

Обзор задач

Богачев Кирилл Юрьевич

Доктор физико-математических наук

Профессор кафедры

Вычислительной математики

Механико-математического факультета

Апрель 2020

Основные задачи

Программирование в наукоемких задачах математического моделирования

- Параллельное программирование для систем с общей и распределенной памятью, GPU
- Сеточные аппроксимации для математических моделей физических явлений
- Построение сеток для объектов со сложной геометрией
- Автоматизация обработки больших наборов данных
- Методы решения обратных задач, анализа чувствительности и неопределенности в данных
- Методы интеграция моделей разного масштаба
- Автоматизация создания графических интерфейсов

Способы решения

- Участие в работе над реальным проектом в коллективе из 100 выпускников мех-мата МГУ, составленном из бывших и нынешних студентов и аспирантов Богачева К.Ю.
- Проект занимается математическим моделированием для процессов добычи нефти и газа
- Доступ к современному оборудованию, включающему 416 узлов кластера (8840 ядер CPU, 40960 ядер GPU)
- В комфортной обстановке, где можно обсудить задачу в любой момент с широким кругом специалистов
- Сразу заниматься наукоемкой задачей, поскольку все окружение уже разработано
- Выполненная работа получает реальных пользователей, а не умирает сразу после получения отзыва на курсовую/диплом
- За выполненную работу (т.е. курсовую/диплом) получать зарплату
- Начиная с первой курсовой работы

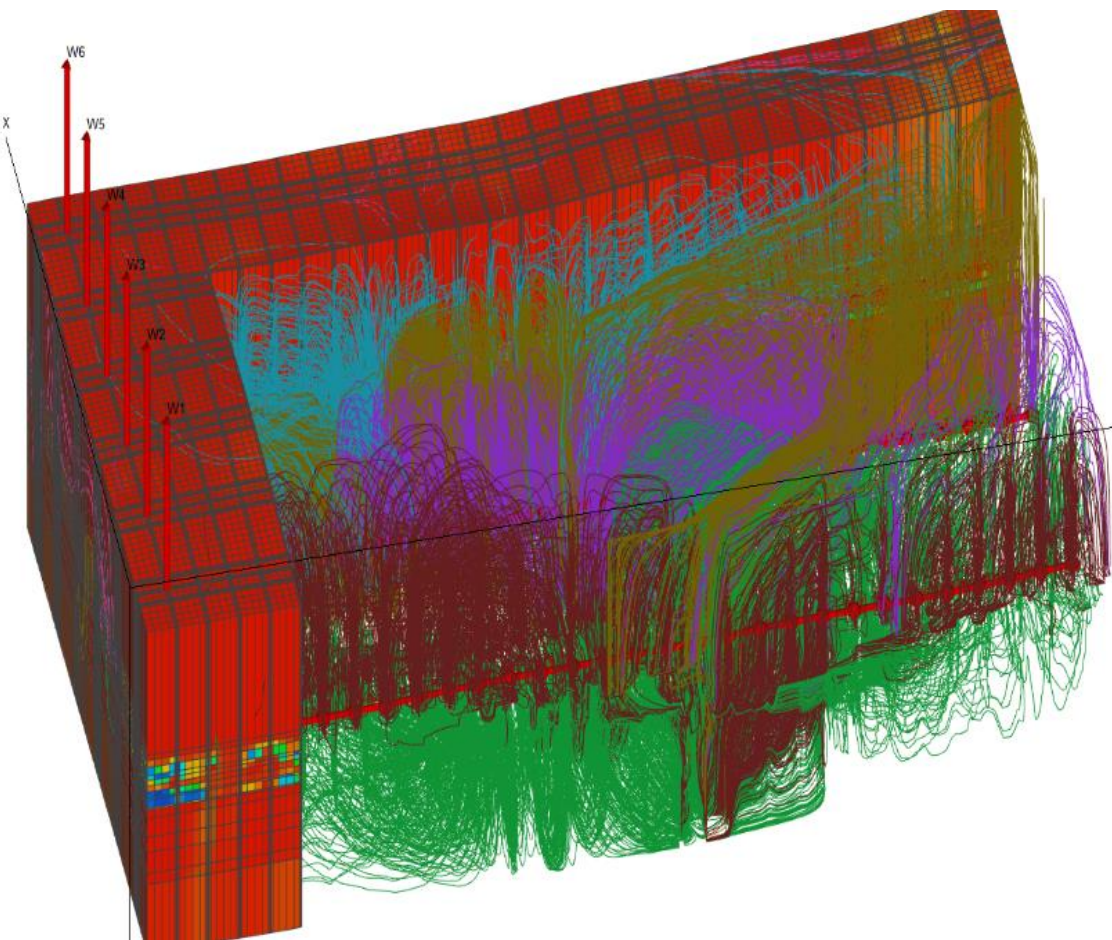
Основная серверная в Москве



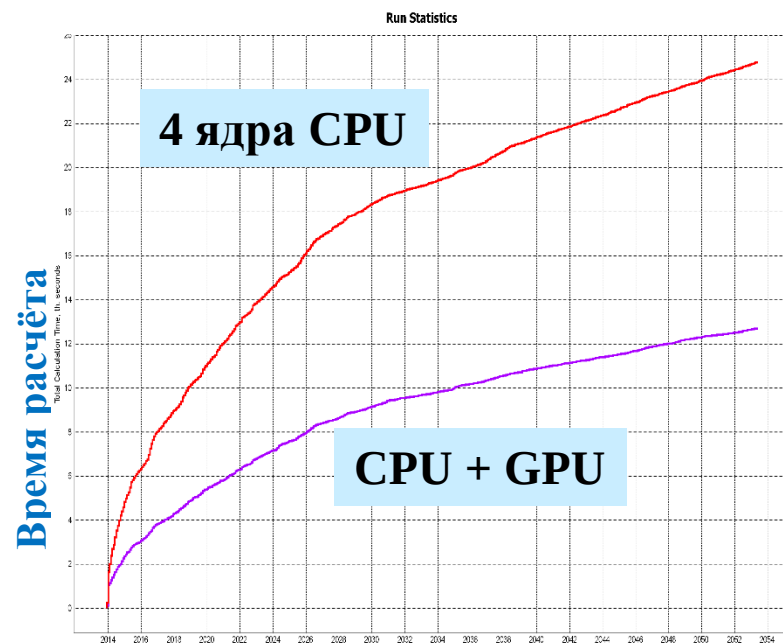
8840 ядер CPU, 40960 ядер GPU, 416 узлов
(254: 2x Xeon 4114, 100: 2x Xeon E5 2680v2,
20: 2x Xeon 5650, 20: 2x Xeon E5 2630v4,
10: 2x Xeon E5 2680v4, 8: 2x Xeon 6138, ...)
Infiniband 56 Gb/s, RAM 40.5TB,
1020TB хранилище

4 тонны батарей ИБП,
1 тонна сам ИБП,
2 тонны кондиционеров ,
1.5 тонны усиленного
фальшпола

