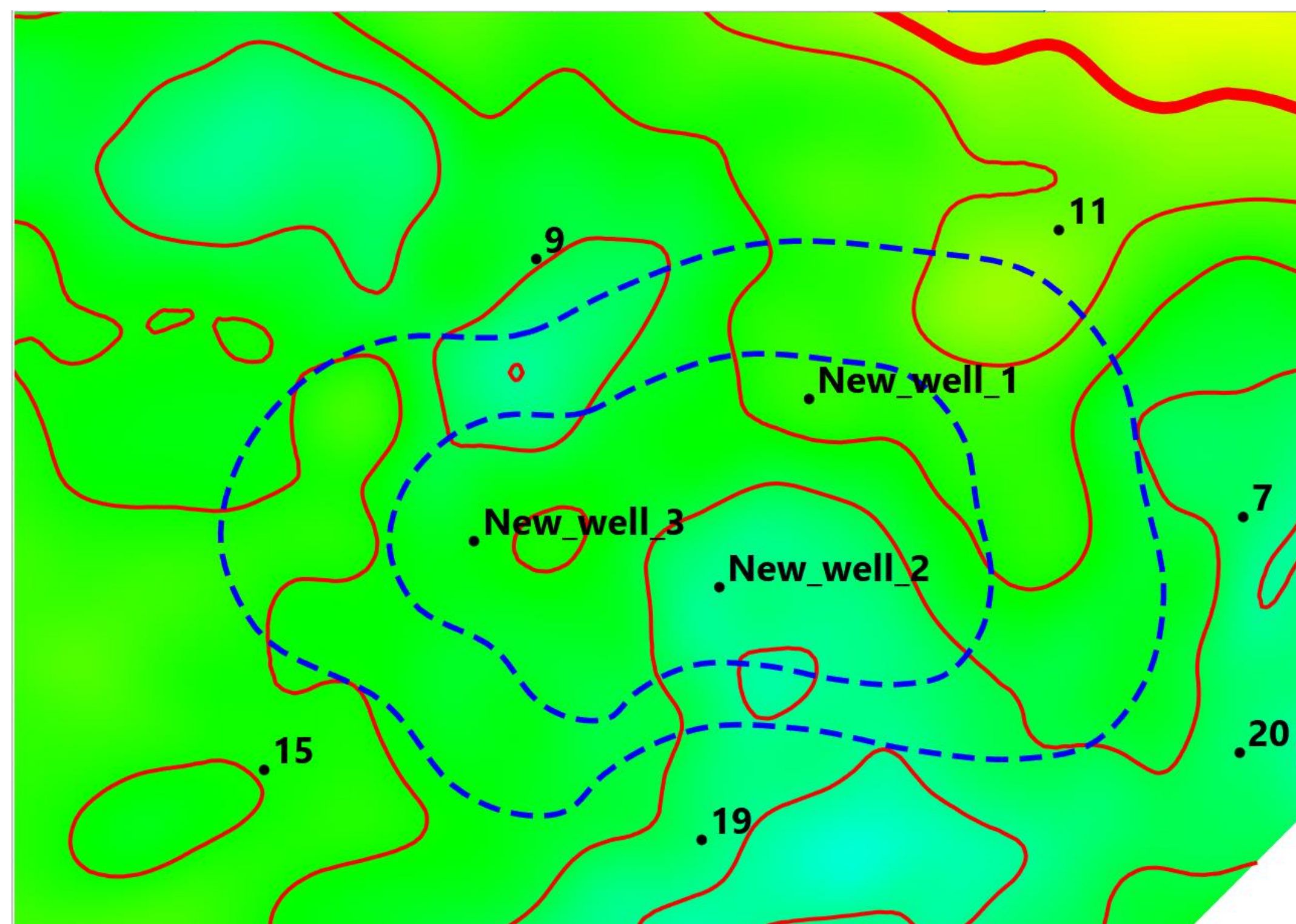
- Возможность задать контур области изменения
- Выполняется интерполяция между маркерами внутри заданной области и значениями обновляемого горизонта на границе этой области
- Горизонт перестраивается только внутри заданной области



Локальное обновление горизонта

Использование внешней и внутренней границы области изменения

- Возможность задания буферной зоны для более гладкого сращивания локально обновленной области горизонта с остальной его частью
- Сначала выполняется интерполяция только между маркерами в пределах внутреннего контура, после чего значения на границах буферной зоны интерполируются между собой, обеспечивая плавный переход между перестроенной областью и неизменной частью горизонта
- Изменение горизонта происходит в пределах внешнего контура



Использование Workflow

Обновление всех горизонтов сразу

The screenshot shows the 'Расчёты и Workflows' application interface. The main window displays a workflow configuration for 'Workflow1'. The workflow tree on the left shows two steps: '1' and '2'. Step 1 is selected, and its configuration is shown in the main area. The configuration includes a checked box for 'Цикл по таблице' (Table Loop) and a checked box for 'Корректировка горизонта по маркерам (Мин. кривизна)' (Adjust horizon by markers (Min. curvature)).

The 'Цикл по таблице' configuration panel shows a table with the following data:

Имя	HORIZON	MARKER
Тип	string	string
0	Top1_by_Marker	Top1
1	Top2_by_Marker	Top2
2	Top3_by_Marker	Top3
3	Top4_by_Marker	Top4
4	Top5_by_Marker	Top5
	Пишите или ...	

At the bottom of the table configuration panel, there are two buttons: '+ Добавить столбец' (Add column) and '+ Добавить строку' (Add row).

The bottom of the application window features a toolbar with the following buttons: 'Проверить' (Check), 'Отладка Workflow' (Workflow Debug), 'Запустить Workflow на Кластере' (Run Workflow on Cluster), 'Запуск workflow в изолированной среде' (Run workflow in isolated environment), 'Запустить Workflow' (Run Workflow), 'Закрыть' (Close), and 'Помощь' (Help).

- Цикл по таблице позволяет указать список маркеров и горизонтов, для которых требуется выполнить локальное обновление
- Горизонты и маркеры можно выделить и скопировать в дереве объектов (Ctrl + C), после чего вставить в соответствующий столбец таблицы

Использование Workflow

Обновление всех горизонтов сразу

Workflow1

Переменные модели
Python библиотеки

1
2

Цикл по таблице
Корректировка горизонта по маркерам (Мин. кривизна)

Корректировка горизонта по маркерам (Мин. кривизна)

Результат

Результирующий горизонт: @HORIZON@

Невязка: Residual_Horizon_LS_Adjustment

Сдвиг: Shift_Horizon_LS_Adjustment

Исходные данные

Исходный горизонт: @HORIZON@

Маркер: @MARKER@

Фильтр по скважинам:

- @HORIZON@
- @MARKER@
- Top1
- Top2
- Top3
- Top4
- Top5

Коэффициенты

Первая производная: 0.2

Вторая производная: 0.02

Устранение невязок

Количество итераций: 8

Коэффициент: 0.4

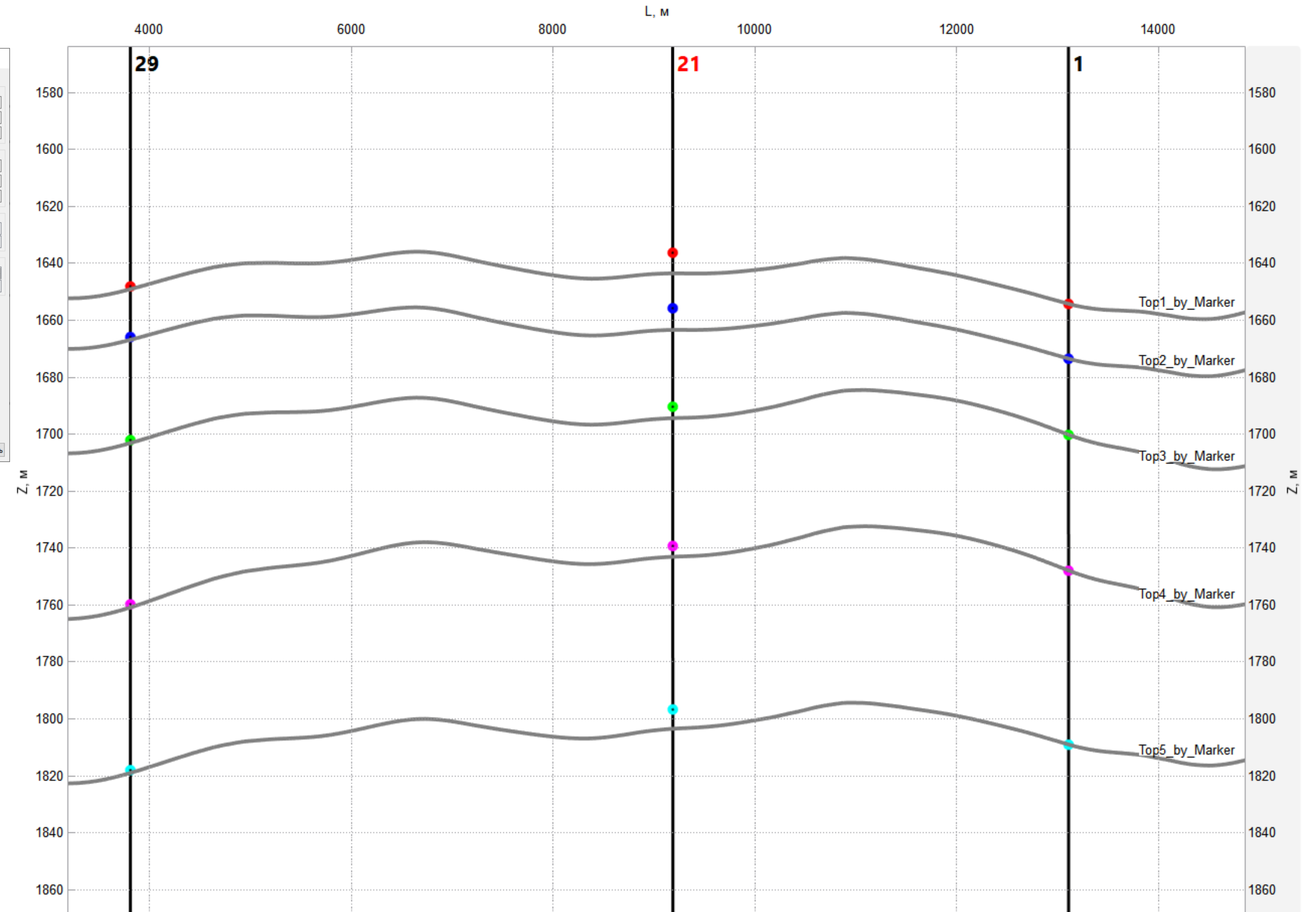
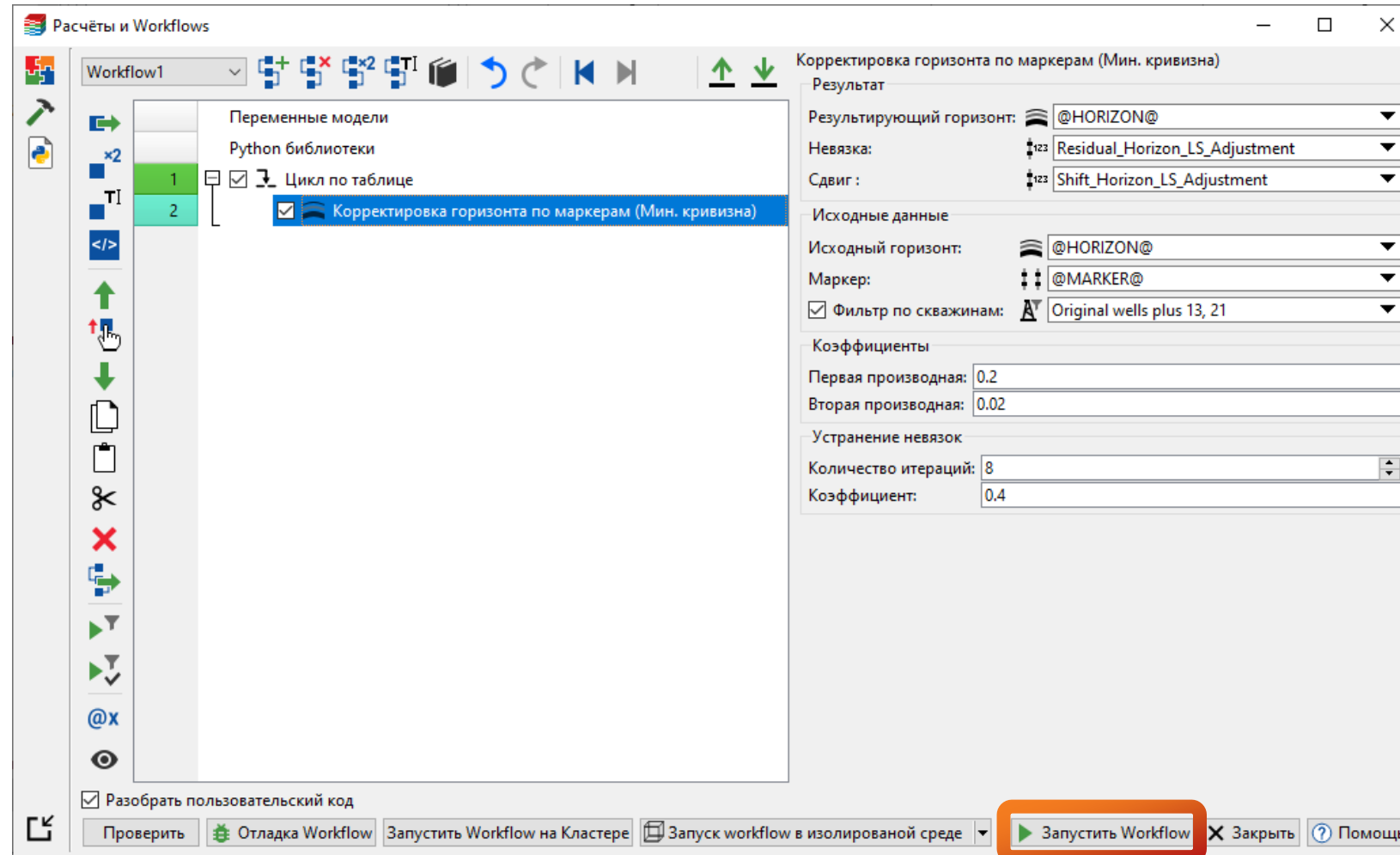
Разобрать пользовательский код

Проверить Отладка Workflow Запустить Workflow на Кластере Запуск workflow в изолированной среде Запустить Workflow Закрыть Помощь

- **Внутри Цикла по таблице необходимо вложить нужный расчет (один или несколько)**
- **В расчете заменить название горизонтов и маркеров на название переменной внутри @@**
- **Удобнее всего выбирать переменную в нужном поле из раскрывающегося списка**

