Программный комплекс Мониторинг ГДИС

Руководство пользователя

Версия 4.1.0 от 23.08.2022

Содержание

1. Термины и сокращения 9
2. Назначение и особенности программного комплекса 10
2.1. Назначение и состав программного комплекса 10
2.2. Методы анализа гидродинамических исследований в ПО «Мониторинг ГДИС» 12
2.3. Назначение и основной функционал интегрированной базы данных 13
3. Установка и подготовка к работе ПО «МОНИТОРИНГ ГДИС» 14
3.1. Требования к техническому и программному обеспечению 14
3.2. Требования к уровню подготовки пользователя 15
3.3. Установка ПО 15
3.4. Защита ПО 16
3.4.1. USB-ключ системы защиты Guardant 16
3.4.2. Файл лицензий 17
3.5. Подключение к БД 18
3.5.1. Автономный режим 18
3.5.2. Подключение к БД в формате Postgres Pro 18
3.5.3. Подключение к БД в формате Microsoft SQL Server 20
3.5.4. Подключение к БД в формате Access 21
3.6. Загрузка исследований из прошлых версий ПО 22
3.7. Удаление ПО 22
4. Интерфейс пользователя 23
4.1. Меню МГДИС 23
4.1.1. Список последних открытых исследований 23
4.1.2. Файлы справки 24
4.1.3. Информация о программе 25
4.1.4. Выход из программы 26
4.2. Панель инструментов 26
4.3. Панель быстрого доступа 33
4.4. Строка состояния 34
4.5. Плавающие окна с графиками 34
4.6. Сброс настроек 35
4.7. Инструменты работы с графиками 37
4.8. Предпросмотр отчёта 42
4.9. Откат изменений данных 44
5. Работа с исследованием 45
5.1. Создание исследования 45
5.2. Открытие исследования 46

5.2.1. Открытие исследования из БД ... 46
5.2.2. Открытие исследования из списка последних открытых исследований ... 48
5.2.3. Открытие исследования из файла ... 48
5.2.4. Открытие модели из файла модуля "Моделирование" ... 49
5.3. Сохранение исследования ... 50
5.3.1. Сохранение в БД изменений открытого исследования ... 50
5.3.2. Сохранение в БД нового исследования ... 51
5.3.3. Сохранение в БД открытого исследования как нового ... 53
5.3.4. Сохранение исследования в файл ... 55
5.4. Закрытие исследования ... 55
6. Работа с данными ... 56
6.1. Вкладка "Информация об исследовании" ... 56
6.2. Вкладка "Исходные данные" ... 57
6.2.1. Вкладка "Скважина" ... 62
6.2.2. Вкладка "Параметры для интерпретации" ... 64
6.2.3. Вкладка "Давление (P)" ... 68
6.2.4. Вкладка "Дебиты (Q)" ... 79
6.2.5. Вкладка "Перфорация" ... 89
6.2.6. Вкладка "Инклинометрия" ... 90
6.3. Окно "PVT-свойства" ... 92
6.3.1. PVT-свойства нефтяных скважин ... 96
6.3.2. PVT-свойства нагнетательных скважин ... 101
6.3.3. PVT-свойства газовых скважин ... 101
6.3.4. Ввод состава газа ... 105
6.3.5. Ввод ОФП по методу RT ... 107
6.4. Вкладка "Интерпретация" ... 110
6.4.1. Версии интерпретации ... 111
6.4.2. Работа с разными интервалами dP(dt) при анализе нескольких КВД. Нормализация КВД ... 112
6.4.3. История работы соседних скважин ... 114
6.4.4. Быстрая генерация модельной кривой ... 117
6.4.5. Параметры модельной кривой ... 118
6.4.6. Выбор модели интерпретации ... 118
6.4.7. Многопластовые скважины ... 126
6.4.8. Параметры модели ... 127
6.4.9. Интерпретация ... 131
6.4.10. Результаты интерпретации ... 133
6.4.11. Графики ... 135

6.5. Методы определения пластового давления 140
6.5.1. Расчет пластового давления методами аппроксимации 140
6.5.2. Расчет пластового давления по методу Хорнера 145
6.5.3. Расчет пластового давления по модельной кривой давления в начальной точке истории работы скважины (метод Pi) 146
6.5.4. Расчет пластового давления методом Матбаланса 147
6.5.5. Расчет пластового давления методом псевдоустановившегося состояния PSS (Pseudo Steady State) 150
6.5.6. Расчет среднего пластового давления по кривой Pav 151
6.5.7. Сводная информация по определению пластового давления 153
6.6. Проведение дополнительных расчётов 154
6.6.1. Зависимость скин-фактора от дебита S(Q) 154
6.6.2. График зависимости S(Q) 157
6.6.3. Скин-фактор от времени S(t) 160
6.6.4. Расчет коэффициентов a и b по КВД 162
6.6.5. Расчет скин-фактора конденсатной банки 164
6.7. Ввод данных из стороннего ПО 164
6.8. Формирование отчета 166
6.8.1. Отчёт по форме МГДИС 166
6.8.2. Настройка отчёта и выбор шаблона 167
6.8.3. Отчёт по форме предприятия (краткий отчёт) 171
7. Исследования на неустановившихся режимах 172
7.1. Особенности интерпретации 172
7.1.1. Процедура интерпретации 172
7.1.2. Рекомендации по проведению интерпретации 173
7.1.3. Критерии достоверности интерпретации 173
7.1.4. Рекомендации по ускорению процесса интерпретации 174
7.2. Применение интерпретационных моделей 175
7.2.1. Модели влияния ствола скважины 176
7.2.1.1. Модели без влияния ствола и с постоянным влиянием ствола скважины 176
7.2.1.2. Модели переменного влияния ствола скважины Ramey, Fair и Hegeman 177
7.2.2. Модели скважины. 177
7.2.2.1. Модель вертикальной скважины 178
7.2.2.2. Модель скважины с неполным вскрытием 179
7.2.2.3. Модель наклонной (субгоризонтальной) скважины 180
7.2.2.4. Модель горизонтальной скважины 182
7.2.2.5. Модель скважины с трещиной бесконечной проводимости 184
7.2.2.6. Модель скважины с трещиной конечной проводимости 186

7.2.2.7. Модель скважины с трещиной однородный поток 188
7.2.2.8. Модель горизонтальной скважины с многостадийным гидроразрывом пласта (МГРП) 190
7.2.2.9. Модель горизонтальной скважины со стволами-ответвлениями (модель FishBone) 192
7.2.2.10. Модель многозабойной скважины 194
7.2.3. Применение модели пласта 196
7.2.3.1. Модель однородного бесконечного пласта 196
7.2.3.2. Модели пласта с двойной пористостью 198
7.2.3.3. Модель пласта с двойной проницаемостью 199
7.2.3.4. Модель радиально-составного (композитного) пласта 201
7.2.4. Модели внешних границ 202
7.3. Интерпретации ГДИС с учетом различных технологий исследований 203
7.3.1. КВД, КПД и КВУ фонтанных и механизированных нефтяных скважин и КПД нагнетательных скважин 203
7.3.1.1. КВД фонтанных и механизированных скважин 204
7.3.1.2. КСД фонтанных и механизированных скважин 205
7.3.1.3. КВУ механизированных нефтяных скважин 208
7.3.1.4. КПД нагнетательных скважин 209
7.3.2. Исследования КВД в процессе испытания и после ремонтов скважин 212
7.3.2.1. КВД с испытателем пластов на трубах 212
7.3.2.2. КВД со струйным аппаратом 213
7.3.2.3. КВД после свабирования 215
7.3.2.4. КВД при компрессировании 217
7.3.3. Интерпретация КВД, КСД и КПД газовых скважин 220
7.3.3.1. Особенности анализа давления в газовых скважинах 220
7.3.3.2. Интерпретация КВД и КСД 220
7.3.3.3. Интерпретация КПД (закачка газа) 224
7.3.3.4. Интерпретация серии КВД/КПД с учётом нелинейной фильтрации газа и определением зависимости скин-фактора от дебита 226
7.3.4. Особенности интерпретации КВД для многофазных потоков 232
7.3.4.1. КВД, КСД, КВУ обводненных нефтяных скважин 232
7.3.4.2. КВД газовых скважин при наличии воды в потоке 236
7.3.4.3. КВД газоконденсатных скважин 237
7.3.5. Особенности интерпретации КВД при длительном мониторинге забойного давления 240
8. Исследования на установившихся режимах 242
8.1. Интерпретация индикаторных диаграмм фонтанных и механизированных нефтяных скважин 242

8.1.1. Обработка индикаторных диаграмм при забойных давлениях выше давления насыщения 242
8.1.2. Обработка индикаторных диаграмм при наличии двухфазного потока при забойных давлениях ниже давления насыщения 243
8.2. Интерпретация индикаторных диаграмм нагнетательных скважин 245
8.2.1. Обработка индикаторных диаграмм при линейной фильтрации закачиваемого флюида 245
8.2.2. Обработка индикаторных диаграмм в скважинах с трещиной автоГРП 245
8.3. Интерпретация индикаторных диаграмм газовых скважин 246
8.3.1. Исходные данные 247
8.3.2. Данные на режимах 247
8.3.3. Данные для интерпретации 249
8.3.4. Импорт данных на режимах из истории работы 251
8.3.5. Методы интерпретации индикаторных диаграмм 252
8.3.6. Изохронный метод обработки ИД 253
8.3.7. Модифицированный изохронный метод обработки ИД 255
8.3.8. Сводная информация по методам интерпретации 256
8.3.9. Заключение о проведении и результатах ГДИ 258
8.3.10. Настройка и формирование отчета 259
9. Моделирование гидродинамических исследований 262
9.1. Моделирование на основе существующего исследования 262
9.2. Моделирование на основе нового исследования 263
10. Работа с БД исследований 264
10.1. Поиск исследований 265
10.1.1. Настройка критериев поиска исследований 265
10.1.2. Настройка колонок в списке исследований 267
10.1.3. Настройка сортировки выборки 269
10.2. Формирование информационного отчёта 270
10.3. Сравнение кривых КВД/КСД 271
10.4. Ретроспективный анализ ИД 272
10.5. Статистическая обработка ИД 273
11. Сервис 275
11.1. Создание БД 275
11.1.1. Создание базы данных Microsoft Access 275
11.1.2. Создание базы данных в формате Microsoft SQL Server или Postgres Pro 275
11.2. Настройка соединения с БД 276
11.2.1. Подключение к БД в формате Postgres pro 277
11.2.2. Подключение к БД в формате Microsoft SQL Server 278

11.2.3. Подключение к БД в формате Microsoft Access 278
11.3. Обновление БД 280
11.4. Создание резервной копии БД 282
11.5. Сжатие БД 283
11.6. Создание срезки БД 283
11.7. Загрузка срезки БД 286
11.8. Редактирование справочников 288
11.9. Ввод параметров по умолчанию 292
11.10. Выгрузка прикрепленных файлов 293
11.11. Настройки программы 294
11.12. Настройки значащих цифр и размерностей параметров 301
12. Подключаемые модули 304
13. Модуль "МГДИС-Моделирование" 307
13.1. Интерфейс пользователя 307
13.2. База данных 308
13.3. Работа с моделью 308
13.3.1. Ввод исходных данных 308
13.3.2. Ввод истории работы скважин 311
13.3.3. Генерация модели 313
13.3.4. Генерация серии модельных кривых 314
13.4. Настройка и формирование отчёта 315
14. Модуль "МГДИС-Гидропрослушивание" 316
14.1. Интерфейс пользователя 317
14.2. База данных 317
14.3. Операции с исследованиями 317
14.4. Работа с данными 317
14.4.1. Вкладка "Информация об исследовании" 317
14.4.2. Вкладка "Исходные данные" 318
14.4.3. Окно "PVT-свойства" 319
14.4.4. Вкладка "Данные измерений" 319
14.4.5. Вкладка "Интерпретация" 328
14.4.6. Окно "Показатели разработки скважин" 333
14.4.7. Окно "Координаты пластопересечений скважин" 334
14.4.8. Окно "Карта участка месторождения" 336
14.4.9. Настройка и формирование отчёта 341
15. Модуль "МГДИС-Плотность флюидов" 342
15.1. Интерфейс пользователя 342
15.2. База данных 343

15.3. Операции с исследованиями 343
15.4. Работа с данными 343
15.4.1. Вкладка "Исходные данные" 343
15.4.2. Вкладка "Данные измерений" 343
15.4.3. Вкладка "Статика" 344
15.4.4. Вкладка "Динамика" 348
15.4.5. Настройка и формирование отчёта 349
15.4.6. Редактирование справочников 349
16. Модуль "МГДИС-Узловой анализ" 350
16.1. Назначение модуля 350
16.2. Функциональные возможности модуля и порядок расчетов 351
17. Конвертер БД ГДИС 356

1. Термины и сокращения

БД – база данных

ВИП – верх интервала перфорации

ВНК – водонефтяной контакт

ВСС – влияние ствола скважины

ГВК – газоводяной контакт

ГДИ, ГДИС – гидродинамические исследования скважин

ГРП – гидравлический разрыв пласта

ЗП – затрубное пространство

ИД – индикаторная диаграмма

ИП – интервал перфорации

ИПТ – испытатель пластов на трубах

КВД – кривая восстановления давления

КВУ – кривая восстановления уровня

КИД – кривая изменения давления

КПД – кривая падения давления

КСД – кривая стабилизации давления

МГДИС – Мониторинг ГДИС

МГРП – многостадийный гидроразрыв пласта

НКТ – насосно-компрессорные трубы

НР – нелинейная регрессия

ОФП – относительные фазовые проницаемости

ПК – программный комплекс

ПО – программное обеспечение

ПК МГДИС – программный комплекс "Мониторинг ГДИС"

СУБД – система управления базами данных

ТБП – модель трещины бесконечной проводимости

ТКП – модель трещины конечной проводимости

ТОП – модель трещины с однородным потоком по длине

ТМС – термоманометрическая система

ФЕС – фильтрационные свойства пласта

2. Назначение и особенности программного комплекса

2.1. Назначение и состав программного комплекса

Многофункциональный программный комплекс "Мониторинг ГДИС" является пакетом профессиональных программ для анализа данных гидродинамических исследований (далее – ГДИ) и специальных исследований скважин нефтяных, газовых и нефтегазоконденсатных месторождений и подземных хранилищ газа, моделирования исследований, прогноза дебитов и добычи, расчета оптимальных режимов работы скважин.

Многофункциональный программный комплекс "Мониторинг ГДИС" (далее – ПК МГДИС) включает основную (базовую) программу "Мониторинг ГДИС" (далее – ПО МГДИС) и отдельные специальные функциональные программы (модули) с самостоятельным функционалом, интерфейсом, справочниками и другими опциями.

Состав программного комплекса и назначение отдельных модулей:

- **ПО "Мониторинг ГДИС"** – основная (базовая) программа для интерпретации и моделирования гидродинамических исследований на неустановившихся режимах с регистрацией кривых восстановления, стабилизации и падения давления (КВД, КСД, КПД) и на установившихся режимах с регистрацией индикаторных диаграмм (ИД) фонтанных и механизированных добывающих нефтяных скважин, нагнетательных скважин, газовых скважин нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений и подземных хранилищ газа. Функционал включает сохранение исходных данных и результатов в единичных XML-файлах, генерацию и вывод отчетов, формирование интегрированной базы данных для всех видов гидродинамических и специальных исследований, обрабатываемых базовой программой и подключаемыми модулями, входящими в программный комплекс.
- **Модуль "МГДИС-Моделирование"** – подключаемый к основной программе функциональный модуль, предназначенный для многовариантного моделирования гидродинамических исследований на неустановившихся и установившихся режимах, прогноза дебитов скважин и добычи. Модуль имеет функции сохранения исходных данных и результатов моделирования в единичные XML-файлы, генерации и вывода отчетов, сохранения исходных данных и результатов в интегрированную БД основной программы. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется "Моделирование".
- **Модуль "МГДИС-Гидропрослушивание"** – подключаемый к основной программе функциональный модуль, предназначенный для моделирования и интерпретации исследований методом гидропрослушивания пласта. Модуль имеет функции сохранения исходных данных и результатов в единичных XML-файлах, генерации

и вывода отчетов, сохранения исходных данных и результатов в интегрированную БД основной программы. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется "Мониторинг ГДП".

- **Модуль "МГДИС-Плотность флюидов"** – подключаемый к основной программе функциональный модуль, предназначенный для расчета плотности флюидов по стволу работающих и остановленных скважин, определения отметки раздела фаз, относительной плотности газа и гидравлических сопротивлений λ при движении потока флюида в лифтовых трубах. Модуль имеет функции сохранения исходных данных и результатов в единичные XML-файлы, генерации и вывода отчетов, сохранения исходных данных и результатов в интегрированную БД основной программы. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется "Расчёт плотности флюидов".
- **Модуль "МГДИС-Узловой анализ"** – функциональный модуль, являющийся неотъемлемой частью основной программы **"Мониторинг ГДИС"** (метод IPR/VLP в окне "Интерпретация"), предназначенный для проведения узлового анализа в системе "пласт-скважина" для определения рабочего (оптимального) режима работы скважины путем построения совместной кривой зависимости дебита от давления на отметке ствола (устье лифтовых труб) (кривой IPR) и кривой потерь давления на заданных отметках ствола скважины (кривой VLP), обычно на устье, пересечение которых указывает на рабочий (оптимальный) режим работы скважины.

Программный комплекс "Мониторинг ГДИС" предназначен для сервисных организаций по проведению и интерпретации ГДИ, подразделений по испытанию и исследованию скважин, проектированию и моделированию разработки месторождений нефтяных и газовых компаний и добывающих предприятий, а также соответствующих подразделений научно-исследовательских институтов и инжиниринговых организаций нефтегазового профиля, предприятий по подземному хранению газа.

ПК МГДИС может использоваться в учебной, учебно-исследовательской и научной работе высших учебных заведений нефтегазового профиля, а также университетов, осуществляющих подготовку специалистов по нефтепромысловой геологии, разработке нефтяных и газовых месторождений, подземному хранению газа.

В зависимости от видов проводимых Заказчиком исследований, ПК МГДИС может поставляться в составе ПО "Мониторинг ГДИС" с любым набором функциональный модулей (в том числе вообще без модулей).

2.2. Методы анализа гидродинамических исследований в ПО «Мониторинг ГДИС»

Как было сказано выше, ПО "Мониторинг ГДИС" предоставляет возможность проводить широкий спектр гидродинамических и специальных исследований скважин нефтяных, газовых и нефтегазоконденсатных месторождений и подземных хранилищ газа.

Методы анализа ГДИ на неустановившихся режимах включают следующие:

- построение диагностического графика (производной давления Bourdet);
- нелинейную регрессию;
- банк аналитических интерпретационных моделей влияния ствола скважины, моделей скважины, моделей пласта, моделей внешних границ;
- учет сложной истории работы скважины;
- учет особенностей строения и неоднородности пластов – однородный пласт, пласты с двойной пористостью и двойной проницаемостью, радиально-композитный пласт;
- учет различных конструкций скважин – вертикальная, наклонная, горизонтальная; горизонтальная с множественными стволами (Fishbone), многозабойная;
- учет разных способов интенсификации притока – гидроразрыв пласта (ГРП), многостадийный гидроразрыв пласта (МГРП).

Методы анализа ГДИ на установившихся режимах включают следующие:

- методы интерпретации ИД нефтяных и нагнетательных скважин, включая нагнетательные скважины с трещинами автоГРП;
- пять методов интерпретации ИД газовых скважин, а также специальные методы – изохронный и модифицированный изохронный.

Все известные аналитические методы определения пластового давления:

- методы матбаланса и псевдоустановившегося состояния;
- метод Хорнера;
- метод начальной точки модельной кривой давления к началу истории работы скважины (метод Pi);
- методы аппроксимации кривой давления и модельной кривой давления при недовосстановленных КВД, предложенные разработчиком ПО МГДИС.

Встроенные корреляции PVT-свойств (вязкость, плотность, сжимаемость и др.) позволяют проводить моделирование и интерпретацию ГДИ с учетом различных типов и композиций пластовых флюидов (нефть, газ, вода, конденсат), изменения давления и температуры, фазовых состояний в пласте и стволе скважины.

Также ПО МГДИС имеет дополнительные возможности для обработки ГДИС с учетом технологии исследования. К таким возможностям относятся:

- Пересчет уровней жидкости и затрубного давления в давление на интервал перфорации при исследованиях методом КВУ с учетом распределения плотности флюидов в стволе скважины и инклинометрии;
- Пересчет измеренного давления с использованием ТМС или глубинного электронного манометра на различные отметки перфорации и уровень ВНК/ГВК с учетом инклинометрии и плотности флюидов в стволе скважины;
- Контроль герметичности клапана-отсекателя в НКТ по графику послепритока;
- Автоматический расчет дебитов перед КВД по данным давления при исследованиях со свабом и испытателем пластов;
- Пересчет давления с устья или глубины замера на интервал перфорации (ИП) с учетом конструкции и глубины спуска лифтовых труб выше и ниже перфорации, инклинометрии, свойств газа, наличия в продукции воды, в том числе с возможностью определения коэффициента гидравлического сопротивления по данным одновременных замеров давления устьевым и глубинным манометрами.

2.3. Назначение и основной функционал интегрированной базы данных

Интегрированная база данных – уникальный инструмент ПО «Мониторинг ГДИС», позволяющий сохранять практически неограниченный массив обработанных исследований на неустановившихся и установившихся режимах, а также результаты обработки гидродинамических и специальных исследований в модулях программного комплекса.

Для формирования базы данных применяются СУБД Postgres Pro, Microsoft Access, Microsoft SQL Server.

Функционал работы с базой данных включает широкий набор опций: справочники месторождений, пластов, номеров кустов и номеров скважин, методов ГДИ и др.; выбор исследований по набору признаков для создания срезок базы данных, загрузки подготовленных для интерпретации исследований с целью их дальнейшей обработки, повторной интерпретации или визуализации результатов; формирование табличных отчетов по группе исследований и др.

3. Установка и подготовка к работе ПО «МОНИТОРИНГ ГДИС»

3.1. Требования к техническому и программному обеспечению

Для использования программы рабочее место пользователя должно удовлетворять следующим минимальным аппаратным требованиям:

- *Процессор:* Intel Core 2 Duo 2 ГГц (или аналогичный по мощности процессор AMD);
- *Оперативная память*: 1024 МБ;
- *Место на жестком диске*: 500 Мб;
- *Разрешение экрана:* не ниже 1024x768.

Для запуска программы на персональном компьютере пользователя должно быть установлено следующее ПО:

- Операционная система Windows (XP или выше);
- Драйвер USB-ключа Guardant (см. раздел **3.4.1. USB-ключ системы защиты Guardant).**

Для обеспечения работы с БД должно быть установлено следующее ПО:

Для работы с сетевой БД Postgres Pro (основной вариант)

- на компьютере пользователя – драйвер PostgreSQL ODBC x86;
- в сети пользователя – сервер с СУБД Postgres Pro .

Для работы с сетевой БД Microsoft SQL Server (альтернативный вариант)

- на компьютере пользователя – Microsoft SQL Server Native Client x86 (2005 или более поздняя версия);
- в сети пользователя – сервер баз данных с СУБД Microsoft SQL Server (2005 или более поздняя версия).

Для работы с локальной БД Microsoft Access

- на компьютере пользователя – драйвер ядра Microsoft Access x86 (2010 или более поздняя версия), либо пакет Microsoft Office x86 (2010 или более поздняя версия), включающий ПО Access.

Для обеспечения дополнительной функциональности МГДИС должно быть (при необходимости) установлено следующее программное обеспечение:

- Для просмотра документации о ПО из интерфейса МГДИС и сформированных отчетов в формате PDF: любая программа просмотра PDF-файлов (например, Movavi PDF Reader или Acrobat Reader);
- Для просмотра сформированных отчетов в формате Office Open XML: любая офисная программа с поддержкой Office Open XML (например, AlterOffice, First PDF или Microsoft Office).