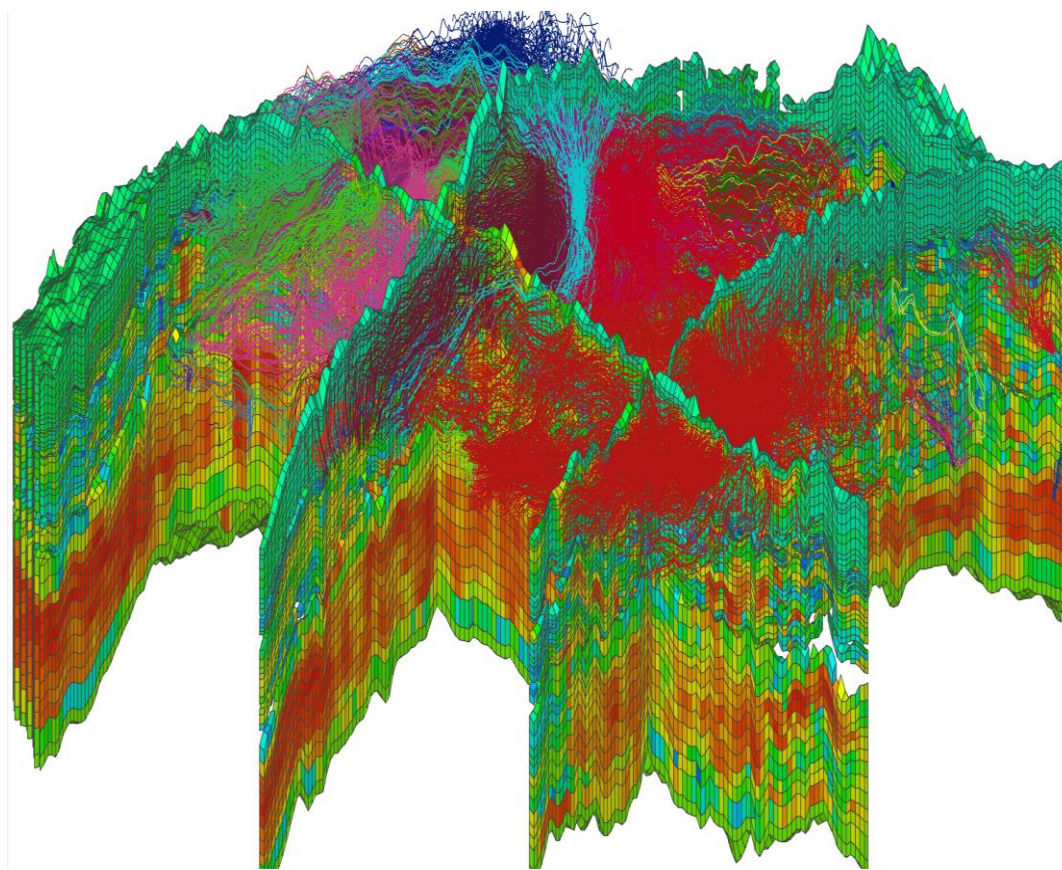
Параллельные расчеты на графических процессорах



Ноутбук:
CPU Core i7 6700K
4 ядра 4.0GHz, 2 DDR4 2400MHz
GPU GTX 1080

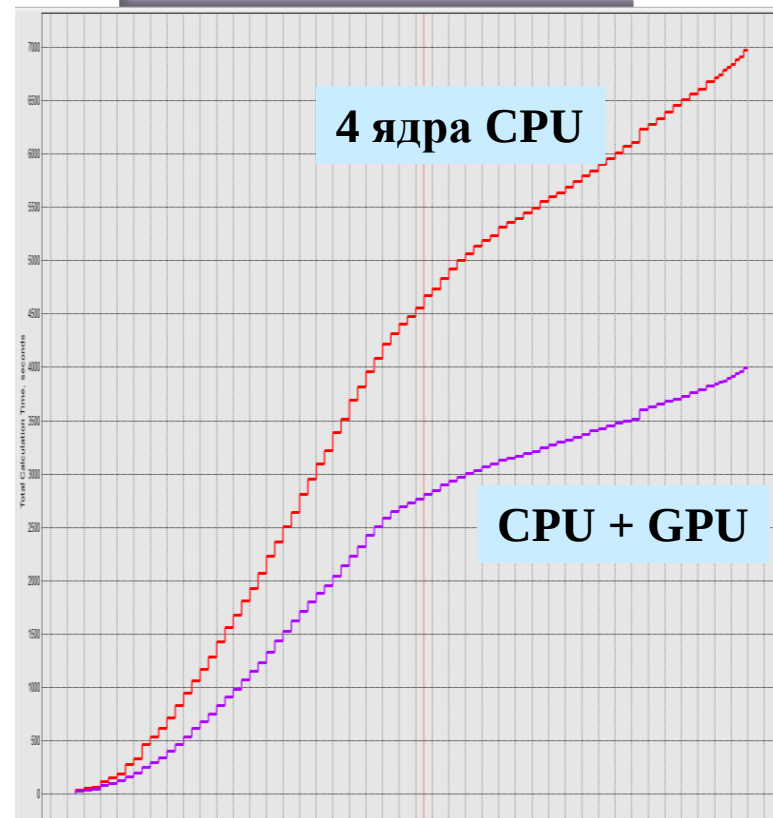


Параллельные расчеты на графических процессорах



Полное время расчёта

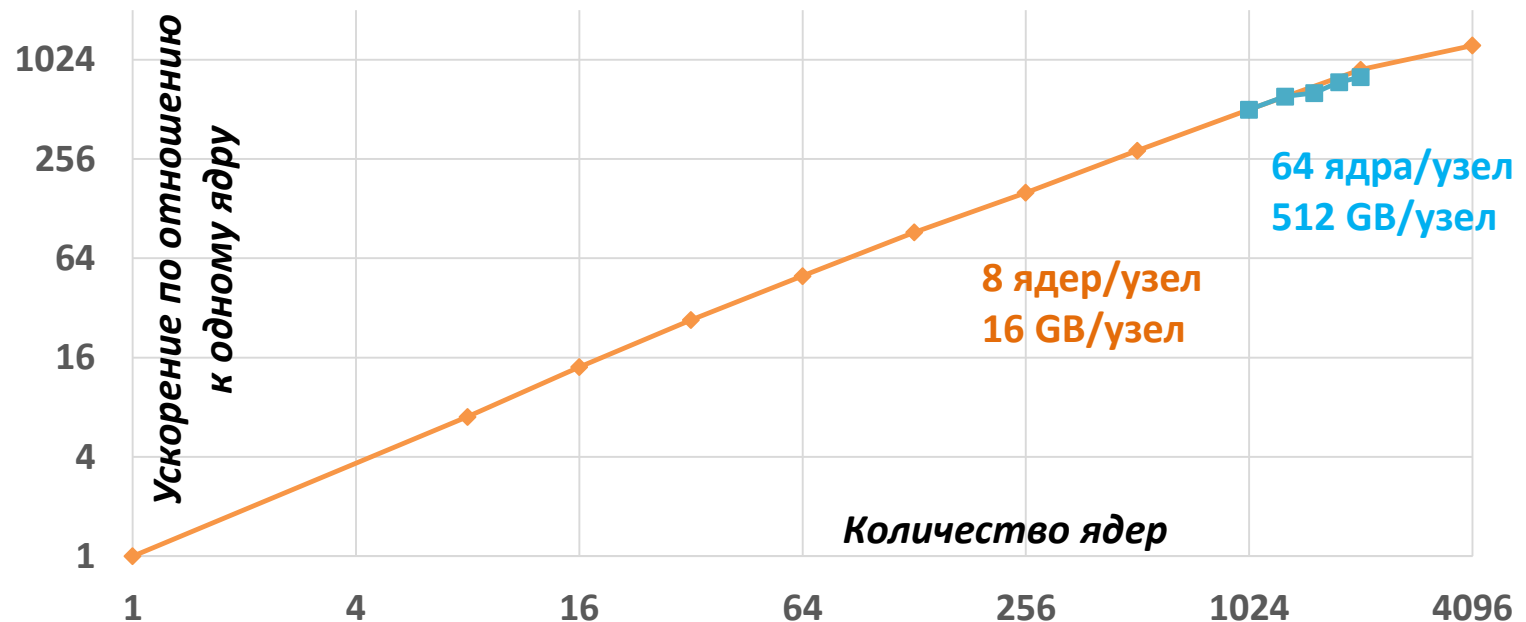
Ноутбук:
CPU Core i7 6700K
4 ядра 4.0GHz, 2 DDR4 2400MHz
GPU GTX 1080



0.746 млн. активных блоков, 3 фазы (вода-нефть-газ),
Добыча из газовой шапки и нефтяной оторочки, **6200 скважин**