Использование Workflow

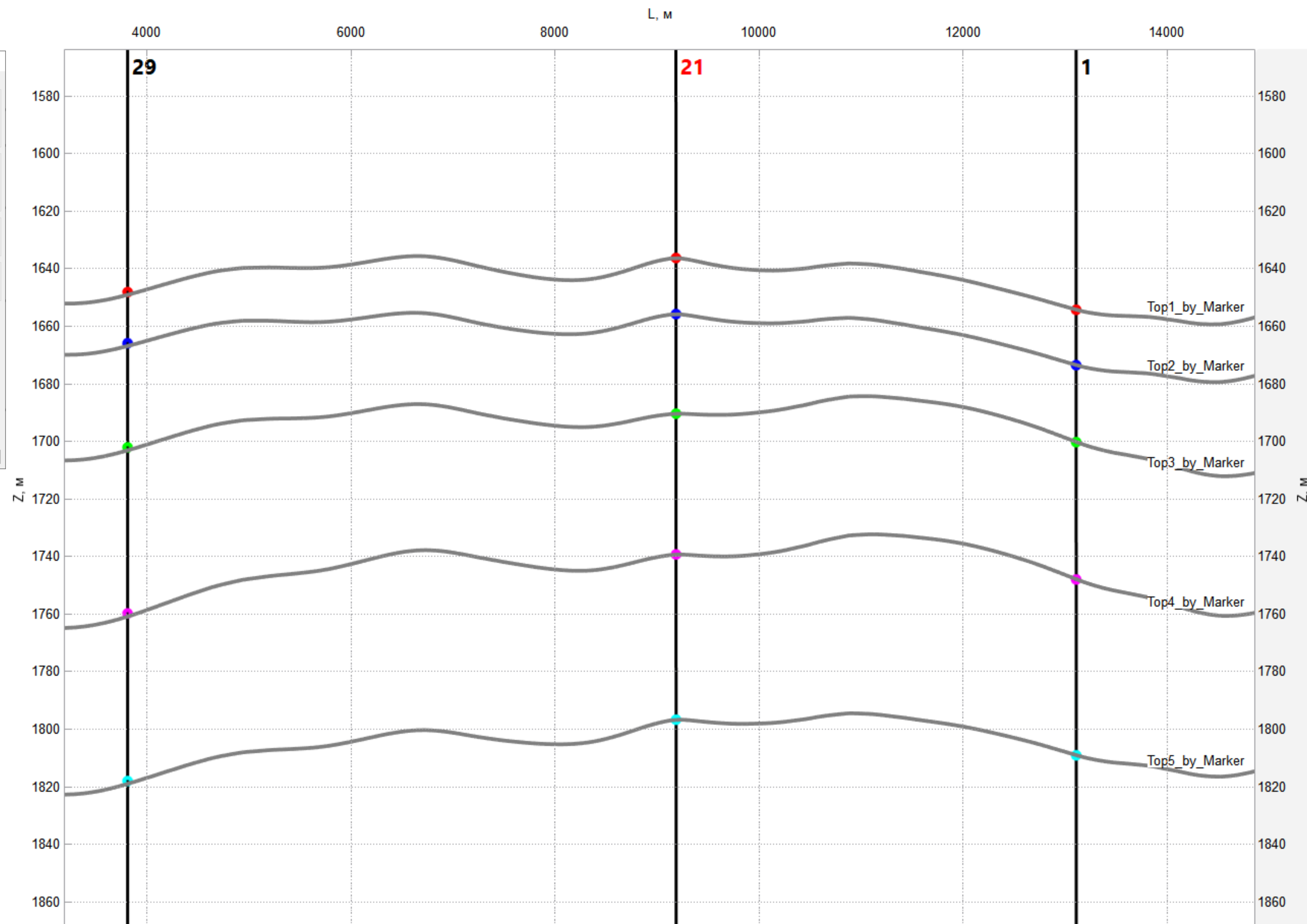
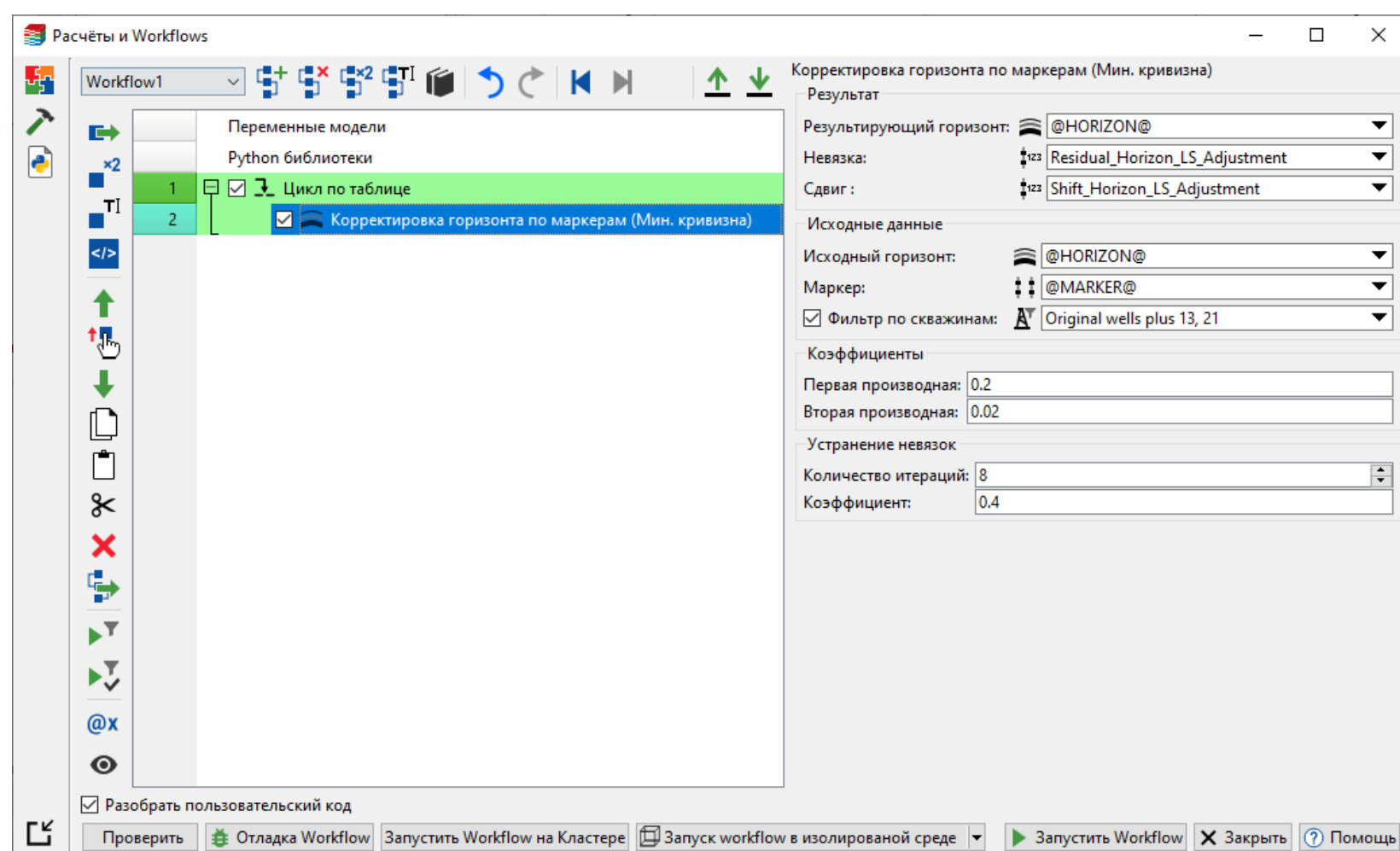
Обновление всех горизонтов сразу



- Одно из преимуществ Workflow в том, что можно менять расчет и его параметры сразу для нескольких объектов

Использование Workflow

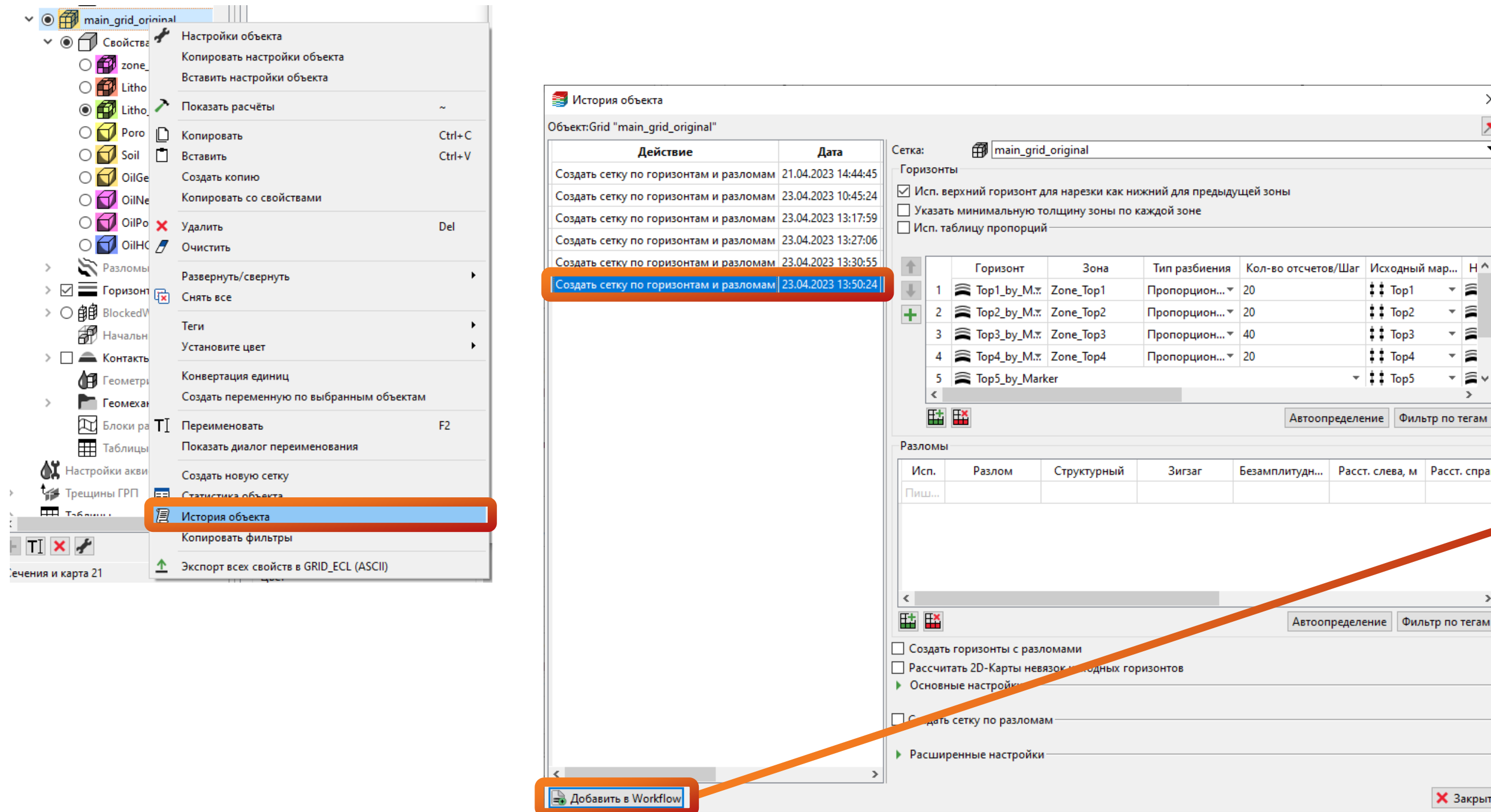
Обновление всех горизонтов сразу



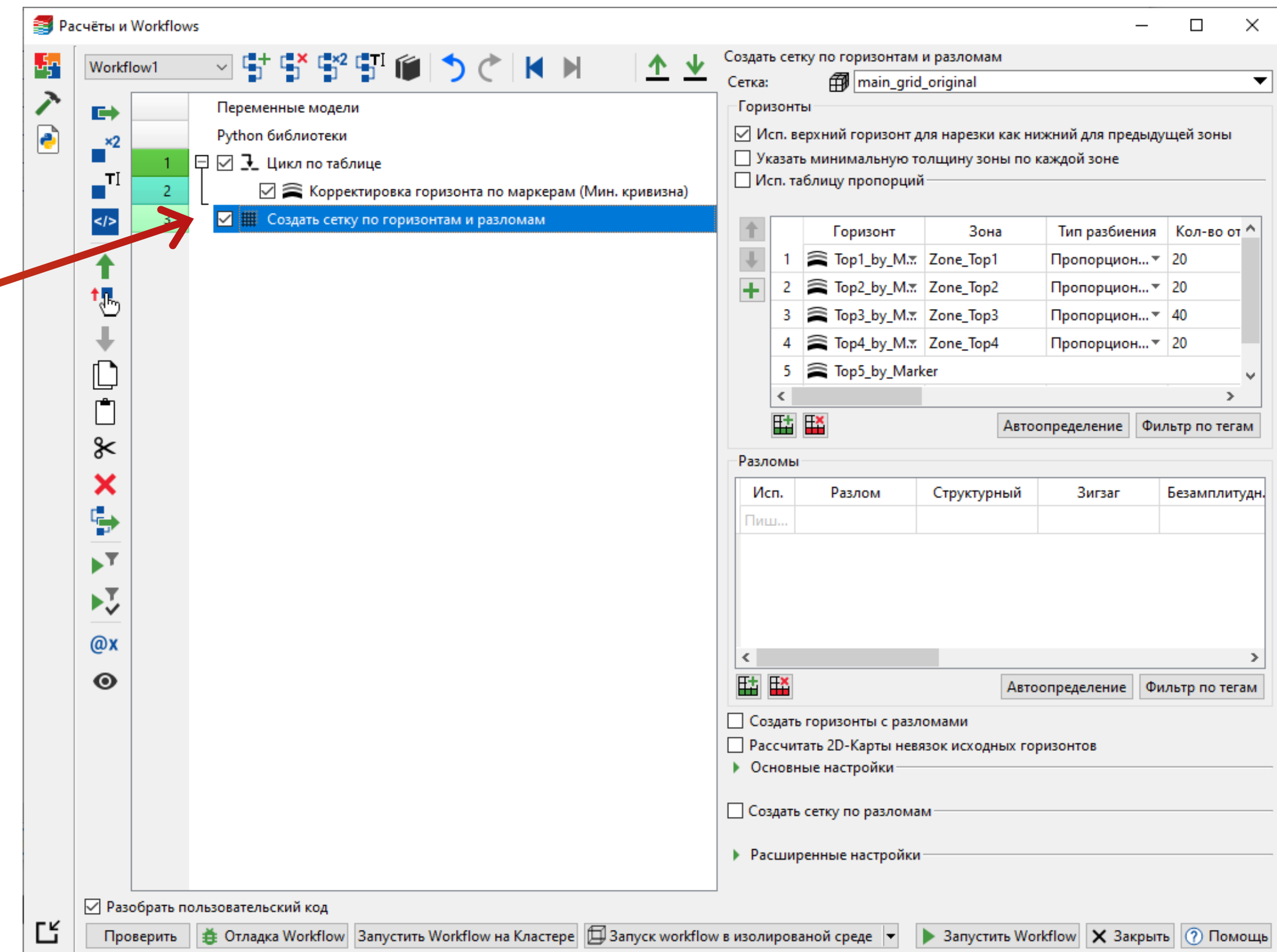
- **Один запуск Workflow позволит выполнить расчет сразу для всех горизонтов**

Перестроение сетки

По обновленным горизонтам



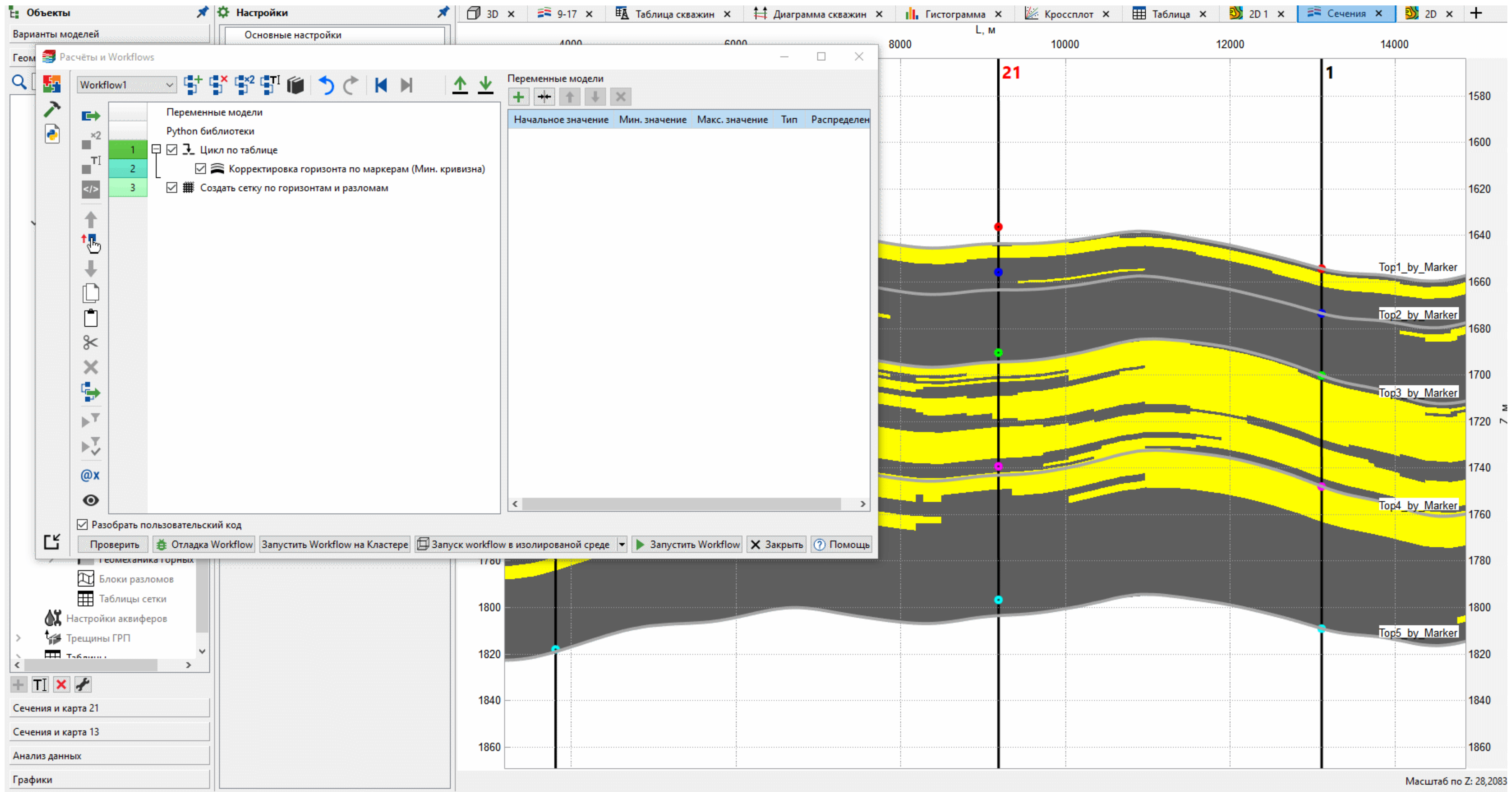
- При перестроении сетки с использованием обновленных горизонтов все свойства сохраняются, если геометрия сетки не менялась



- Можно добавить расчет создания сетки в Workflow из Истории объекта 3D-сетки. Тогда при запуске Workflow сетка обновится сразу после локального обновления горизонтов

