Программная платформа

для обработки и интерпретации геофизических исследований скважин

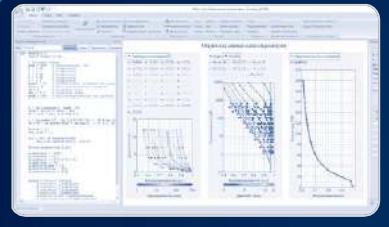
Контроль за разработкой месторождений нефти и газа

Информационное сопровождение бурения

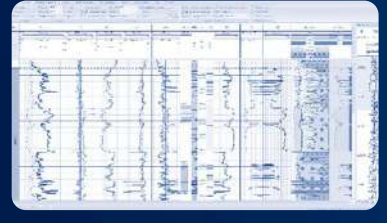
4223
в реестре российского ПО
Минцифры РФ

Программная платформа

Бурение и разведка



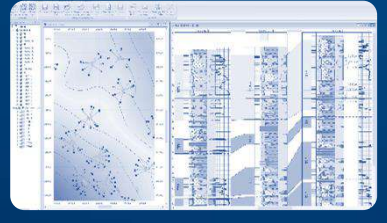
Петрофизическое моделирование



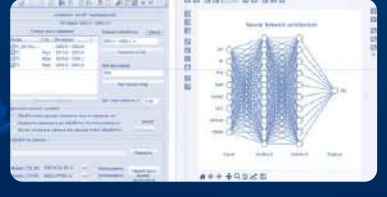
Уникальные технологии комплексной интерпретации

Обработка специальных геофизических методов

Геомеханика



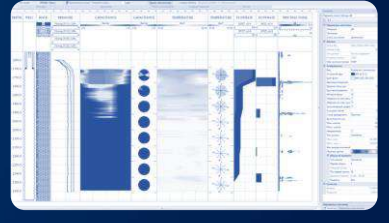
Геология, анализ и обобщение



Технологии искусственного интеллекта

Разработка

Гидродинамика



Промысловые исследования

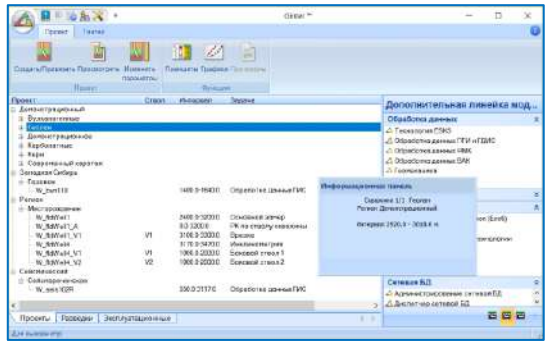
Контроль технического состояния скважин

Платформа Gintel предназначена для использования в интегрированных вычислительных системах нефтяных и газовых компаний, геологических и геофизических организаций

Обеспечивает высокоэффективную и многоскважинную интерпретацию данных ГИС:

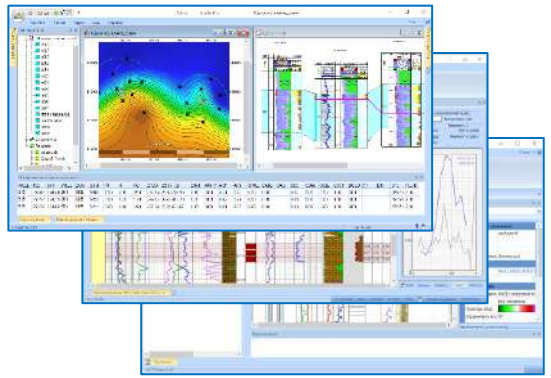
- при решении геологических задач разведки и разработки месторождений
- при выдаче оперативных заключений
- при подсчете запасов УВ
- при подготовке данных для постоянно действующих моделей месторождений

Платформа Gintel

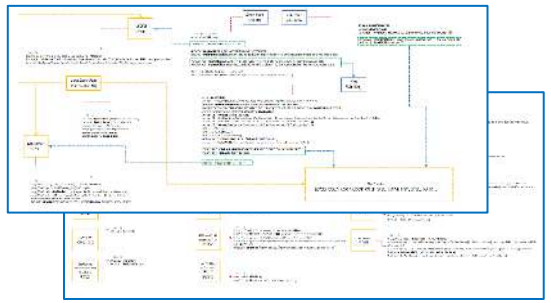


Базовая программная платформа

Включает компоненты управления базой данных, импорта-экспорта, препроцессинга и визуализации, модуль интерпретации по алгоритмам пользователя



Дополнительные модули



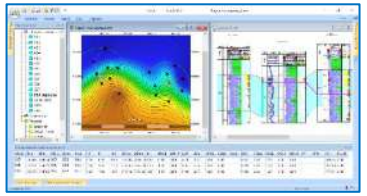
Gintel API

Интерфейс разработки приложений на языке C++, Python в среде программной платформы Gintel

Дополнительные модули программной платформы Gintel

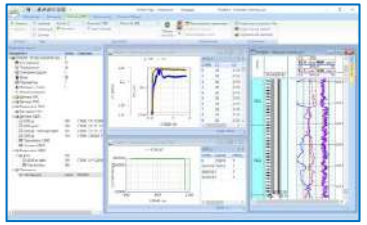
Технология ESKS – Экспертная система «Коллекторские свойства»

Комплексная интерпретация данных ГИС по авторским методикам для терригенного и карбонатного разреза скважин



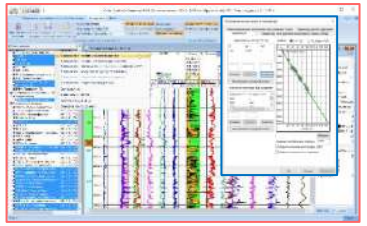
Модуль Geolan

Программный компонент для анализа и интерпретации данных ГИС по группе скважин



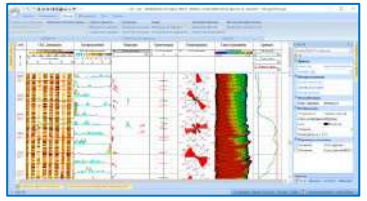
Модуль Plog

Программный компонент для интерпретации данных ПГИ и ГДИС в обсаженном стволе скважин



Модуль Geomech

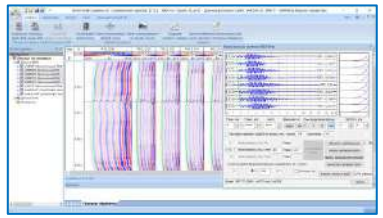
Программный компонент для расчета давлений, обработка мини-ГРП, определения рисков бурения, расчета сейсмотрассы и решения смежных задач



Gimage

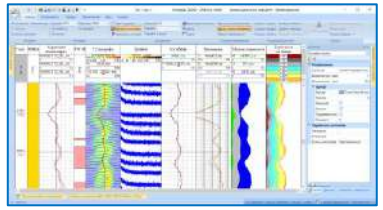
Программный компонент для интерпретации данных высокоразрешающего электрического и акустического каротажа

Дополнительные модули программной платформы Gintel



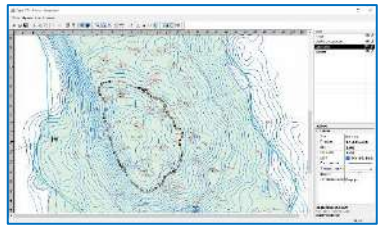
VakProc

Программный компонент для интерпретации данных многозондового монопольного и кроссдипольного акустического каротажа



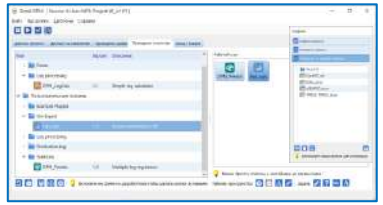
GNMR

Программный компонент для обработки данных ядерно-магнитного каротажа в искусственном магнитном поле



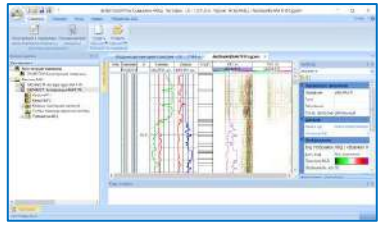
Оцифровка

Программные компоненты для оцифровки карт, графиков и планшетов



Gintel-Python

Пользовательский программный интерфейс для разработки, выполнения и распространения пользовательских скриптов и плагинов на языке Python, подключение скриптов в компоненты визуализации и обработки, разработка GUI технологий

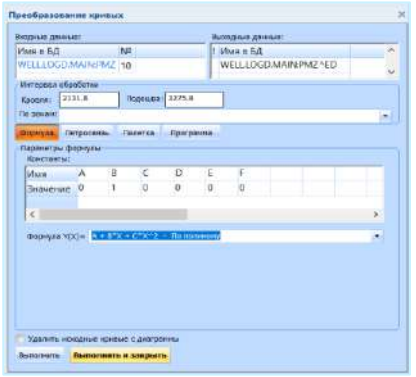


АКЦ-СГДТ

Оценка качества цементирования

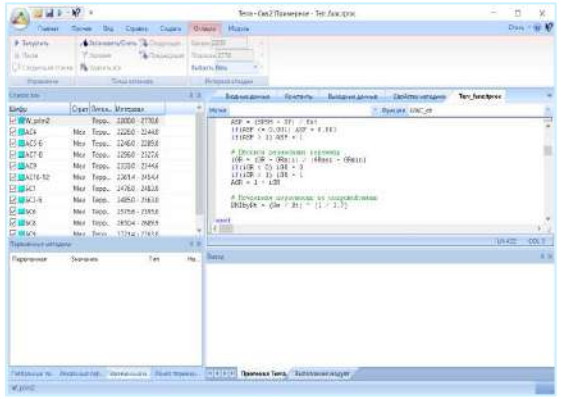
Технологии реализации методик интерпретации пользователя

Gintel



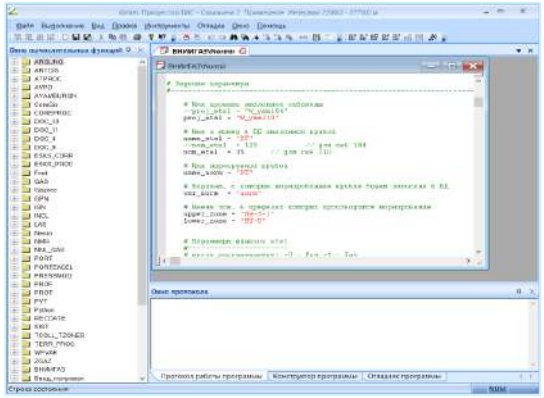
Калькулятор ГИС

Кривые (*LC*)



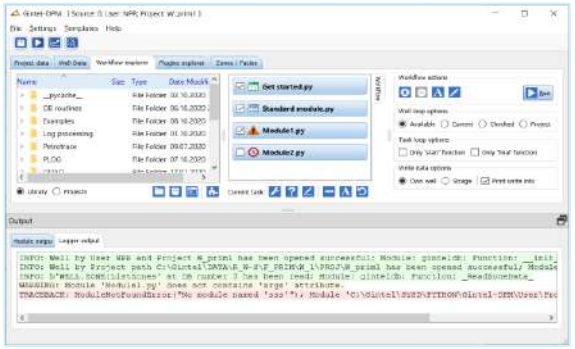
TERRA

Кривые, таблицы, (*LC/Python*)



Процессор ГИС

Все типы, (*LC/Python*)



Gintel-Python

Все типы, GUI (*Python*)

Простота

Гибкость

Gintel

База данных

Сбор, хранение и анализ разнородной геолого-геофизической и промысловой информации, экспорт и импорт в различные форматы

База данных

На автономных компьютерах

Gintel

Обмен архивами
- по скважинам
- месторождениям
- регионам

Gintel

Информация заказчикам

В вычислительных сетях клиент-сервер

Поставщики информации

Gintel

Gintel

Потребители информации

Gintel
DB Manager

БГГД SQL Server А

БГГД SQL Server Б

СЕРВЕР

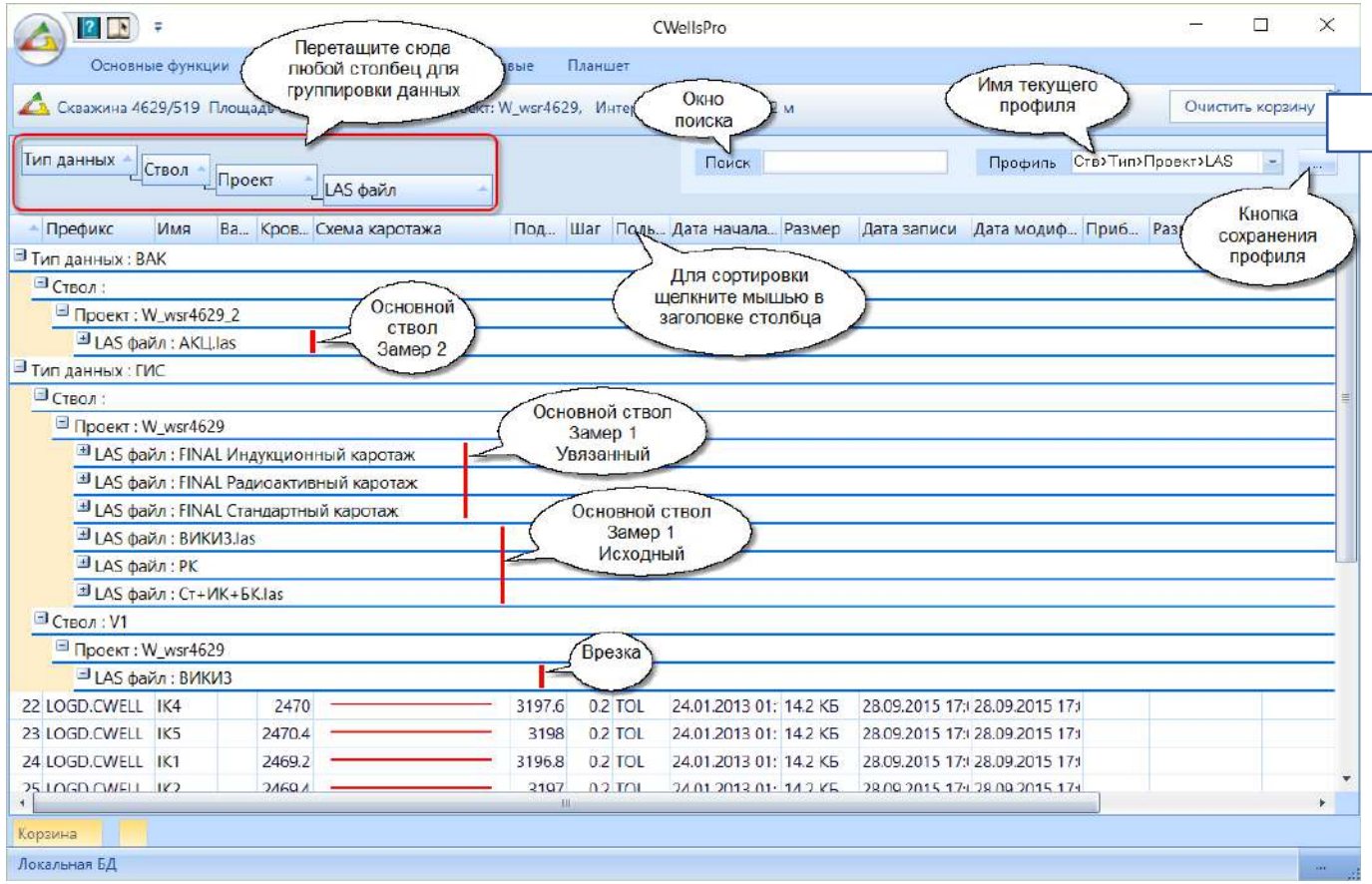
Типы данных

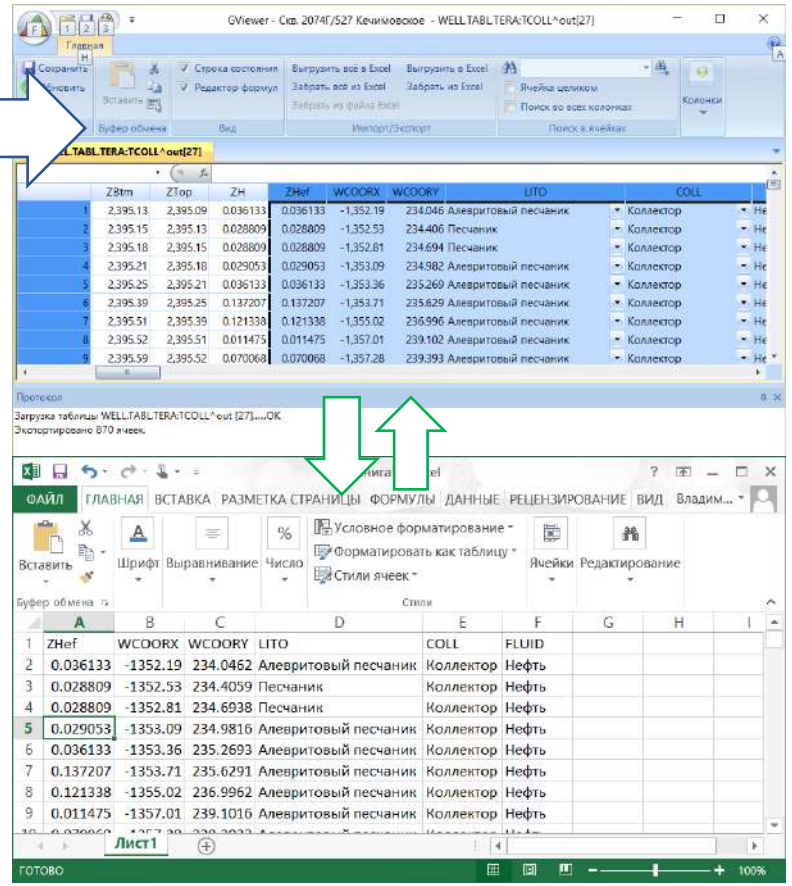
В Базе данных Gintel могут хранится следующие типы данных:

Тип	Описание	Тип	Описание
LOGD	Кривая ГИС	ZONE	Зоны
LOGP	Пластовая кривая ГИС	DOCD	Документы
COLD	Кривая свойств	PTSV	Петрофизические связи
TABLE	Общая таблица	AREA	Области данных
CORE	Таблица с данными керна	VOID	Служебные структуры (описание скважины, методики…)
DTBL	Многомерная таблица (один фрейм)	CPLX	Нелинейно структурированные данные (геологические элементы)
DTS	Многомерная таблица (несколько фреймов)	LOGT	Точечная кривая ГИС
INCL	Таблица инклинометрии	COLT	Точечная кривая свойтсв
PICT	Фото керна или шлифа	PYUD	Произвольные типы данных python
VAK	Волновая акустика	SEIS	Данные сейсмики

WELL.TYPE.MODIF:CODE^vers

Диспетчер данных по скважине



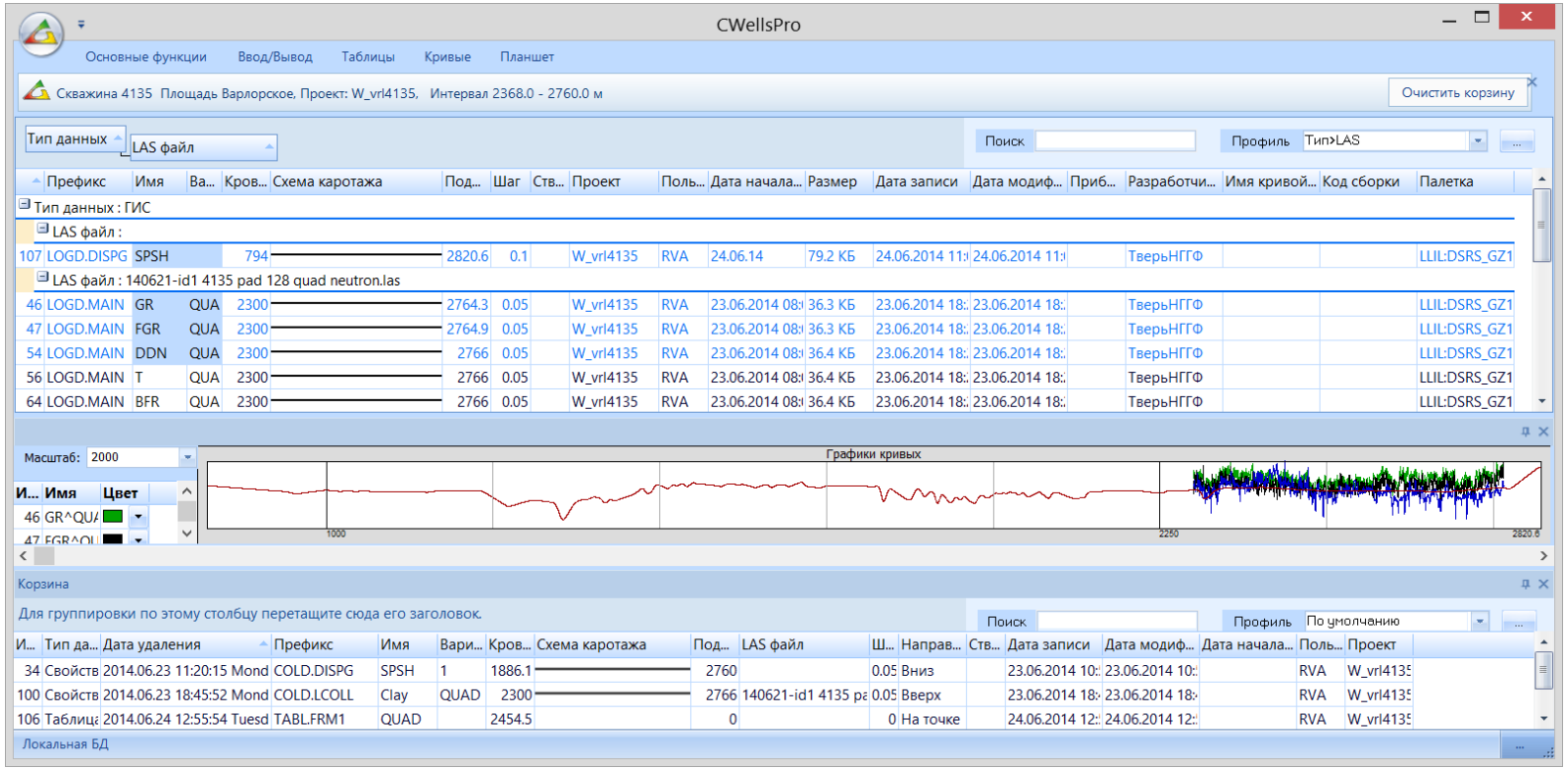


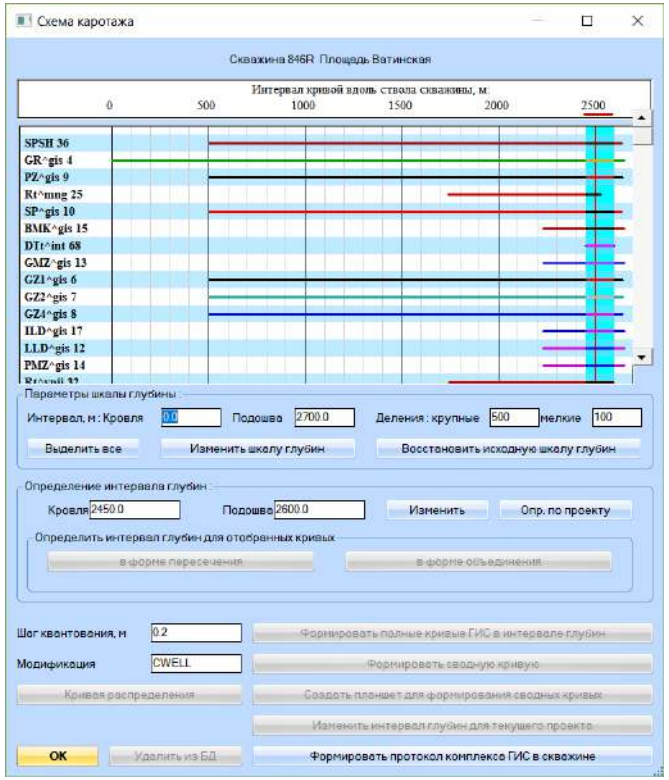
Диспетчер данных по скважине управляет доступом к любой накопленной информации по скважине, которую представляет в виде упорядоченной структуры. Вид этой структуры определяется Профилем представления и зависит от текущей задачи.

Встроенный компонент просмотра данных в табличной форме позволяет быстро и удобно выполнять различную модификацию данных, в том числе и взаимодействуя с Excel.

Особенности Диспетчера данных

- Настраиваемое структурирование и поиск иинформации.
- Инструменты для организации приемки и хранения разнородной исходной информации по нескольким интервалам, стволам, Задачам.
- Встроенные шаблоны для формирования диаграмм для различных задач.
- Возможность пакетного применения операций к данным.
- Функции экспорта в LAS, LIS, DLIS, csv, Excel с возможностью тонкой настройки параметров экспорта.
- Корзина данных.

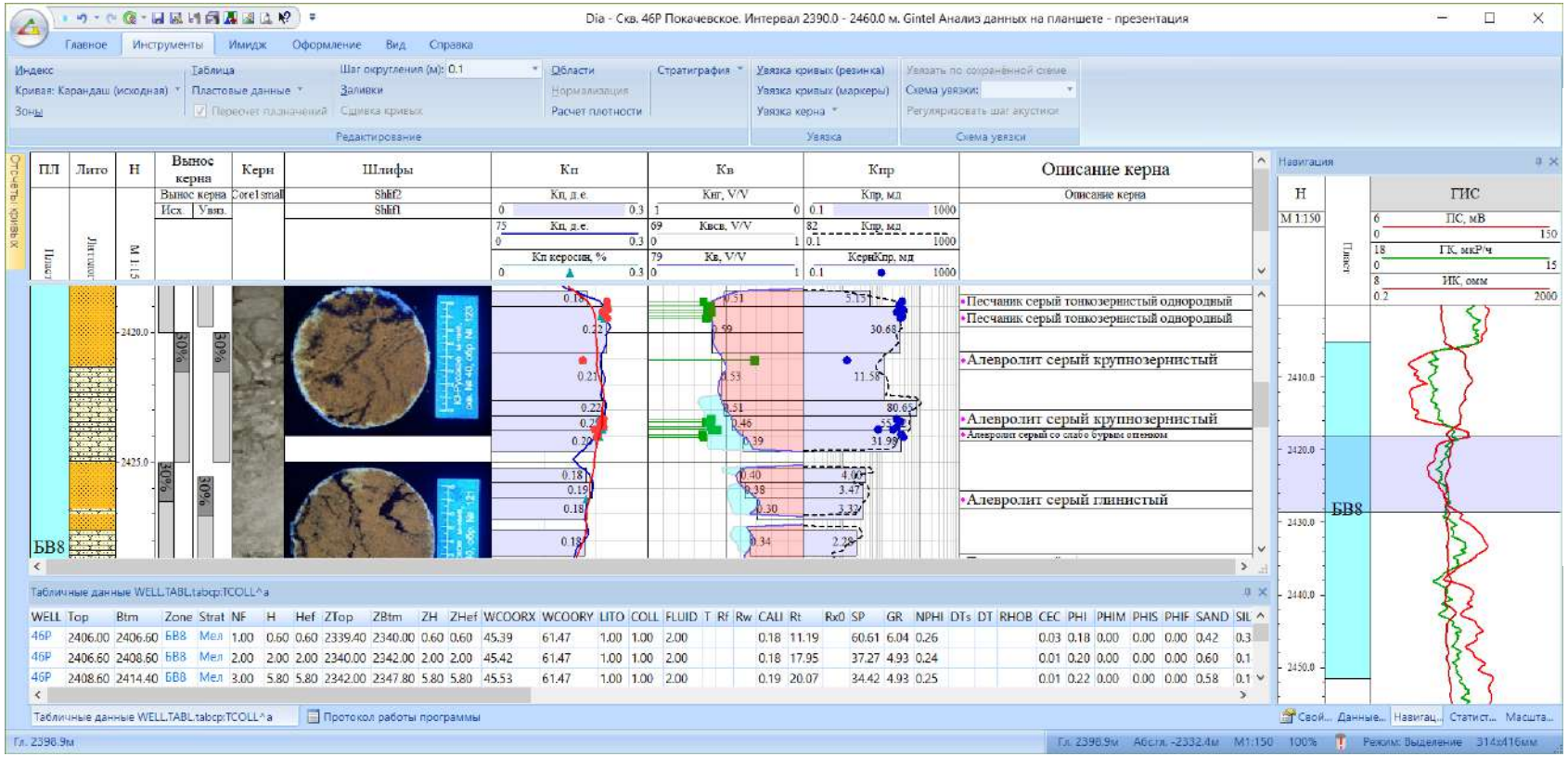


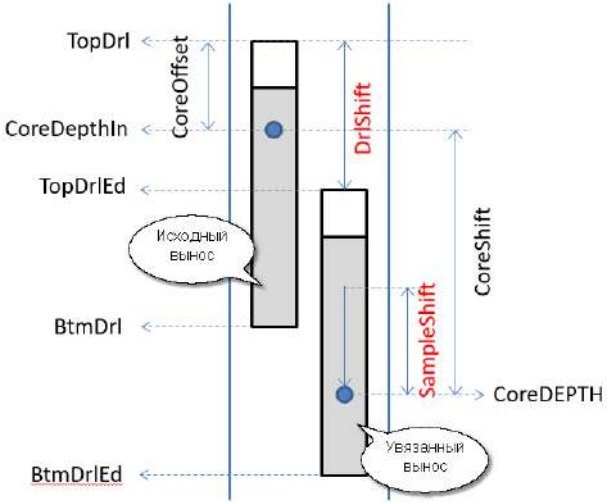


База данных керна

Компоненты базы данных керна:

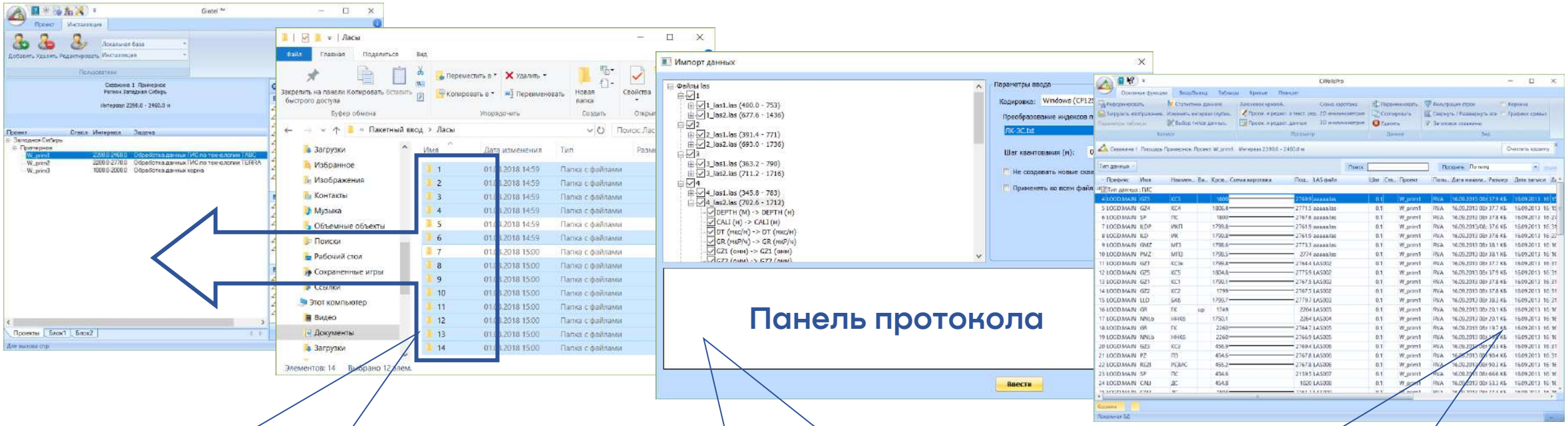
- таблица интервалов долбления, выноса, качества привязки, описание и т.д.;
- таблицы количественных измерений на керне;
- фотографии шлифов и керна.





Многоскважинный импорт

Эффективное создание Базы данных по скважинам и одновременный ввод данных в формате ЛАС



Для инициирования процедуры создания БД достаточно перетащить мышью папку с произвольными данными в Главный монитор системы Gintel

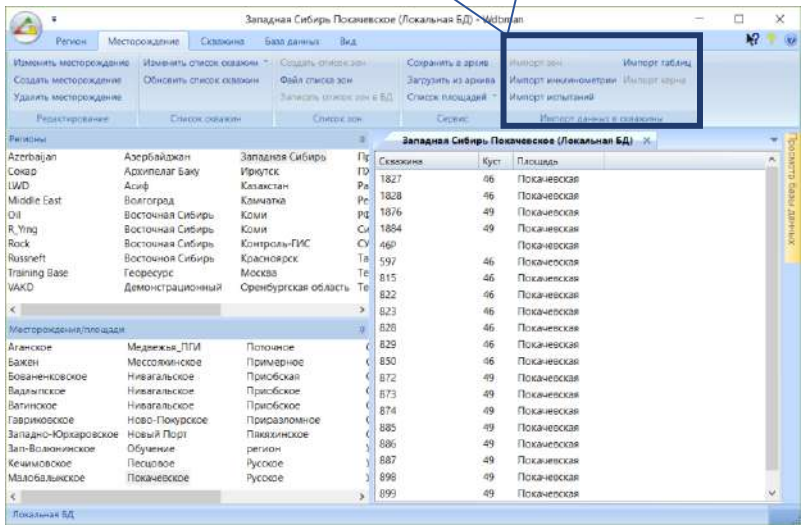
Панель импорта данных позволяет уточнить мнемонику кривых и перечень данных для ввода, кодировку файлов, выбрать справочники

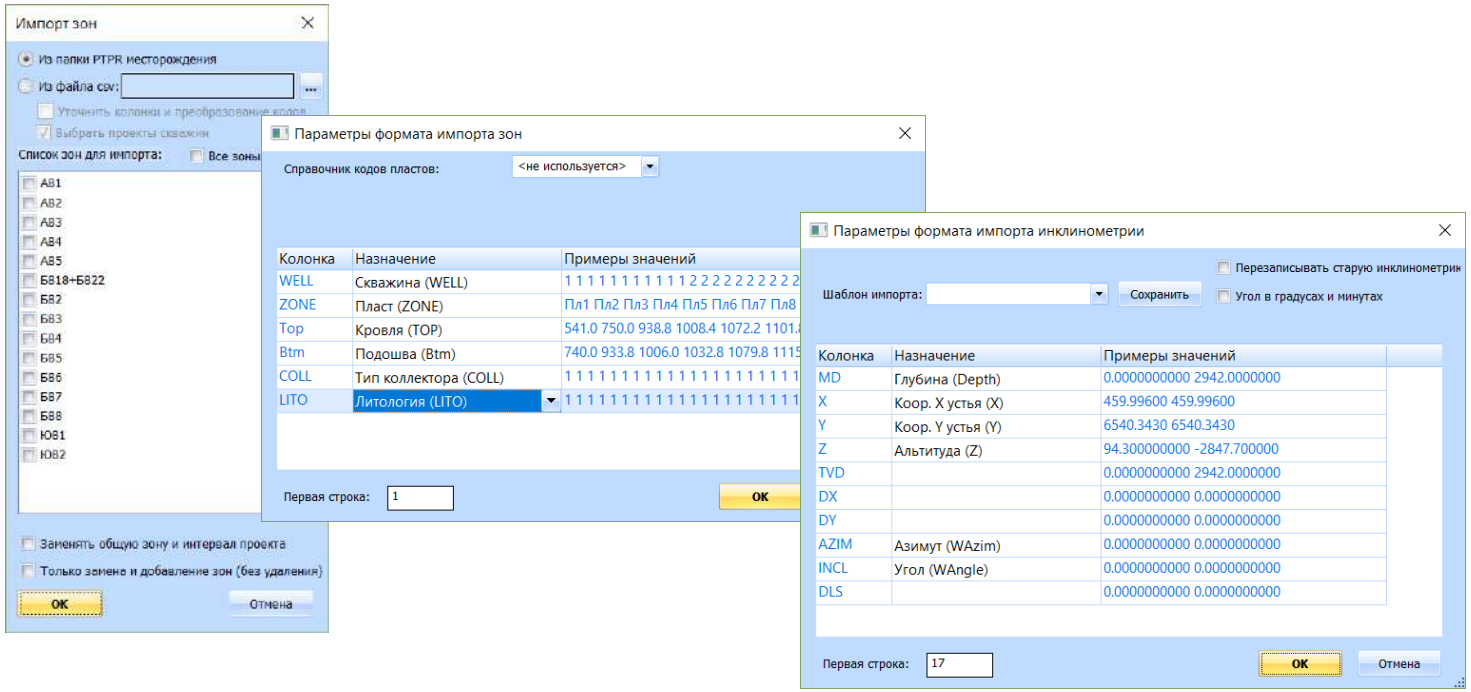
В результате импорта в БД будут создны скважины, проекты по скважинам, списки зон и будут загружены кривые, которые можно просматривать в Диспетчере данных по скважине

Многоскважинный импорт

Мультискважинный ввод сопутствующей информации, такой как пластопересечения, данные керна, результаты испытания, таблицы РИГИС, инклинометрия

Группа функций для пакетного импорта





- Данные керна могут быть загружены в консолидированном виде в одну скважину, или в каждую скважину загружается только керн из этой скважины на основе колонки с ее номером
- Форматы импорта адаптированы под пакеты геологического моделирования и программы обработки инклинометрии

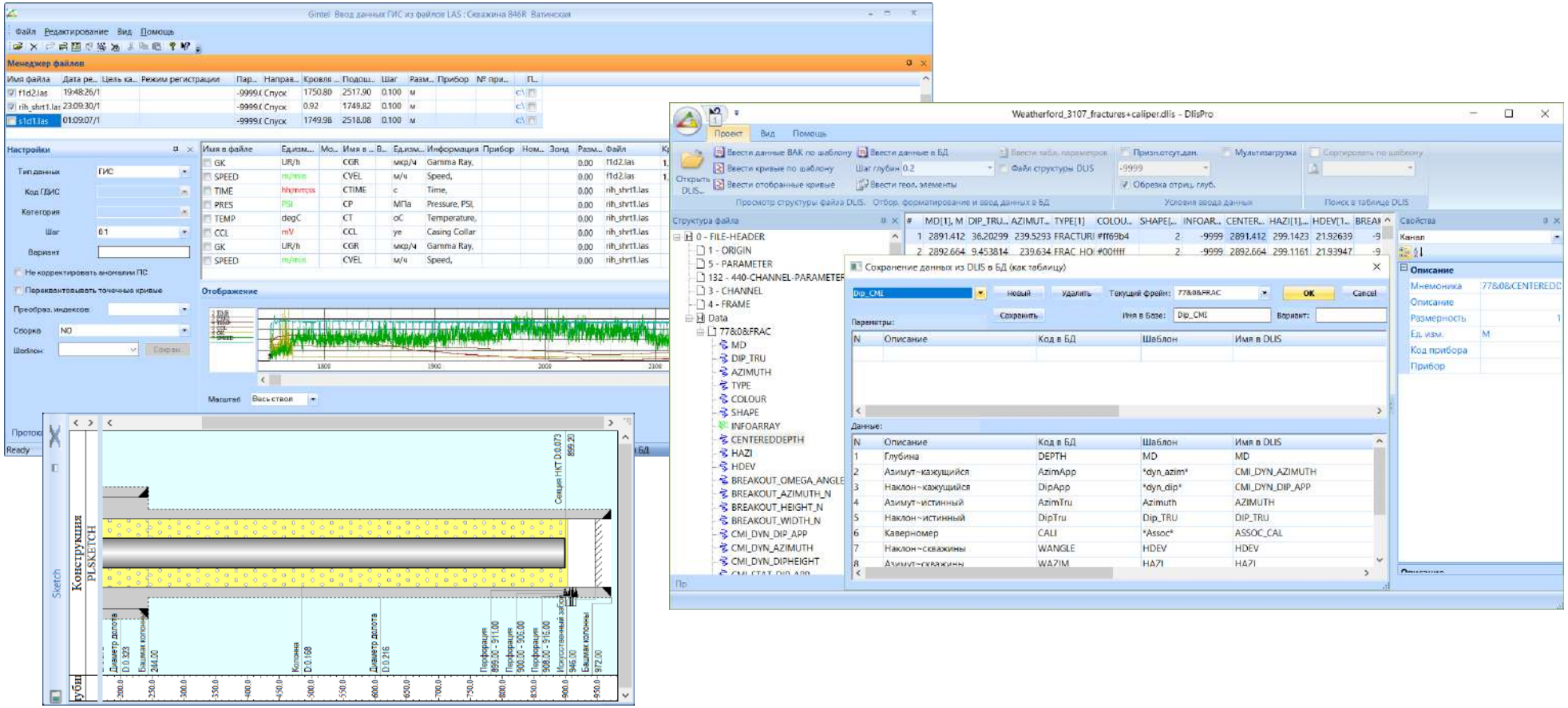
Импорт исходных скважинных измерений

Gintel

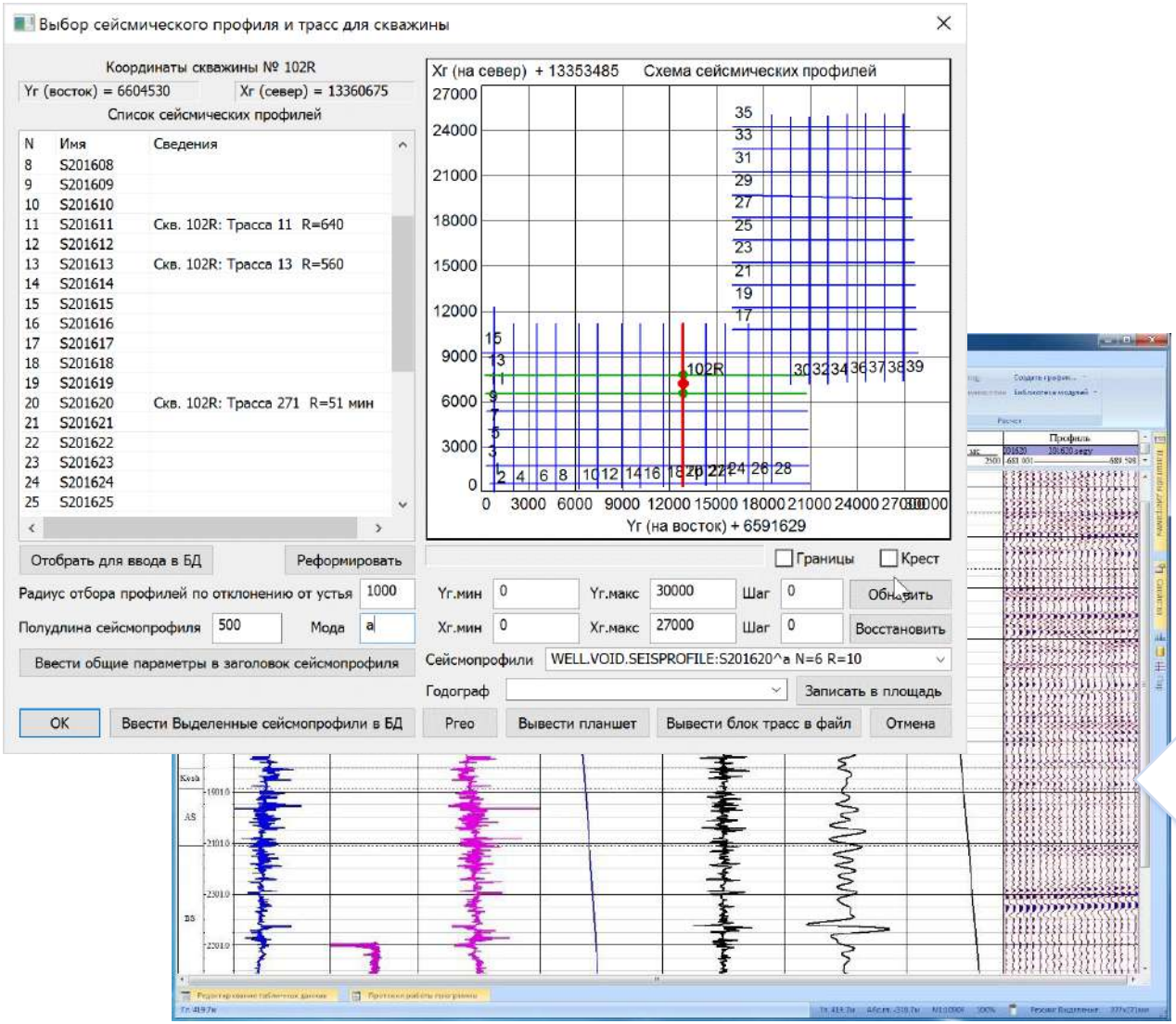
При приемке материала система Gintel может адаптироваться на принятые в производстве коды обозначений кривых, коды индексов и единицы измерения.

Система содержит справочники по приборам и сборкам, которые необходимы для возможности ввода различного рода поправок в кривые ГИС, учета точек записи и других параметров и автоматизированной выдачи изображений в заголовок диаграммы.

- LAS
- LIS
- DLIS
- XLSX
- CSV
- TXT
- и др.

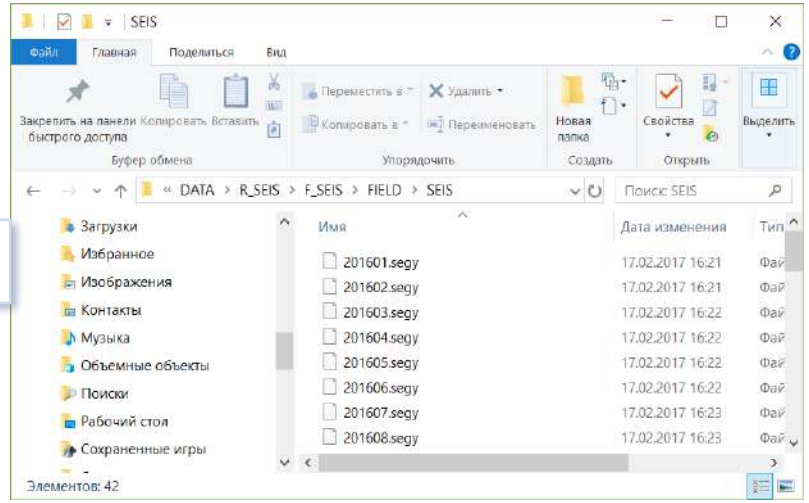


Ввод в формате SEGY

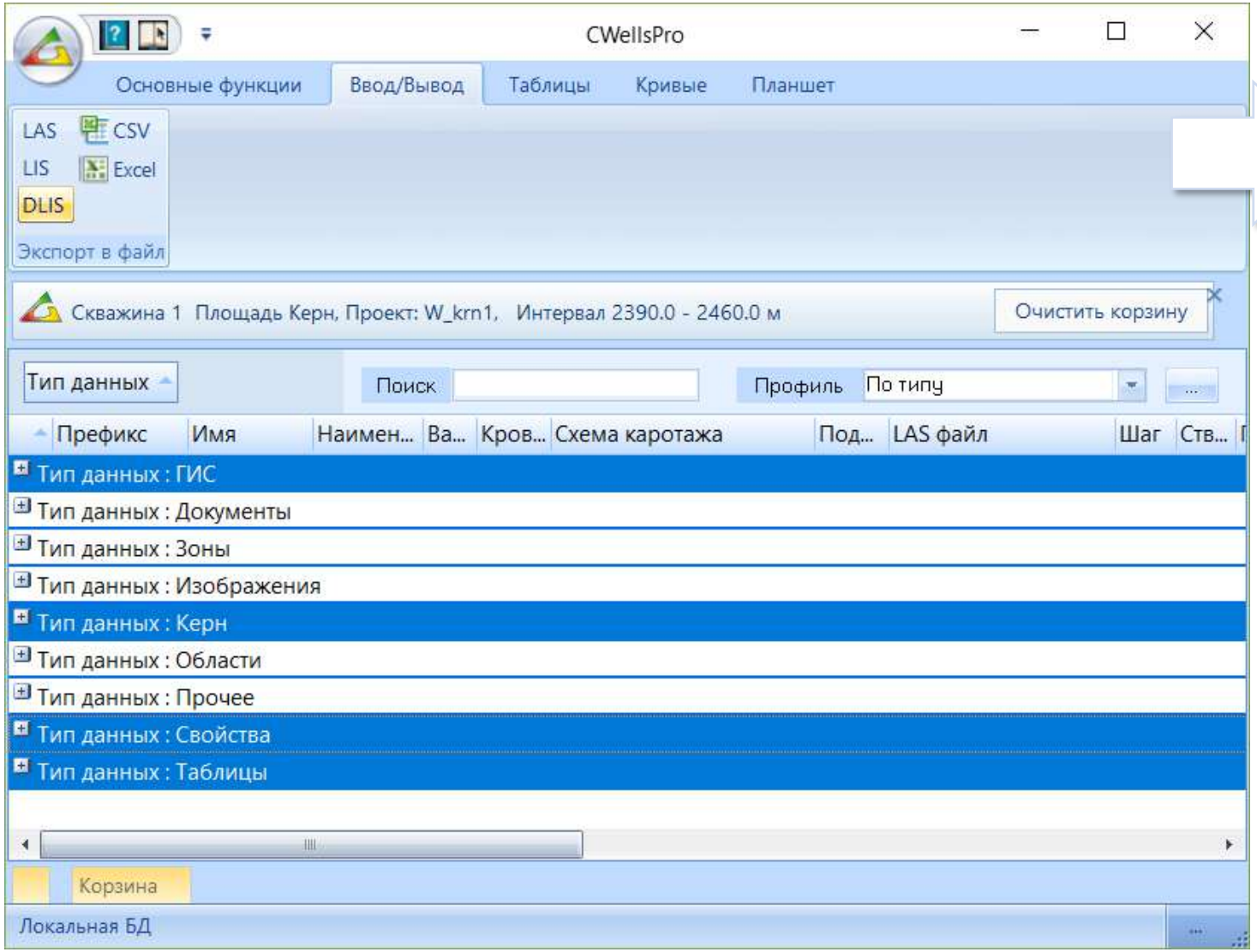


Кубы или трассы сейсмики хранятся в общем каталоге месторождения. В любой момент данные сейсмики можно загрузить в активную скважину с возможностью выбора ближайших сейсмопрофилей на карте профилей или простым перетаскиванием файла на диаграмму.

Данные отображаются на диаграмме в виде вертикальных сейсмотрасс. Эти данные могут быть использованы при решении различных задач, связанных с геомеханикой.



Экспорт накопленных данных



XLSX
CSV
TXT

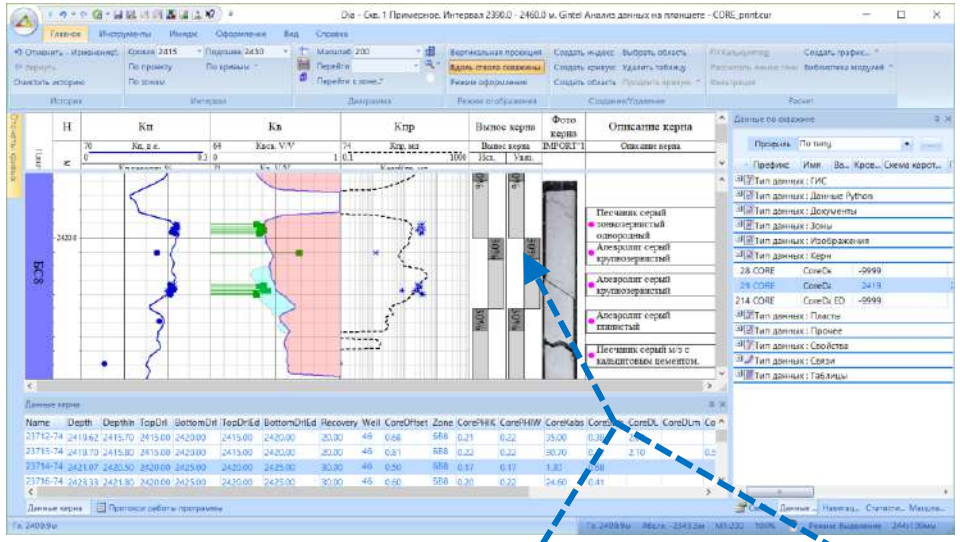
LAS
LIS
DLIS

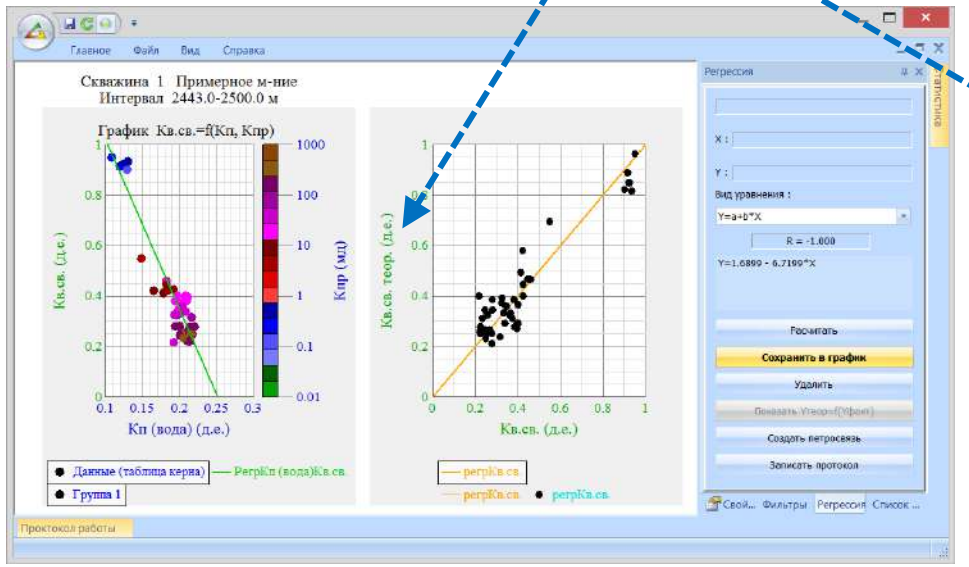
В один файл DLIS можно одновременно записать кривые и таблицы

Визуализация данных

Мастер диаграмм
Мастер графиков

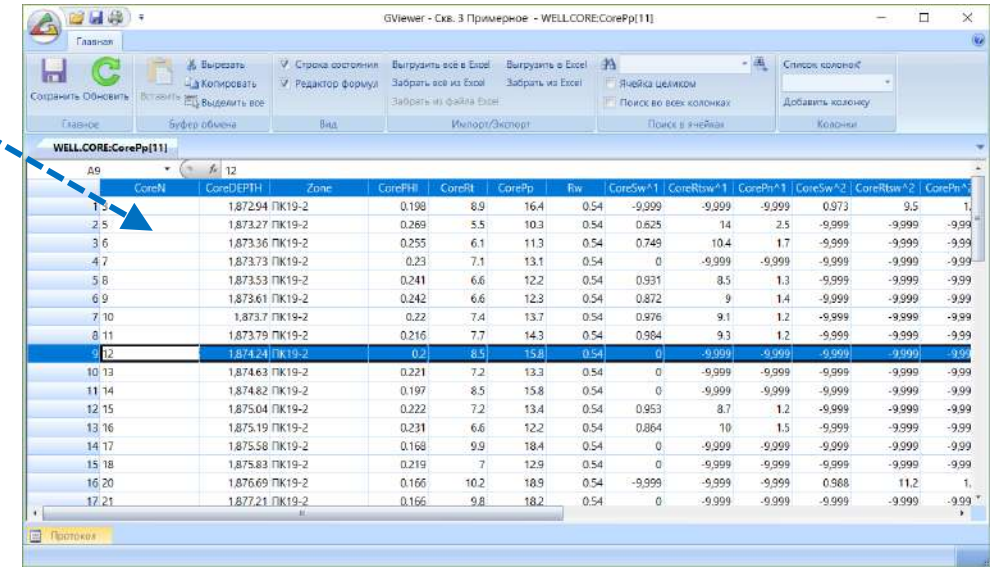
Представление данных керна



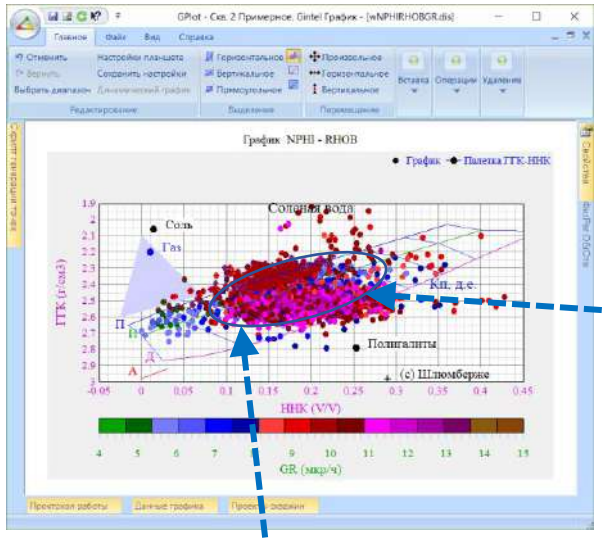


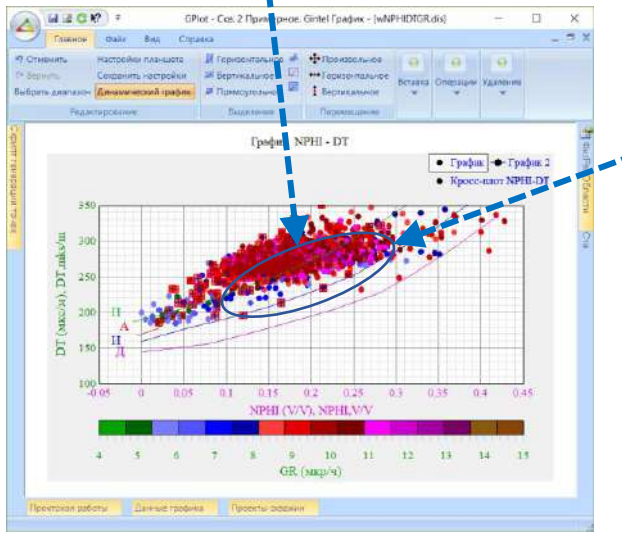
Одни и те же данные могут быть представлены и откорректированы:

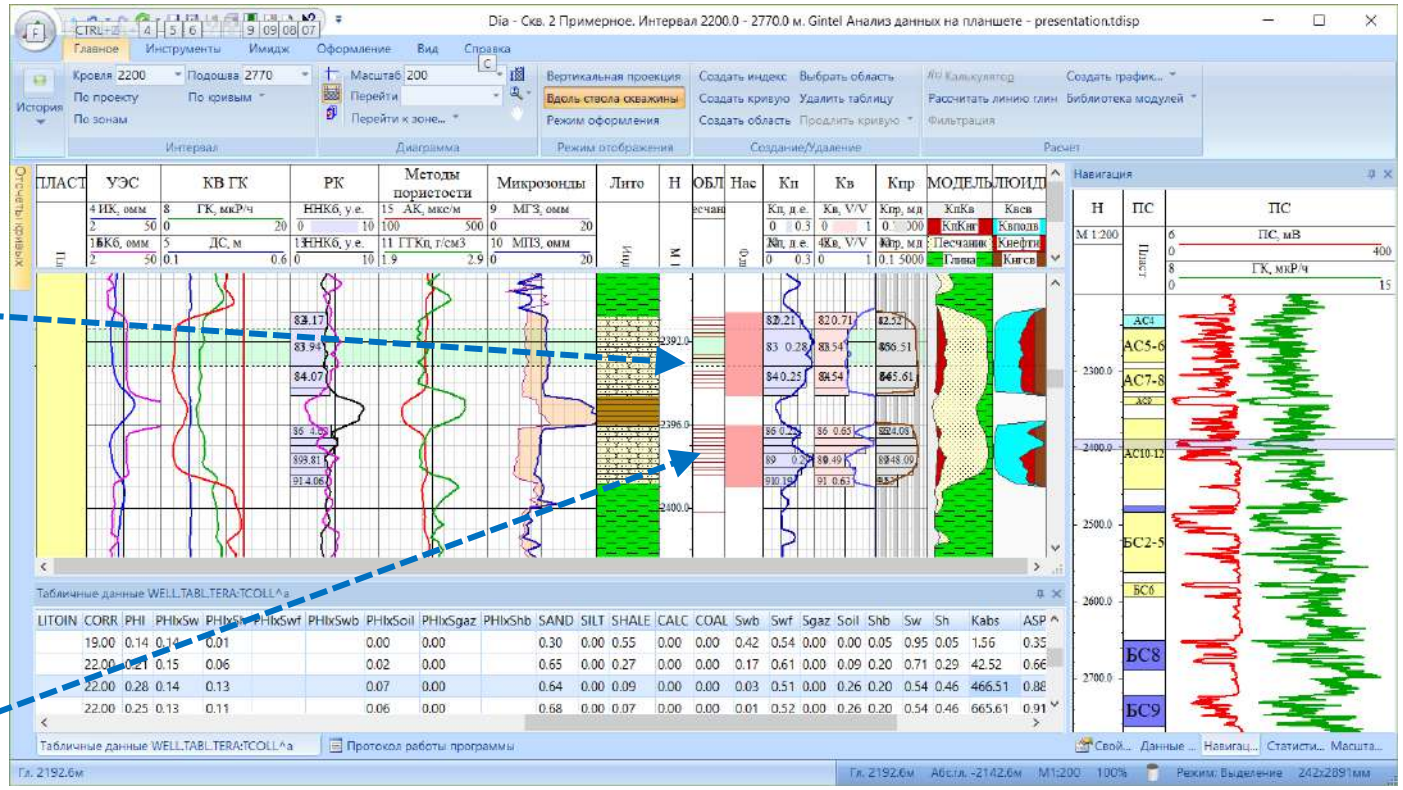
- на диаграмме
- на графике
- в таблице



Представление данных ГИС







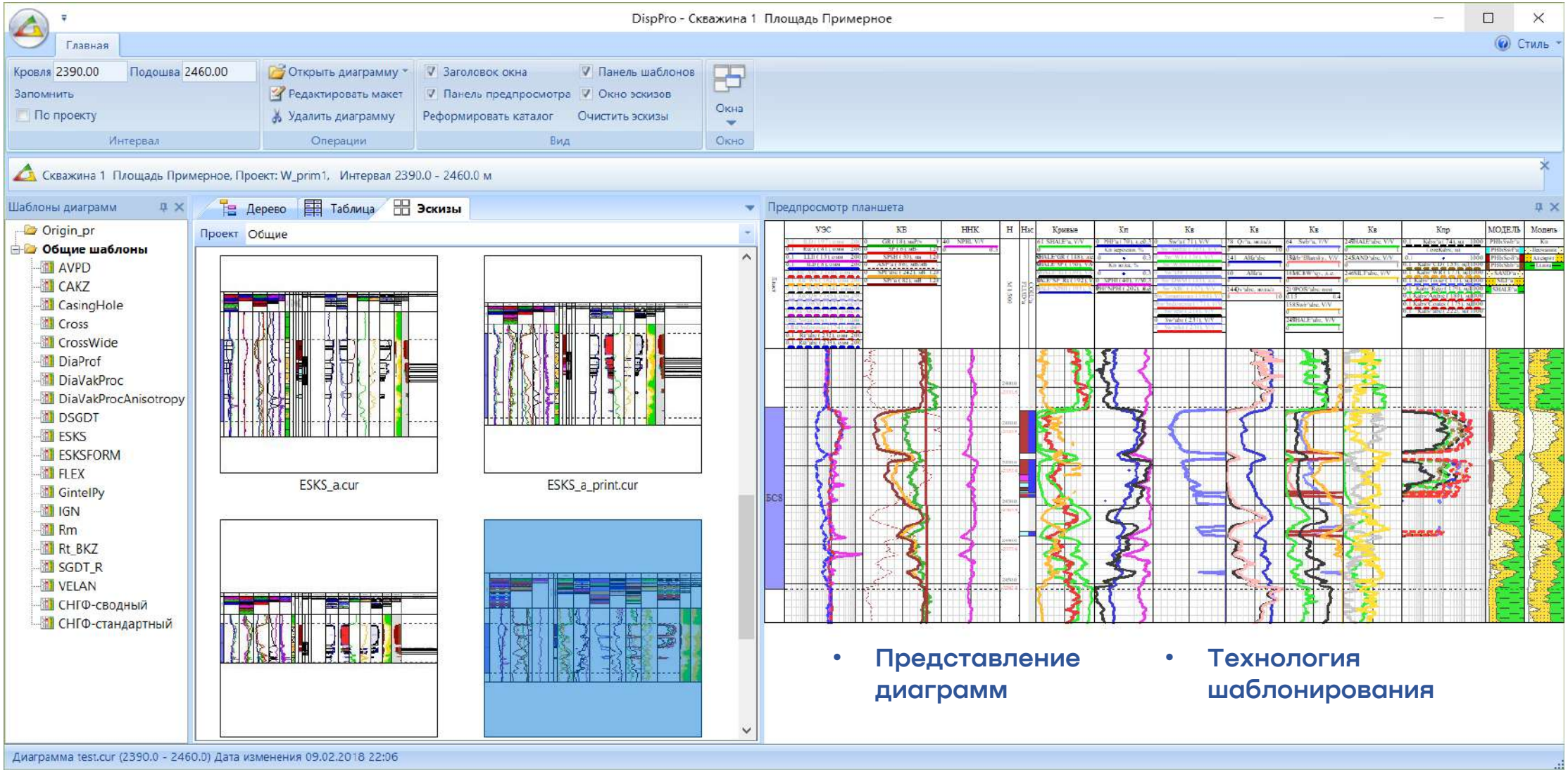
Любые графики, построенные по одним и тем же данным, даже в разных экземплярах программы, являются синхронизированными.