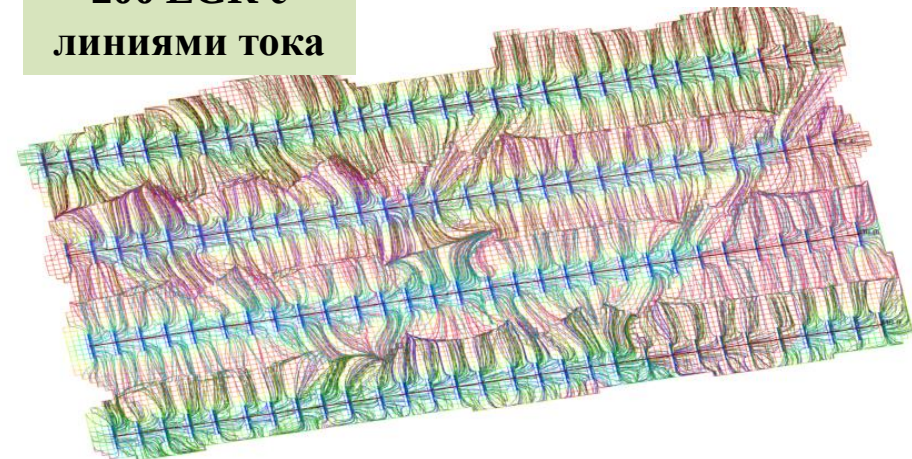
Параллельные расчеты на больших кластерах

Модель **1.067 миллиарда**
активных блоков, полсотни
скважин и 10 лет истории за **2 часа!**