ПРИМЕЧАНИЕ: При установке ПО на компьютер с ОС Windows x64 необходимо, чтобы драйвера для соединения с БД были версии x86, 32-bit (актуально для любого типа используемой СУБД). Драйвер ядра Microsoft Access 2010 доступен для скачивания на сайте ***www.microsoft.com*** *по* ***ссылке****. Драйвер MySQL Connector/ODBC доступен на сайте* ***www.mysql.com*** *по* ***ссылке****.*

3.2. Требования к уровню подготовки пользователя

Для успешного использования ПК МГДИС пользователь должен обладать навыками работы в операционной системе Windows, а также иметь практический опыт и знания в области ГДИС.

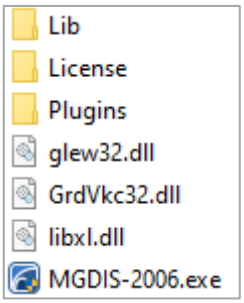
3.3. Установка ПО

Установка ПО осуществляется путем копирования всех файлов программы с носителя (компакт-диск, flash-накопитель и др.) в специально созданную для этого директорию. Обычно ПО включает в себя следующие папки и файлы:

- Папка **Database** – папка с файлами баз данных в формате MS Access;
- Папка **Drivers Guardant** – папка с файлами драйверов USB-ключа;
- Папка **Documents** или **Help** – папка с файлами справки и инструкциями;
- Папка **Lib** – папка со специальными файлами, являющимися частью программного комплекса и работа без которых будет невозможна;
- Папка **License** – папка с файлами лицензий;
- Папка **Plugins** – папка с файлами функциональных модулей, подключаемых вручную;
- Файлы **glew32.dll**, **libxl.dll** – библиотеки, обеспечивающие работу с дополнительной функциональностью;
- Файл **GrdVkc32.dll** – системный файл защиты ключа USB;
- Файл **M-GDIS_XXXX.exe** – исполняемый файл базовой программы ПК МГДИС (XXXX – версия ПО);

- Архив **Конвертер_БД_МГДИС.rar** – архив с файлами конвертера обновления БД прошлых версий ПО МГДИС до текущей версии.

Файлы **M-GDIS_XXXX.exe**, **glew32.dll**, **libxl.dll** и **GrdVkc32.dll** должны обязательно находиться в одном каталоге:



3.4. Защита ПО

ПО имеет двойной уровень защиты – USB-ключ системы защиты Guardant и файл лицензий.

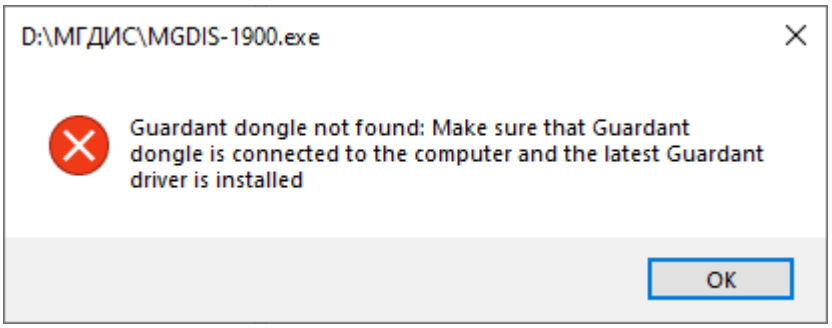
3.4.1. USB-ключ системы защиты Guardant

USB-ключ системы защиты Guardant защищает исполняемый файл программы от несанкционированного копирования. Без USB-ключа запуск исполняемого файла ПО МГДИС невозможен.

Для работы с USB-ключом необходимо предварительно установить драйвер ключа, который входят в состав ПО и находится в директории **Drivers Guardant**. Для установки драйвера необходимо запустить файл **Setup.exe** и следовать подсказкам инсталлятора.

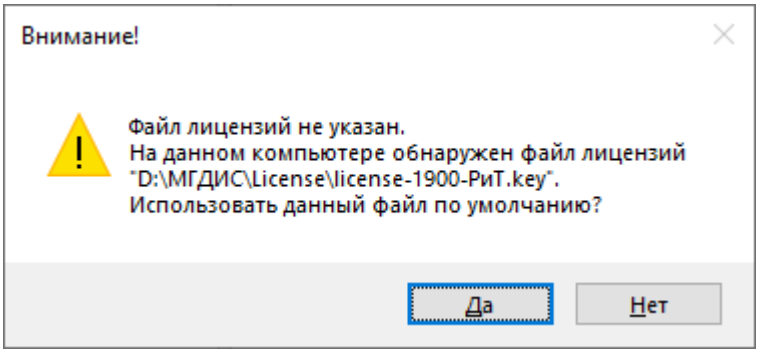
ПРИМЕЧАНИЕ: Драйверы Guardant доступны для скачивания на сайте ***www.guardant.ru*** *по адресу* ***http://www.guardant.ru/support/download/drivers/****.*

При отсутствии USB-ключа или выходе его из строя, а также при неправильной установке драйверов, при попытке запуска исполняемого файла **M-GDIS_XXXX.exe** появляется следующее сообщение:

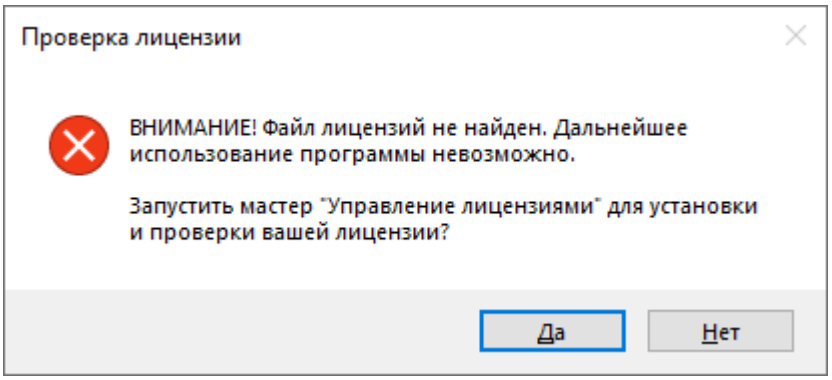


3.4.2. Файл лицензий

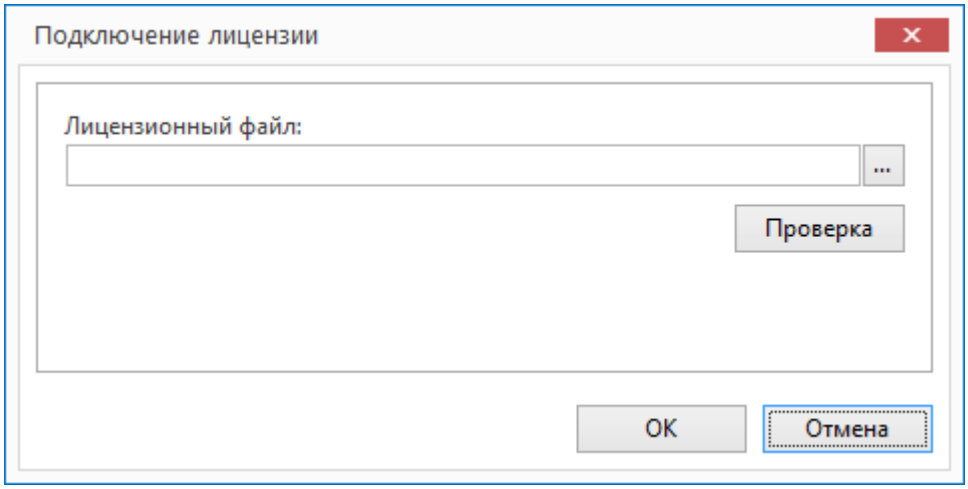
При первом запуске ПО МГДИС программа проверяет наличие файла лицензии в каталоге по умолчанию (папка **License**). В случае обнаружения файла лицензии на экране появится следующее сообщение:



В случае нажатия кнопки **Да** программа пропишет путь к файлу лицензии в системный реестр и при следующих запусках проверка лицензии будет осуществляться по данному пути. В случае нажатия кнопки **Нет** или отсутствия файла лицензии в каталоге по умолчанию на экране появится следующее сообщение:



Для подключения файла лицензии необходимо нажать на кнопку **Да** и в открывшемся окне **Подключения лицензии** указать путь к действующему файлу лицензии:



Для проверки лицензии можно нажать кнопку **Проверка**. При этом программа проверит файл лицензий и выдаст сообщение с результатом проверки.

Для завершения работы окна **Подключения лицензии** необходимо нажать кнопку **ОК**. При этом программа пропишет путь к файлу лицензии в системный реестр и при следующих запусках проверка лицензии будет осуществляться по данному пути.

3.5. Подключение к БД

Программа может работать в следующих режимах подключения к БД:

- без подключения к БД (автономный режим, включен по умолчанию);
- с подключением к сетевой БД Postgres Pro (рекомендуемый режим);
- с подключением к сетевой БД Microsoft SQL Server (альтернативный режим);
- с подключением к локальной БД Microsoft Access (альтернативный режим).

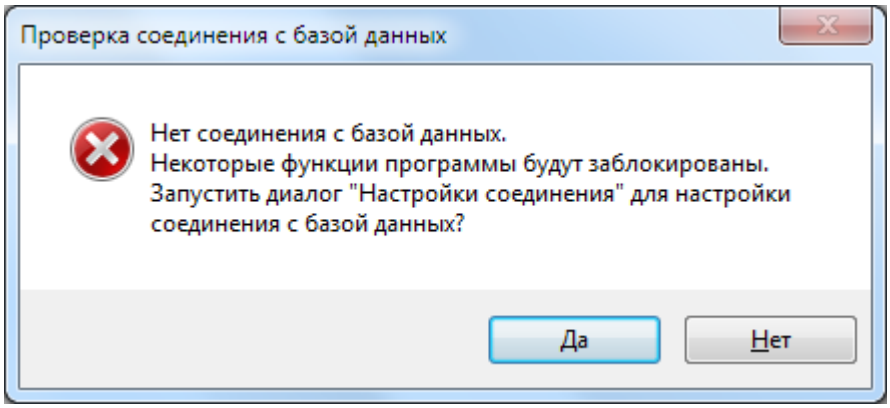
3.5.1. Автономный режим

В автономном режиме некоторые функции программы, связанные с БД (открытие исследований из БД, сохранение исследований в БД, поиск исследований, редактор справочников и др.), будут недоступны. Однако основные функции ПО, такие как создание исследования, ввод данных, интерпретация, подготовка и печать отчёта, сохранение исследования в XML-файл, остаются доступными.

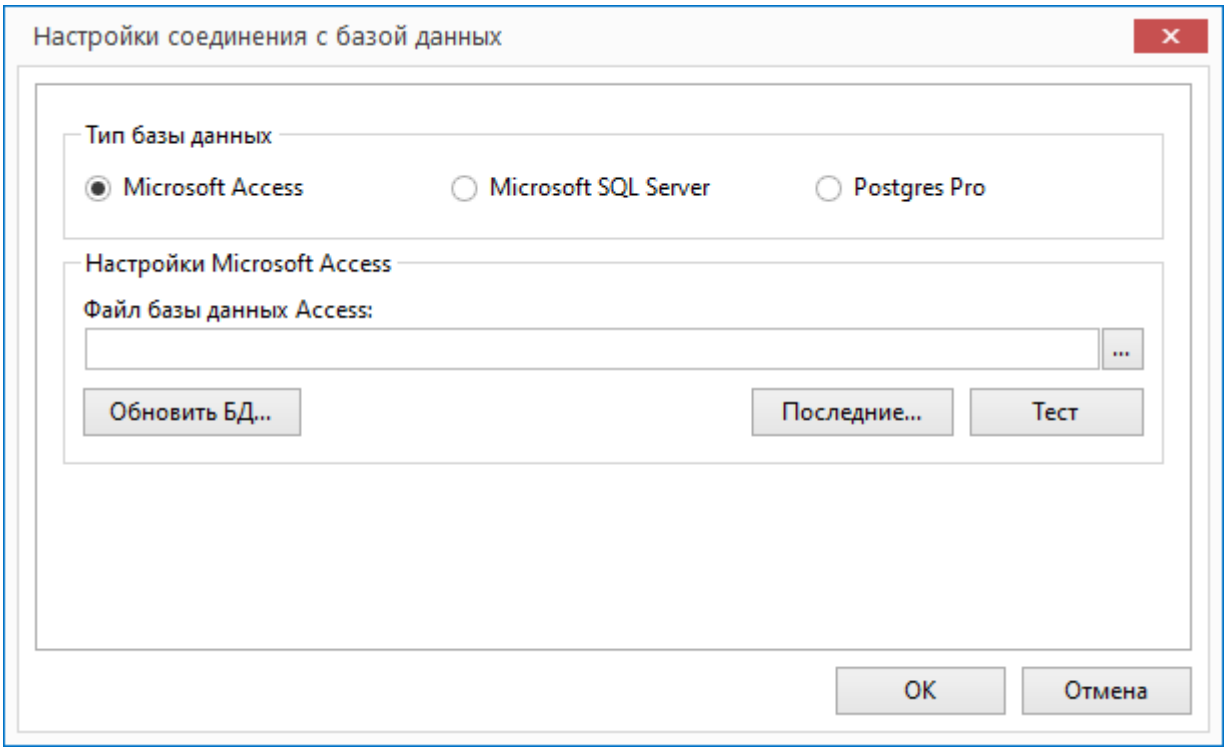
3.5.2. Подключение к БД в формате Postgres Pro

ПО МГДИС поддерживает подключение к сетевой БД Postgres Pro, развернутой на сервере баз данных с установленной СУБД Postgres Pro.

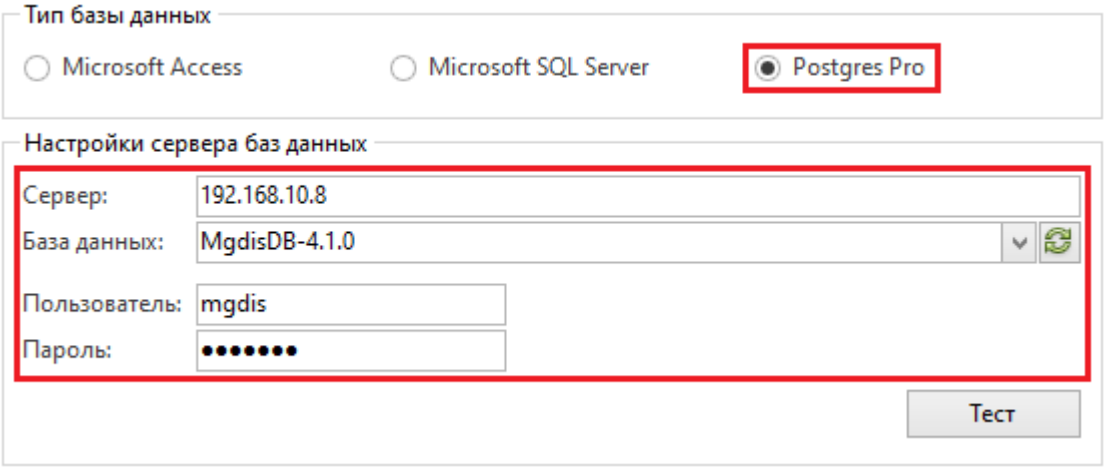
При первом запуске ПО МГДИС после проверки лицензии программа сообщит об отсутствии соединения с БД появление следующего сообщения:



Для настройки соединения необходимо нажать на кнопку **Да**. При этом откроется диалог **Настройки соединения с базой данных**:



В диалоге **Настройки соединения с базой данных** в группе **Тип базы данных** необходимо указать тип **Postgres Pro**, а в группе **Настройки сервера баз данных** ввести параметры подключения к серверу БД и нажать кнопку **OK**. Для БД Postgres Pro обязательно требуется указать имя пользователя и пароль:

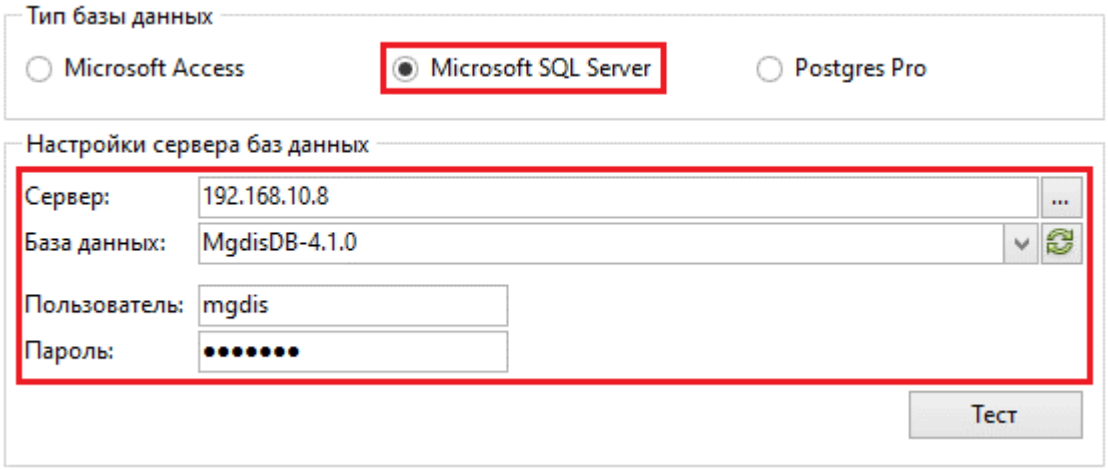


Для установки соединения с сервером БД по введенным параметрам необходимо в диалоге нажать на кнопку **OK**. Проверка соединения осуществляется нажатием на кнопку **Тест**. После нажатия **OK** диалог закроется, программа осуществит подключение к указанной БД и пропишет путь к серверу БД в системный реестр. Таким образом, при следующем запуске программа считает указанный путь к серверу БД из системного реестра и автоматически осуществит с ним соединение.

3.5.3. Подключение к БД в формате Microsoft SQL Server

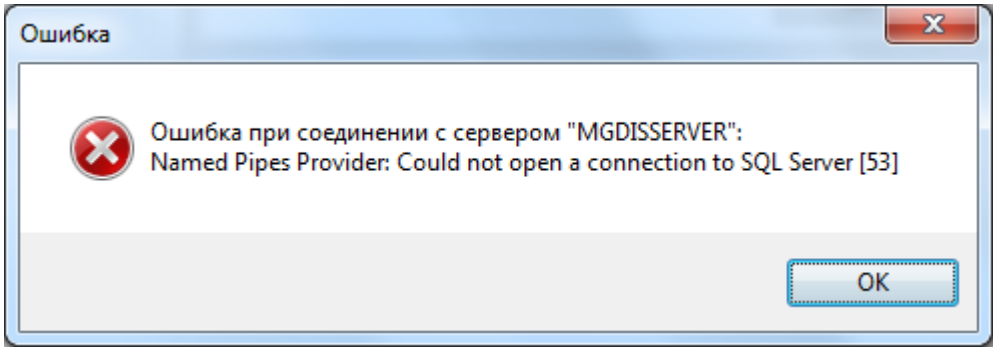
ПО МГДИС поддерживает подключение к сетевой БД Microsoft SQL Server, развернутой на сервере баз данных с установленной СУБД Microsoft SQL Server.

Для настройки необходимо открыть диалог **Настройки соединения с базой данных** и выбрать типа БД **Microsoft SQL Server**. При этом состав полей в диалоге изменится:



В поле **Сервер** необходимо ввести имя сетевого сервера или выбрать локальный сервер с помощью кнопки ...

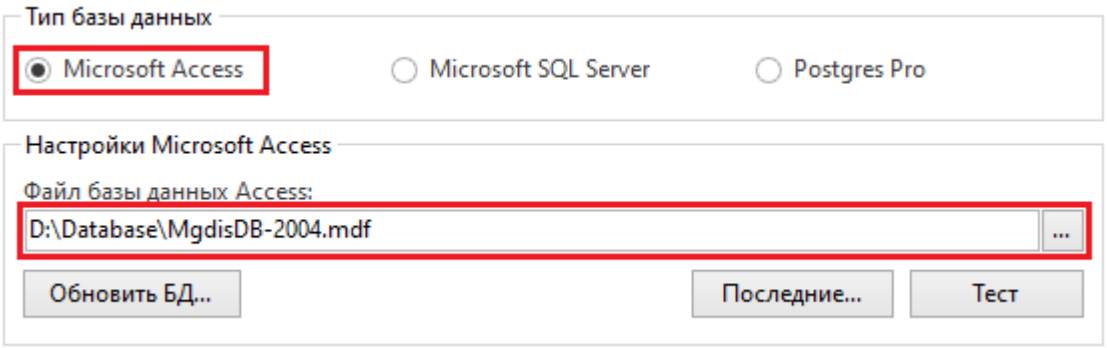
После ввода имени сервера для обновления списка баз данных, развернутых на указанном сервере, необходимо нажать на кнопку . При этом если доступ к указанному серверу отсутствует, на экране появится аналогичное сообщение:



Если доступ к указанному серверу установлен, поле **База данных** обновится. В данное поле необходимо ввести имя базы данных или выбрать его их списка.

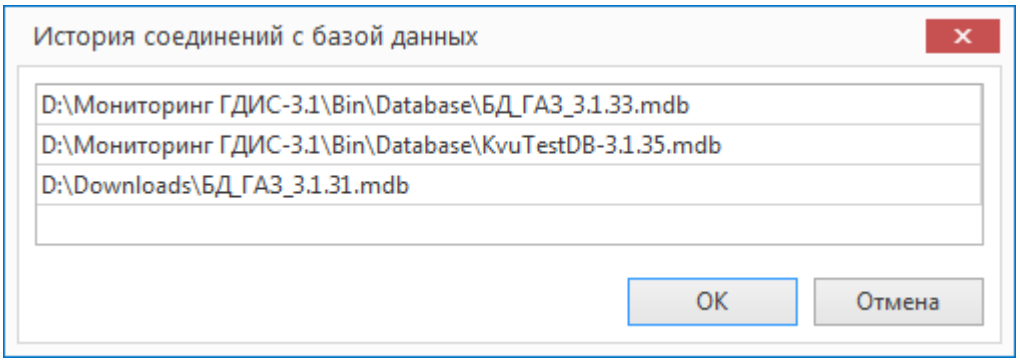
3.5.4. Подключение к БД в формате Access

В случае выбора в диалоге **Настройки соединения с базой данных** типа БД **Microsoft Access** необходимо ввести в соответствующее поле или выбрать с помощью кнопки ... путь к файлу БД Access:



В диалоге **Настройки соединения с базой данных** в группе **Тип базы данных** необходимо указать тип **Microsoft Access**, в группе **Настройки Microsoft Access** в поле **Файл базы данных Access** указать путь к файлу БД и нажать кнопку **OK**.

Для просмотра списка последних подключенных файлов БД Access необходимо нажать на кнопку **Последние**. При этом откроется диалог **История соединений с БД**:

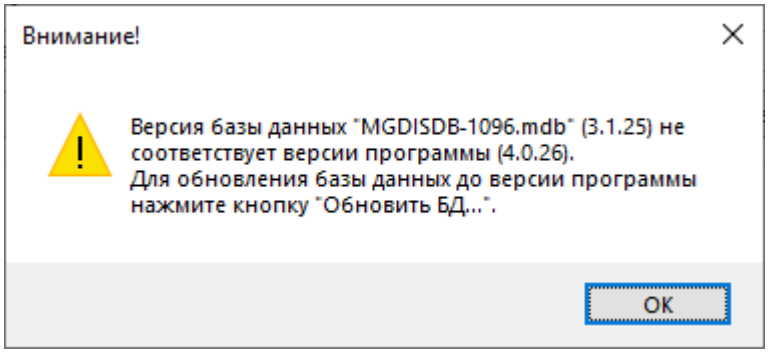


Для проверки файла БД можно нажать кнопку **Тест**. При этом программа проверит файл БД и выдаст сообщение с результатом проверки.