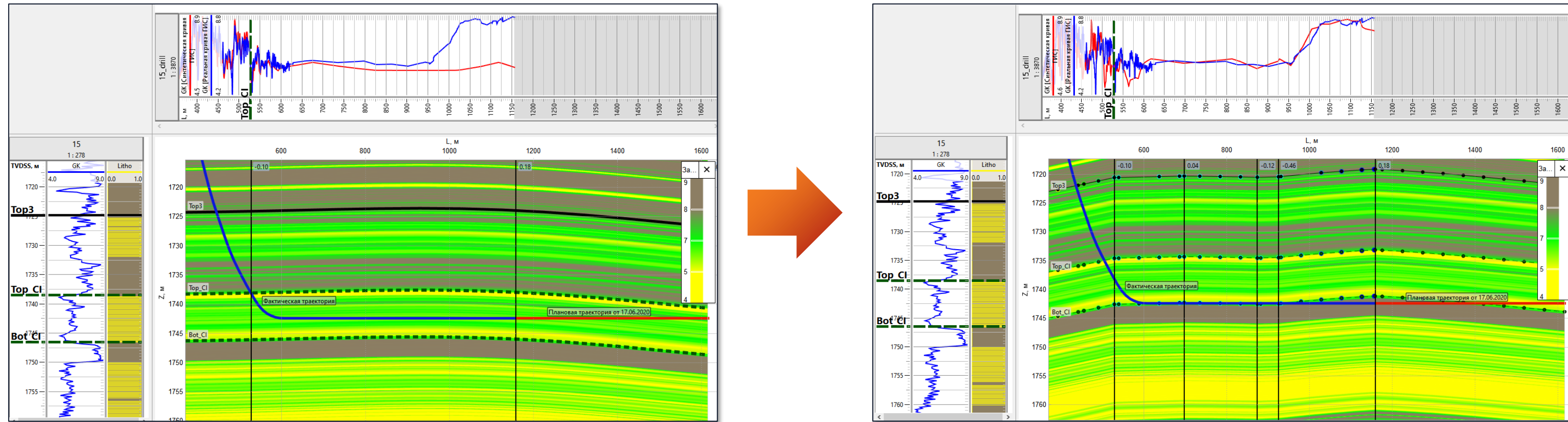
Перестроение сетки

По обновленным горизонтам



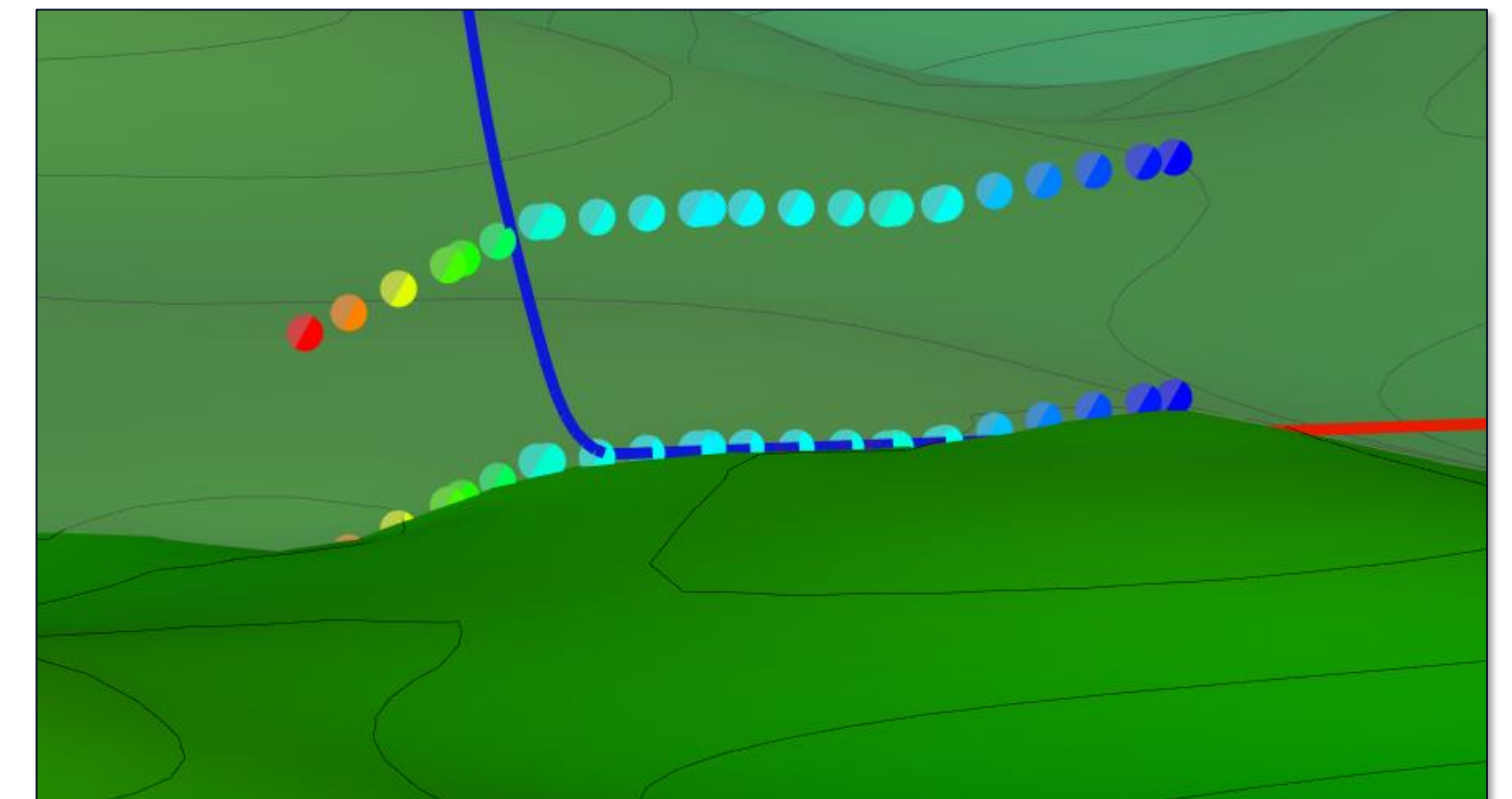
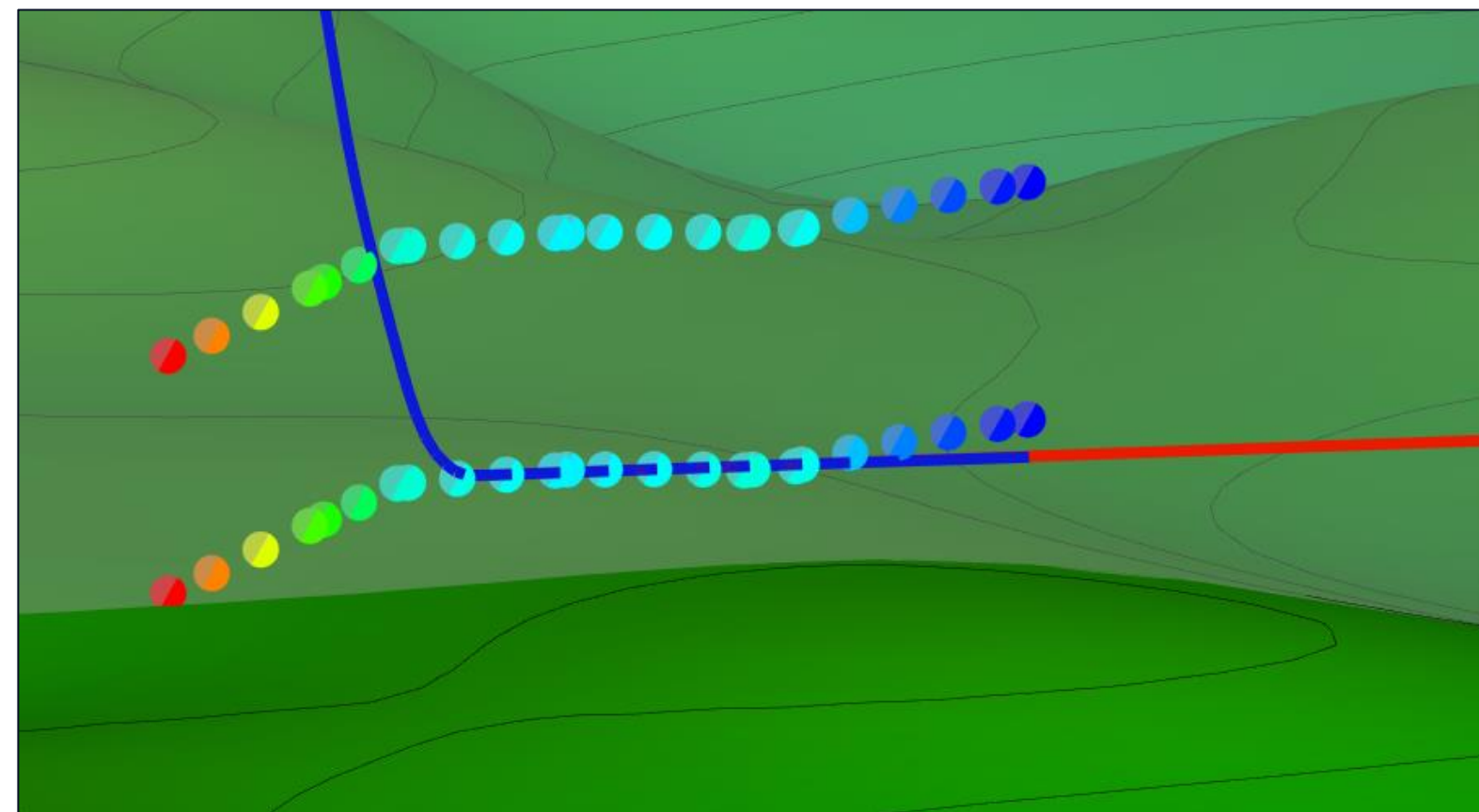
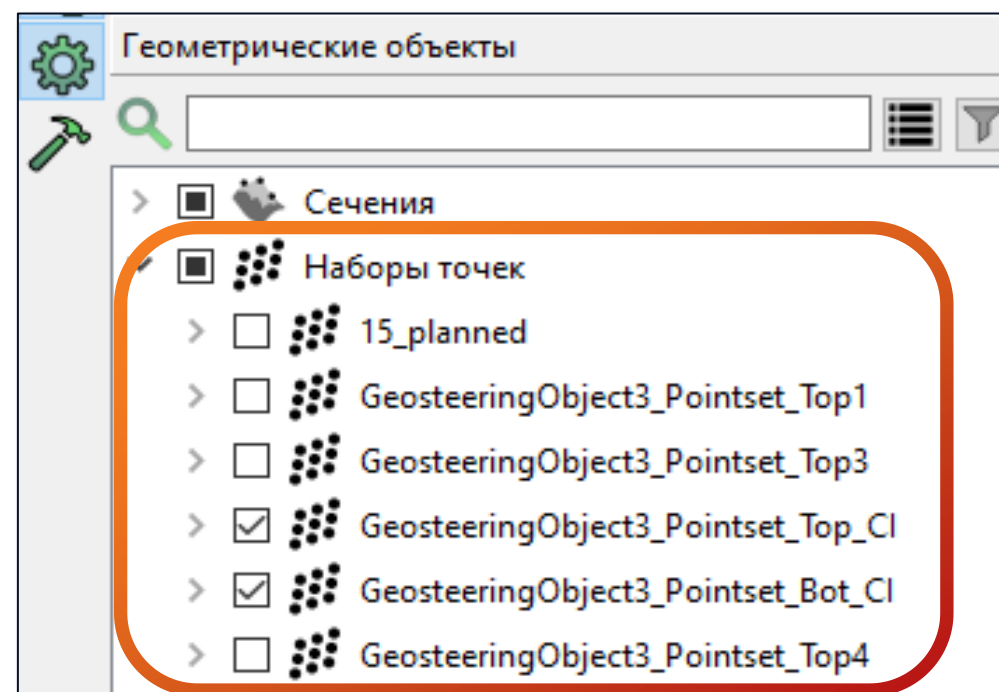
Обновление модели при геонавигации

Локальная корректировка модели по результатам бурения



- **Корректировки горизонтов, вносимые в процессе сопровождения бурения горизонтальной скважины, можно преобразовать в точки**
- **С учетом этих точек и маркеров по ГС можно перестроить горизонты, и на основе горизонтов перестроить трехмерную модель**
- **При необходимости можно учесть оперативную интерпретацию ГИС бурящейся скважины**

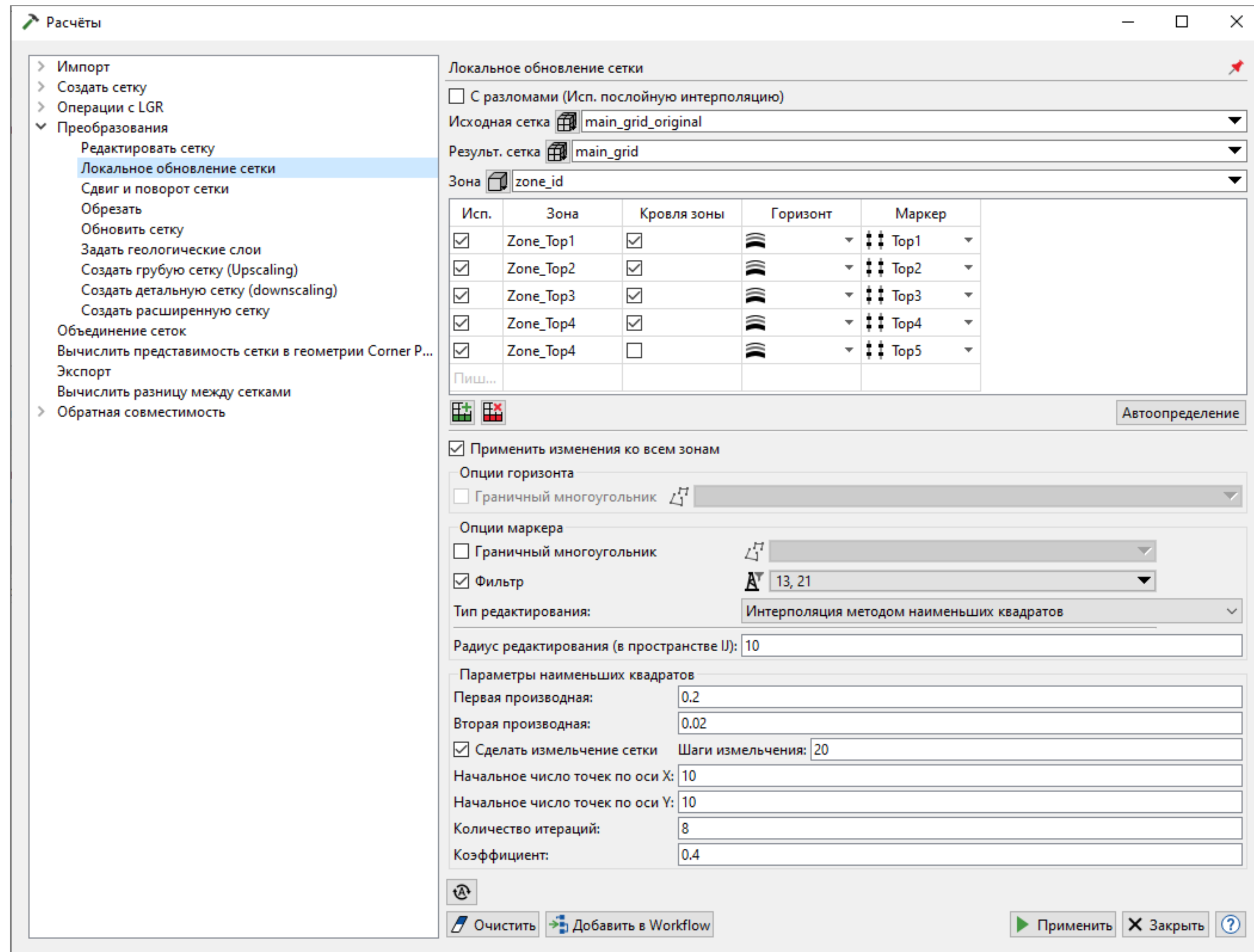
Перестроение модели происходит по одному нажатию кнопки запуска Workflow



Локальное обновление трехмерной сетки

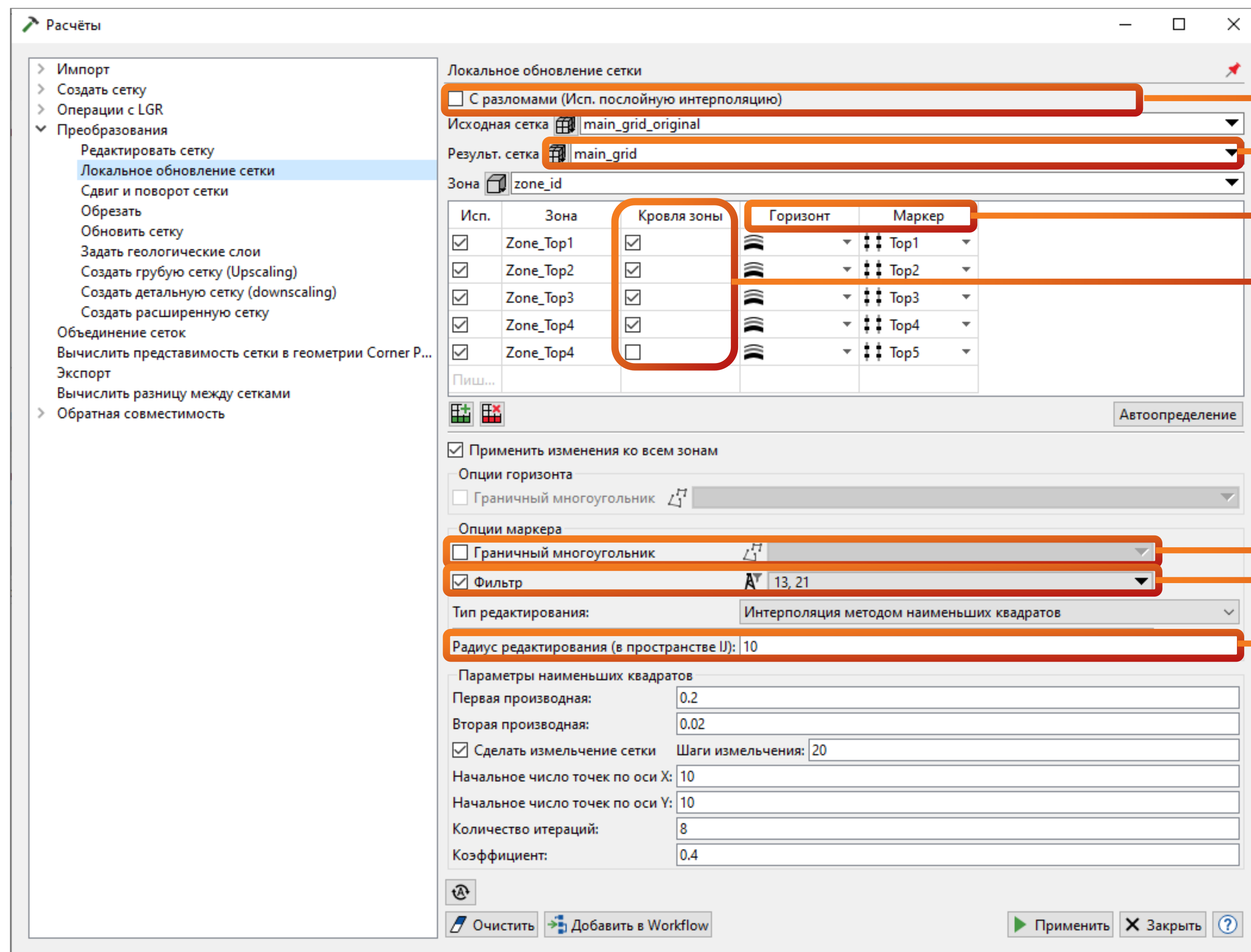
Прямая корректировка сетки

Локальное обновление сетки



- Расчет позволяет обновить сетку как по горизонтам, так и по маркерам (без необходимости предварительной подготовки горизонтов)
- Для корректной работы локального обновления требуется выбрать только один управляющий параметр : Маркер или Горизонт
- Рекомендуется работать с копией исходной сетки