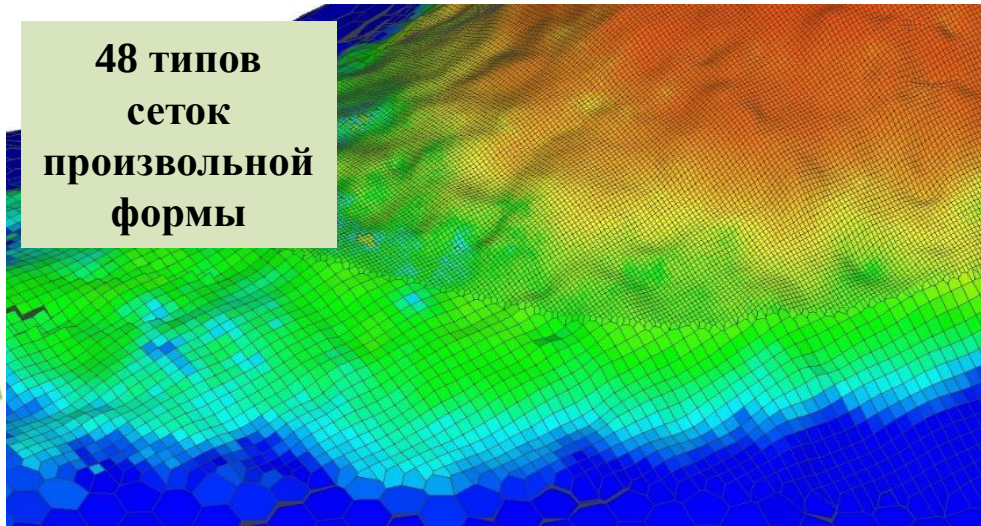


Параллельные расчеты на сложных сетках

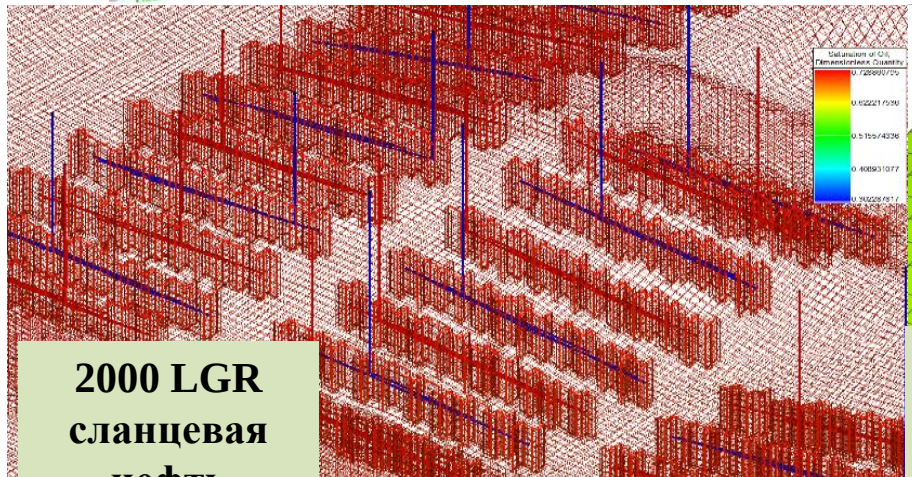
200 LGR с
линиями тока



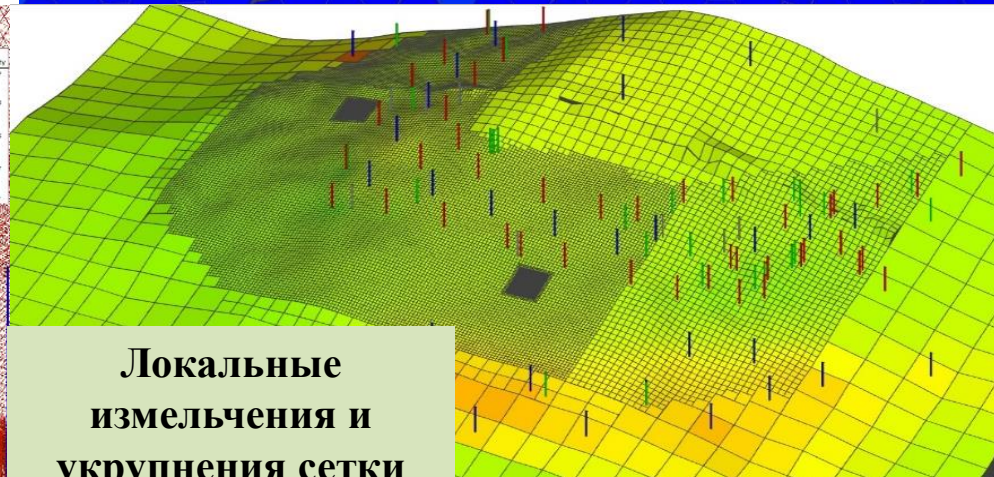
48 типов
сеток
произвольной
формы



2000 LGR
сланцевая
нефть

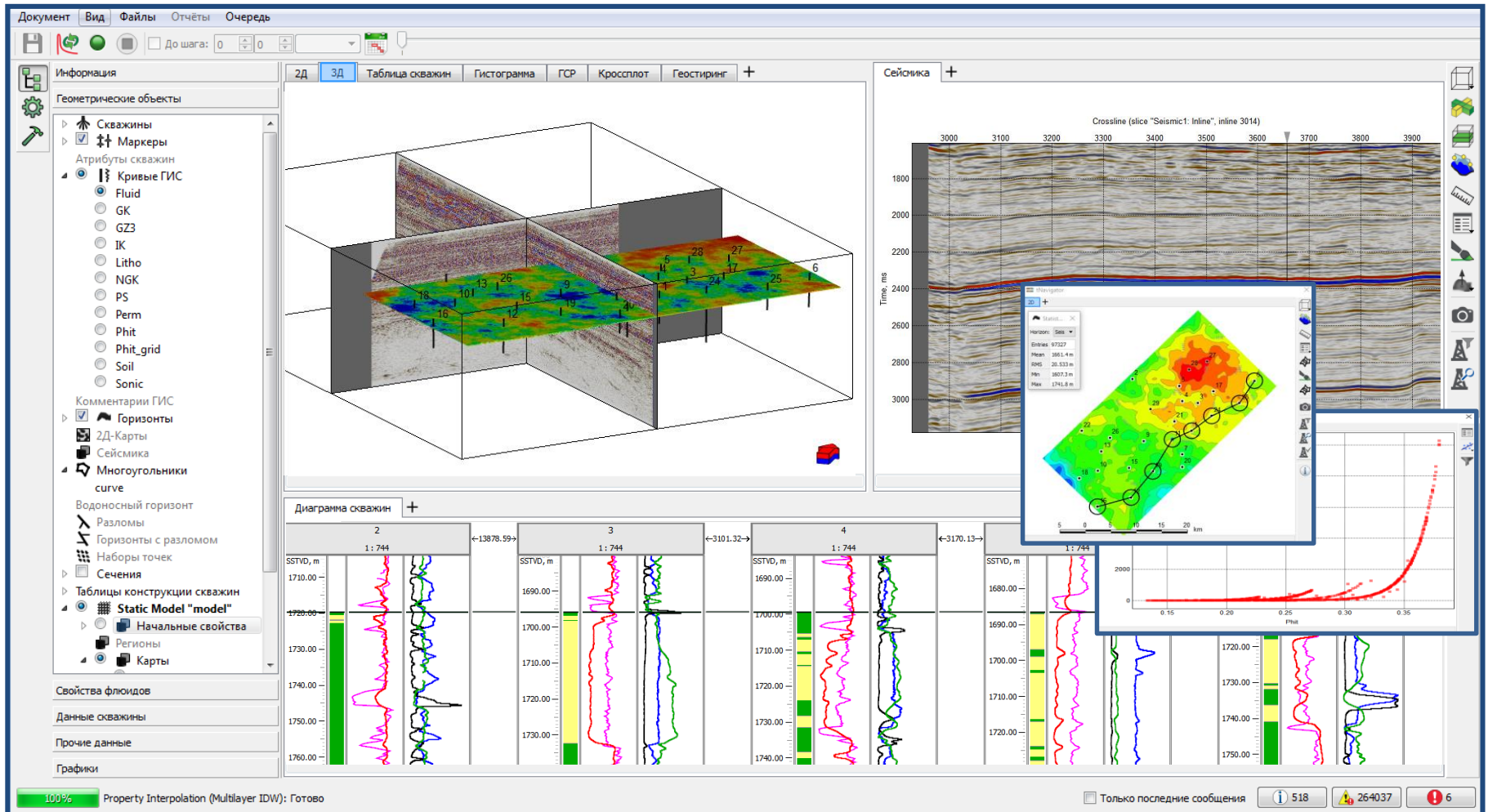


Локальные
измельчения и
укрупнения сетки