После успешной проверки файла БД для выхода из диалога **Настройки соединения с базой данных** необходимо нажать кнопку **OK**. При этом программа пропишет путь к файлу БД в системный реестр и при следующих запусках проверка соединения с БД будет осуществляться по данному пути.

Более подробно диалог **Настройки соединения** описан в разделе 11.2. Настройка соединения с БД.

В случае, если указанный файл БД имеет более старую версию, чем текущая версия программы, то после тестирования или в момент выхода из данного диалога, на экране появится следующее сообщение:



Более подробно процесс обновления БД описан в разделе 11.3.Обновление БД

3.6. Загрузка исследований из прошлых версий ПО

Для тех пользователей ПО МГДИС, которые уже работали в предыдущих версиях программы и хотят сохранить существующую базу данных или архив XML-файлов с исследованиями, встает вопрос загрузки или конвертирования XML-файлов или баз данных из прошлых в текущую версию.

Для конвертирования баз данных в формате Access из прошлых в текущую версию необходимо воспользоваться конвертером БД, входящим в состав поставки ПО МГДИС текущей версии. Работа конвертера описана в разделе 17. Конвертер БД ГДИС.

Для конвертирования баз данных в формате Microsoft SQL Server в текущую версию необходимо в прошлой версии ПО подключиться к БД в формате Microsoft SQL Server, создать срезку БД с выборкой всех исследований и всех данных из старой БД, а затем воспользоваться конвертером БД для конвертирования созданного файла срезки БД в файл БД текущей версии.

ПО МГДИС версии 3.1 и выше не поддерживает открытие XML-файлов прошлых версий, однако есть возможность загрузить такие файлы. Для этого необходимо в прошлой версии ПО создать пустую БД с подключением к ней, открыть и сохранить в данную БД все необходимые XML-файлы, а затем воспользоваться конвертером БД для конвертирования созданный файл БД в файл БД текущей версии.

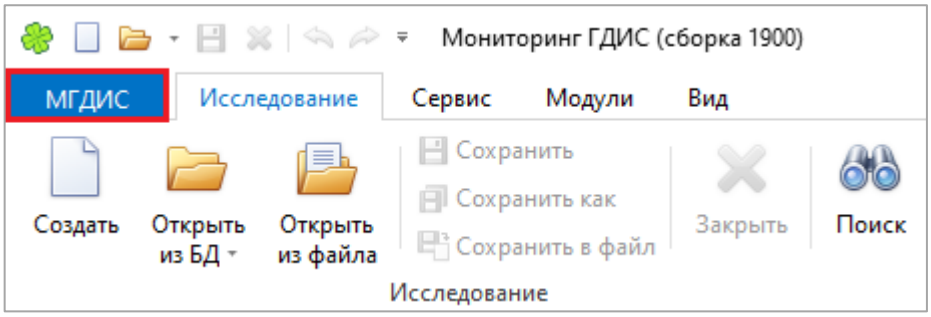
3.7. Удаление ПО

Удаление программы осуществляется путем ручного удаления всех файлов программы из директории программы, включая удаление самой директории.

4. Интерфейс пользователя

4.1. Меню МГДИС

Меню **МГДИС** вызывается нажатием кнопки **МГДИС**, расположенной в левой области панели инструментов программы:

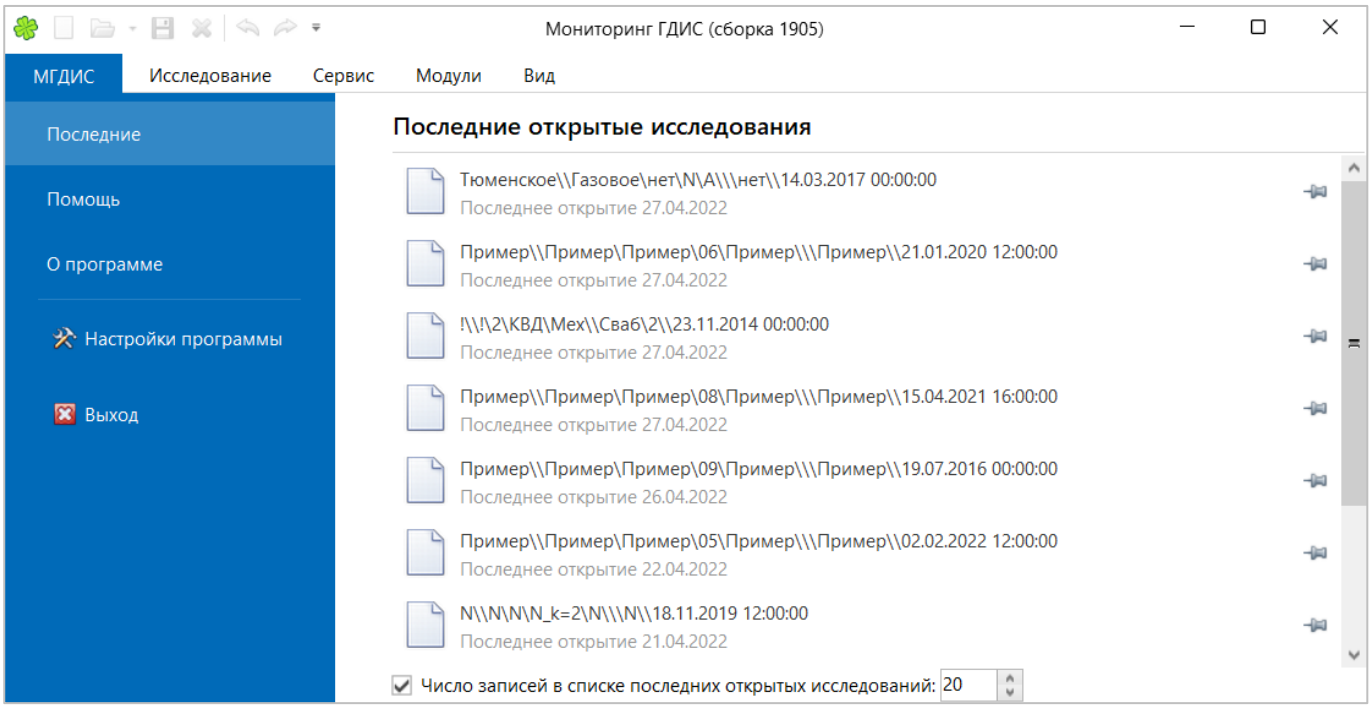


В меню **МГДИС** находятся следующие разделы:

- **Последние** – список последних открытых исследований;
- **Помощь** – список файлов справки;
- **О программе** – информация о программе.

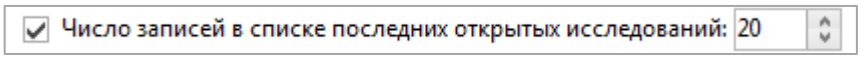
4.1.1. Список последних открытых исследований

В списке последних открытых исследований отображаются названия исследований, открытые последними из БД в предыдущие сеансы работы:



В списке исследования выводятся в порядке убывания даты открытия.

По умолчанию количество исследований в списке равно 20, но это значение можно изменить. Для этого необходимо ввести соответствующее значение в специальное поле, находящееся внизу списка:

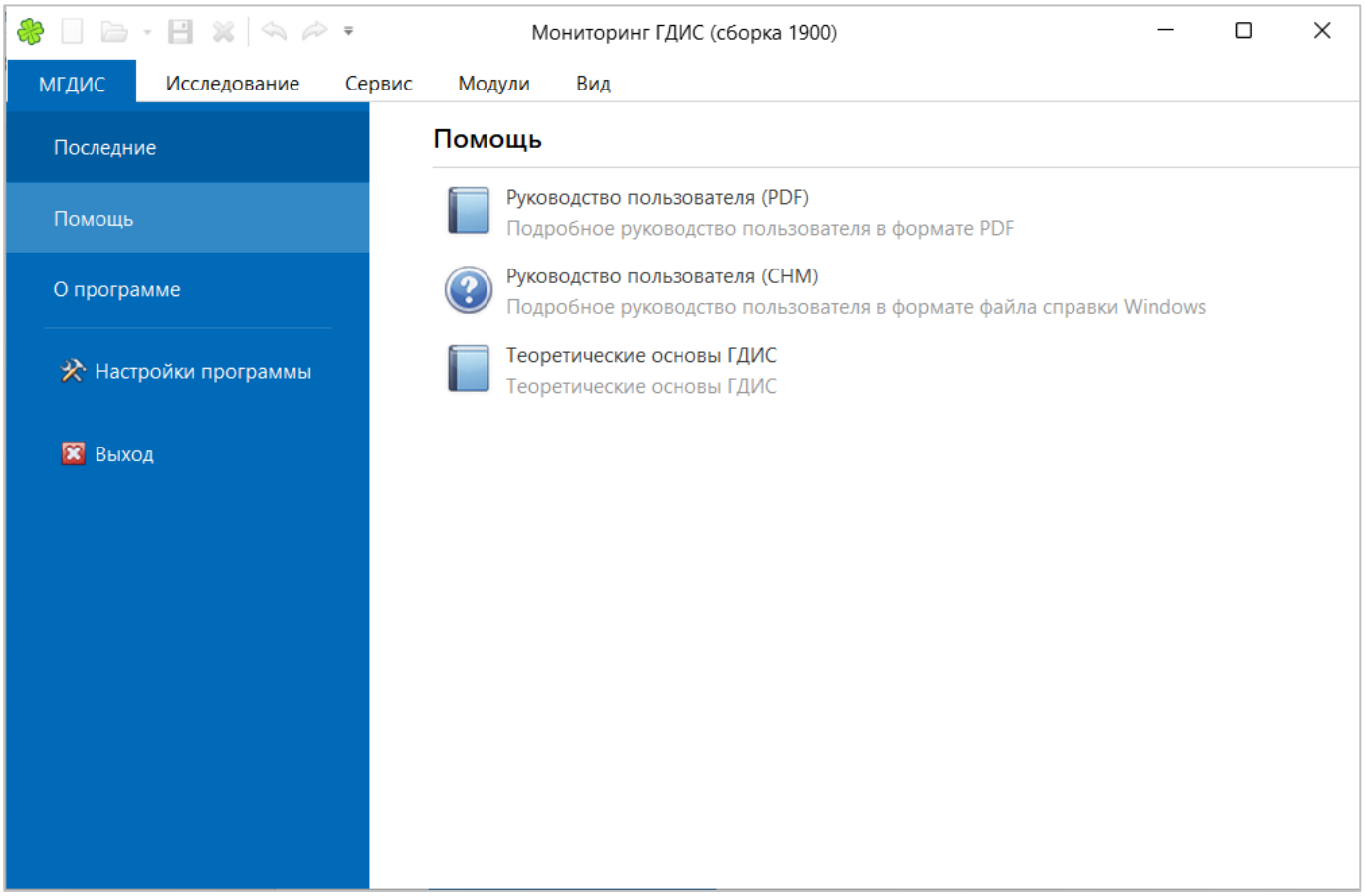


Исследования, с которыми приходится часто работать, можно прикрепить к началу списка. Для прикрепления/открепления исследования необходимо нажать на булавку справа от исследования. Прикрепленные исследования всегда выводятся в начале списка последних открытых исследований.

4.1.2. Файлы справки

В разделе **Помощь** выводится список документов, доступных для открытия из программы:

- Руководство пользователя (в формате PDF);
- Руководство пользователя (в формате файла справки Windows);
- Теоретические основы ГДИС (в формате PDF).

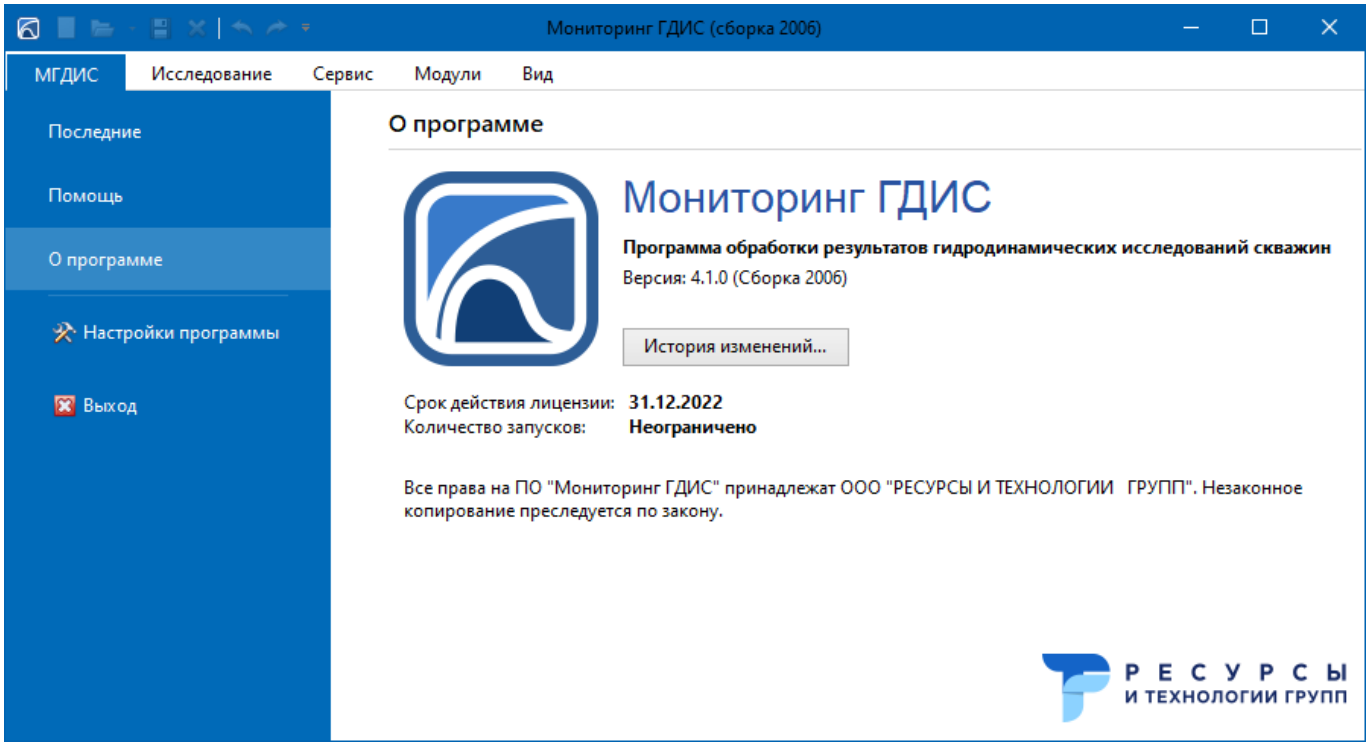


Для открытия любого файла из списка необходимо кликнуть по соответствующему файлу левой мышкой.

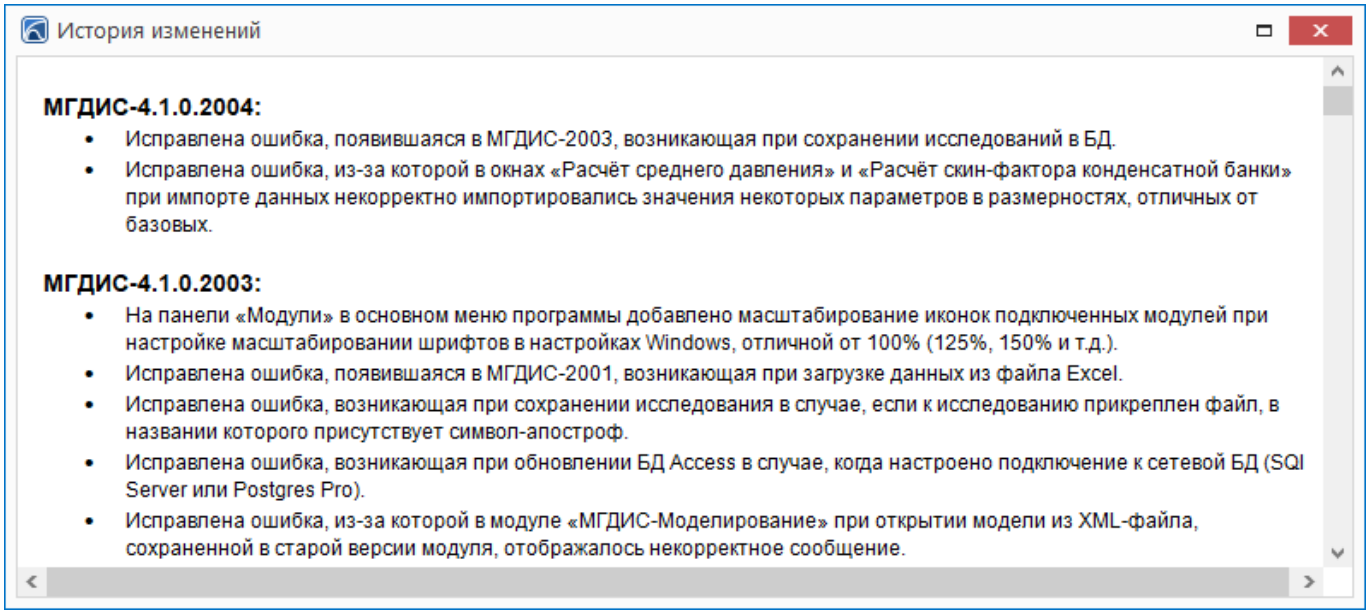
Пути к файлам документации настраиваются в диалоге **Настройки программы** (см. раздел [11.11. Настройки программы](#)).

4.1.3. Информация о программе

В разделе **Информация о программе** отображается основная информация о программе (название, описание, версия), а также информация о сроке действия лицензии и количестве запусков.



Здесь же можно просмотреть историю изменений, которые вносились по мере развития программы.



4.1.4. Выход из программы

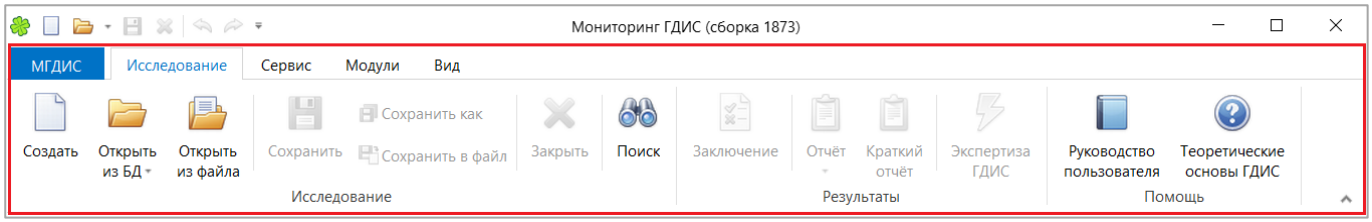
Также в меню **МГДИС** находятся 2 кнопки: **Настройки программы** и **Выход**.

При нажатии на кнопку **Настройки программы** откроется соответствующий диалог, который подробно описан в разделе 11.11. Настройки программы.

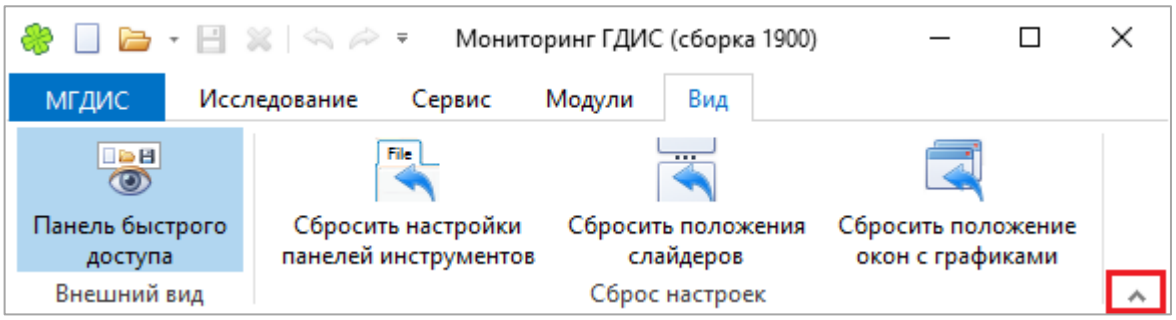
При нажатии на кнопку **Выход** произойдет выход из программы. Если в момент выхода будет открыто исследование, в котором были произведены какие-либо изменения, программа предложит сохранить изменения перед закрытием исследования и выходом из программы.

4.2. Панель инструментов

Панель инструментов представляет собой ленту с вкладками, на которых находятся кнопки. Панель располагается в верхней части главного окна программы, сразу под заголовком окна:

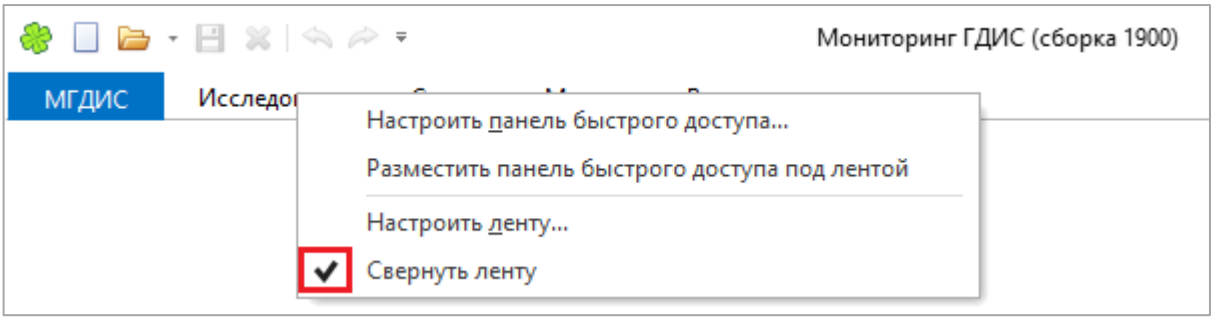


Панель инструментов можно свернуть. Для этого необходимо нажать на кнопку скрытия, расположенную в правой области панели:

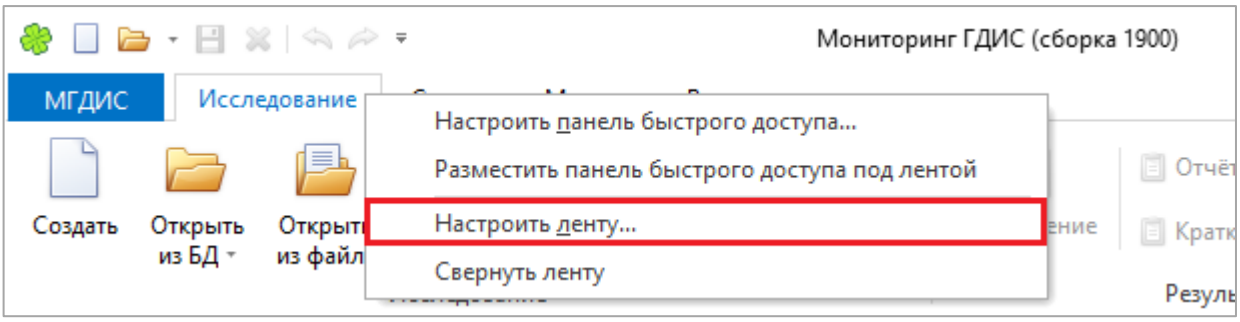


В свернутом состоянии, если нажать на любую вкладку на панели инструментов, панель развернется автоматически, и свернется автоматически при нажатии на любую кнопку панели.