Мастер графика так же синхронизован с Мастером диаграммы.

Синхронизированные графики — это мощный инструмент контроля качества каротажных данных и анализа влияния различных факторов на показания каротажа.

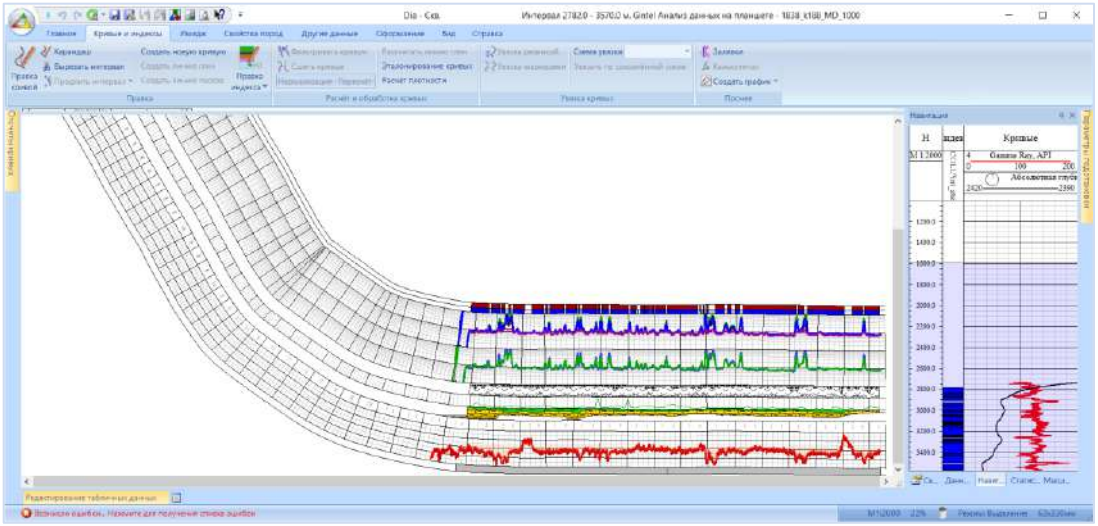
Организация диаграмм

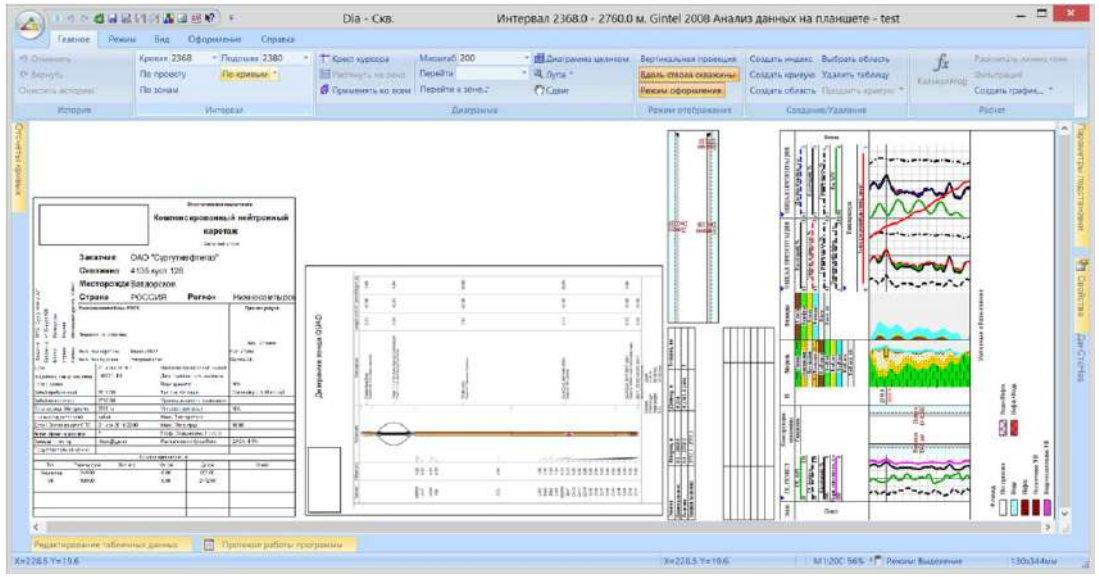
Организацией диаграмм по скважине занимается Диспетчер диаграмм.



- Представление диаграмм
- Технология шаблонирования

Мастер диаграмм

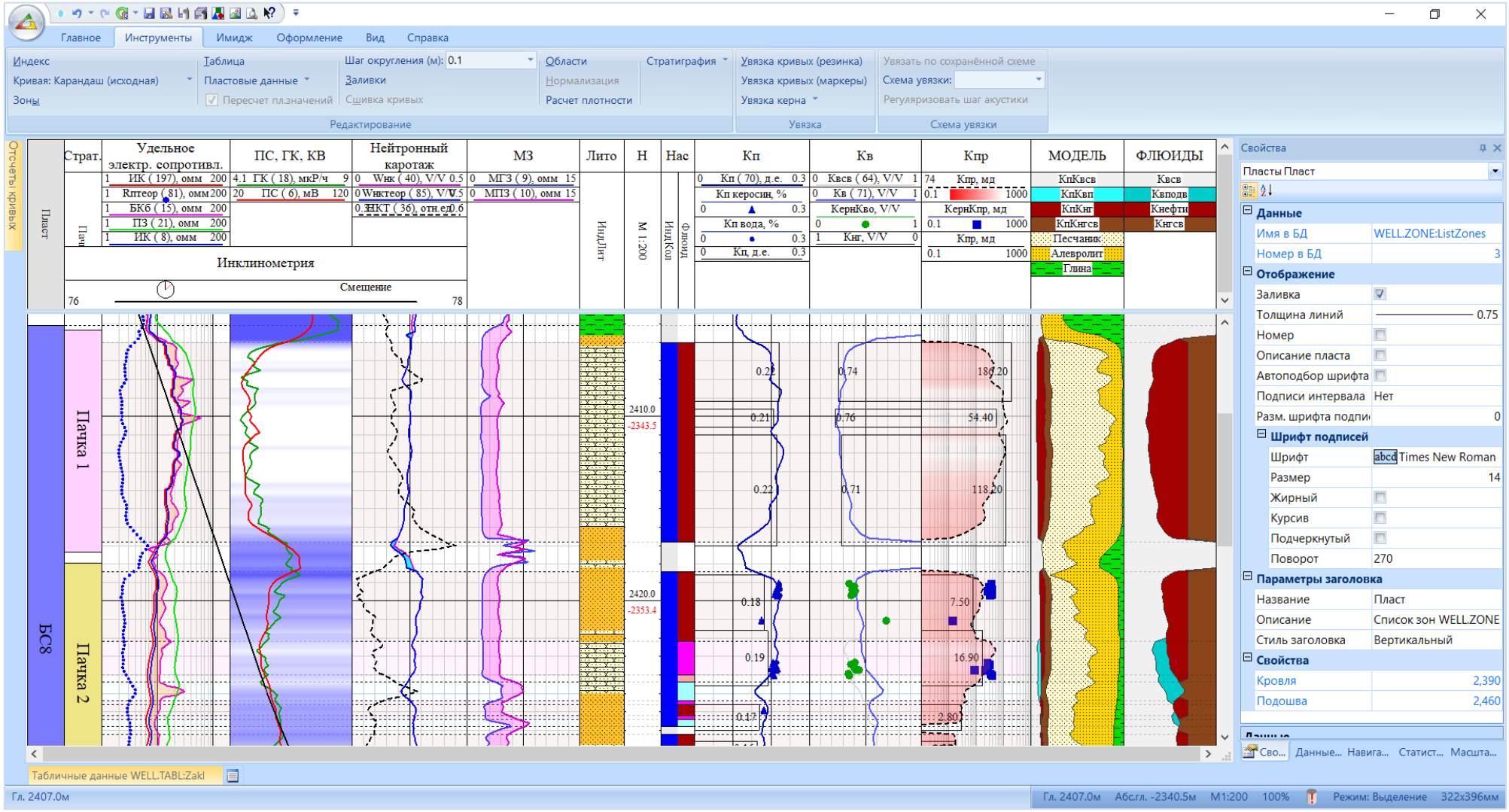




Задачи Мастера

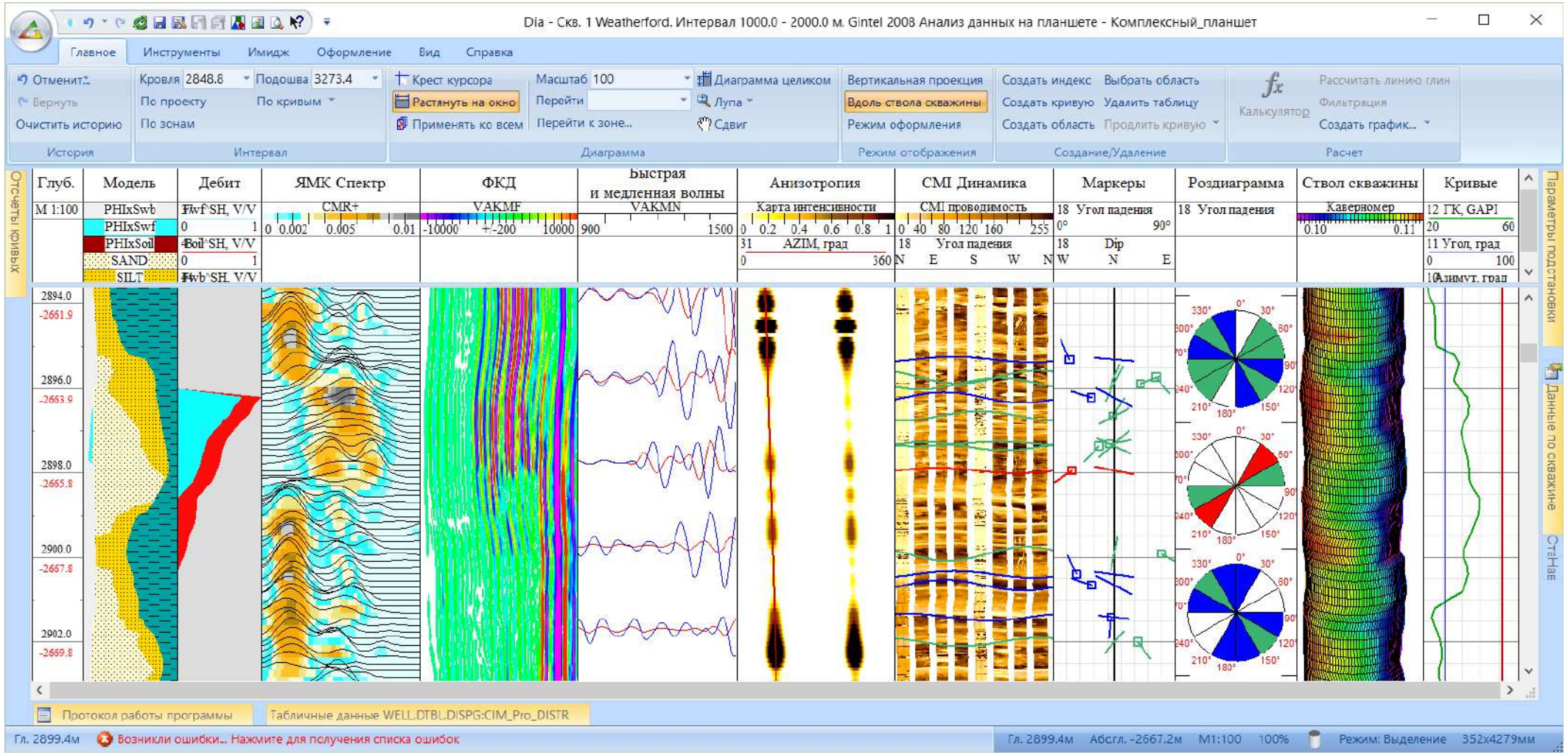
- Визуализация
- Анализ
- Ремонт
- Обработка
- Оформление и печать

Традиционный каротаж



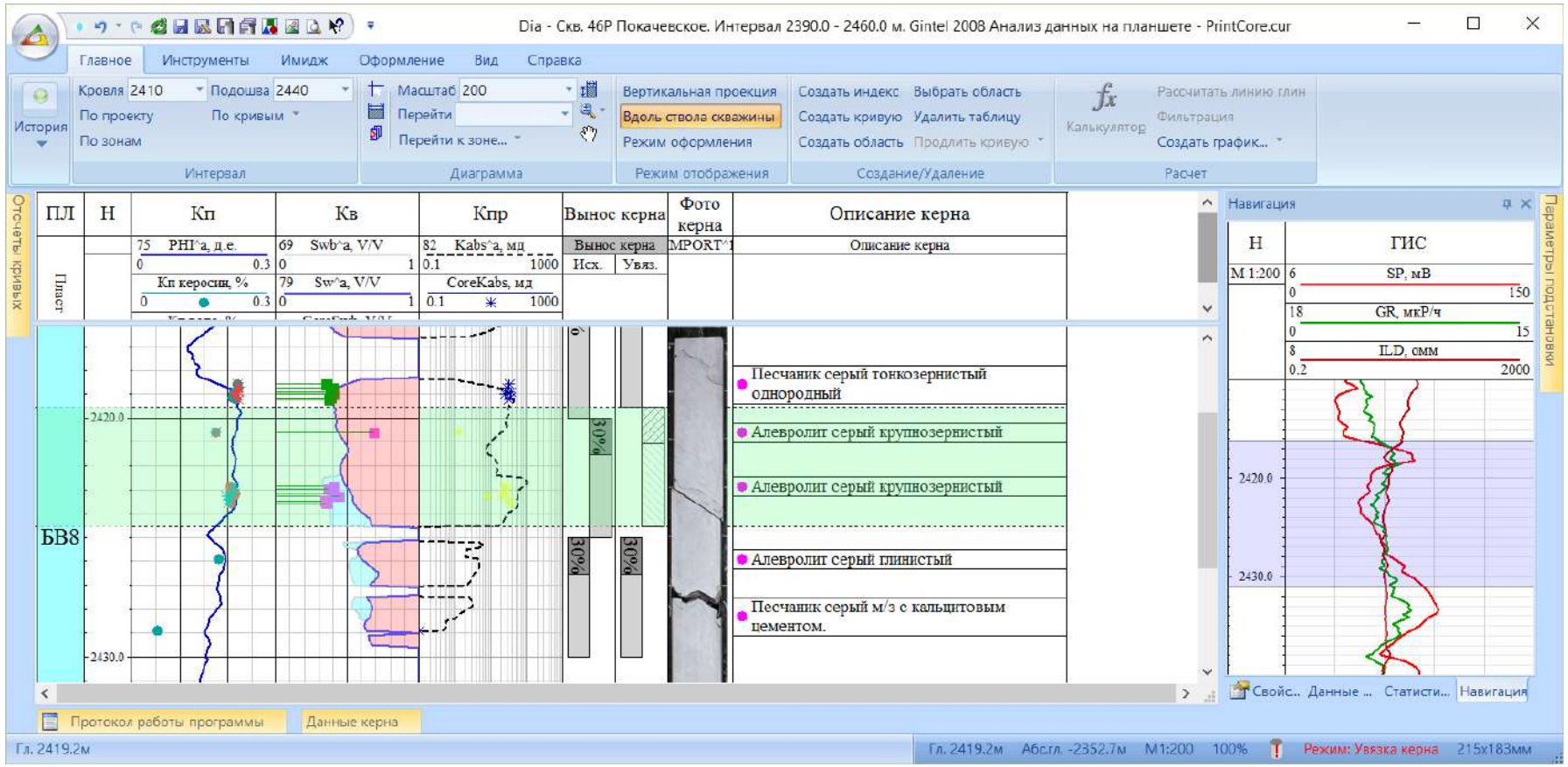
Планшет с данными традиционного каротажа

Современный каротаж



Комплексный планшет с данными обработки кросдипольного АК, ЯМК, ВАК и ВЭК, многорычажного каверномера и других видов современного высокотехнологичного каротажа

Увязка керна



В Мастере диаграмм можно совместить данные керна и ГИС и выполнить увязку:

- интервалов долбления
- группы точек керна внутри интервала долбления
- отдельной точки керна внутри интервала долбления

Мастер графика

Типы графиков:

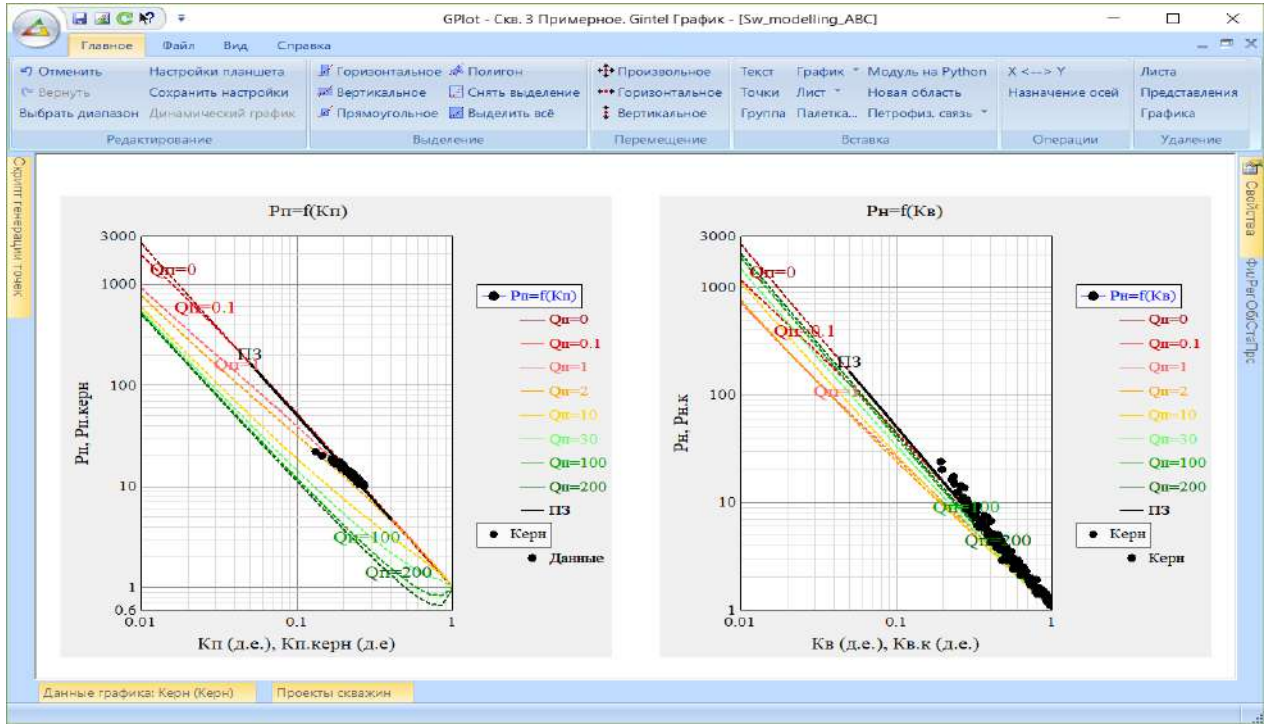
- Как функция глубины
- График сопоставления

Виды графиков:

- 2D
- 3D

График можно создать:

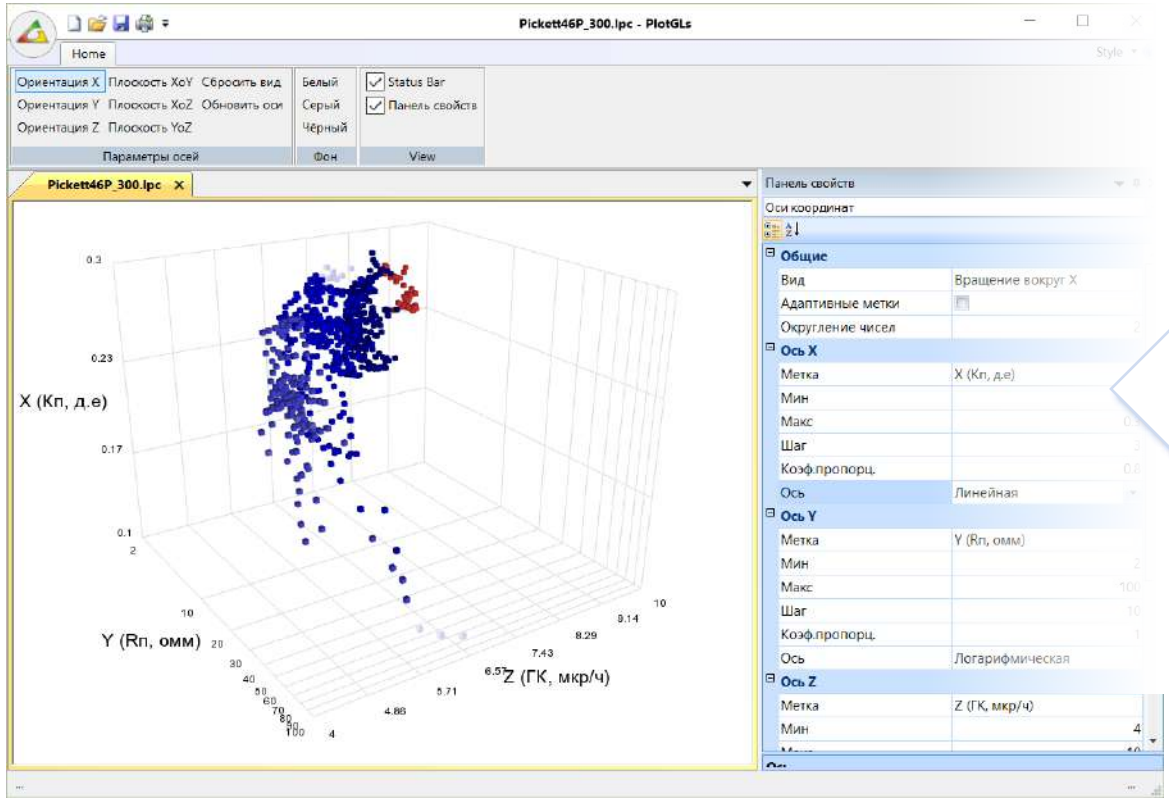
- Мастером диаграммы
- Мастером графика
- Процессором ГИС
- Диспетчером графиков

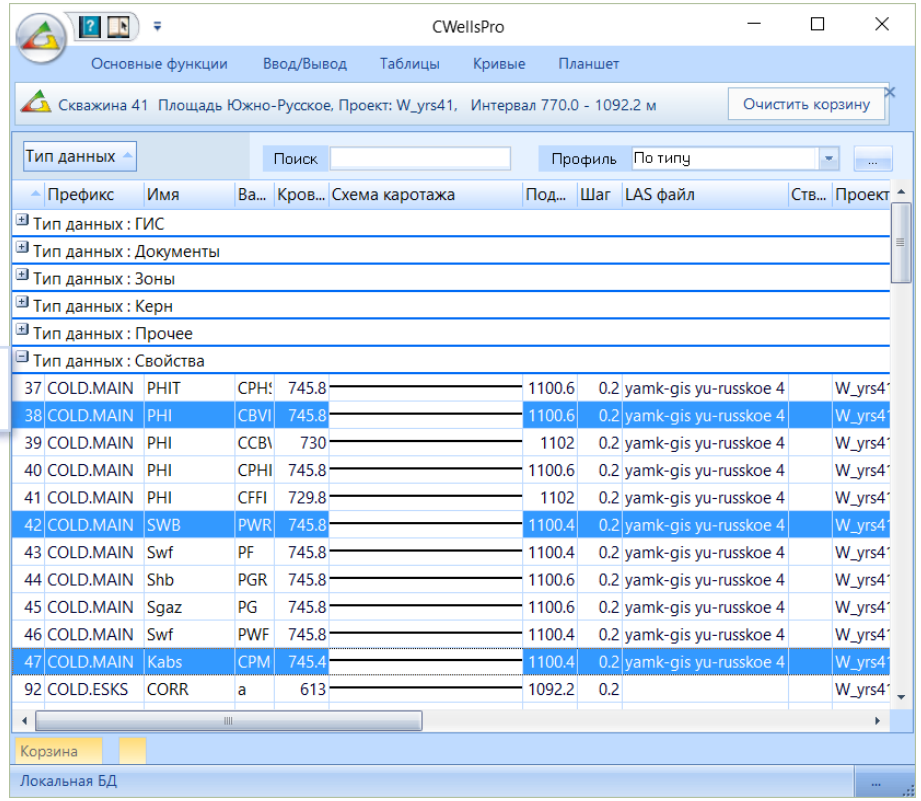


На график можно наложить:

- Другой график
- Область
- Палетку
- Петросвязь
- Элементы оформления

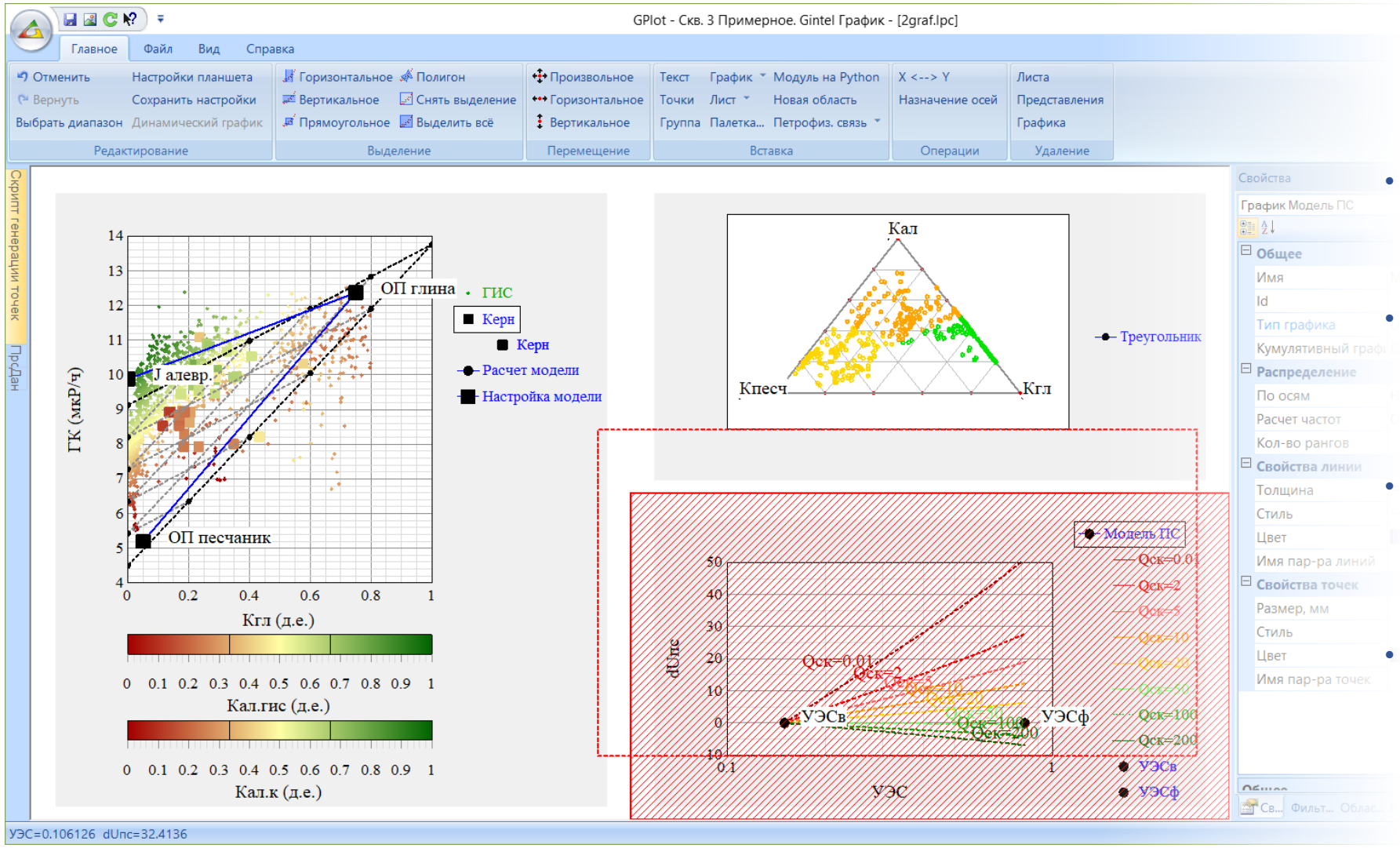
Формирование графика





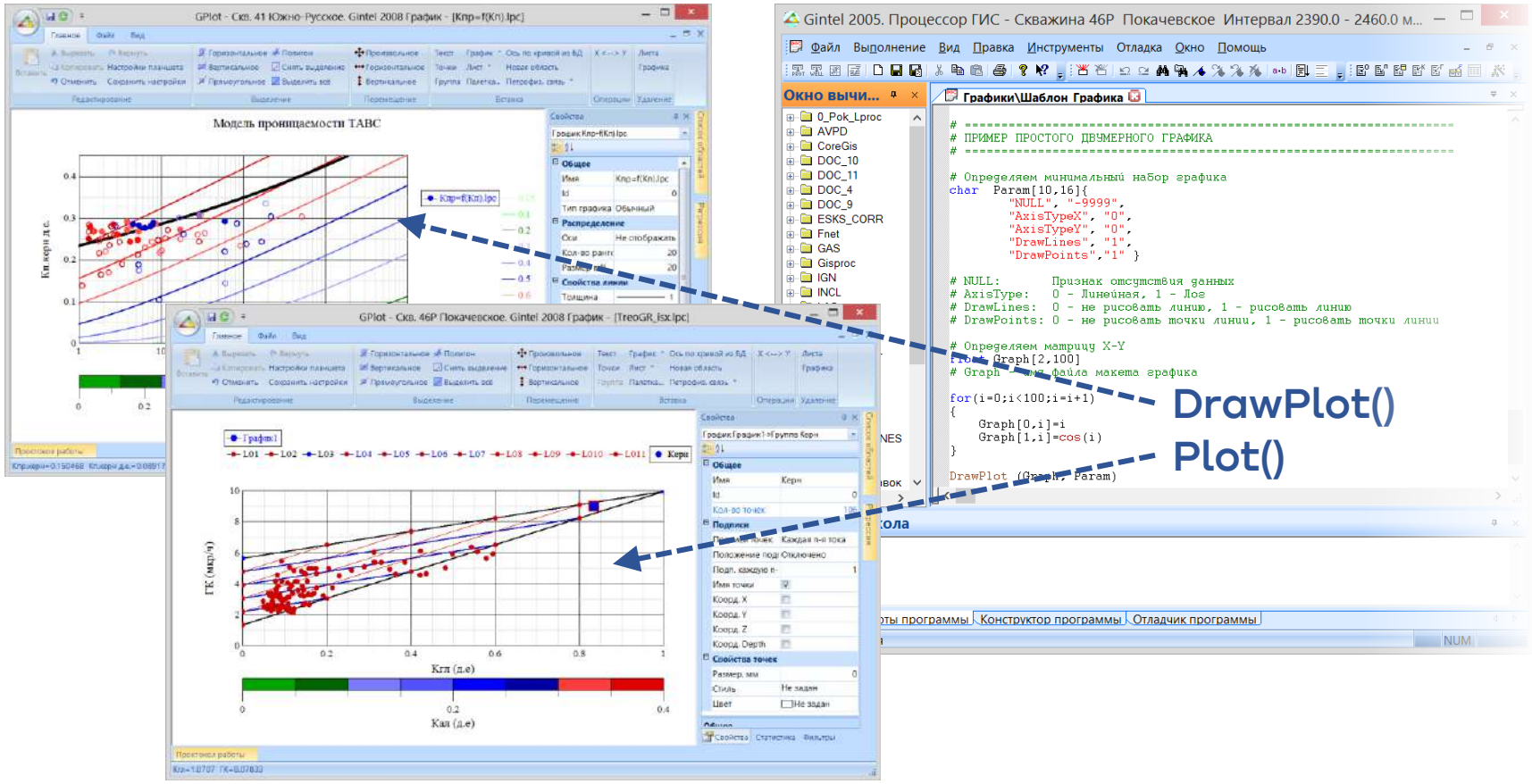
- Все что нужно для быстрого создания графика - перетащить из Диспетчера данных по скважине или Мастера диаграмм от двух до пяти кривых (по количеству осей) в Мастер графика.
- Далее на оси можно добавить данные из csv файла или из таблицы керна в БД.
- Можно создать график по шаблону прямо из Мастера диаграмм.
- В роли шаблона выступает любой другой график или палетка. При этом Вы моментально получаете полностью оформленный график.

Презентация графиков



- Сложные презентации для вставки в отчет
- Интерактивное перетаскивание графиков мышью
- Экспорт в растры с фактическими пропорциям или заданными
- Инструменты окончательного оформления презентации

Анализ петрофизических моделей

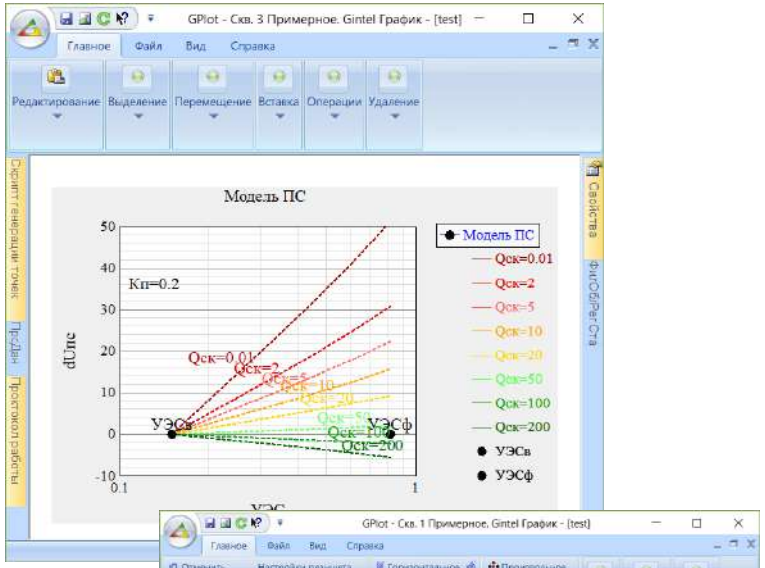


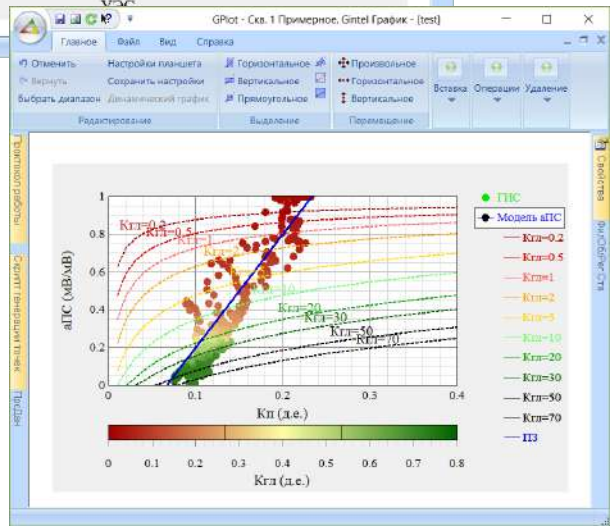
- Исходные данные могут находиться во внешних файлах или базе данных керна Gintel.
- Эффективность достигается используованием готовых шаблонов графиков, в которые передаются массивы рассчитанных данных

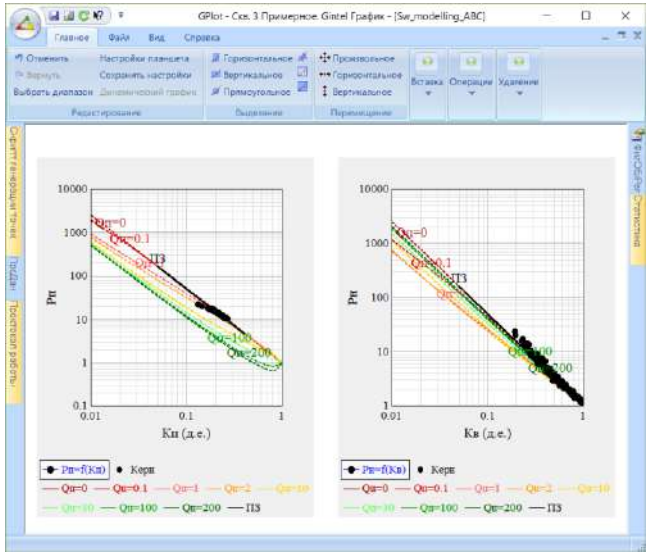
Мастер графика, как отдельный модуль, позволяет эффективно анализировать и выполнять адаптацию детерминированных и стохоастических петрофизических моделей на конкретный геологический объект.

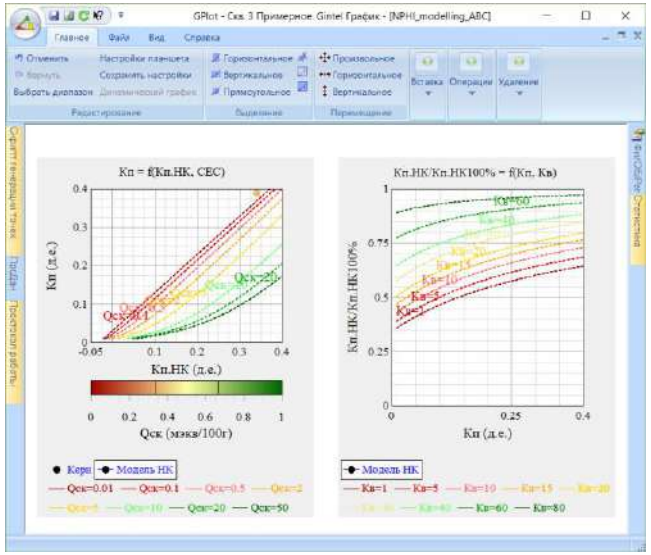
Совместно с Процессором ГИС и встроенным интерпретатором Python, Мастер представляет собой мощный инструмент программмирования модели любой сложности.

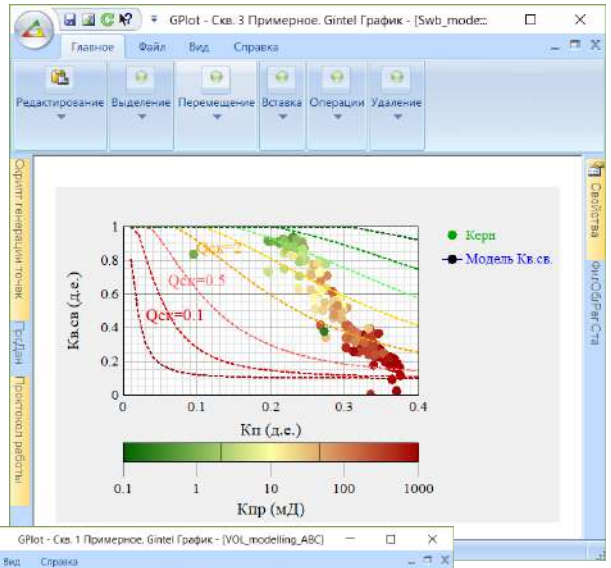
Анализ петрофизических моделей

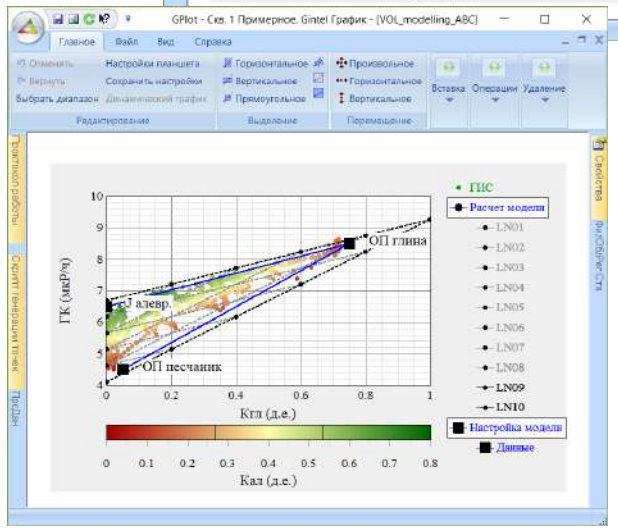






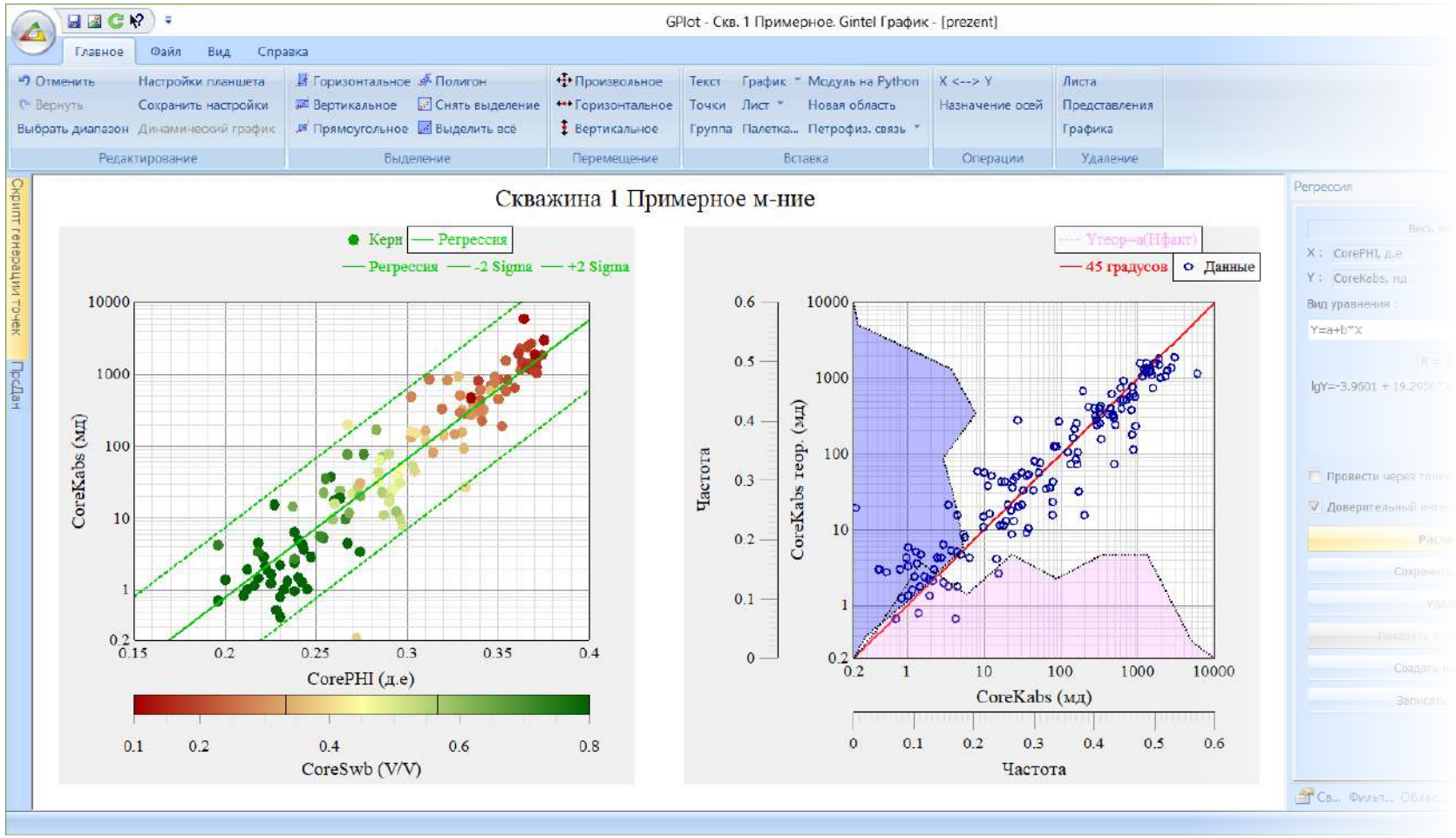






Коллекция моделей методики ТАВС

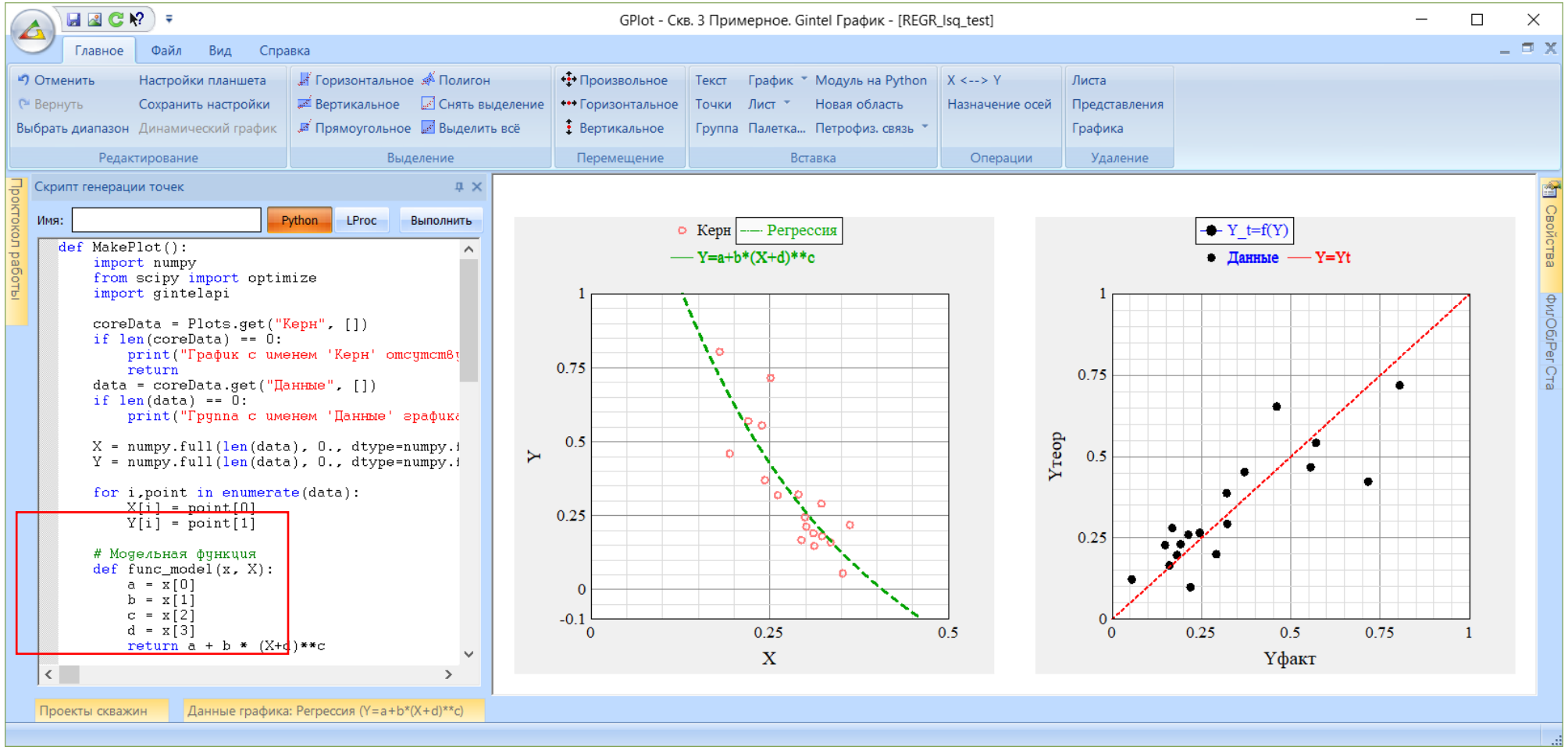
Регрессионный анализ



- Контроль качества связи с помощью графика Yтеор= f(Yфакт) и статистики
- Различные фильтры по областям, индексам, зонам и т.д.
- Библиотека уравнений
- "Ручная" отрисовка связи
- Интерпретатор Python

Этот инструмент позволяет автоматизировано создавать стохастические петрофизические связи, которые можно использовать при составлении собственных методик интерпретации.

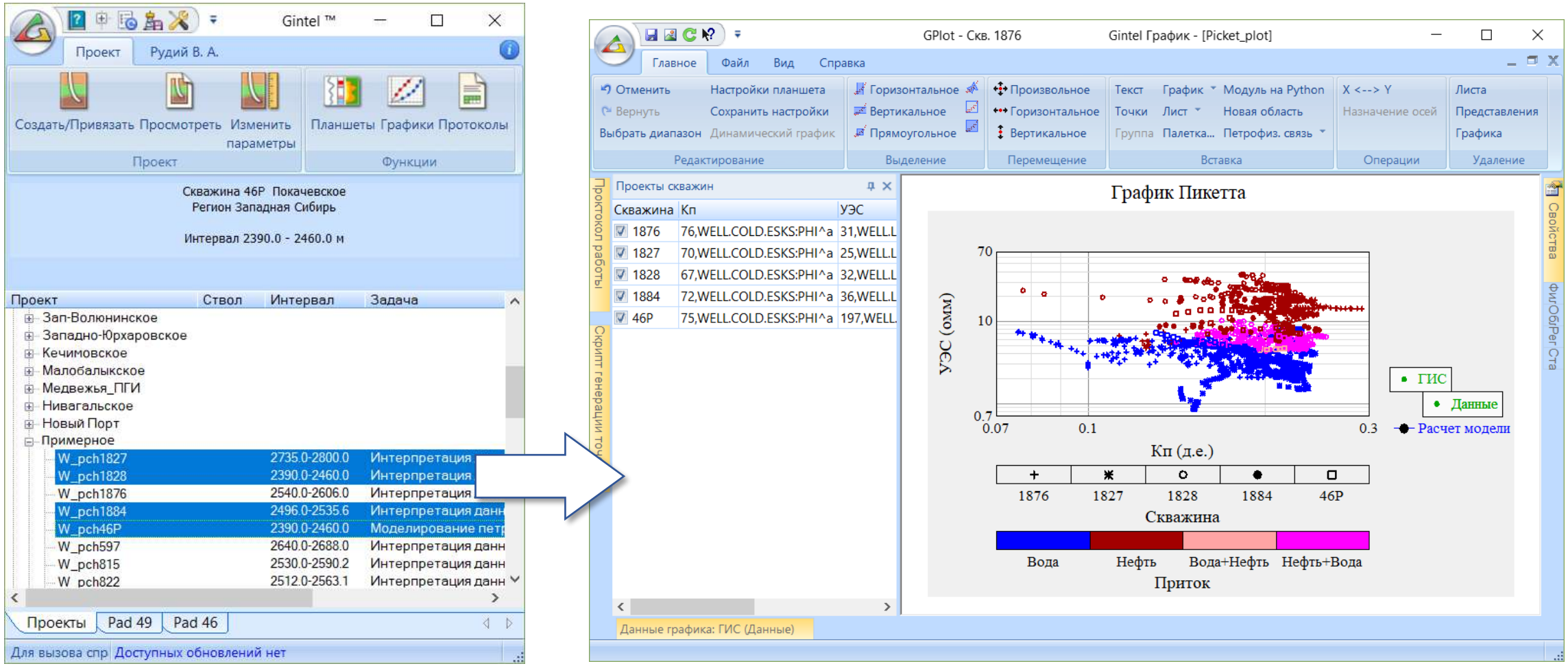
Регрессионный анализ



Пример аппроксимации керновых данных заданной пользователем произвольной функцией Y=f(a+b*(X+c)d)**

При неустойчивых решениях в задачу оптимизации может вводится стабилизирующая функция, учитывающая выбросы в выборке

Мультискважинный анализ



Процесс создания графика по набору скважин: просто перетащите на готовый график проекты по скважинам.

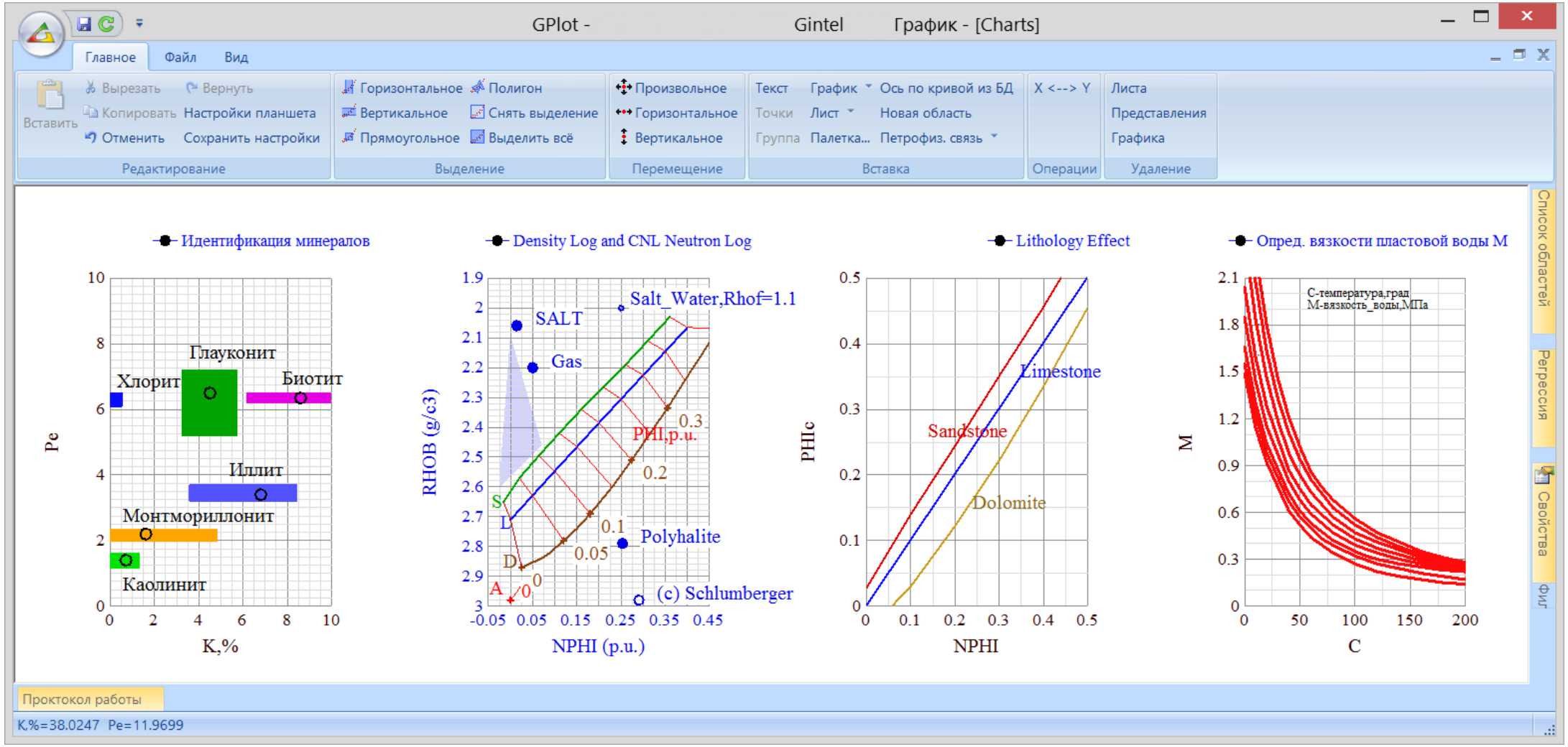
Предварительная обработка данных

Введение поправок

Ремонт кривых

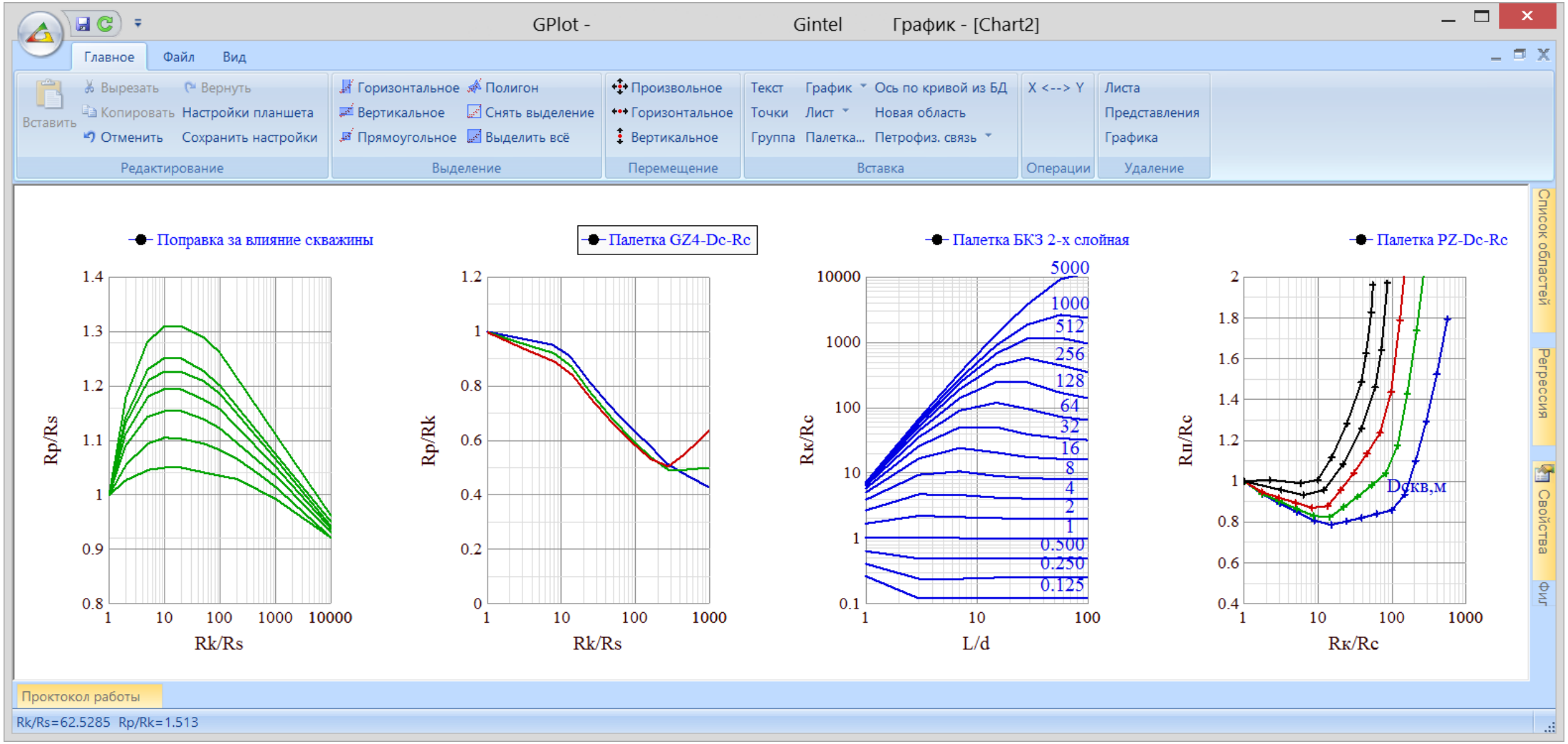
Комплексная интерпретация электрических методов

Библиотека палеток



Система Gintel поставляется с обширной библиотекой палеток определения литологии; идентификации минералов; расчета кривой водородосодержания; свойств флюидов и газа; введения поправок в кривые ИК, БК, БКЗ, ПС

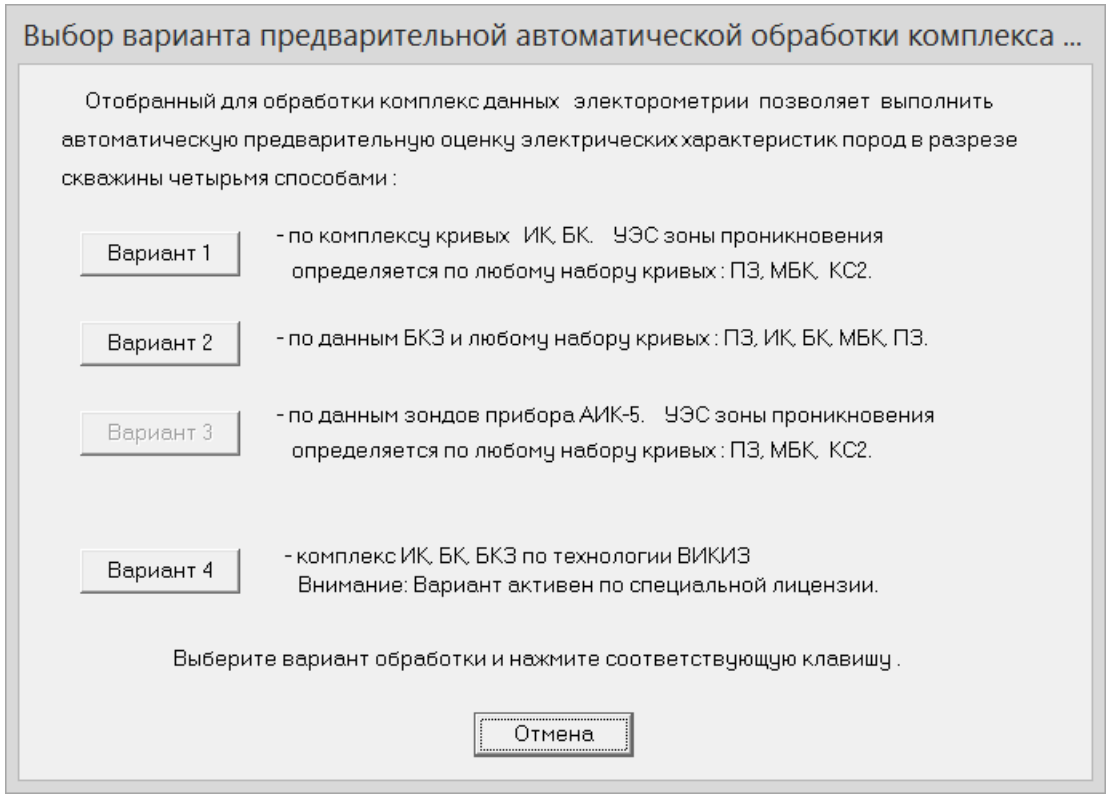
Библиотека палеток



Палетки используют различные компоненты системы. Пользователи могут самостоятельно оцифровывать и пополнять библиотеку любыми палетками по приборам, которые эксплуатируются в организации.