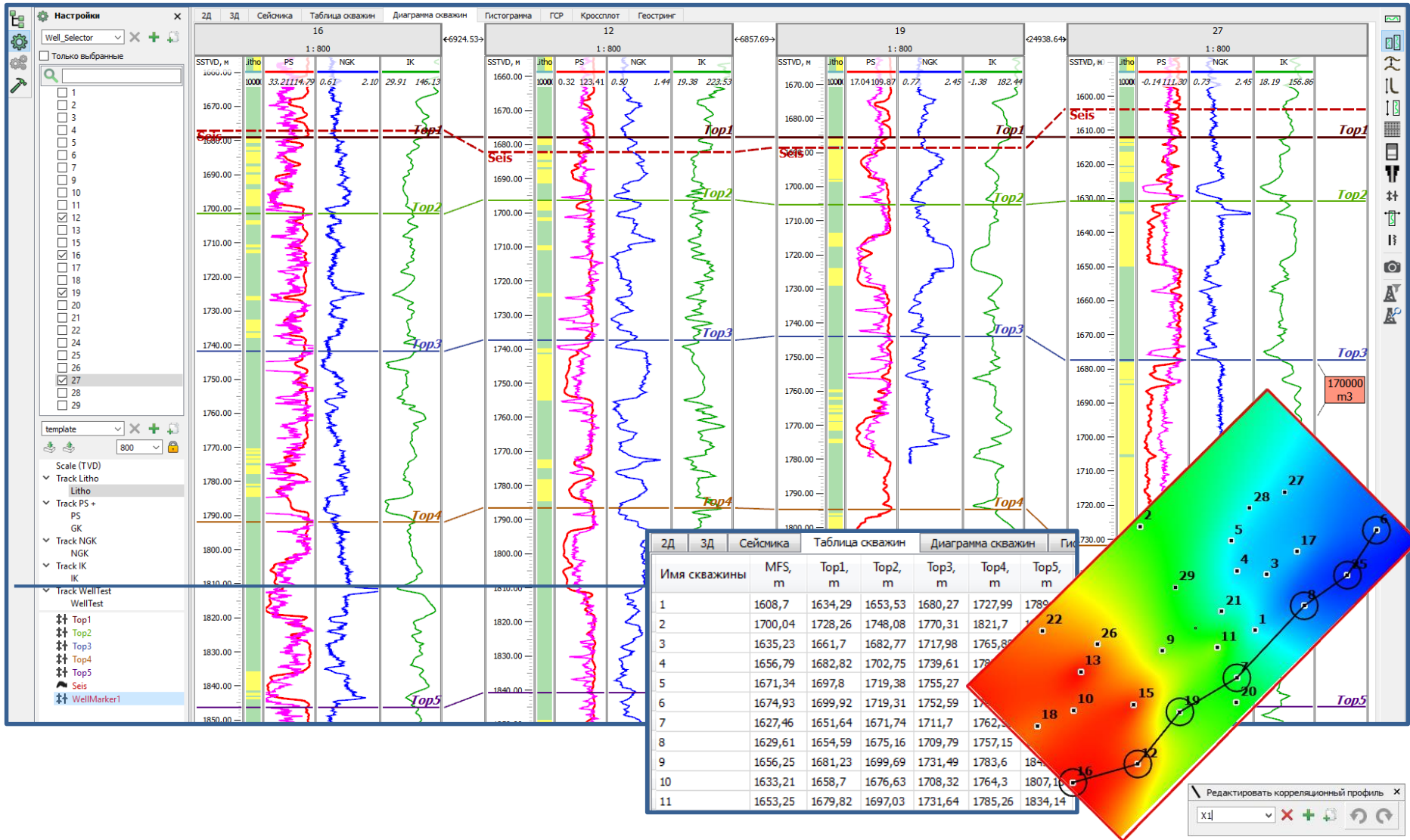
Создание модели

Задачи автоматизированного выделения тел, разломов, горизонтов

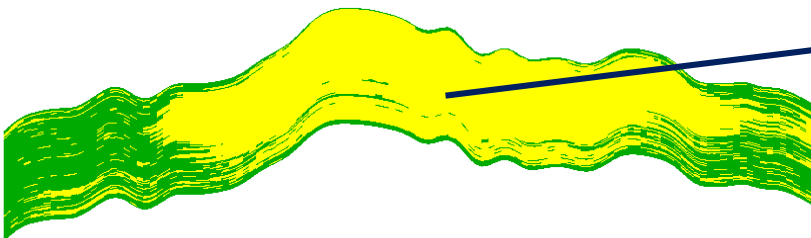
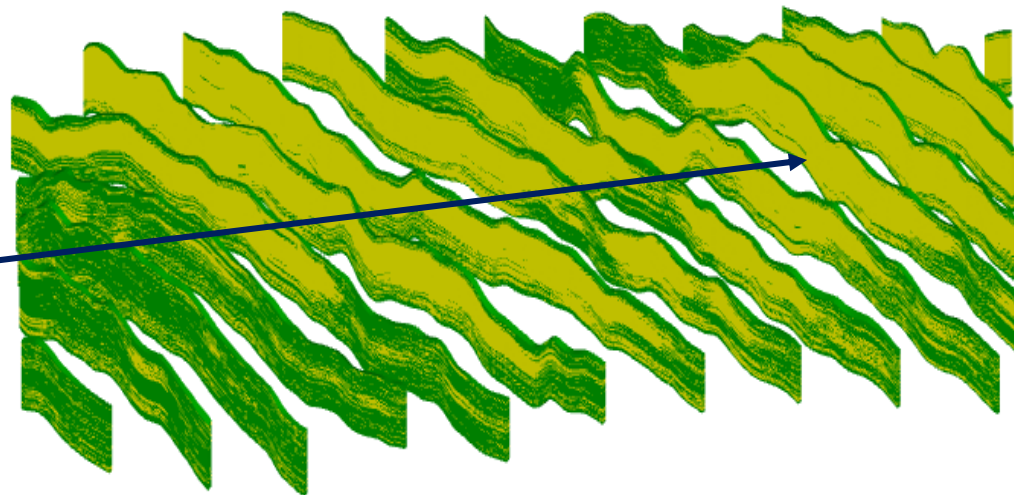
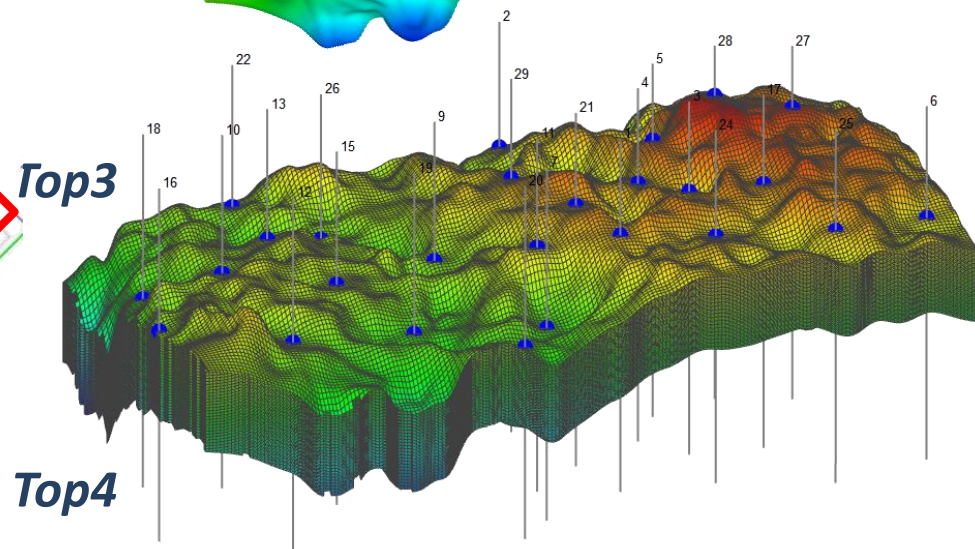
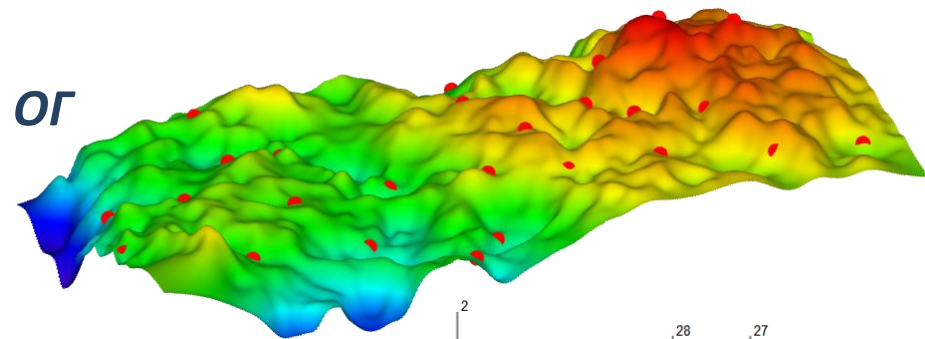
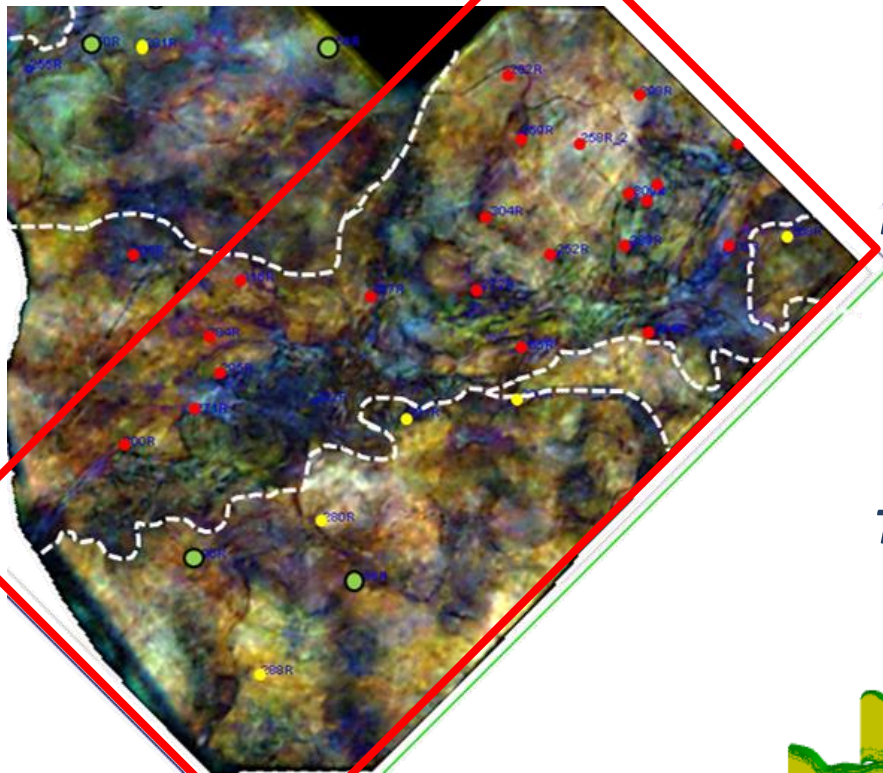