Локальное обновление сетки



при обновлении сетки с разломами
копия исходной сетки со свойствами

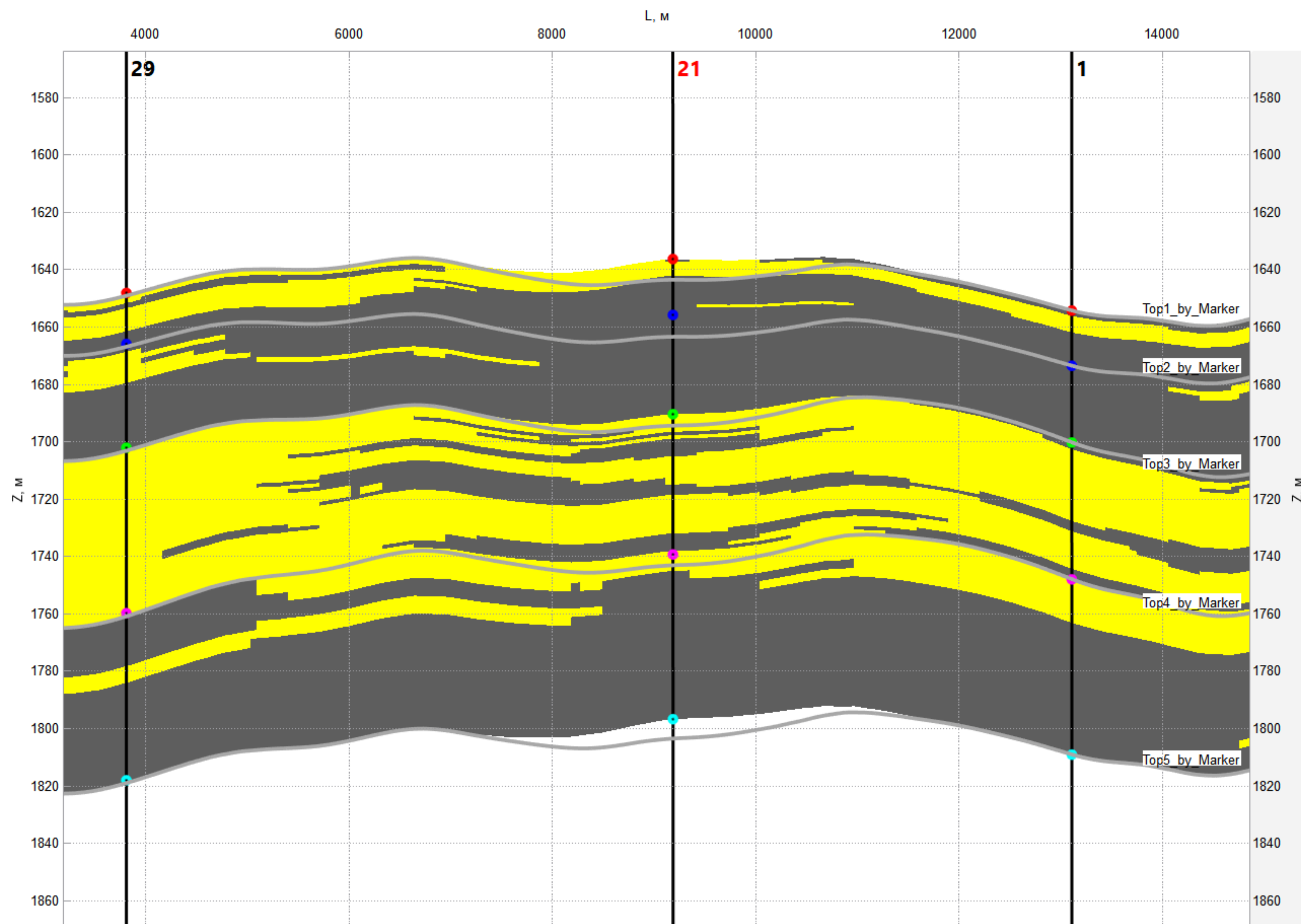
Маркеры или Горизонты

кровля или подошва зоны

граница области редактирования
фильтр по новым скважинам

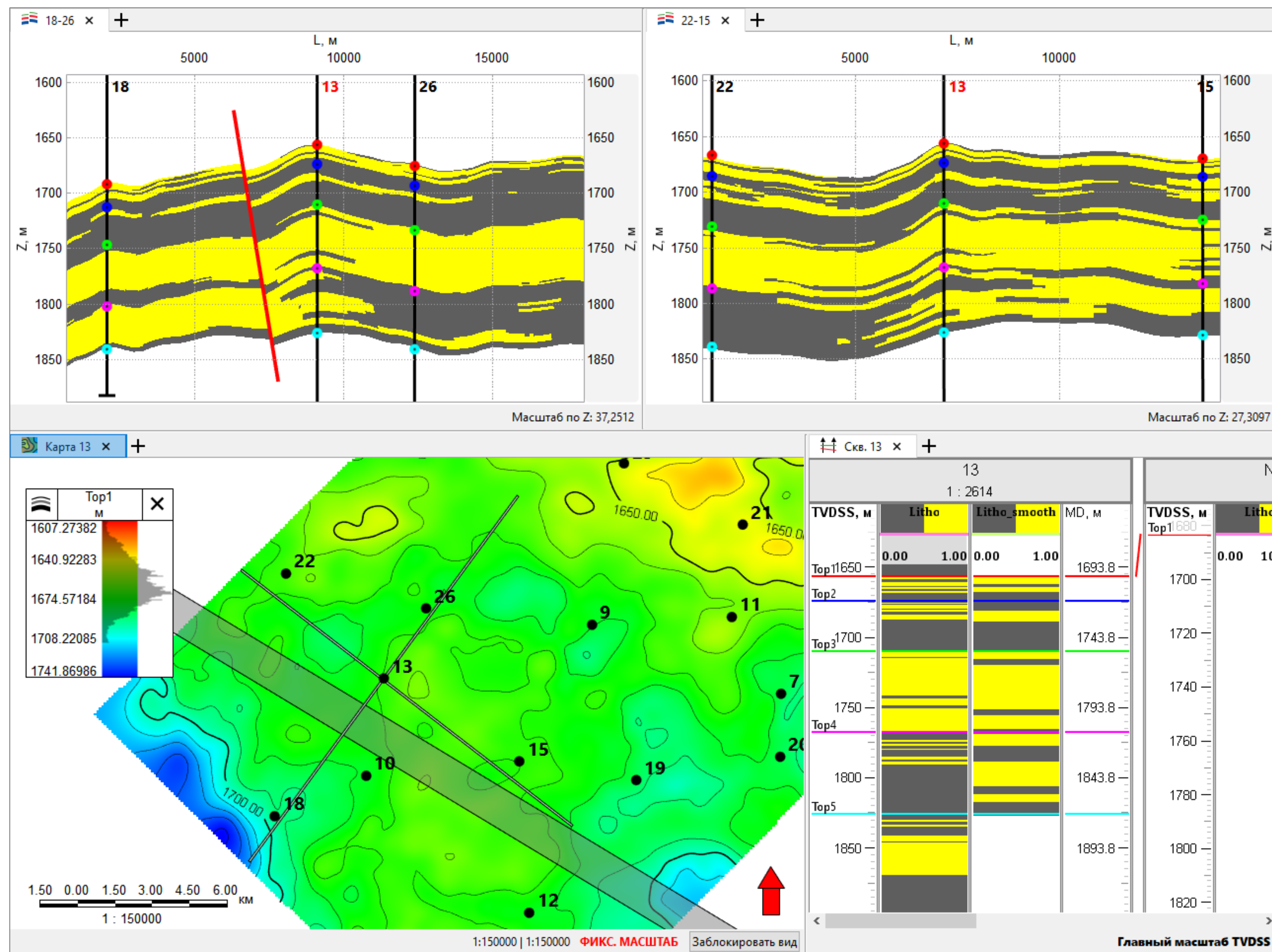
радиус редактирования вокруг
маркеров (в ячейках по IJ для
метода наименьших квадратов и в
метрах по XY для простого
редактирования)

Локальное обновление сетки



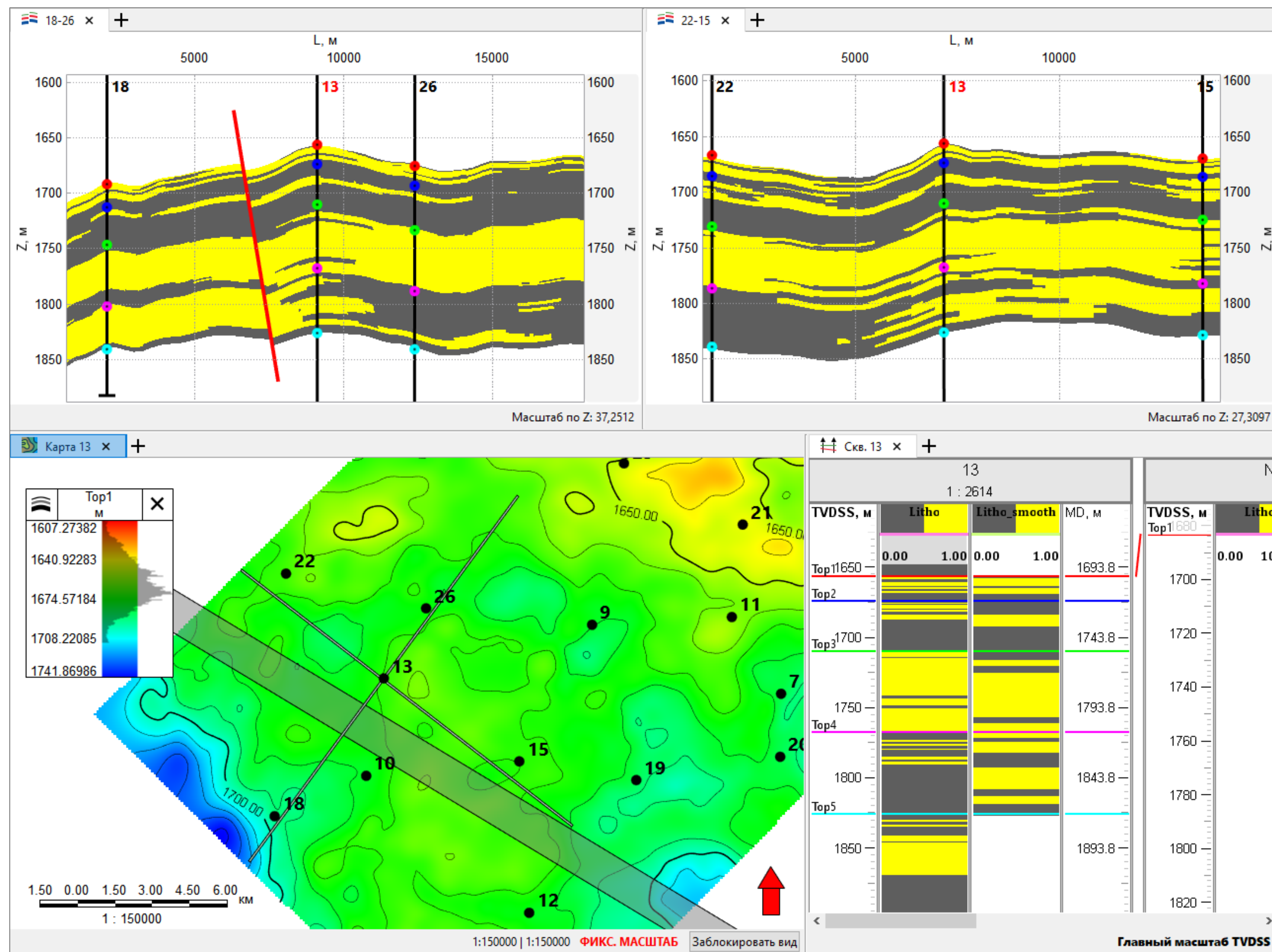
- **Подтягивание границ зон к маркерам без перестроения горизонтов в пределах указанного радиуса и с сохранением свойств**

Локальное обновление сетки



- При обновлении сетки, содержащей разломы, рекомендуется использовать опцию «С разломами (Исп. послойную интерполяцию)»

Локальное обновление сетки



- Можно также подтянуть сетку на один маркер или горизонт. В таком случае все слои параллельно смещаются
- При указании только маркера кровли и подошвы сетки, все слои пропорционально растягиваются/сжимаются

Локальное обновление литологии и петрофизических свойств



Обновление трехмерных свойств

Входные данные

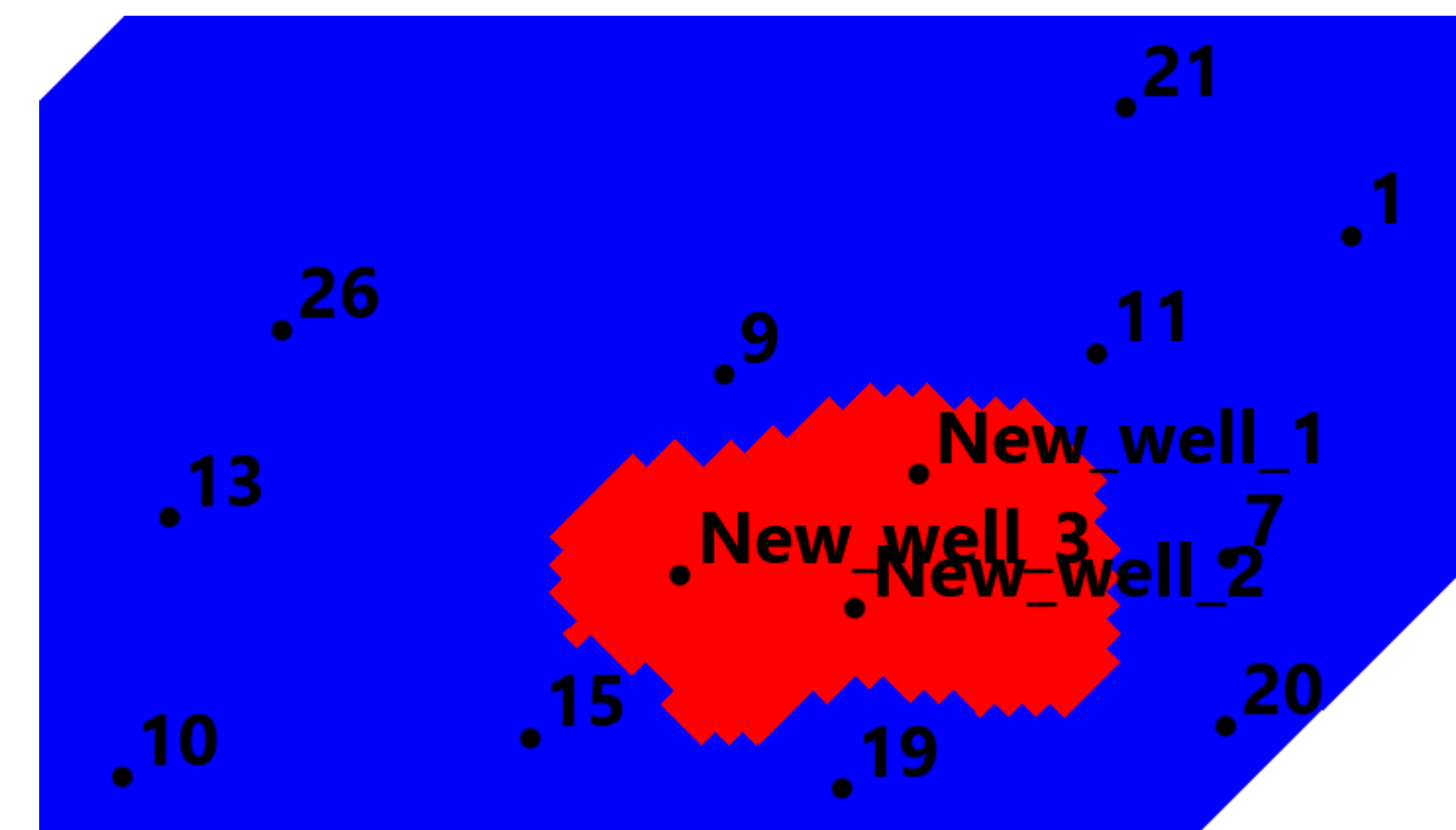
- Интерпретация ГИС
- Трехмерное свойство-маска для задания области обновления

Алгоритм

1. Создание полигона области локального обновления
2. Создание трехмерного свойства-маски
3. Создание Blocked Wells
4. Переинтерполяция свойств в пределах области изменения