Электрические методы

Варианты определения УЭСп, УЭСзп, D/d:

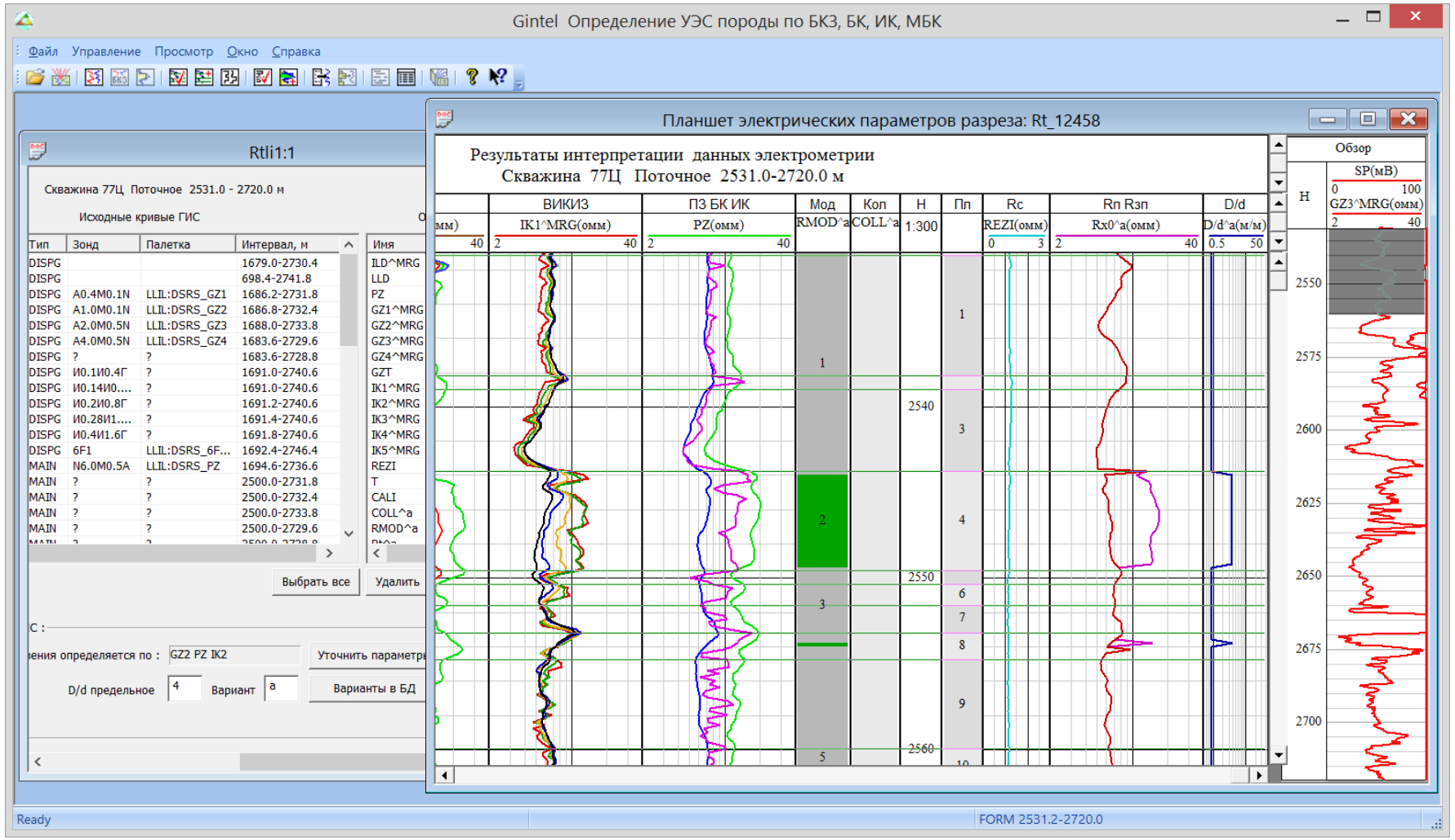


Оценка достоверности происходит путем построения синтетических кривых БКЗ по двухслойным палеткам

Разбивка на пласты осуществляется автоматически по определенному комплексу кривых или вручную

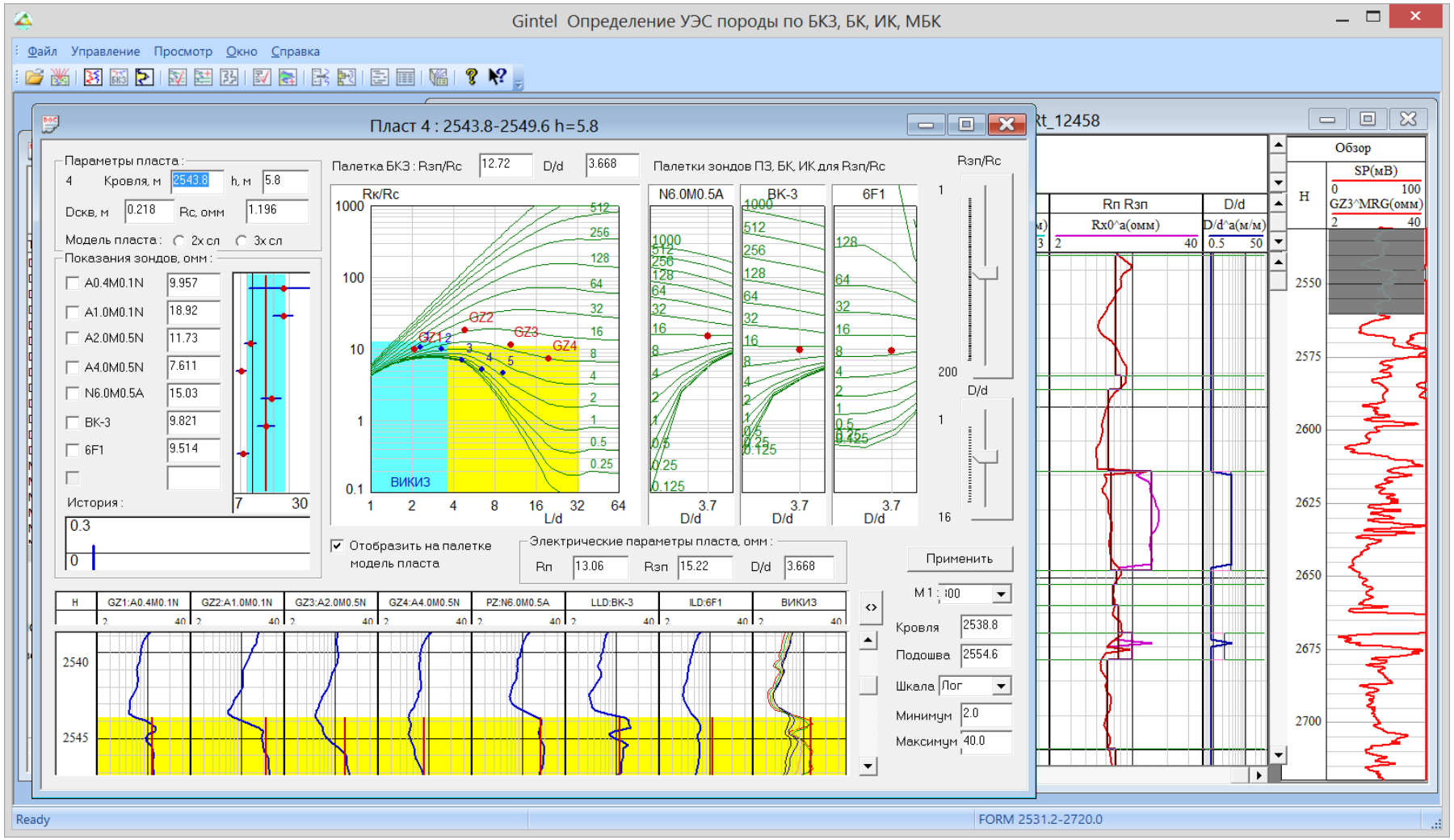
Результаты попластовой обработки можно использовать в технологиях непрерывной интерпретации данных ГИС и сохранять в БД в виде таблиц средних значений показания кривой в пласте

Комплексная интерпретация данных КС



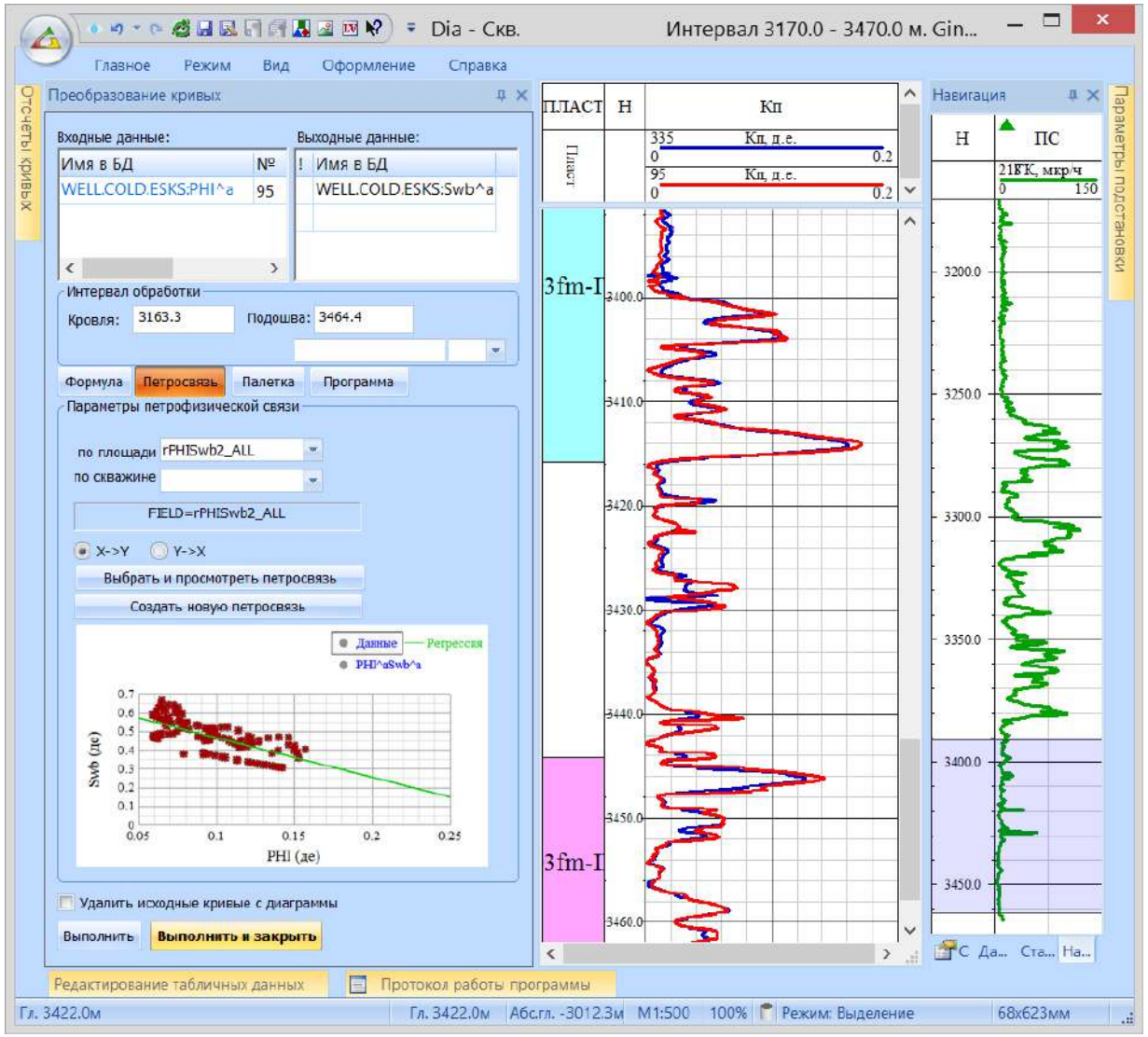
На первом этапе автоматически рассчитываются кривые электрических свойств непрерывно по стволу скважины

Комплексная интерпретация данных КС



На втором этапе электрические свойства уточняются по палеткам БКЗ в попластовом варианте

Ремонт данных



- Индивидуальная или групповая увязка любых данных (кривых, керна, таблиц и т.д.) по глубине с помощью «резинки», маркеров или схемы увязки
- Сшивка, обрезка, продление и коррекция некорректных отсчетов кривых
- Фильтрация, устранение выбросов, нормализация, статистическая эталонировка
- Учет сноса кривой
- Обработка кривых по палеткам, связям, формулам, программам в Калькуляторе ГИС
- Коррекция табличных данных
- Расчленение на пластовые данные и снятие отсчетов с кривых.

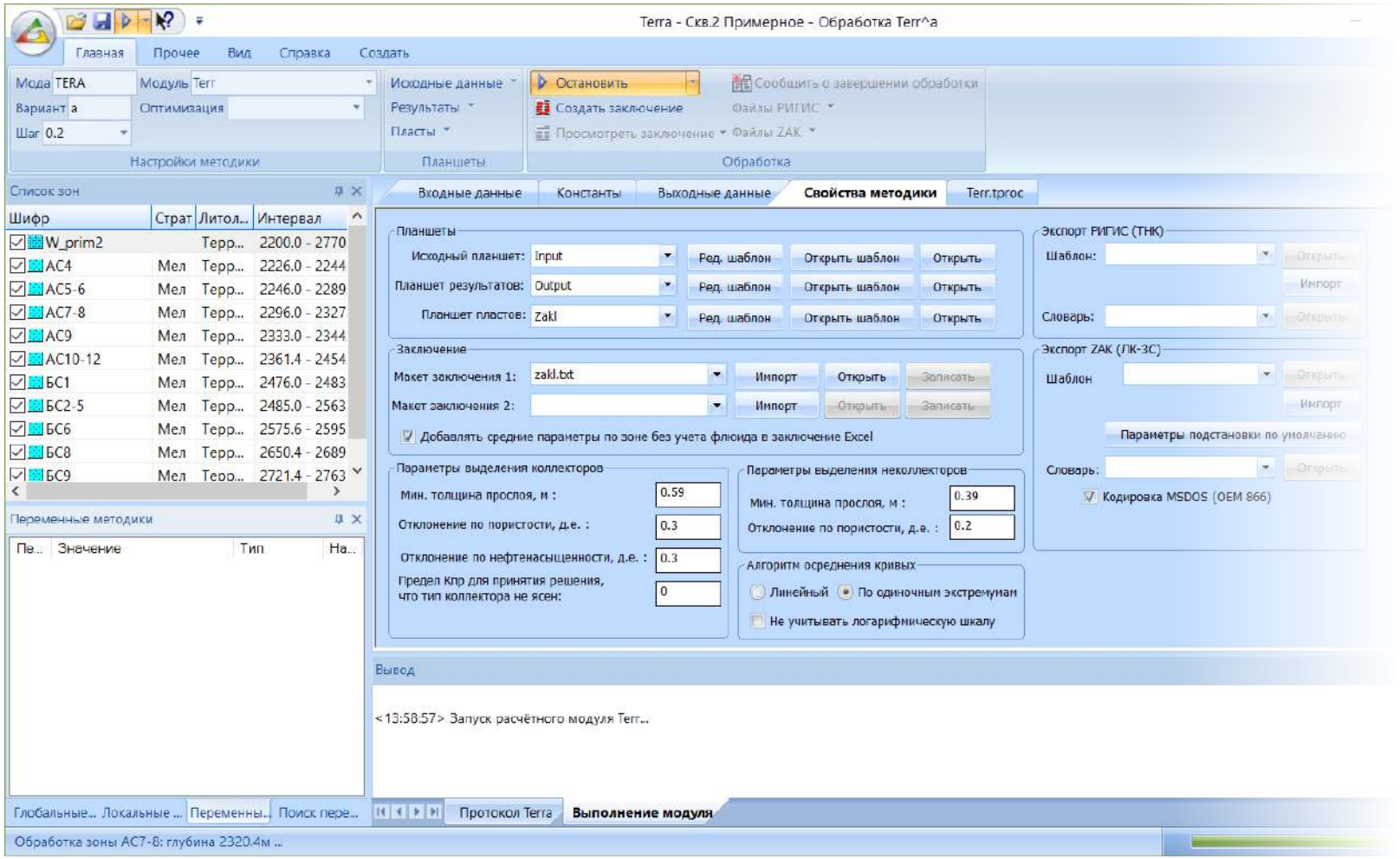
Gintel

Технология TERRA

Обработка данных ГИС по произвольным алгоритмам пользователя

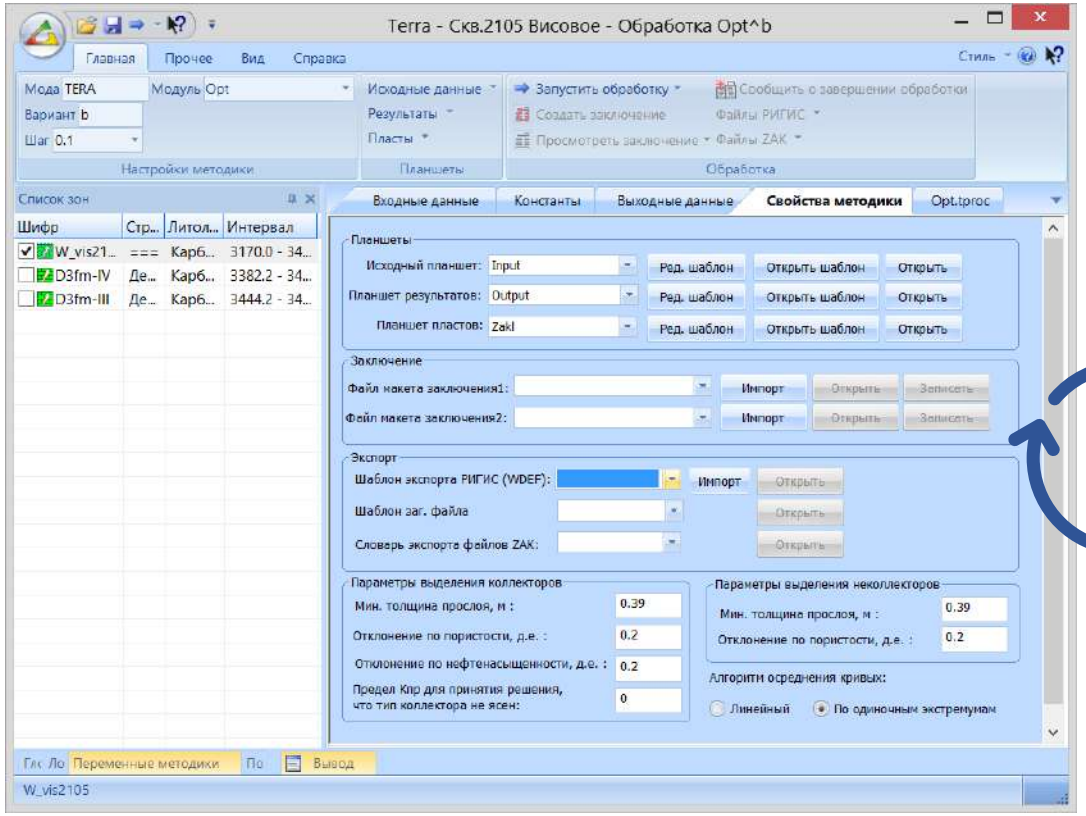
Технология интерпретации TERRA

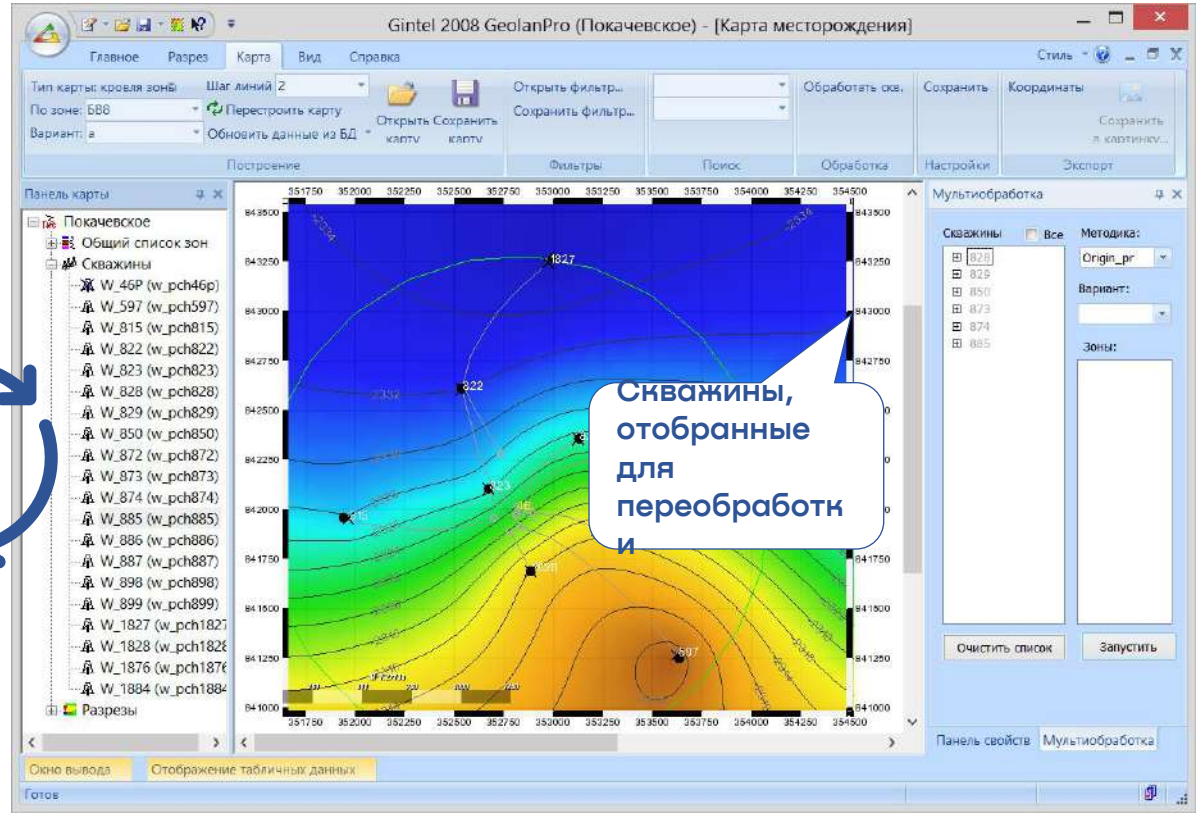
Технология TERRA применяется для обработки данных ГИС по набору скважин на основе произвольных методик пользователя



- поддержка популярного языка программирования Python
- профессиональный отладчик программ
- защита интеллектуальной собственности (алгоритма) ключом HASP
- автоматическое формирование таблиц по коллекторам, средневзвешенных параметров по зоне

Пакетная переобработка

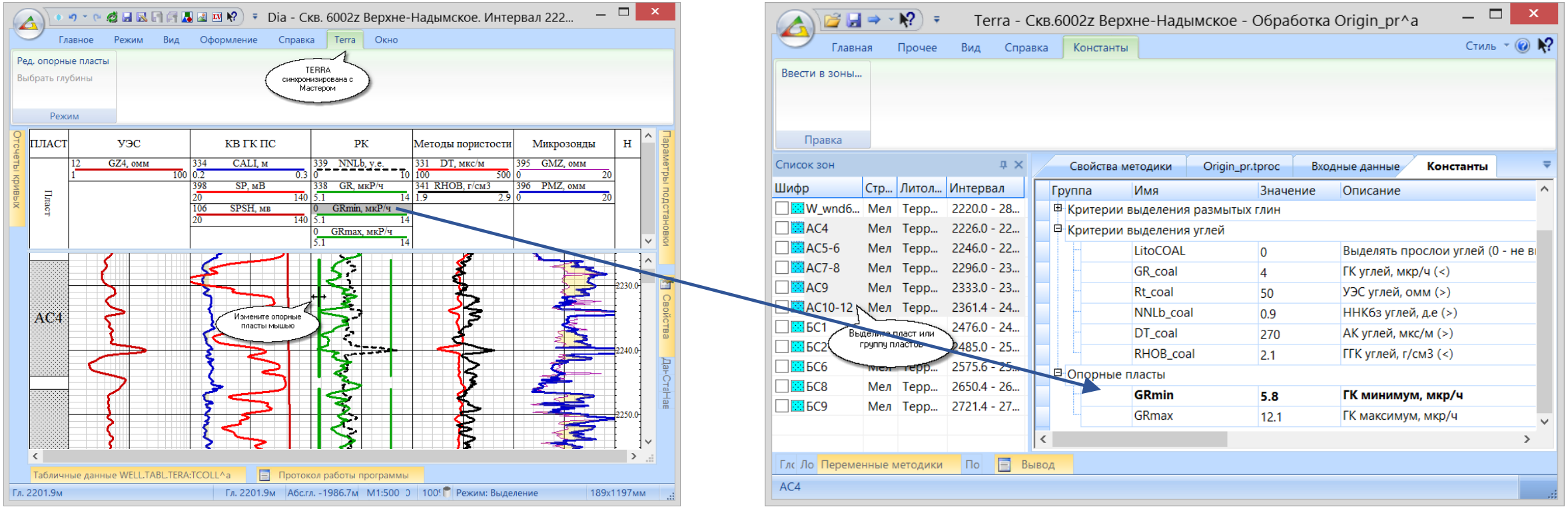




В процессе эксплуатации месторождения мы накапливаем информацию и опыт, что неизбежно приводит к уточнению различных коэффициентов методики обработки

Используя модуль TERRA и модуль анализа данных на картах и разрезах Geolan, Вы можете переобработать определенный массив скважин, используя новый взгляд на месторождение.

Синхронизация с Мастером диаграмм



Оболочка TERRA синхронизируется с диаграммой – например, все изменения опорных значений для пласта или группы пластов на диаграмме немедленно приводят к изменениям в методике по скважине и наоборот

Таким образом выполняется настройка параметров обработки на текущую скважину.

Создание и отладка пользовательских методик

Gintel

Отладка программы выполняется в оболочке TERRA синхронизированной с диаграммой. Выбор глубины прослоя отладки осуществляется мышью прямо на диаграмме

Поддерживаются условные и безусловные точки останова

Во время отладки подведите курсор мыши к переменной и Вы сразу увидите ее значение под курсором

Навигация осуществляется по меткам и функциям — Вы сразу попадаете в нужный блок программы

Сколько бы переменных Вы не создали, в этом окне всегда легко можно отследить текущее значение каждой из них. Окно разделено по типам переменных

После выполнения модуля создается подробный отчет

Интерпретация данных ГИС в ручном режиме

Попластовая интерпретация

Этапы попластовой интерпретации

Gintel

Этапы попластовой интерпретации в Мастере диаграмм:

Выделение в разрезе границ

- Автоматическое
- Ручное

Снятие отсчетов кривых

- Автоматическое
- Ручное

Коррекция границ пластов и отсчетов кривых

- На любом этапе обработки

Расчет дополнительных параметров

- Калькулятор ГИС
- Процессор ГИС

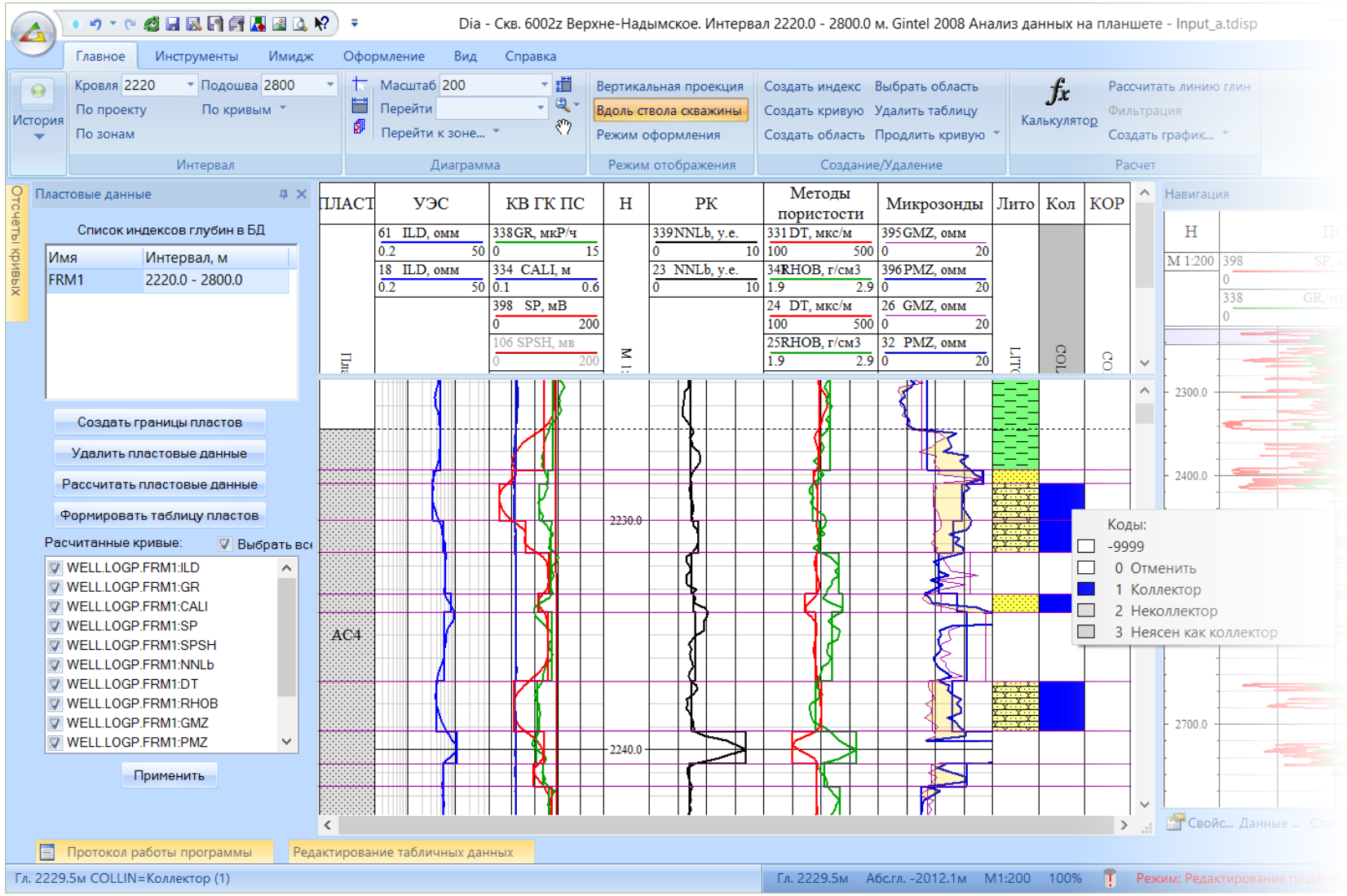
Сохранение таблиц РИГИС в базу данных

- Все пласты
- Только коллекторы
- Произвольный фильтр

Формирование отчета по результатам интерпретации

- Excel на основе шаблона

Выделение пластов и снятие отсчетов



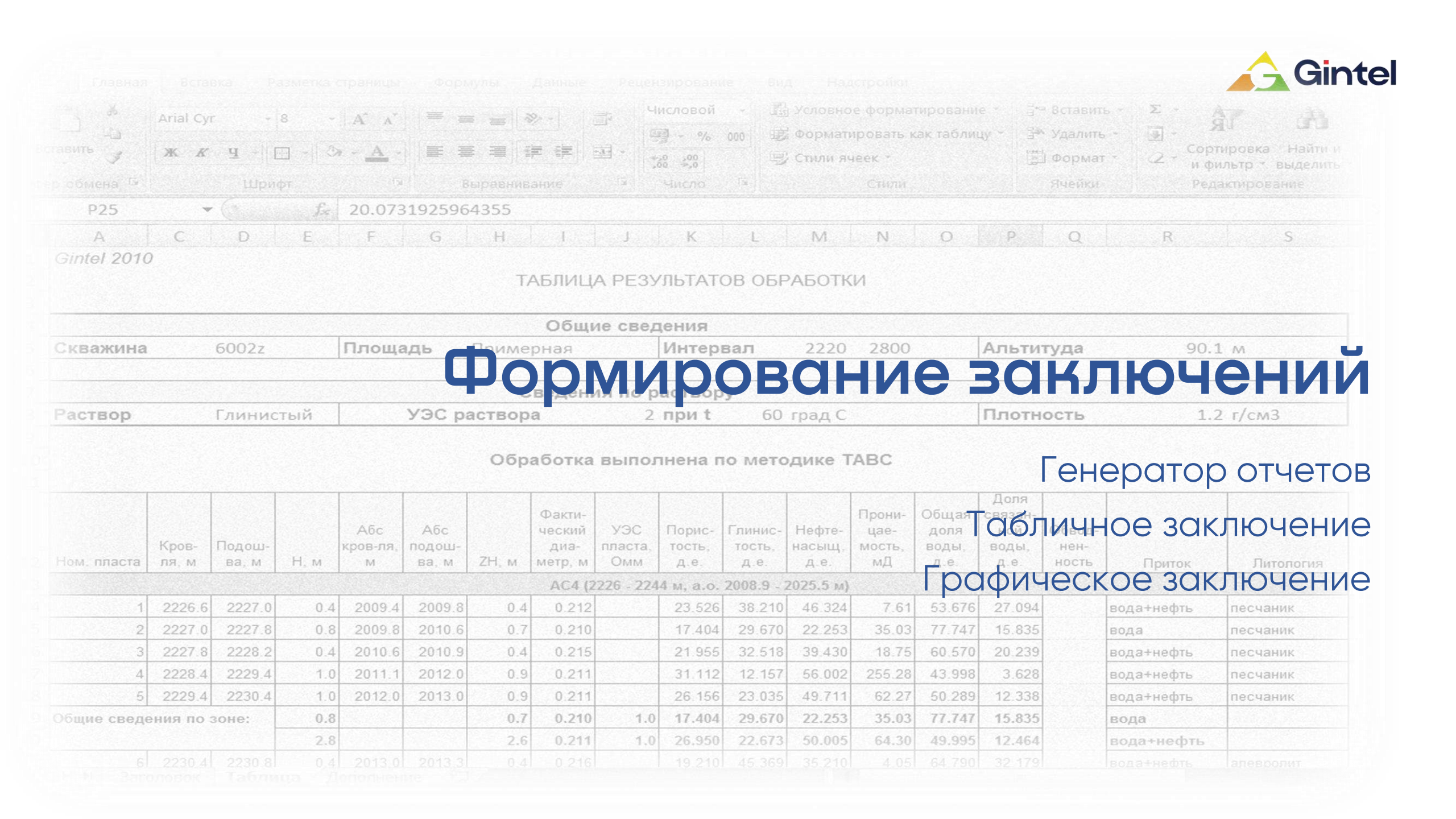
- Произвольное количество вариантов таблиц разбивок на пласты
- Быстрое переключение между вариантами разбивок
- Снятие отсчетов по различным алгоритмам (средние, экстремальные, средневзвешенные)
- Автоматическое переснятие отсчетов в процессе коррекции границ
- Возможность отмены операций

Формирование заключений

Генератор отчетов

Табличное заключение

Графическое заключение



Gintel 2010

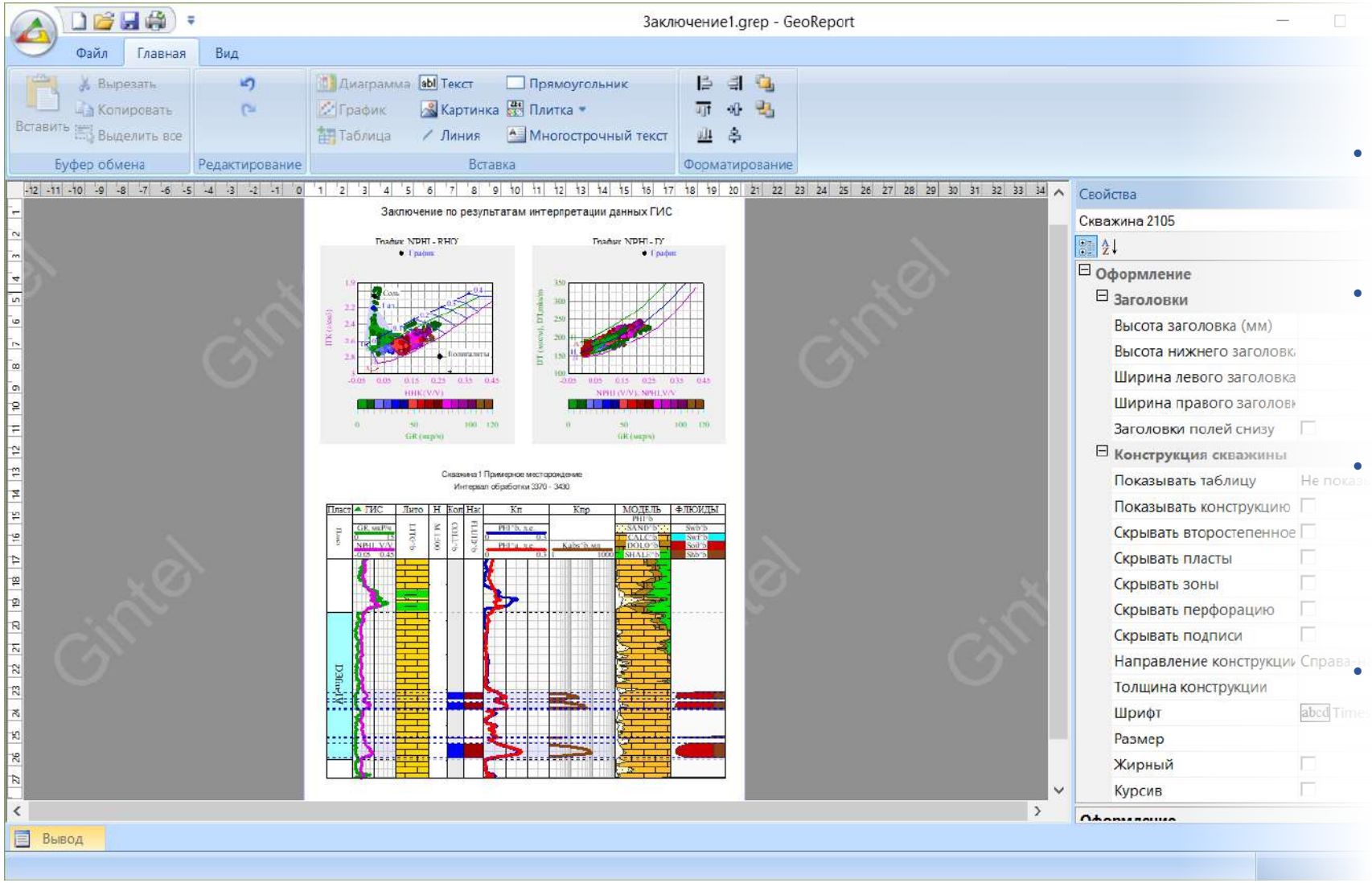
ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ

Общие сведения							
Скважина	6002z	Площадь	Примерная	Интервал	2220 2800	Альтитуда	90.1 м
Сведения по раствору							
Раствор	Глинистый	УЭС раствора	2 при t	60 град С		Плотность	1.2 г/см3

Обработка выполнена по методике ТАВС

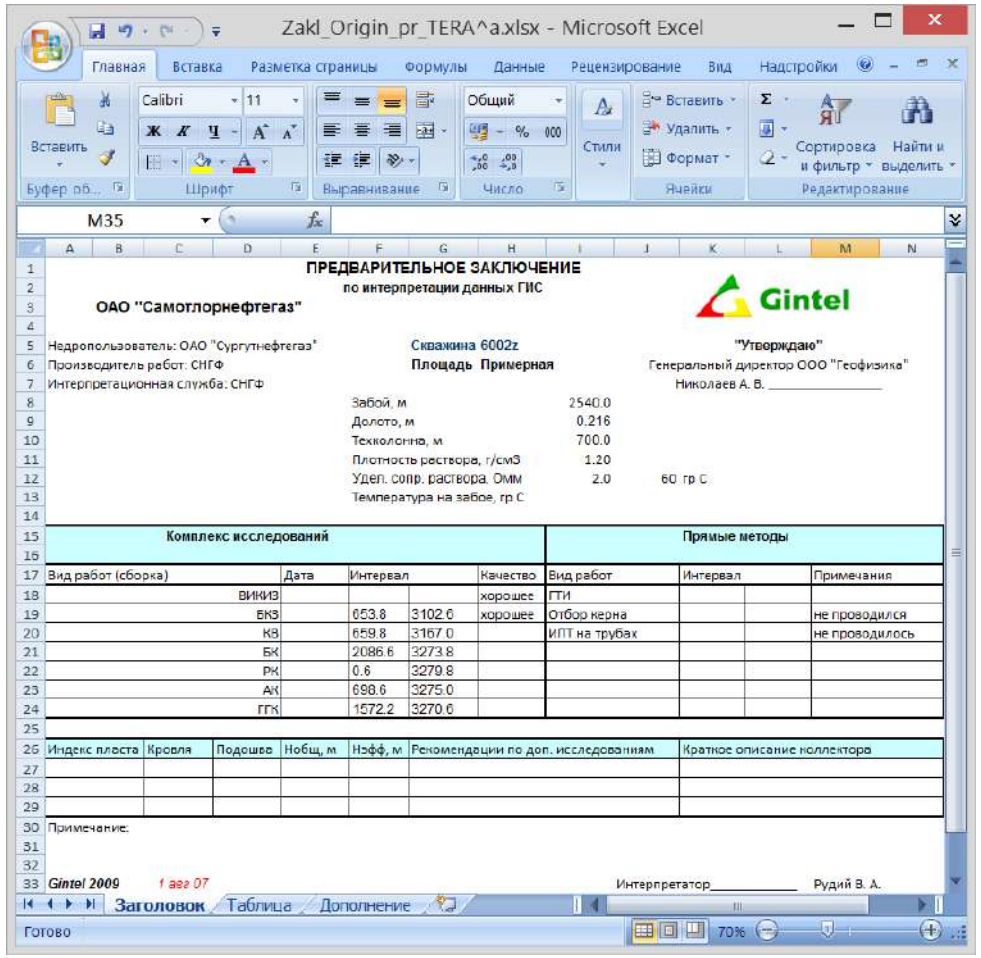
Ном. пласта	Кров-ля, м	Подош-ва, м	H, м	Абс кров-ля, м	Абс подош-ва, м	ZH, м	Факти-ческий диа-метр, м	УЭС пласта, Омм	Порис-тость, д.е.	Глинис-тость, д.е.	Нефте-насыщ, д.е.	Прони-цае-мость, мД	Общая доля воды, д.е.	Доля связан-ной воды, д.е.	Ста-биль-ность	Приток	Литология
АС4 (2226 - 2244 м, а.о. 2008.9 - 2025.5 м)																	
1	2226.6	2227.0	0.4	2009.4	2009.8	0.4	0.212		23.526	38.210	46.324	7.61	53.676	27.094		вода+нефть	песчаник
2	2227.0	2227.8	0.8	2009.8	2010.6	0.7	0.210		17.404	29.670	22.253	35.03	77.747	15.835		вода	песчаник
3	2227.8	2228.2	0.4	2010.6	2010.9	0.4	0.215		21.955	32.518	39.430	18.75	60.570	20.239		вода+нефть	песчаник
4	2228.4	2229.4	1.0	2011.1	2012.0	0.9	0.211		31.112	12.157	56.002	255.28	43.998	3.628		вода+нефть	песчаник
5	2229.4	2230.4	1.0	2012.0	2013.0	0.9	0.211		26.156	23.035	49.711	62.27	50.289	12.338		вода+нефть	песчаник
Общие сведения по зоне:			0.8			0.7	0.210	1.0	17.404	29.670	22.253	35.03	77.747	15.835		вода	
			2.8			2.6	0.211	1.0	26.950	22.673	50.005	64.30	49.995	12.464		вода+нефть	
6	2230.4	2230.8	0.4	2013.0	2013.3	0.4	0.216		19.210	45.369	35.210	4.05	64.790	32.179		вода+нефть	алевролит

Генератор отчетов



- Качественная презентация для вставки в отчет
- Динамическая подстройка объектов под размеры листа и окружения
- Все объекты отчета являются редактируемыми соответствующим модулем Gintel
- Шаблон отчета создается визуально

Подготовка заключений на основе РИГИС



Zakl_Origin_pr_TERA^a.xlsx - Microsoft Excel

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ
по интерпретации данных ГИС

ОАО "Самотлорнефтегаз"

Gintel

Недропользователь: ОАО "Сургутнефтегаз"
Производитель работ: СНГФ
Интерпретационная служба: СНГФ

Скважина 6002z
Площадь Примерная

"Утверждаю"
Генеральный директор ООО "Геофизика"
Николаев А. В. _____

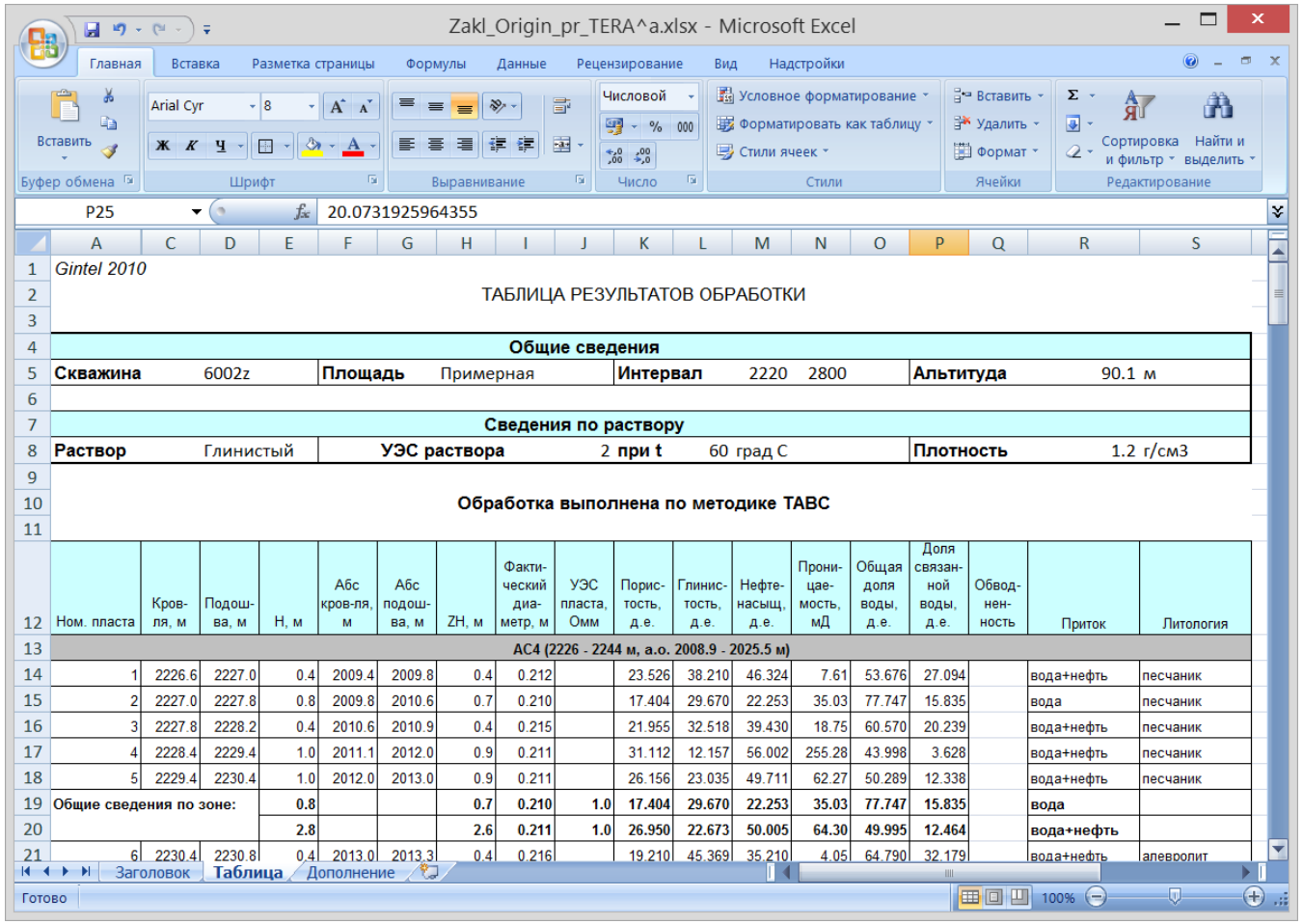
Забой, м	2540.0	
Долото, м	0.216	
Техколонна, м	700.0	
Плотность раствора, г/см3	1.20	
Удел. сопр. раствора, Омм	2.0	60 гр С
Температура на забое, гр С		

Комплекс исследований					Прямые методы			
Вид работ (сборка)		Дата	Интервал		Качество	Вид работ	Интервал	Примечания
ВИКИЗ					хорошее	ГТИ		
БКЗ			653.8	3102.6	хорошее	Отбор керна		не проводился
КВ			659.8	3167.0		ИПТ на трубах		не проводилось
БК			2086.6	3273.8				
РК			0.6	3279.8				
АК			698.6	3275.0				
ГГК			1572.2	3270.6				

Индекс пласта	Кровля	Подошва	Нобщ, м	Нэфф, м	Рекомендации по доп. исследованиям	Краткое описание коллектора

Примечание:

Gintel 2009 *1 авг 07* Интерпретатор_____ Рудий В. А.