Создание модели

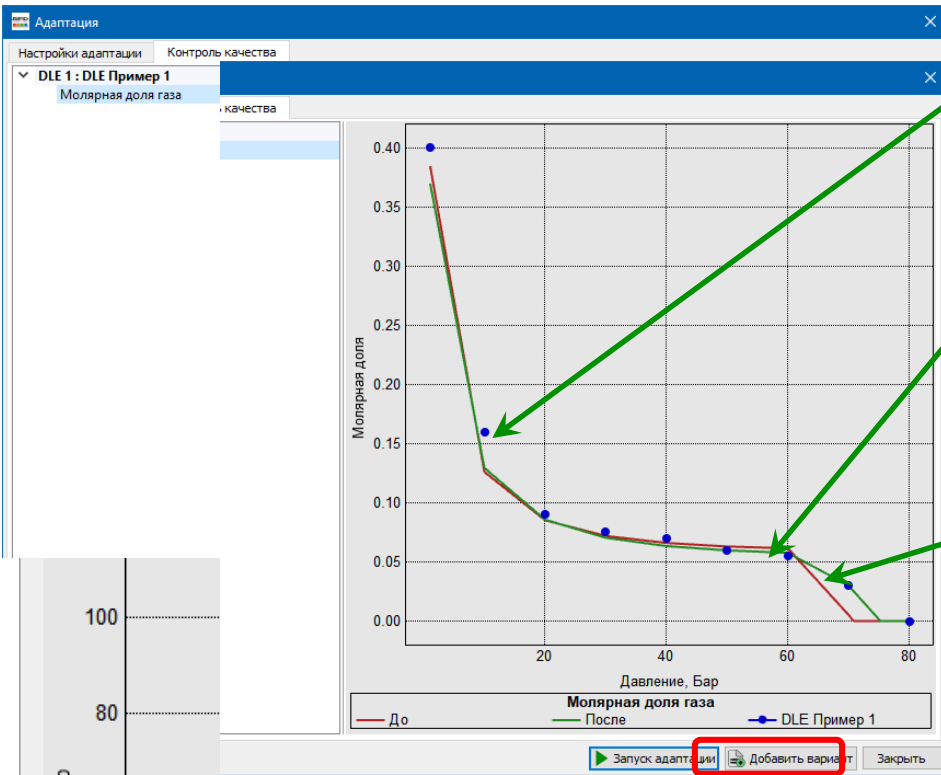
Задачи автоматизированной корреляции



Создание модели



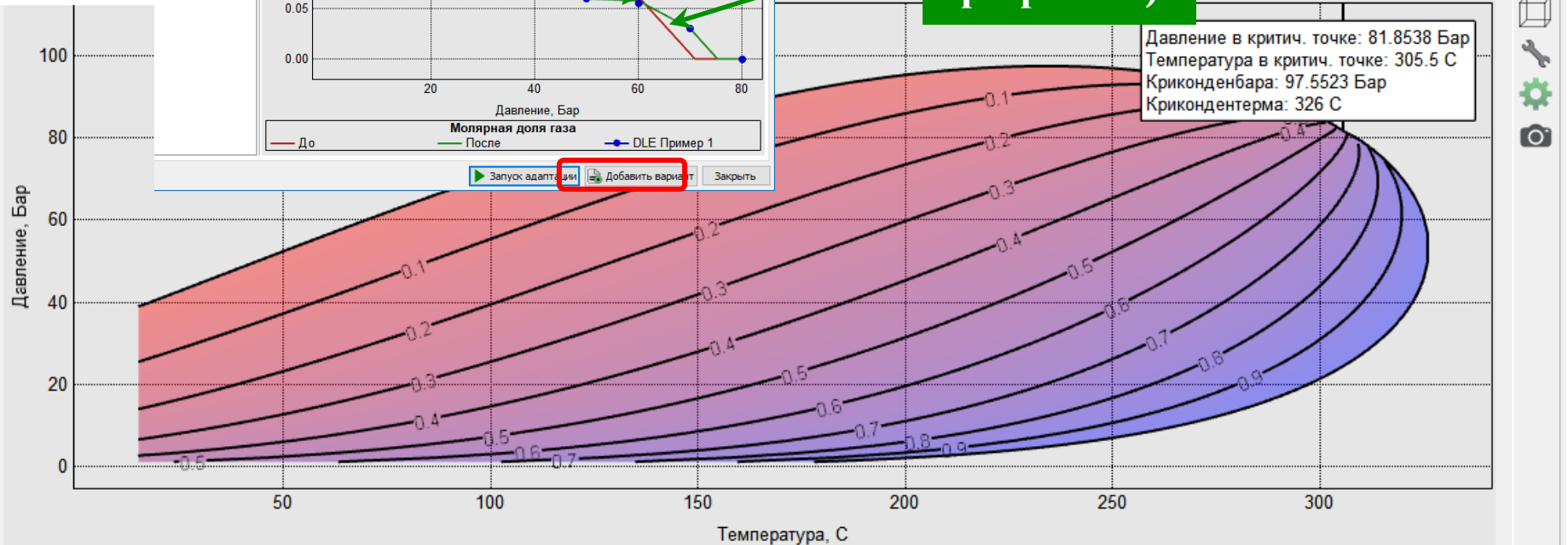
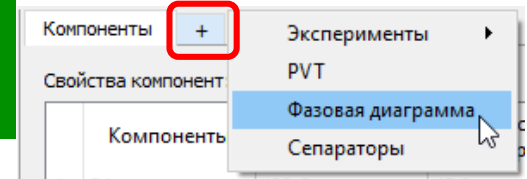
Создание модели флюида



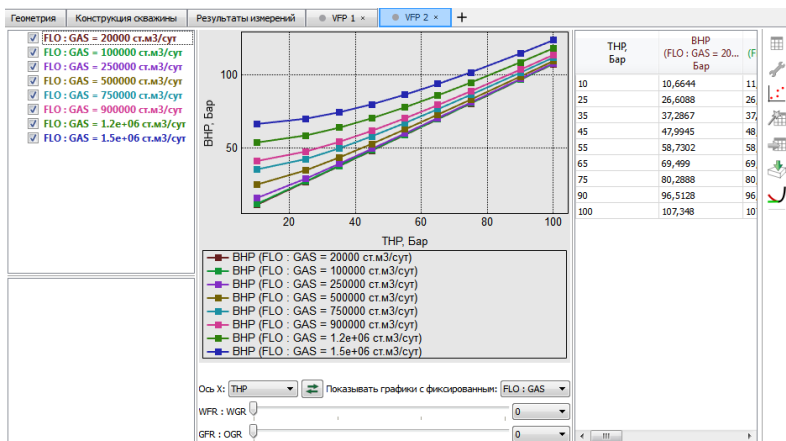
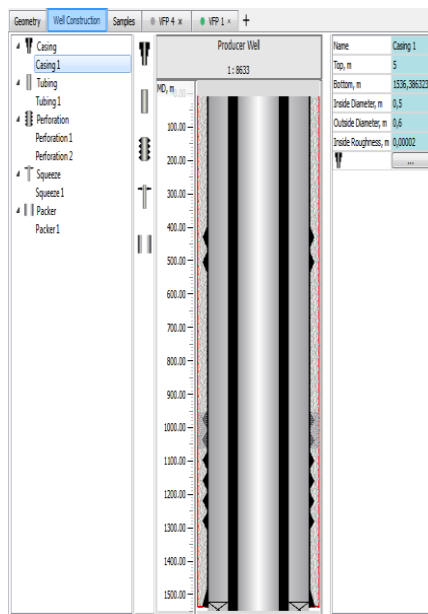
Эксперимент

Расчёт (после регрессии)

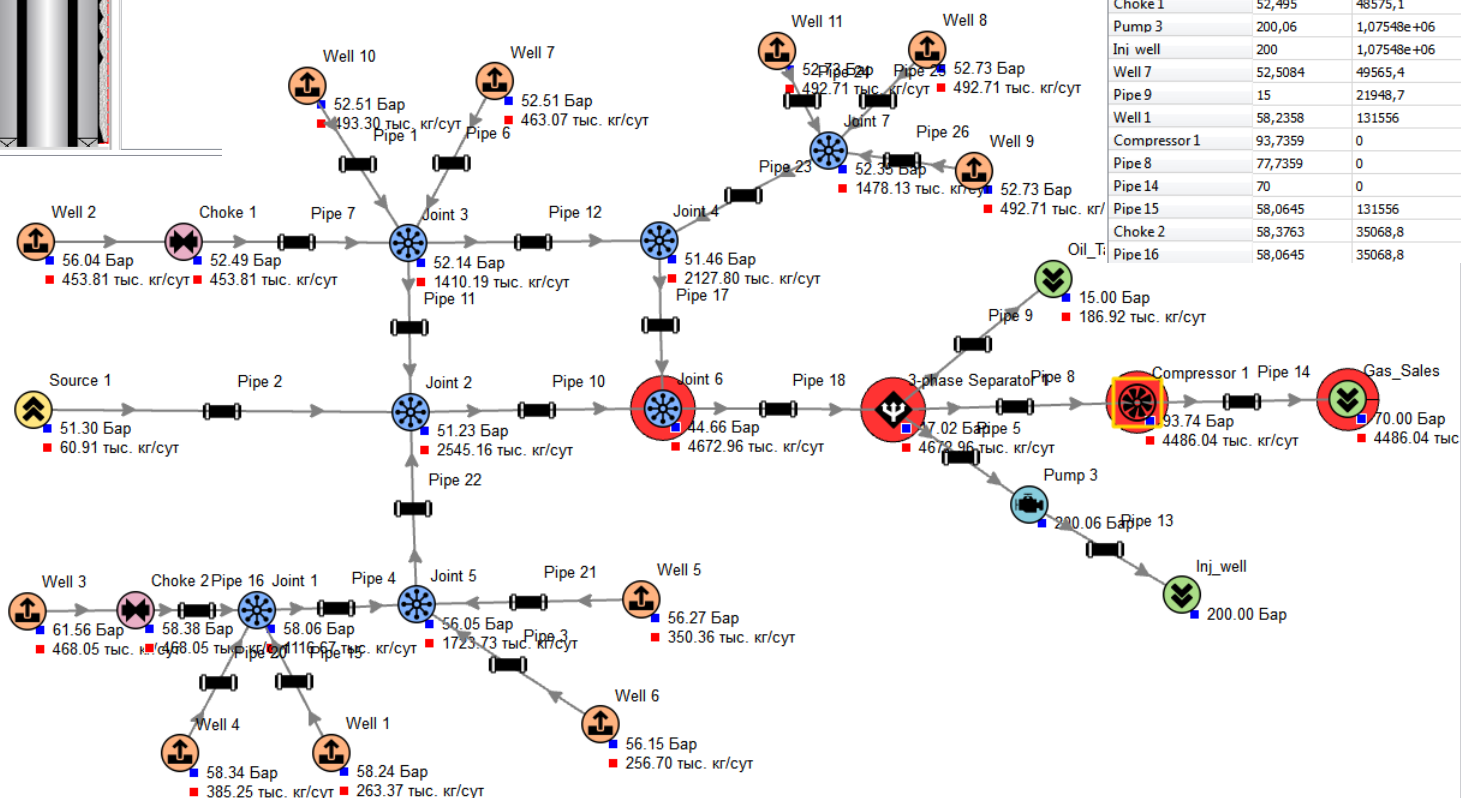
Расчёт (до регрессии)