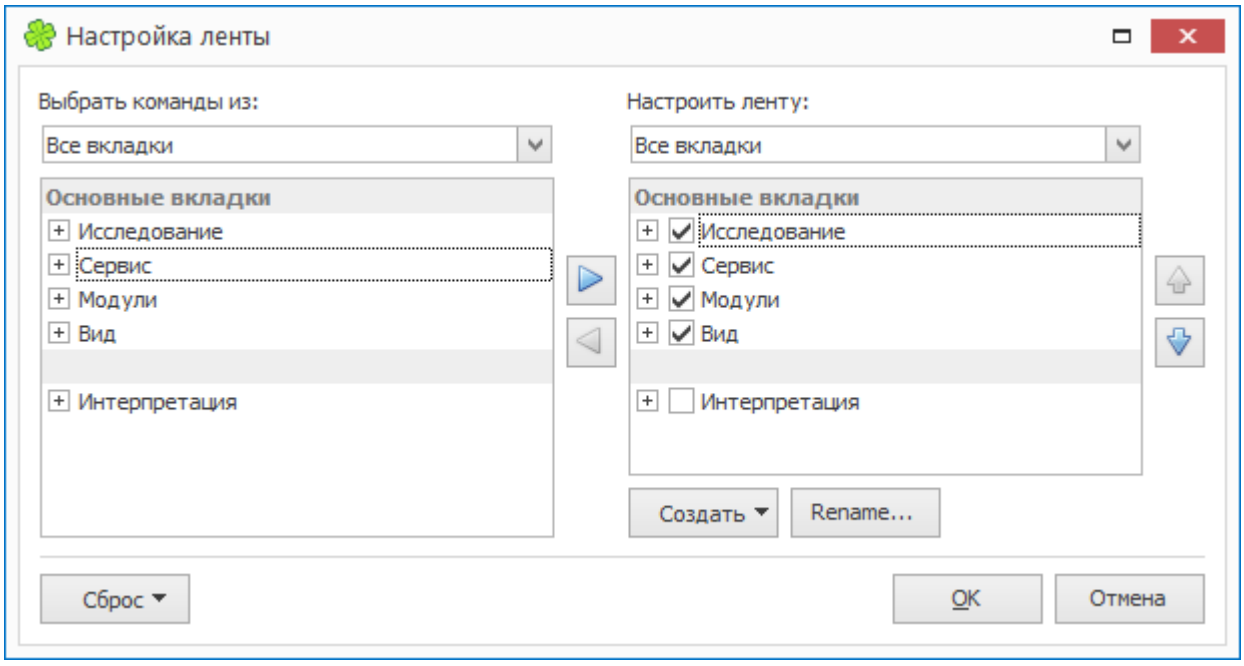
Для прикрепления панели (разворачивания) необходимо сделать двойной щелчок мышкой на название любой вкладки на панели, или же, кликнув правой клавишей мышки в области панели, в появившемся всплывающем меню снять галочку напротив команды **Свернуть ленту**:



Панель инструментов можно настроить. Для этого необходимо кликнуть правой клавишей мышки в области панели и в появившемся всплывающем меню выбрать команду **Настроить ленту**:



При этом появится диалог **Настройка ленты**:



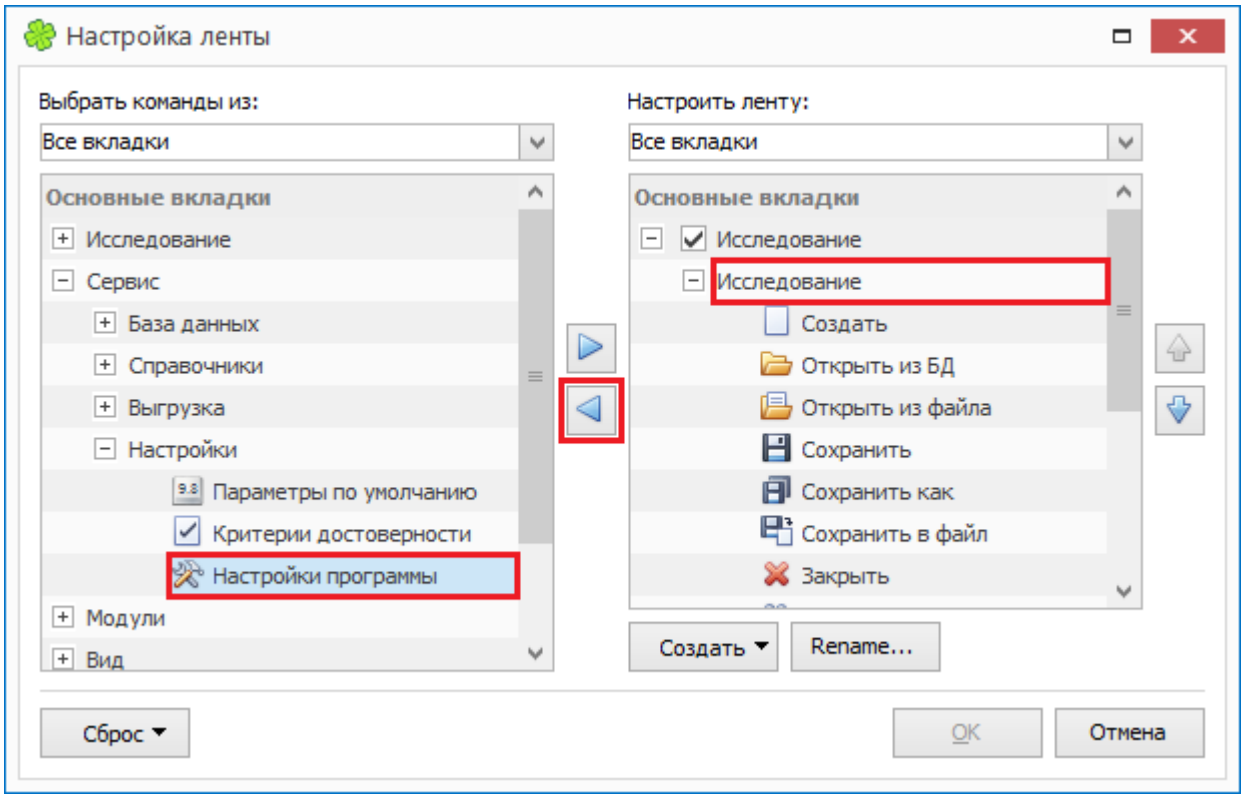
В диалоге **Настройка ленты** можно настроить **Ленту** (панель инструментов) так, как удобно пользователю. При этом все настройки сохранятся в системный реестр и восстановятся при следующем сеансе работы программы.

В диалоге **Настройка ленты** можно осуществлять следующие операции:

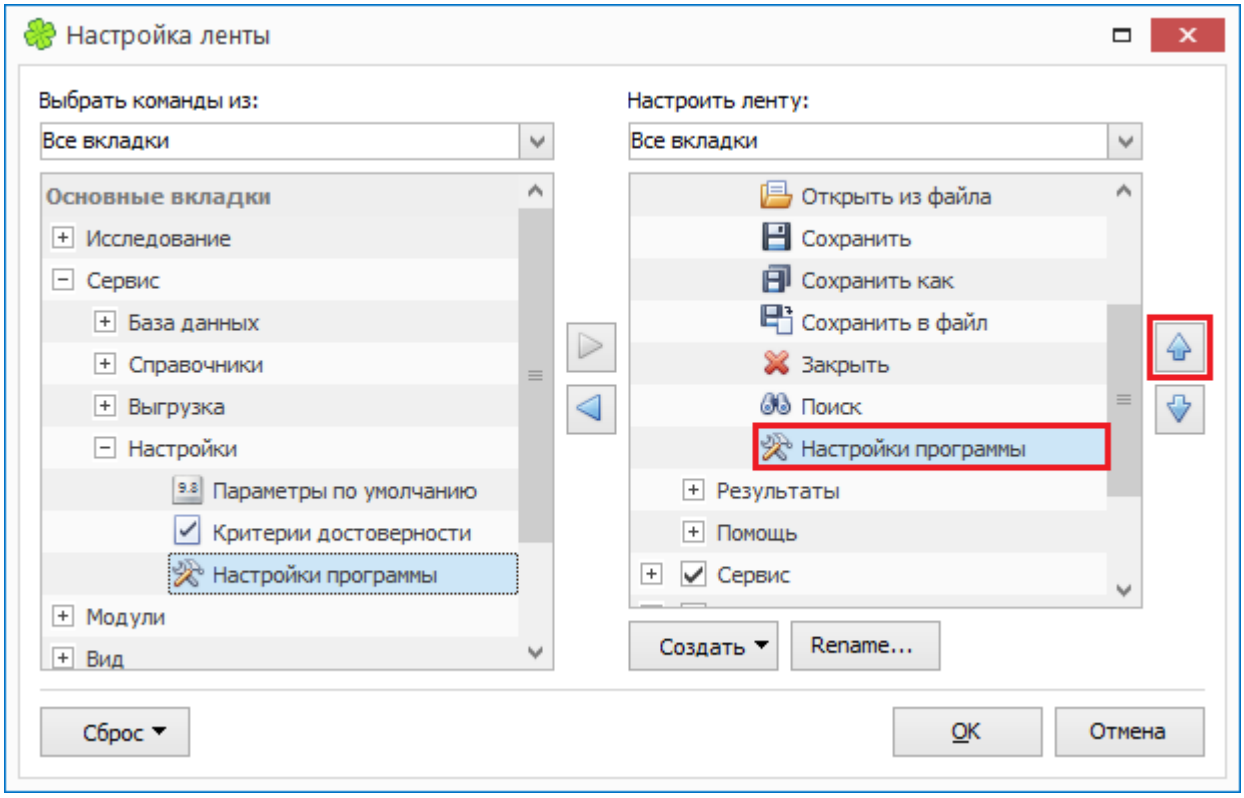
- перемещение кнопок между вкладками панели;
- дублирование кнопок;

- удаление кнопок с вкладок панели;
- создание новых вкладок и групп на вкладках;
- переименование вкладок, групп и кнопок панели;
- сброс изменений на вкладках до установок по умолчанию.

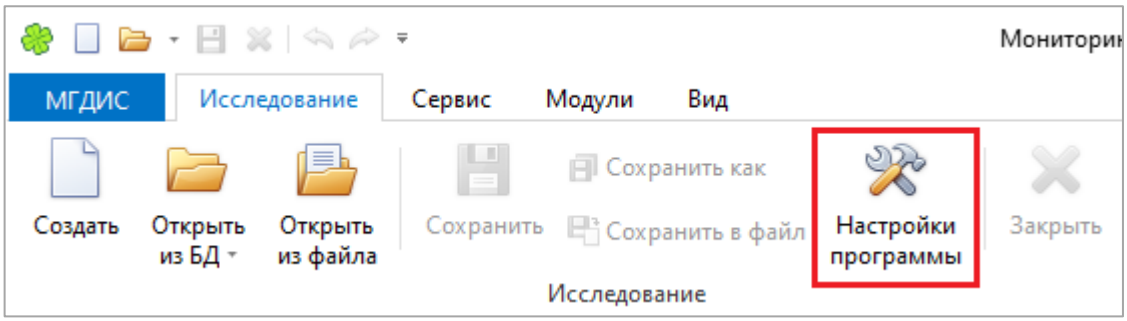
Например, для создания дубликата кнопки **Настройки программы** и размещения ее на вкладке **Исследование**, необходимо в левом списке развернуть вкладку **Сервис | Настройки**, выбрать кнопку **Настройки программы**, в правом списке развернуть вкладку **Исследование | Исследование** и нажать кнопку :



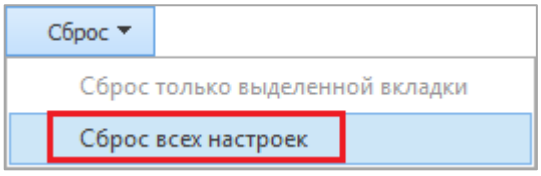
При этом перенесенную кнопку **Настройки программы** можно перенести внутри группы **Исследование**. Для этого необходимо в правом списке в группе **Исследование** выбрать кнопку **Настройки программы** и нажатием кнопки установить кнопку на нужную позицию (внутри группы **Исследование**):



После закрытия диалога **Настройка ленты** кнопкой **ОК** на панели инструментов на вкладке **Исследование**, в группе кнопок **Исследование** появится кнопка **Настройки программы**:



Сбросить все произведенные изменения можно в диалоге **Настройка ленты**. Для этого необходимо нажать на кнопку **Сброс**, находящуюся внизу диалога, во всплывающем меню выбрать команду **Сброс всех настроек**, и после этого выйти из диалога **Настройка ленты** нажатием кнопки **ОК**:



Также сбросить все произведенные изменения можно нажатием кнопки **Сбросить настройки панелей инструментов**, находящуюся на вкладке **Вид** панели инструментов.

Большинству кнопок на панели инструментов присвоены горячие клавиши. Посмотреть горячую клавишу для кнопки панели инструментов можно путем наведения

курсора мышки на кнопку, в результате чего через одну секунду появляется всплывающая подсказка, в которой в скобках указана назначенная данной кнопке горячая клавиша:

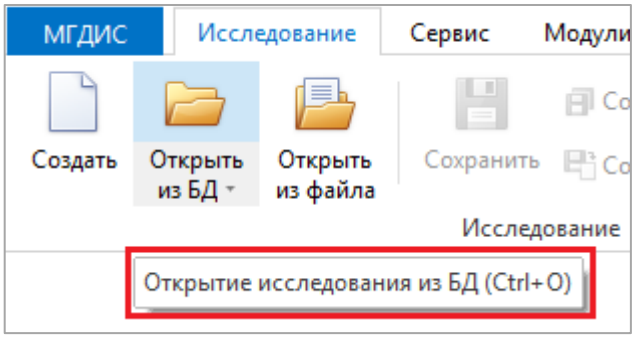


Таблица 1. Кнопки и горячие клавиши панели инструментов

Кнопка	Клавиша	Название	Описание
Вкладка "Исследование"			
	Ctrl+N	Создать	Создание нового исследования
	Ctrl+O	Открыть из БД	Открытие исследования из БД
	Ctrl+Shift+O	Открыть из файла	Открытие исследования из файла
	Ctrl+S	Сохранить	Сохранение исследования
	ALT+S	Сохранить как	Сохранение исследования как нового
	Ctrl+Shift+S	Сохранить в файл	Сохранение исследования в файл
	Ctrl+F4	Закрыть	Закрытие исследования
	Ctrl+F	Поиск	Поиск исследований
	Ctrl+T	Заключение	Заключение о проведении и результатах ГДИ
	Ctrl+R	Отчёт	Создание отчёта по форме МГДИС
	Ctrl+Shift+R	Настроить отчёт	Настройка отчёта
	Alt+R	Краткий отчёт	Создание отчёта по форме предприятия
	F1	Руководство пользователя	Открытие руководства пользователя в отдельном окне
	F2	Теоретические основы ГДИС	Открытие теоретических основ ГДИС в отдельном окне
Вкладка "Сервис"			
		Создать БД	Создание базы данных
		Настройка соединения	Настройки соединения
		Обновить БД	Обновление базы данных
		Создать резервную копию БД	Создание резервной копии базы данных
		Сжать БД	Сжатие файла базы данных
		Создать срезку БД	Создание срезки базы данных
		Загрузить срезку БД	Загрузка срезки базы данных
	Ctrl+D	Редактор справочников	Редактирование справочников

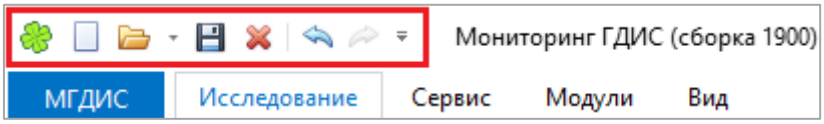
Продолжение таблицы 1. Кнопки и горячие клавиши панели инструментов

Кнопка	Клавиша	Название	Описание
	Ctrl+U	Выгрузить файлы	Выгрузка файлов, прикрепленных к исследованиям
	Ctrl+H	Параметры по умолчанию	Настройка значений параметров для интерпретации по умолчанию
	Ctrl+Shift+C	Критерии достоверности	Настройка критериев достоверности результатов ИД газовых скважин
	Ctrl+P	Настройки программы	Настройка параметров программы
Вкладка "Модули"			
	Ctrl+M	Менеджер модулей	Подключение/отключение модулей
Вкладка "Вид"			
		Панель быстрого доступа	Показать/скрыть панель быстрого доступа
		Сбросить настройки панелей инструментов	Сброс настроек панели инструментов до установок по умолчанию
		Сбросить положения слайдеров	Сброс настроек положения разделителей экранов до установок по умолчанию
		Сбросить положение окон с графиками	Сброс положения окон с графиками до установок по умолчанию
Вкладка "Интерпретация"			
	Ctrl+1	Определение пластового давления	Определение пластового давления и коэффициента продуктивности
	Ctrl+2	Расчёт среднего давления	Расчёт среднего давления по заданных исходным данным
		Сводная инф. по давлению	Отображение сводной информации по определению давления различными методами
	Ctrl+3	График зависимости S(Q)	Построение графика зависимости S(Q) для нескольких версий интерпретации
	Ctrl+4	Расчёт коэффициентов a и b	Расчёт коэффициентов a и b по заданных исходным данным
	Ctrl+5	Расчёт скин-фактора конденсатной банки	Расчёт скин-фактора конденсатной банки по заданных исходным данным
	Ctrl+6	Результаты из стороннего ПО	Ввод данных параметров модели и результатов интерпретации из стороннего ПО

Вкладка **Интерпретация** панели инструментов отображается только в том случае, когда открыто исследование любым методом, кроме ИД, и активирована вкладка **Интерпретация**.

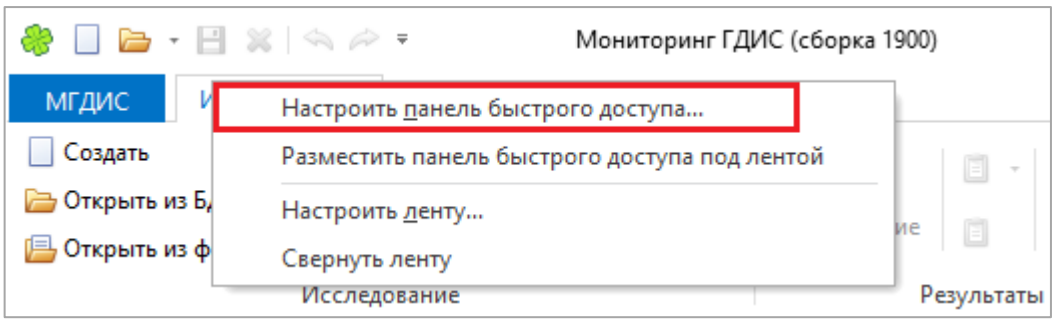
4.3. Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа представляет собой группу кнопок, располагающуюся в левой части заголовка главного окна программы:

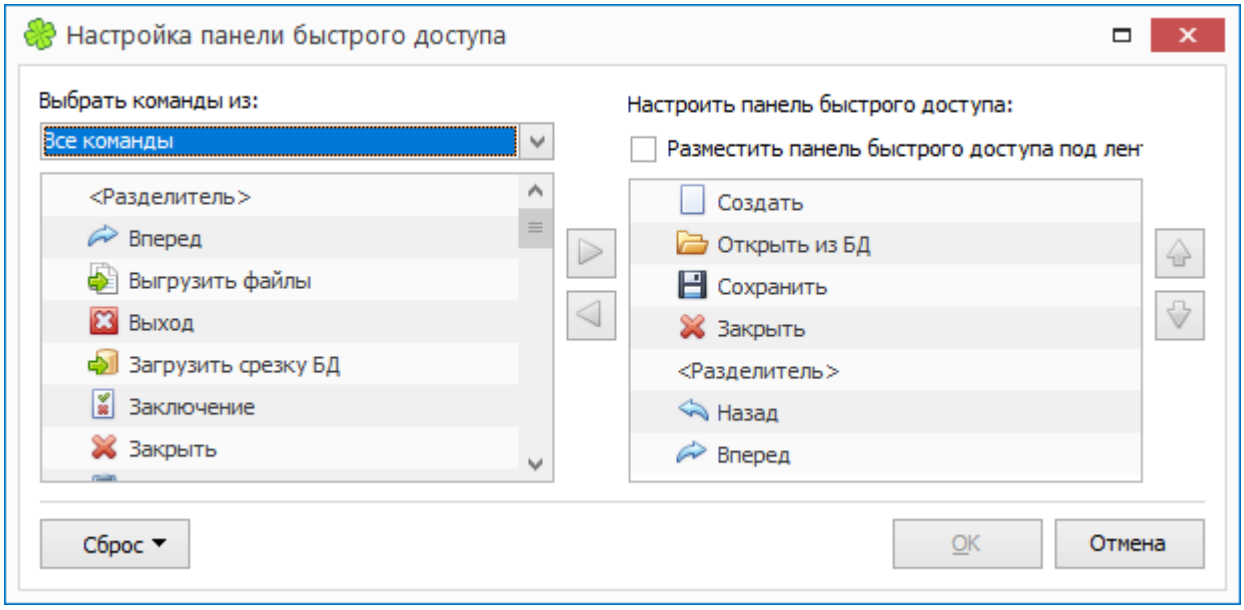


Панель быстрого доступа предназначена для быстрого доступа к часто используемым кнопкам панели инструментов.

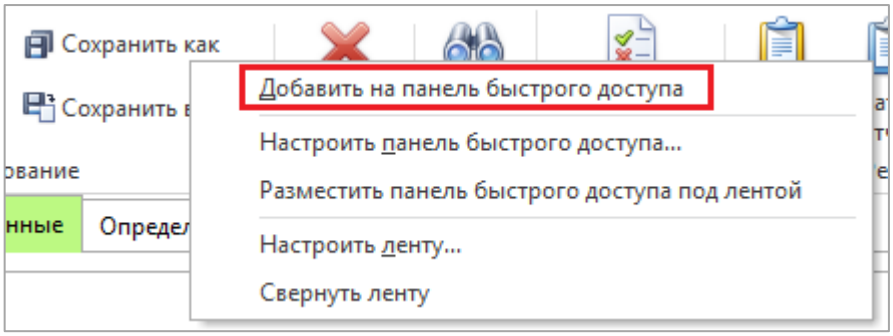
Для настройки панели быстрого доступа необходимо кликнуть правой клавишей мышки в области панели инструментов и в появившемся всплывающем меню выбрать команду **Настроить панель быстрого доступа:**



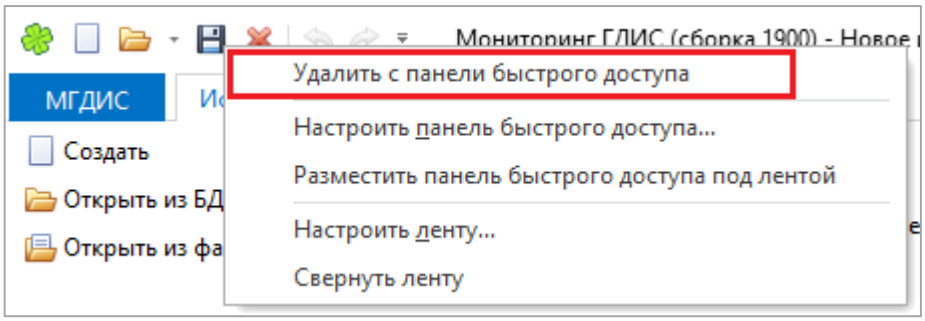
Диалог **Настройка панели быстрого доступа** аналогичен диалогу **Настройка ленты:**



Также для быстрого добавления любой кнопки на панель быстрого доступа кликнуть правой клавишей мышки на выбранную кнопку и в появившемся всплывающем меню выбрать команду **Добавить на панель быстрого доступа**:



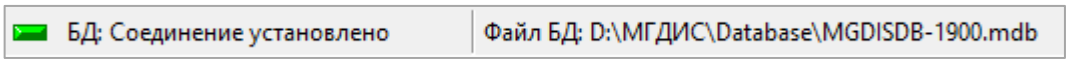
Для быстрого удаления кнопки с панели нужно кликнуть правой клавишей мышки на выбранную кнопку на панели быстрого доступа и в появившемся всплывающем меню выбрать команду **Удалить с панели быстрого доступа**:



Панель быстрого доступа можно скрыть. Для этого нужно отжать кнопку **Панель быстрого доступа,** находящуюся на вкладке **Вид** панели инструментов.