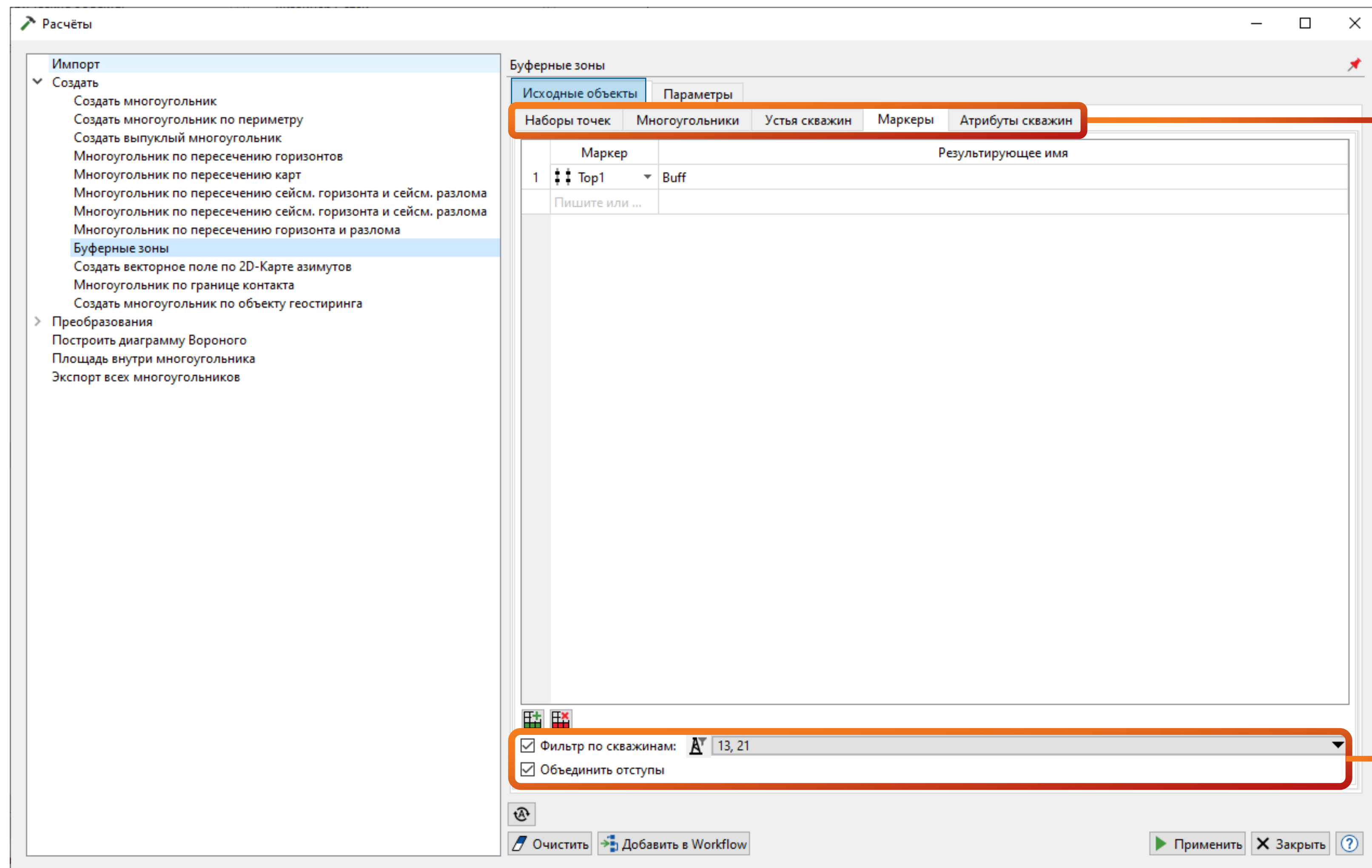
Область изменений

- Полуавтоматические способы задания области изменений
 - по полигонам буферных зон
 - по радиусу вокруг скважин
 - по диаграмме Вороного
- Вручную отрисованные полигоны



Создание свойства-маски для обновления

По полигонам буферных зон

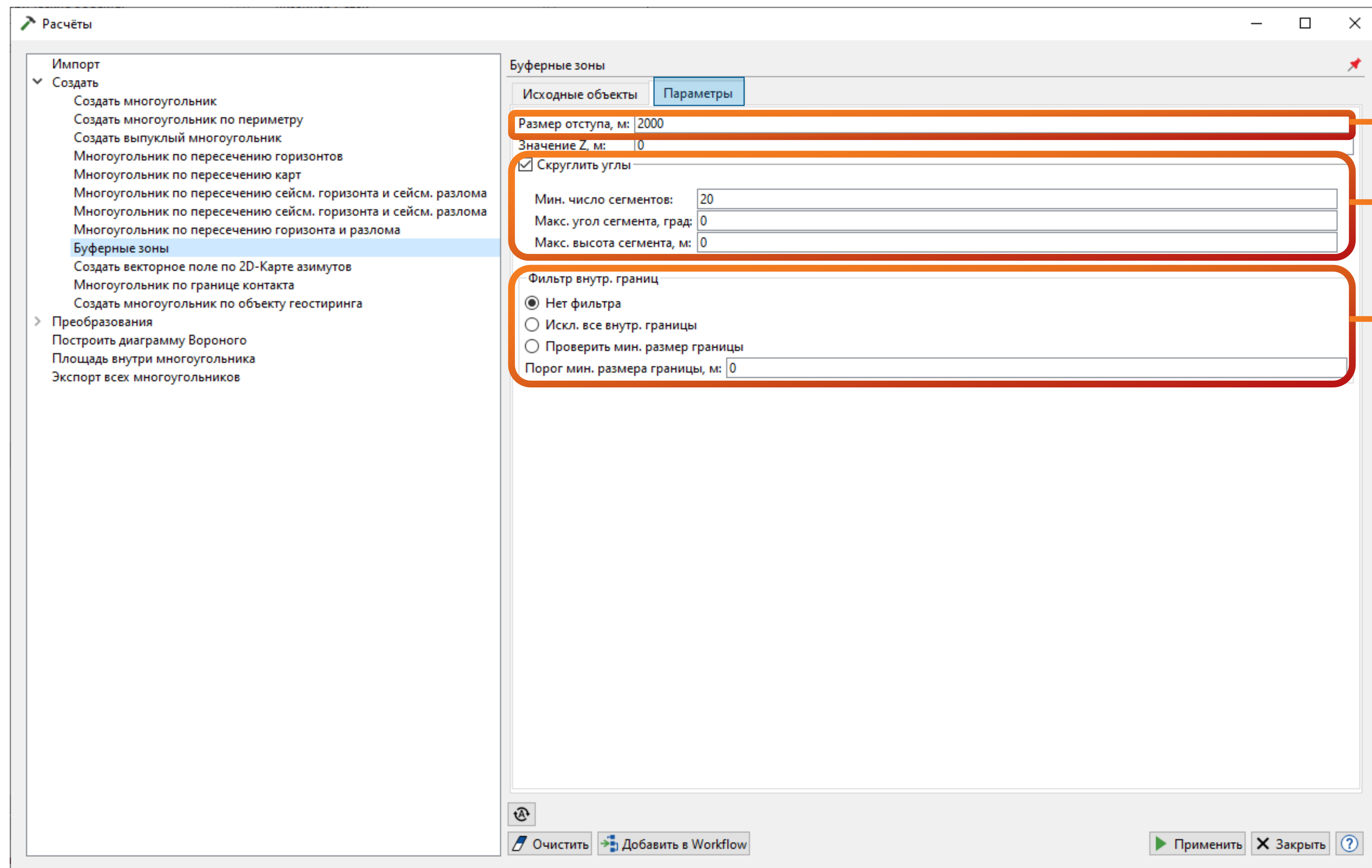


Буферные зоны можно строить вокруг разных объектов

Можно указать фильтр и использовать опцию объединения буферных зон вокруг скважин в единый многокомпонентный объект

Создание свойства-маски для обновления

По полигонам буферных зон



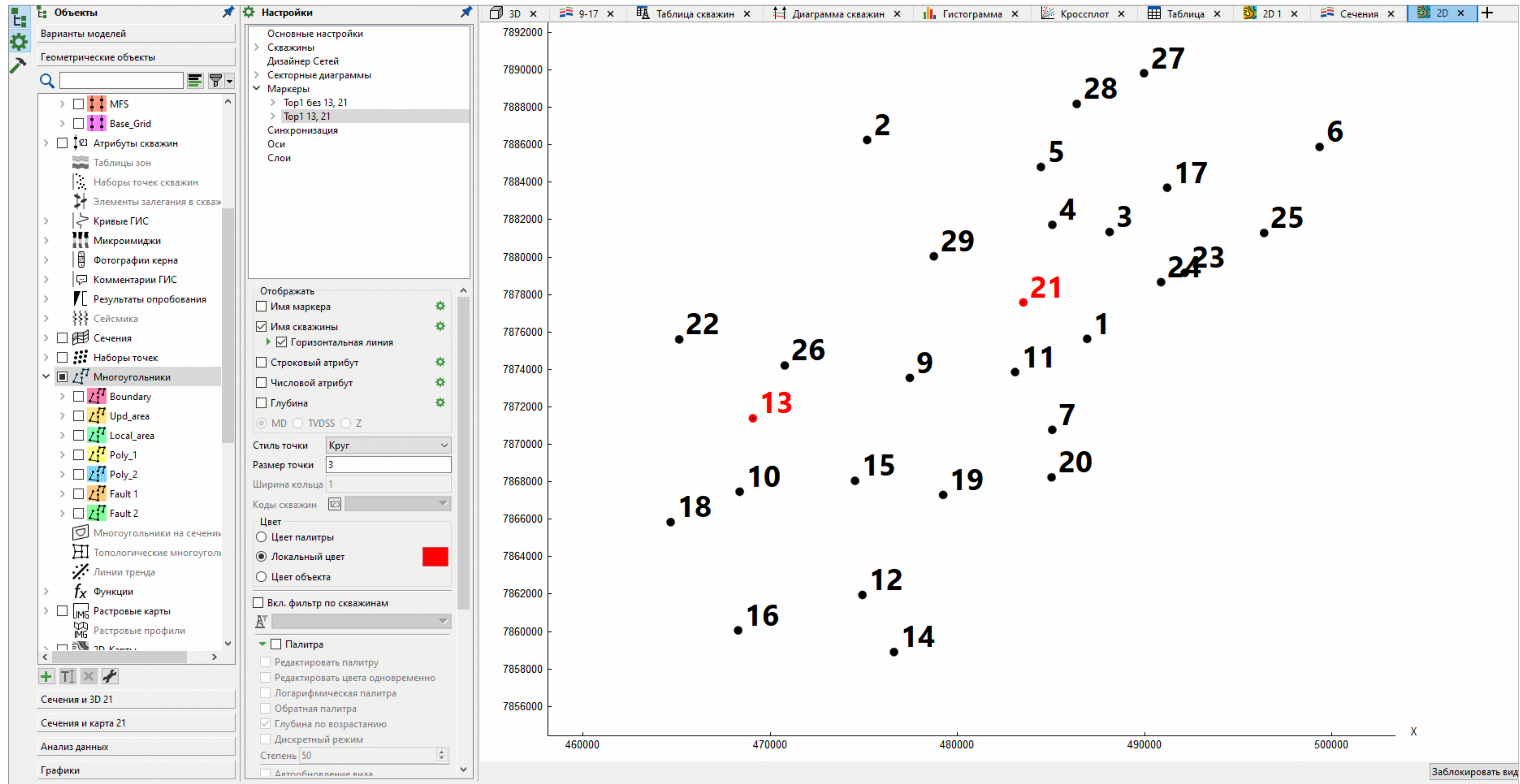
Размер отступа от каждого маркера

При включенной опции вокруг скважин рисуются окружности, при выключенной - квадраты

Возможность использовать гибко фильтровать внутренние границы, получающиеся в случае наложения буферных зон соседних скважин

Создание свойства-маски для обновления

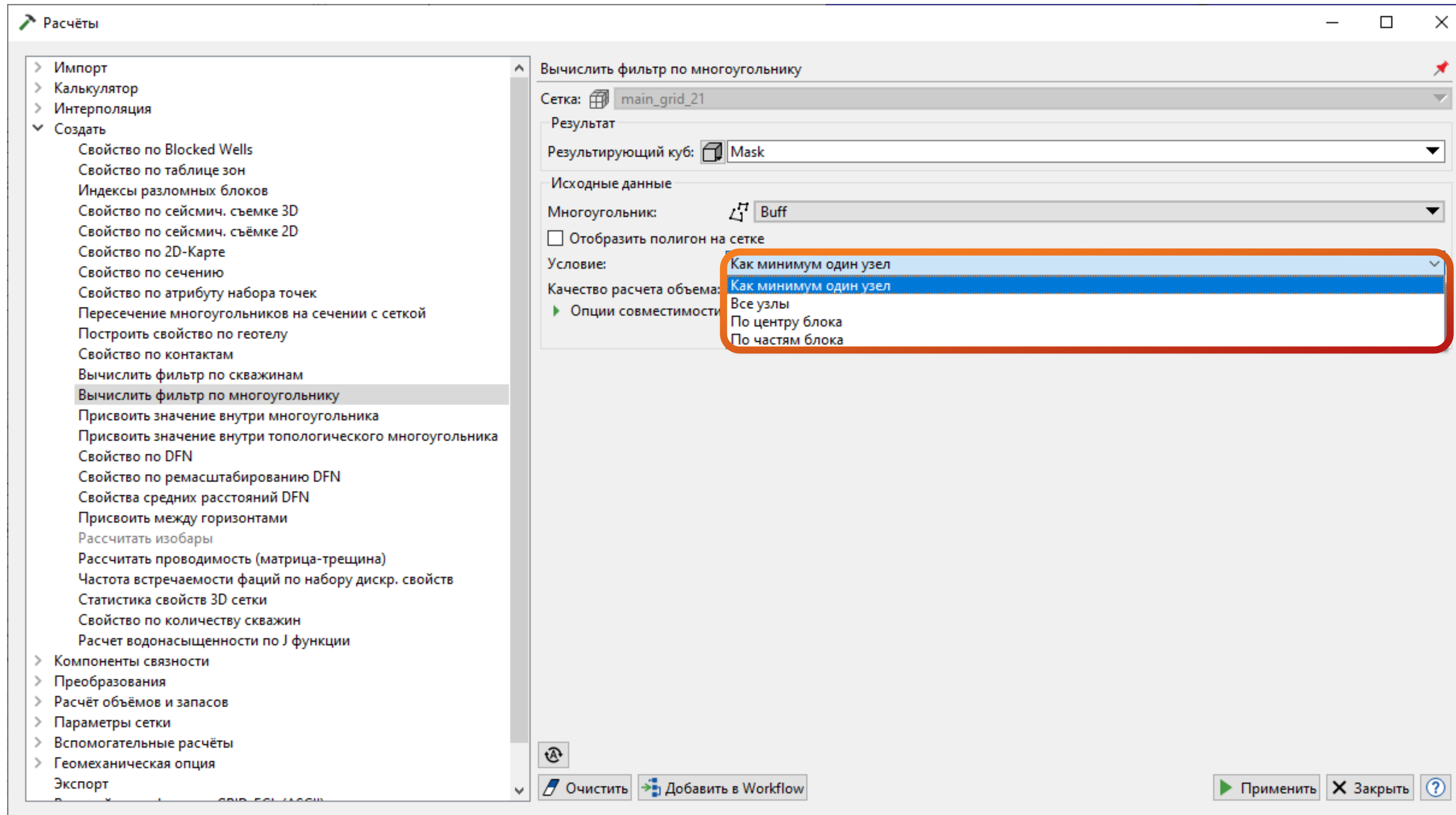
По полигонам буферных зон



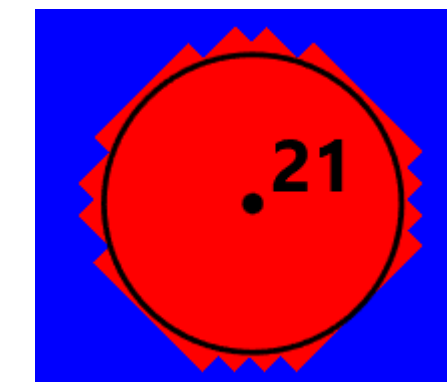
Создание свойства-маски для обновления

По полигонам буферных зон

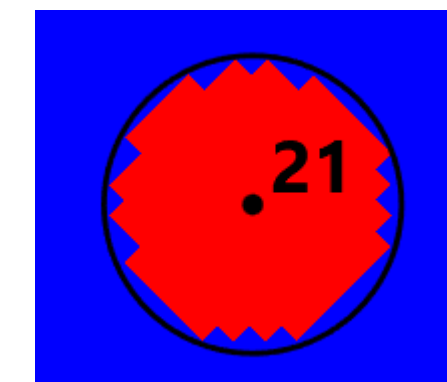
- Свойства -> Создать -> Вычислить фильтр по многоугольнику