Создание модели сети сбора продукции

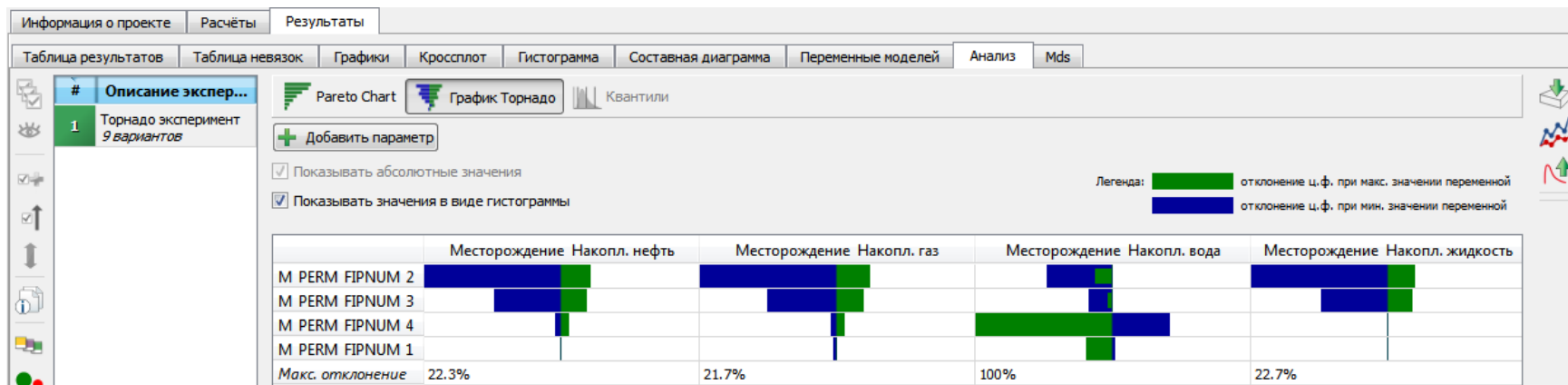
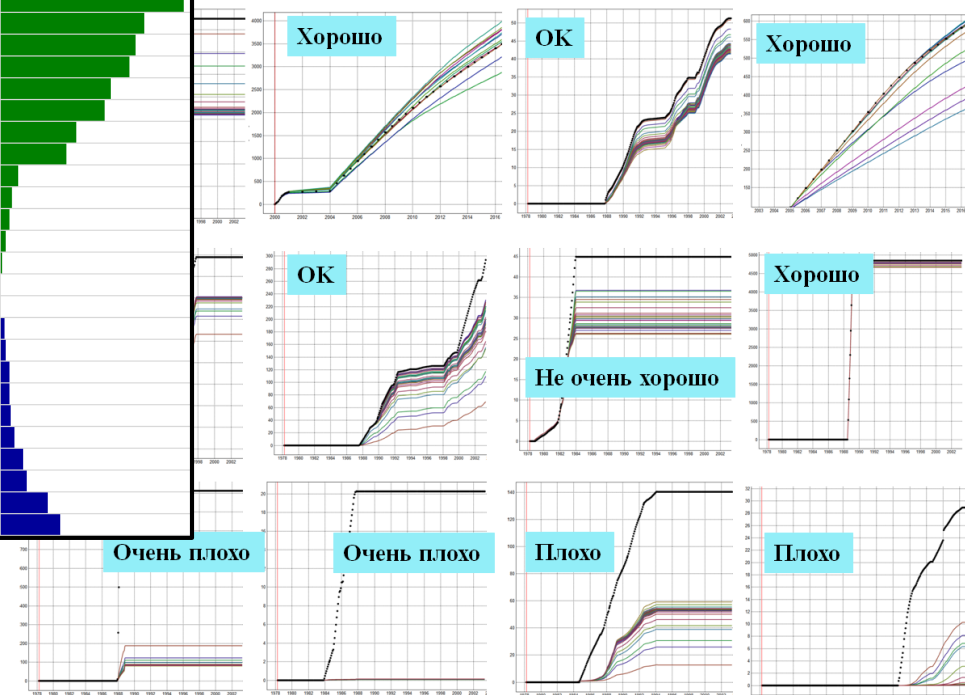
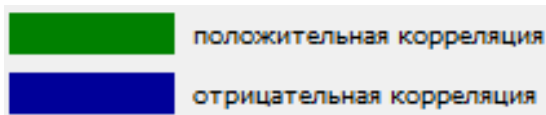
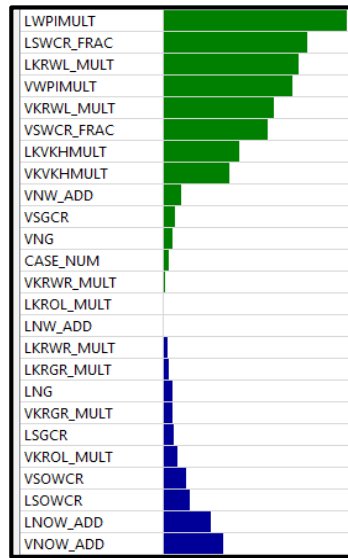
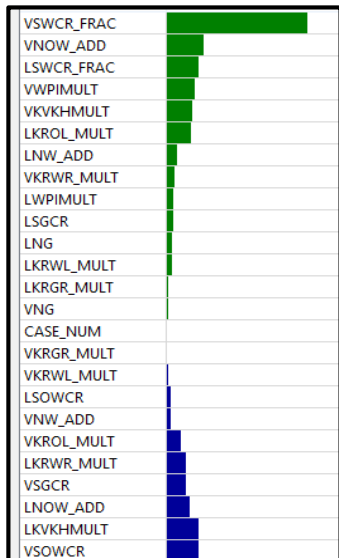
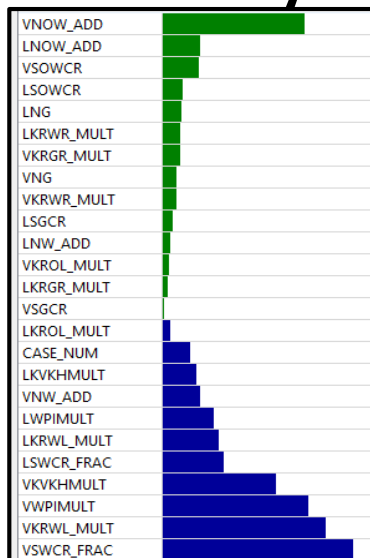