4.4. Строка состояния

Строка состояния отображается в основном окне программы в случае включения соответствующей опции в настройках программы (см. раздел 11.11. Настройки программы).



В строке состояния отображается текущее состояние подключения к БД и путь к подключенной БД.

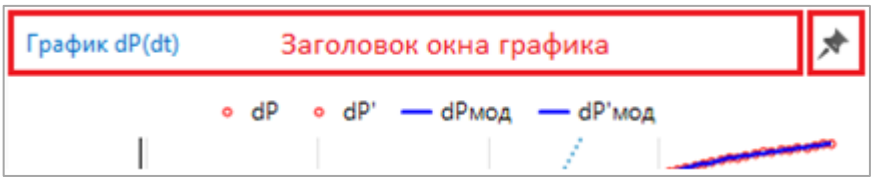
В случае отсутствия соединения с БД в строке состояния будет отображаться соответствующий статус:

4.5. Плавающие окна с графиками

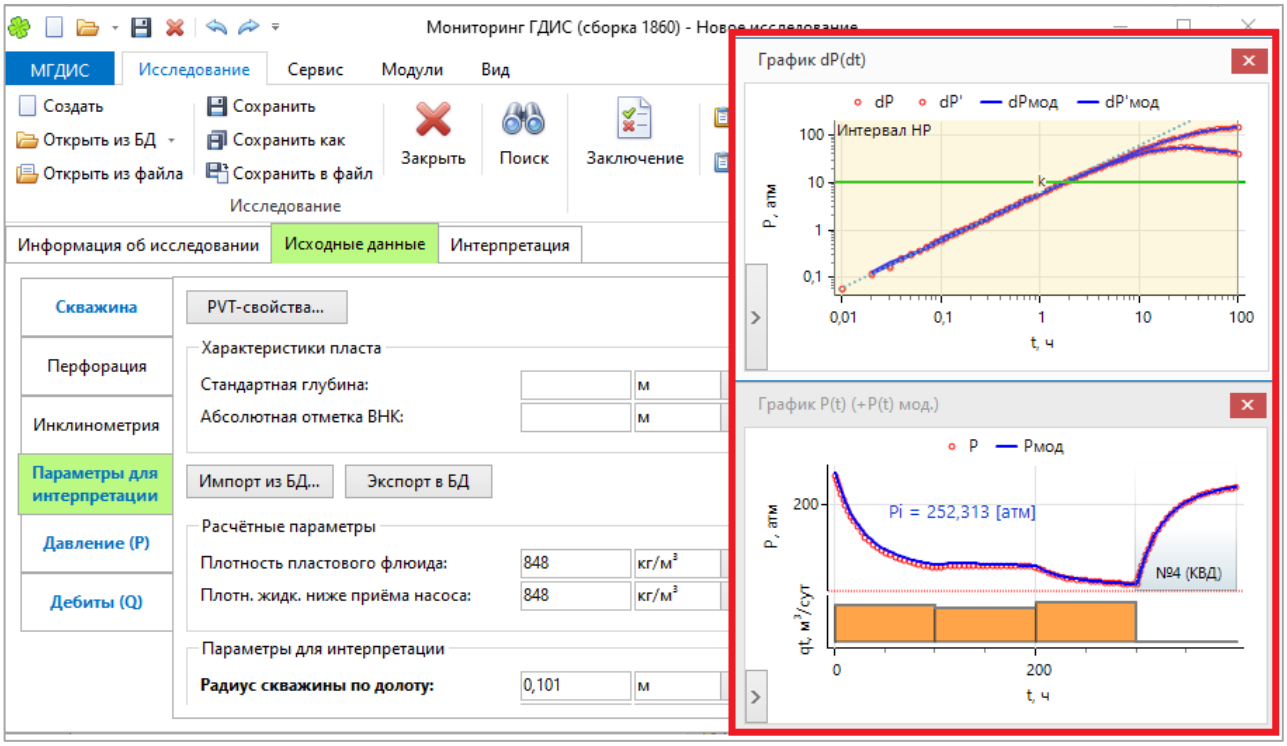
В программе существует возможность открепления окон с графиками от основного окна. Одно или несколько откреплённых (плавающих) окон можно разместить в любой области рабочего стола Windows, настроив таким образом удобное для пользователя расположение основных графиков, Плавающие окна располагаются поверх основного окна программы, перекрывая его.

ПРИМЕЧАНИЕ: Откреплеными окнами удобно пользоваться при наличии на рабочем месте пользователя 2-х мониторов.

Для открепления окна с графиком от основного окна программы необходимо нажать на кнопку (Булавка), расположенную в правой области заголовка прикрепленного окна с графиком. Также открепить окно можно двойным щелчком мышки на заголовок окна:



При этом окно с графиком откреплится от основного окна и станет "плавающим":

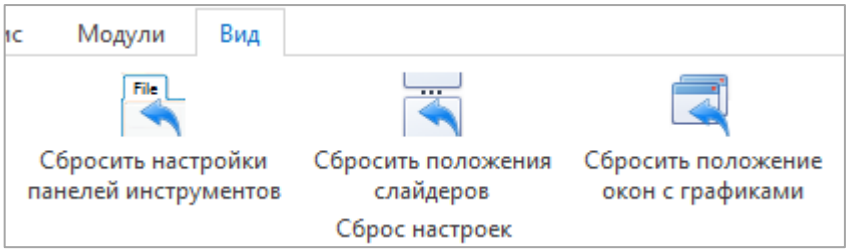


Прикрепить окно назад к основному окну можно, нажав кнопку в заголовке плавающего окна.

Также можно одновременно прикрепить все плавающие окна к основному окну программы. Для этого нужно нажать на кнопку **Вид | Сбросить положение окон с графиками** и, получив сообщение с запросом подтверждения действия, нажать кнопку **Да**.

4.6. Сброс настроек

В программе существует возможность сброса настроек интерфейса пользователя до значений по умолчанию. Настройки пользователя сбрасываются соответствующими кнопками на вкладке **Вид** панели инструментов:

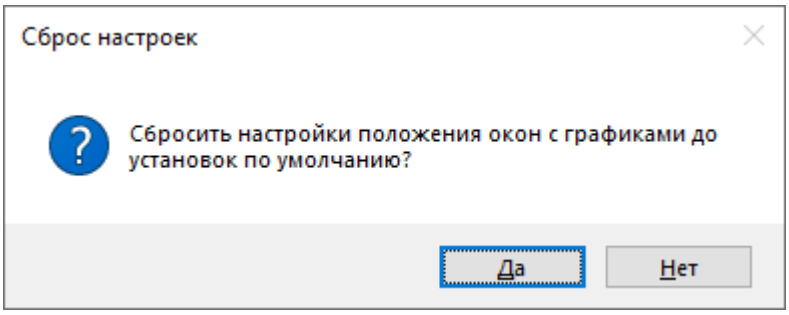


По кнопке **Сбросить настройки панелей инструментов** произойдет сброс всех настроек панели инструментов и панели быстрого доступа до значений по умолчанию. Настройки панели инструментов и панели быстрого доступа описаны в соответствующих разделах (**4.2. Панель инструментов** и **4.3. Панель быстрого доступа**).

По кнопке **Сбросить положения слайдеров** произойдет сброс настроек положения всех слайдеров (перемещаемых разделителей частей экрана) в основном окне программы.

По кнопке **Сбросить положение окон с графиками** произойдет прикрепление всех плавающих окон с графиками к основному окну программы. Плавающие окна описаны в предыдущем разделе **4.5. Плавающие окна с графиками**.

При нажатии на любую кнопку в группе **Сброс настроек** вкладки **Вид**, на экране появится сообщение с запросом подтверждения действия, в котором для подтверждения необходимо нажать на кнопку **Да**:



4.7. Инструменты работы с графиками

Работа с графиками в программе осуществляется с помощью кнопок на панелях инструментов графиков, расположенных внизу под каждым графиком. В зависимости от раздела данных, вкладки или окна, где расположен график, а также содержания графика, состав кнопок на панели инструментов графика может отличаться.

Таблица 2. Полный перечень кнопок настройки и управления графиками

Кнопка	Название	Описание
Общие кнопки (присутствуют на большинстве графиков)		
	Обновить	Обновление кривых графика и сброс настроек масштаба
	Установка масштаба 100%	Сброс текущих настроек масштаба до состояния "начального экстента"
	Увеличение масштаба	Увеличение масштаба графика
	Уменьшение масштаба	Уменьшение масштаба графика
	Развернуть график на весь экран	Разворачивание графика на весь экран. Для выхода из полноэкранного режима необходимо нажать на клавишу ESC
	Сохранение кривых графика в файл	Сохранение данных кривых графика в текстовый файл
	Сохранение изображения в буфер обмена	Сохранение изображения графика в буфер обмена
	Сохранение изображения графика в файл	Сохранение изображения графика в файл с возможностью выбора одного из следующих форматов: JPEG, BMP, TIFF, GIF, WMF, EMF, SVG
	Настройки отображения графика	Открывает диалог настроек графика
	Настройка размерностей осей графика	Открывает диалог настроек размерностей осей графика
Специальные кнопки (присутствуют на графиках с особой спецификой)		
	Показать/скрыть интервал	Включение/отключение отображения интервала выделения на графике (интервал фильтрации, интервал dP-dt, интервал работы, интервал аппроксимации, интервал HP)
	Установка ширины интервала по ширине кривой	Установка ширины интервала выделения по ширине кривой (границы интервала устанавливаются на первую и последнюю точки кривой)
	Установка ширины интервала по конечному участку кривой	Установка ширины интервала выделения по конечному участку кривой
	Установка ширины интервала по начальному участку кривой	Установка ширины интервала выделения по начальному участку кривой
	Включить/выключить отображение шкалы времени в абсолютном времени	Включение/отключение отображения отметок на шкале времени в абсолютных значениях (в формате dd.mm.yyyy hh:mm:ss)
	Включить/выключить режим множественного выделения точек	При включении режима левая кнопка мыши меняет свой функционал: вместо обычного изменения масштаба происходит выбор всех точек кривой в выделенной прямоугольной области

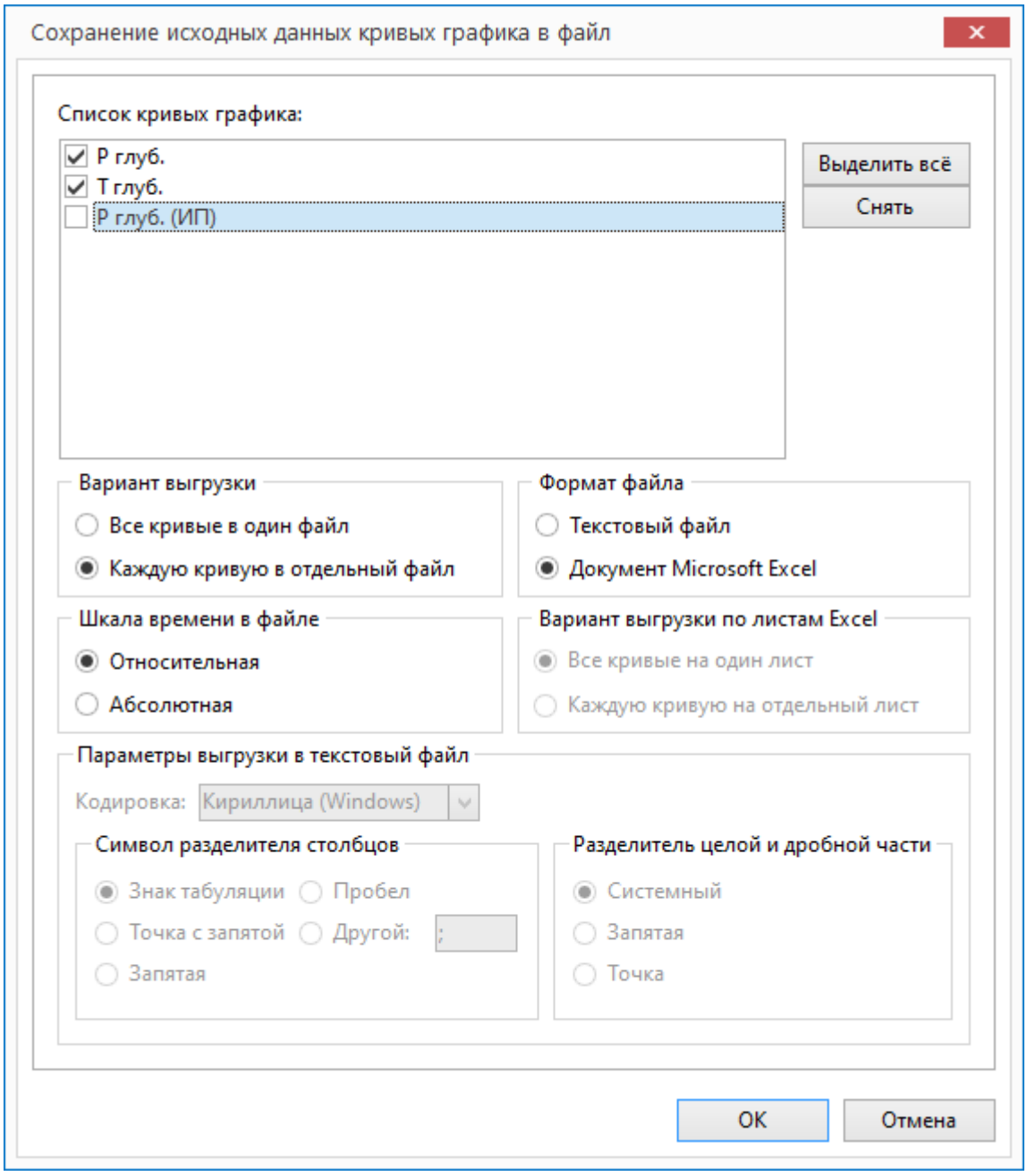
Продолжение таблицы 2. Полный перечень кнопок настройки и управления графиками

Кнопка	Название	Описание
	Переключение между полу- и логарифмическим видом шкалы X	Включение/отключение отображения шкалы X в логарифмическим виде
	Переключение между полу- и логарифмическим видом шкалы Y	Включение/отключение отображения шкалы Y в логарифмическим виде
	Показать/скрыть линию проницаемости	Включение/отключение отображения линии проницаемости на графике аппроксимации давления
	Притягивать к точкам	Включение/отключение режима автоматического притягивания границы интервала к точкам кривой на графике при перемещении границы с помощью мышки
	Показать/скрыть границы интервалов	Включение/отключение отображения границ интервалов на графике истории работы
	Перемещать все границы интервалов одновременно	Включение/отключение режима автоматического "параллельного" перемещения всех границ интервалов при перемещении одной границы на графике истории работы
	Показать/скрыть линию уровня пластового давления	Включение/отключение отображения линии уровня пластового давления на графике аппроксимации давления
	Показать/скрыть линию начала искривления	Включение/отключение отображения линии начала искривления для ручной корректировки уровня начала разгазирования
	Показать/скрыть кривую пересчётного давления	Включение/отключение отображения кривой пересчётного давления P(H) на графике P(t). Кнопка появляется только для метода КВУ
	Показать/скрыть линию наклона 1/1	Включение/отключение отображения линии наклона 1/1 на диагностическом графике в интерпретации. Кнопка появляется в случае, когда задано любое значение влияния ствола скважины, кроме значения "нет"
	Показать/скрыть линию наклона ½	Включение/отключение отображения линии наклона ½ на диагностическом графике в интерпретации
	Показать/скрыть линию наклона ¼	Включение/отключение отображения линии наклона ¼ на диагностическом графике в интерпретации
	Показать/скрыть линию C2	Включение/отключение отображения линии коэффициента ствола скважины C2 на диагностическом графике в интерпретации. Кнопка появляется в случае, когда задано значение переменного влияния ствола скважины
	Показать/скрыть линию T12	Включение/отключение отображения линии времени изменения коэффициента ствола скважины C1 на C2 на диагностическом графике в интерпретации. Кнопка появляется в случае, когда задано значение переменного влияния ствола скважины
	Показать/скрыть линии времени релаксации трещины и блоков Tau1 и Tau2	Включение/отключение отображения линии времени релаксации трещины и блоков Tau1 и Tau2 на диагностическом графике в интерпретации. Кнопка появляется в случае, когда выбрана модель пласта с двойной пористостью
	Экспорт модельной кривой P(t)	Копирование модельной кривой с историей в кривую замера давления. Фактически модельная кривая будет использована в качестве исходных данных.

Продолжение таблицы 2. Полный перечень кнопок настройки и управления графиками

Кнопка	Название	Описание
	Сброс положения линий	Сброс положения всех линий на диагностическом графике в интерпретации до позиции по умолчанию
	Показать/скрыть названия точек	Включение/отключение отображения названий точек кривой P(Q) на графиках аппроксимации давления и методов 1-5 на вкладке Интерпретация ИД
	Показать/скрыть формулу	Включение/отключение отображения формулы на графике
	Показать/скрыть значения Pi	Включение/отключение отображения значения Pi на графике
	Показать/скрыть значения Рпл	Включение/отключение отображения значения Рпл на графике
	Включить/выключить режим нормализации кривых	Становится доступна при включенной опции «Показать dP всех интервалов» и включает/выключает нормализацию отображаемых кривых диагностического графика
	Фиксация масштаба графика	Включение/отключение режима фиксации масштаба на графике аппроксимации давления для метода ИД. Если установить необходимый для отображения масштаб графика и нажать данную кнопку, то при любых дальнейших изменениях масштаба можно вернуть зафиксированный масштаб нажатием кнопки "Установка масштаба 100%".
	Возврат масштаба на предыдущее значение	Возвращение масштаба графика на предыдущее положение. Функция сохранения шагов масштабирования позволяет откатиться к любому из шагов масштабирования в текущей сессии работы с графиком
	Показать/скрыть названия скважин	Включение/отключение отображения названий скважин на карте расположения скважин в окне истории работы
	Показать/скрыть расстояния до реагирующей скважины	Включение/отключение расстояний между возмущающей и реагирующими скважинами в окне истории работы
	Показать/скрыть свои аннотации на графике	Включение/отключение отображения пользовательских аннотаций, добавленных на текущий график
	Показать/скрыть свои подписи к точкам на графике	Включение/отключение отображения пользовательских подписей к точкам кривых, добавленных на текущий график
	Включить/выключить режим управления своими аннотациями и подписями	Включение/отключение управления пользовательскими аннотациями и подписями (добавление, редактирование, удаление и перемещение аннотаций и подписей к точкам кривых)

Данные кривых графика можно сохранить в текстовый файл. Для этого необходимо нажать на кнопку **Сохранение кривых графика в файл** на панели инструментов графика. При этом откроется диалог **Сохранение исходных данных кривых графика в файл**:



В диалоге **Сохранение исходных данных кривых графика в файл** для сохранения данных необходимо:

a) выбрать одну или несколько кривых, данные которых должны быть сохранены в файле;

b) выбрать вариант выгрузки: сохранять все кривые в один файл или каждую кривую в отдельный файл;

c) выбрать формат файла;

d) выбрать формат значений времени (абсолютные отметки, относительные).

Дополнительно, если выбран формат **Текстовый файл**, необходимо:

e) Выбрать кодировку текстового файла;

f) Выбрать символ-разделитель столбцов в текстовом файле;

g) Выбрать символ-разделитель целой и дробной части числа.

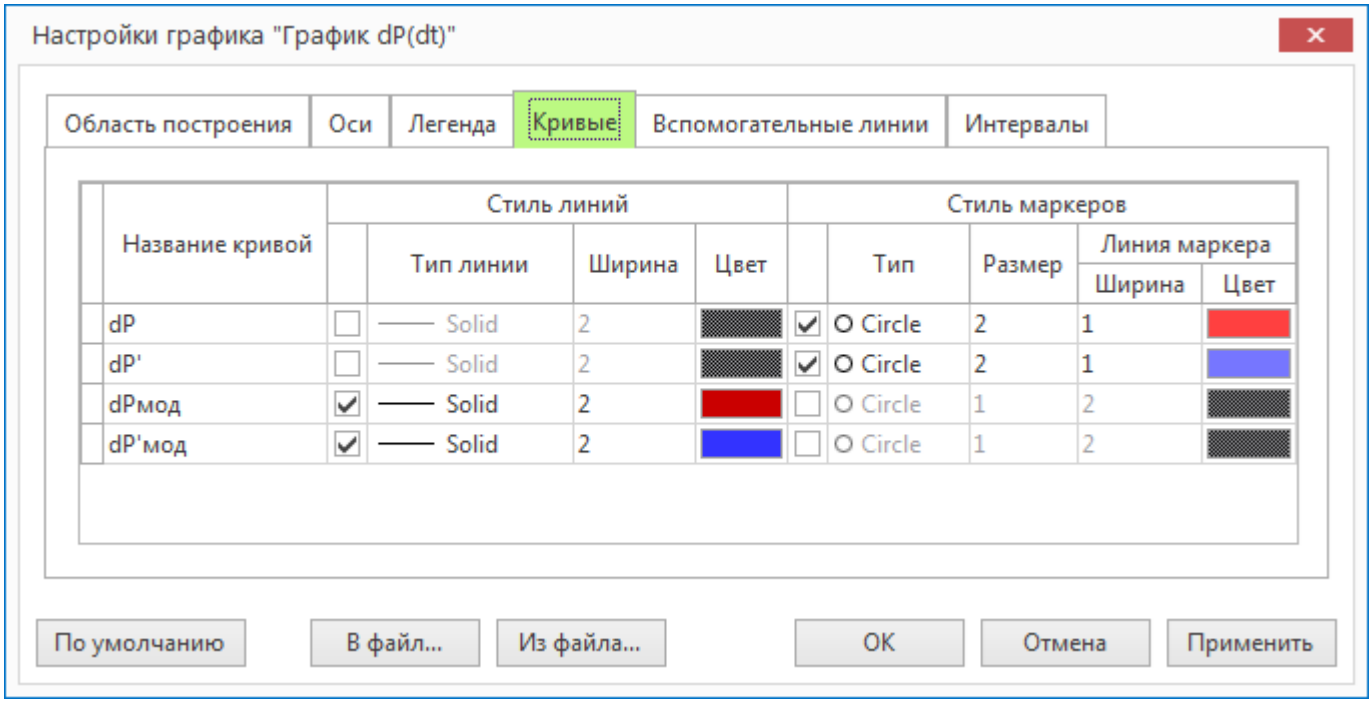
Дополнительно, если выбран формат **Документ Microsoft Excel**, необходимо:

h) Выбрать вариант выгрузки по листам Excel (на один лист или каждую кривую на отдельный лист)

После настройки параметров сохранения и нажатия кнопки **OK** откроется стандартный диалог Windows **Сохранить как**, в котором необходимо выбрать каталог сохранения, ввести имя файла, и нажать кнопку **Сохранить**.