Zakl_Origin_pr_TERA^a.xlsx - Microsoft Excel

Gintel 2010

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ

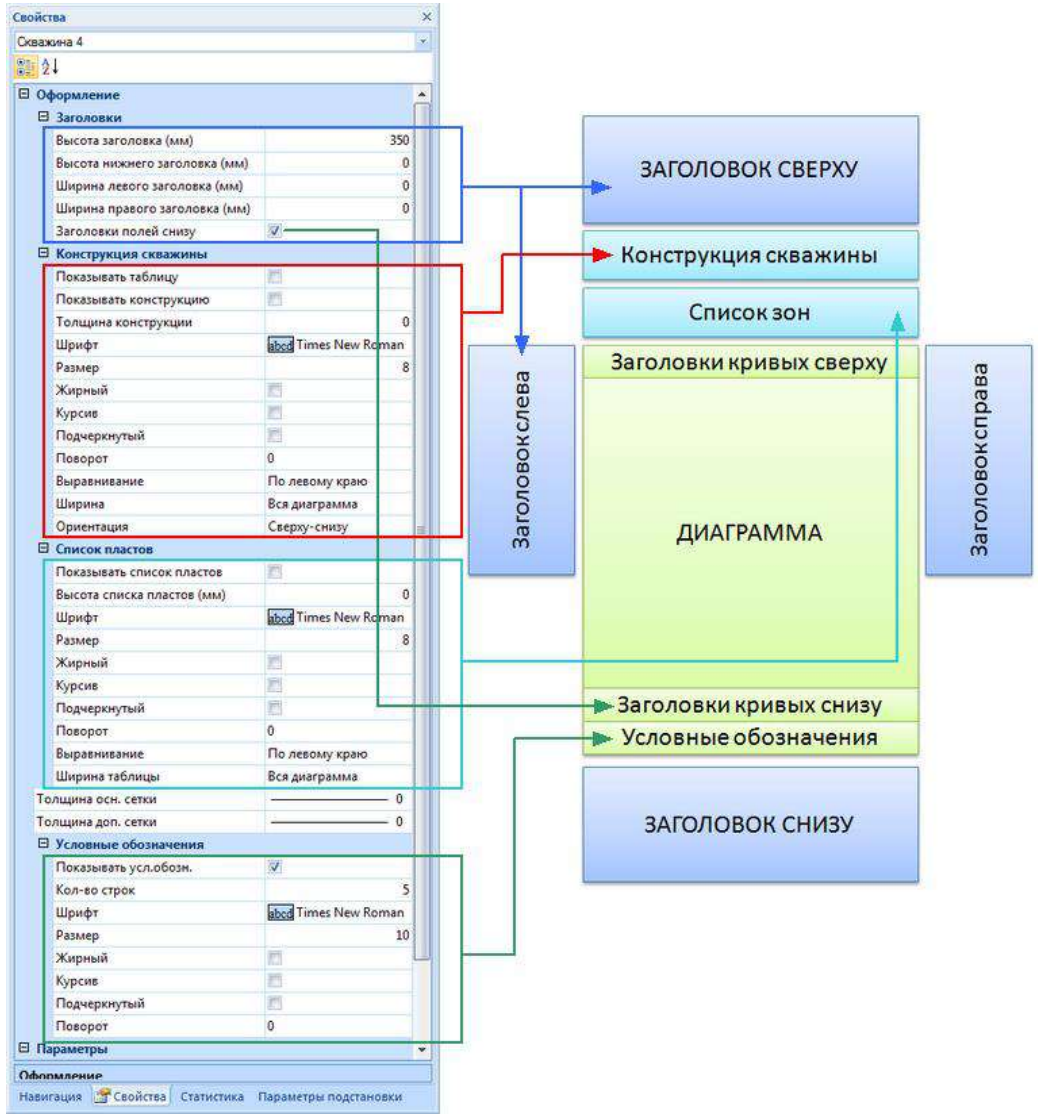
Общие сведения							
Скважина	6002z	**Площадь**	Примерная	**Интервал**	2220 2800	**Альтитуда**	90.1 м

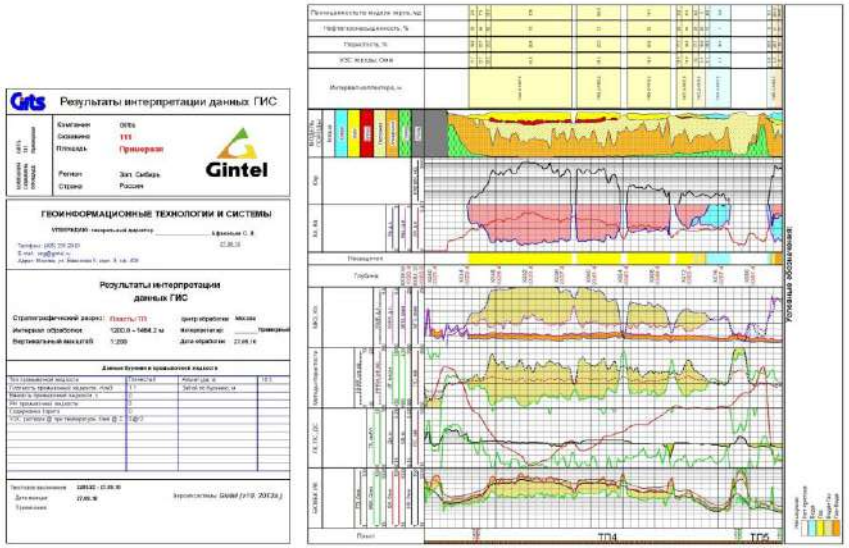
Сведения по раствору							
Раствор	Глинистый	**УЭС раствора**	2 **при t**	60 град С		**Плотность**	1.2 г/см3

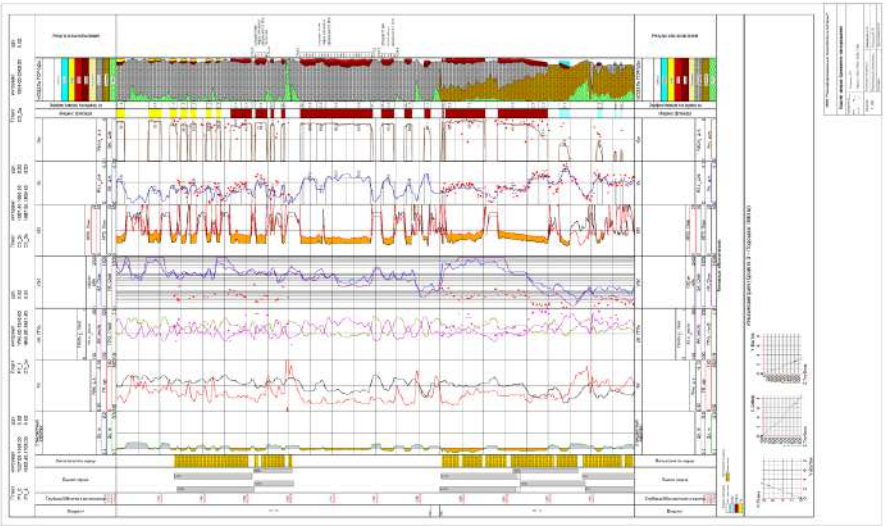
Обработка выполнена по методике ТАВС

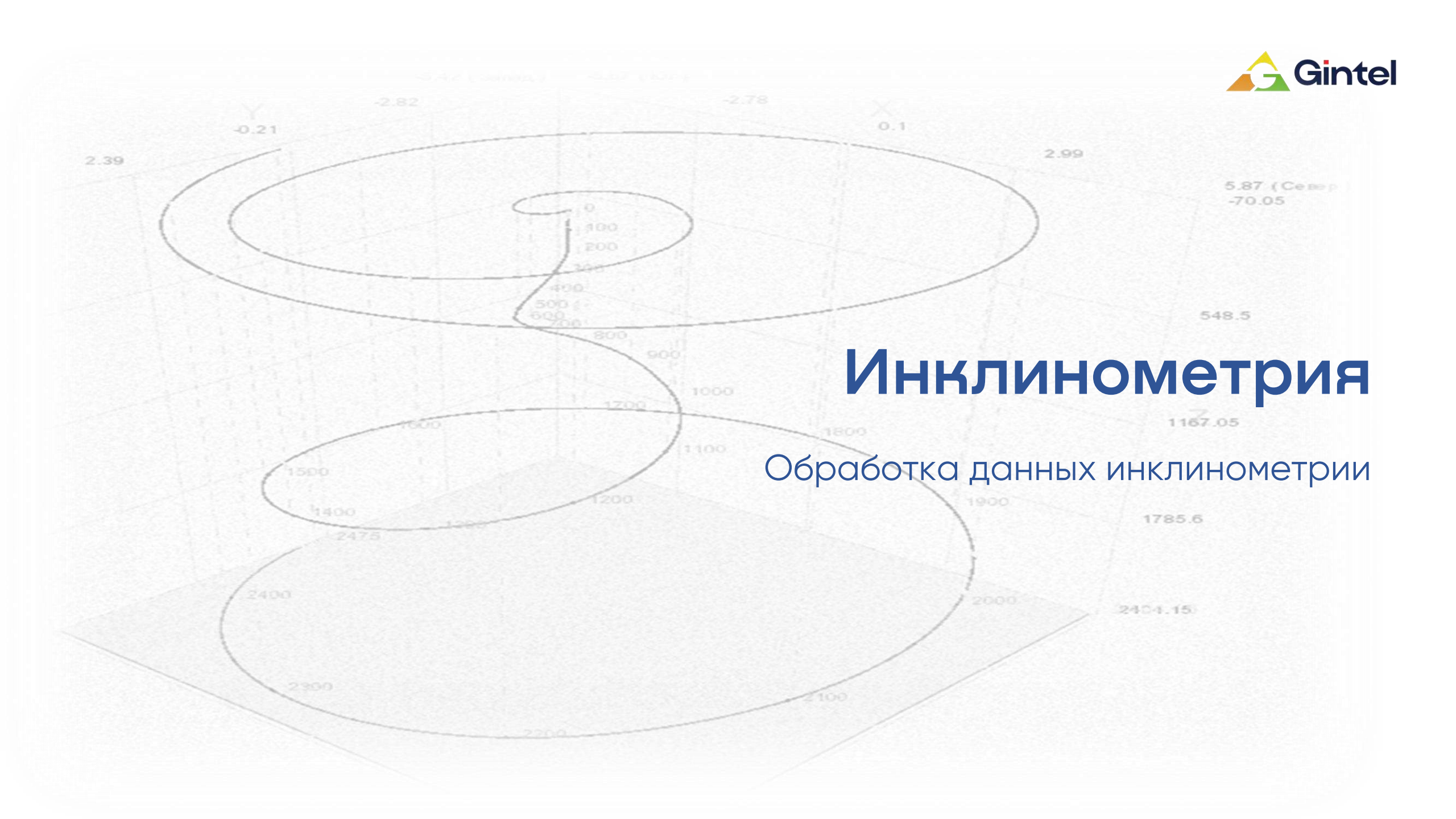
Ном. пласта	Кров-ля, м	Подош-ва, м	Н, м	Абс кров-ля, м	Абс подош-ва, м	ZH, м	Факти-ческий диа-метр, м	УЭС пласта, Омм	Порис-тость, д.е.	Глинис-тость, д.е.	Нефте-насыщ, д.е.	Прони-цае-мость, мД	Общая доля воды, д.е.	Доля связан-ной воды, д.е.	Обвод-нен-ность	Приток	Литология
АС4 (2226 - 2244 м, а.о. 2008.9 - 2025.5 м)																	
1	2226.6	2227.0	0.4	2009.4	2009.8	0.4	0.212		23.526	38.210	46.324	7.61	53.676	27.094		вода+нефть	песчаник
2	2227.0	2227.8	0.8	2009.8	2010.6	0.7	0.210		17.404	29.670	22.253	35.03	77.747	15.835		вода	песчаник
3	2227.8	2228.2	0.4	2010.6	2010.9	0.4	0.215		21.955	32.518	39.430	18.75	60.570	20.239		вода+нефть	песчаник
4	2228.4	2229.4	1.0	2011.1	2012.0	0.9	0.211		31.112	12.157	56.002	255.28	43.998	3.628		вода+нефть	песчаник
5	2229.4	2230.4	1.0	2012.0	2013.0	0.9	0.211		26.156	23.035	49.711	62.27	50.289	12.338		вода+нефть	песчаник
Общие сведения по зоне:			**0.8**			**0.7**	**0.210**	**1.0**	**17.404**	**29.670**	**22.253**	**35.03**	**77.747**	**15.835**		**вода**	
			2.8			**2.6**	**0.211**	**1.0**	**26.950**	**22.673**	**50.005**	**64.30**	**49.995**	**12.464**		**вода+нефть**	
6	2230.4	2230.8	0.4	2013.0	2013.3	0.4	0.216		19.210	45.369	35.210	4.05	64.790	32.179		вода+нефть	алевролит

Графическое заключение





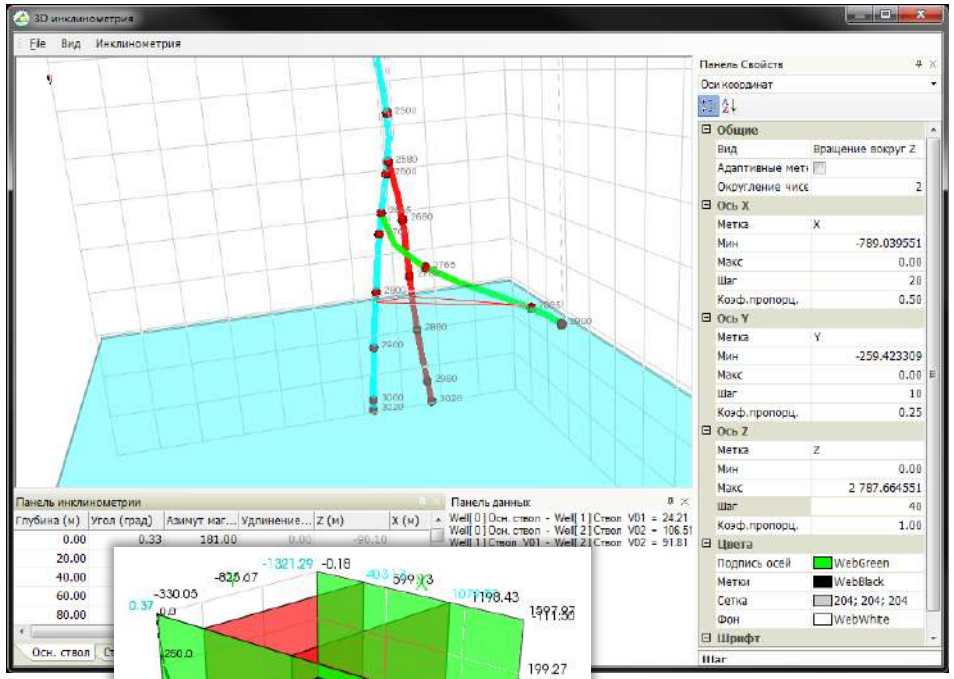


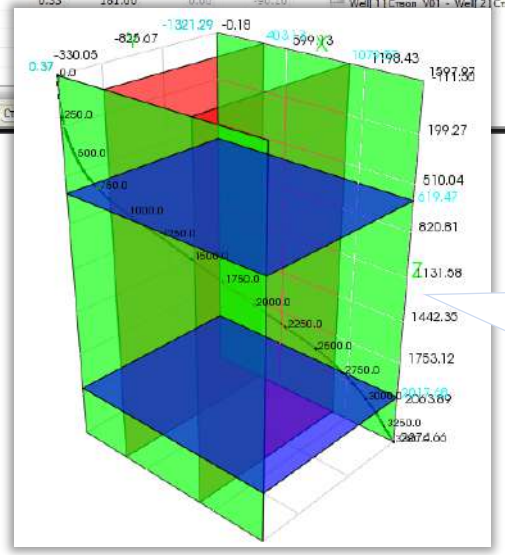


Инклинометрия

Обработка данных инклинометрии

Анализ данных инклинометрии



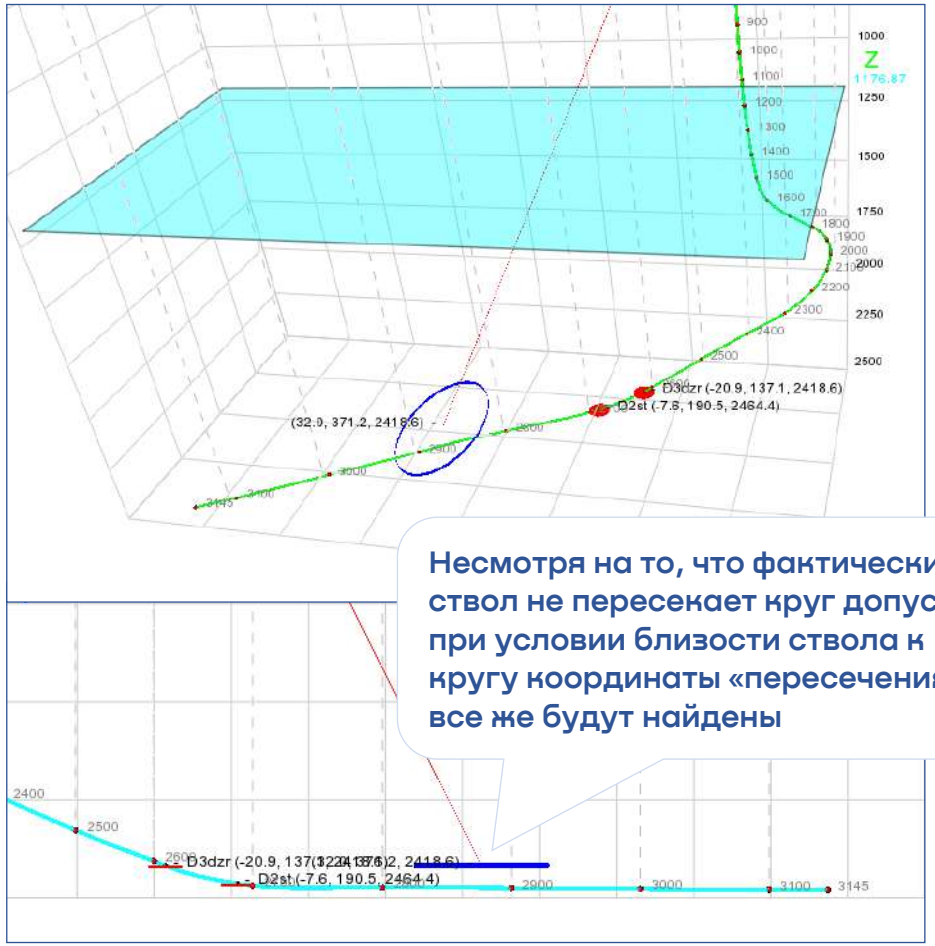


Интервал просмотра может настраиваться интерактивно с помощью плоскостей

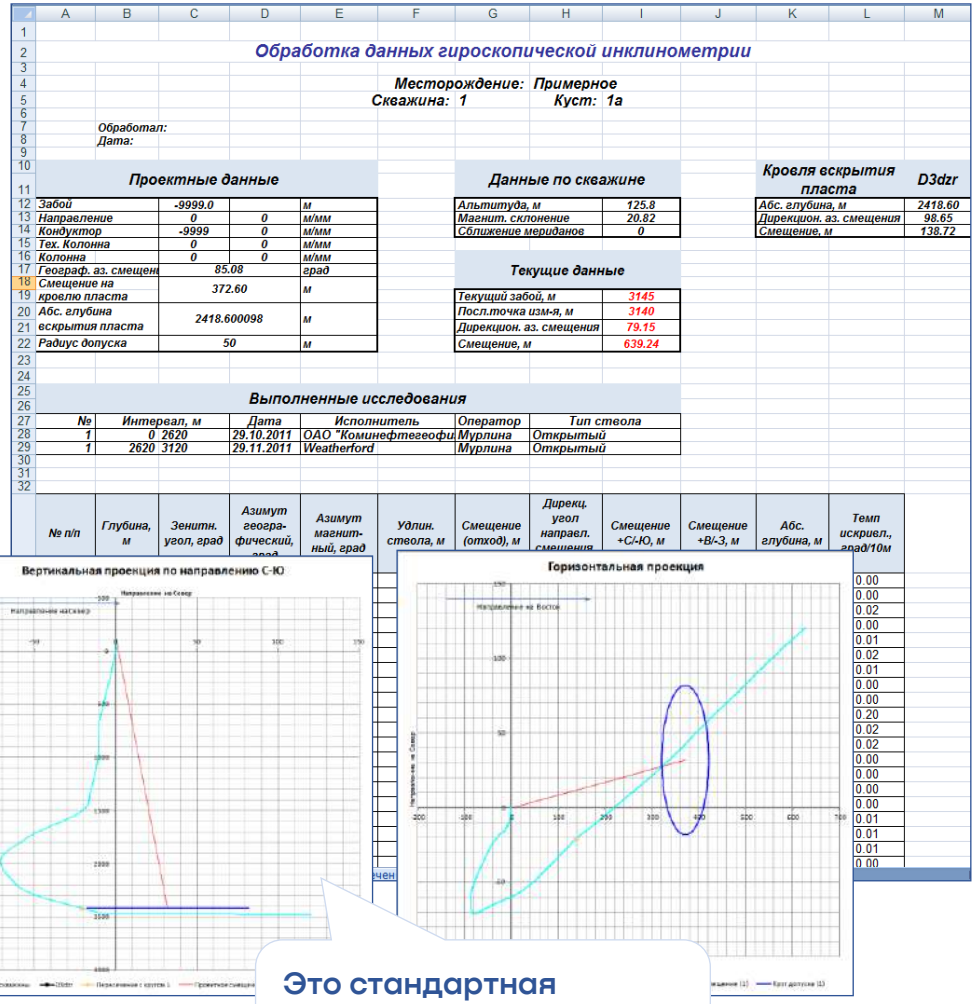
Особенности модуля:

- Ввод и отображение проектного и фактического ствола, основных и повторных измерений, любого числа проектных данных (например, на кровлю пластов и на забой)
- Автоматическая сшивка интервалов измерений при наращивании глубины скважины
- Контроль корректности исходных данных, автоматическая интерполяция «плохих» участков
- Различные алгоритмы расчета координат ствола
- Особый алгоритм расчета пересечения ствола и круга допуска для скважин с горизонтальным заканчиванием
- Анализ пересечения стволов
- Экспорт полновесного протокола в Excel с векторной качественной графикой для всех стволов и врезок одновременно

Результаты интерпретации инклинометрии



Несмотря на то, что фактически ствол не пересекает круг допуска, при условии близости ствола к кругу координаты «пересечения» все же будут найдены



Обработка данных гироскопической инклинометрии

Месторождение: Примерное
Скважина: 1 Куст: 1а

Обработал:
Дата:

Проектные данные

Забой	-9999.0		м
Направление	0	0	м/мм
Кондуктор	-9999	0	м/мм
Тех. Колонна	0	0	м/мм
Колонна	0	0	м/мм
Географ. аз. смещен	85.08		град
Смещение на кровлю пласта	372.60		м
Абс. глубина вскрытия пласта	2418.600098		м
Радиус допуска	50		м

Данные по скважине

Альтитуда, м	125.8
Магнит. склонение	20.82
Сближение меридианов	0

Кровля вскрытия пласта D3dzr

Абс. глубина, м	2418.60
Дирекцион. аз. смещения	98.65
Смещение, м	138.72

Текущие данные

Текущий забой, м	3145
Посл.точка изм-я, м	3140
Дирекцион. аз. смещения	79.15
Смещение, м	639.24

Выполненные исследования

№	Интервал, м	Дата	Исполнитель	Оператор	Тип ствола
1	0 2620	29.10.2011	ОАО "Коминефтегеофи	Мурлина	Открытый
1	2620 3120	29.11.2011	Weatherford	Мурлина	Открытый

№ п/п	Глубина, м	Зенитн. угол, град	Азимут геогра-фический, град	Азимут магнит-ный, град	Удлин. ствола, м	Смещение (отход), м	Дирекц. угол направл. смещения	Смещение +С/-Ю, м	Смещение +В/-З, м	Абс. глубина, м	Темп искривл., град/10м
											0.00
											0.00
											0.02
											0.00
											0.01
											0.02
											0.01
											0.00
											0.00
											0.20
											0.02
											0.02
											0.00
											0.00
											0.00
											0.01
											0.01
											0.01
											0.00

Это стандартная диаграмма Excel – ее можно редактировать

Шаблоны протоколов составляются прямо в Excel

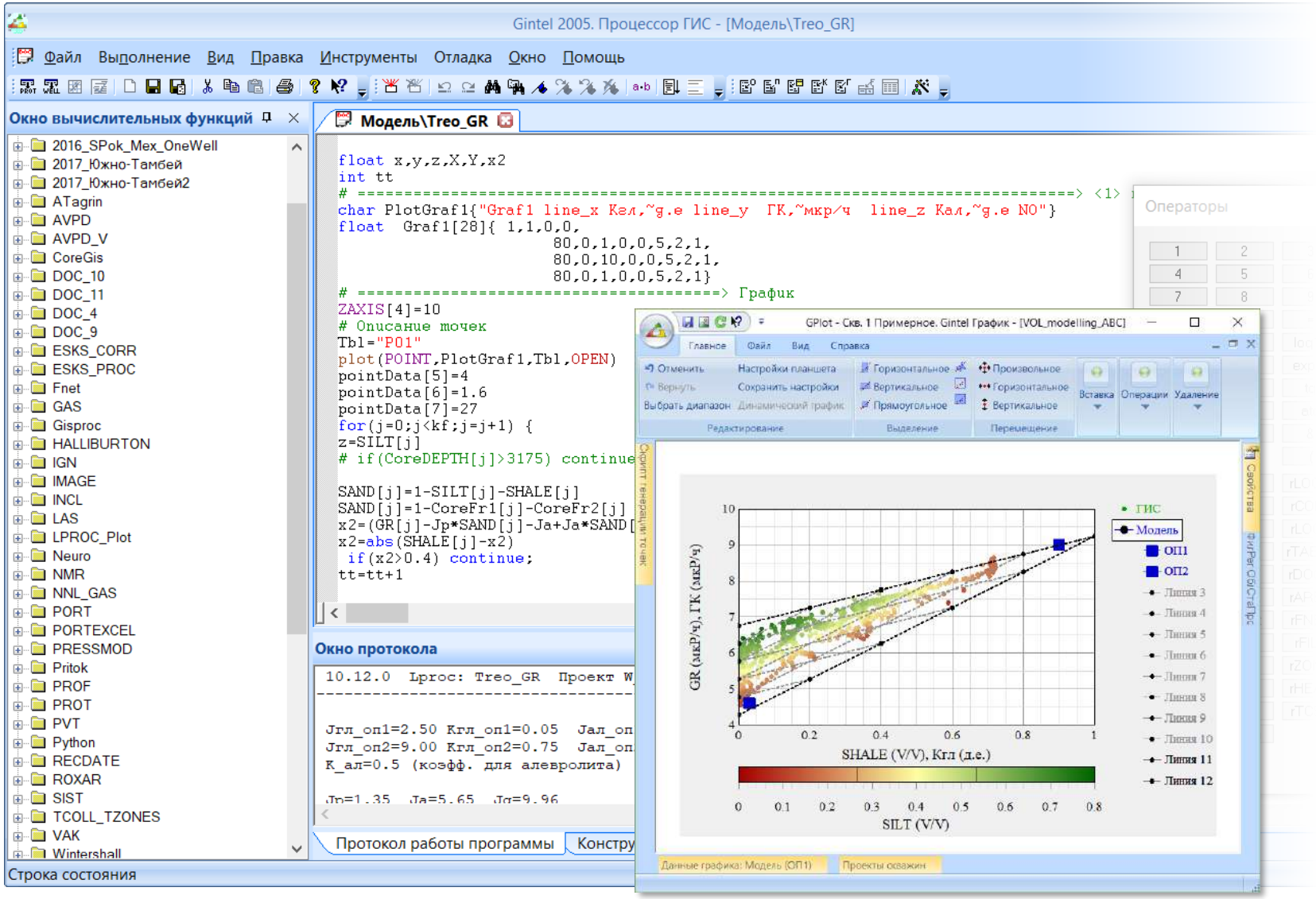
Gintel

Gintel™ ≥ python™

Инструменты разработки пользовательских программ

Процессор ГИС
Gintel-Py

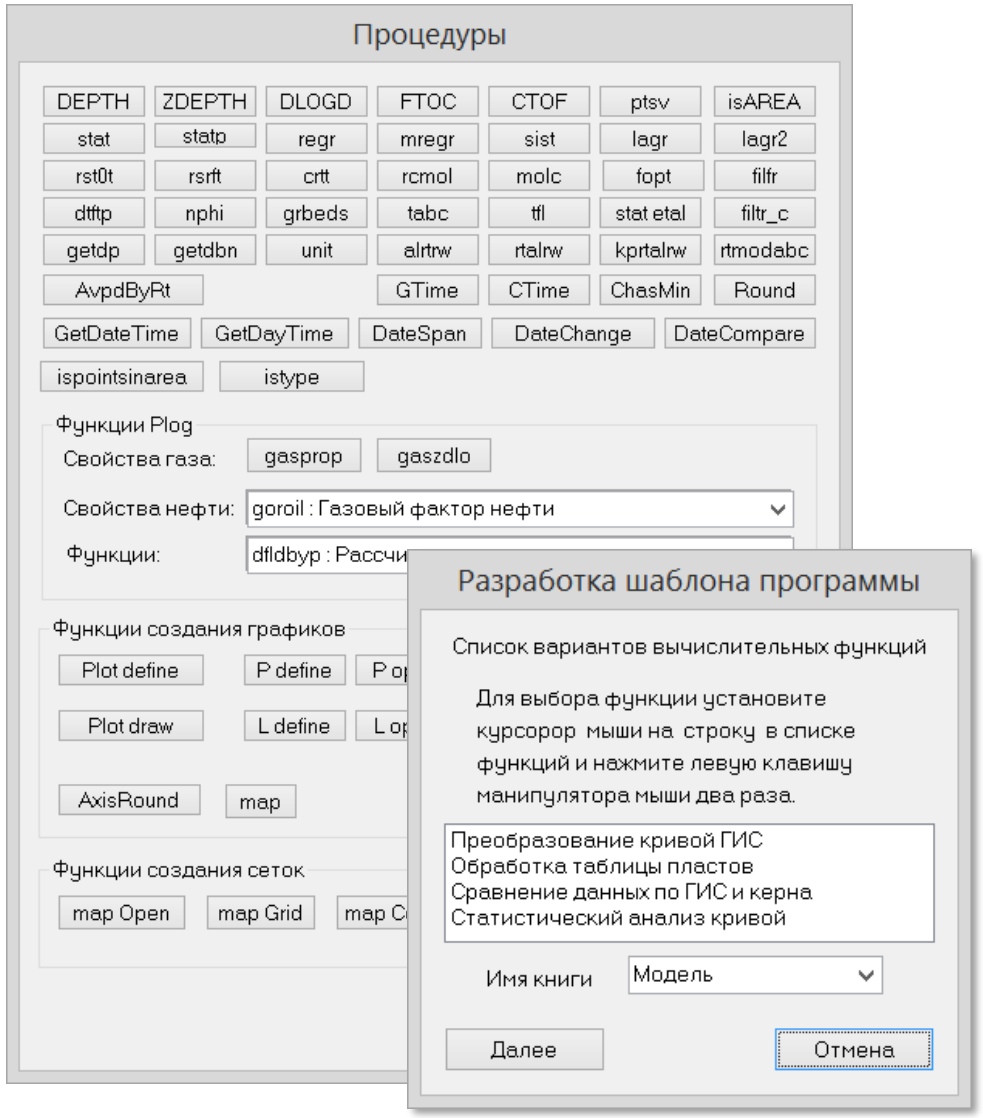
Процессор ГИС



Ключевые возможности:

- Мастер создания программ
- Функции создания диалогов
- Вызов модуля на языке Python
- Панели-подсказки для кострУирования
- Мастер создания типовых программ
- Геофизические процедуры
- Многоскважинная обработка
- Функции формирования графиков и диаграмм, карт
- Обширная библиотека готовых программ

Помощник создания программ



- Статистический анализ вектора (в том числе параметрический), его статистическая эталонировка
- Расчет уравнения линейной регрессии и многомерного регрессионного уравнения
- Решение системы линейных и не линейных уравнений (в том числе методами классической оптимизации и SVD)
- Одномерная и двумерная интерполяция методом Лагранжа
- Определение значения по многомерной петрофизической связи
- Функции преобразований декартовых и сферических координат
- Функции для работы с многомерными матрицами
- Приведение УЭС электролита к температуре
- Определение УЭС фильтрата по УЭС промывочной жидкости
- Определение УЭС электролита по его минерализации и наоборот
- Определение минерализации электролита по его молярной массе
- Определение замедления акустической волны в водном растворе
- Функции для расчета свойств нефти, газа, воды
- Функции для работы с графиками, палетками и петросвязями
- Функции для расчета регулярной сетки, преобразований координат
- И много других функций

Дополнительные модули

Интерпретация, картопостроение, API, обработка высокотехнологичного каротажа, обсаженный ствол

Gintel

Технология ESKS

Комплексная интерпретация данных ГИС в открытом стволе по авторским методикам в терригенном, карбонатном и вулканогенном разрезах

Методики интерпретации

В технологии ESKS применяются следующие методики углубленной интерпретации данных ГИС:

TABC – методика восстановления геологических свойств терригенных песчано-алеврито-глинистых пород;

CARB – методика определения геологических свойств карбонатных пород

VELAN – методика определения скоростных характеристик пород в разрезе скважины (коэффициента Пуассона, Импеданса, скоростей продольной и поперечной волн, а так же годографа вступления волны)

Vulcan – методика определения геологических свойств вулканогенных пород

Терригенный разрез

Исходный комплекс

- УЭС (ИК, БК, БКЗ…)
- ПС
- ГК
- Wнк, АК, ГГКп

Обработка комплекса данных ГИС по обобщенным петрофизическим моделям

Расчетные кривые

- Кп, Qп, Кв, Кв.св., Кпр
- Теоретические кривые для Кв=100%: УЭСт, ПСт
- Для определенного Кв: АКт, Wнкт, ГГКпт

Фундаментом методики ТАВС является созданная система обобщенных петрофизических моделей, в основе которой лежит представление о том, что терригенные отложения как гетерогенные среды в целом характеризуются общими базовыми петрофизическими закономерностями.

Оценка качества

- **Сопоставление Кп по керну и ГИС**
- **Сравнение петрофизических закономерностей по керну и ГИС**
- **Сопоставление Акт-Ак, Wнкт-Wнк, ГГКпт-ГГК**

Геологическое объяснение

Песчаник | **Алевролит** | **Глина** | **Ккарб** | **Кп**

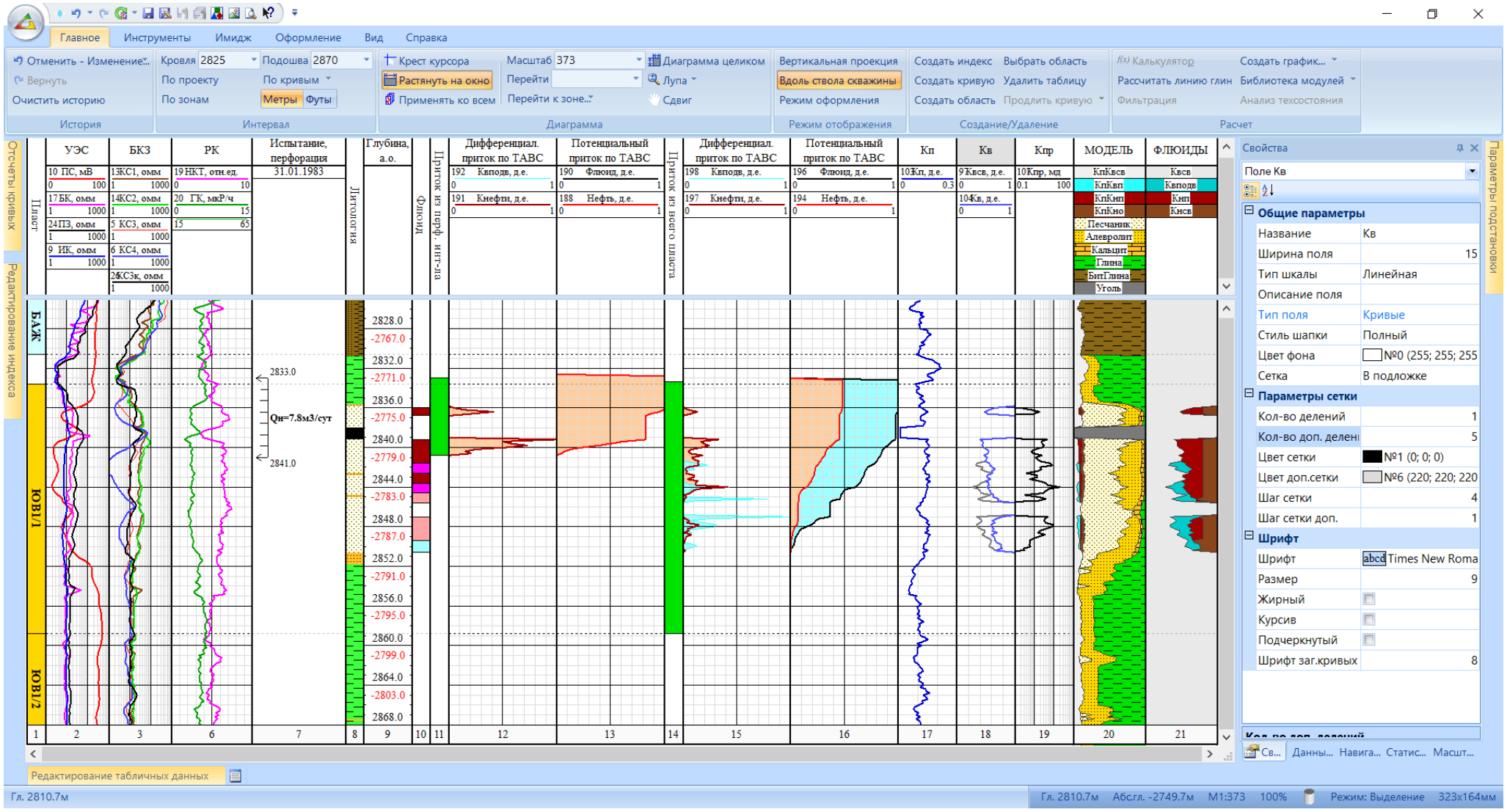
Объемная модель

Кв.св | **Вода** | **Газ** | **Нефть** | **Кно**

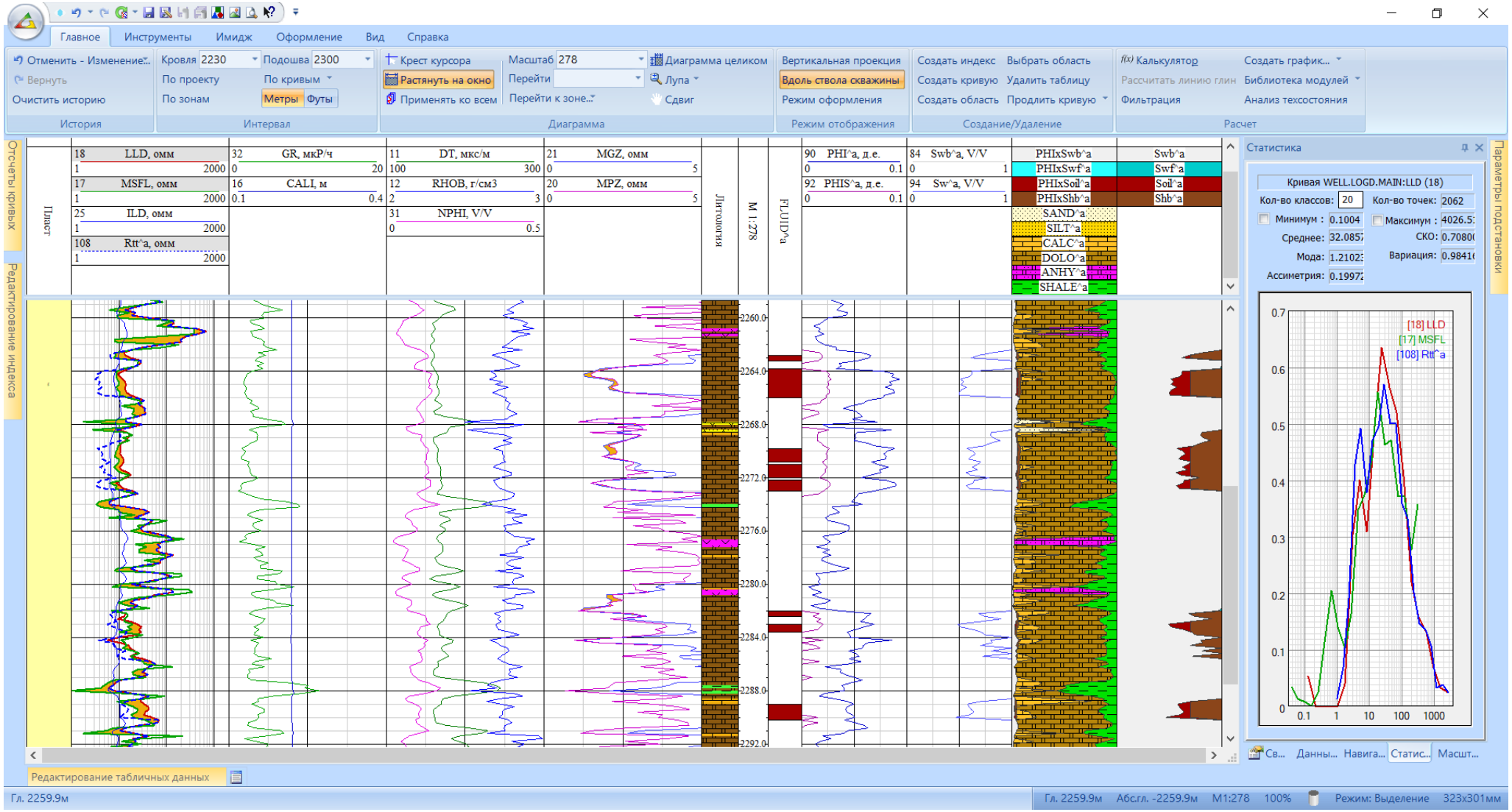
Флюидальная модель

Методика ТАВС защищена патентом РФ № 2219337, 2003. В 2009 г. Методика ТАВС была рассмотрена Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых, в результате чего было вынесено постановление: «Методика ТАВС может быть использована для интерпретации данных ГИС при определении подсчетных параметров для подсчета запасов УВ».

Терригенный разрез



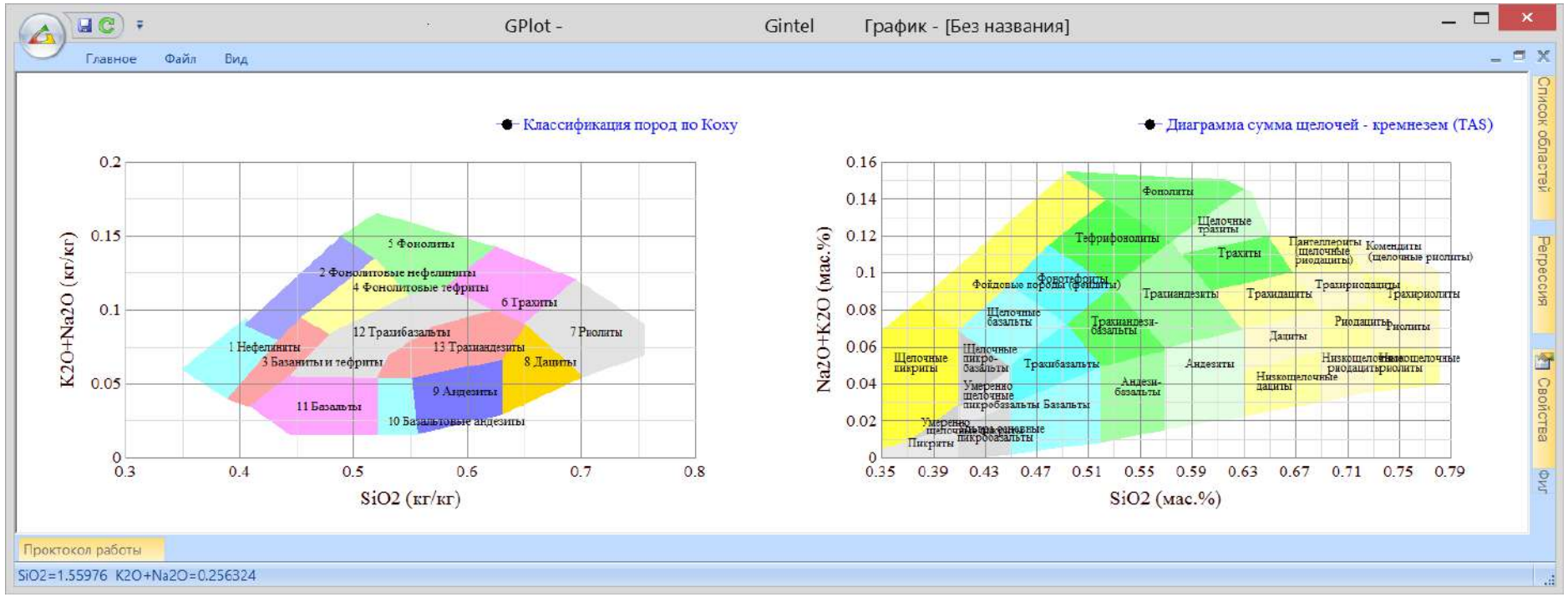
Карбонатный разрез



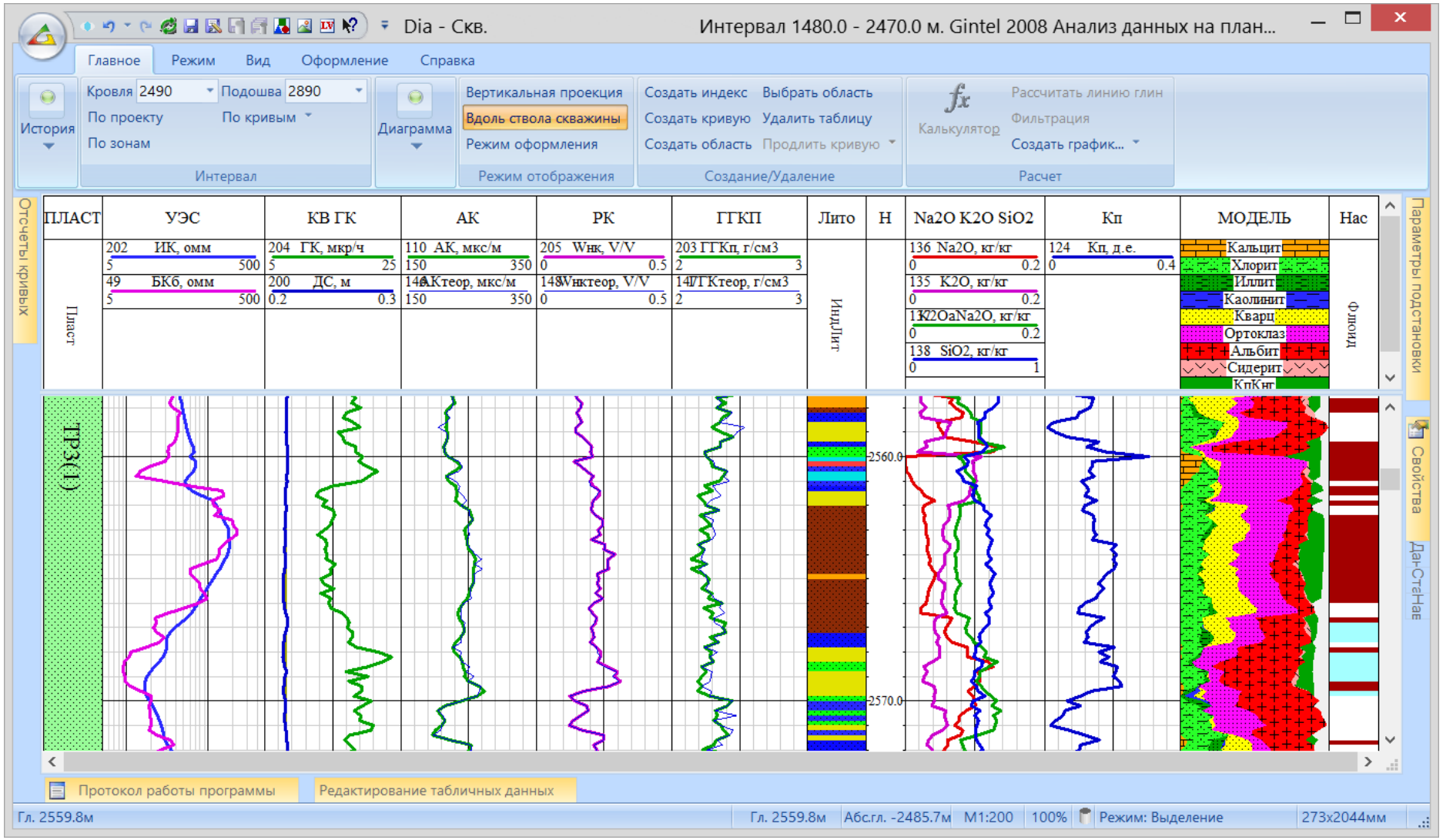
Вулканогенный разрез

Обработка данных ГИС выполняется по следующей схеме:

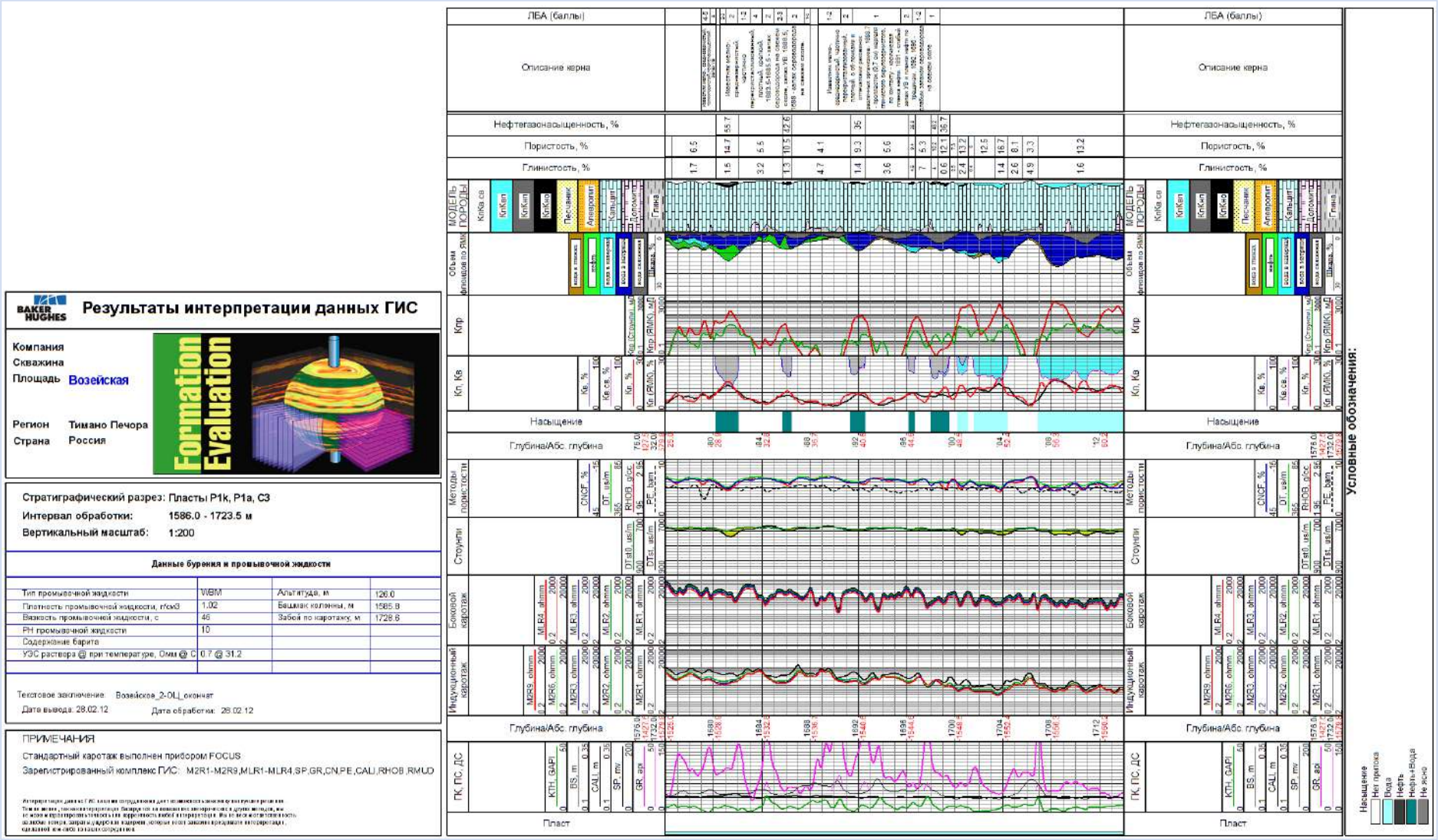
- Решается система уравнений для кривых АК, Wнк и ГГК, описывающая вулканогенную породу, включающую пустотное пространство и структурный каркас, сложенный породообразующими минералами и определяется минералогическая модель породы
- По совокупности минералов определяется концентрация в породе оксидов SiO2, Na2O и K2O
- По палетке классификации вулканогенных пород Коха (можно применить другие палетки) по соотношению содержания окисла SiO2 и суммы окислов Na2O + K2O определяется литологический тип породы



Вулканогенный разрез



FOCUS+XMAC+MReX – карбонатный разрез



COMPACT – карбонатный разрез

Gintel

Weatherford®

Окончательный каротаж

Результаты интерпретации

Компания	
Скважина	
Месторождение	**Западно-Хоседаюское**
Регион	**Ненецкий АО**
Страна	**Россия**
Масштаб	**1:200**

С	СС	Бур	Угол

Широта: 67.8493N
Долгота: 58.5688E

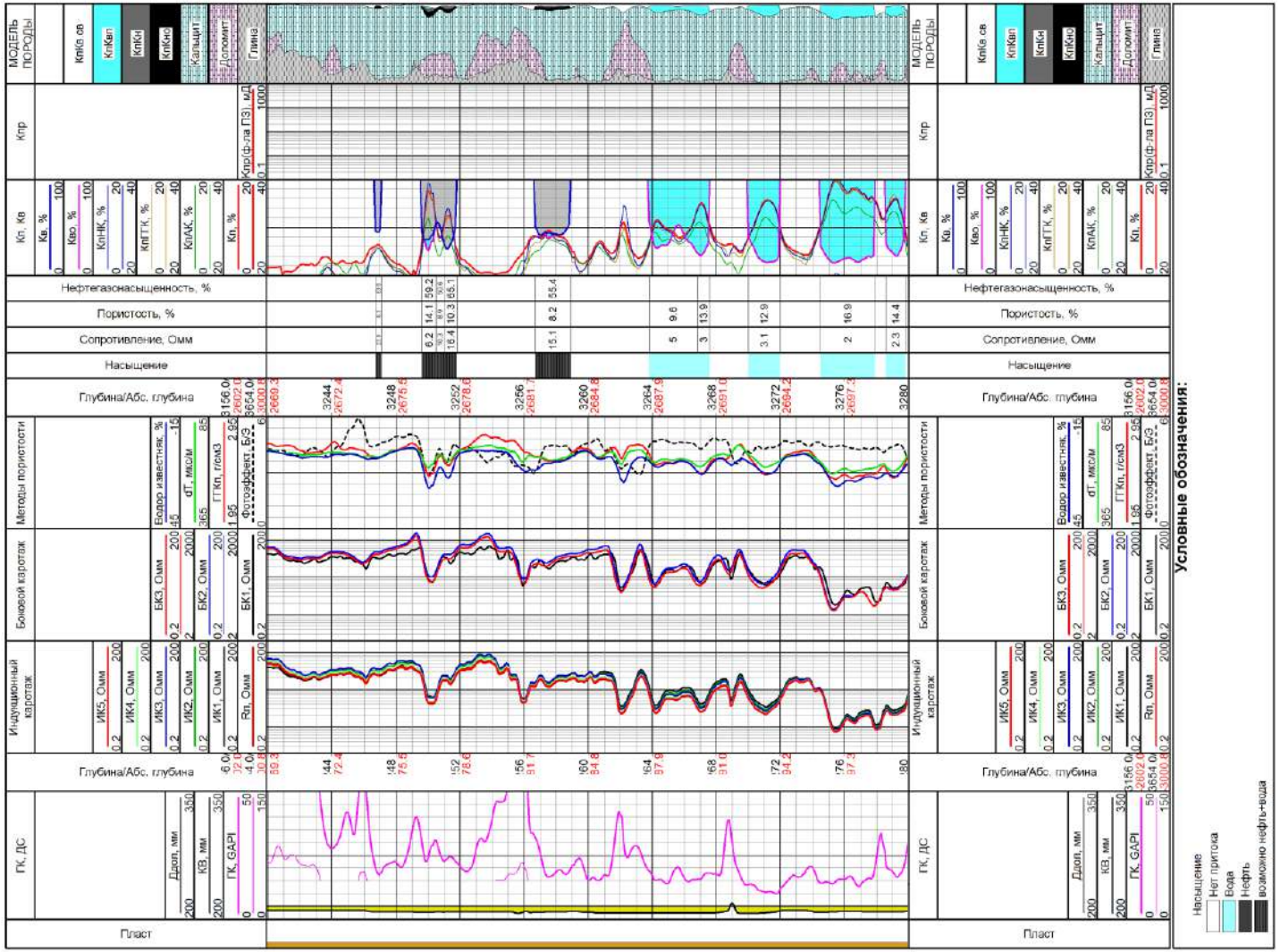
Методы ГИС
ГК, Каверномер — ИК, БК
ГГКп, Фотоэффект — Инклинометрия
2ННКт, АК

Отсчет превышений от ур. моря — Превышение 130м
Глубины по каротажу С. Р.,
Глубины при бурении С. Р.,

Альтитуды, м

К. Р.	130.0
С. Р.	130.0
У. З.	124.0

Дата каротажа	03.01.2013	
Номер спуска приборов		
Забой при бурении, м	3644.0	
Забой по каротажу, м	3647.0	
Начало регистрации, м	3647.0	
Конец регистрации, м	3162.0	
Башмак техколонны, м	2727.0	
Башмак по каротажу, м	2730.5	
Диаметр долота, мм	215.9	
Тип бур. раствора	kCL Полимер	
Плотность, г/см3 / Вязкость, сек	1.1 | 54	
PH / Водоотдача, мл/30сек	9.5 | 5.6	
Образец отобран из	Flowline	
Сопр. раствора @ темп., Омм/гр.С	0.347 @ 25	
Сопр. фильтрата @ темп., Омм/гр.С	0.301 @ 25	
Сопр. корки @ темп., Омм/гр.С	0.376 @ 25	
Образец фильтрата корки		
Сопр. раствора @ темп., Омм/гр.С	0.186 @ 65.0	
Циркуляция окончена в	24ч.	
Макс. температура, гр.С	65	
Приборы		
Регистратор	Compact	
Интерпретатор		
Начальник партии	Тихонов И.	
Станция	Last Line	



COMPACT – терригенный разрез

Результаты интерпретации
Глубины по стволу скважины

Компания	
Скважина	
Месторождение	**Кыртаельское**
Регион	**Республика Коми**
Страна	**Российская Федерация**
Масштаб	**1:200**

С	СС	Бур	Угол

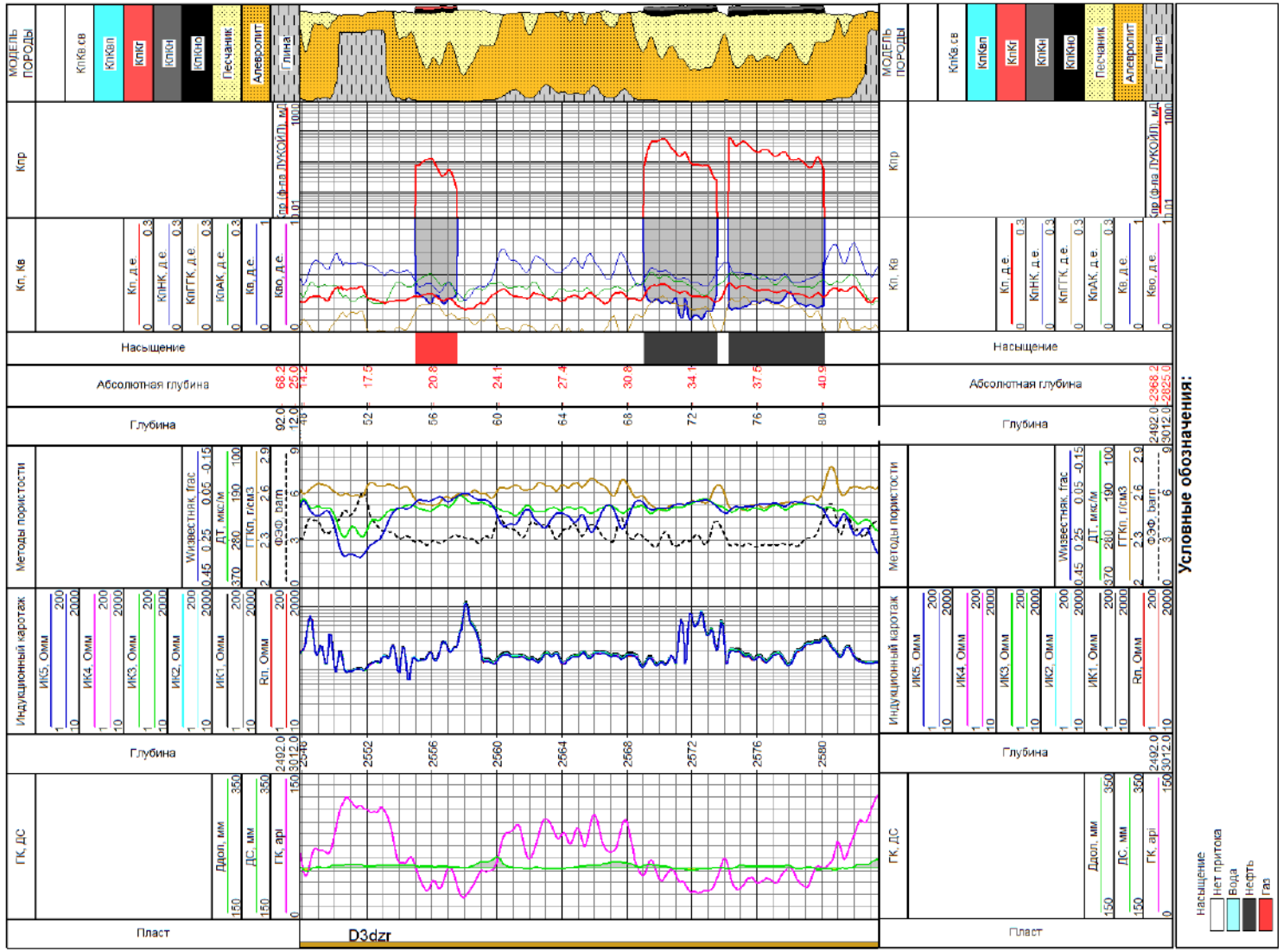
Широта: 61.0288N
Долгота: 57.0214E

Методы ГИС
ГК, Кавернномер — ИК
ГГКп, Фотоэффект — Инклинометрия
2ННКт, АК

Отсчет превышений от стол.ротора Превышение 95.5 м
Глубины по каротажу С. Р.,
Глубины при бурении С. Р.,

Альтитуды, м
К. Р. 95.50
С. Р. 95.50
У. З. 88.46

Дата каротажа	29-Июн-2013	
Номер спуска приборов	1	
Забой при бурении, м	3011.92	
Забой по каротажу, м	3011.80	
Начало регистрации, м	3011.00	
Конец регистрации, м	2492.0	
Башмак техколонны, м	1395.0	
Башмак по каротажу, м	1394.10	
Диаметр долота, мм	219.10	
Тип бур. раствора	Маслянный	
Плотность, г/см3 / Вязкость, сек	1.30 | 28.00	
PH / Водоотдача, мл/30сек	| 1.70	
Образец отобран из	Емкость	
Сопр. раствора @ темп., Омм/гр.С		
Сопр. фильтрата @ темп., Омм/гр.С		
Сопр. корки @ темп., Омм/гр.С		
Образец фильтрата корки		
Сопр. раствора @ темп., Омм/гр.С		
Циркуляция окончена в	18 часов	
Макс. температура, гр.С	59.00	
Приборы		
Регистратор	Compact	
Интерпретатор		
Выполнил	Тихонов И.	
Станция	Last Line	



Компоненты интеграции Python

Gintel

Gintel API

dinteldb
Программный интерфейс
Базы данных

gintelibook, gintelneuro, ...
Петрофизическая библиотека,
нейронные сети, другие библиотеки

Python, предустановленные модули, среда разработки
Python 3.8, numpy, scipy, matplotlib, PyQt, Eric6 IDE

Gintel-DPM
Фреймворк для разработки модулей и плагинов

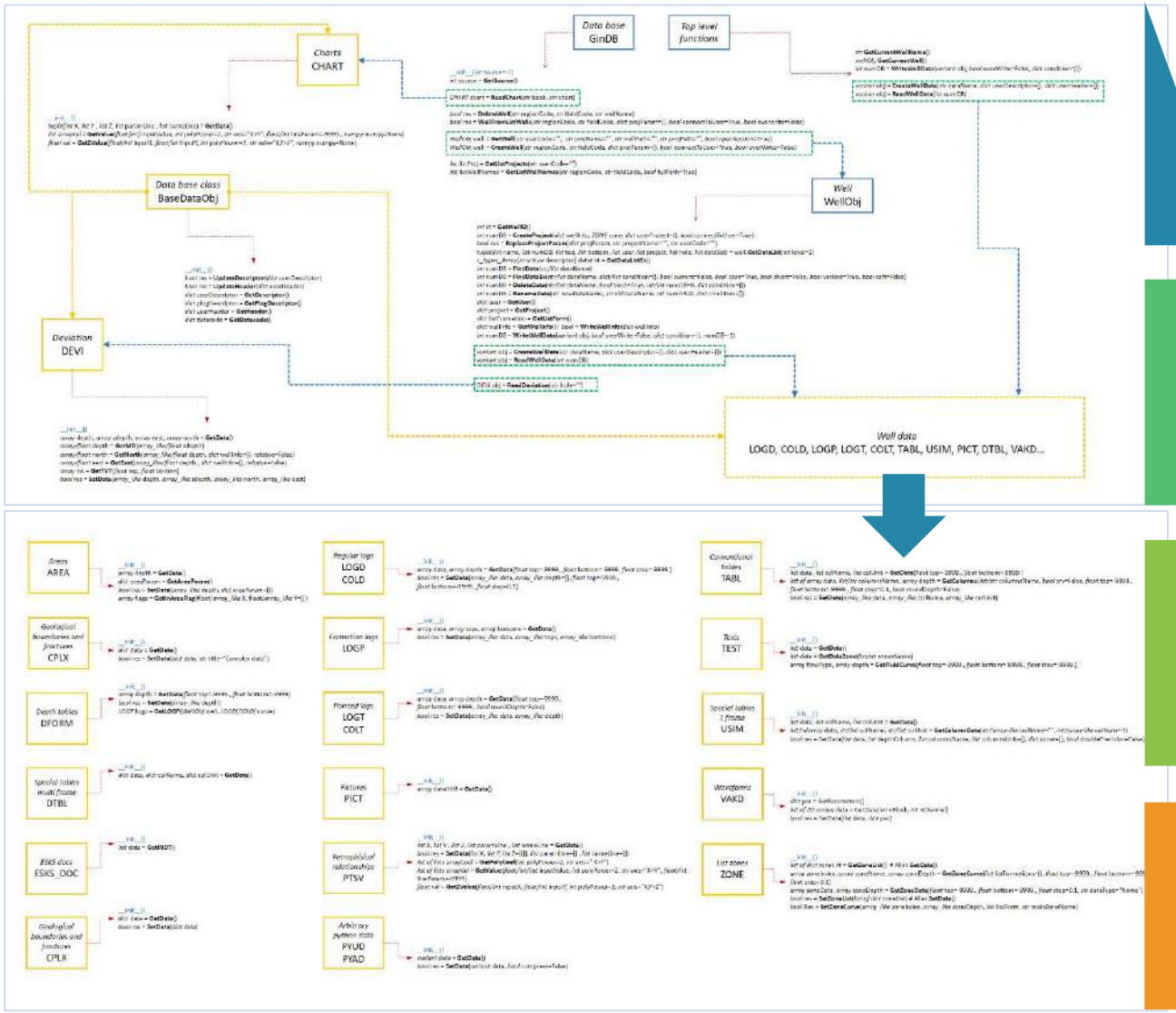
Технология TERRA
Подключение внешних py-модулей обработки данных

Мастер графика
Программная обработка данных в Мастере графика

Процессор ГИС
Создание гибридных программ: внутренний язык LC + Python

Мастер диаграмм
Подключение модулей в Мастере диаграмм

Gintel DB API




```
import gintelapi.ginteldb2 as ginteldb
print(ginteldb.info)
```