Сети	Давление, Бар	Массовый дебит воды, кг/сут	Массовый дебит газа, кг/сут
Well 2	56,0397	48575,1	453815
Gas Sales	70	0	4,48604e+06
Oil Tank	15	21948,7	186918
Well 3	61,5626	35068,8	468046
Well 5	56,2739	87502,9	350357
Well 6	56,1523	64112,7	256704
Joint 1	58,0645	243600	1,11667e+06
Joint 5	56,0485	395215	1,72373e+06
3-phase Separator 1	17,0208	1,09743e+06	4,67296e+06
Well 10	52,5131	36961,3	493304
Choke 1	52,495	48575,1	453815
Pump 3	200,06	1,07548e+06	0
Ini well	200	1,07548e+06	0
Well 7	52,5084	49565,4	463067
Pipe 9	15	21948,7	186918
Well 1	58,2358	131556	263372
Compressor 1	93,7359	0	4,48604e+06
Pipe 8	77,7359	0	4,48604e+06
Pipe 14	70	0	4,48604e+06
Pipe 15	58,0645	131556	263372
Choke 2	58,3763	35068,8	468046
Pipe 16	58,0645	35068,8	468046



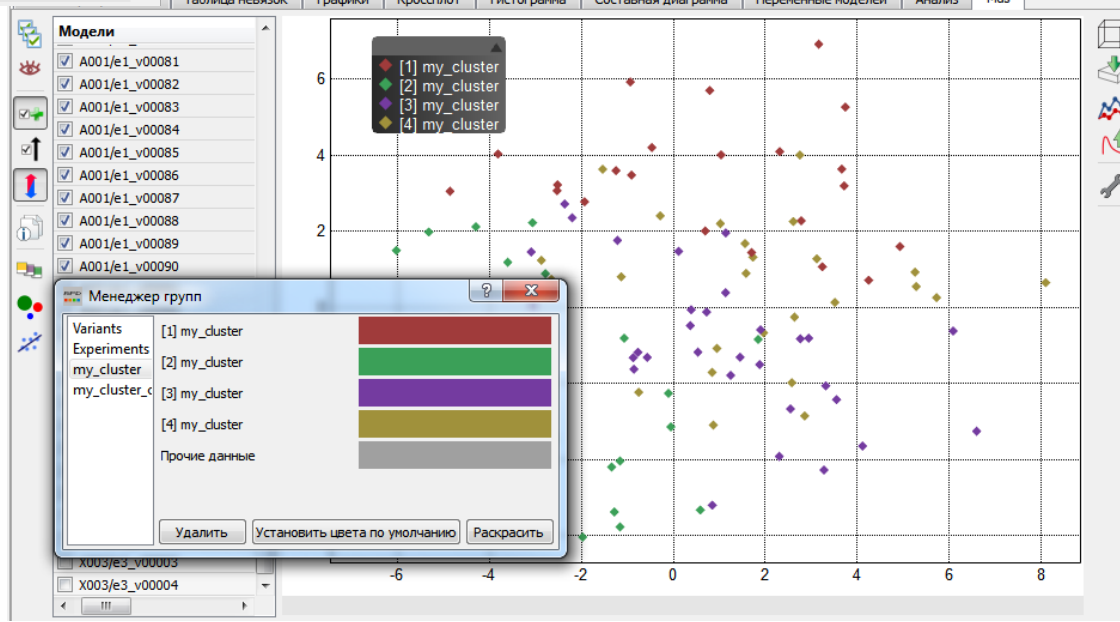
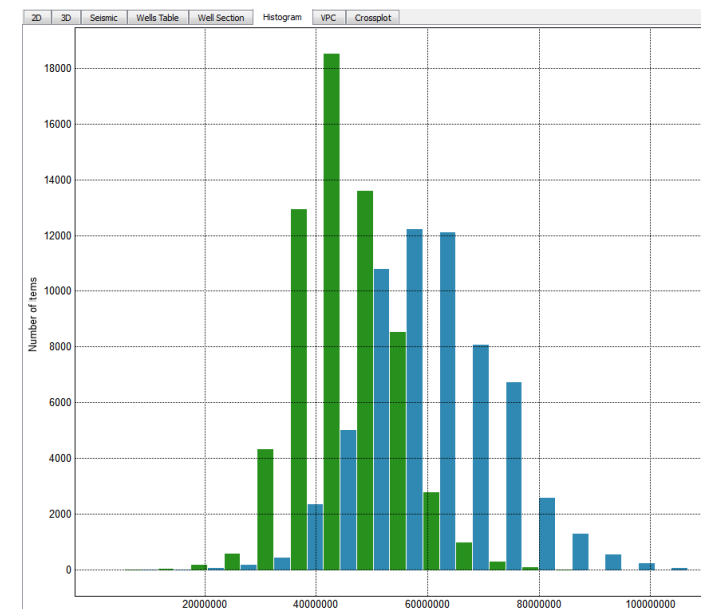
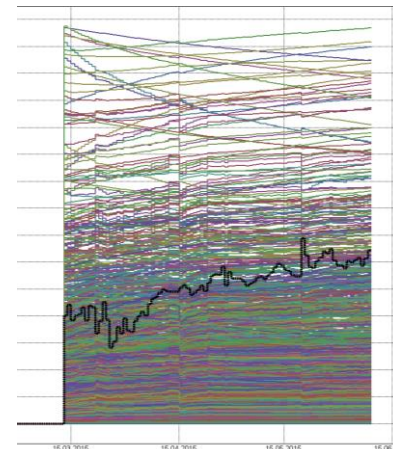
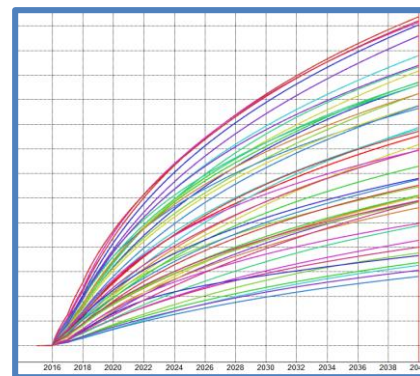
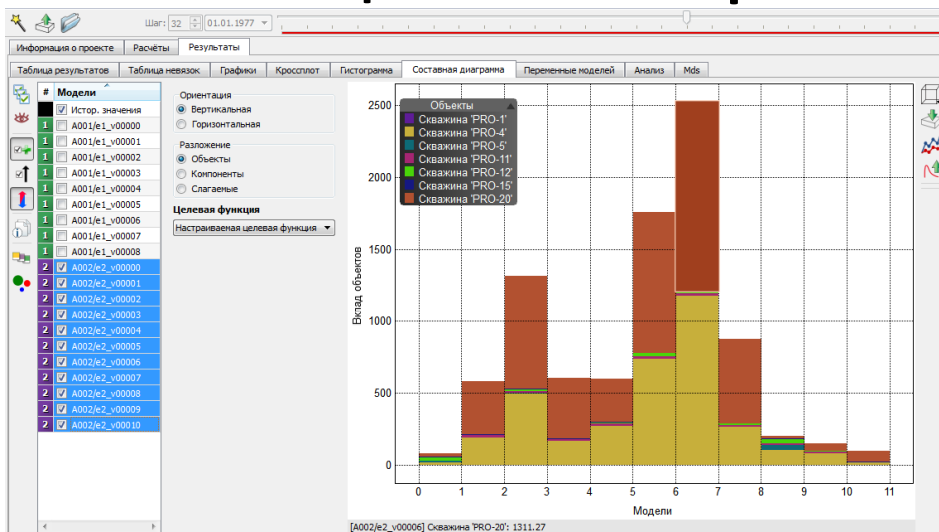
Решение обратной задачи

Анализ чувствительности



Решение обратной задачи

Оптимизационные алгоритмы



Что нужно, чтобы присоединиться?

- **Трудолюбие**
- **Умение программировать**
- **Решить задачи на зачет по «Работе на ЭВМ и программированию» 1-3 семестра у Богачева К.Ю.**

Спасибо за внимание!