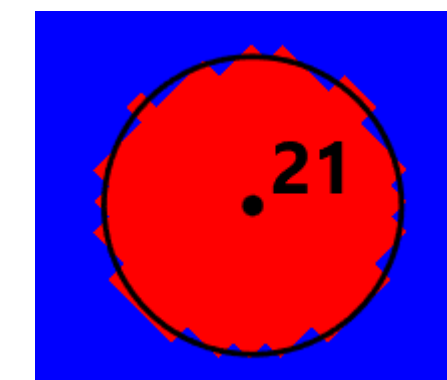
- Как минимум один узел



- Все узлы



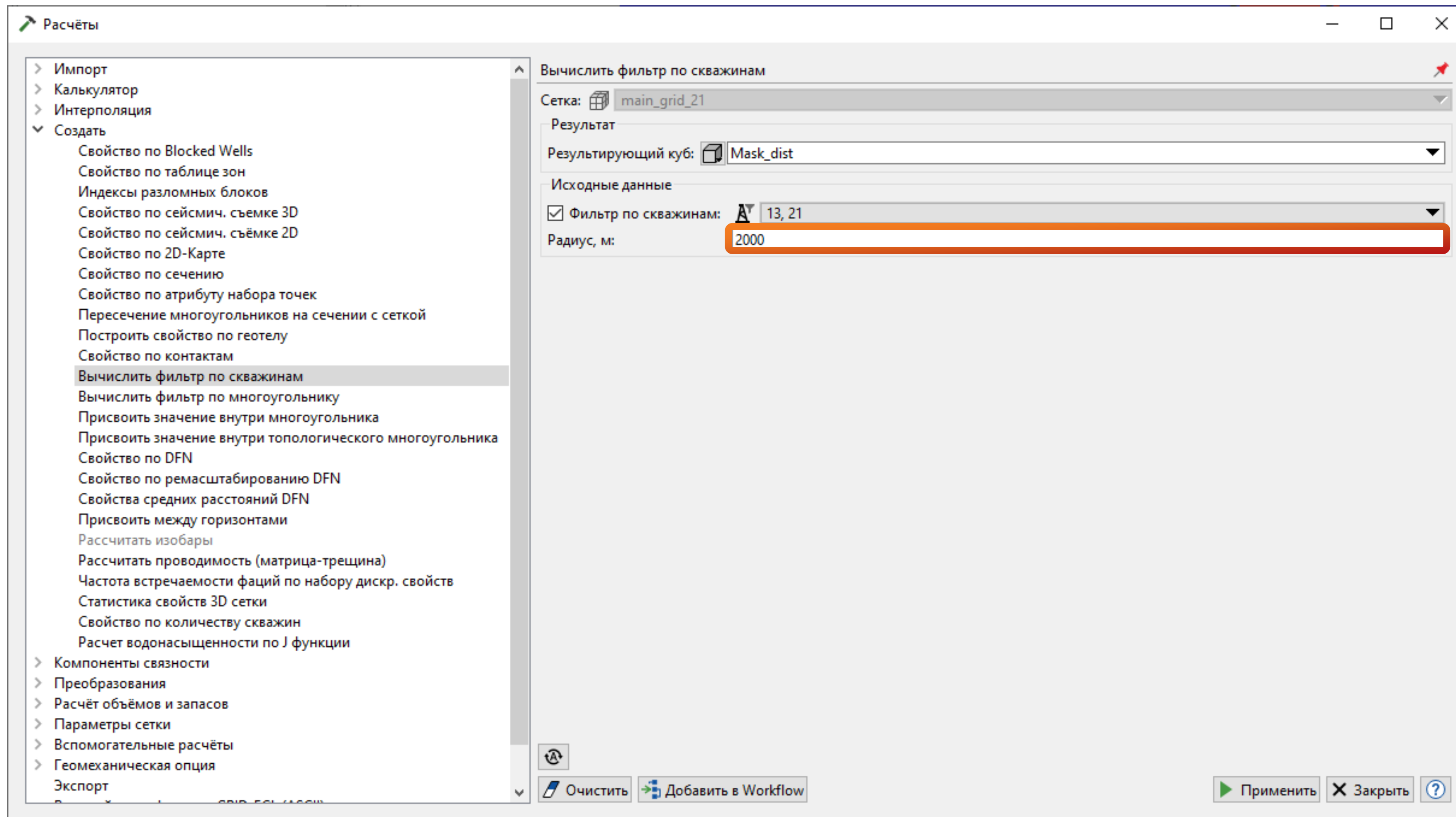
- По центру блока



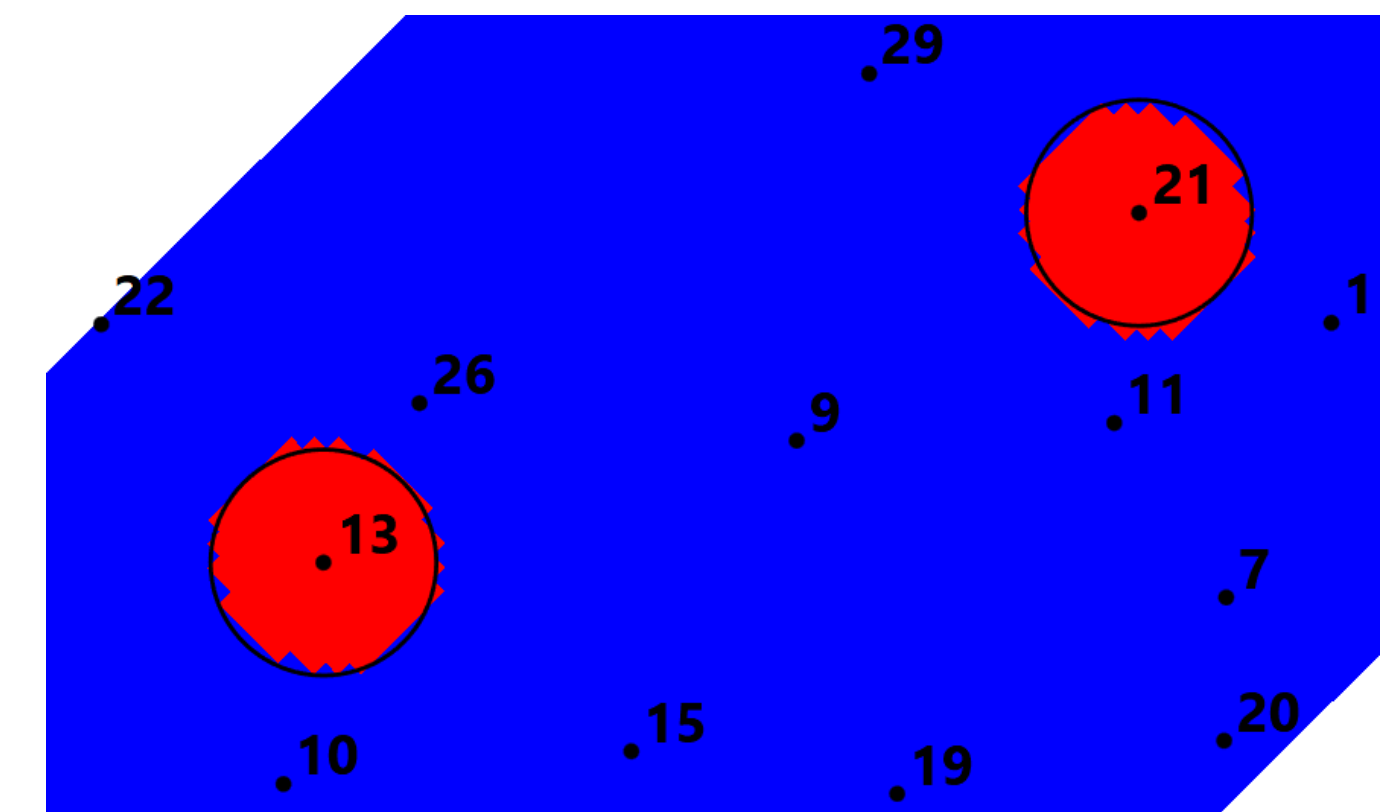
Создание свойства-маски для обновления

По радиусу вокруг скважин

- Свойства -> Создать -> Вычислить фильтр по скважинам



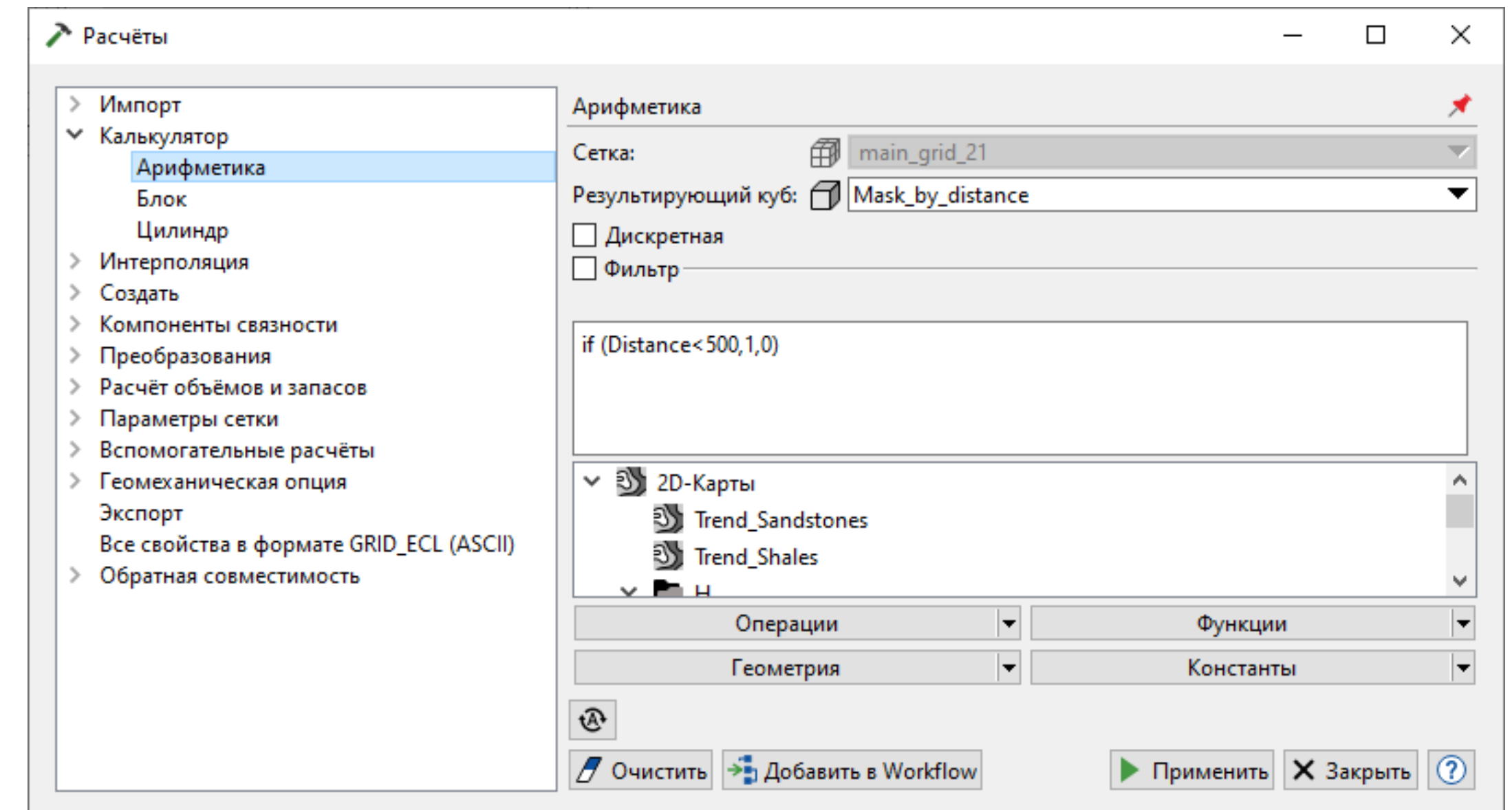
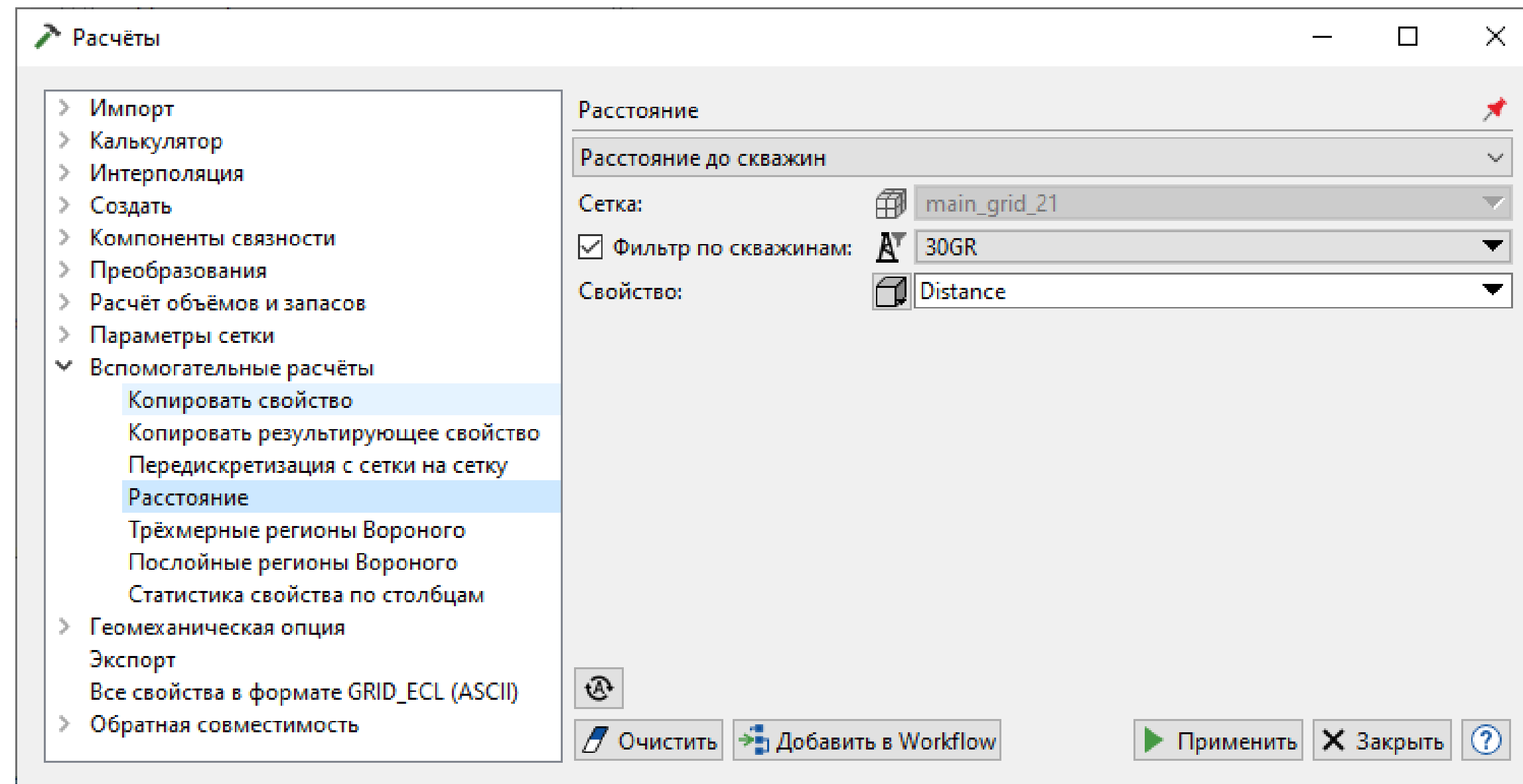
- Всем блокам в пределах заданного радиуса присваивается значение 1, остальным блокам - 0



Создание свойства-маски для обновления

По расстоянию до скважин

- Свойства -> Вспомогательные расчеты -> Расстояние -> Расстояние до скважин



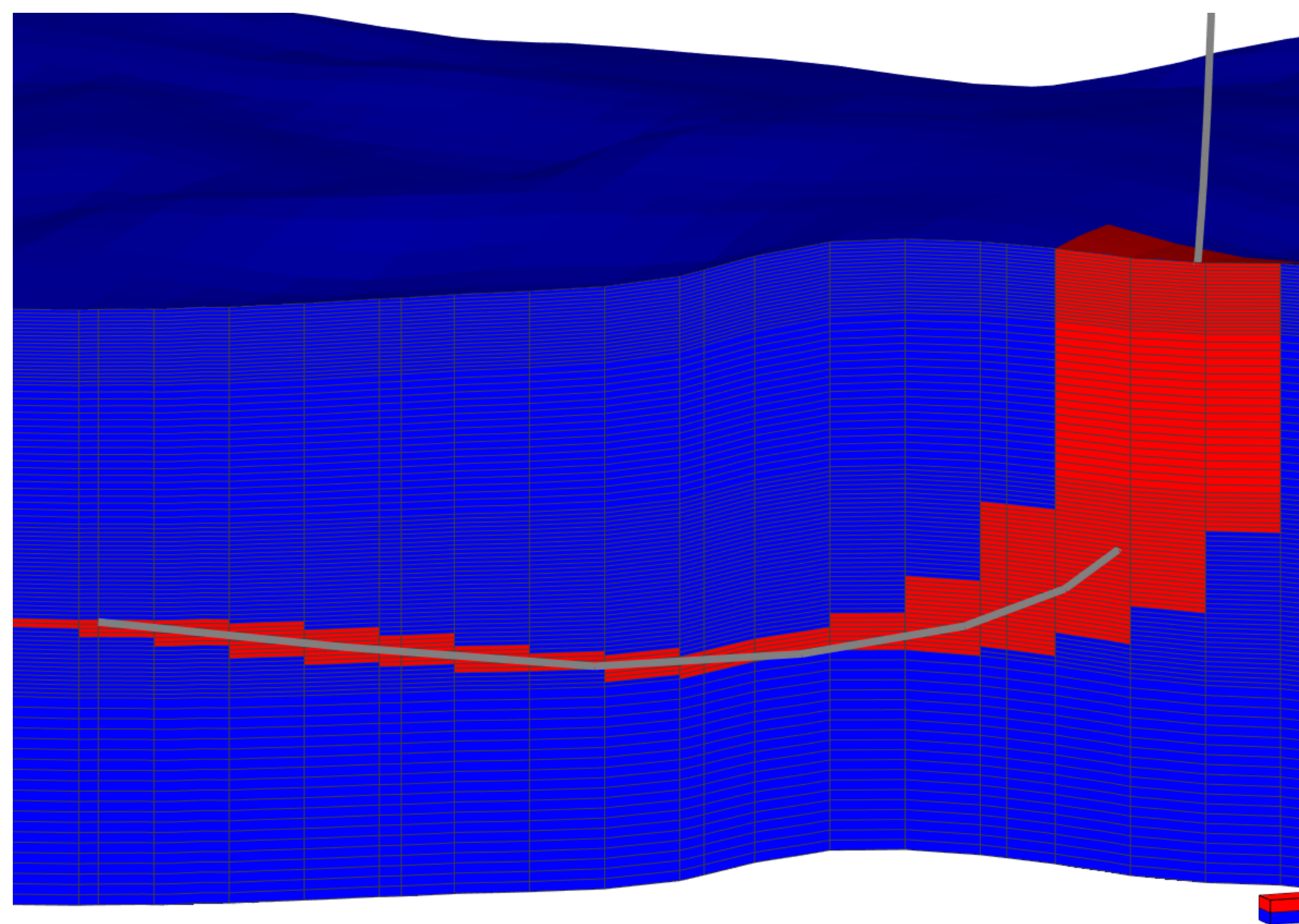
- Далее в калькуляторе присвоить всем блокам со значением расстояния меньше желаемого радиуса значение 1, остальным – 0