Настройки отображения графика

Отображение каждого графика, вида кривых, вспомогательных линий и интервалов выделения можно настроить. Для этого необходимо нажать на кнопку **Настройки отображения графика** на панели инструментов графика. При этом откроется диалог **Настройки графика "Название графика"**:



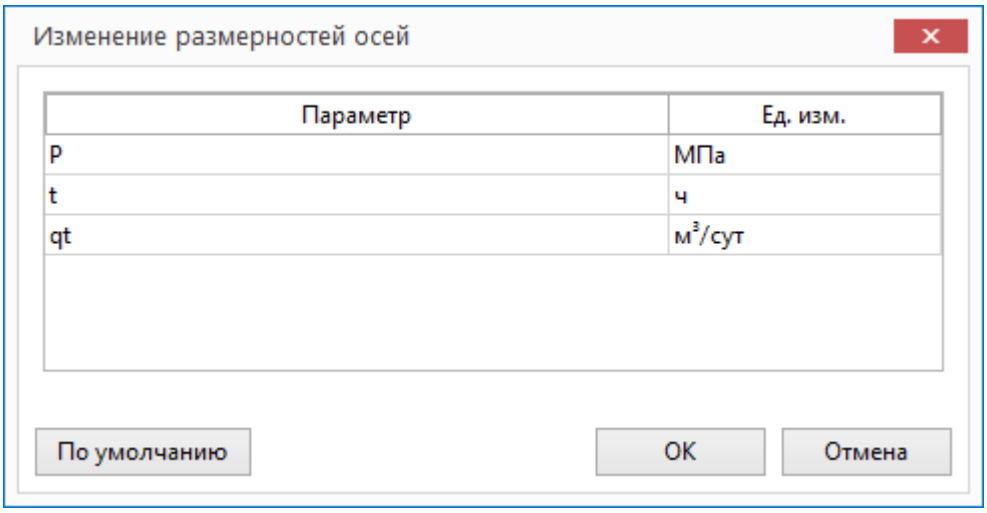
Диалог **Настройки графика** позволяет изменить следующие параметры:

- *настройки графика*: настройки сглаживания, цвет и стиль границ области построения, стиль линий осей и стиль шрифта наименований и отметок осей, стиль линий сетки, стиль и положение легенды графика;

- *настройки кривых*: стиль линий (тип, ширина, цвет) и стиль маркеров (тип, размер, ширина и цвет) кривых;
- *настройки вспомогательных кривых*: тип, ширина и цвет линий;
- *настройки интервалов выделения*: цвет заливки, стиль границ и формат текста.

Настройка размерностей осей графика

Размерности осей каждого графика можно настроить. Для этого необходимо нажать на кнопку **Настройка размерностей осей графика** на панели инструментов графика. При этом откроется диалог **Изменение размерностей осей**:



Для изменения размерности оси необходимо в диалоге напротив оси выбрать единицу изменения из выпадающего списка и нажать на кнопку **OK**.

4.8. Предпросмотр отчёта

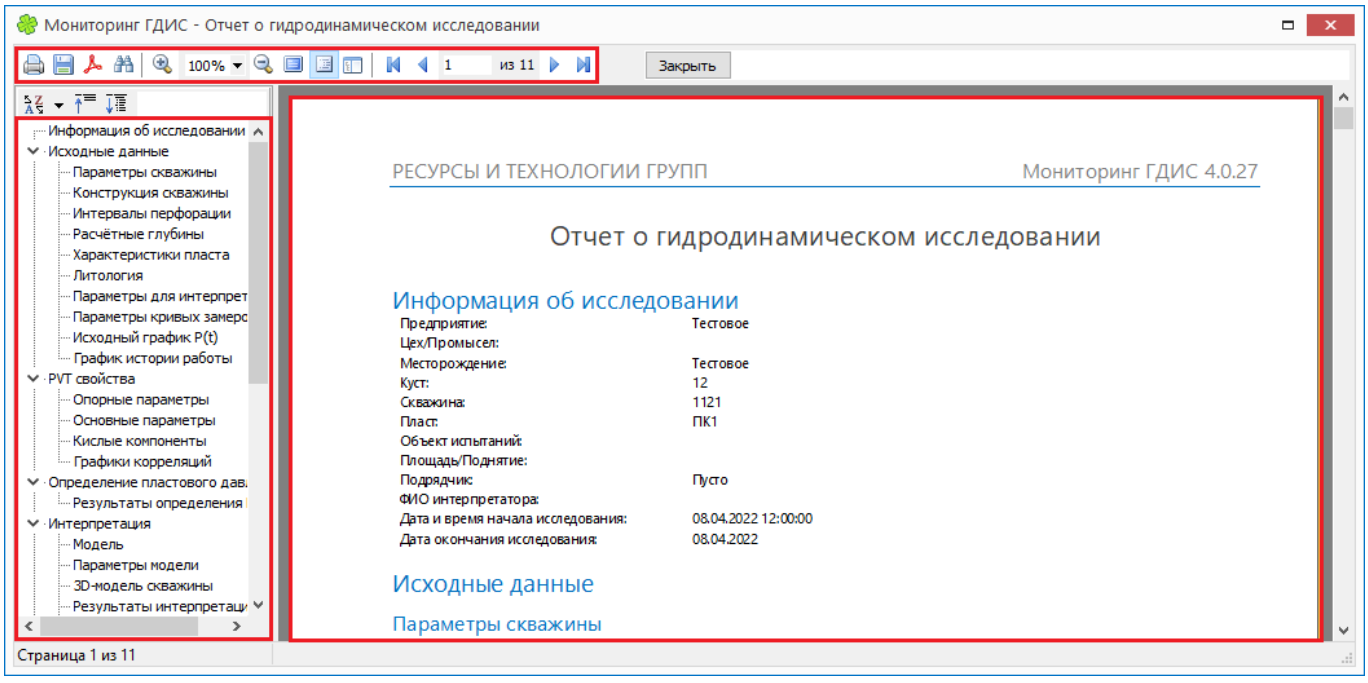
Работа с любым отчётом, сформированным в ПО МГДИС, осуществляется в окне предпросмотра отчёта. Окно предпросмотра вызывается при нажатии соответствующих кнопок на панели инструментов ПО МГДИС (**Исследование | Отчёт** и **Исследование | Краткий отчёт**), а также по кнопке **Отчёт** в диалоге **Поиск исследований**.

В верхней части окна предпросмотра находится панель инструментов.

Таблица 3. Перечень кнопок панели инструментов окна предпросмотра

Кнопка	Название	Описание
	Печать	Печать отчёта
	Сохранить	Экспорт отчёта в предустановленные форматы: Microsoft Word, Microsoft Excel и Adobe PDF
	Сохранить в PDF	Экспорт отчёта в формат PDF
	Найти	Поиск текста в отчёте
	Увеличить	Увеличение масштаба отчёта в области предпросмотра
	Уменьшить	Уменьшение масштаба отчёта в области предпросмотра
	Во весь экран	Разворачивание области предпросмотра отчёта во весь экран
	Дерево отчёта	Включение/отключение видимости дерева отчёта
	Миниатюры	Включение/отключение видимости миниатюр страниц отчёта
	На первую страницу	Переход на первую страницу отчёта в области предпросмотра
	На предыдущую страницу	Переход на предыдущую страницу отчёта в области предпросмотра
	На следующую страницу	Переход на следующую страницу отчёта в области предпросмотра
	На последнюю страницу	Переход на последнюю страницу отчёта в области предпросмотра
	Сортировка	Сортировка разделов в прямом или обратном алфавитном порядке
	Свернуть все	Сворачивание дерева до верхнеуровневых разделов
	Раскрыть все	Разворачивание дерева для демонстрации всех разделов

Под панелью инструментов в окне предпросмотра находится дерево отчёта (в левой части) и область предпросмотра страниц отчёта (в правой части):



4.9. Откат изменений данных

В ПО МГДИС реализован механизм отката изменений, позволяющий "откатывать" любые внесенные изменения в данные исследования в рамках одного открытого исследования.

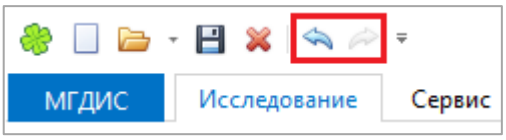
Механизм отката изменений работает для любых изменений данных, в том числе:

- Изменение значений в полях ввода данных;
- Изменение значений в выпадающих списках;
- Изменение записей в таблицах с данными (добавление, удаление строк, изменение значений в ячейках);
- Загрузка и изменение кривых исходных данных давлений (загрузка кривых, их фильтрация и редактирование);
- Перемещение границ интервалов и диагностических линий на графиках;
- Создание и удаление версий интерпретации, изменение актуальности версии;
- Проведение интерпретации (сброс, оценка и уточнение решения).

При каждом изменении данных механизм отката сохраняет в оперативной памяти данные в состоянии, в котором они были до изменения, при этом количество шагов отката изменений увеличивается. Таким образом, можно вернуть все изменения, сделанные в открытом исследовании, к первоначальному состоянию.

ВНИМАНИЕ! Количество шагов отката изменений зависит от заполнения буфера отката в оперативной памяти. Максимальный размер буфера – 50 Мбайт. После заполнения буфера при каждом изменении данных с конца буфера начинают удаляться сохраненные данные в количестве, достаточном для сохранения новых изменений.

Кнопки управления откатом изменений располагаются на **Панели быстрого доступа**, т.к. данная панель доступна с любой вкладки основного окна приложения:



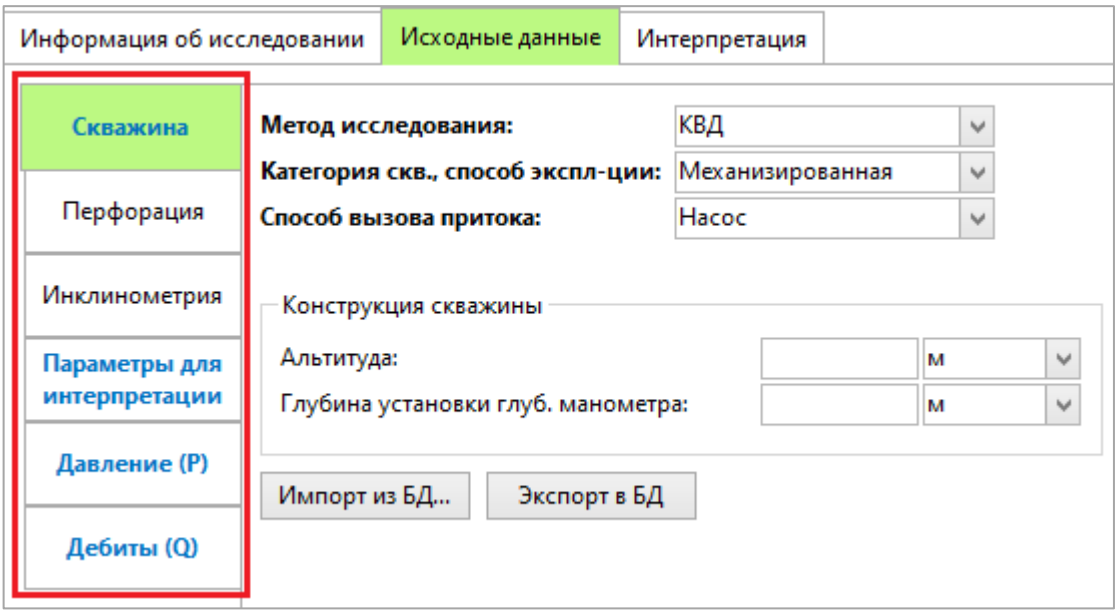
При нажатии на кнопку **Отмена изменений** происходит откат изменения на один шаг назад. При нажатии на кнопку **Возврат изменений** происходит обратная операция – возврат изменений, отмененных кнопкой отмены.

Кнопка **Отмена изменений** становится активной после внесения первого изменения данных исследования, а кнопка **Возврат изменений** – после первой отмены изменений.

5. Работа с исследованием

5.1. Создание исследования

Для создания нового исследования необходимо нажать на кнопку **Исследование | Создать**. При этом в основном окне программы появятся вкладки с полями для ввода данных исследования, а на панели инструментов станут активными некоторые кнопки, связанные с функциями манипуляции данными исследований (сохранения, формирования отчёта и др.):



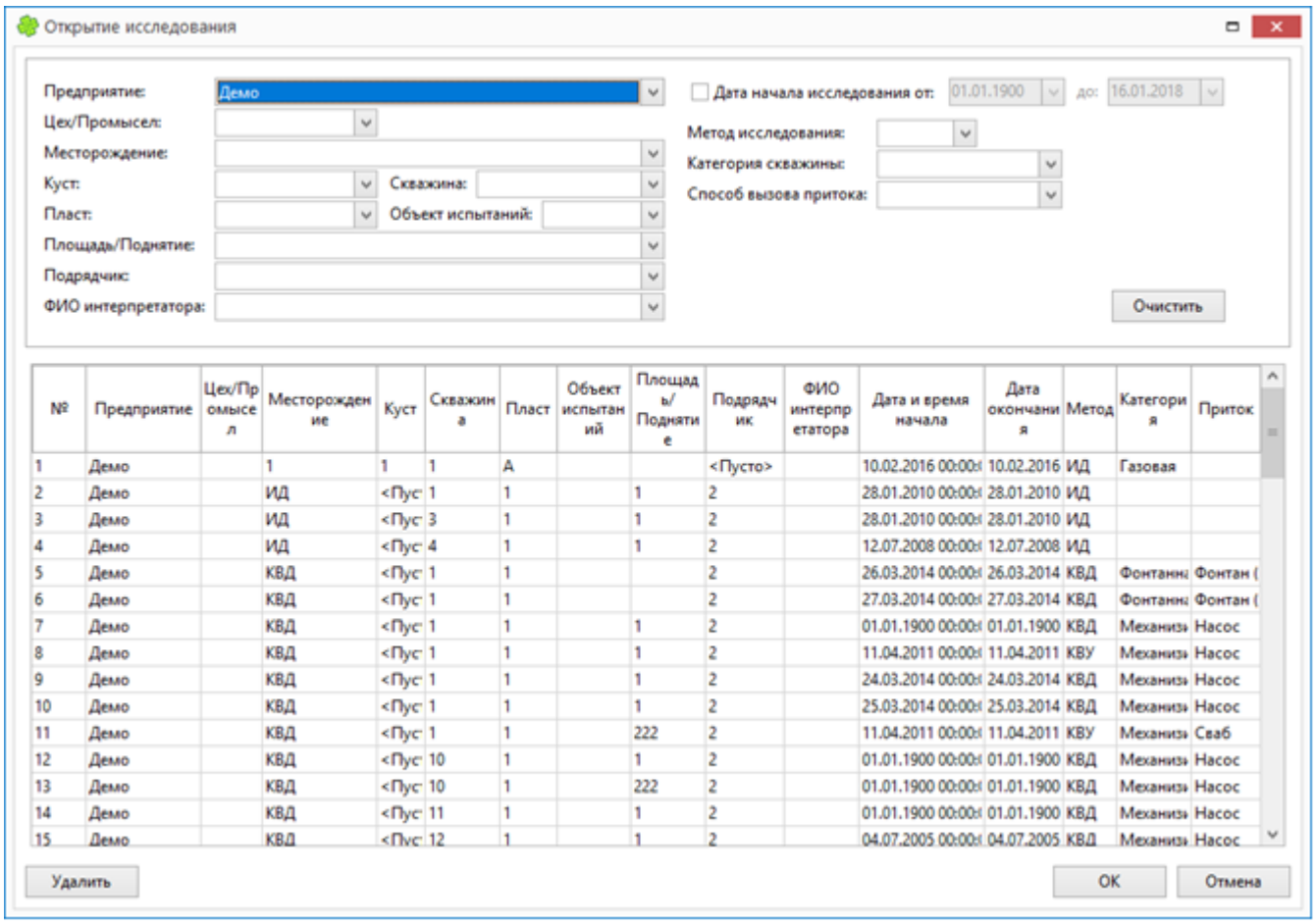
Состав вкладок с полями для ввода данных исследования зависит от выбранного метода исследования, категории скважины (способа вызова притока). Таблица зависимости состава отображающихся вкладок от метода исследования и категории скважины (способа вызова притока) приведена в разделе **6.2. Вкладка "Исходные данные"**.

*ПРИМЕЧАНИЕ: При создании исследования вкладка **Информация об исследовании** остается пустой и заполняется при **Сохранении** исследования. Более подробно об этом написано в **6.1. Вкладка "Информация об исследовании"**.*

5.2. Открытие исследования

5.2.1. Открытие исследования из БД

Для открытия исследования из БД необходимо нажать на кнопку **Исследование | Открыть из БД**. При этом откроется диалог **Открытие исследования**:



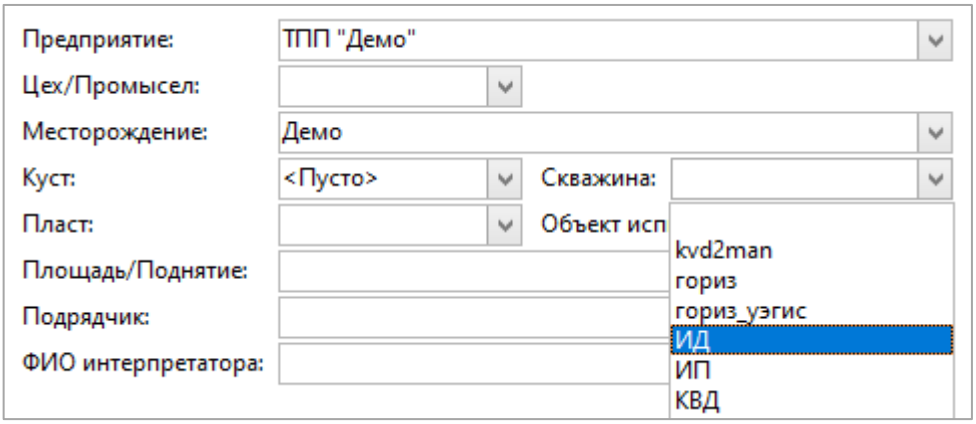
Диалог **Открытие исследования** состоит из группы полей фильтра исследований, расположенных в верхней части окна, и списка исследований.

При первом открытии диалога в течение сеанса работы программы поля фильтра будут очищены, а в списке отобразятся все исследования, сохраненные в БД. При последующих открытиях диалога в случае, если в настройках программы установлена соответствующая опция (см. раздел 11.11. Настройки программы, настройки фильтрации будут сохраняться и список исследований будет содержать исследования в соответствии с сохраненными настройками фильтрации.

Список исследований можно ограничить, заполнив соответствующие поля в фильтре. В фильтре объекты выбираются сверху вниз, начиная от поля **Предприятие**. После выбора значения в любом поле список исследований обновляется автоматически.

Для сброса настроек полей фильтра необходимо нажать на кнопку **Очистить**.

Содержимое следующих полей фильтра является зависимым от выбранного значения вышестоящего поля: **Цех**, **Месторождение**, **Куст**, **Скважина**, **Пласт**, **Площадь/Поднятие**. Остальные поля являются независимыми и могут заполняться независимо друг от друга.



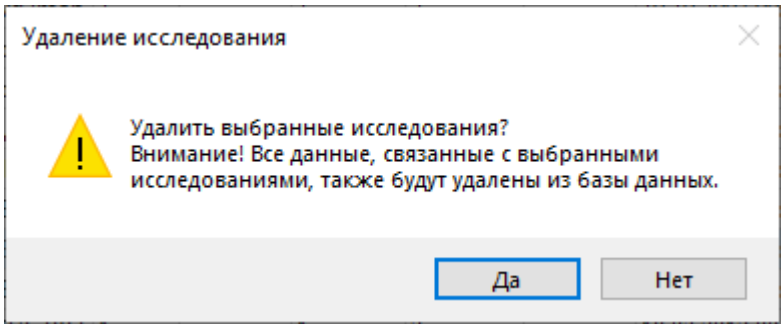
Для ограничения содержимого всех полей фильтра, кроме **Метод исследования**, **Категория скважины** и **Способ вызова притока**, в список значений поля попадают только записи, связанные с существующими в БД исследованиями. Таким образом, в списках не отображаются записи, не связанные с исследованиями.

Поля **Дата начала исследования от** и **До** по умолчанию заполняются значениями минимальной и максимальной датой начала исследования, полученными из БД.

Для открытия исследования необходимо либо осуществить двойной щелчок мышки на исследование в списке, либо выбрать исследование одинарным нажатием мышки в списке и нажать кнопку **ОК**.

Удаление исследований

В диалоге **Открытие исследования** есть возможность удаления исследований из БД. Для этого необходимо с зажатой клавишей **Shift** (для выделения подряд) или **Ctrl** (для выборочного выделения) выделить мышкой необходимые исследования в списке, нажать кнопку **Удалить**, и в появившемся сообщении подтвердить удаление исследований, нажав кнопку **Да**:

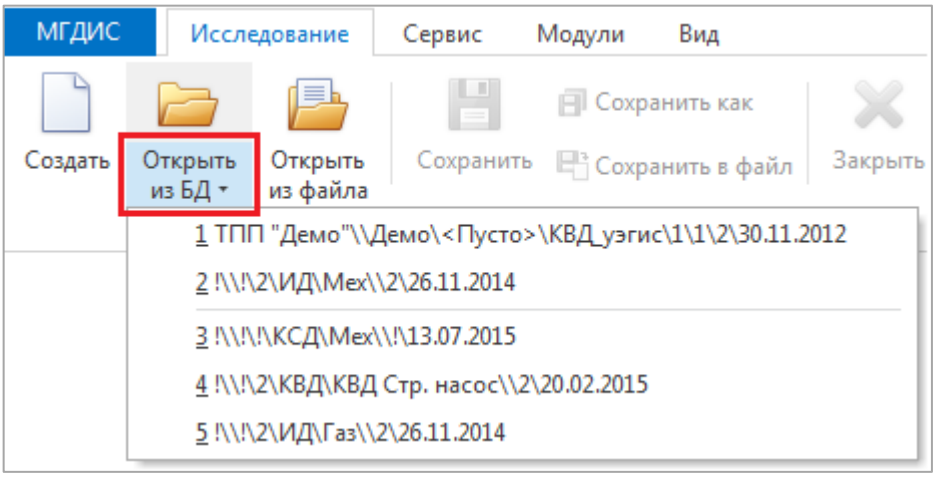


ВНИМАНИЕ! После удаления исследований из БД восстановить их будет невозможно, поэтому перед удалением рекомендуется сделать срезку БД (см. раздел ***11.6. Создание срезки БД****).*

После удаления исследований из БД в случае, когда в настройках программы установлена соответствующая опция, произойдет сжатие файла БД. Сжатие необходимо для уменьшения размера файла БД. Процесс сжатия, в зависимости от размера файла БД, может выполняться в течении нескольких секунд и более.

5.2.2. Открытие исследования из списка последних открытых исследований

При нажатии на наименование кнопки "Открыть из БД" (надпись с кнопкой-стрелкой), появится всплывающий список последних открытых из БД исследований:

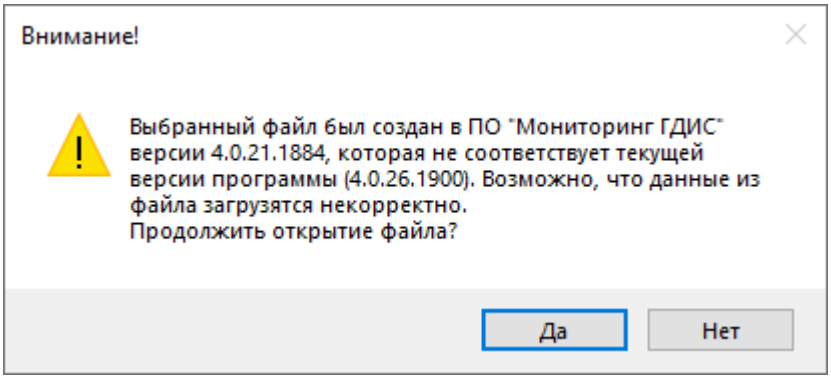


В данном списке последних открытых исследований, также как в аналогичном списке в меню **МГДИС** (см. раздел **4.1.1. Список последних открытых исследований**) отображаются названия исследований, открытые последними из БД в текущий и предыдущие сеансы работы программы. В верхней чести списка располагаются прикрепленные исследования.

5.2.3. Открытие исследования из файла

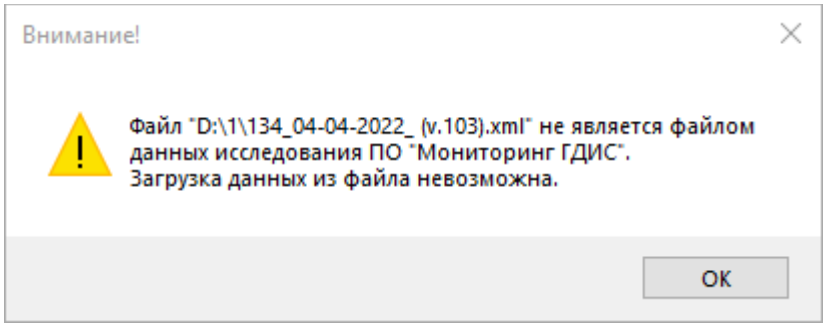
Для открытия исследования из файла необходимо нажать на кнопку **Исследование | Открыть из файла**. При этом откроется стандартный системный диалог **Открыть**, в котором необходимо выбрать файл с исследованием и нажать кнопку **ОК**.