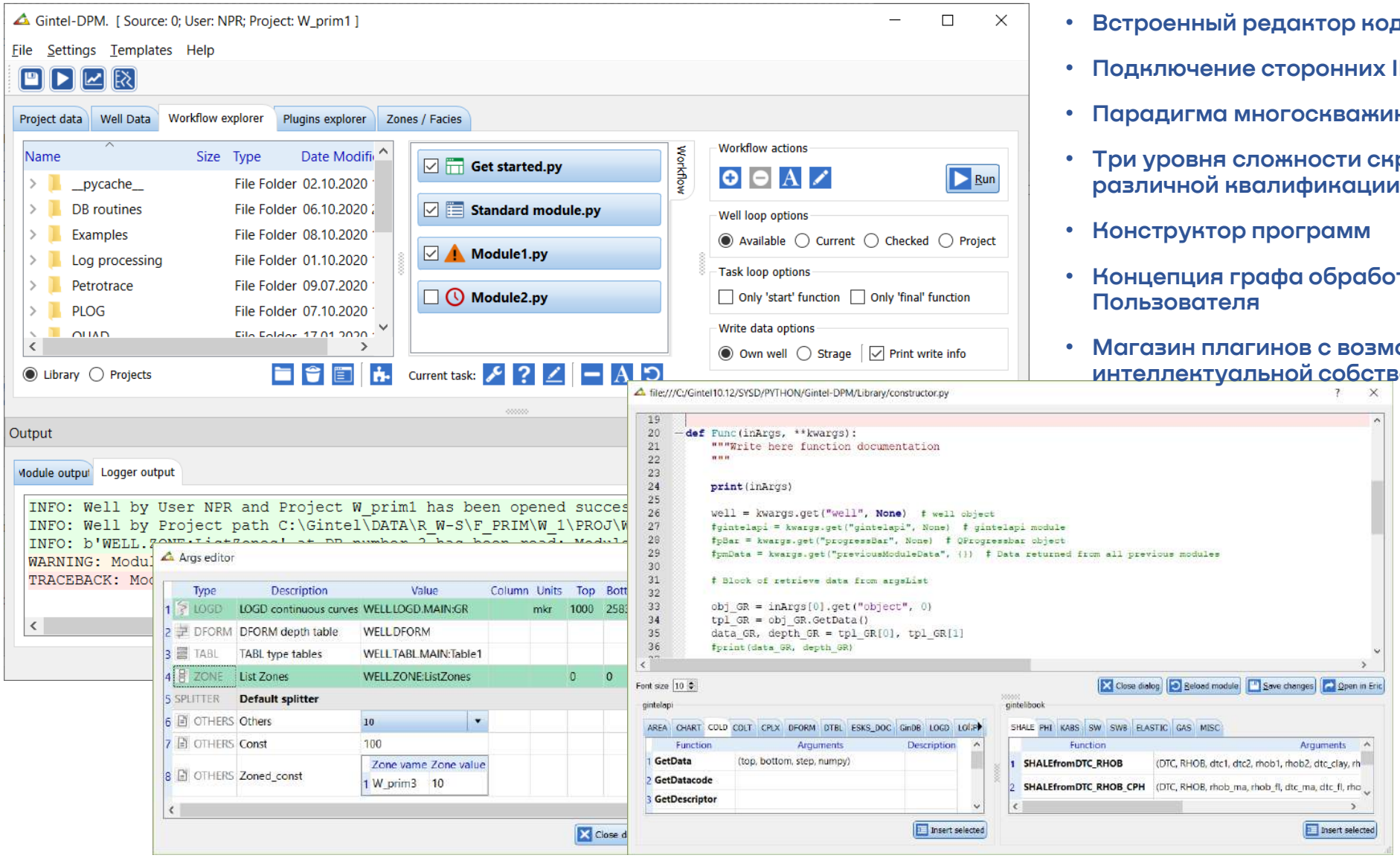
1 **Верхний уровень**
Функции-хэлперы

2 **GinDB**
Класс База данных

3 **WellObj**
Класс Скважина

4 **Wariant**
Классы данных по скважине

Модуль Gintel – Data Processing Manager (DPM)



- Встроенный редактор кода (Qscintilla)
- Подключение сторонних IDE (Eric, PySharm...)
- Парадигма многоскважинной обработки
- Три уровня сложности скриптов для пользователей различной квалификации
- Конструктор программ
- Концепция графа обработки и рабочего пространства Пользователя
- Магазин плагинов с возможностью защиты интеллектуальной собственности

Пакетная обработка данных

Gintel

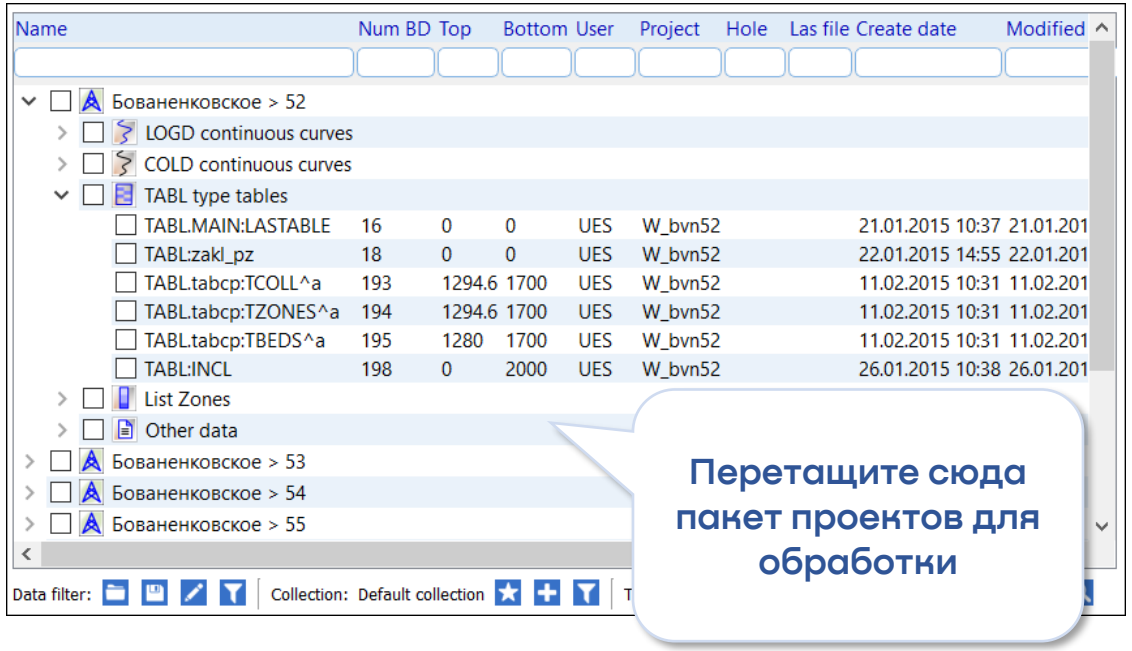
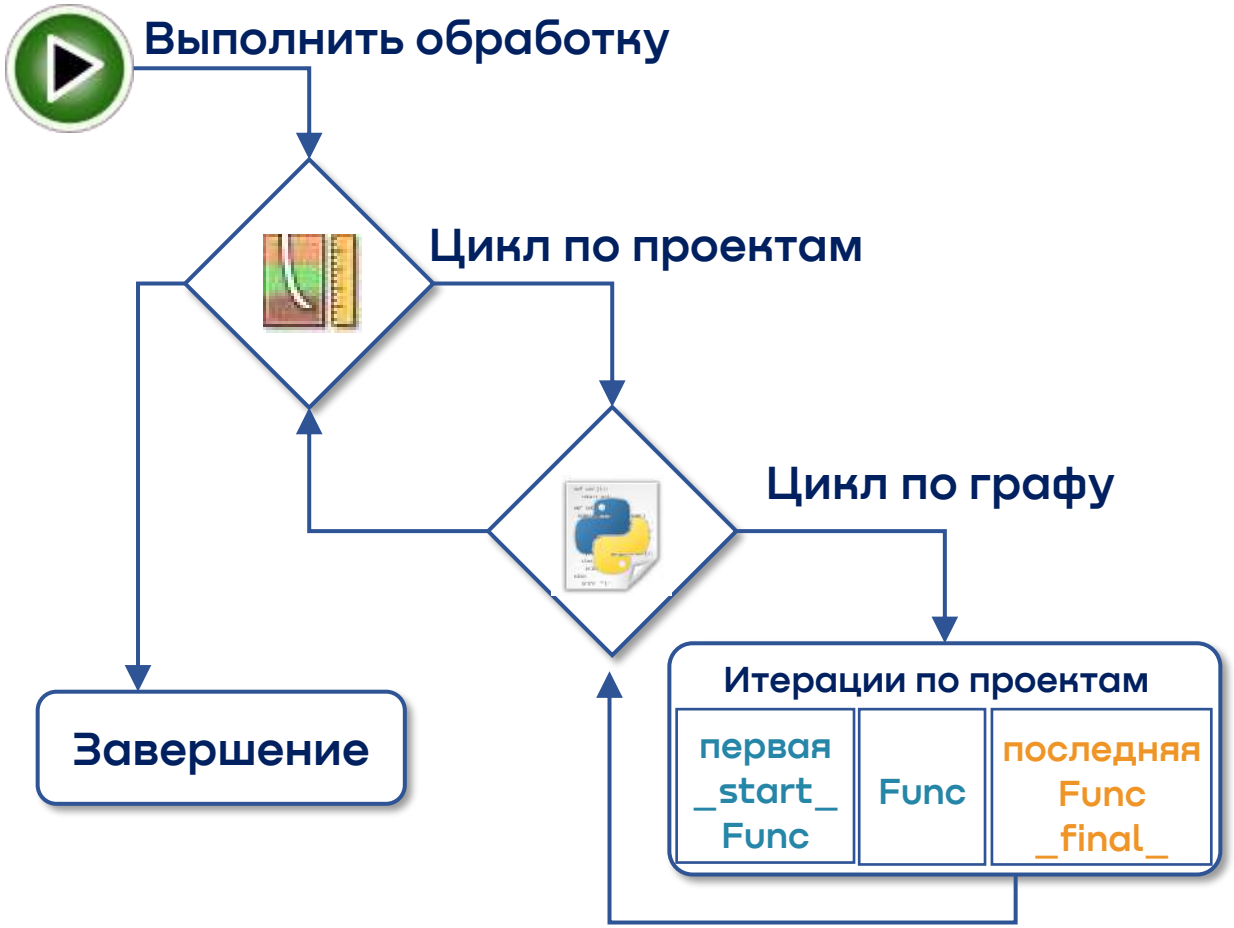


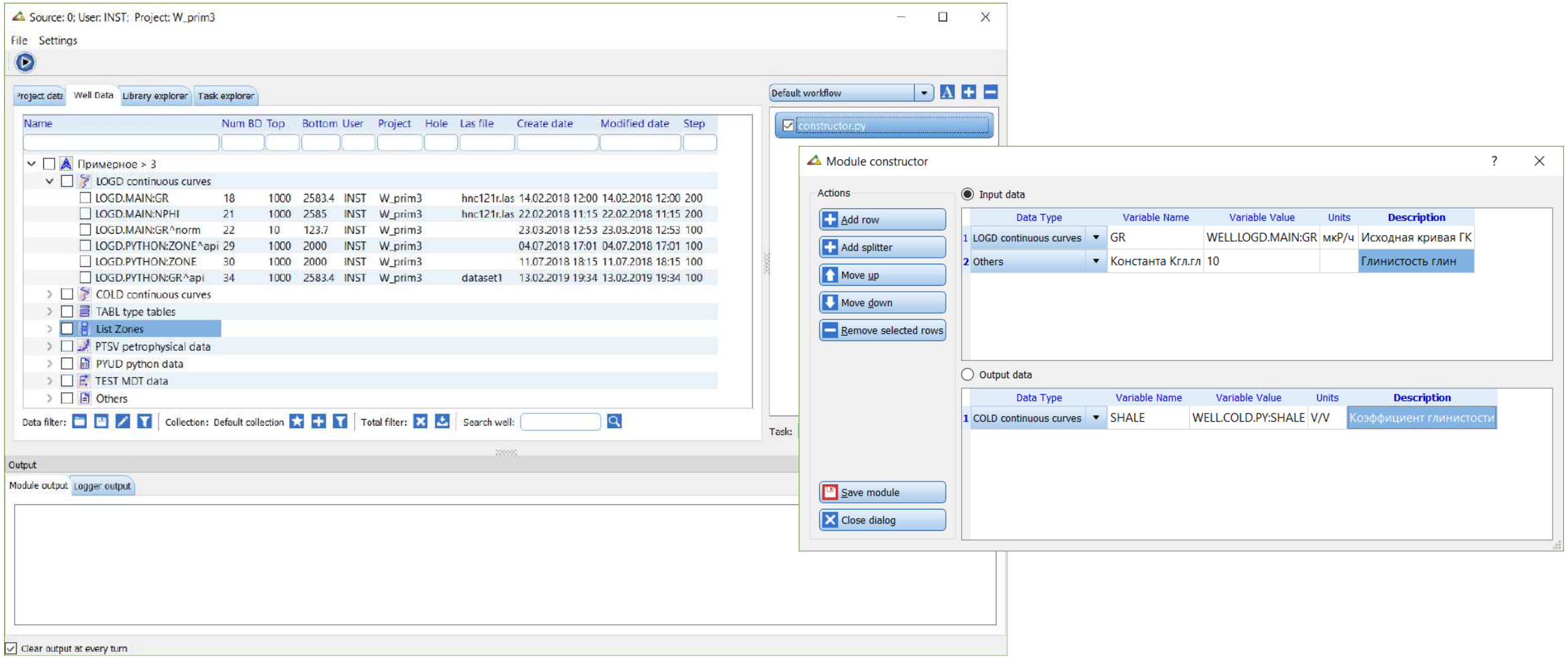
Схема пакетной обработки скважин



start	Выполняется на первой итерации
Func	Выполняется на всех итерациях
final	Выполняется на последней итерации

Конструктор программ

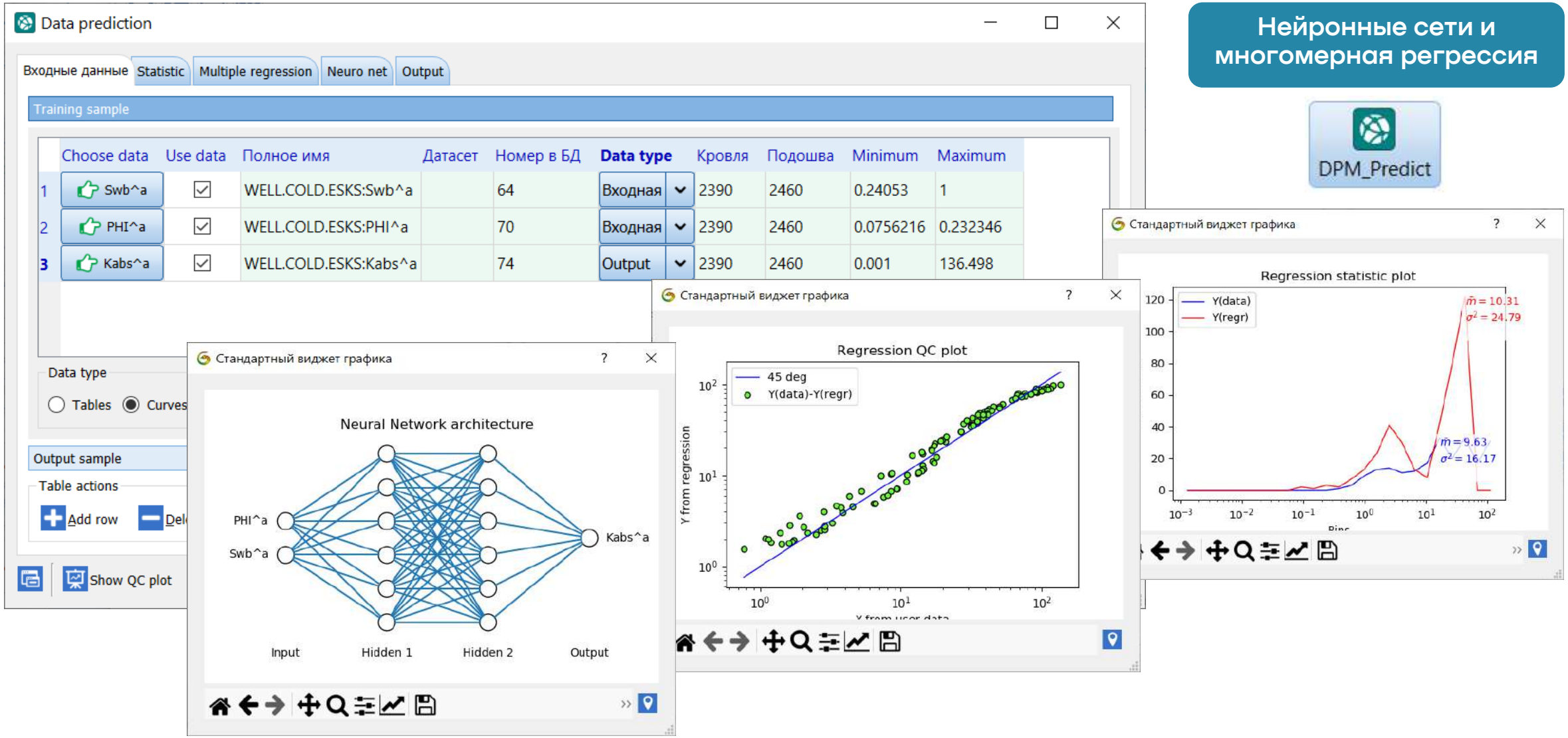
Помощник создания модуля обеспечивает быстрое создание программ для технологии Gintel-Py в режиме визуального конструктора



Пример пользовательского плагина

Gintel

Нейронные сети и многомерная регрессия



Петрофизические модели

Gintel

GintelPy - Настройка модуля

Глинистость | Пористость | Проницаемость | Насыщение | Связанная вода | Геомеханика

	Функция	Аргументы	Описание
1	SHALEfromGR	data_GR, gr_min, gr_max, shale1, shale2, k_clay, correction	Shale/clay volume from GR log [frac]
2	SHALEfromSP	data_SP, data_SPSH, sp_max, shale1, k_clay	Shale/clay volume from SP log [frac]
3	SHALEfromRt	data_Rt, rt_min, rt_max, shale1, shale2, b, equation	Clay volume from Resistivity log [frac]
4	SHALEfro		
5	SHALEfro		
6	SHALEfro		
7	SHALEfro		

GintelPy - Настройка модуля

Глинистость | Пористость | Проницаемость | Насыщение | Связанная вода | Геомеханика

	Функция	Аргументы	Описание
1	PHIfromNPHI	data_NPHI, data_SHALE, phi_shale	Porosity from neutron log [frac]
2	PHIfromRHOB	data_RHOB, rhob_ma, rhob_fl, SHALE, rhob_sh, k_cla	Porosity from density log [frac]
3	PHIfromFomenko	data_DTC, data_ASP, c	Porosity from Fomenko equation [frac]
4	PHIfromWillie	data_DTC, dtc_ma, dtc_fl, data_SHALE, dtc_sh, k_clay, cp	Porosity from Sonic log (Willie) [frac]
5	PHIfromRaymer	data_DTC, dt_ma, dt_fl, data_SHALE, dt_sh, alpha	Porosity from Sonic log (Raymer) [frac]
6	PHIfromRayme		

GintelPy - Настройка модуля

Глинистость | Пористость | Проницаемость | Насыщение | Связанная вода | Геомеханика

	Функция	Аргументы	Описание
1	KABSfromArchie	data_PHI, c1, c2, a, m	Permeability as a function of F factor and PHI [mD]
2	KABSfromREGR	data_PHI, a, b, base	Permeability from regression [mD]
3	KABSfromTixier	data_PHI, data_Swb, c1, c2, pSet	Permeability from Tixier equation (1949) [mD]
4	KABSfromWyllie_Rose	data	
5	KABSfromCoates_Dumanoir	data	
6	KABSfromCoates	data	
7	KABSfromNMR_TC	data n	
8	KABSfromNMR_SDR	data	
9	KABSfromLucia	data	
10	KABSfromFrac	data	

GintelPy - Настройка модуля

Глинистость | Пористость | Проницаемость | Насыщение | Связанная вода

	Функция	Аргументы	
1	SWfromArchie	data_PHIE, data_Rt, rt_wat, a, b, m, n	Water satura
2	SWfromREGR	data_PHI, data_Rt, c1, c2, c3	Water satura
3	SWfromSimandoux	data_PHIE, data_Rt, data_SHALE, rt_wat, rt_sh, a, b, m, n, type_sh	Water satura
4	SWfromIndonesian	data_PHIE, data_Rt, data_SHALE, rt_wat, rt_sh, a, b, m, n, type_sh	Water satura
5	SWfromWaxman_Smith	data_PHIT, data_Rt, data_SHALE, rt_wat, a, m, n, qv_sh, rhob_ma	Water satura
6	SWfromDualWater	data_PHIT, data_Rt, data_Qv, rt_wat, a, m, n	Water satura
7	SWfromABC	data_PHIT, data_Rt, data_Qv, rt_wat, sig0, m, c	Water satura

OK | Cancel

Function documentation

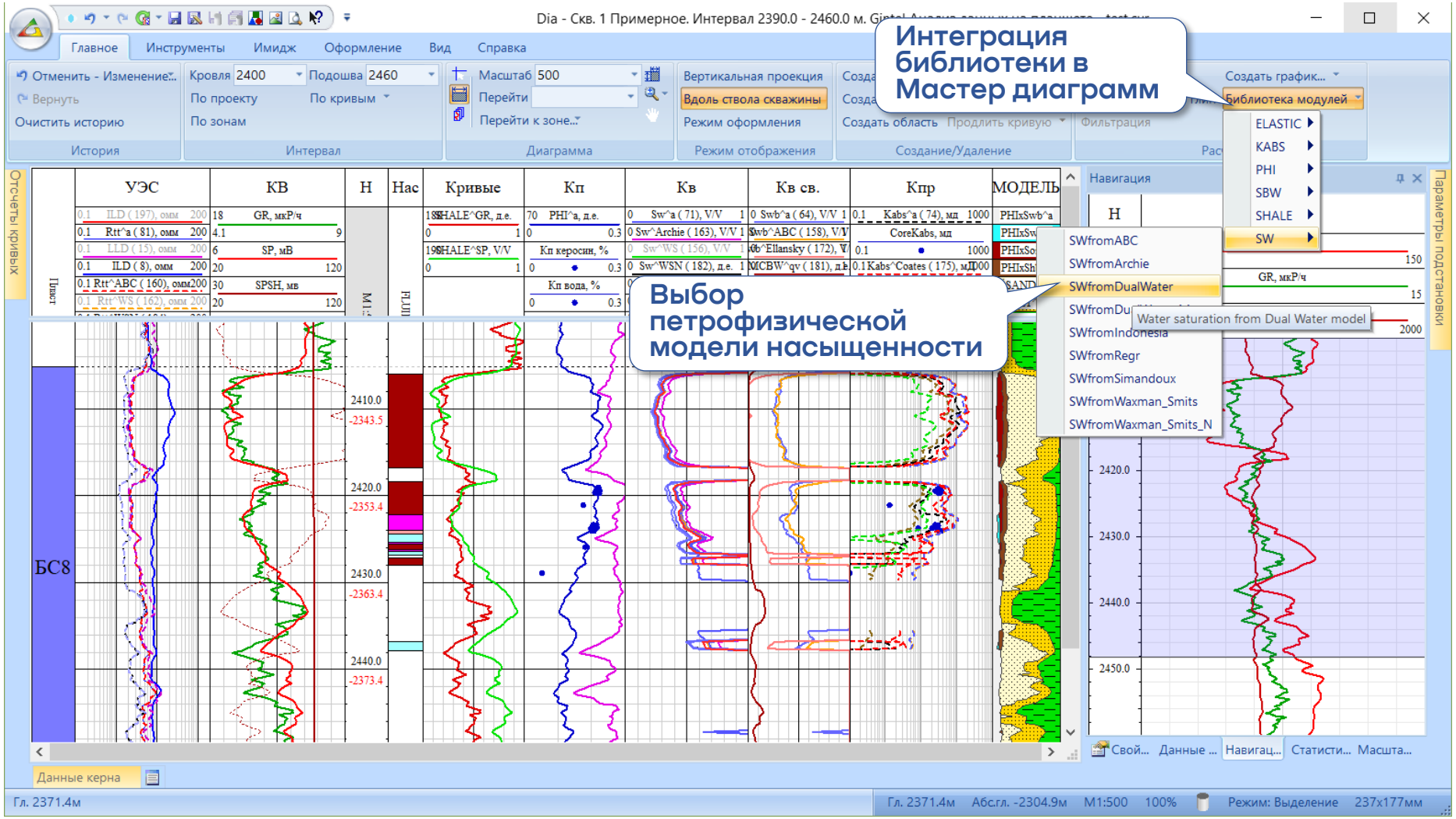
```
    SWfromWaxman_Smits(<list/array>PHIT, <list/array>Rt, <list/array>SHALE, <list/float>rt_wat,
                       <list/float>form_t, <list/float>a, <list/float>m, <list/float>n,
                       <list/float>qv_cl, <list/float>rhob_cl, <list/array>zones=[],
                       <numpy>numpy=None) -> <tuple>

    Input arguments:
        PHIT    - Total porosity [frac]
        Rt      - Formation resistivity [Ohmm]
        SHALE   - Wet clay volume content [frac]
        rt_wat  - Water resistivity at formation temp. [Ohmm]
        form_t  - Formation temp. [dec C]
        a       - Tortuosity factor [unitless]
        m       - Cementation exponent [unitless]
        n       - Saturation exponent [unitless]
        qv_cl   - Clay Cation Exchange Capacity [mole/100g] or [milli-equivalent/100g]
        rhob_cl - Clay density [g/cc]

    Output:
        Water saturation from Waxman-Smits model (1968):
        Ct = pow(PHIT,m) * pow(Sw,n)/a * (Cw + B * Qv/Sw)
        where B  - Counter ion mobilities
              Qv - Cation Exchange Capacity [meq/cc]
              Cw - Water conductance
        Tuple:
            [0] - Water saturation (1D-array/list with size Rt) [frac]
            [1] - Theoretic resistance (1D-array/list with size Rt) [Ohmm]
            [2] - Theoretic resistance at 100% water saturated formation
                      (1D-array/list with size Rt) [Ohmm]

    Explanation:
        Waxman-Smits is clay model concept Ct = pow(PHI,m) * pow(Sw,n) * (Cw + X), where X - function
        that is needed to account for the conductivity caused by clay present in shaly sands
        Shale conductivity contribution estimate higher by using log value than actual shale
        conductivity contribution measured by core measurements, therefore Waxman-Smits model would
        tend to under-estimate water saturation.
        PHIT, Rt, SHALE from logs
        a, m, n obtained from lab. measurments for Dual wate  model
        Rw from obtained Pickett plot or water sample
        qv_cl obtained from lab. measurments or can be fitti  100% shale formation, where Sw must be
equal to 1
        Recommended range for qv_cl [meq/100g]:
            Fieldspar       1-5
            Kaolinite       3-15
            Illite          10-40
            Chlorite        1-30
```

Font size 9

Close dialog

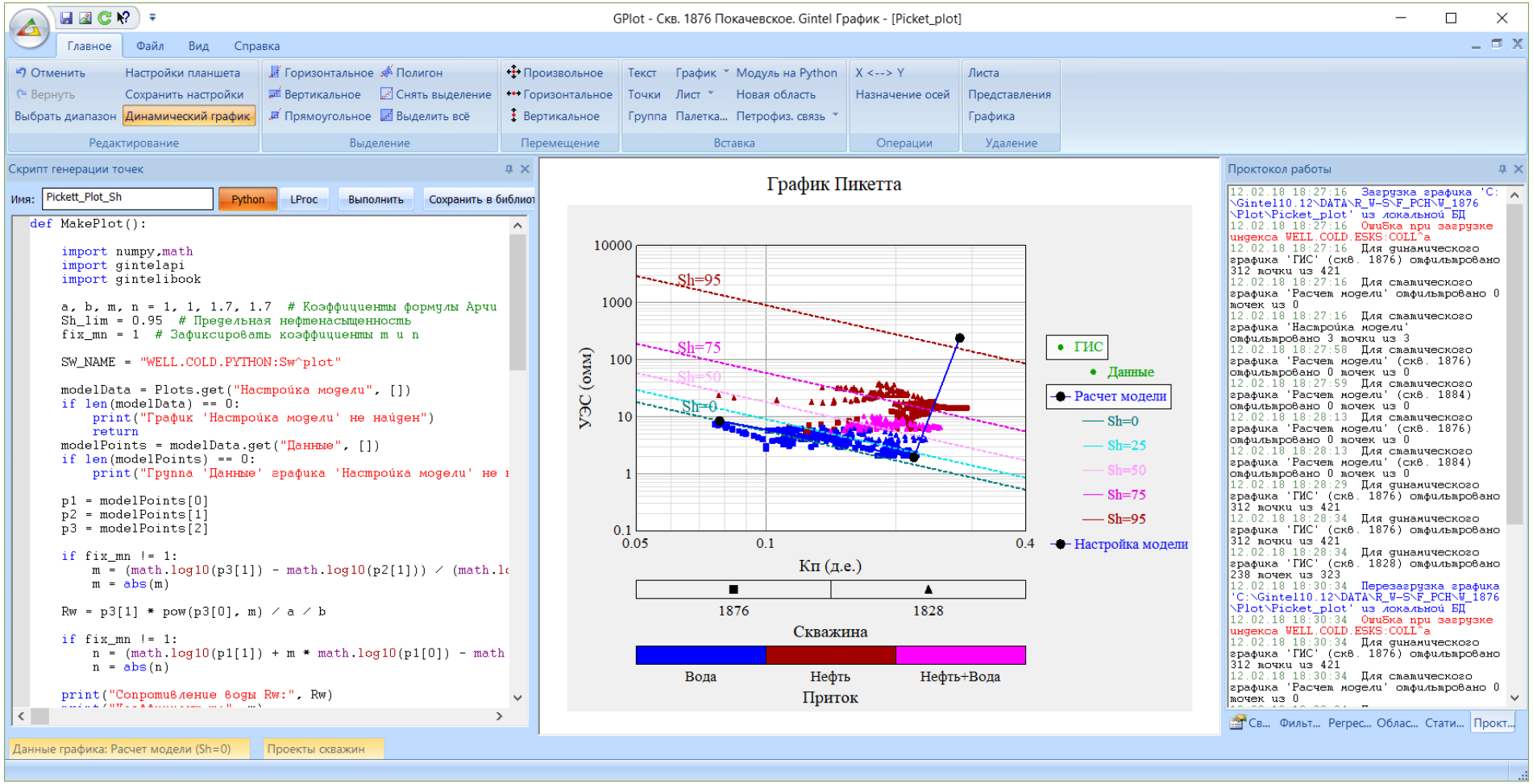
Справка по модели

Петрофизические модели



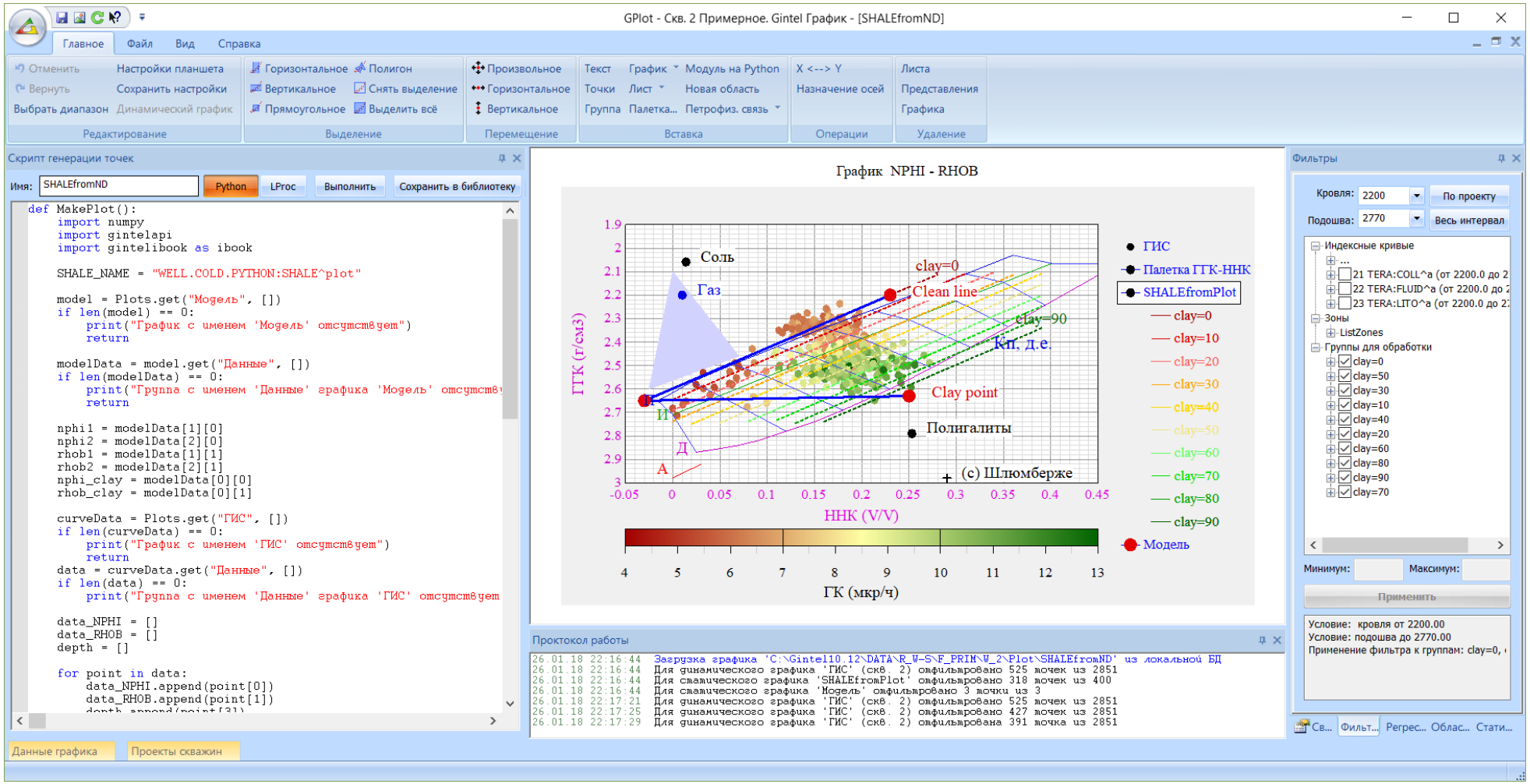
Расчета водонасыщенности по модели двойной воды

График Пикетта



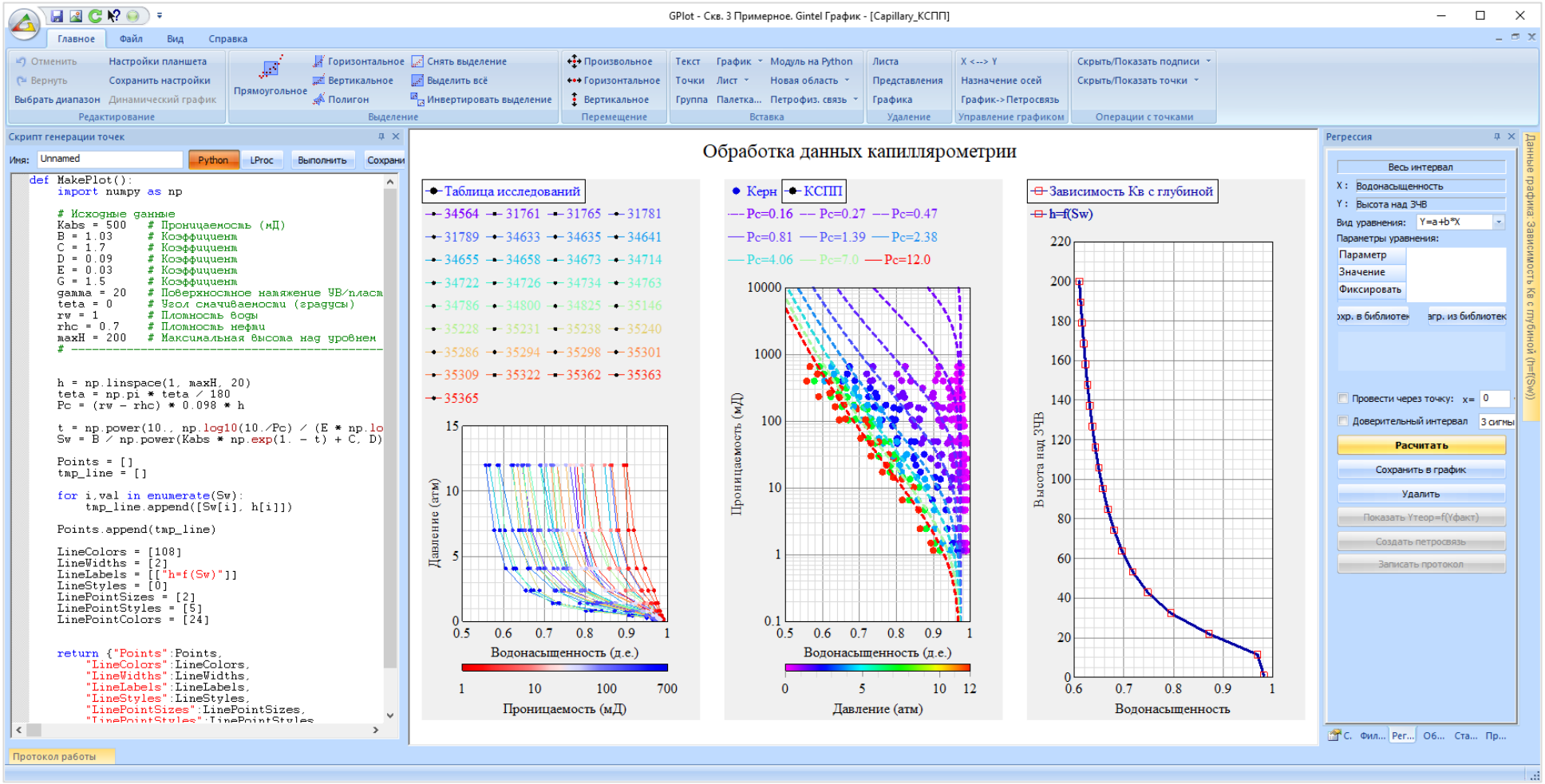
- Пример определения УЭС пластовой воды по графику Пикетта на основе встроенного в Мастер графика программного модуля python
- Модуль позволяет так же моделировать коэффициенты уравнения Дахнова-Арчи по результатам которого в БД сохраняется кривая Кв

Модель ННК-ГГКп



Пример расчета Кгл по модели ННК-ГГКп (clay double indicator model). На график наносятся данные по скважине, палетка ННК-ГГКп, настроечные параметры модели и теоретическая модель

Модель насыщенности



Пример моделирования экспериментальных данных капилляриметрии. На втором графике показан результат подбора теоретической модели. Третий график – пересчет модели Кв в функцию глубины над ЗЧВ

Адаптация петрофизической модели

Пример адаптации потрофизической модели проницаемости. Первый график — теоретическая многомерная модель после подбора ее коэффициентов, второй график — контроль качества модели

Gintel

Geolan

Программный компонент для анализа и интерпретации данных ГИС по группе скважин

Решаемые задачи

При комплексной интерпретации данных ГИС по группе скважин (залежи, месторождению в целом) с целью подготовки данных для геологического моделирования и подсчета запасов в системе Gintel применяется схема, включающая два этапа:

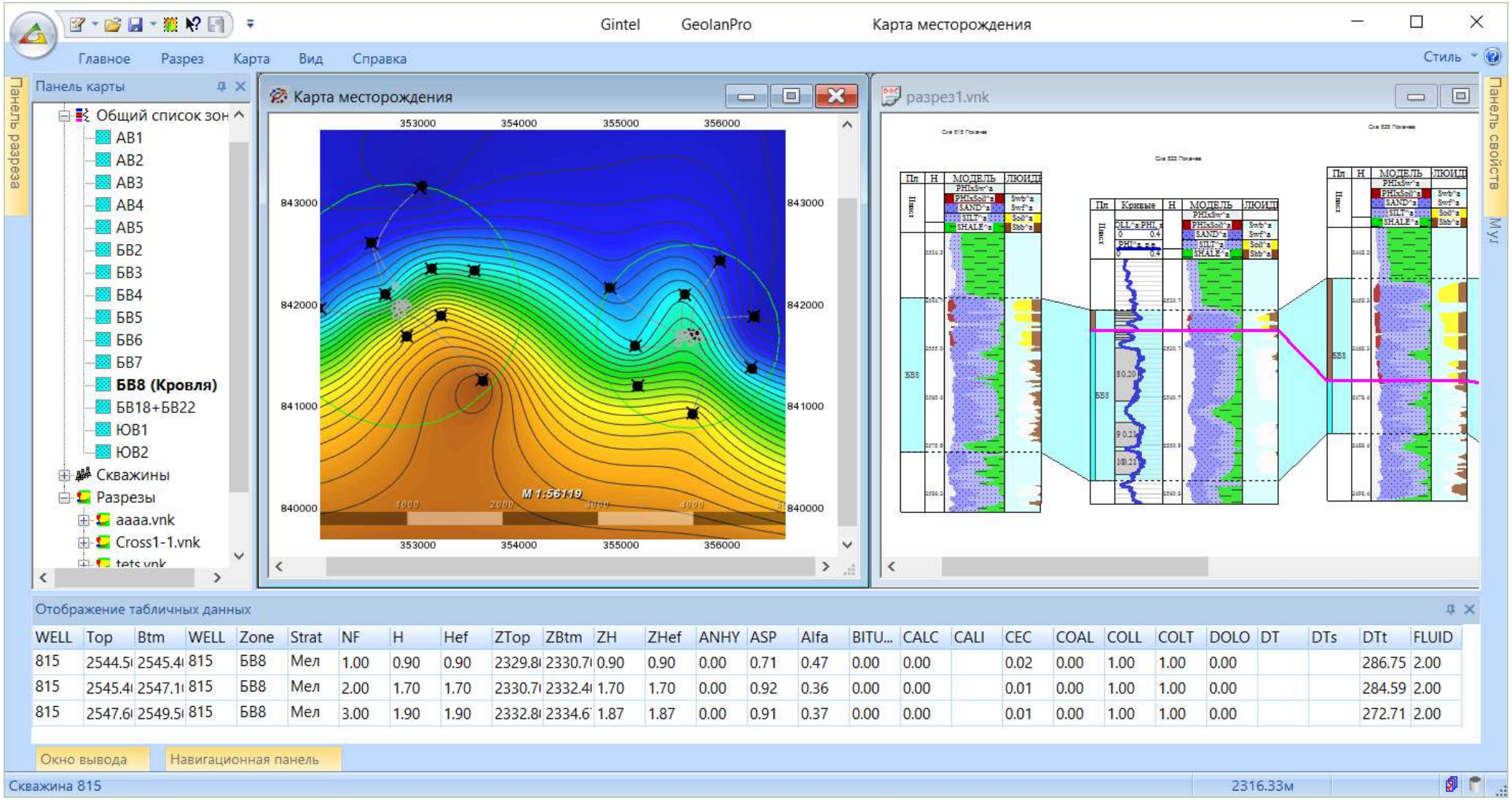
- Первый – индивидуальная обработка данных ГИС по отдельным скважинам в среде ESKS или TERRA с получением геологических характеристик разреза вдоль стволов скважин.
- Второй – комплексное согласование результатов по всем скважинам в среде Geolan.

При этом в Geolan:

- сравниваются результаты интерпретации данных ГИС по соседним скважинам, выявляются некачественные данные каротажа, в реальном времени производится переинтерпретация данных ГИС;
- исследуется латеральное изменение геологических характеристик пород по сопоставлению структурно-минералогических разрезов соседних скважин;
- уточняется положение геологических границ на основе литолого-фациального анализа данных на разрезах и картах;
- уточняется положение флюидальных контактов по отдельным залежам и блокам;
- выполняется детальный анализ геологической неоднородности объектов разработки.

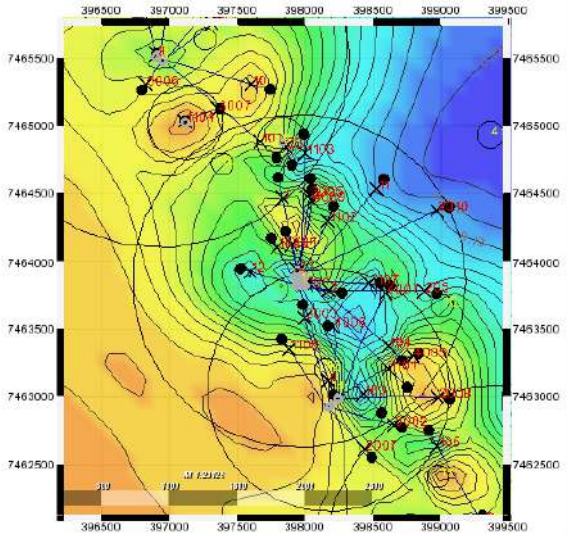
Модуль Geolan обеспечивает запуск вычислительных процедур системы Gintel для многоскважинной переобработки данных, комплексного анализа на диаграммах и графиках, а также подготовку и экспорт всей совокупности геологической информации по скважинам для дальнейшего использования при геологическом моделировании и подсчете запасов

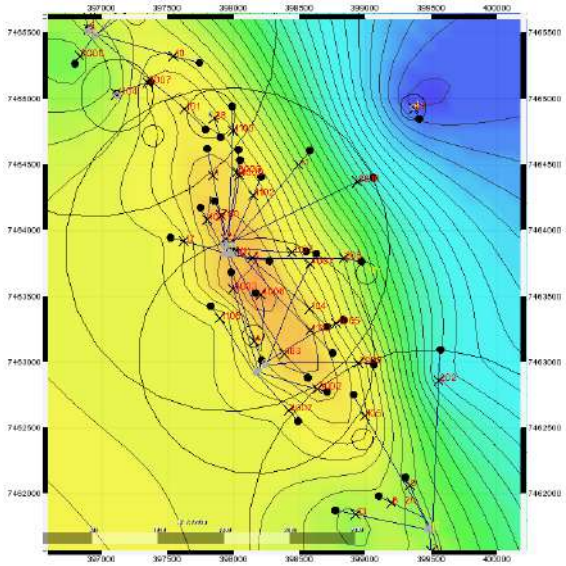
Представление данных



WELL	Top	Btm	WELL	Zone	Strat	NF	H	Hef	ZTop	ZBtm	ZH	ZHef	ANHY	ASP	Alfa	BITU...	CALC	CALI	CEC	COAL	COLL	COLT	DOLO	DT	DTs	DTt	FLUID
815	2544.5	2545.4	815	БВ8	Мел	1.00	0.90	0.90	2329.8	2330.7	0.90	0.90	0.00	0.71	0.47	0.00	0.00		0.02	0.00	1.00	1.00	0.00			286.75	2.00
815	2545.4	2547.1	815	БВ8	Мел	2.00	1.70	1.70	2330.7	2332.4	1.70	1.70	0.00	0.92	0.36	0.00	0.00		0.01	0.00	1.00	1.00	0.00			284.59	2.00
815	2547.6	2549.5	815	БВ8	Мел	3.00	1.90	1.90	2332.8	2334.6	1.87	1.87	0.00	0.91	0.37	0.00	0.00		0.01	0.00	1.00	1.00	0.00			272.71	2.00

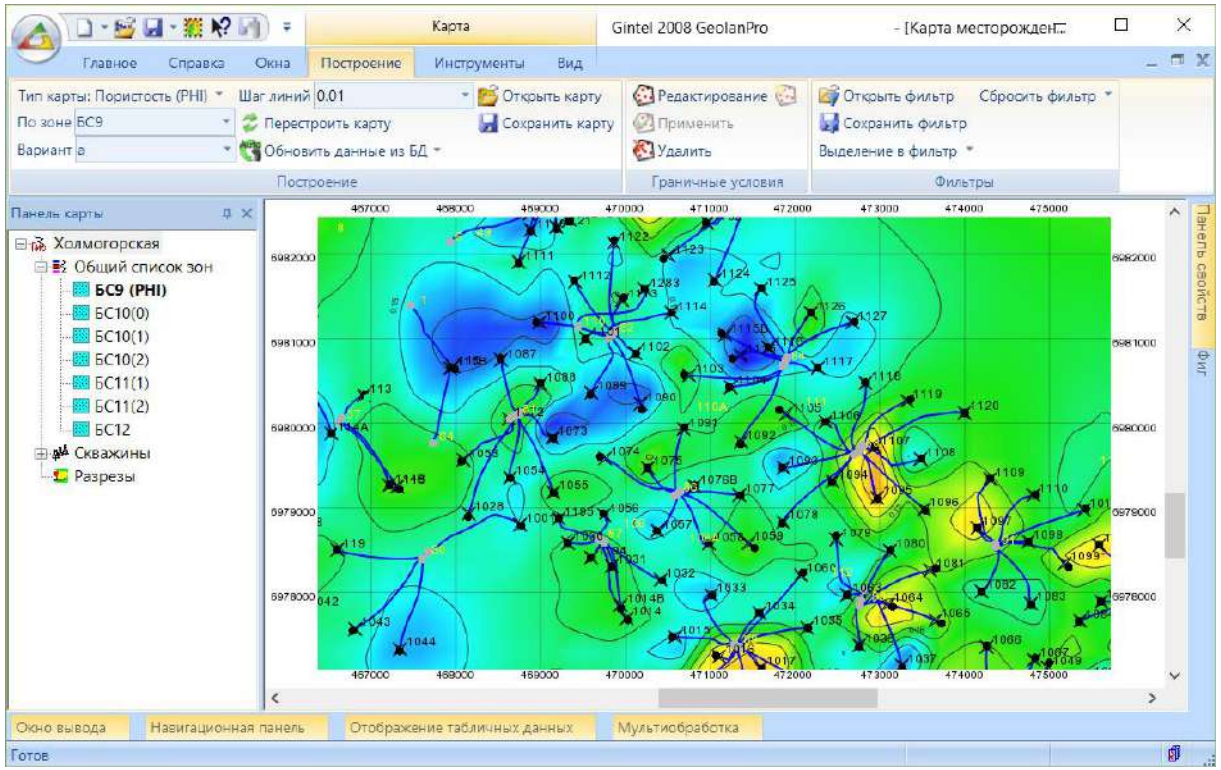
Карты геологических параметров



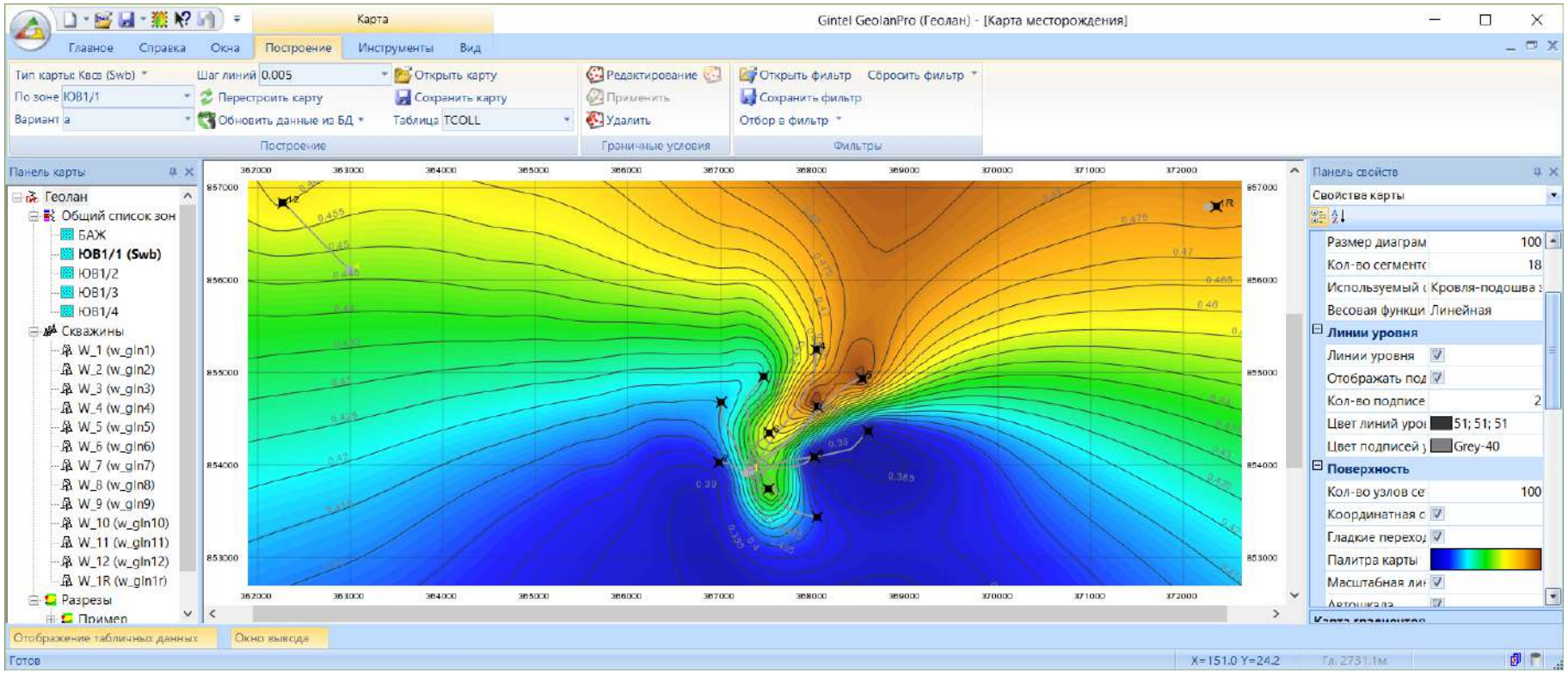


Пористость,
нефтенасыщенность,
проницаемость,
песчанистость...

Кровля,
подошва,
мощность зоны



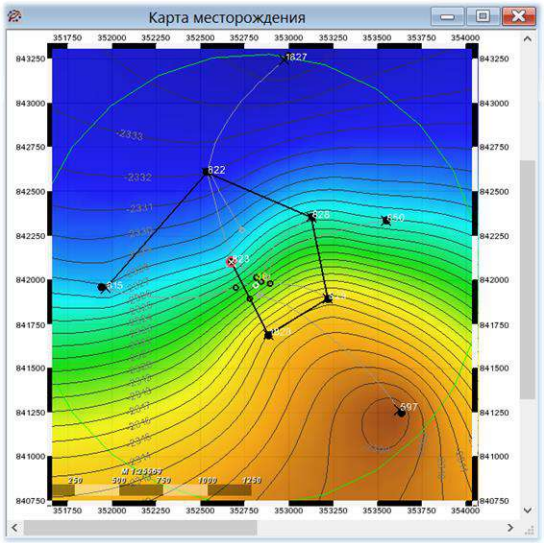
Структурные карты

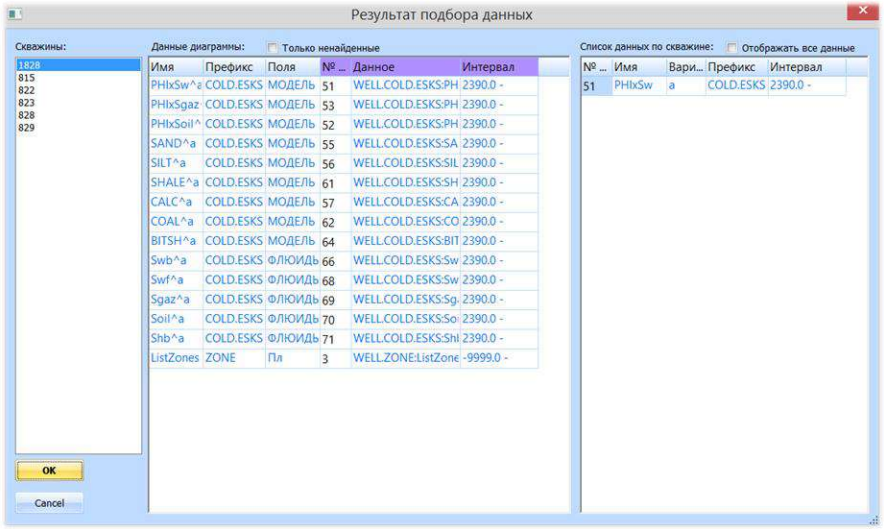


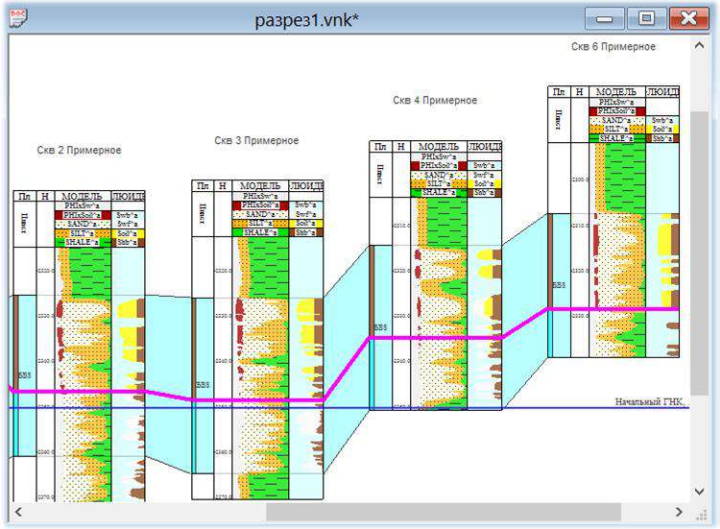
В окне Карта площади выполняются следующие задачи:

- Анализ карт альтитуд устья скважин
- Анализ карт кровли, подошвы или мощности зоны
- Анализ карт геологических параметров
- Анализ траекторий скважин
- Поиск скважин, вскрывших определенную зону
- Отбор скважин для формирования профиля корреляционной схемы
- Отбор скважин для переобработки
- Оперативный просмотр планшета по скважине с исходными данными и результатами интерпретации
- Экспорт различной информации по месторождению.