Создание свойства-маски для обновления

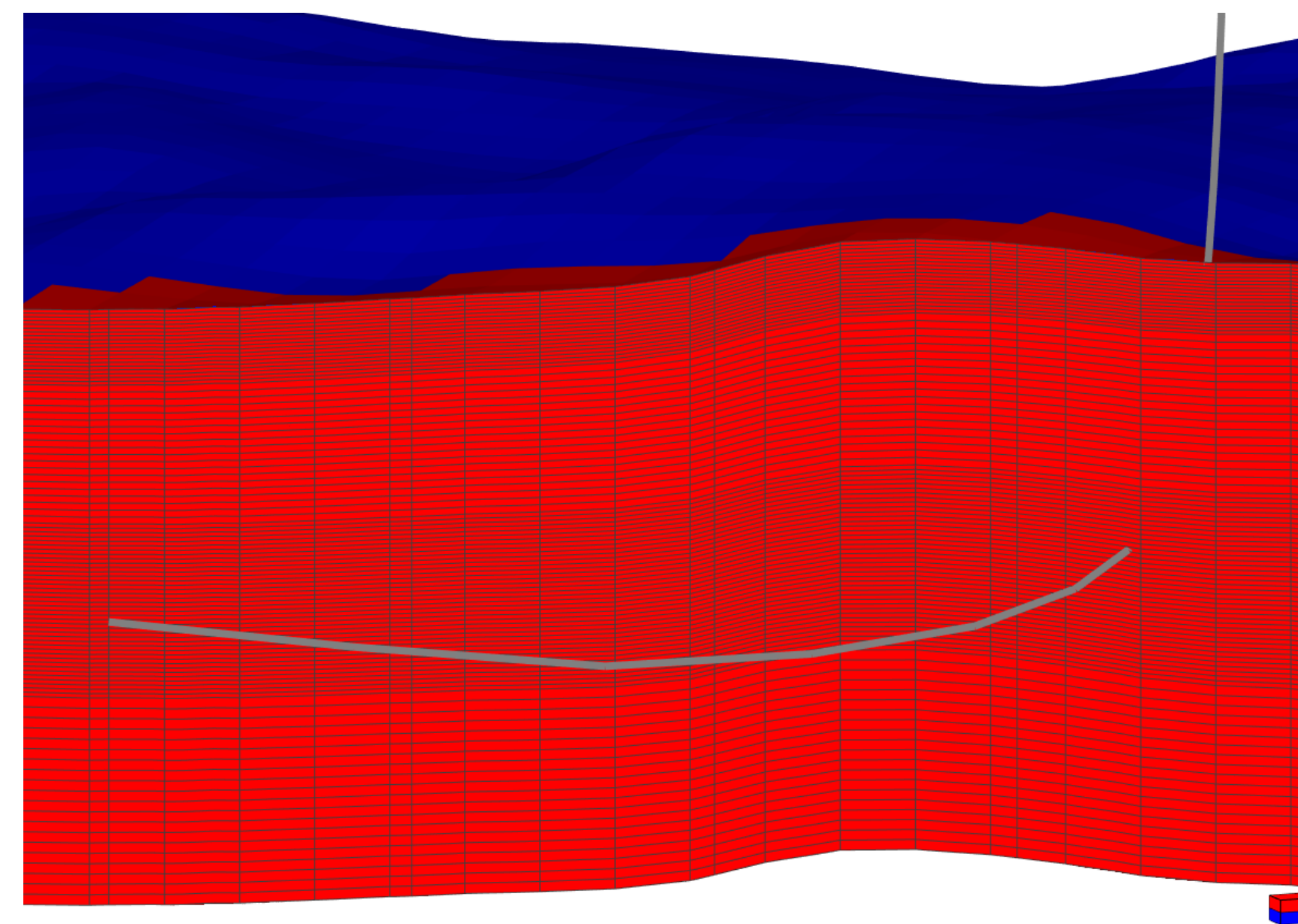
По радиусу или расстоянию вокруг скважин

- Создание свойства-маски по радиусу и по расстоянию работают немного по-разному
- При работе с горизонтальными скважинами важно учитывать особенности каждого подхода

Свойство-маска по радиусу вокруг скважин

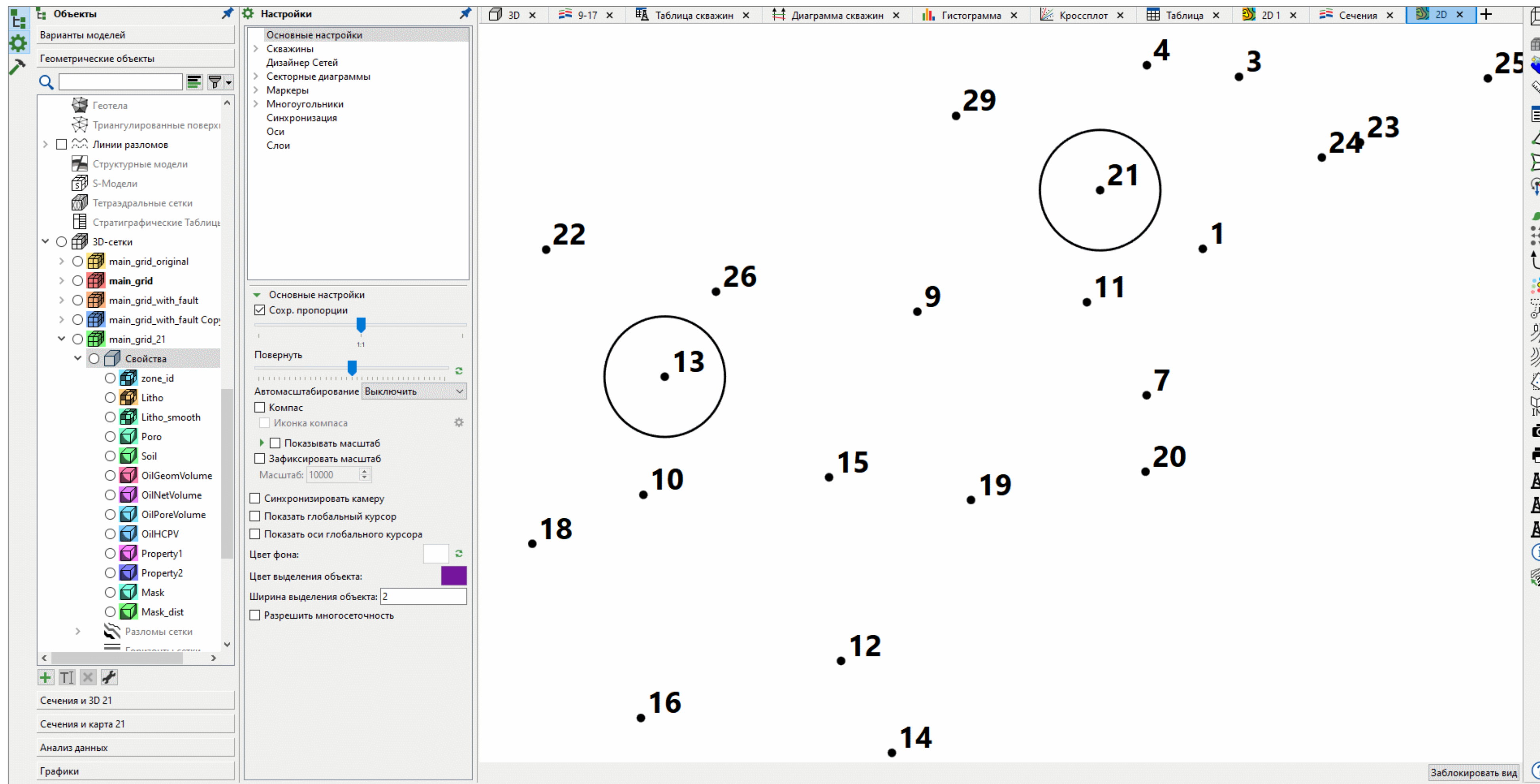


Свойство-маска по расстоянию до скважин



Создание свойства-маски для обновления

По диаграмме Вороного



- **Свойства -> Вспомогательные расчеты -> Трёхмерные регионы Вороного**
- **Присвоить областям вокруг новых скважин 1, остальным блокам 0 (Свойства -> Калькулятор -> Арифметика)**

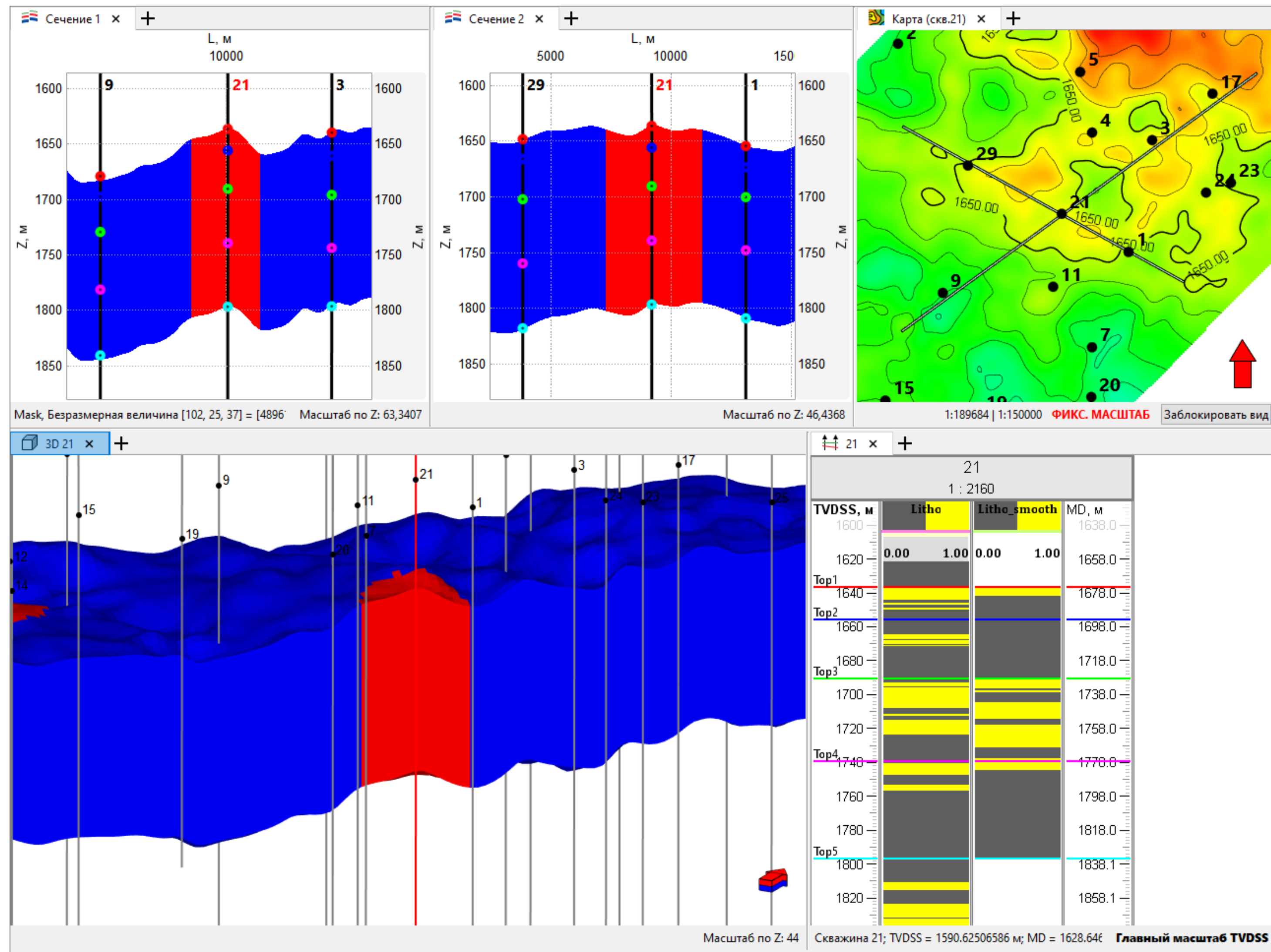
Создание Blocked Wells

The image displays three overlapping screenshots of the 'Создать Blocked Wells' (Create Blocked Wells) dialog box in a software application. Each screenshot shows a different configuration for creating blocked wells based on various properties.

- Top-left screenshot:** The 'BlockedWells' property is set to 'Litho'. The 'Исходная кривая ГИС' (Original GIC Curve) is also 'Litho'. The 'Тип осреднения' (Averaging Type) is 'Частое' (Sparse), and the 'Тип кривой ГИС' (GIC Curve Type) is 'Точки' (Points). The 'Мин. количество точек в блоке' (Min. number of points in block) is set to 3.
- Middle-left screenshot:** The 'BlockedWells' property is set to 'Poro'. The 'Исходная кривая ГИС' is 'Phit'. The 'Тип осреднения' is 'Арифметическое' (Arithmetic), and the 'Тип кривой ГИС' is 'Линии' (Lines). The 'Мин. fraction of interval relative to height of block' is set to 0,1. The 'Исп. Bias' checkbox is checked. The 'Bias Blocked Wells' and 'Из кривой ГИС' are both set to 'Litho'.
- Bottom-right screenshot:** The 'BlockedWells' property is set to 'Soil'. The 'Исходная кривая ГИС' is 'Soil'. The 'Тип осреднения' is 'Арифметическое', and the 'Тип кривой ГИС' is 'Линии'. The 'Мин. количество точек в блоке' is 3, and the 'Мин. fraction of interval relative to height of block' is 0,1. The 'Исп. Bias' checkbox is checked. The 'Bias Blocked Wells' and 'Из кривой ГИС' are both set to 'Litho'.

- Необходимо создать Blocked Wells по всем свойствам, которые нужно локально обновить
- Это можно быстро сделать с помощью Workflow, добавив туда расчеты из Истории проекта

Локальное обновление свойств



- Полученное свойство-маска используется в качестве фильтра при переинтерполяции свойства
- Для интерполяции можно использовать те же параметры, что использовались при распределении свойства изначально
- Но можно также подобрать другие

Локальное обновление дискретных свойств

Фациальное моделирование (Зоны, Регионы)

Входные данные

Сетка: main_grid_21

Начальные блоки: []

Blocked Wells: Litho

Статистика: Statistics

Исп. настройки из Анализа данных

Результат

Свойство: Litho

Дисперсия Кригинга: zone_id

Тип среды: IJK

Фильтр

Фильтр: Mask = 1

Глобальное случ. число: 0

Расширенные настройки

Интерполировать в LGR

Согласовать со значениями вне Фильтра

Очистить все значения

Сохранить вероятности фаций в виде свойств

Зоны, Регионы

Зоны: zone_id

Регионы: zone_id

Зоны	Регионы
<input checked="" type="checkbox"/> Zone_Top1	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Zone_Top2	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Zone_Top3	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Zone_Top4	<input type="checkbox"/>

Настройки для зоны 'Zone_Top1'

Ограничения

Исп.	Фации
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Shale
<input checked="" type="checkbox"/> 2	Sand

Настройки для фаций 'Sand':

Метод: SIS

Вариограмма Кригинг Доля фаций Тренд Ограничения

Взять из Анализ данных

Взять из вариограммы

Тип вариограммы: Сферическая

Размер: м

Плато (порог): 1

Эффект самородка: 0

Ранг (главн. напр.), м: 10000

Азимут, град: 0

Ранг (ортогон. напр.), м: 10000

2D-Карта азимутов: []

Ранг (вертикальный), м: 3

Угол падения, град: 0

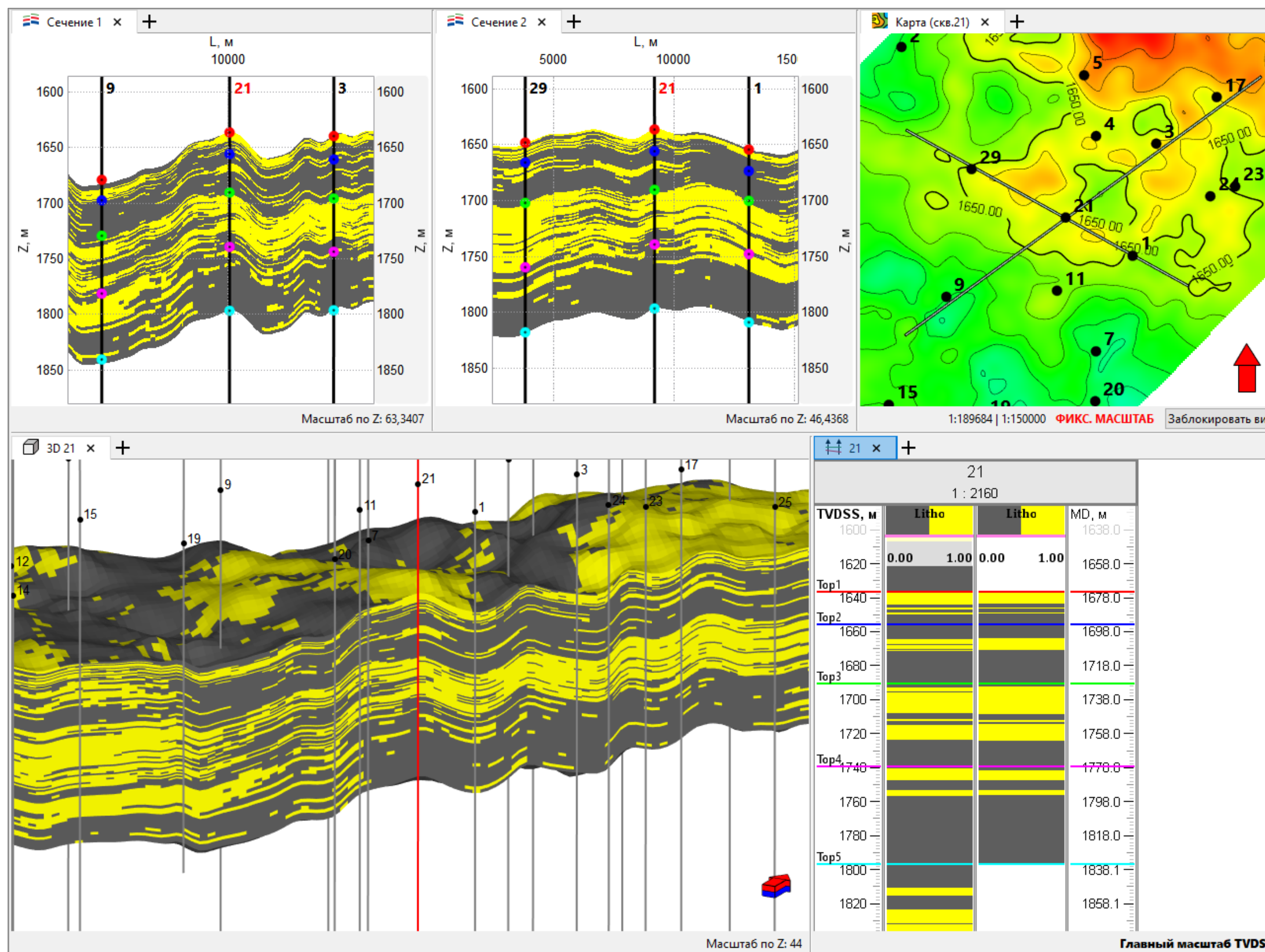
Очистить Добавить в Workflow Применить Закрыть ?