В случае, если версия открываемого файла не соответствует текущей версии программы, на экране появится следующее сообщение:



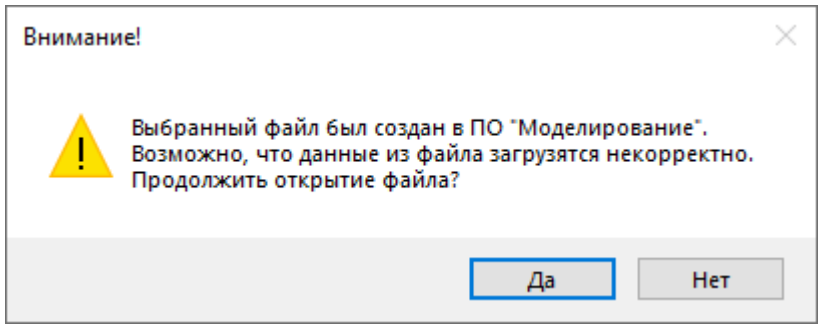
При нажатии кнопки **Да** программа попытается считать данные из файла. В случае успеха исследование откроется, и данные из файла отобразятся в соответствующих полях. Если программе не удастся считать все данные (версия файла слишком старая или файл поврежден), исследование откроется, и в соответствующих полях отобразятся только считанные данные.

В случае, если открываемый файл не является файлом ПО МГДИС, открытие исследования не произойдет, а на экране появится следующее или аналогичное сообщение:



5.2.4. Открытие модели из файла модуля "Моделирование"

В ПО МГДИС есть возможность открытия файла с моделью, созданного в модуле **Моделирование**. Открытие осуществляется аналогично открытию файла исследования МГДИС. При этом программа выдаст следующее предупреждение:



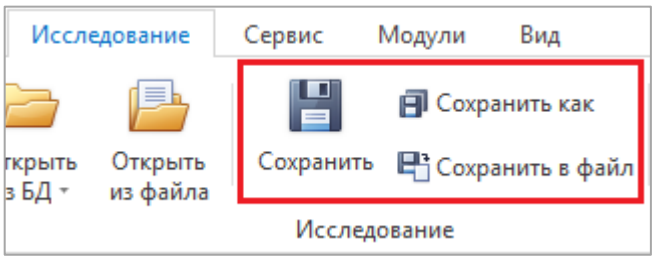
Для обеспечения совместимости загруженных данных модели из модуля **Моделирования** и исследования, в момент открытия файла модели в ПО МГДИС данные модельной кривой Рмод будут скопированы и добавлены в исследование как данные кривой замера Рглуб.

5.3. Сохранение исследования

В ПО МГДИС поддерживаются следующие функции сохранения исследований:

- сохранение в БД изменений текущего открытого исследования;
- сохранение текущего открытого исследования в БД как нового (под другим именем);
- сохранение текущего открытого исследования в XML-файл.

Для каждой функции сохранения используется соответствующая кнопка, размещенная на вкладке **Исследование** панели инструментов:



5.3.1. Сохранение в БД изменений открытого исследования

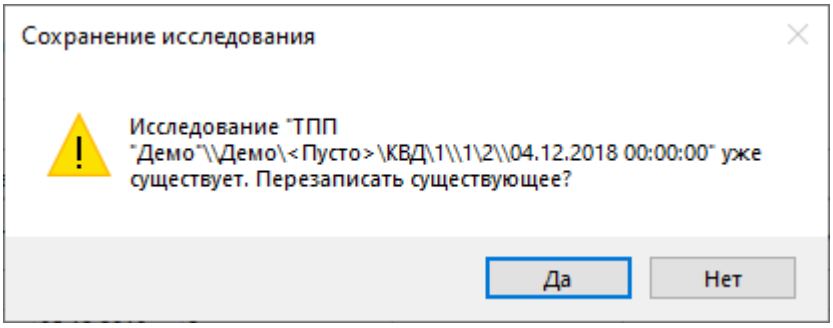
Сохранение изменений в БД осуществляется нажатием кнопки **Исследование | Сохранить**.

Для нового исследования и для исследования, открытого из файла, кнопка **Сохранить** становится активна сразу после его создания, после нажатия кнопки **Создать**. Для исследований, открытых из БД, кнопка **Сохранить** становится активна после первого изменения данных в исследовании.

После нажатия кнопки **Сохранить** все изменения данных, произведенные в исследовании, сохранятся в БД, а кнопка **Сохранить** станет неактивной.

При нажатии на кнопку **Сохранить** для нового исследования откроется диалог **Сохранение исследования как нового**, в котором необходимо ввести идентификационные данные нового исследования. Диалог **Сохранение исследования как нового** описан далее в разделе **5.3.2. Сохранение в БД нового исследования**.

Для исследования, открытого из файла, при нажатии на кнопку **Сохранить** произойдет проверка, существует ли данное исследование в БД. В случае обнаружения данного исследования в БД на экране появится предупреждающее сообщение:

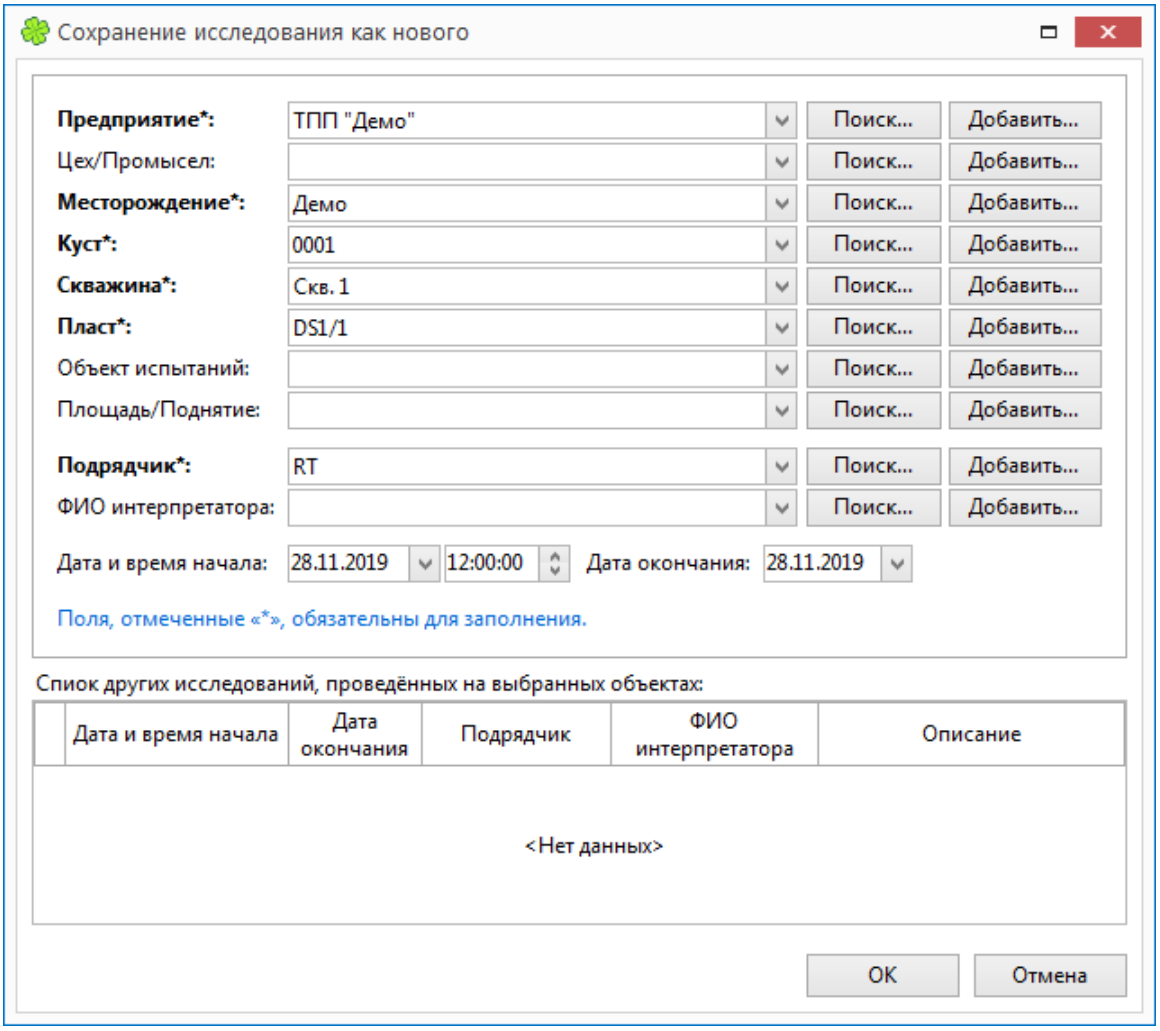


При нажатии кнопки **Да** все данные исследования, сохраненные в БД, обновятся данными, загруженными из файла, и/или данными, измененными на экранах ввода данных.

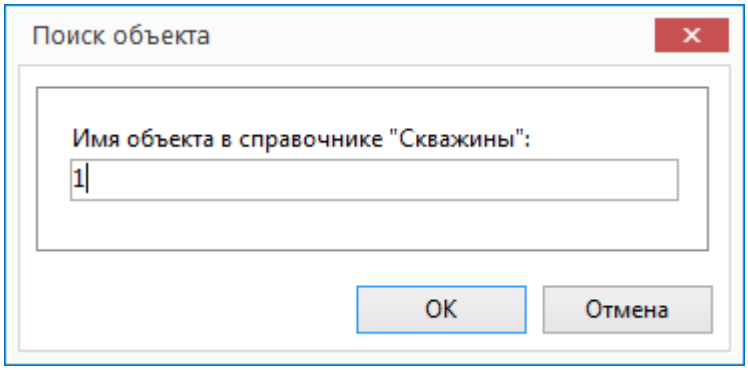
5.3.2. Сохранение в БД нового исследования

В случае, если сохраняется новое исследование, при нажатии кнопки **Исследование | Сохранить как** откроется диалог **Сохранение исследования как нового**, при этом поля, идентифицирующие исследование, будут незаполненные.

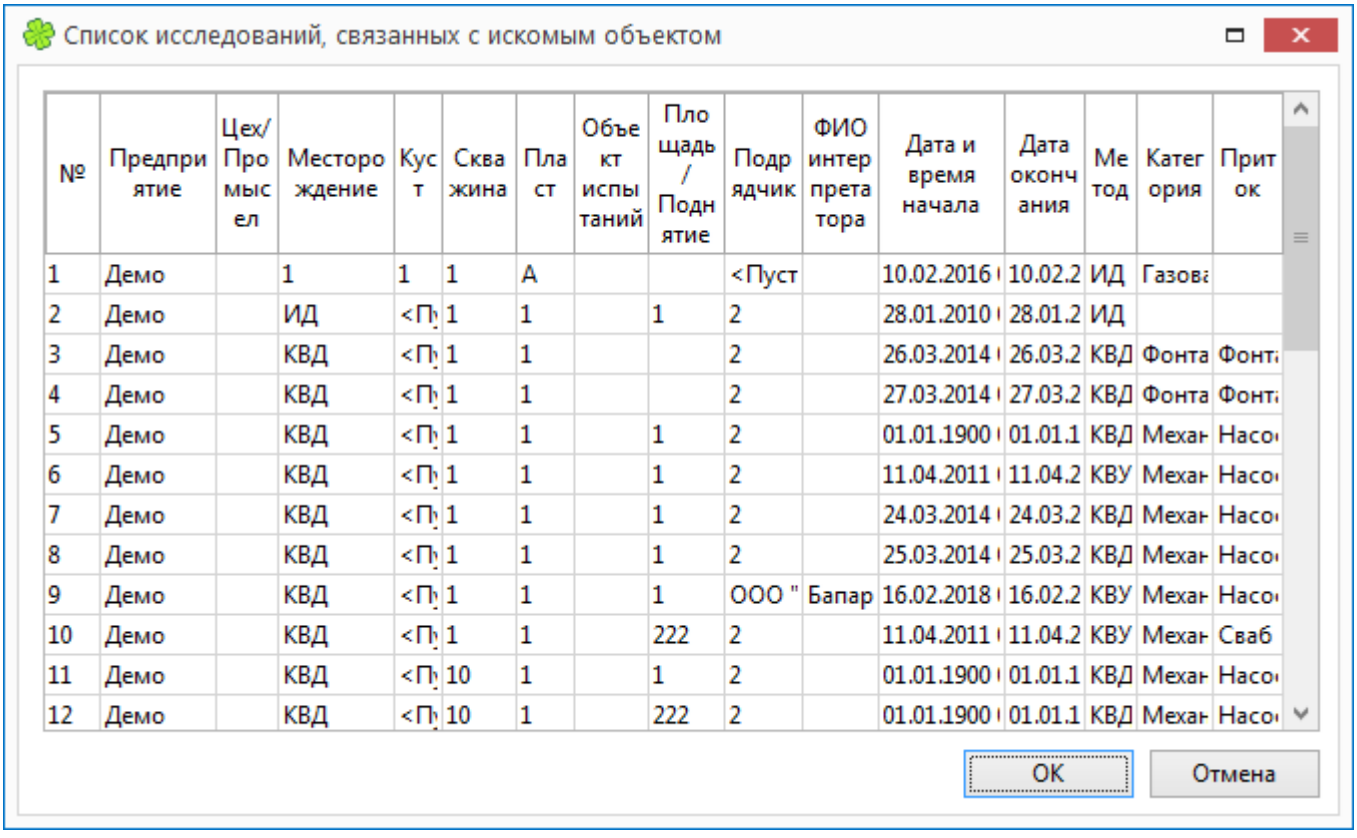
Диалог **Сохранение исследования как нового** состоит из группы идентифицирующих полей, расположенных в верхней части окна, и списка аналогичных исследований:



Для упрощения открытия исследования, когда нужно открыть исследование по какому-либо одному идентификационному параметру, можно воспользоваться функцией поиска исследований по данному параметру. Например, для открытия исследования по определенной скважине необходимо нажать на кнопку **Поиск** напротив поля **Скважина**, при этом откроется окно поиска, в котором нужно ввести номер искомой скважины:



После нажатия кнопки **OK** отобразится список исследований, которые были проведены на скважине с номером, в котором встречается введенное значение:



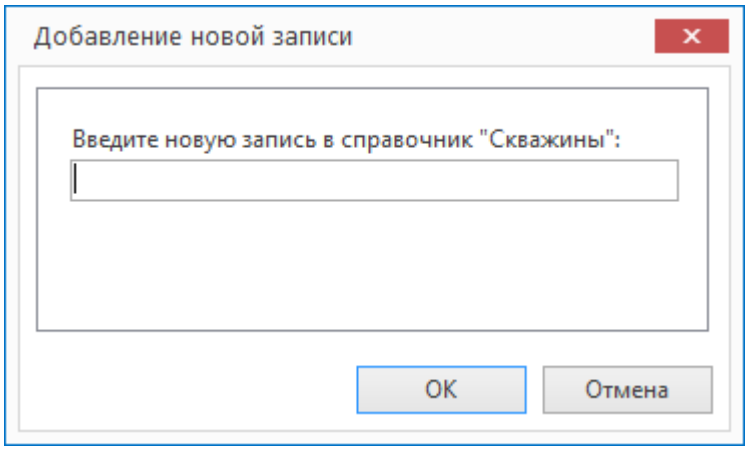
После выбора нужного исследования в данном диалоге и нажатия кнопки **OK** текущий диалог закроется, а в диалоге **Сохранение исследования как нового** поля с идентификационными данными будут автоматически заполнены в соответствии с идентификационными параметрами выбранного исследования.

Для сохранения исследования в БД необходимо заполнить все обязательные поля, кроме **Цех/Промысел, Площадь/Поднятие** и **ФИО интерпретатора**, которые являются необязательными и заполняются при необходимости.

Содержимое следующих идентифицирующих полей являются зависимым от выбранного значения вышестоящего поля: **Цех/Промысел**, **Месторождение**, **Куст**, **Скважина**, **Пласт**, **Площадь/Поднятие**. Остальные поля являются независимыми, и могут заполняться независимо друг от друга.

В списке аналогичных исследований отображаются исследования, сохраненные в БД, и имеющие такие же идентификационные параметры, как и для текущего исследования. После заполнения всех обязательных идентифицирующих полей список аналогичных исследований обновляется автоматически.

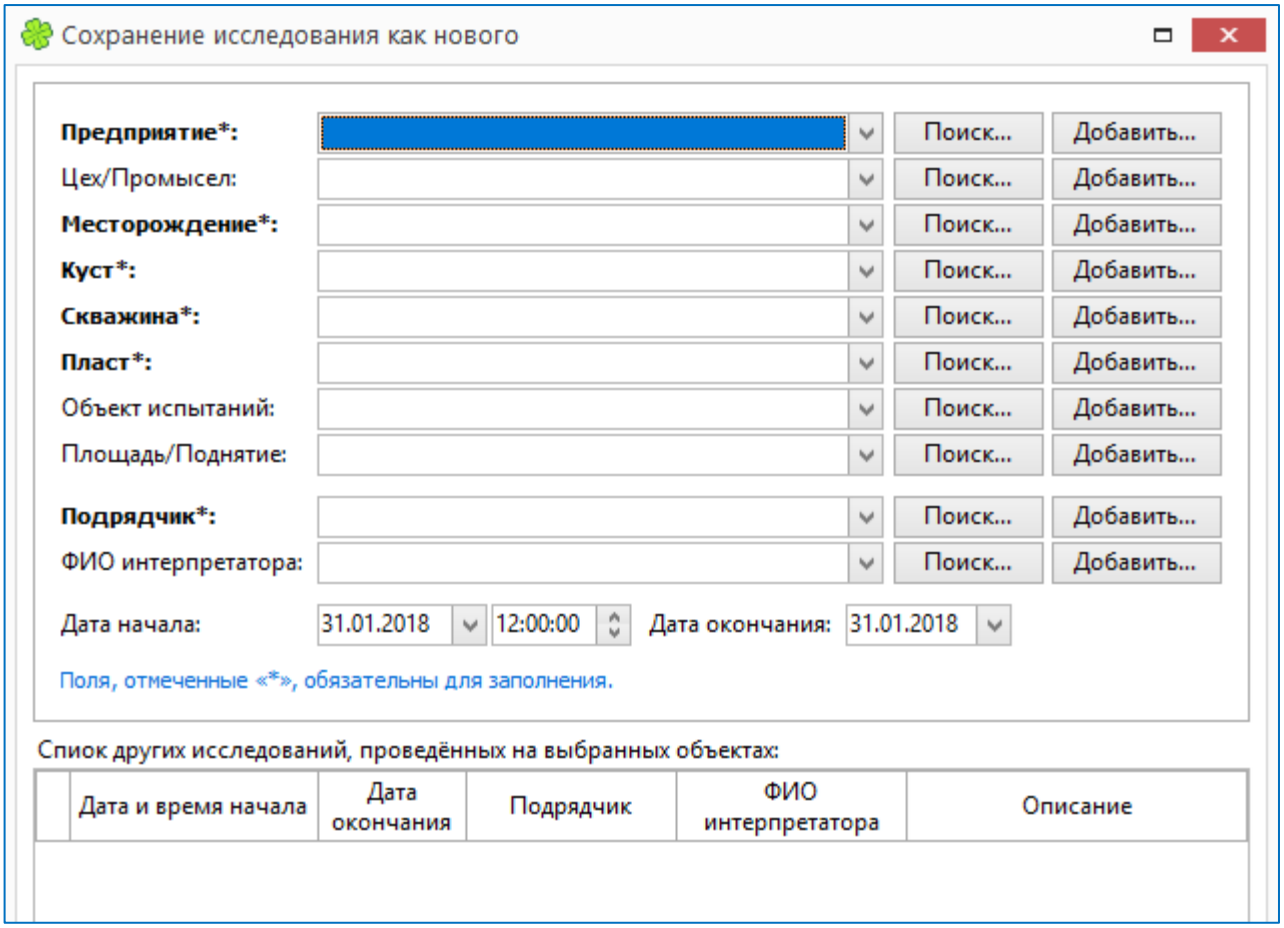
Если в выпадающем списке какого-либо поля отсутствует требуемое идентифицирующее значение, его можно добавить. Для этого необходимо нажать на кнопку **Добавить** справа от поля. При этом откроется диалог добавления нового значения:



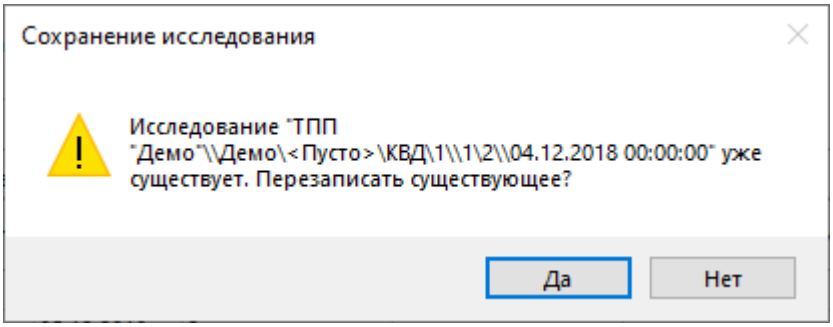
После ввода нового значения и нажатия кнопки **OK** запись добавится в соответствующий справочник в БД и автоматически занесется в выпадающий список текущего поля и в само поле. При этом отредактировать или удалить данную запись в дальнейшем можно будет в диалоге **Редактор справочников**, описание которого приведено в разделе **11.8. Редактирование справочников**.