Построение корреляционной схемы







1

Выбор профиля или куста на карте

2

Отбор данных по шаблону

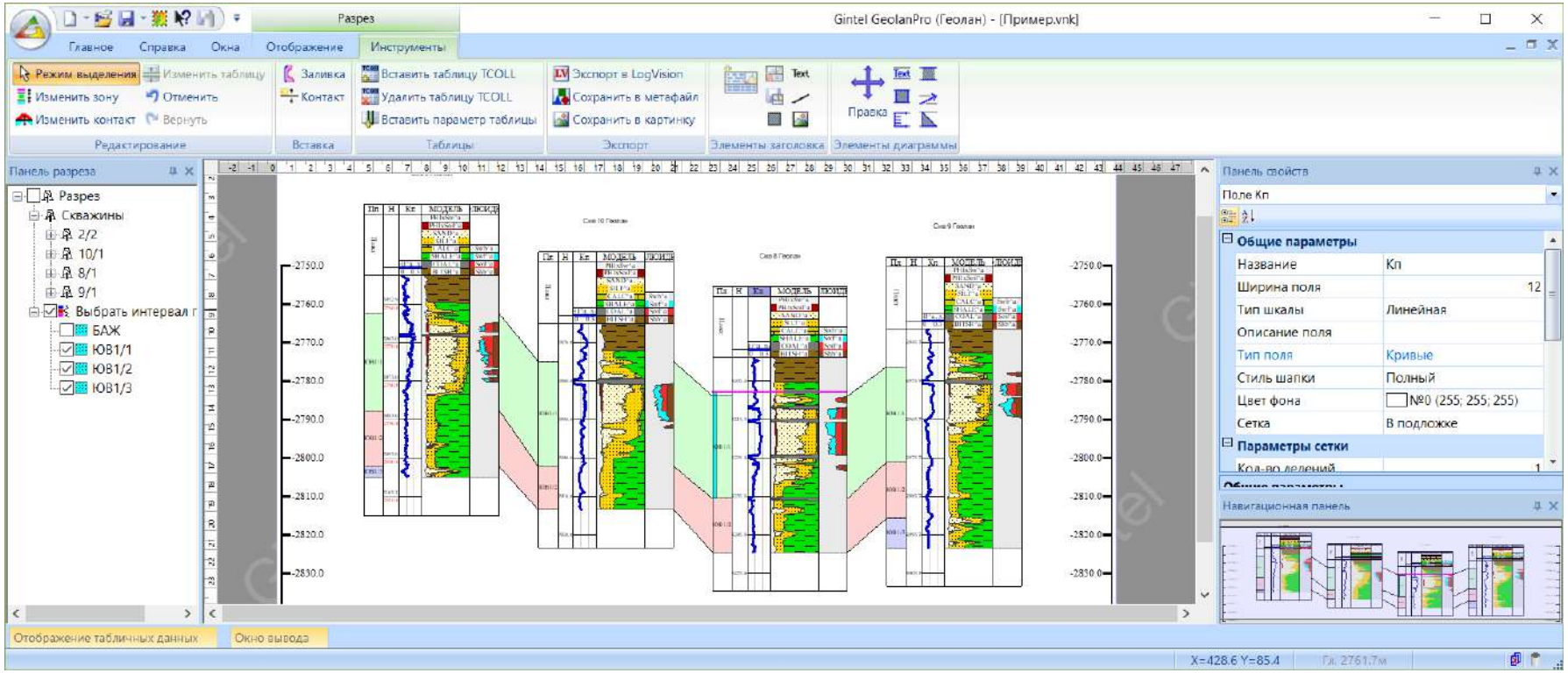
3

Сохранение схемы в файл

Мастер отбора данных позволяет уточнить набор скважин, отобрать скважины только определенных кустов, импортировать и экспортировать отобранные списки скважин

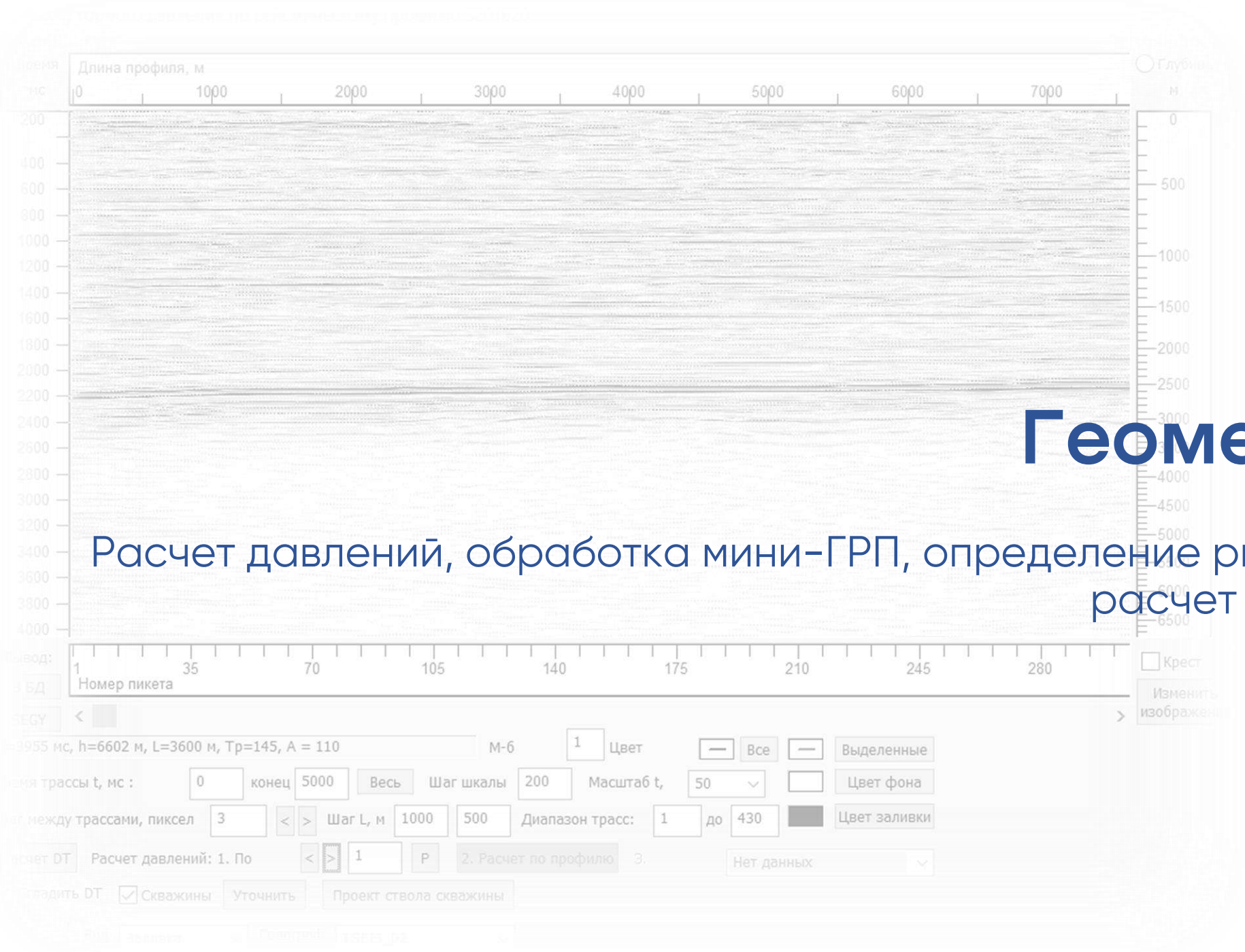
Мастер содержит интеллектуальный алгоритм, помогающий автоматизировать и полностью контролировать процесс отбора целевых данных

Корреляционные схемы



В окне Корреляционная схема решаются следующие задачи:

- Корреляция зон
- Анализ контактов флюидов
- Литофациальный анализ
- Совместный анализ структурной поверхности зоны на разрезе и карте
- Просмотр планшета с исходными данными и результатами интерпретации, просмотр данных в БД по скважине, изменение параметров обработки и т.д.
- Обобщенный анализ накопленной информации по площади на графиках
- Анализ таблиц РИГИС



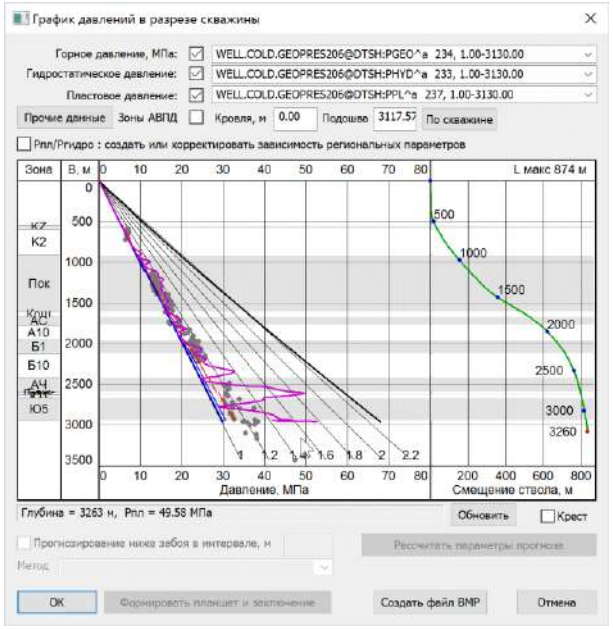
Геомеханика

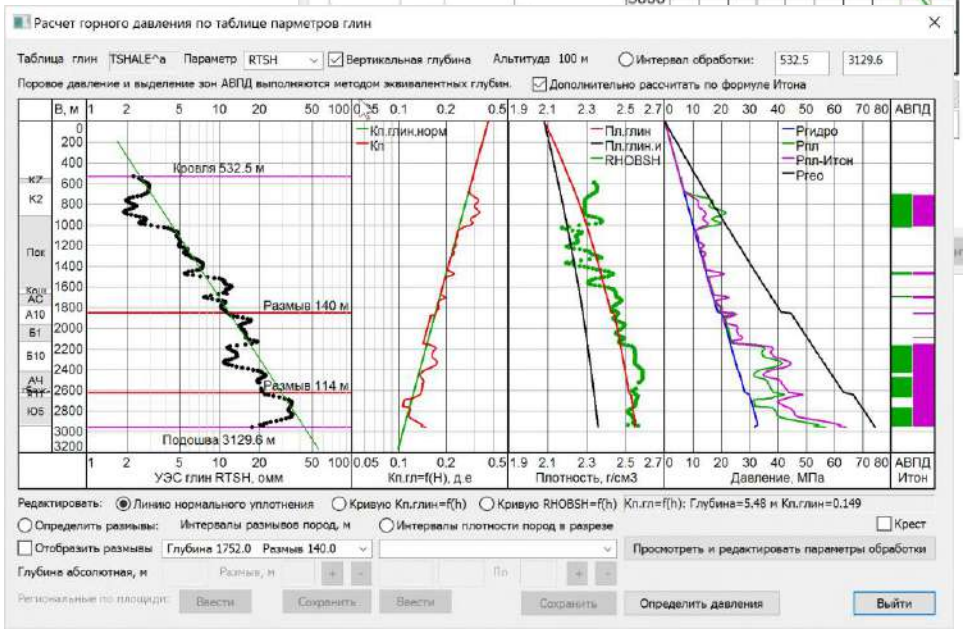
Расчет давлений, обработка мини-ГРП, определение рисков бурения, расчет сейсмотрассы

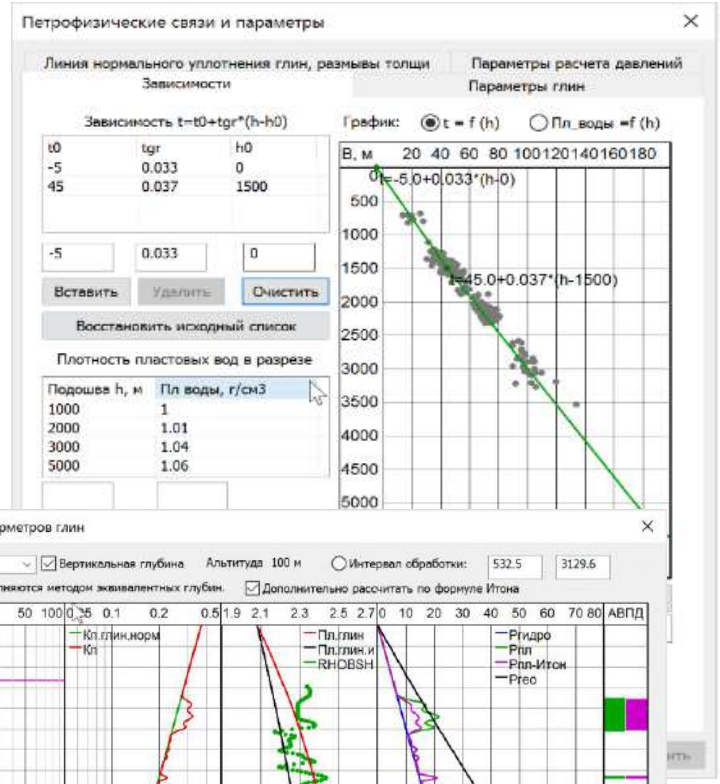
Геомеханика

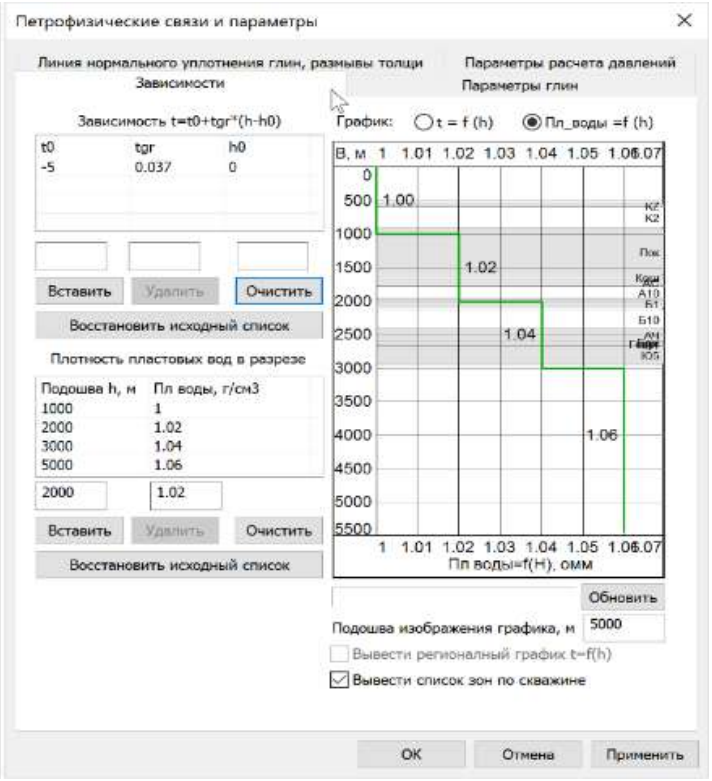
Решаемые задачи:

- расчет горного, порового и других давлений;
- выделение зон АВПД;
- расчет бокового напряжения, давления гидроразрыва, гидростатического давления;
- расчет критериев Мора-Коломба;
- обработка кривых мини-ГРП;
- обработка данных радиусомера;





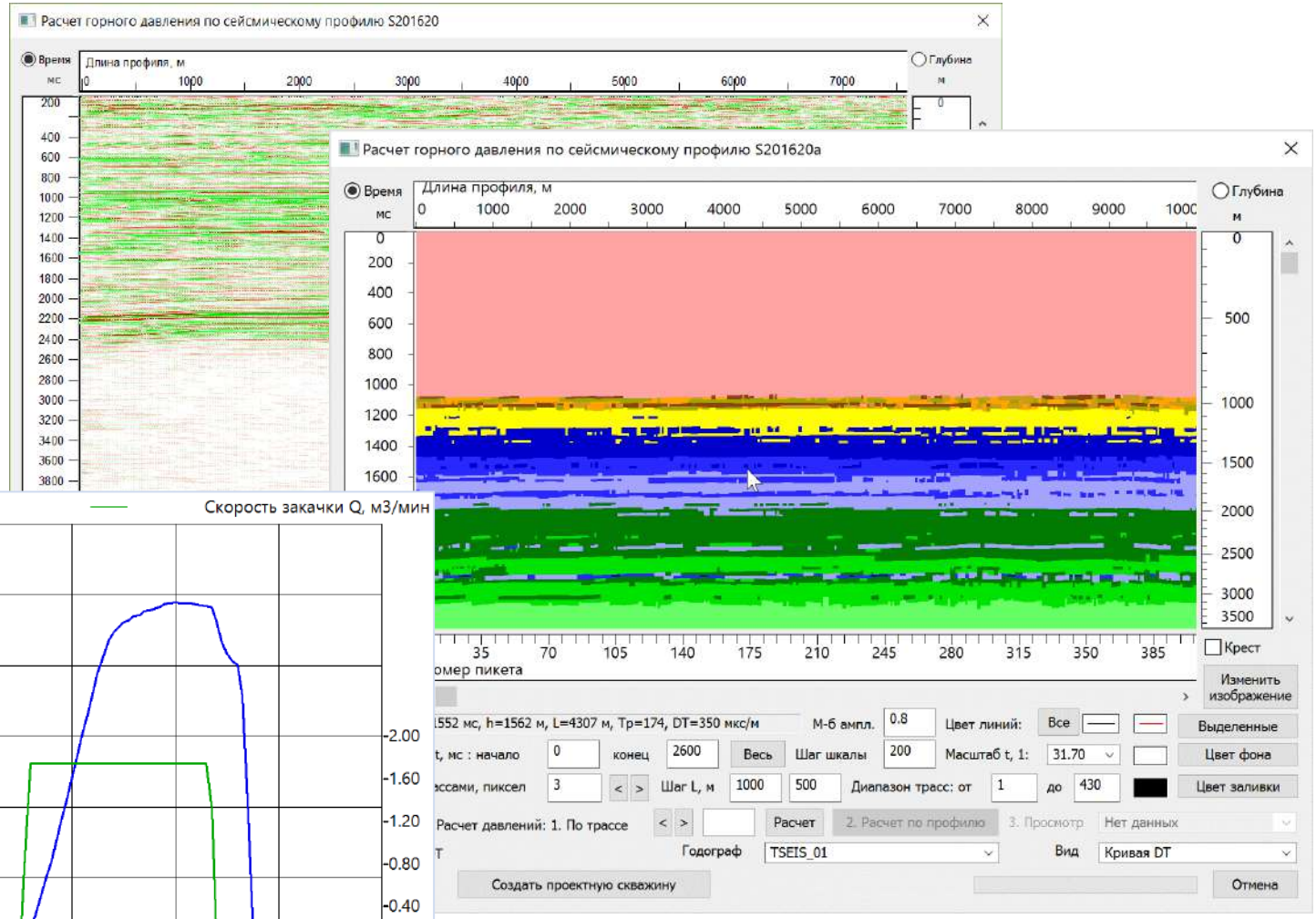


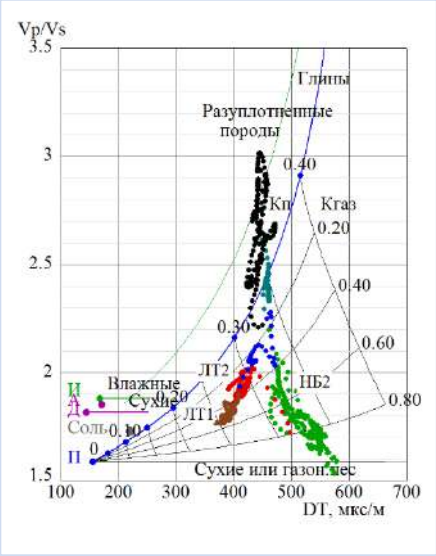


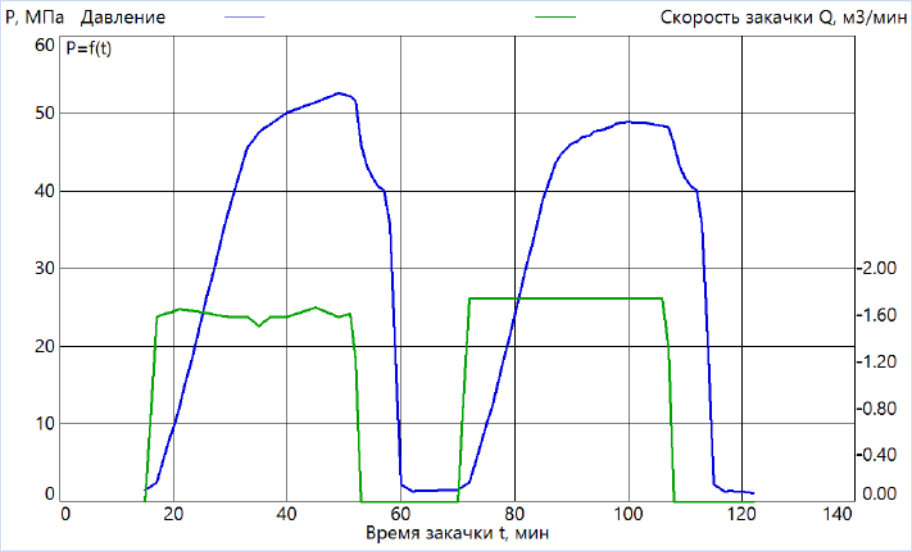
Геомеханика

Решаемые задачи:

- расчет динамических и статических модулей упругости;
- определение рисков бурения (оптимального веса ПЖ);
- расчет сейсмотрассы по скважине;
- обработка сейсмопрофиля (расчет синтетических данных в проектной скважине).







Gintel

GImage

Интерпретация данных высокоразрешающего электрического каротажа (имиджи)

Обработка микроимиджей

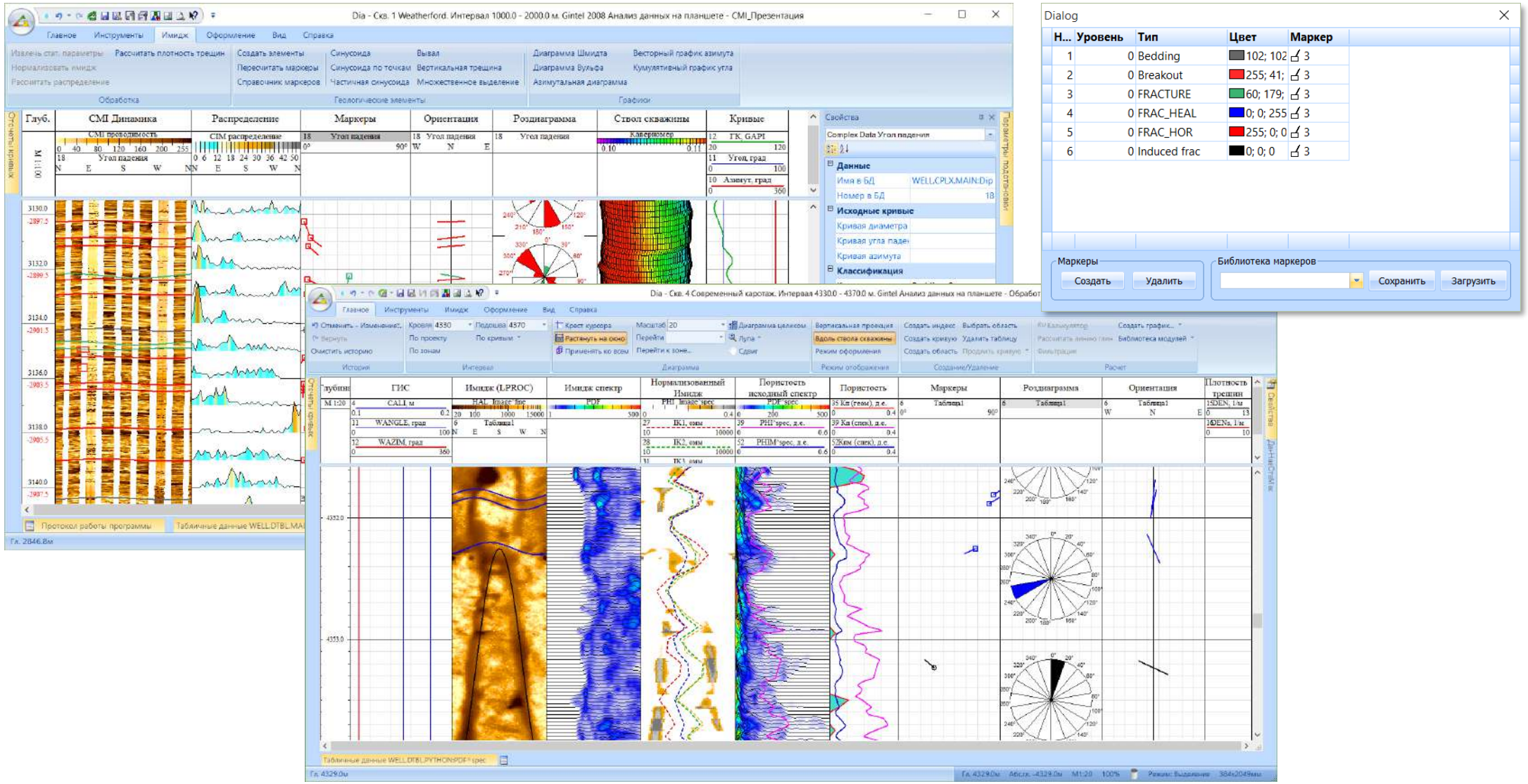
Пост-обработка микроимиджа:

- По данным каверномеров проводится построение объемной геометрической формы ствола скважины
- Извлечение параметров из массивов имиджей: кривые максимальных, минимальных, средних значений
- Фильтрация имиджей
- Для непосредственного анализа значений массивов имеется возможность просматривать и редактировать отдельные части комплексных таблиц

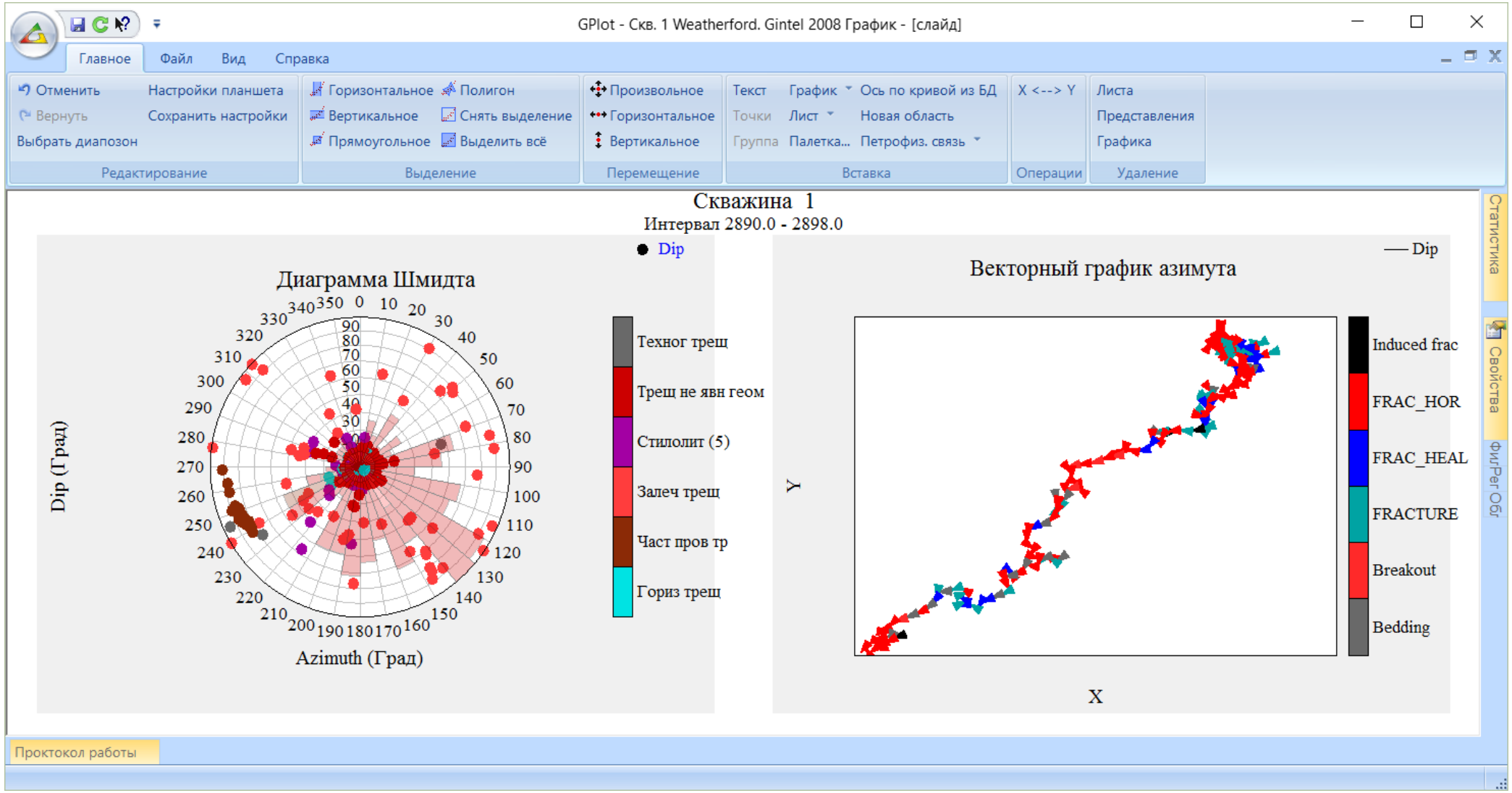
Выделение структурных объектов:

- гибкая синусоида, отслеживание по точкам – для объектов, полностью пересекающих ствол скважины
- частичная синусоида – для объектов, не полностью прослеживаемых на развертке
- вертикальные объекты – для таких объектов как техногенные вертикальные трещины, которые прослеживаются отрезком по 2 точкам
- вывал – оконтуривание параллелограммом зон вывалов стенки скважины
- Для визуальной классификации объектов имеется Список маркеров, настраиваемый пользователем самостоятельно или взятый из стандартной библиотеки Gintel
- По всем выделенным объектам рассчитываются истинные значения элементов залегания и сохраняются в комплексную таблицу

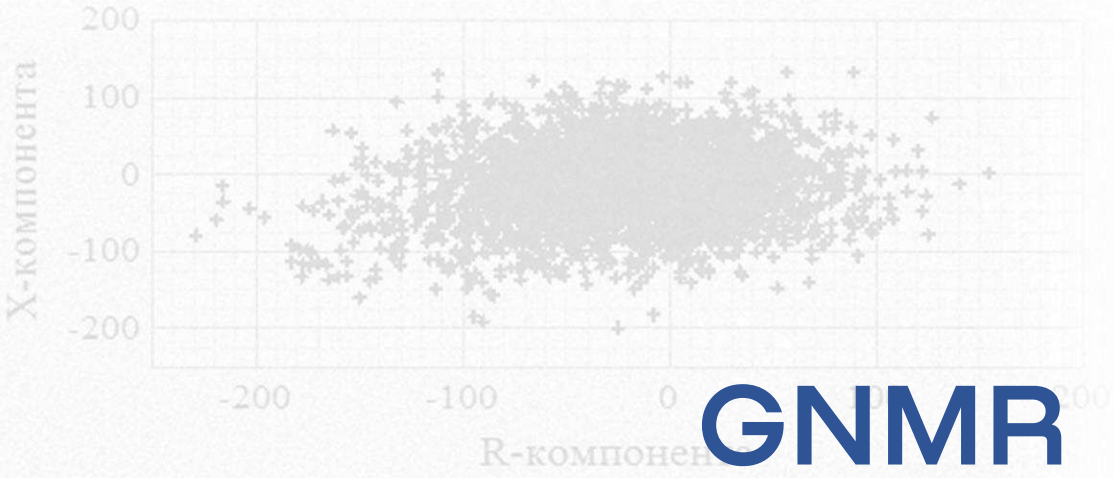
Результаты обработки ВЭК



Статистический анализ



Gintel



GNMR

Обработка данных ядерно-магнитного каротажа (ЯМК) в искусственном магнитном поле

Ядерно-магнитный каротаж

Обработка следующих стандартных активаций:

- активация общей пористости
- активация двойного времени TW
- активация двойного времени TE

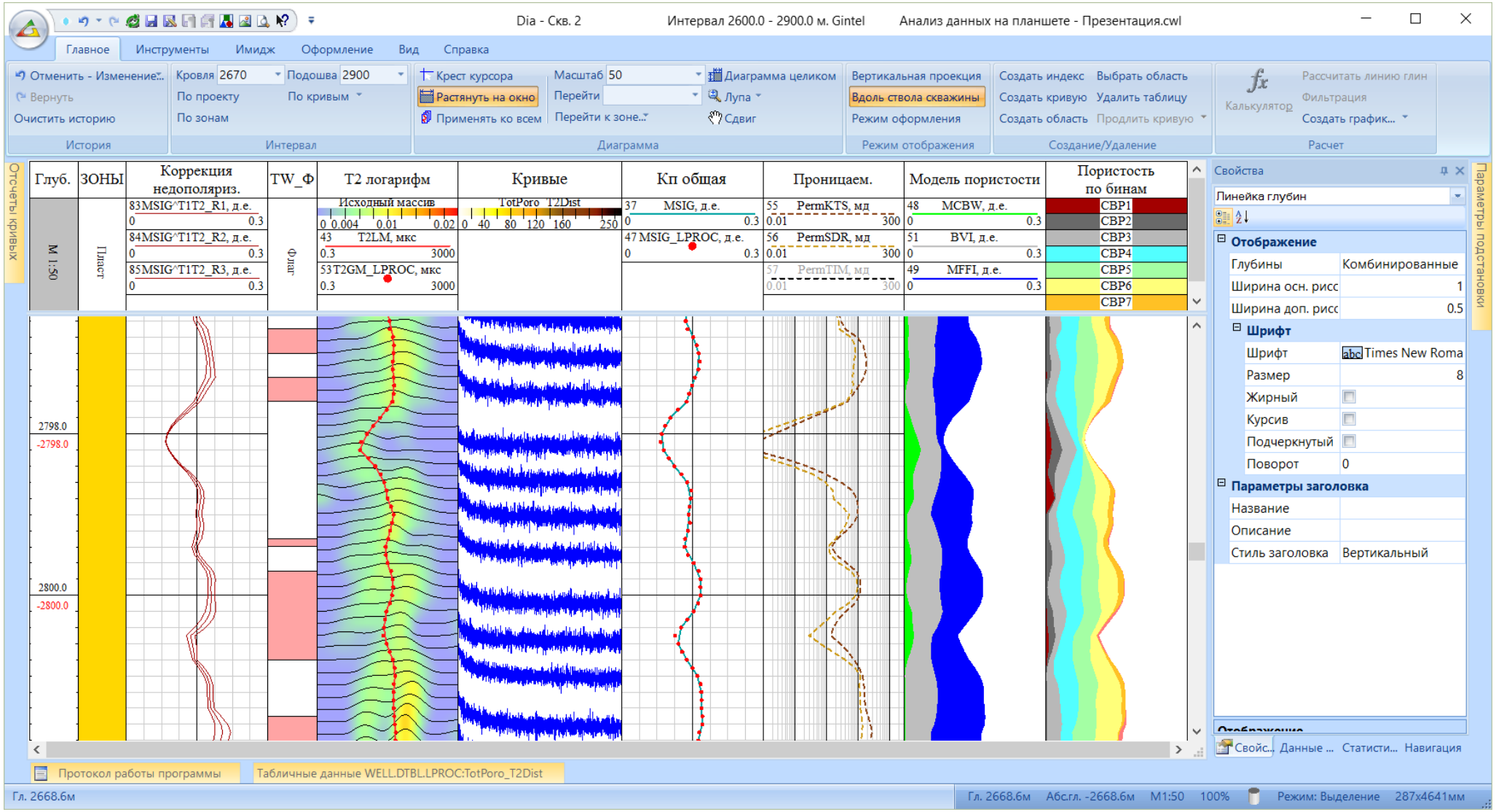
Обработка данных:

- исходные полевые данные, с квантованием по времени
- первично обработанные данные, с квантованием по глубине

Этапы обработки данных каротажа методом ЯМР:

- создание скважины в БД Gintel, ввод произвольных данных по скважине (инклинометрия, традиционный каротаж и т.п.)
- ввод полевого материала ЯМР каротажа
- первичная обработка полевого материала
- математическая инверсия эхо-спада
- интерпретация данных (зависит от активации)
- формирование планшета с результатами обработки, комплексного планшета и отчета.

Результаты интерпретации данных ЯМК



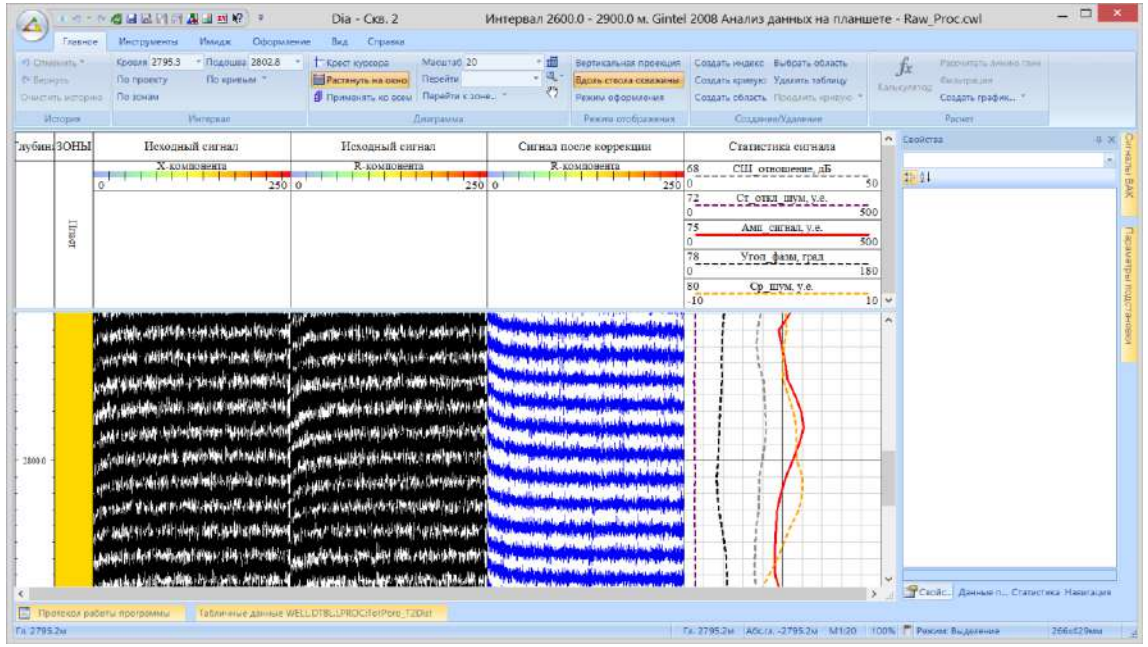
Первичная обработка полевого материала

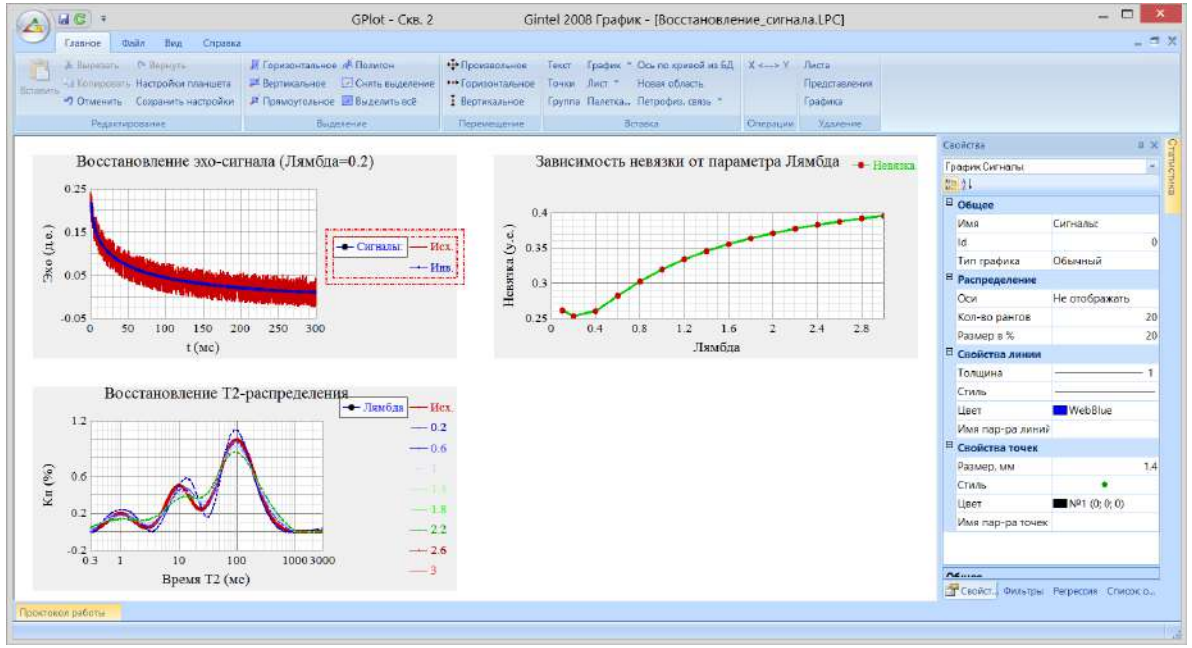
Цикли обработки:

- повышение отношения сигнал/шум
- ввод поправок за условия измерения
- фазовая коррекция сигнала
- конвертация время-глубина

В БД сохраняются:

- обработанный спад эхо-сигнала (R-компонента)
- кривые отношения сигнал/шум, стандартного отклонения шума, амплитуды сигнала, угла фазы сигнала.
- Формируется диаграмма качества каротажа.





Интерпретация данных ЯМК

- **Методики обработки ЯМР каротажа:**
  - определение ИСФ и объема остаточной воды методом стандартной отсечки T2_cutoff
  - определение ИСФ и объема остаточной воды спектральным методом
  - определение проницаемости по моделям Тимура, Коатеса и SDR
  - типизация флюидов методом усиления T1
  - типизация флюидов методом усиления D
- **Для учета недополяризации флюида, дополнительно рассчитывается три варианта кривых общей пористости MSIG при различных соотношениях T1/T2 а так же индексная кривая (флаг) недостаточной поляризации**
- **Для корректной интерпретации необходимо знать ЯМР свойства флюида, которые либо определяются по результатам лабораторных исследований, либо, в силу их отсутствия, определяются в специализированном калькуляторе модуля G-NMR**
- **ЯМР свойства воды, нефти или газа:**
  - коэффициент диффузии флюида
  - объемные, поверхностные и диффузные времена релаксации T1
  - объемные, поверхностные и диффузные времена релаксации T2
- **Параметры модели проницаемости настраиваются на данные керна с помощью специальной панели модуля**
- **Принцип настройки модели проницаемости заключается в ее линеаризации и построения графика в соответствующих координатах. Далее выполняется расчет регрессии и определение соответствующих коэффициентов модели**

Gintel

VakProc

Обработка данных кроссдипольного многозондового акустического каротажа

Многозондовый ВАК

Модуль VakProc предназначен для интерпретации данных волнового АК, зарегистрированных в открытом стволе аппаратурой многозондового каротажа и функционирует в составе системы Gintel

Обрабатываются следующие модификации каротажа:

- **Монопольная**

  Основу вычислителя составляет модификация известного метода когеренции волновых пакетов. Условием получения качественных результатов интерпретации сигнала является наличие у скважинного прибора антенны из минимум 4 (оптимально -8) приемников с базой в 6 дюймов (0.1524 м)

- **Кроссдипольная**

  Основу вычислителя составляет модификация известного метода Алфорда. Для получения качественных результатов интерпретации необходимо наличие у скважинного прибора двух источников ортогональных горизонтальных воздействий, и приемников регистрации двух основных и двух побочных компонент волнового поля.

На сегодняшний момент таким критериям соответствуют скважинные зонды зарубежных компаний (DSI фирмы Schlumberger, XMAC фирмы Baker Atlas, CXD фирмы Weatherford и др.)

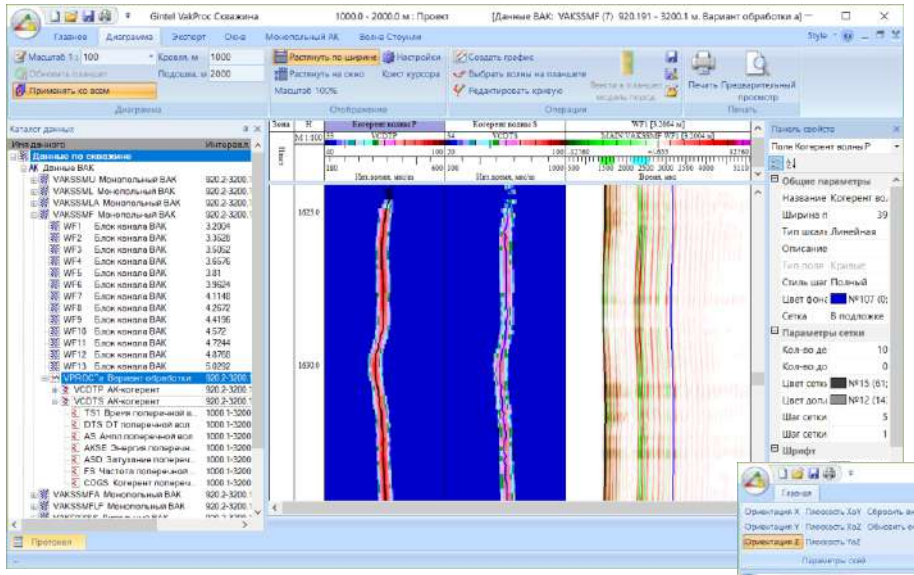
Решаемые задачи

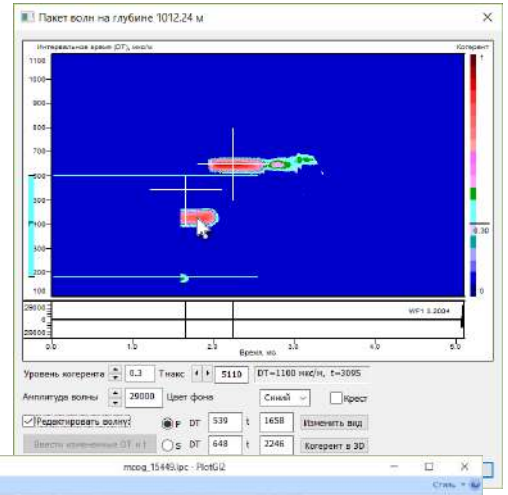
Кросдипольная модификация каротажа:

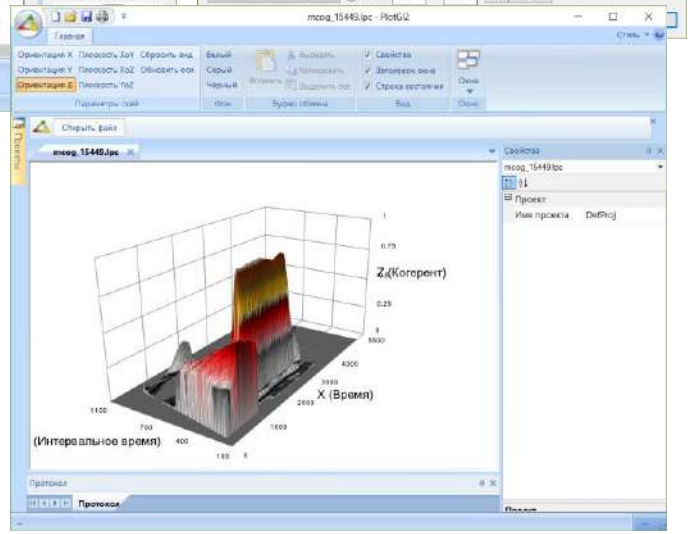
- Азимут быстрой волны
- Время вступления быстрой и медленной волн
- Коэффициент анизотропии

Механические свойства пород:

- Модуль Юнга
- Модуль сдвига
- Объемный модуль
- Коэффициент Пуассона



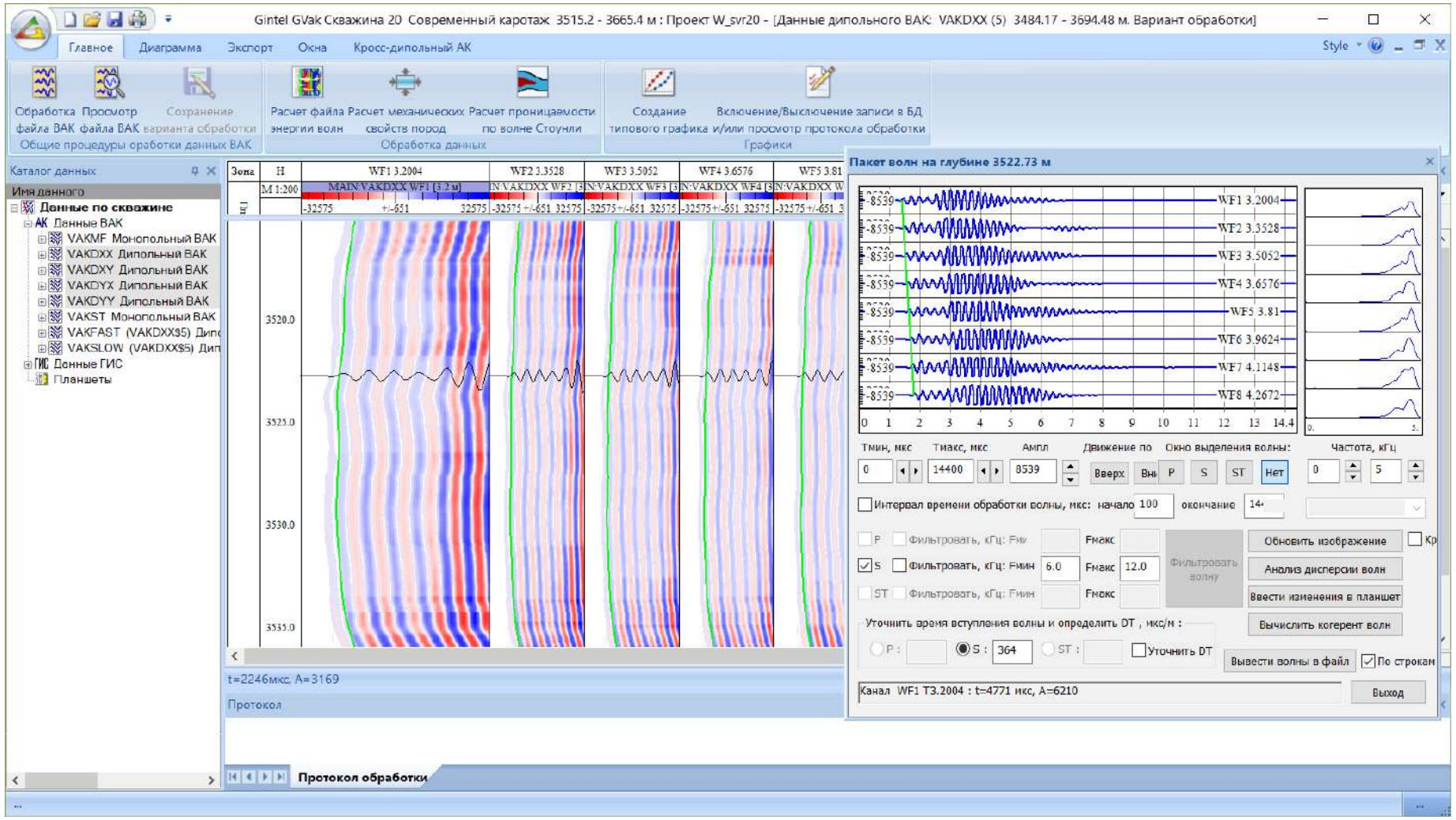




Решение следующих задач:

- Литологическое расчленение и корреляция (в комплексе с другими методами);
- Определение емкостных характеристик коллектора;
- Выделение проницаемых интервалов, оценка проницаемости;
- Выявление трещиноватых интервалов;
- Выявление анизотропных интервалов, определение элементов симметрии среды, характеризующих развитие системы субвертикальных трещин;
- Определение механических свойств пород, являющихся основой для предварительного дизайна ГРП;
- Уточнение параметров трещины после ГРП;
- Выбор направления бурения горизонтального ствола.

Результаты интерпретации ВАК

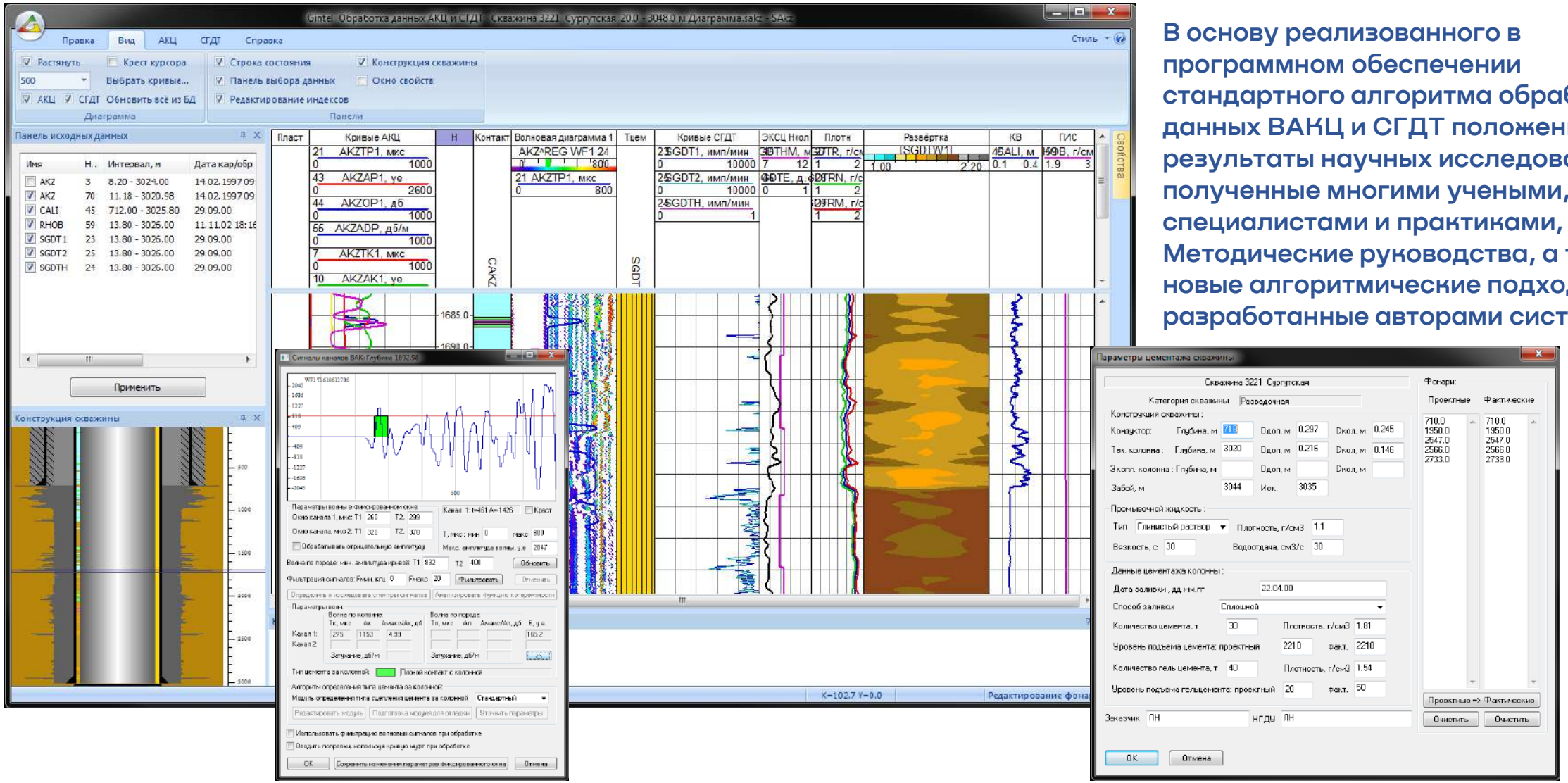


DSI (Schlumberger), XMAC (Baker Atlas), CXD (Weatherford), АВАК-11 (Россия)

АКЦ-СГДТ

Обработка данных АКЦ-СГДТ

Обработка данных АКЦ-СГДТ

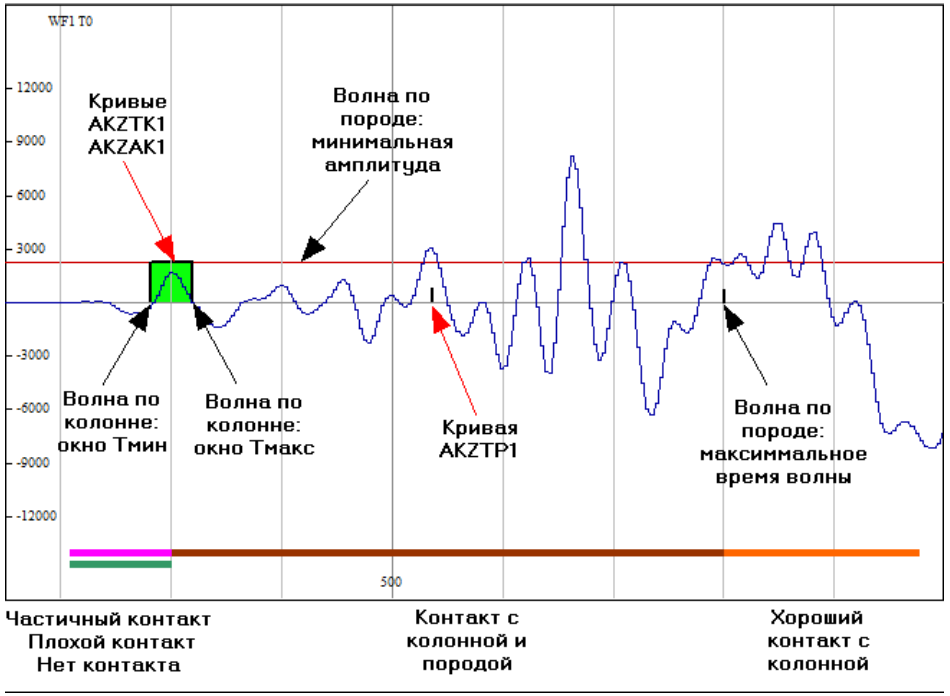


В основу реализованного в программном обеспечении стандартного алгоритма обработки данных ВАКЦ и СГДТ положены результаты научных исследований, полученные многими учеными, специалистами и практиками, Методические руководства, а также новые алгоритмические подходы, разработанные авторами системы

Особенности обработки АКЦ

Обработка данных волнового АКЦ (ВАКЦ)

выполняется либо по стандартному алгоритму, разработанному авторами системы с учетом особенностей изменения скоростных характеристик пород, либо по собственному алгоритму пользователя, который на основе набора данных, определенных в процессе обработки волновых кривых АК, и прочей априорной информации, определяет тип сцепления цемента с обсадной колонной и породой. Этот алгоритм записывается в форме текстового модуля библиотеки программы на языке LC.



Для обработки могут использоваться данные, зарегистрированные любой аппаратурой волнового акустического каротажа (ВАК), например, аппаратура АК-73П, регистрируемые одним (стандартный алгоритм) или двумя (при применении соответствующего алгоритма пользователя) каналами аппаратуры ВАК.

В процессе обработки волновых кривых для выбранного канала аппаратуры ВАК по стандартному алгоритму синтезируются следующие кривые

- кривая времени волны по колонне - Тк
- кривая амплитуды волны по колонне - Ак
- кривая времени волны по породе – Тп.

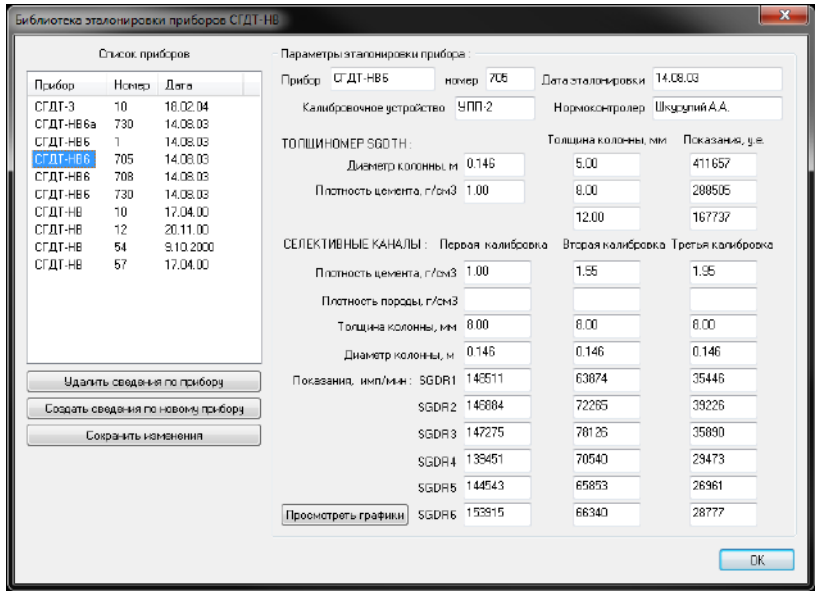
Особенности обработки СГДТ

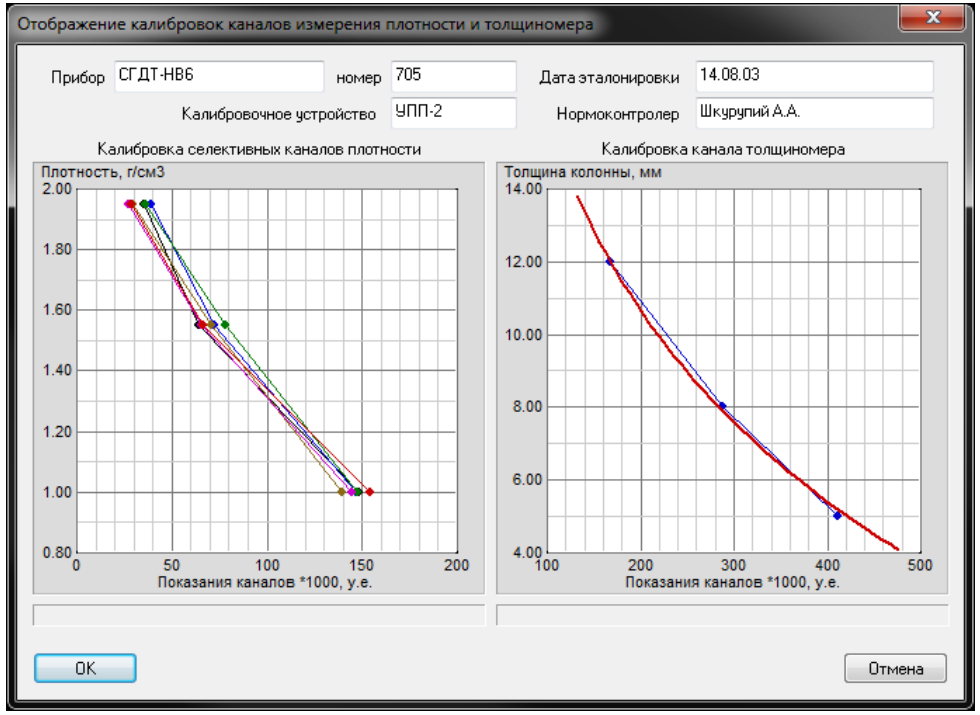
Обработка данных СГДТ, регистрируемых аппаратурой СГДТ-НВ или различными одно- и многоканальными цементомерами, выполняется совместно с другими методами каротажа (ГГКп, НК, ГК, КВ).

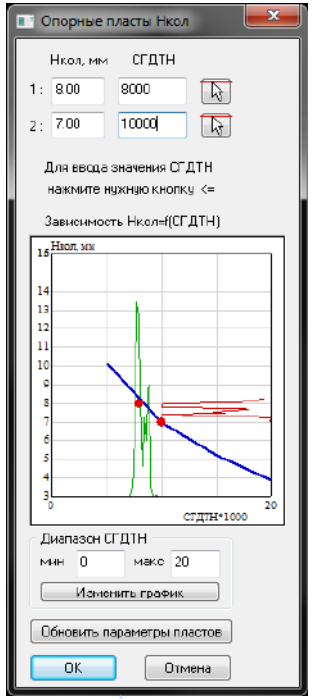
В процессе обработки данных, получаемых аппаратурой СГДТ-НВ, определяются следующие параметры, характеризующие качество заполнения цемента в затрубном пространстве скважины:

- круговая диаграмма радиального распределения неоднородности объемной плотности среды за обсадной колонной в каждом сечении ствола скважины в интервале обработки (развертка плотности среды)
- кривая средней плотности среды за колонной
- кривые минимальной и максимальной плотности среды за колонной
- кривая эксцентриситета колонны в скважине
- кривая толщины обсадной колонны
- кривая индекса типа среды за колонной

Библиотека приборов и эталонировок







Эталонировка канала толщиномера по двум опорным пластам

Компонент содержит библиотеку приборов СГДТ и параметров эталонировки.

Для определения параметров опорных пластов для расчета кривой толщины обсадной колонны по кривой толщиномера используется инструмент автоматизированного снятия отсчетов по зависимости Нкол=f(СГДТН).