Свойство-маска в качестве фильтра с указанием индекса областей локального обновления

Включить опцию Согласования со значениями вне Фильтра, чтобы избежать резкого перехода значений свойства

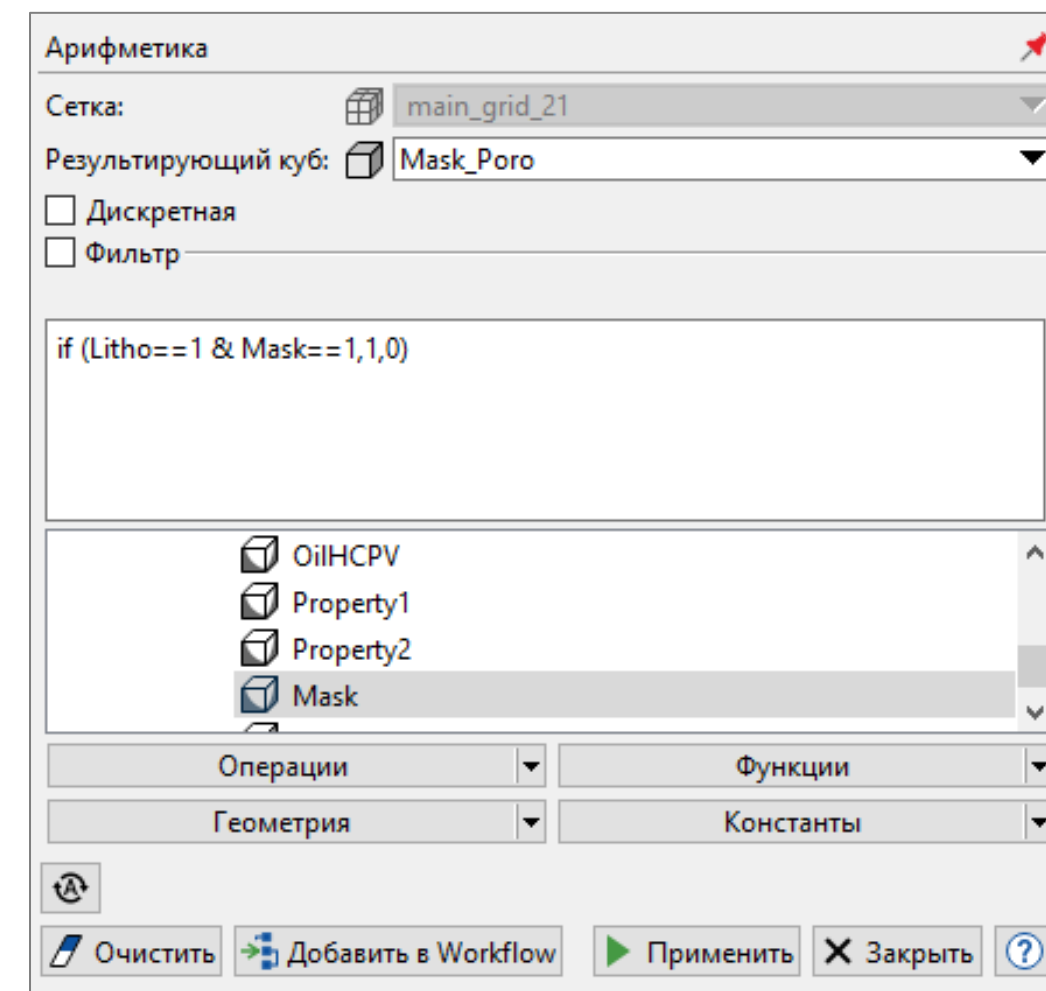
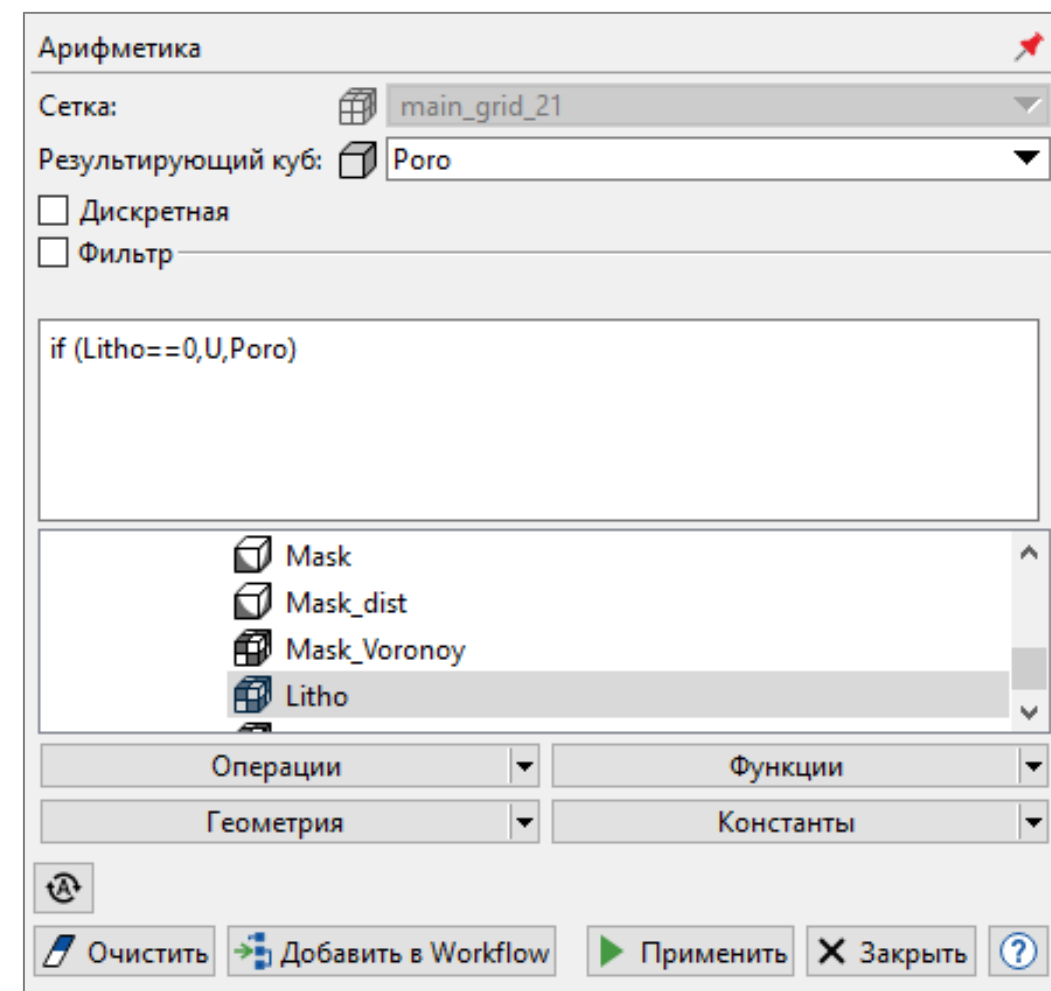
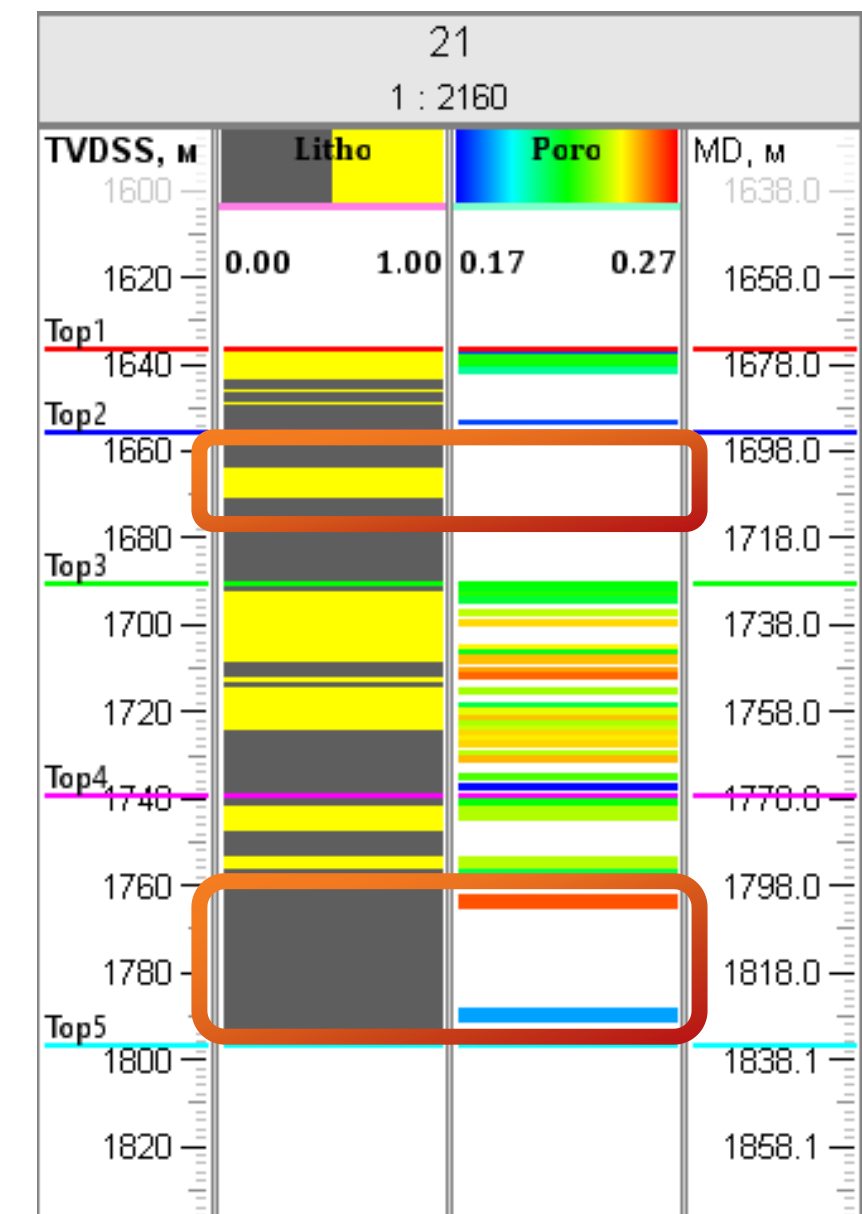
Отключить опцию Очистки всех значений, чтобы сохранить данные за пределами Фильтра

Локальное обновление дискретных свойств

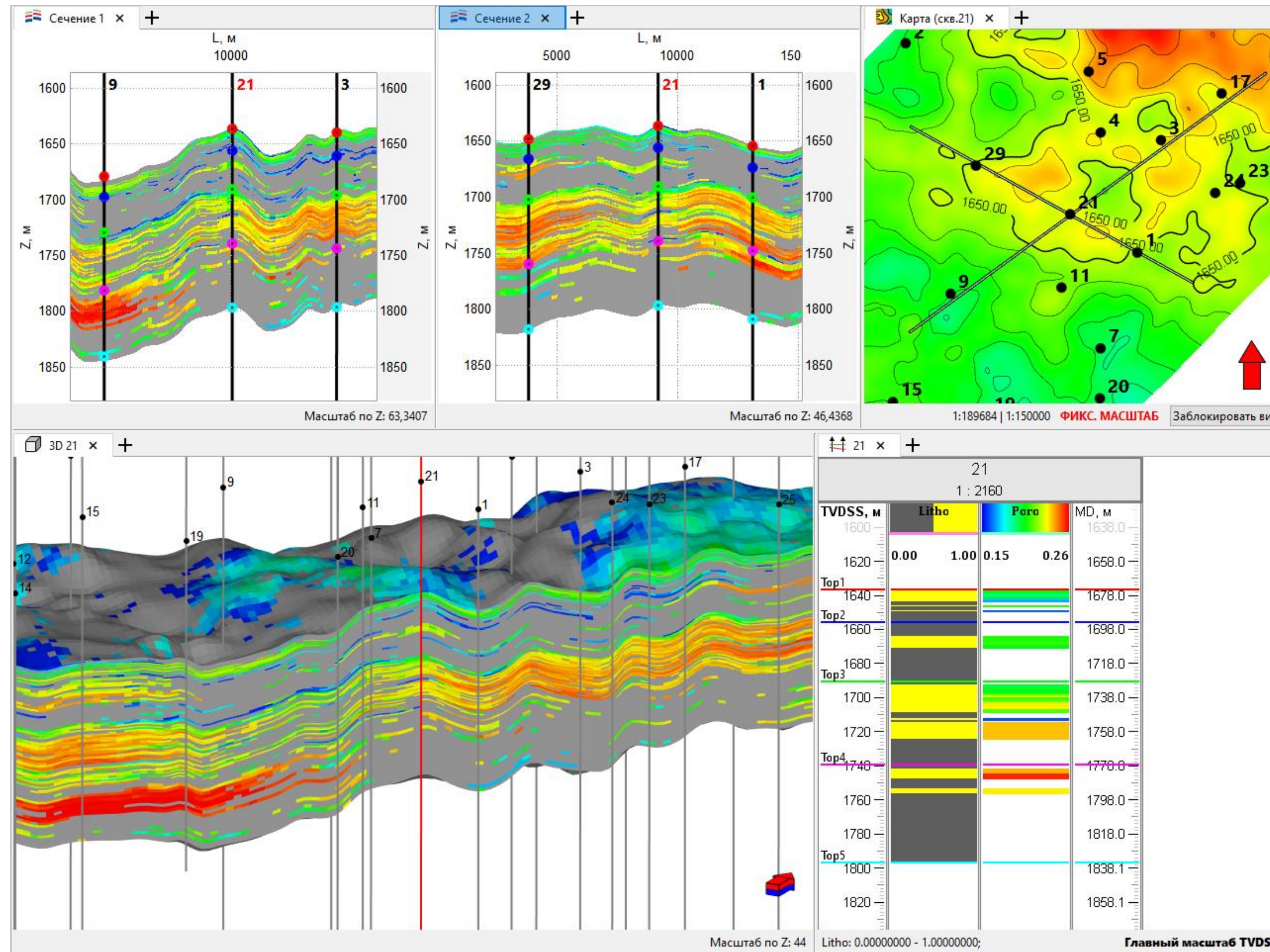


Локальное обновление непрерывных свойств

- После обновления фациальной модели перед локальной переинтерполяцией непрерывных свойств как правило требуются некоторые дополнительные вычисления
- Часто свойство распределяется в пределах только одной или нескольких фаций, в остальных фациях свойство зануляется или не распределяется вовсе
- В таком случае полезно очистить или приравнять к нулю значения непрерывного свойства (например, пористости) там, где его быть не должно
- Также стоит создать модифицированную копию свойства-маски, оставив значение «1» только в тех блоках, где свойство будет перераспределяться



Локальное обновление непрерывных свойств



Заключение

- Дизайнер Геологии предоставляет все необходимые инструменты как для построения трехмерной модели с нуля, так и для её локального обновления
- Локальное обновление сетки позволяет сэкономить время и сохранить в исходном виде данные за пределами области локального обновления
- Использование Workflow способно значительно облегчить корректировку трехмерной модели, так же как и её построение
- Сам поход обновления модели только локально имеет ограниченную область использования, поэтому важно учитывать возможные недостатки обновленной таким образом модели