Заключение по качеству цементирования

Gintel

Результаты интерпретации АКЦ-СГДТ

Компания	ООО «Нефтегаз»
Скважина	100
Месторождение	Примерное
Страна	Россия

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ

УТВЕРЖДАЮ: Генеральный директор_____ Афанасьев С. В.
23.03.2018

Тел/факс: (495) 231 29 61
E-mail: skw@gintel.ru
Адрес: Москва, ул. Вавилова 5, корп. 3, оф. 409

Стратиграфический разрез: Неоком **Центр обработки:** Москва

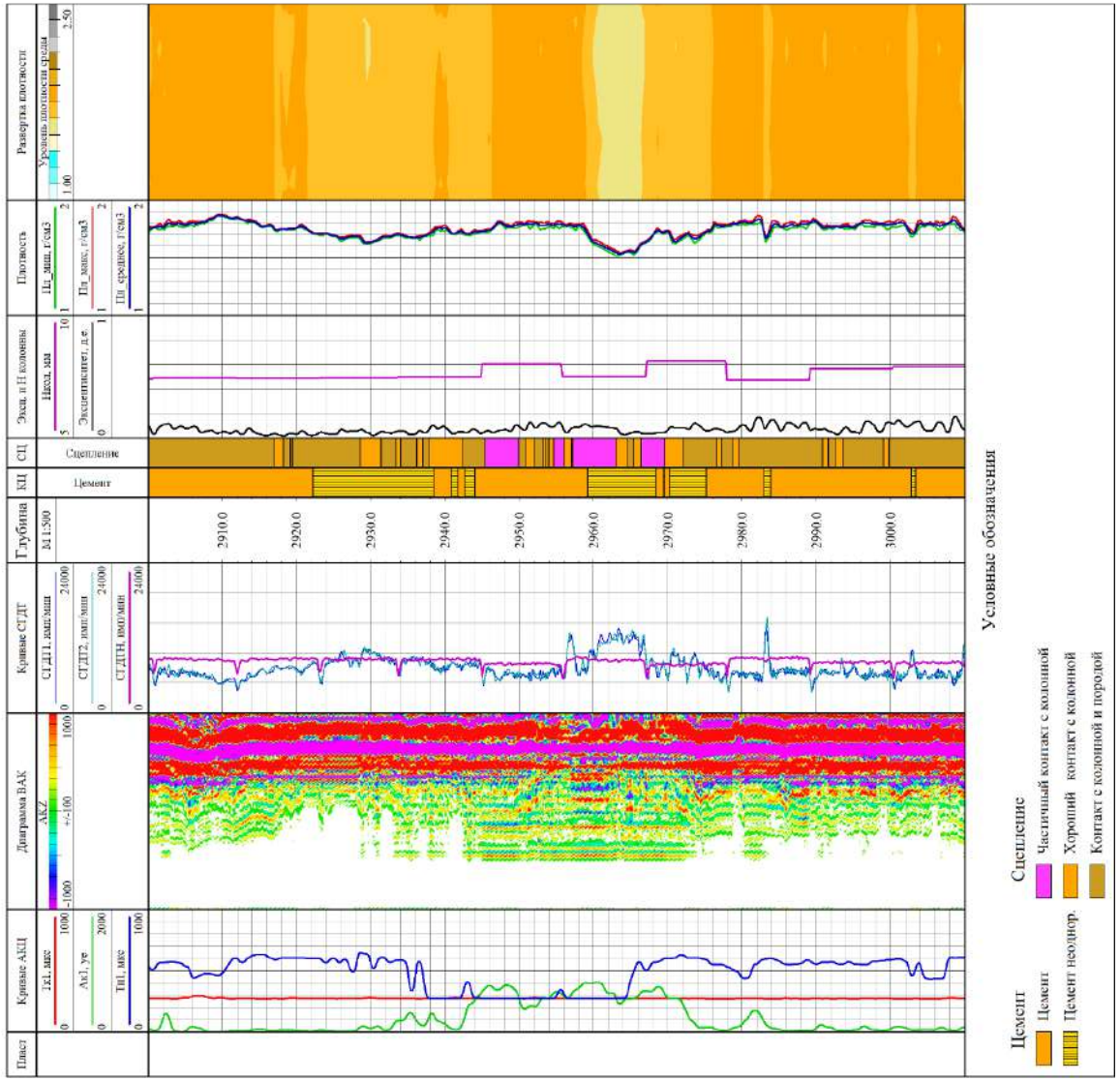
Интервал обработки: 2900.0 - 3010.0 м **Интерпретатор:** Мурлина О.Ю.

Вертикальный масштаб: 1:200 **Дата обработки:** 20.03.2018

Данные бурения и промывочной жидкости

Тип промывочной жидкости	Глинистый	Альтитуда, м	37.4
Плотность промывочной жидкости, г/см3	-	Забой по бурению, м	3640.0
Вязкость промывочной жидкости, с	-		
PH промывочной жидкости	-		
Содержание барита	-		
УЭС раствора при температуре, Омм С	-		

Текстовое заключение: 100 Прибор АКЦ-73-П номер 112
Дата вывода: 23.03.2018 Прибор СГДТ-НВ номер 13
Примечание: Версия системы: *Gintel (v10, 2018г.)*



Результаты обработки данных волнового АКЦ и СГДТ используются для подготовки итогового заключения о качестве цементирования скважины по данным АКЦ-СГДТ, включающего:

- текстовый документ
- графическое приложение в виде диаграммы

Gintel

PLOG

Подсистема автоматизированной интерпретации данных ГИС в обсаженном стволе скважины

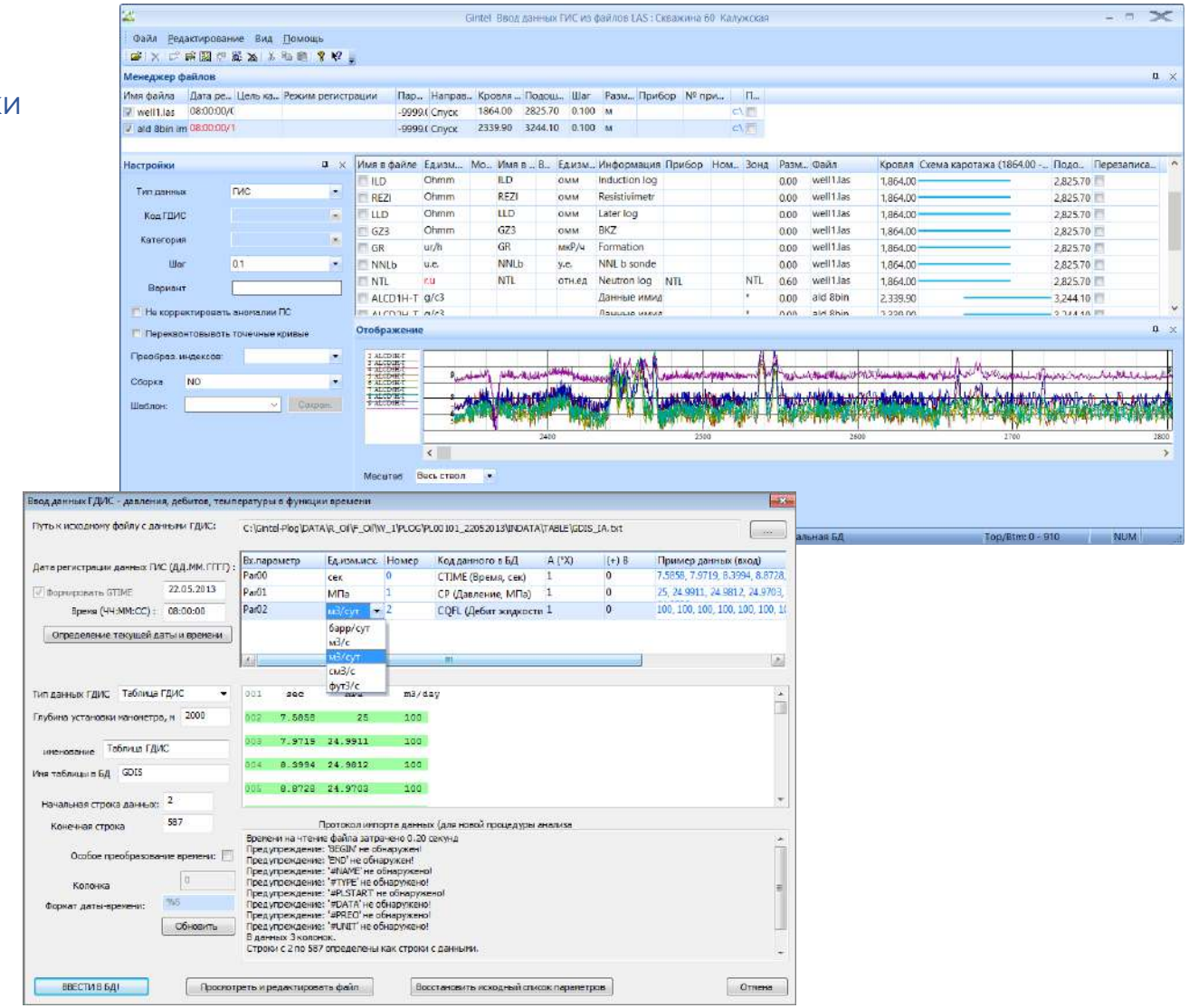
Ввод данных в Plog

ГИС и ПГИ

- автоматическая перекодировка в принятые мнемоники кривых
- перекодировка индексных кривых по справочникам
- учет единиц измерения
- схема каротажа
- предпросмотр кривых
- автоматическое исправление сбойных отсчетов
- полное протоколирование
- поиск и исправление "плохих" строк
- справочники приборов и сборок
- учет режима и направления регистрации

ГДИС

- ввод из файлов произвольных форматов
- гибкая настройки шаблона ввода
- учет формата представления чисел, даты и времени



Ввод данных в Plog

Данные открытого ствола и инклинометрия

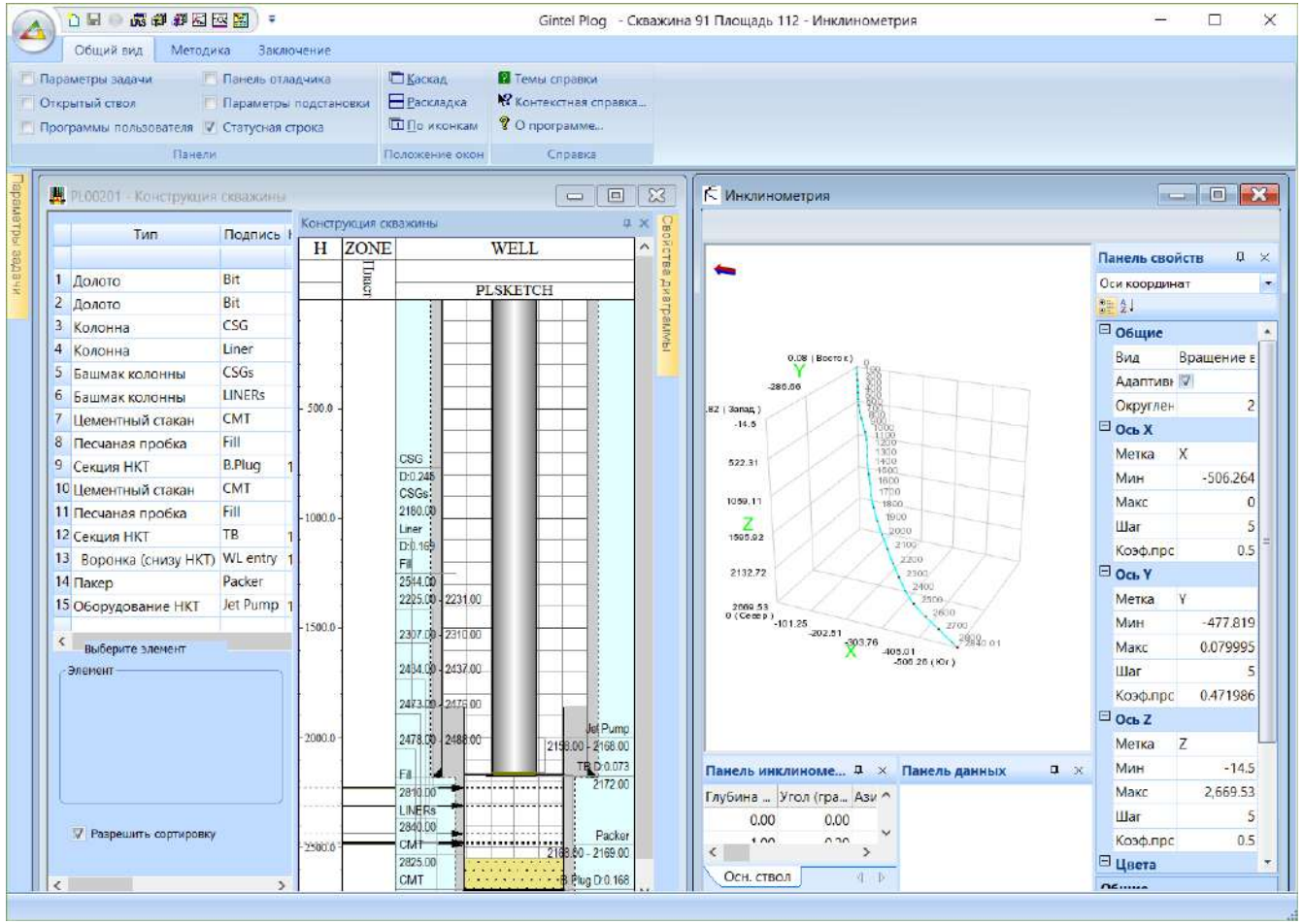
- ввод из текстовых файлов
- ввод из файлов LAS
- специфические форматы инклинометрии, выгруженные из пакетов моделирования или иных программ обработки

Конструкция скважины и интервалы перфорации

- библиотека типовых конструкций, типоразмеров НКТ и обсадных колонн, типов перфораторов и зарядов

Дополнительная информация

- описание задачи
- рапорт оператора
- стратиграфия
- произвольная геологическая информация в виде обычных доку-ментов или скан-образов



Параметры флюида

Общие параметры:

- стандартные условия
- состав флюида в пласте
- импорт исходных данных из справочников по месторождениям

Вода:

- стандартные корреляции и корреляции McCain

Нефть:

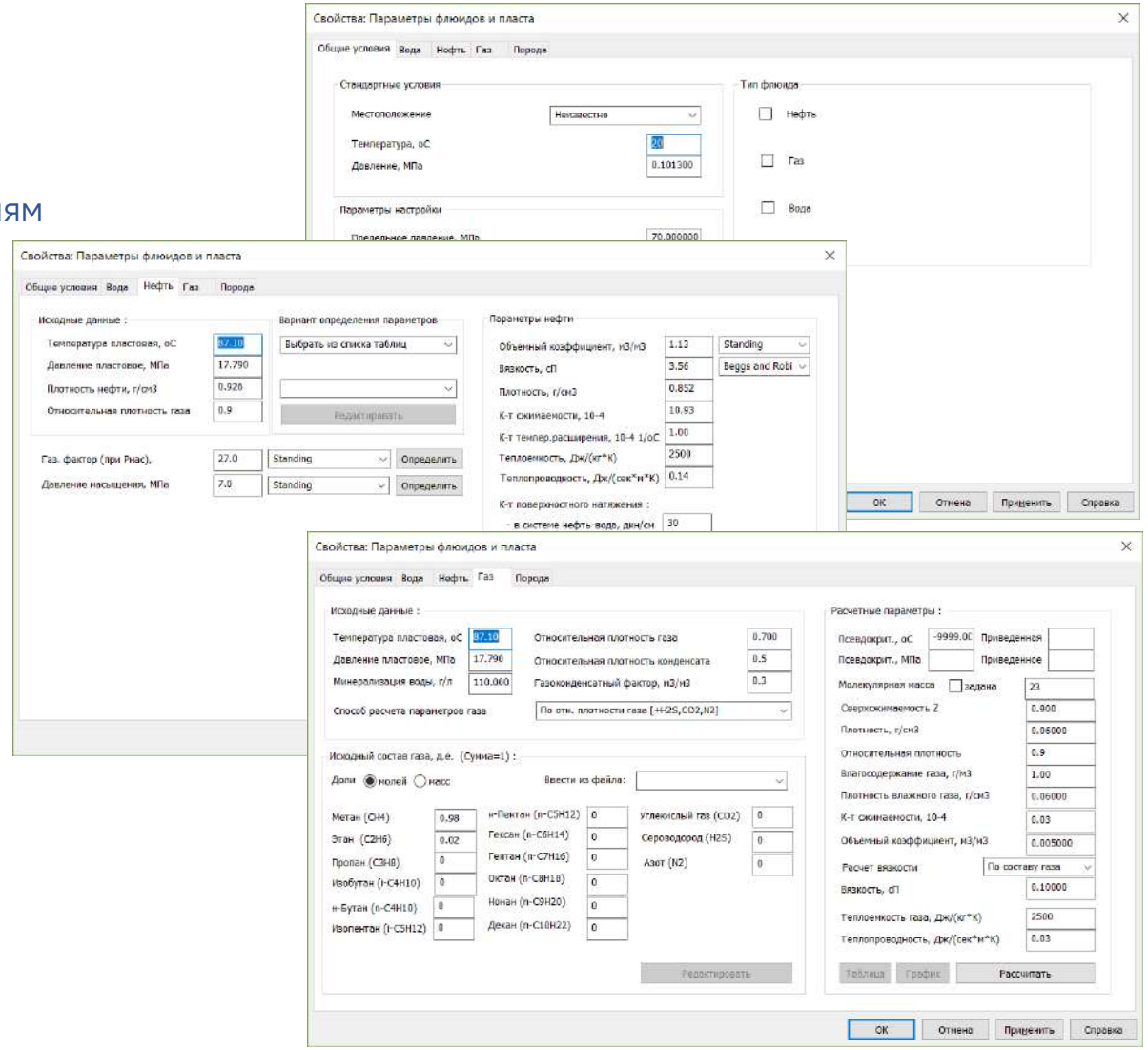
- корреляции Standing, Lasater и Vascues-Bags
- модули из библиотеки модулей

Газ и газоконденсат:

- по составу газа
- по относительной плотности
- учетом содержания H2S, CO2, N2
- стандартные для отрасли корреляции

Вязкость газа:

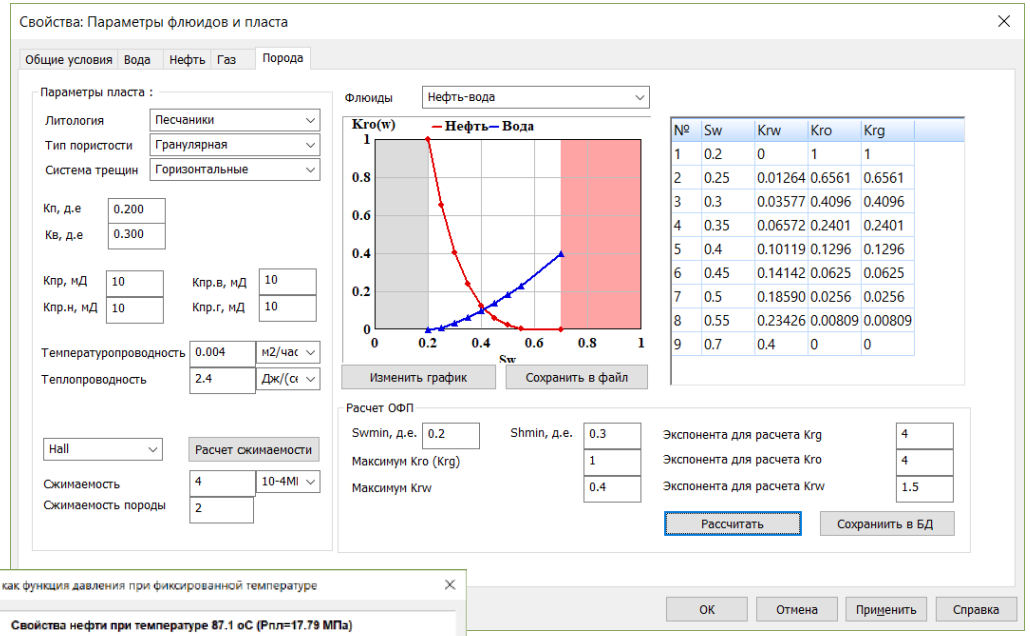
- по составу газа
- по относительной плотности или молекулярной массе

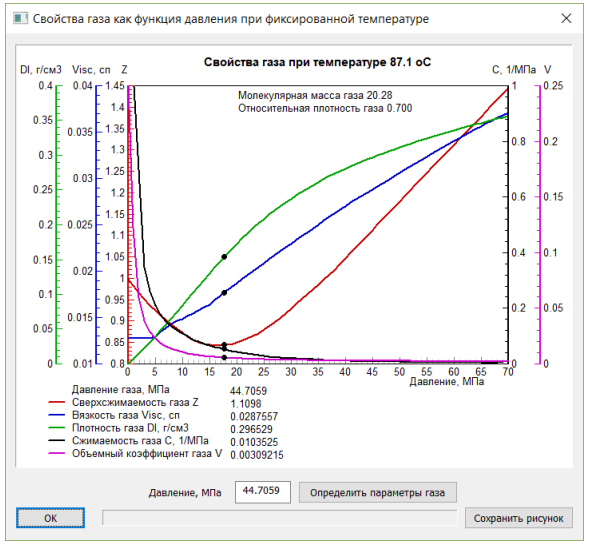


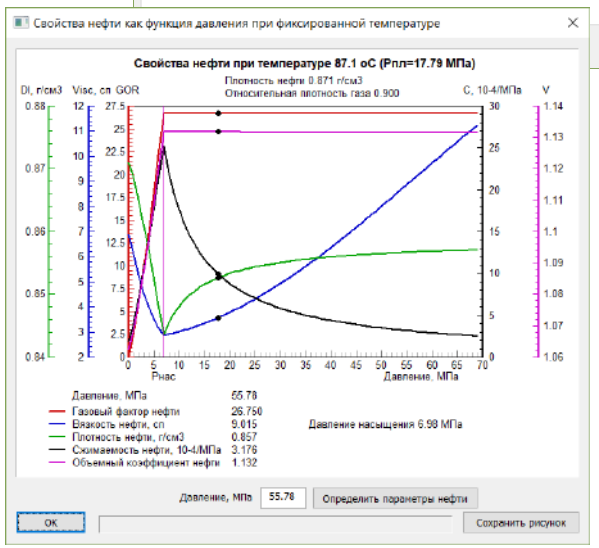
Параметры пласта и флюида

Панель позволяет:

- учесть литологию и тип пористости (гранулярный или сложный)
- учесть ориентацию системы трещин
- использовать корреляции Hall и Newman
- рассчитать относительные фазовые проницаемости
- визуализировать параметры флюида в виде графика зависимости параметра от давления при заданной температуре



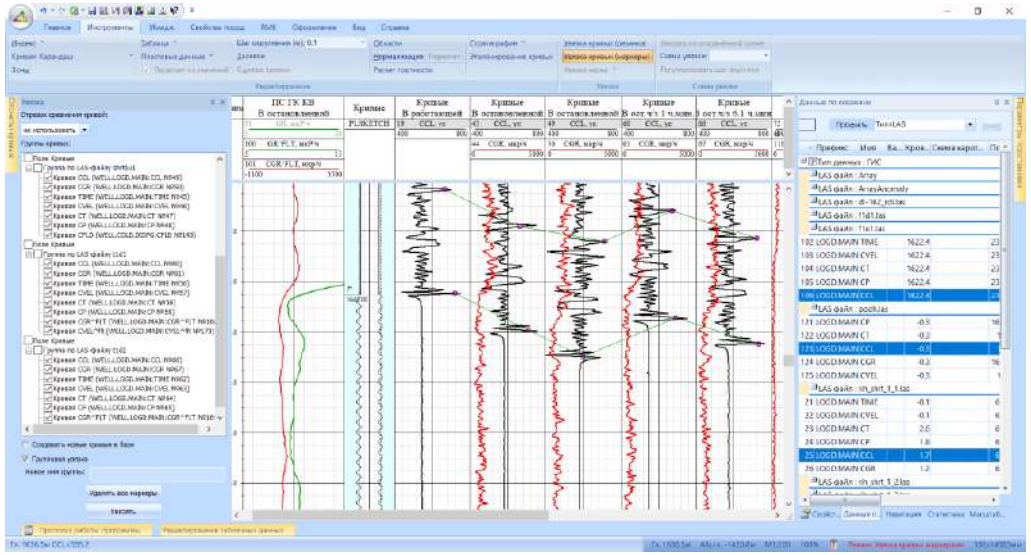


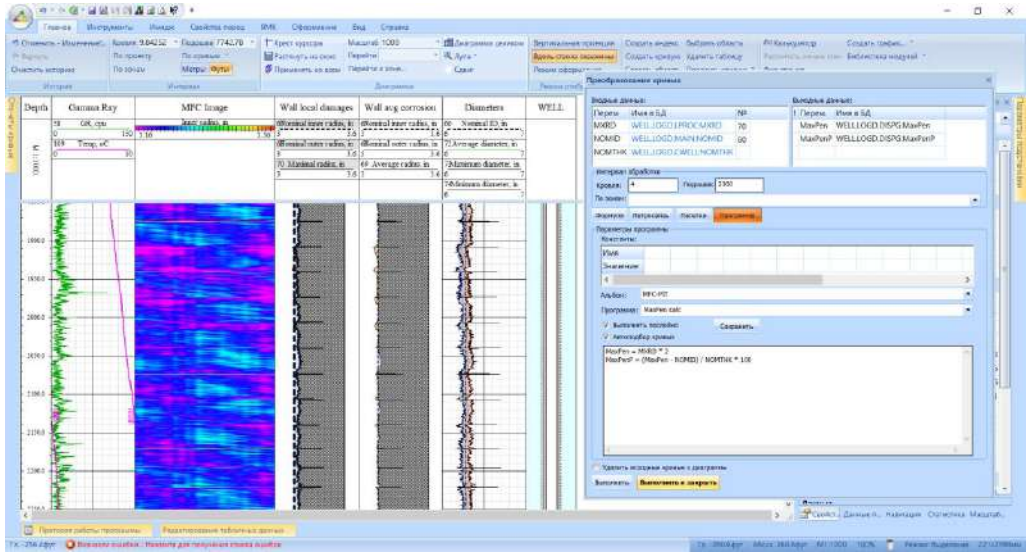


Подготовка данных для интерпретации
Непрерывные замеры по глубине (кривые)

Инструменты ремонта и редактирования:

- индивидуальная или групповая увязка любых данных (кривых, керна, таблиц и т.д.) по глубине с помощью «резинки», маркеров или схемы увязки
- сшивка, обрезка, продление и коррекция некорректных отсчетов кривых
- фильтрация, устранение выбросов, нормализация
- учет сноса кривой
- обработка кривых по палеткам, связям, формулам, программам в Калькуляторе ГИС
- коррекция табличных данных
- статистическая эталонировка кривых
- расчет недостающих методов каротажа на основе многомерной регрессии и нейронных сетей





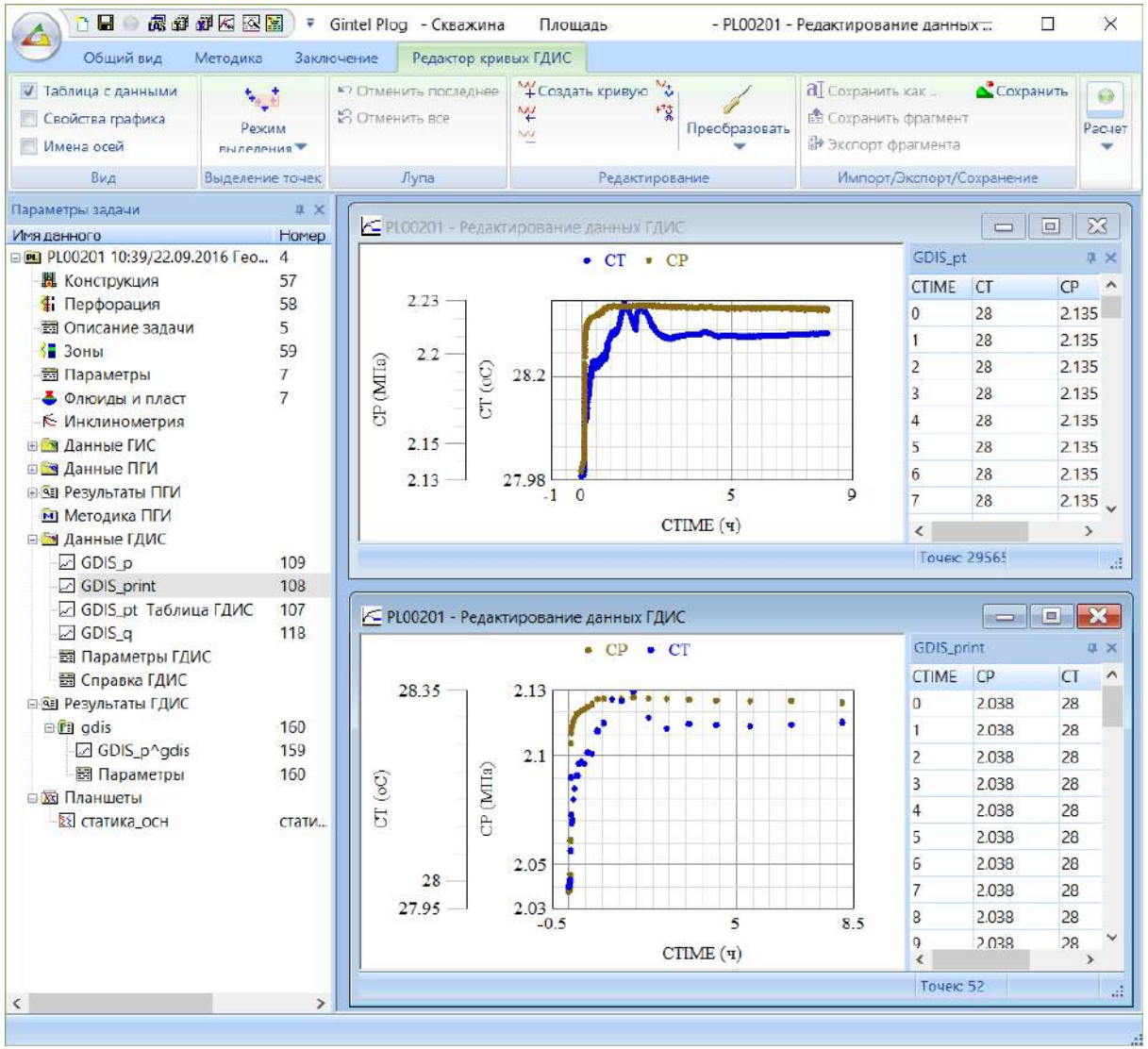
Подготовка данных для интерпретации
Непрерывные замеры по времени (точки)

Для графиков предусмотерны следующие инструменты:

- преобразования времени
- функциональные преобразования
- приведение давления к глубине
- сглаживание
- разрежения (линейные и логарифмические, удаления дублирующихся значений)
- оъединение данных по времени

Для выделения области точек предусмотрены различные виды выделения:

- горизонтальное
- вертикальное
- прямоугольное
- полигон



Визуализация данных

Анализ данных на разных представлениях:

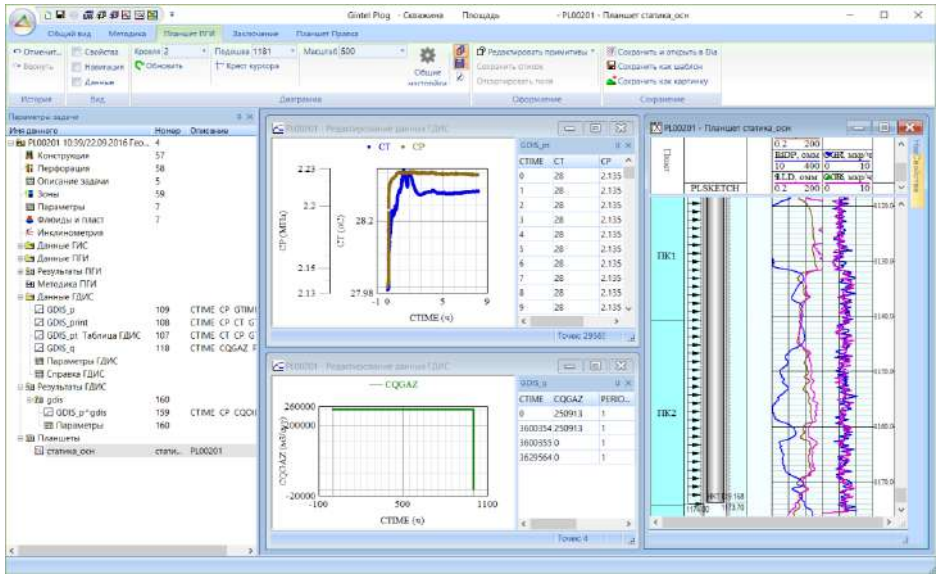
- графиках
- диаграммах
- таблицах

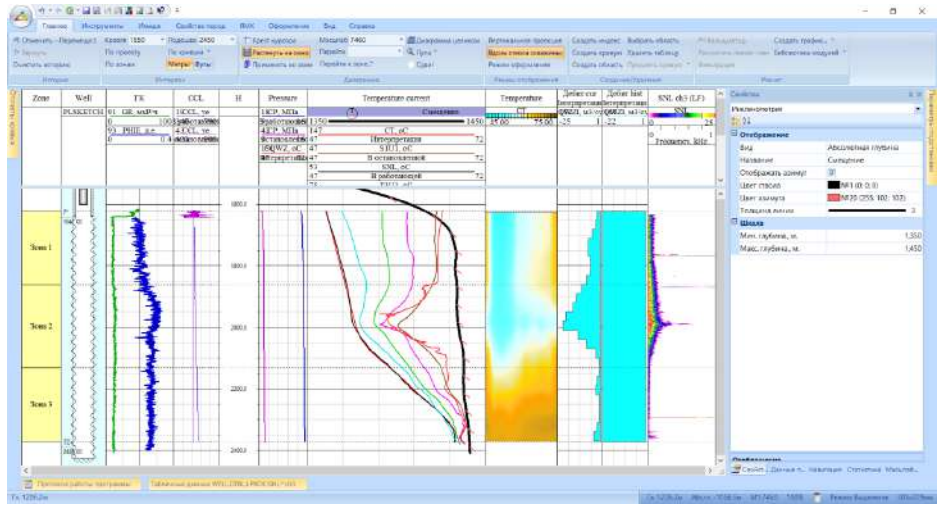
Моментальное представление данных по:

- спуско-подъемам
- типам данных
- именам кривых
- произвольному шаблону

Plog поддерживает визуализацию:

- непрерывные и пластовые данные, точки
- зоны и стратиграфия
- таблицы
- развертки
- ИПТ, перфорация
- траектория ствола и конструкция скважины
- фотографии шлифов и керна
- геологические элементы и гистограммы азимута





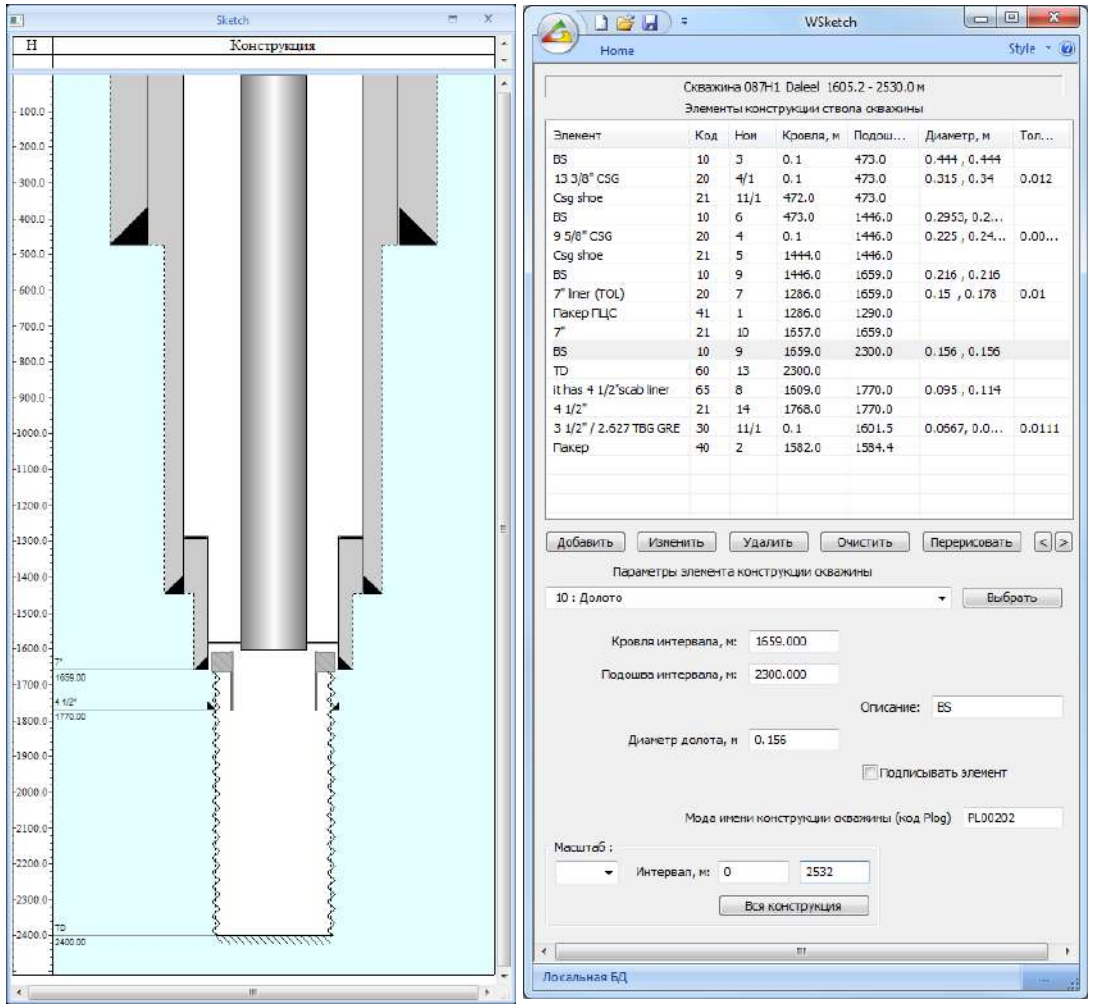
Конструкция скважины

Поддержка элементов конструкции скважины:

- Долото
- Обсадная колонна
- Башмак колонны
- НКТ
- Воронка НКТ
- Насосы и их составные модули
- Пакер
- Хвостовик
- Песчаный, гравелитовый фильтр
- Цементный стакан
- Клапаны, муфты
- Окно врезки

Анализ конструкции скважины:

- Общий объем заполнения ствола
- Подпакерный, заколонный объем скважины



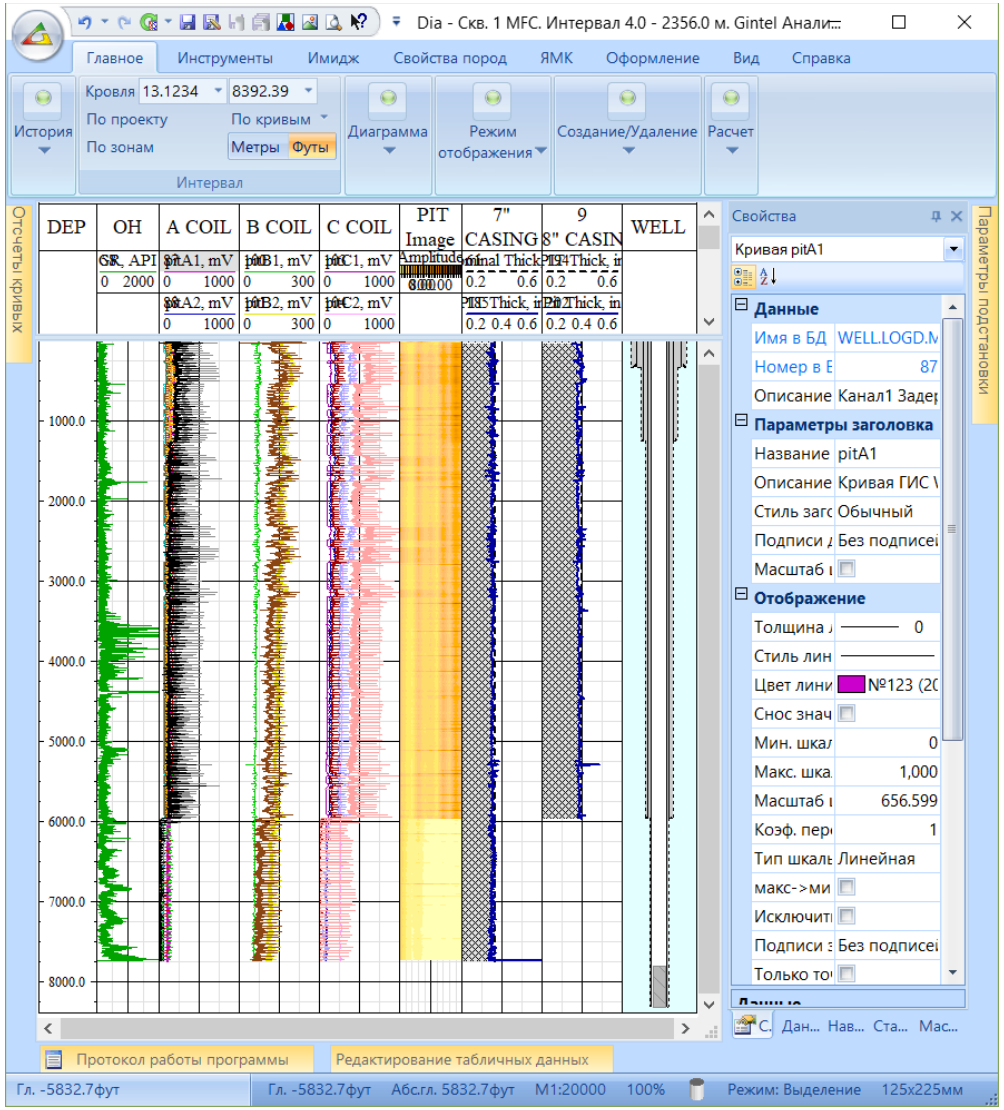
Промысловые геофизические исследования
Техническое состояние скважины

Задачи:

- определение мест нарушений герметичности ЭК, НКТ, забоя
- исследование и уточнение конструкции скважины

Геофизические методы и технологии:

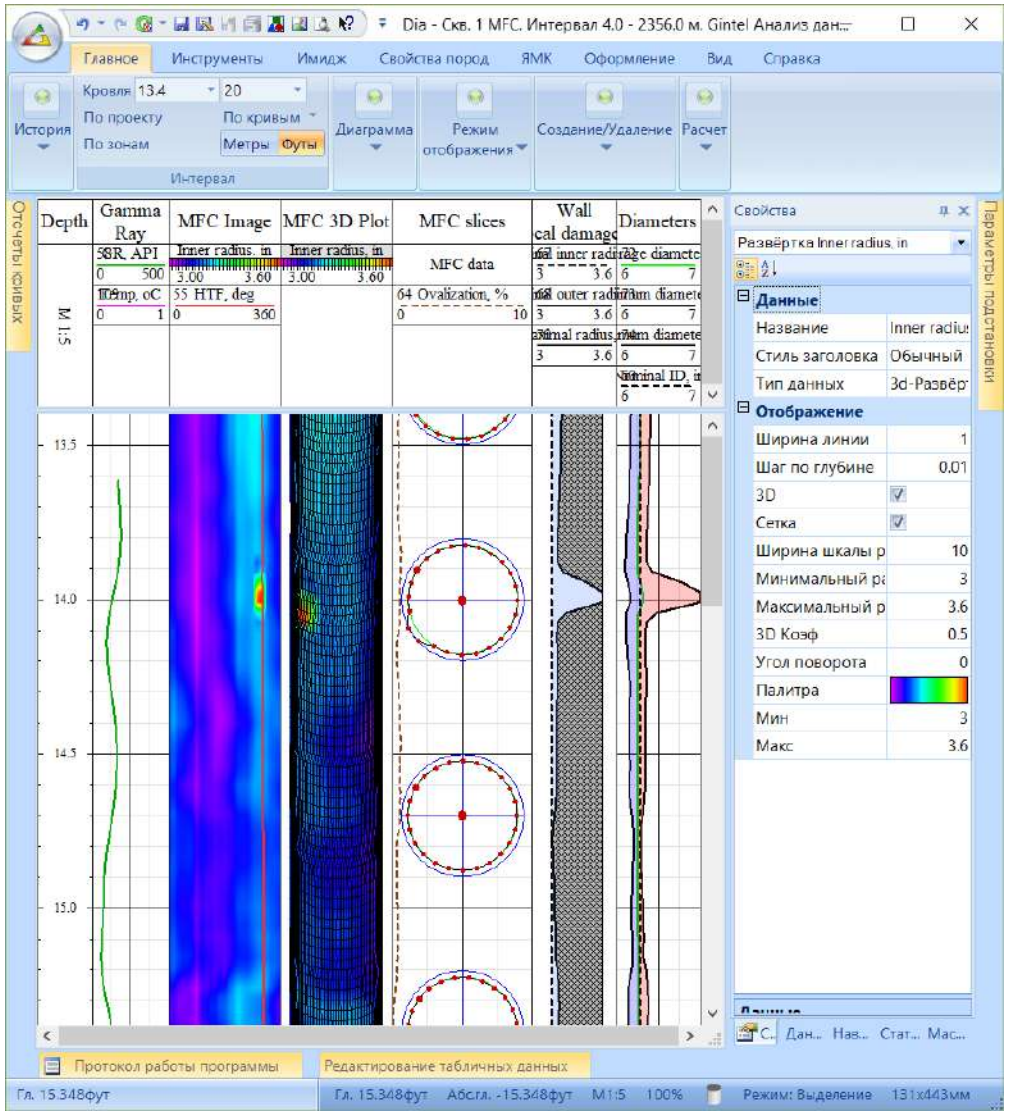
- акустический каротаж качества цементирования, СГДТ
- акустический шумомер
- локатор муфт
- электромагнитный дефектоскоп
- магнитоимпульсный дефектоскоп
- многорычажный профилемер (каверномер)



Промысловые геофизические исследования
Техническое состояние скважины

Результаты:

- обнаружение дефектов типа трещин, порывов, интервалы коррозии и механического истирания стенок, зоны взрывной перфорации и фильтры, а также разъединения в муфтах
- определение толщины двух внутренних труб отдельно для каждой трубы, не извлекая внутреннюю
- исследование конструкции скважины: определение положения муфт, получение полной картины расположения всех труб по глубине, глубину размещения башмаков колонн, пакеров, клапанов и т.д



Промысловые геофизические исследования
Профиль притока/закачки

Задачи:

- определение количественного профиля притока
- определение профиля закачки
- определение состава флюида из пласта

Геофизические методы и технологии:

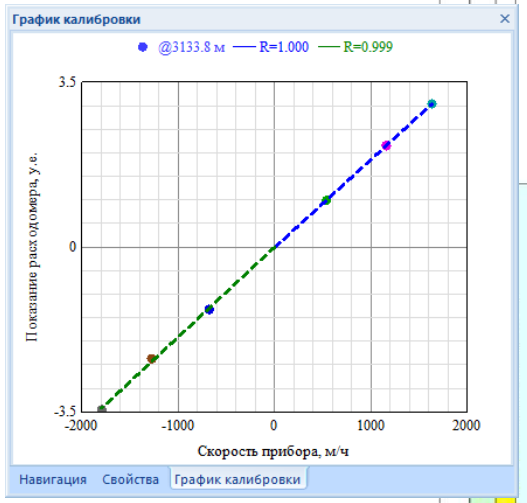
- механическая расходометрия
- барометрия, термометрия
- влагометрия, резистивиметрия

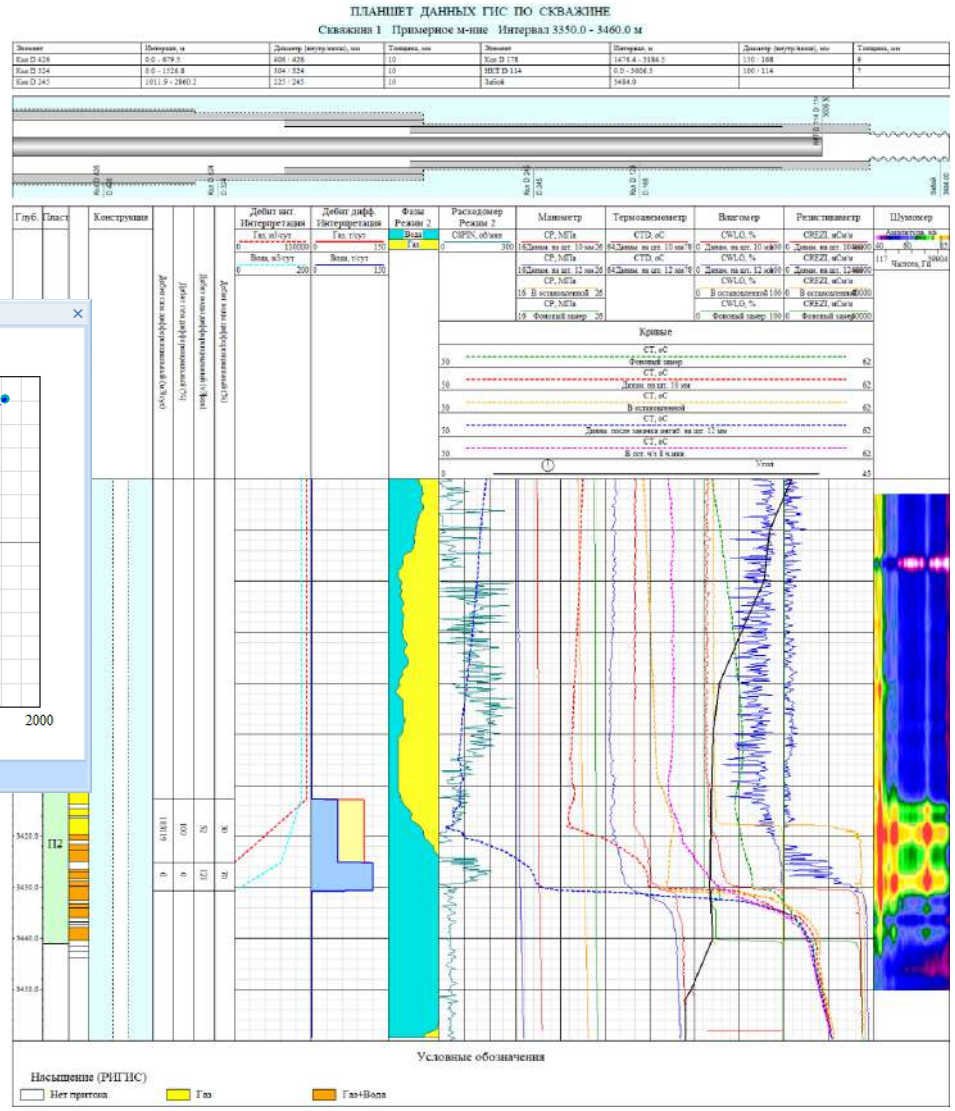
Особенности:

- Калибровка расходомера в скважинных условиях
- Одно и многофазный флюид (нефть, вода, газ)
- Расчет кажущейся скорости

Результаты:

- Интервальный профиль притока/закачки
- Накопленный профиль притока/закачки





Промысловые геофизические исследования
Моделирование температуры

Задачи:

- определение количественного профиля притока из продуктивного пласта
- определение профиля закачки в продуктивный пласт
- оценка заколонных перетоков

Геофизические методы и технологии:

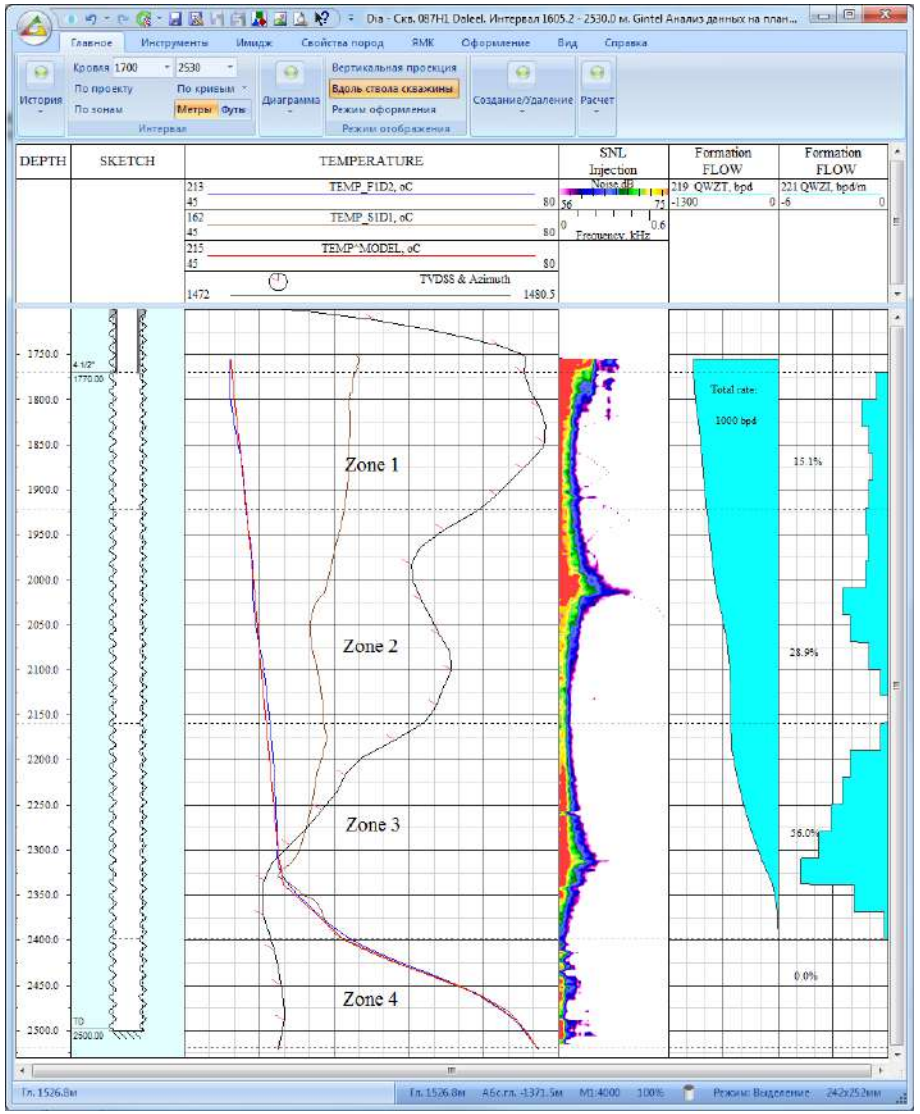
- высокочувствительная термометрия
- барометрия
- влагометрия, резистивиметрия
- спектральная шумометрия (опционно)

Особенности:

- расчет теоретической кривой температуры и наилучшее ее совмещение с фактическими данными
- температурная модель основана на применении законов сохранения массы, импульса и энергии, учитывает эффекты Джоуля-Томсона и калориметрическое смешивание;
- может использоваться в горизонтальных скважинах, с низкими скоростями движения флюида.

Результаты:

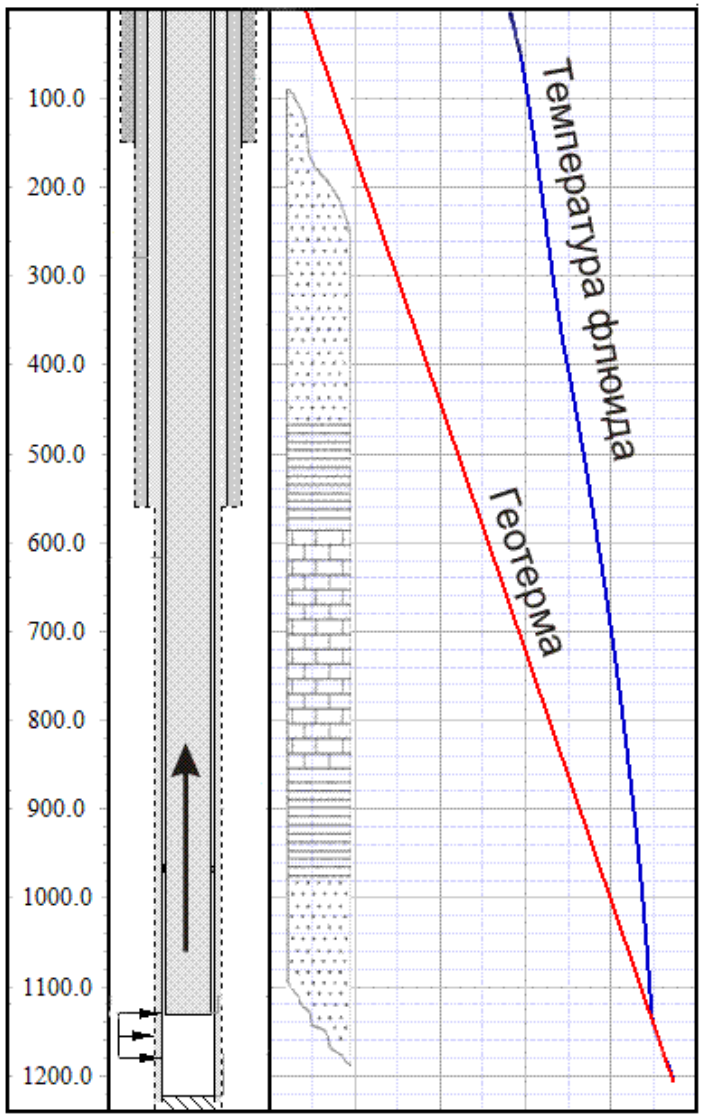
- интервальный профиль притока/закачки
- накопленный профиль притока/закачки
- количественная оценка заколонных перетоков



Промысловые геофизические исследования

Моделирование температуры

Метод термометрии – изучение естественных и искусственных тепловых полей в скважине



Область применения моделирования температуры в стволе скважины:

- прогноз распределения температуры в работающей скважине (прямая задача)
- количественная и качественная характеристика флюида в стволе скважины (обратная задача)
- и другие

Промысловые геофизические исследования

Моделирование температуры за пределами работающих интервалов

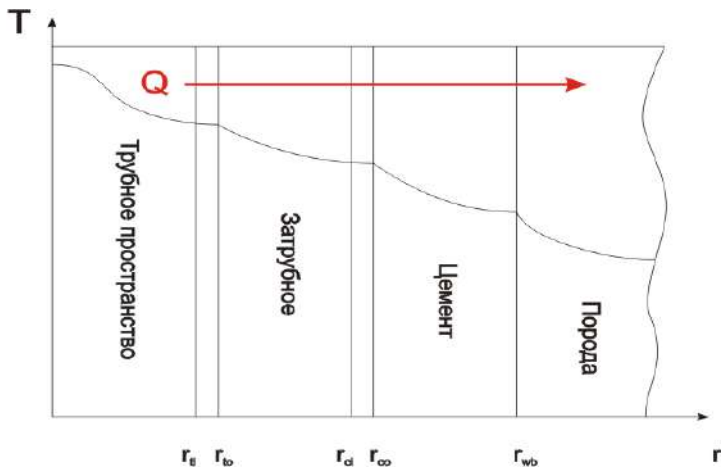
Уравнение стационарного теплопереноса (Alves):

$$\frac{dT}{dL} = \underbrace{\frac{1}{A}(T_e - T)}_{\text{теплоперенос между флюидом и окружающей средой}} + \frac{1}{C}\left(\underbrace{K_{JT} C \frac{dP}{dL}}_{\text{эффект Джоуля-Томсона}} - \underbrace{\nu \frac{d\nu}{dL}}_{\text{изменение кинетической энергии}} - \underbrace{g \sin\theta}_{\text{сила гравитации}}\right)$$

Параметр релаксации среды:

$$A = (wC/3.14Kd)$$

Потеря тепловой энергии в окружающую среду (модель)



Нестационарный теплоперенос:

Безразмерная функция времени (Чекалюк) :

$$f(t) = \ln\left(1 + \sqrt{\frac{\pi a t}{r_{wb}^2}}\right)$$

$$\frac{dQ}{dL} = \frac{2\pi r_{to} K (T - T_e)}{f(t)}$$

- время работы скважины
- температуропроводность горных пород
- геометрия потока

Общий коэффициент теплопередачи

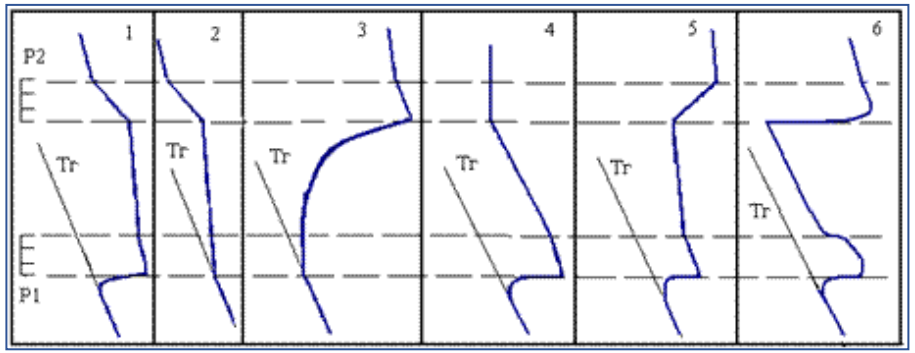
(Дж/(сек*м²*К))

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{r_{to}\ln\left(\frac{r_{to}}{r_{ti}}\right)}{\lambda_t} + \frac{r_{to}\ln\left(\frac{r_{co}}{r_{ci}}\right)}{\lambda_c} + \frac{r_{to}\ln\left(\frac{r_{wb}}{r_{co}}\right)}{\lambda_{cem}}$$

Промысловые геофизические исследования

Моделирование температуры за пределами работающих интервалов

Калориметрический эффект и эффект Джоуля-Томсона



Уравнение баланса энтальпий:

$$H_к = H_п + H_{пр}$$

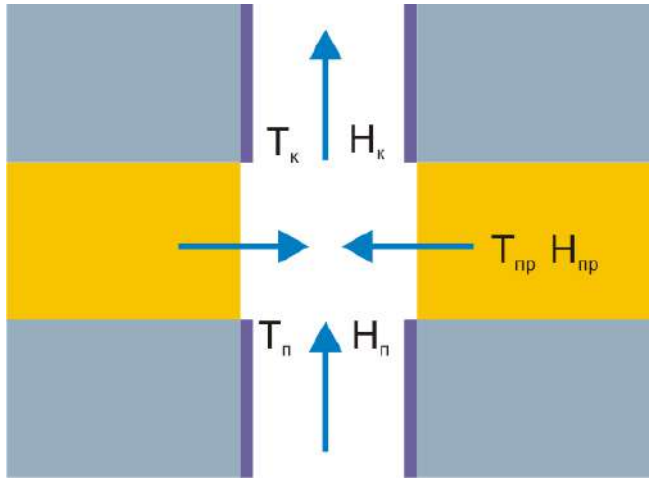


Схема теплового переноса пластового флюида в ствол скважины

Энтальпия флюида :

$$H_к = (Q_{нк}C_н\rho_н + Q_{гк}C_г\rho_г + Q_{вк}C_в\rho_в)T_к$$ - в кровле пласта

$$H_{пр} = (\Delta Q_{нп}C_н\rho_н + \Delta Q_{гп}C_г\rho_г + \Delta Q_{вп}C_в\rho_в)T_{пр}$$ - из пласта

$$H_п = (Q_{нп}C_н\rho_н + Q_{гп}C_г\rho_г + Q_{вп}C_в\rho_в)T_п$$ - в подошве пласта

Уравнение расчета температуры в пределах работающих интервалов:

$$T_к = \frac{H_п + (\Delta Q_{нп}C_н\rho_н + \Delta Q_{гп}C_г\rho_г + \Delta Q_{вп}C_в\rho_в)T_{пр}}{(Q_{нк}C_н\rho_н + Q_{гк}C_г\rho_г + Q_{вк}C_в\rho_в)}$$

Эффект Джоуля-Томсона:

$$\Delta T = -K_{JT}\Delta P$$

$$K_{JT} = -\frac{1}{\overline{C}_c\overline{\rho}_c}\left(y_г\left(-\frac{T}{Z}\left(\frac{\partial Z}{\partial T}\right)_P\right) + y_ж\right)$$

Промысловые геофизические исследования

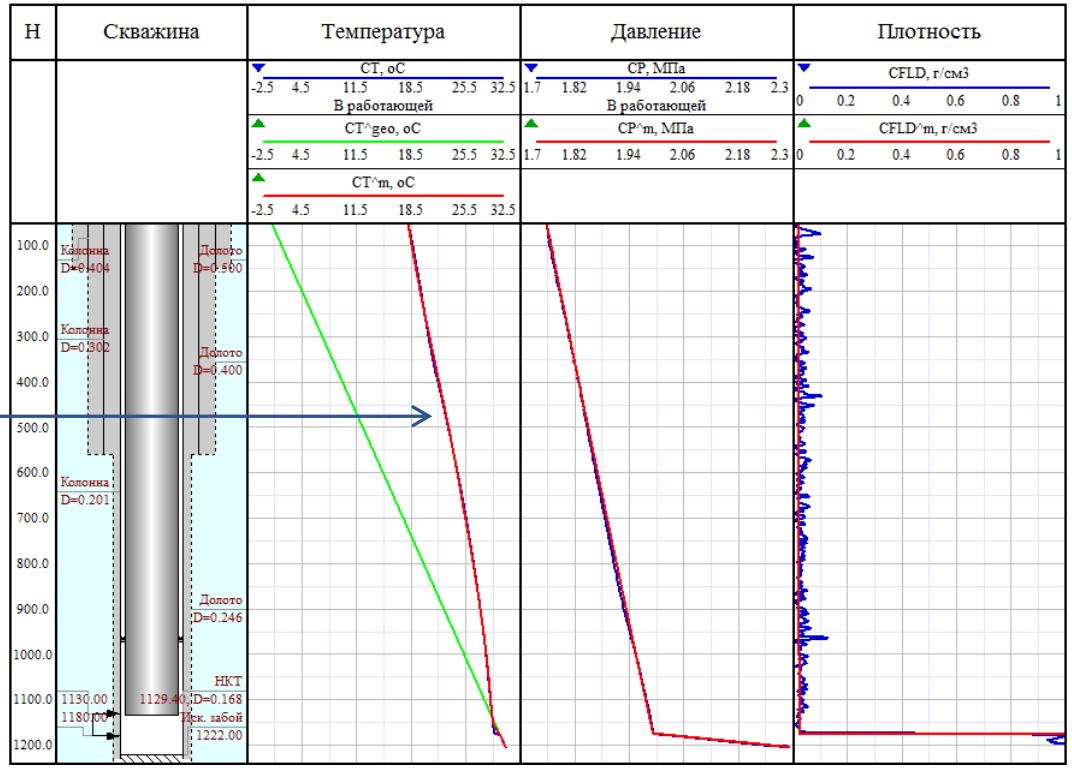
Решение обратной задачи

Алгоритм оптимизации Левенберга-Марквардта

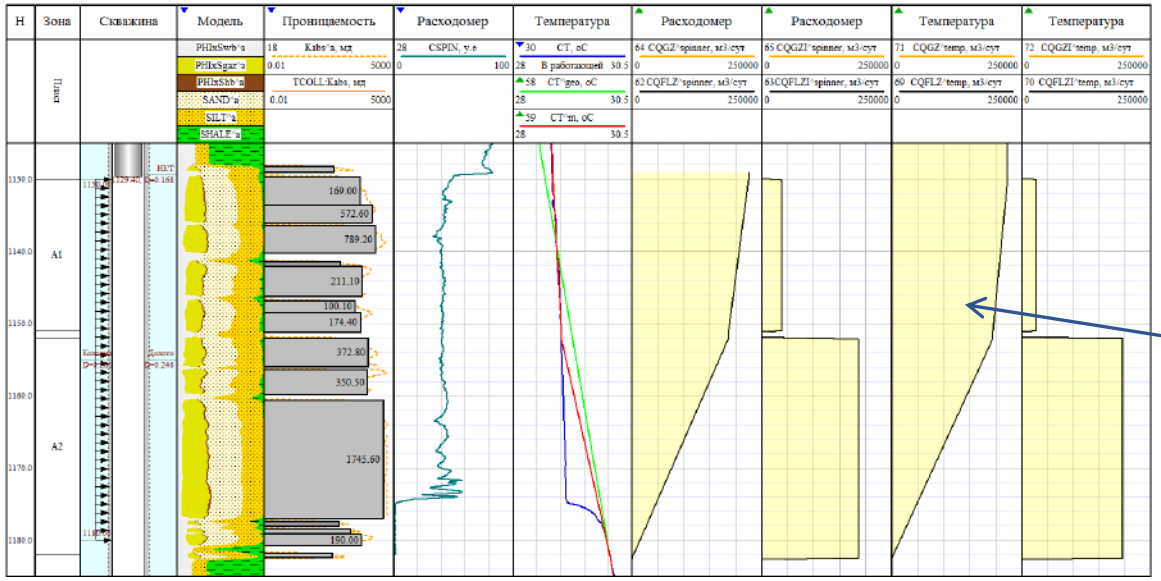
$$f(x) = \| r(x) \|^2$$

$$r(x) = (r_1(x), r_2(x), \ldots, r_m(x))$$

Результаты совмещения теоретических с фактическими кривыми при решении обратной задачи



Сравнение результатов определения профиля притока с данным механической расходометрии

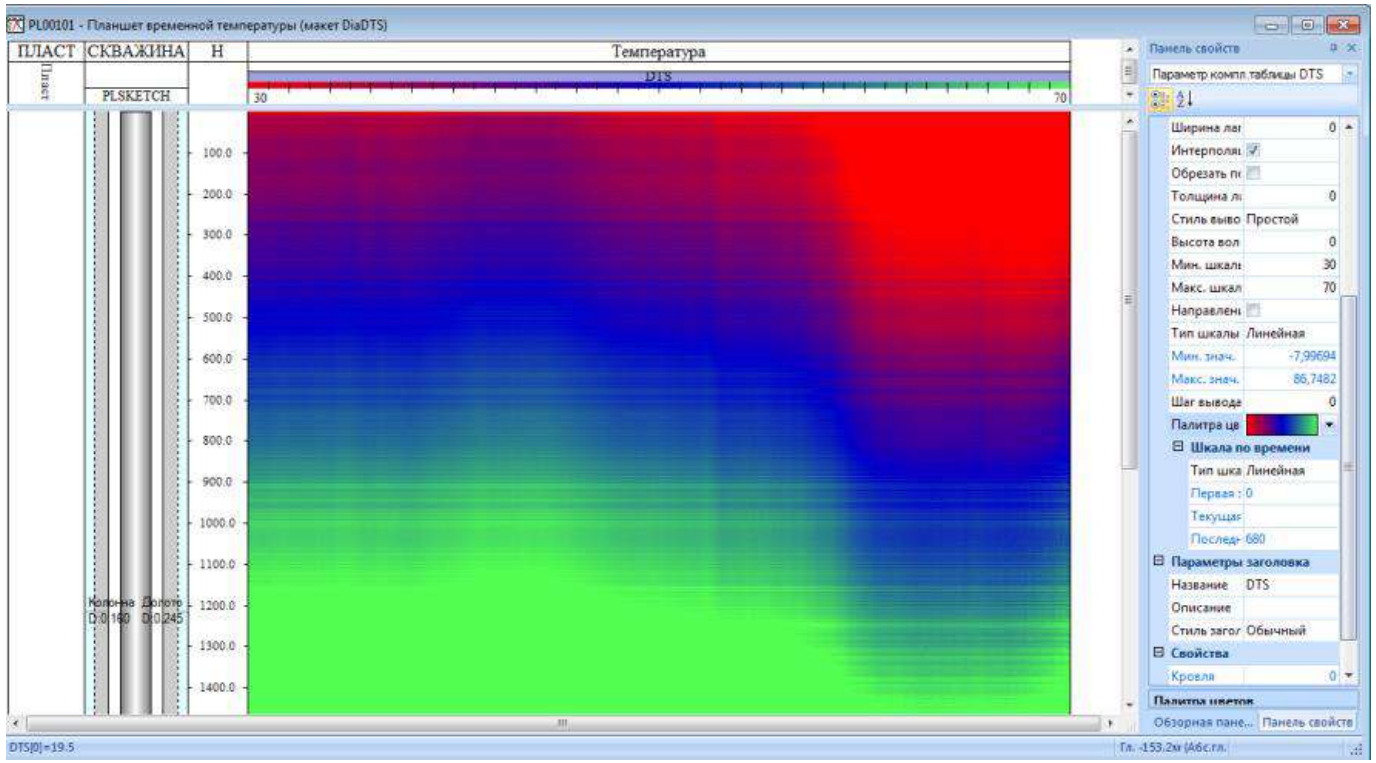


Промысловые геофизические исследования

Distributed Temperature Sensor (DTS)

Технические возможности	Реализация
Увязка кривых по глубине	Gintel (Dia)
Увязка данных ОВС по глубине	нет
Визуализация	
Имидж на диаграмме	PLog
График T vs TIME (на глубине)	нет
Синхронизация Диаграмма-График	нет
Масштабирование (мин-макс) в интервале	нет
Мультипликация данных ОВС	нет
Трехмерные изображения	нет
Система маркеров и комментариев	нет
Результаты интерпретации	нет

Цветовая диаграмма (имидж)

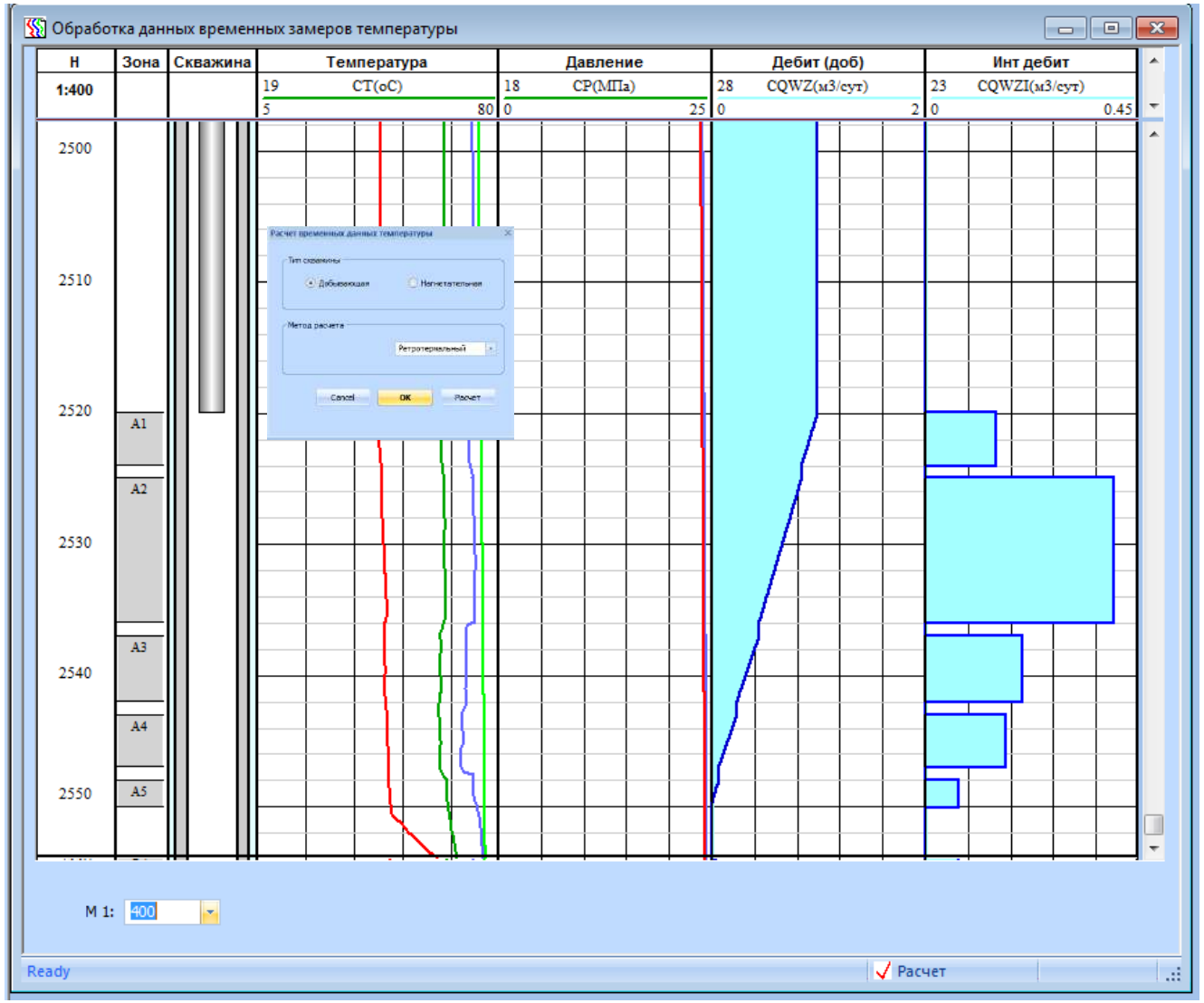


Промысловые геофизические исследования

Distributed Temperature Sensor (DTS)

Результаты обработки трех кривых нагнетательной скважины методом ретротермального замера в Plog

Интерпретация	Реализация
Метод ретротермального анализа	Plog
Метод площадей	Plog
Моделирование (уравнение сохранения массы, импульса и энергии с учетом эффекта Джоуля-Томсона, баланса энтальпий)	Пока только для добывающих скважин в PLog
Учет эффекта проскальзывания многофазного флюида	нет
Учет механизмов конвекции и кондукции на квазистационарных режимах (функция времени)	да



Промысловые геофизические исследования

Определение текущего насыщение пласта

Задачи:

- определение текущего насыщения продуктивного пласта

Геофизические методы и технологии:

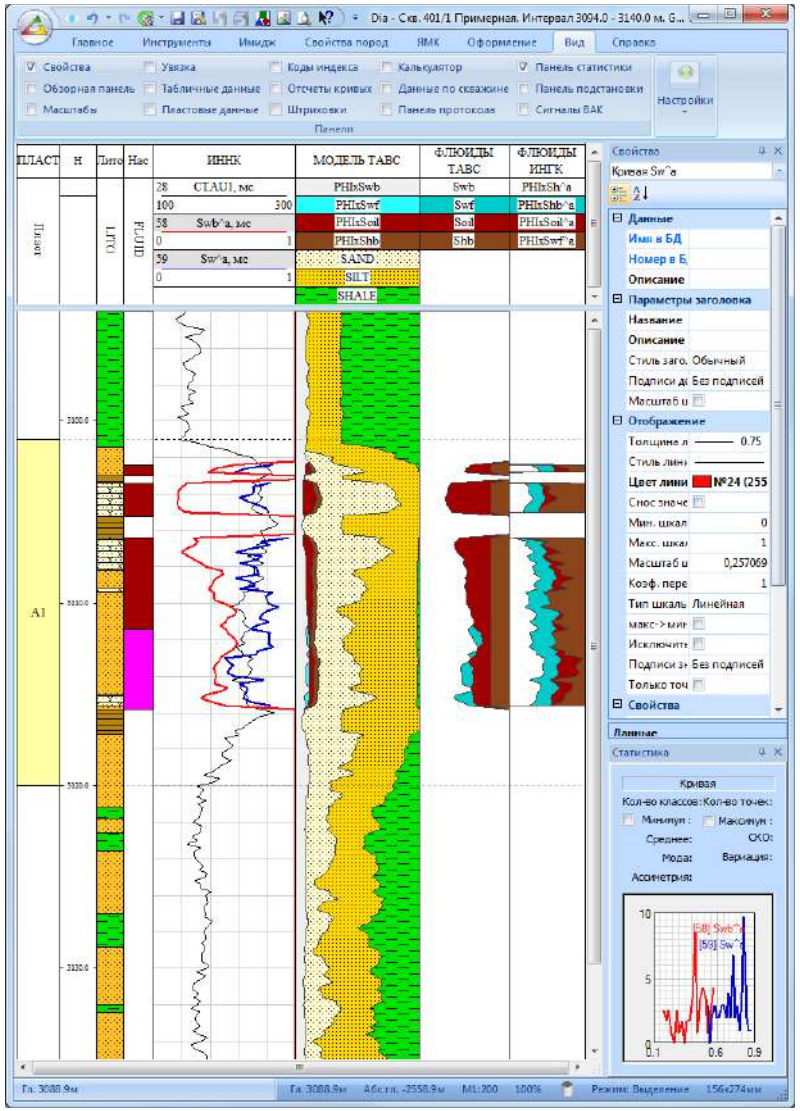
- импульсный нейтронный каротаж (ИННК)

Особенности:

- расчет флюидальной модели
- учет литологии пласта

Результаты:

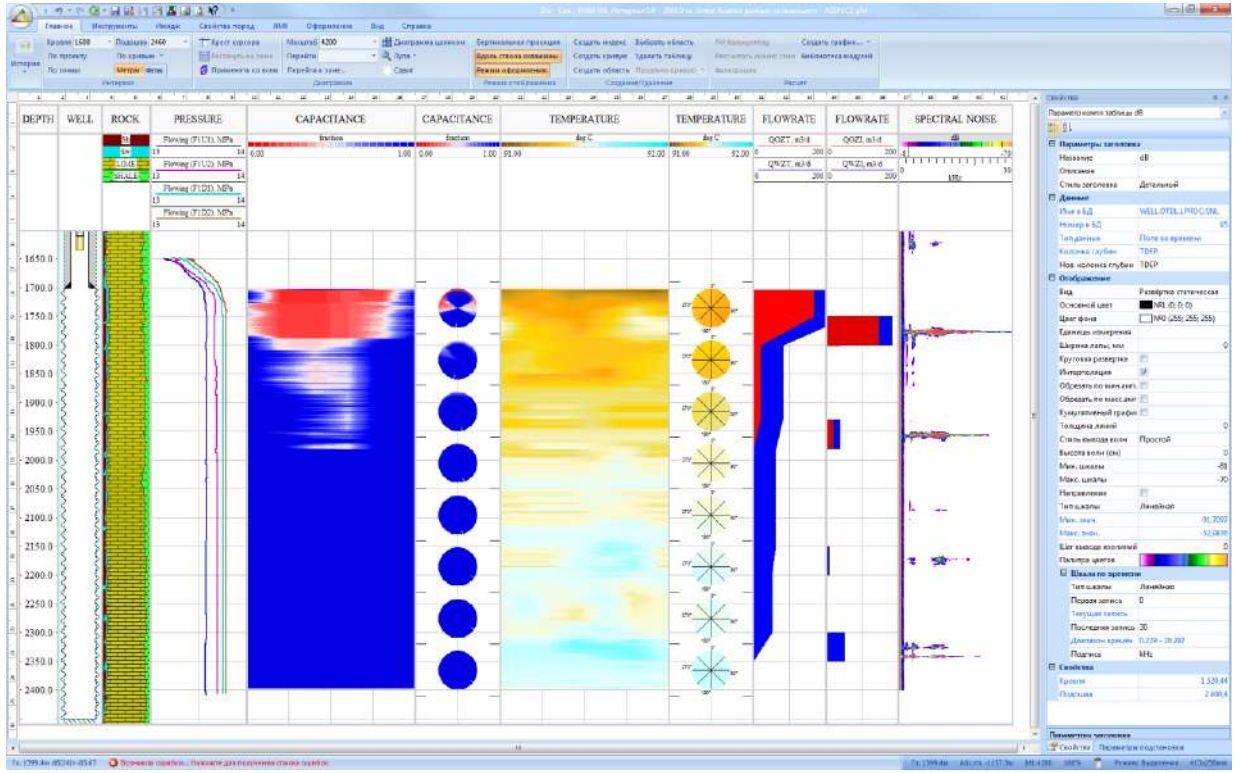
- текущее насыщение продуктивного пласта
- интервалы обводненности
- декремент затухания с начальным насыщением
- декремент затухания для полностью водонасыщенного пласта



Промысловые геофизические исследования

Горизонтальные скважины

Импорт, редактирование данных многодатчиковых приборов



Визуализация данных многодатчиковых приборов:

- Влагометрия
- Резистивиметрия
- Термометрия
- Расходометрия

Типы визуализация данных многодатчиковых приборов :

- Имидж вдоль ствола
- Имидж сечения ствола
- Учет изменения состава и скорости флюида по сечению ствола
- Расчет многофазного профиля притока вдоль ствола скважины

Гидродинамические исследования

Обработка и редактирование данных

Редактирование:

- Ручное и интерактивное редактирование точек на графике
- Создание новых кривых
- Объединение и сшивка кривых по времени
- Сглаживание кривых

Разряжение точек кривых:

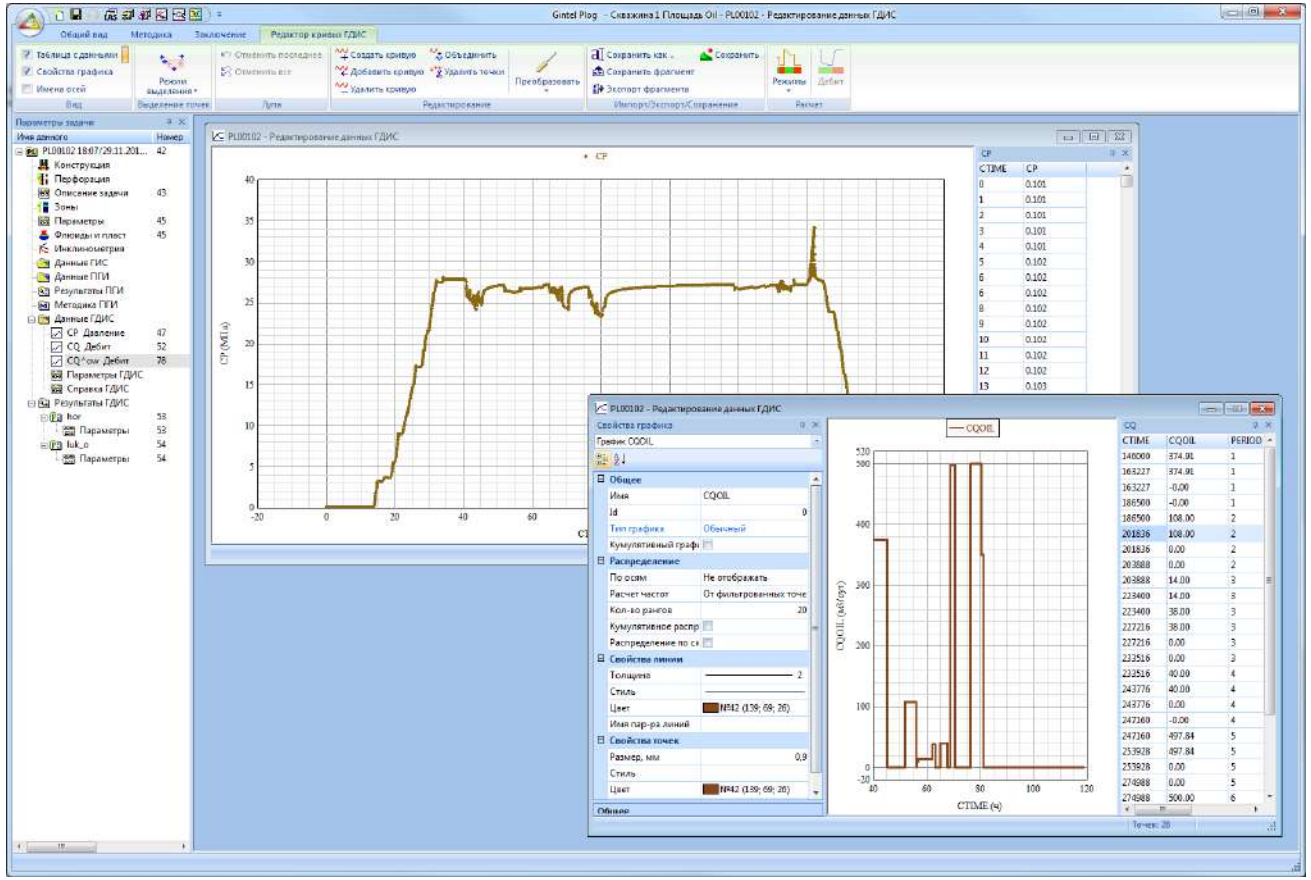
- Линейное
- Логарифмическое
- Удаление дублирующих значений

Режимы выделения:

- Прямоугольное
- Полигоном

Обработка:

- Автоматическое выделение режимов КСД/КВД
- С группировкой
- Без группировки
- Расчет кривой дебита по кривой давления



Гидродинамические исследования

Анализ ГДИС: обработка и интерпретация

Задачи:

- анализ и моделирование данных ГДИС

Геофизические методы и технологии:

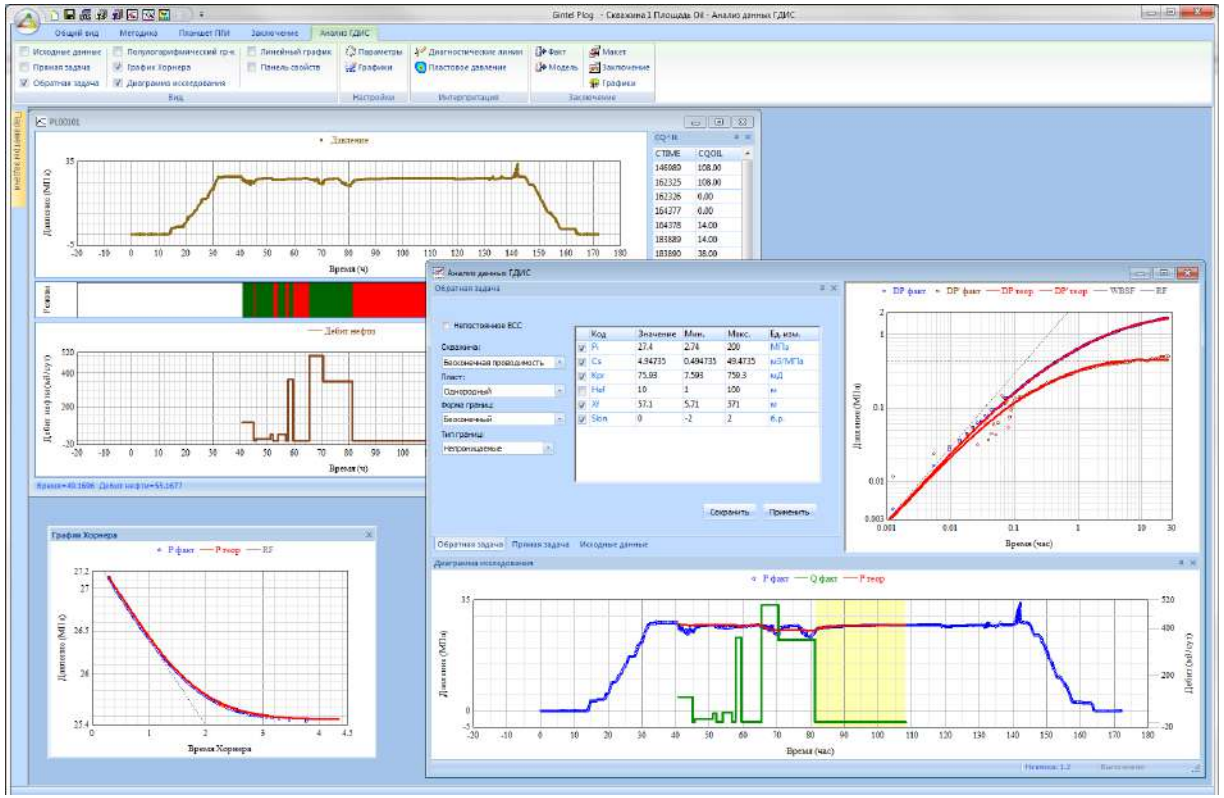
- кривая притока (КП)
- кривая восстановления (КВД)
- кривая снижения давления (КСД)
- гидропрослушивание
- газодинамические исследования

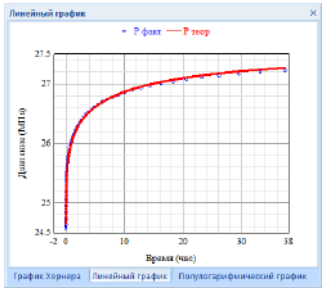
Особенности:

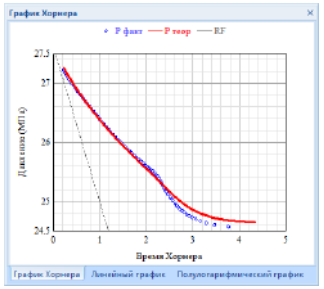
- классические методы (Хорнера, МДХ) и мат. моделирование
- учет сложной добычи
- множество аналитических моделей

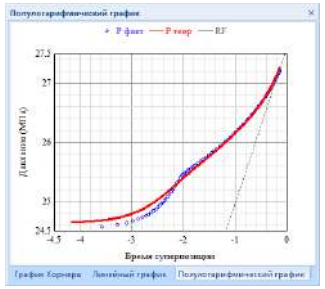
Результаты:

- параметры пласта и скважины
- дизайн ГДИС
- прогноз показателей работы скважины







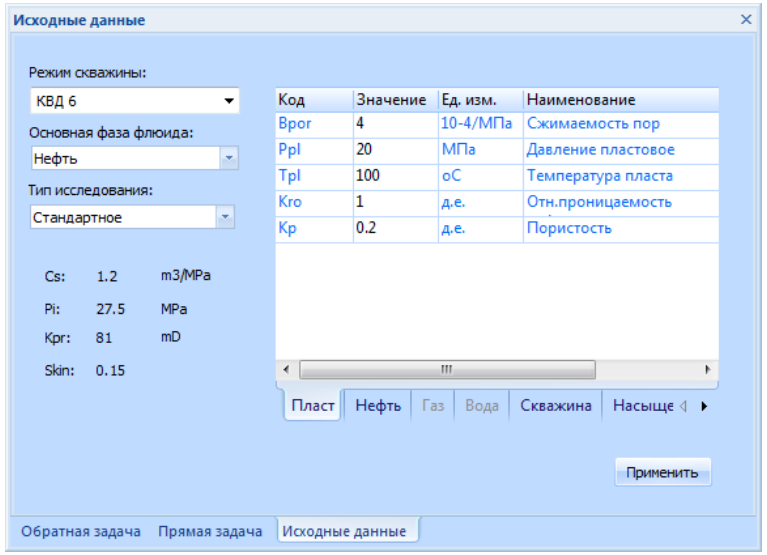


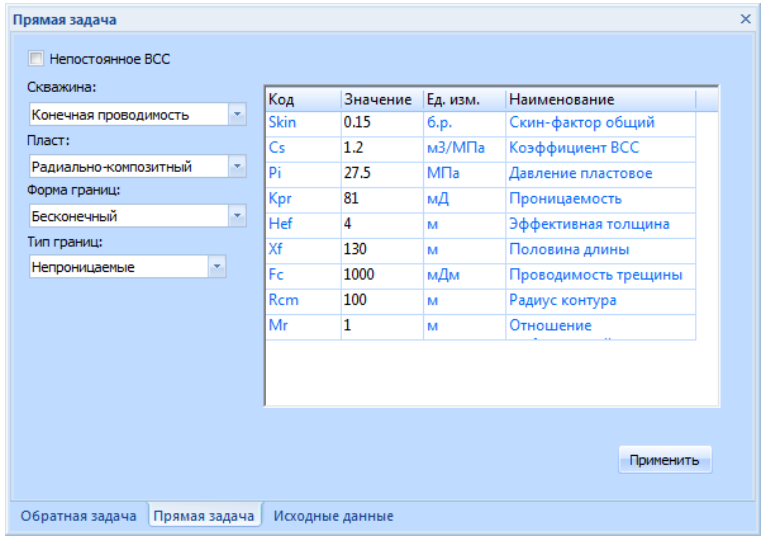
Гидродинамические исследования

Анализ ГДИС: результаты интерпретации

Расчетные параметры пласта и скважины:

- Проницаемость;
- Скин-фактор;
- Пластовое давление;
- Гидропроводность;
- Пьезопроводность;
- Влияние ствола скважины;
- Длина трещины ГРП (трещина ГРП);
- Проводимость трещины ГРП (трещина ГРП);
- Длина «работающего» горизонтального ствола скважины ;
- Анизотропия пласта (горизонтальная скважина);
- Отношение мобильностей зон пласта (радиально-композитный);
- Радиус контура (радиально-композитный);
- Коэффициент межпорового перетока (двойная проницаемость);
- Расстояние до границ (пласт с границами);
- Расстояние до ВНК/ГВК.





Гидродинамические исследования

Анализ ГДИС: аналитические модели

Скважина:

- Вертикальная
- Горизонтальная
- Наклонная
- Неполное вскрытие
- Трещина ГРП

Граница:

- Бесконечный пласт
- Одна граница
- Канал
- Различная конфигурация

Пласт:

- Однородный
- Композитный
- Двойная пористость
- Двойная проницаемость

Контур питания:

- Замкнутый пласт
- Постоянное давление

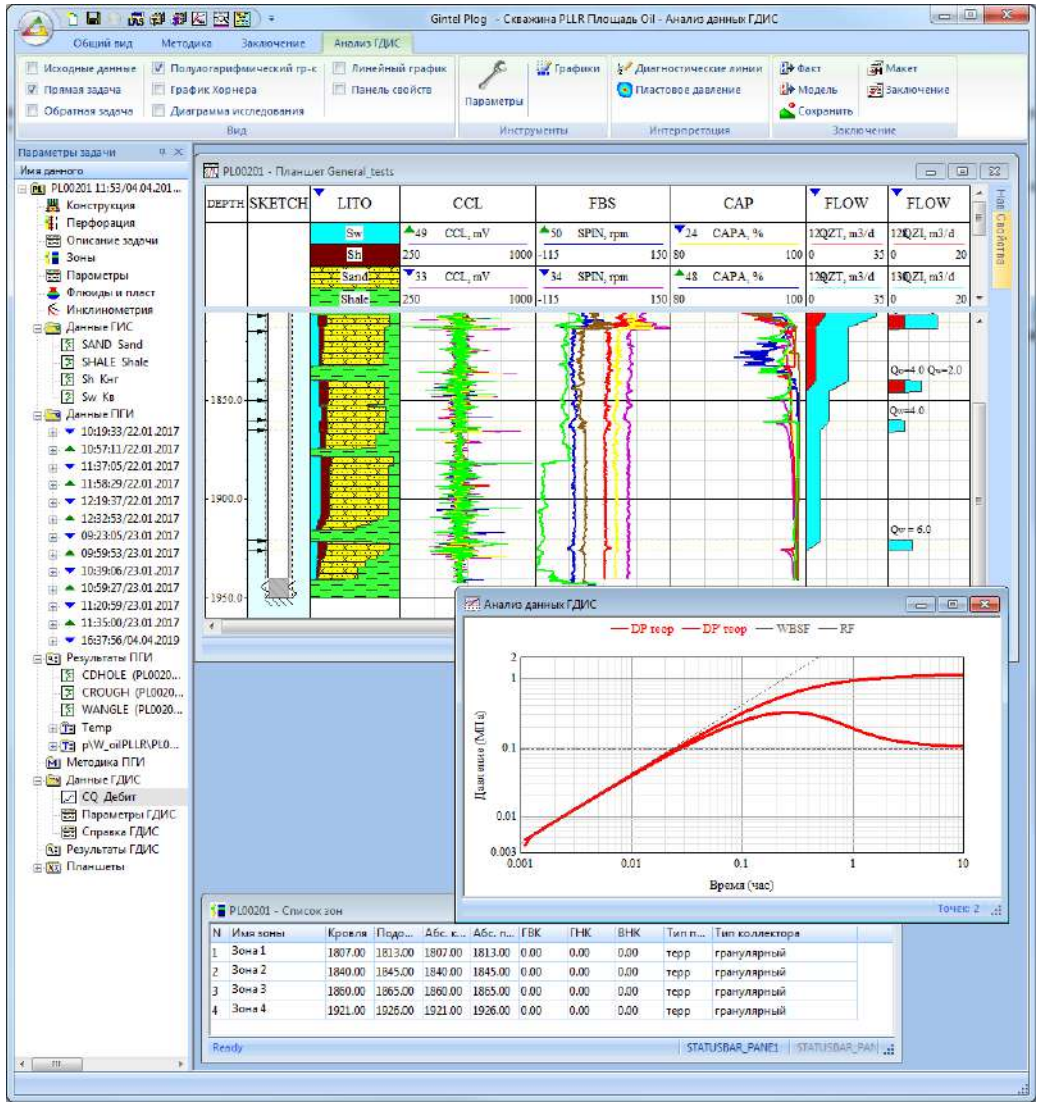
Комплексирование ГИС, ПГИ и ГДИС

Область применения:

- Снижение неоднозначности решения обратной задачи гидродинамики;
- Обоснование аналитической модели ГДИС по данным ГИС;
- Перевод пассивной информации одного метода под влиянием других методов в разряд активных;
- Планирование ГТМ в результате комплексного анализа данных ГИС-ПГИ-ГДИС;
- Хранение и использование геофизических данных в единой базе данных и едином формате;
- Повышение достоверности результатов интерпретации;

Решаемые задачи:

- Оценка потенциала пласта;
- Оценка критической скорости;
- Уточнение параметров пласта;
- Оценка риска обводнения;
- Повышение эффективности горизонтального ствола.



Комплексные отчеты интерпретации

Функциональные возможности:

- Пользовательские средства настройки отчетов
- Авторский генератор диаграмм, графиков
- Комплексирование результатов интерпретации в едином отчете:
  - Диаграммы;
  - Графики;
  - Таблицы;
  - Константы;
- Широкое использование шаблонов и макетов отчетов
- Поддержка русского и английского языков интерфейса
- Формирование отчетов в программах MS Office (Word, Excel)

Российская Федерация
Ямало-Ненецкий автономный округ
ООО «ГАЗ»
ООО «ГЕО»
ПФ «СЕВЕР»

"Утверждаю"
Главный геолог
_____ А.Н.Иванов

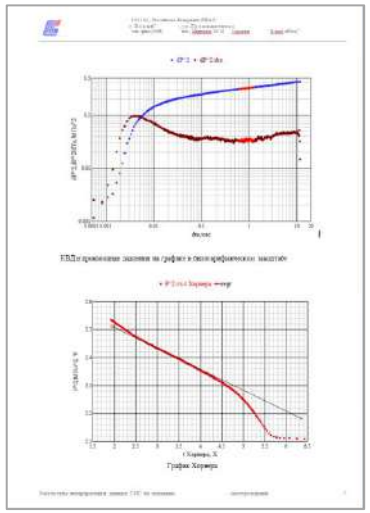
РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГИС

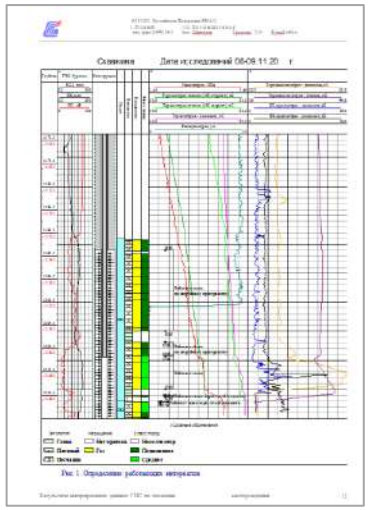
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕ КРС.
Определение межколонных перетоков, профиль притока.

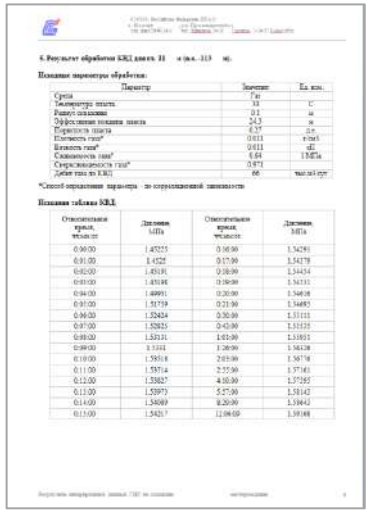
Недропользователь: ООО «Газ добыча»
Заказчик: ООО «Газ центрремонт»
Скважина: XXXX
Категория Месторождение: эксплуатационная
Интервал исследований: 0.4 - 1219.6 м.
Дата исследований: 08-09.10.20 г.

Начальник партии
Интерпретатор: Чеснокова Л.А.

г. Новый Газ
XXXX г.



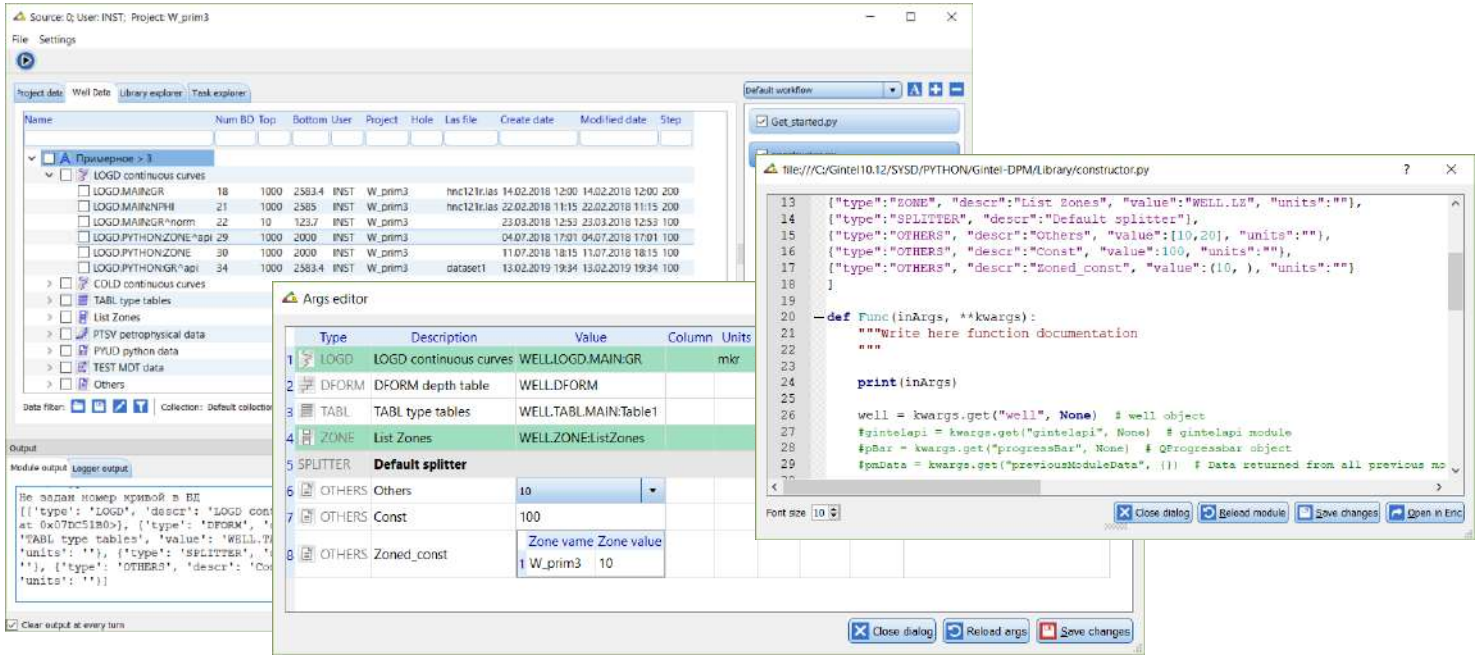


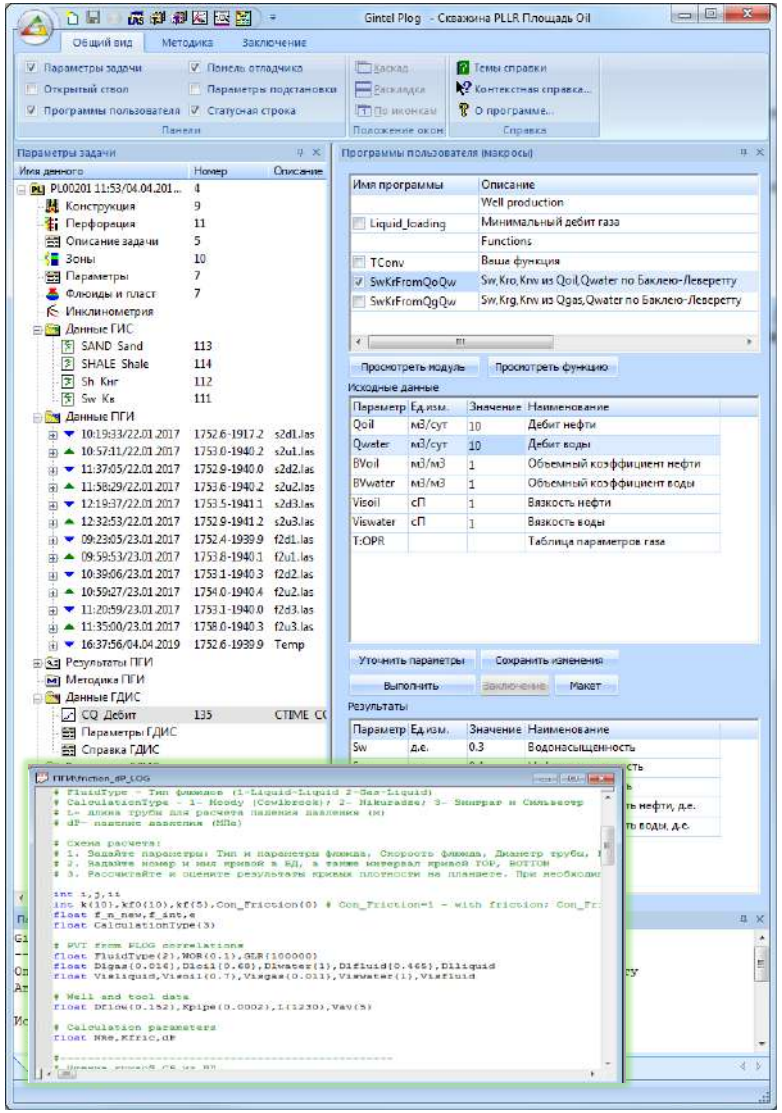


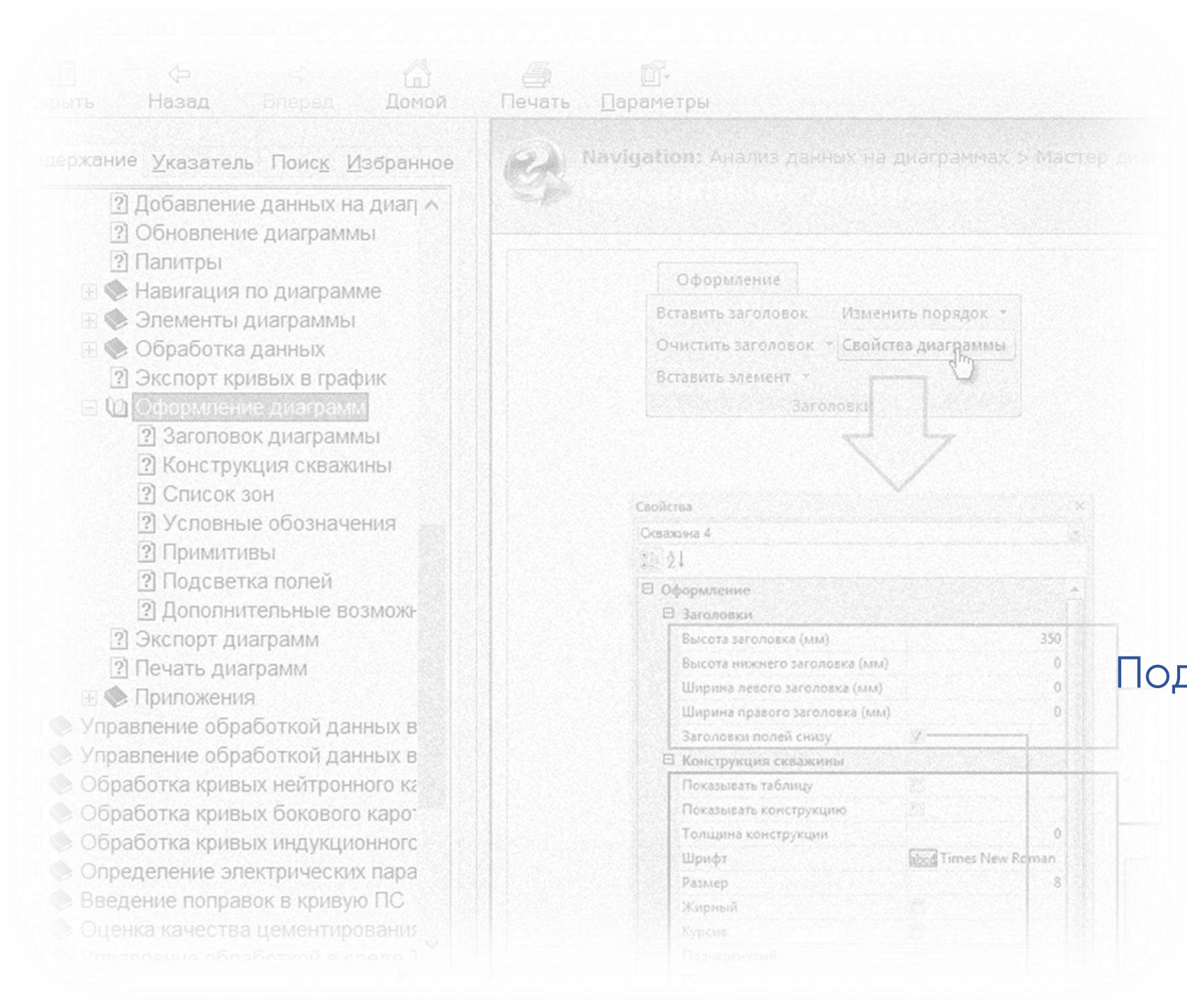
Программирование в PLOG

Функциональные возможности:

- Упрощенный язык программирования для создания пользовательских макросов
- Встроенный язык Python и оболочка для создания пользовательских модулей
- Наличие библиотеки макросов разработчиков программного обеспечения
- Доступ ко всем типам данных в БД программы посредством программных запросов







Дополнения

Интерфейс системы
Справка системы
Поддержка пользователей
Контакты

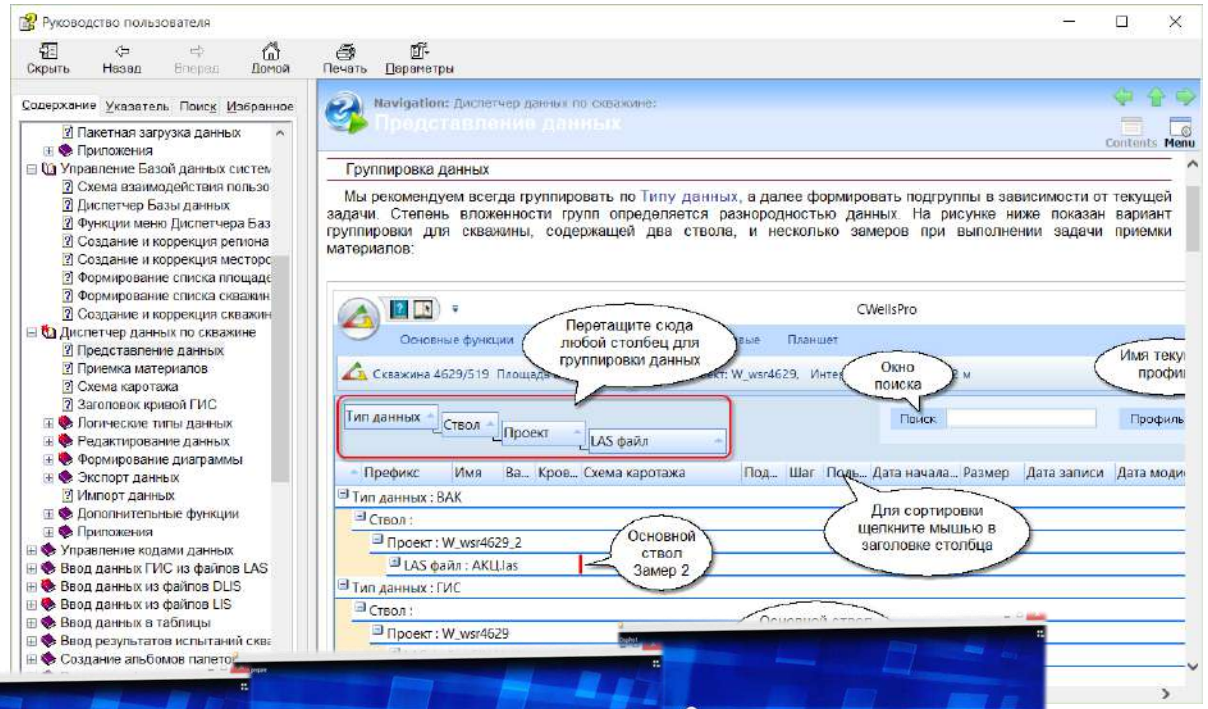
Справка системы

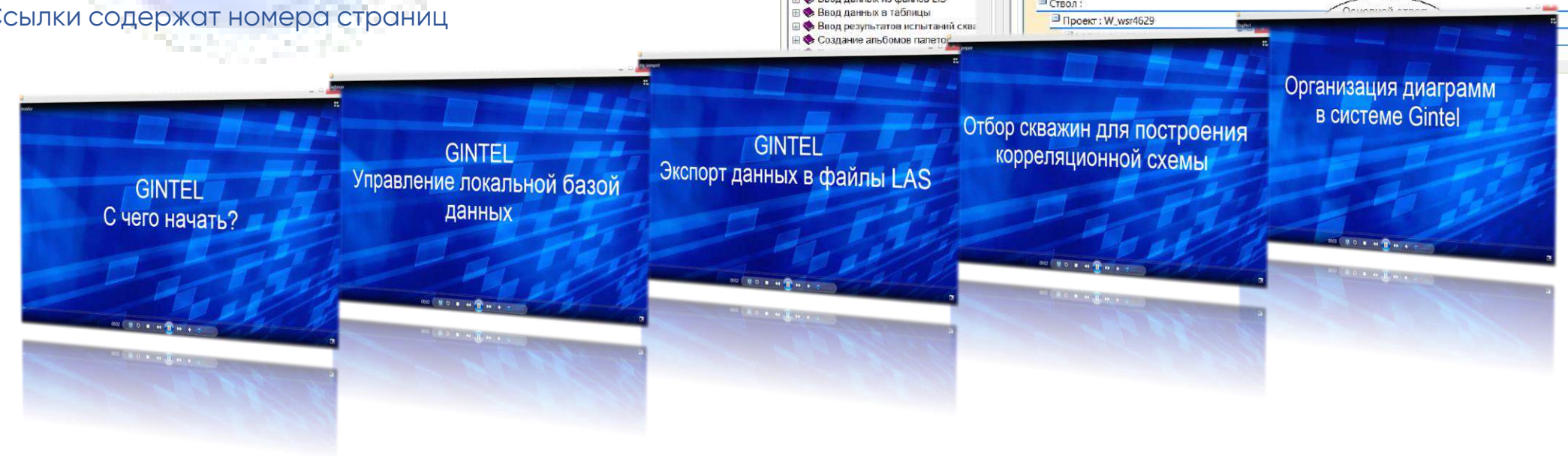
Электронная версия

- Содержит встроенную видео-документацию
- Различные форматы, в том числе EPUB для чтения на планшетах

Печатная версия

- Сформирована для двухсторонней печати
- Ссылки содержат номера страниц





Внедрение, обучение и сопровождение ПО «Gintel»

Gintel

01.

Поддержка пользователей

Техническая поддержка

Методическое сопровождение

Удаленные консультации, выезд в офис заказчика

Автоматическое обновление через интернет

02.

Цифровая трансформация геофизической службы

Оцифровка бизнес-процессов

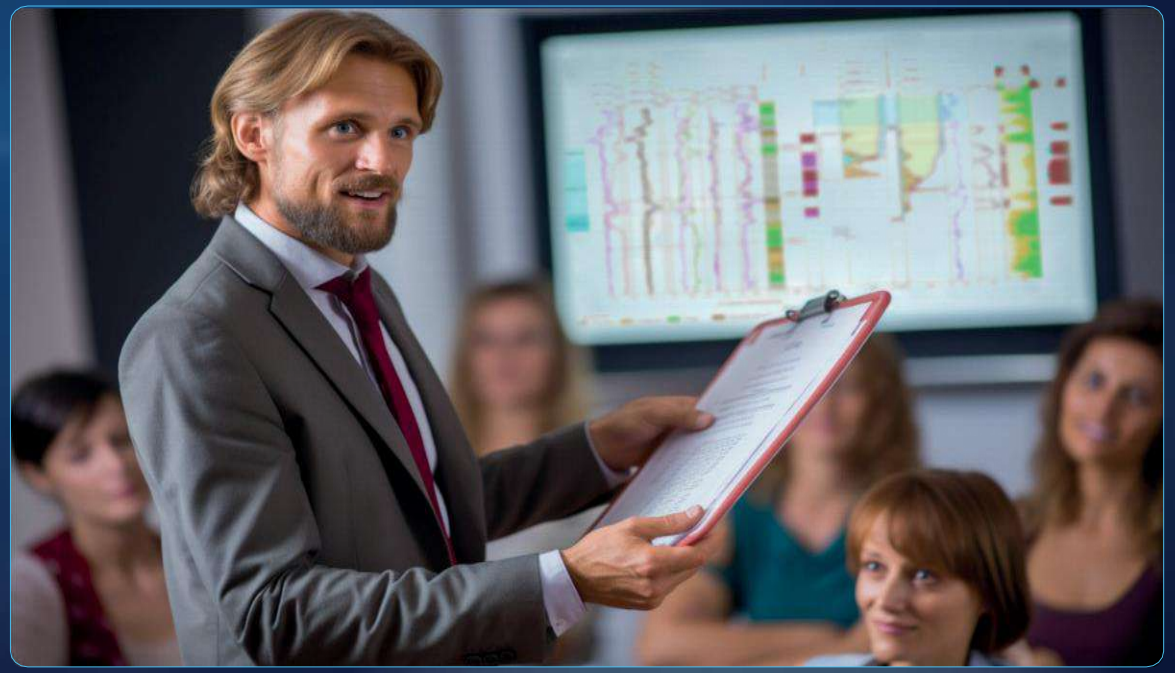
Поиск и оптимизация узких мест

03.

Обучение и повышение квалификации пользователей

- Удаленное по интернету
- Очное в офисе Заказчика
- Очное в офисе ООО «ГИФТС»

- Базовое обучение по функционалу ПО «Gintel»
- Курсы повышения квалификации:
  - по комплексной интерпретации и теоретической петрофизике
  - по теории и интерпретации специальных геофизических методов
- Обучение программированию в ПО «Gintel» на языке Python



ГИФТС
ДЕТАЛИ ВО ВСЁМ

Свяжитесь со мной для внедрения Gintel на вашем предприятии

Сергей Афанасьев
Кандидат технических наук

+7 (903) 130-55-08

asv@gintel.ru

gintel.ru

Москва, ул. Вавилова, д.5, корп. 3, оф. 409