5.3.3. Сохранение в БД открытого исследования как нового

В случае, если сохраняется исследование, открытое из БД или из файла, при нажатии кнопки **Исследование | Сохранить как** откроется диалог **Сохранение исследования как нового**, при этом поля, идентифицирующие исследование, будут заполнены идентификационными данными открытого исследования:



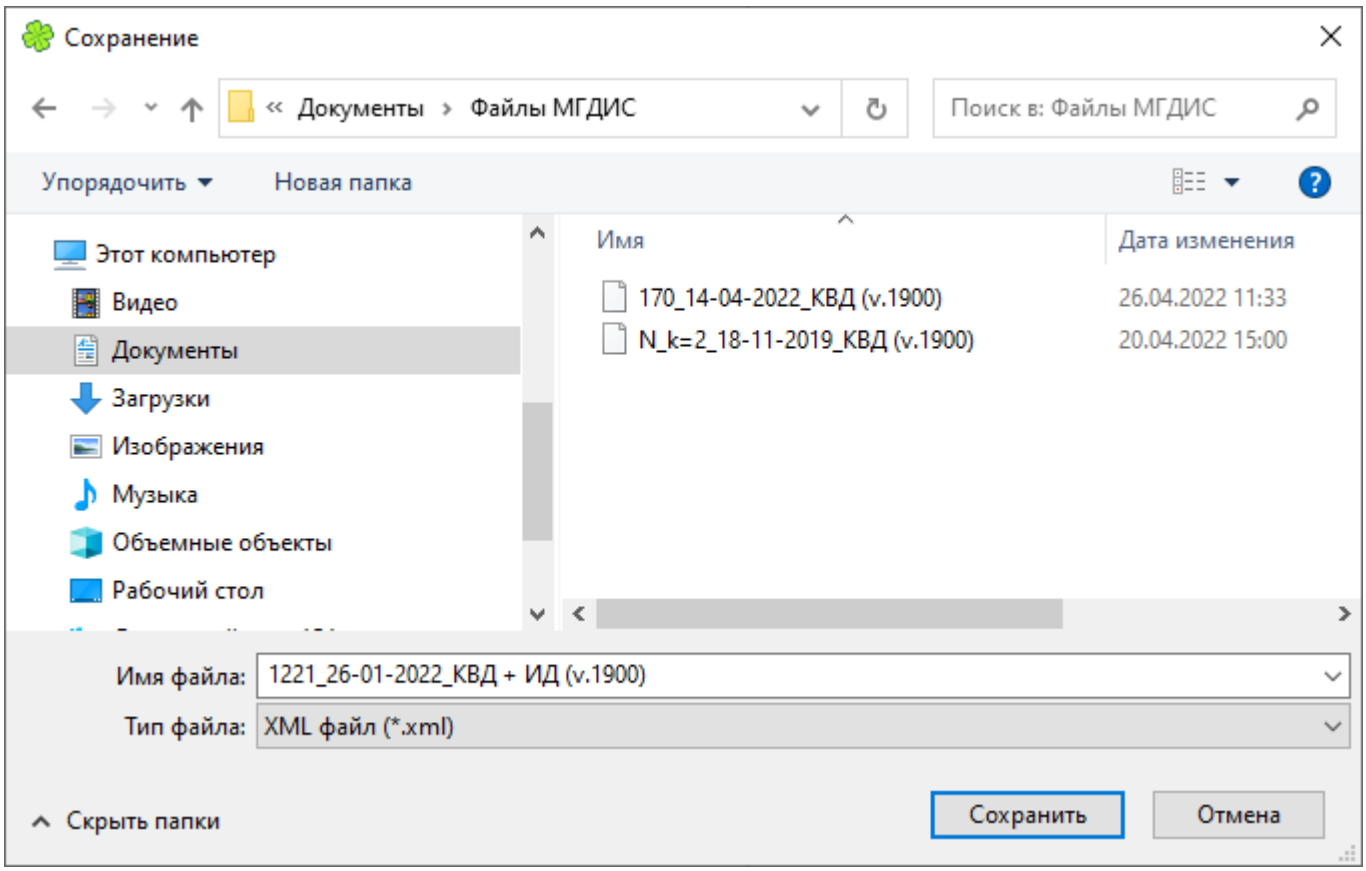
Идентификационные данные исследования можно изменить. Тогда при нажатии кнопки **OK**, в случае отсутствия исследования в БД с указанными идентификационными параметрами, текущее исследование сохранится в БД как новое. Если же в БД обнаружится исследование с указанными идентификационными параметрами, на экране появится предупреждающее сообщение:



При нажатии кнопки **Да** все данные исследования, сохраненные в БД, обновятся данными с экранов ввода данных.

5.3.4. Сохранение исследования в файл

Для сохранения исследования в файл необходимо нажать на кнопку **Исследование | Сохранить в файл**. При этом откроется стандартный системный диалог **Сохранить как**, в котором необходимо выбрать каталог сохранения, ввести имя файла и нажать кнопку **Сохранить**.



5.4. Закрытие исследования

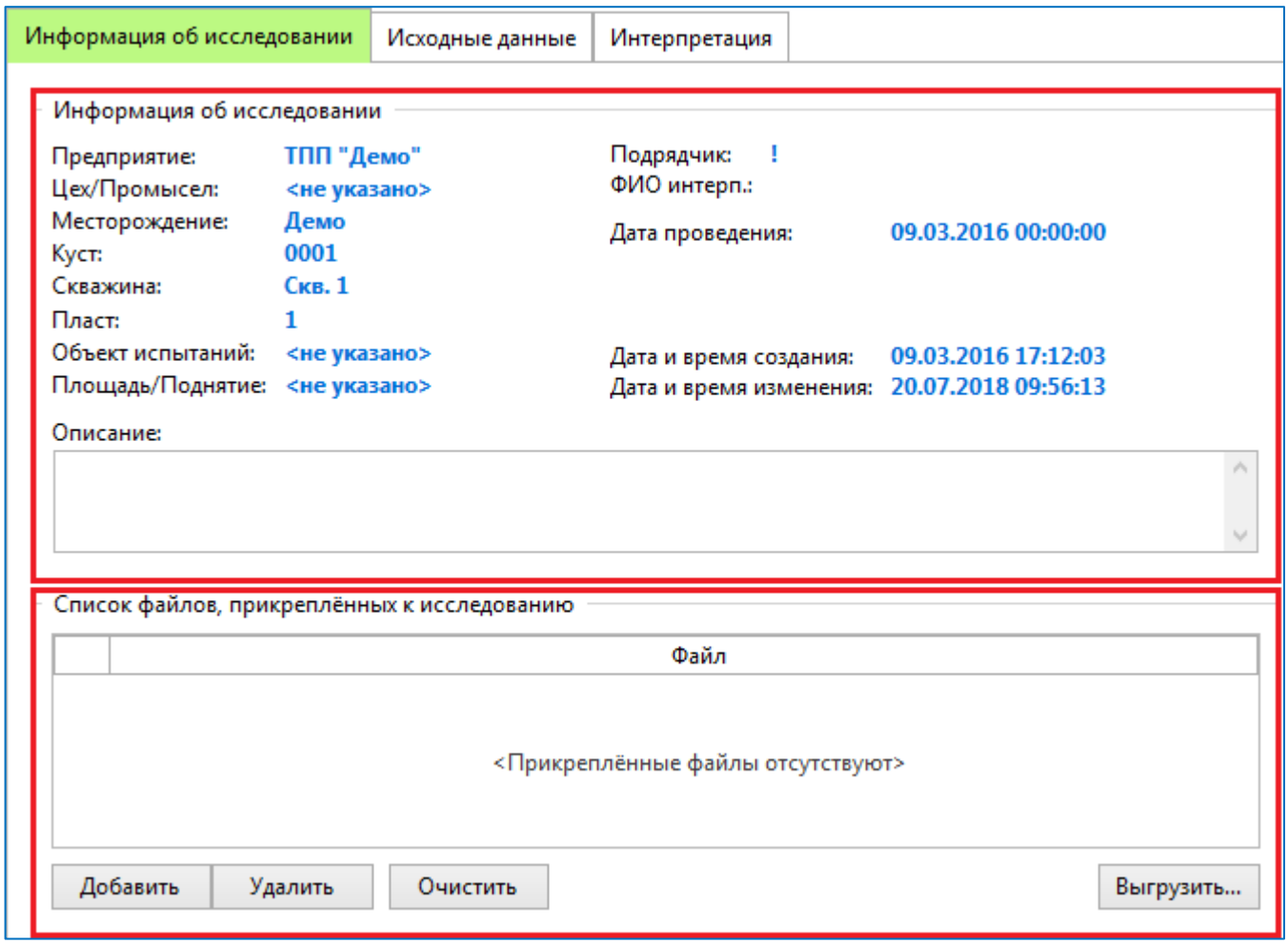
Для закрытия исследования необходимо нажать на кнопку **Исследование | Закрыть**. При этом в основном окне программы скроются вкладки с полями для ввода данных, а на панели инструментов кнопки, связанные с данными исследований (сохранение, формирование отчёта и др.), станут не активными.

В случае, если данные исследования были изменены, перед закрытием исследования программа предложит сохранить измененные данные в БД.

6. Работа с данными

6.1. Вкладка "Информация об исследовании"

Вкладка **Информация об исследовании** появляется при создании/открытии любого исследования, независимо от метода исследования. Вкладка состоит из группы полей **Информация об исследовании** и группы со списком файлов, прикрепленных к исследованию:



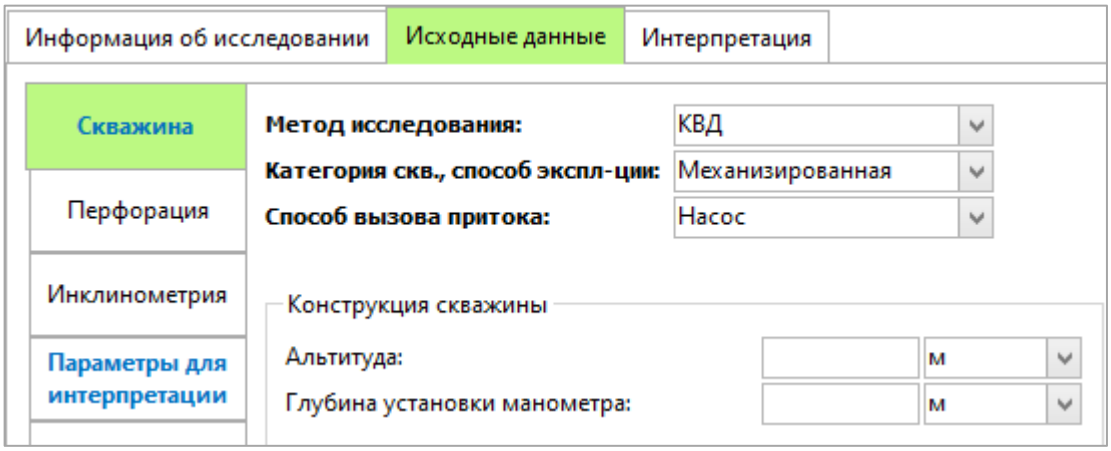
В группе **Информация об исследовании** отображаются поля с идентификационными параметрами исследования, в том числе дата и время создания и изменения исследования, а также поле описания исследования. Для нового исследования идентификационные поля будут оставаться пустыми до момента первой записи исследования в БД. Поле **Описание** редактируемое, и в него можно ввести текст с описанием данного исследования.

В нижней части вкладки **Информация об исследовании** в списке отображаются файлы, прикрепленные к данному исследованию. ПО МГДИС поддерживает любой формат прикрепляемого файла. Данный функционал может использоваться, например, для прикрепления к исследованию файлов замеров давлений и дебитов, файлов с результатами стороннего ПО или файлов отчётов, если таковые имеются.

Для выгрузки всех файлов, прикрепленных к исследованию, необходимо нажать кнопку **Выгрузить**. При этом откроется стандартный диалог выбора папки, в котором необходимо указать папку для выгрузки и нажать кнопку **ОК**. После этого в указанной папке сохранятся прикрепленные файлы.

6.2. Вкладка "Исходные данные"

Вкладка **Исходные данные** так же, как и вкладка **Информация об исследовании,** появляется при создании/открытии любого исследования независимо от метода исследования:



На вкладке **Исходные данные** отображается набор вкладок 2-го уровня для ввода данных исследования, состав которых зависит от выбранных метода исследования и категории скважины.

Вкладки, в которых заполнение данных являются обязательным, выделяются жирным синим шрифтом. Остальные вкладки, не являющиеся обязательными для заполнения, отображаются шрифтом черного цвета. Например, заполнение вкладок **Давление (P)** и **Дебит (Q)** не является строго обязательным для заполнения при интерпретации ИД, так как необходимые данные могут быть получены из другого источника (**Данные на режимах**). Но при наличии записей давления и дебитов рекомендуется загружать данные в соответствующие вкладки.

Несколько иная ситуация с вкладками **Перфорация** и **Инклинометрия**. Для проведения интерпретации они не обязательны, но их наличие позволяет расширить набор расчетных параметров.

Таблица 4. Зависимость состава отображающихся вкладок 2-го уровня от метода исследования и категории скважины (способа вызова притока)

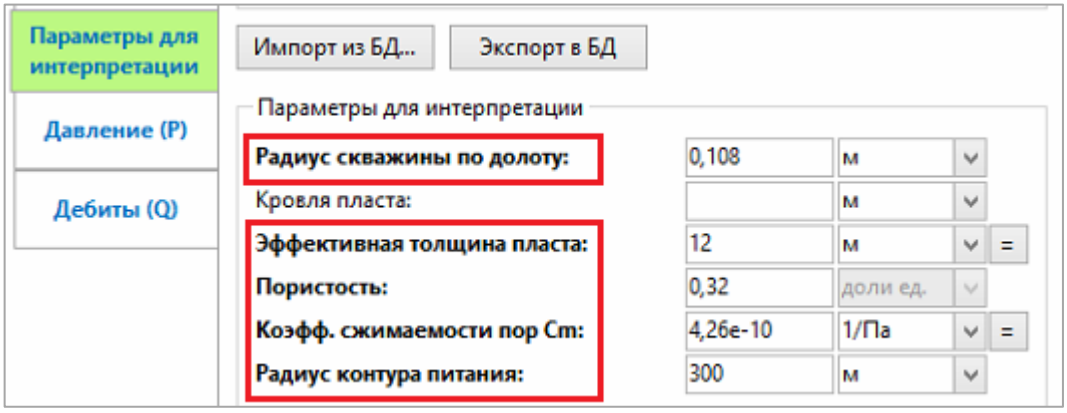
Вкладка	КВД				КВУ	КПД		ИД				КВД + ИД		
	Фонт.	Мех.	Исп. вода	Газ.	Мех.	Нагн. (вода)	Газ.	Фонт.	Нагн. (вода)	Мех.	Газ.	Фонт.	Мех.	Газ.
Скважина	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Перфорация	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Инклинометрия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Параметры для интерпретации	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Давление (P)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дебиты (Q)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вкладка "Интерпретация"	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+
Вкладка "Данные на режимах"											+			+
Вкладка "Интерпретация ИД"								+	+	+	+	+	+	+

Основные данные

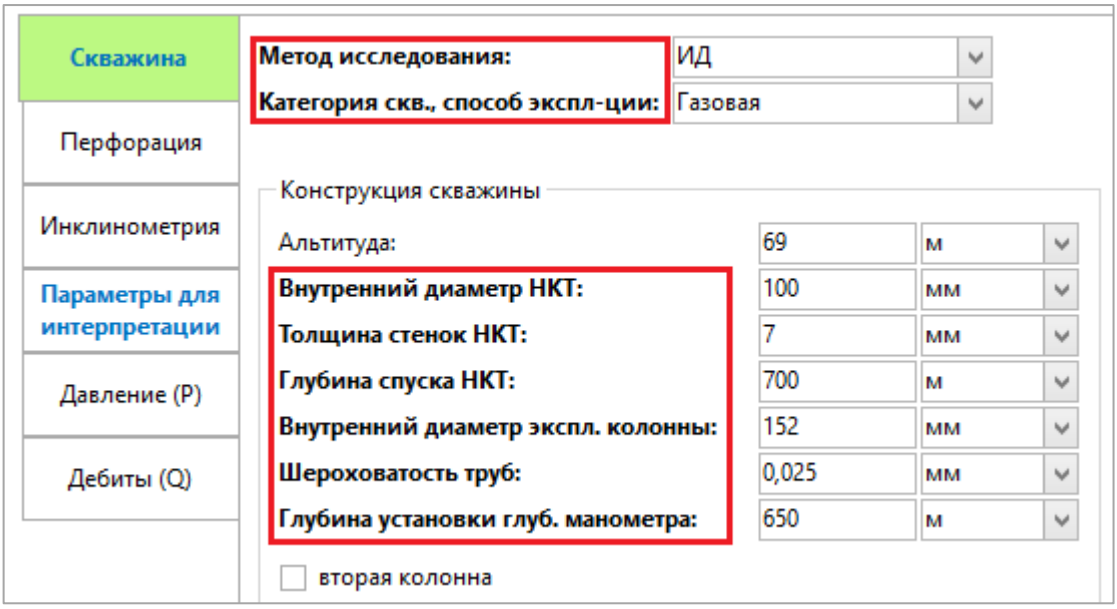
Данные на вкладках 2-го уровня **Скважина**, **Параметры для интерпретации**, **Давление (P)** и **Дебиты (Q)** относятся к основным данным исследования. Набор данных на этих вкладках позволяет проводить быструю интерпретацию без внесения большого количества дополнительных параметров. Названия вкладок с основными данными на экране выделены жирным шрифтом.

*ВНИМАНИЕ! Набор данных в основных вкладках не достаточен для исследований методом **КВУ** (пересчет уровня в давление), а также для исследований со способом вызова притока **Свабирование** и **ИПТ** (расчет дебитов по изменению давления). Для проведения интерпретации в данных случаях потребуется внесение дополнительных параметров.*

Названия параметров на вкладках с основными данными, **обязательные** для проведения интерпретации, выделены жирным шрифтом. Для разных методов исследования наборы обязательных для интерпретации параметров отличаются.



Параметры, обязательные для интерпретации методом КВД газовой скважины

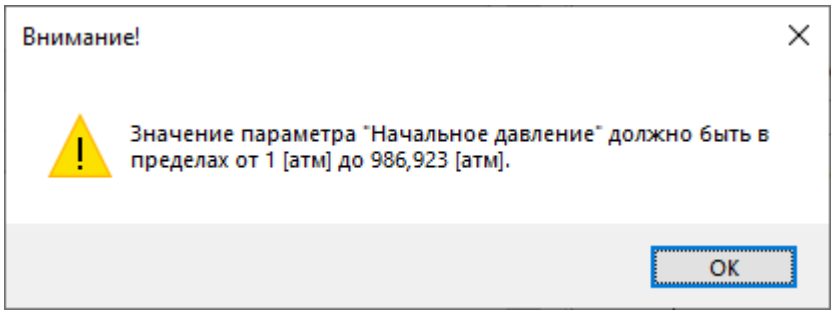


Параметры, обязательные для интерпретации методом ИД газовой скважины

Дополнительные данные

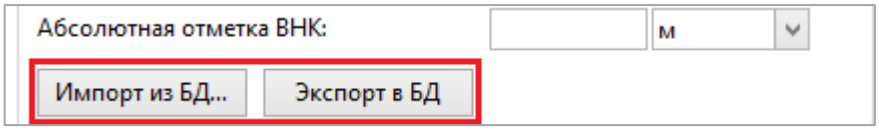
Данные на вкладках 2-го уровня **Перфорация** и **Инклинометрия** относятся к дополнительным данным исследования и используются для расчетов глубин, вертикальных отметок и пересчета давления на ВИП, СИП, ИП, ГНК, ВНК, Стандартная глубина.

Если в настройках программы установлена опция **Проверять исходные параметры на допустимость значений** (см. раздел 11.11. Настройки программы) и в случае, когда на активной вкладке с данными значения какого-либо параметра не входит в допустимый диапазон, при переходе на другое поле или на другую вкладку на экране появится аналогичное сообщение:



Импорт данных из БД / Экспорт данных в БД

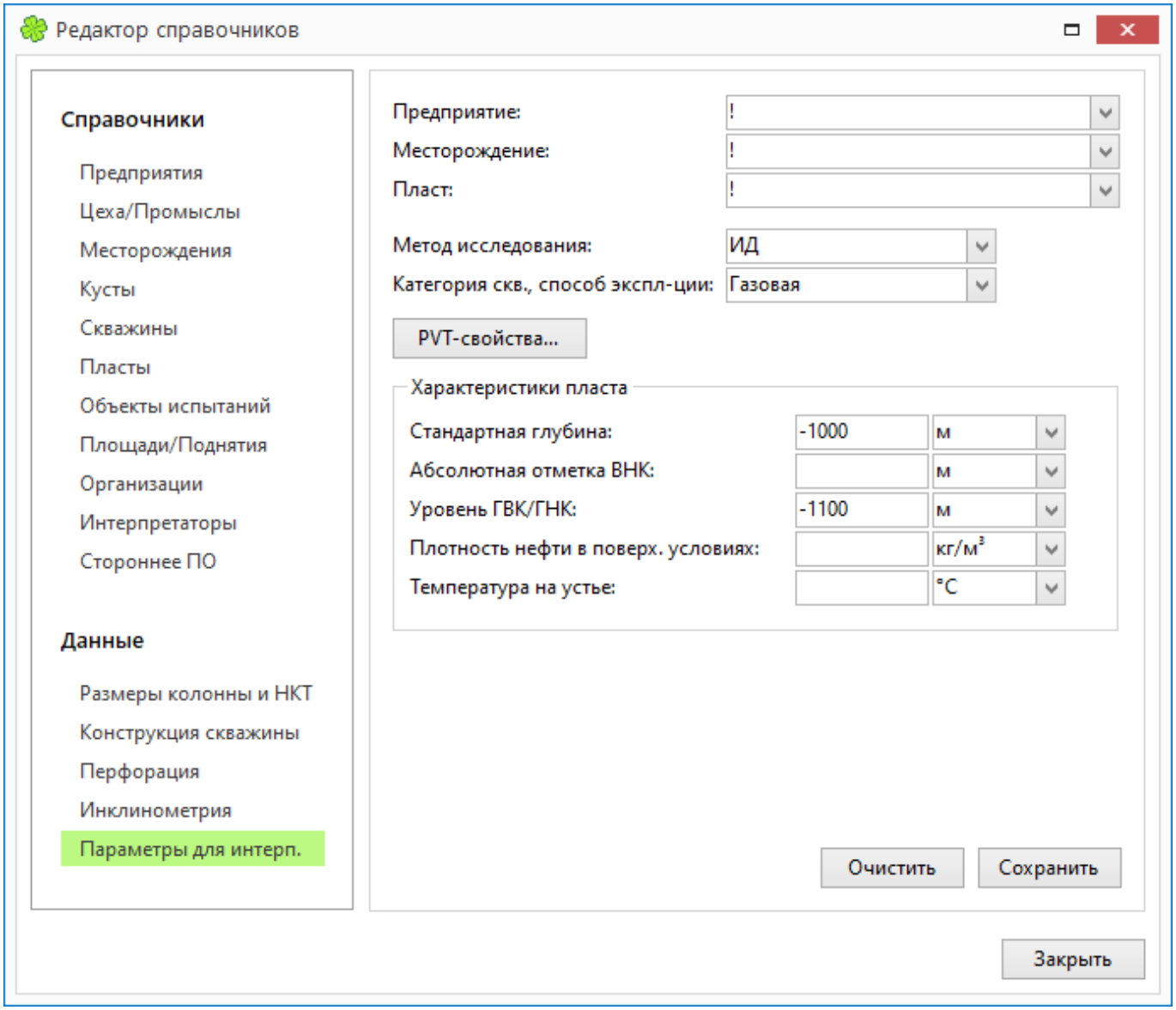
На вкладках 2-го уровня **Скважина**, **Перфорация**, **Инклинометрия** и **Параметры для интерпретации** расположены кнопки **Импорт из БД** и **Экспорт в БД**, предназначенные для ускорения ввода параметров на этих вкладках путем заполнения необходимых полей значениями, ранее сохраненных в **Справочнике БД:**



Для использования функции импорта данных сначала необходимо сохранить их в справочник БД. Сохранение параметров целесообразно делать для наборов значений, "типичных" для исследуемого месторождения, и которые можно использовать в двух и более исследованиях.

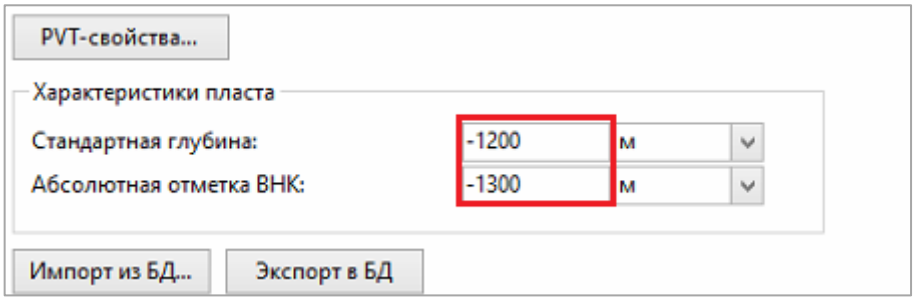
Для сохранения набора введенных значений на любой из вышеуказанных вкладок необходимо нажать на кнопку **Экспорт в БД**. При этом данные будут сохранены в БД с привязкой к текущим скважине и/или пласту. Если исследование новое, то перед экспортом данных в БД необходимо сначала сохранить исследование, т.к. идентификационные параметры исследования (скважина и пласт) используются для привязки экспортируемых данных.

При создании нового или открытии существующего исследования, можно импортировать ранее сохраненные данные из БД. Для этого нужно открыть необходимую вкладку и нажать на кнопку **Импорт из БД**. При этом откроется окно редактора справочников с полями, соответствующие текущей вкладке исходных данных:



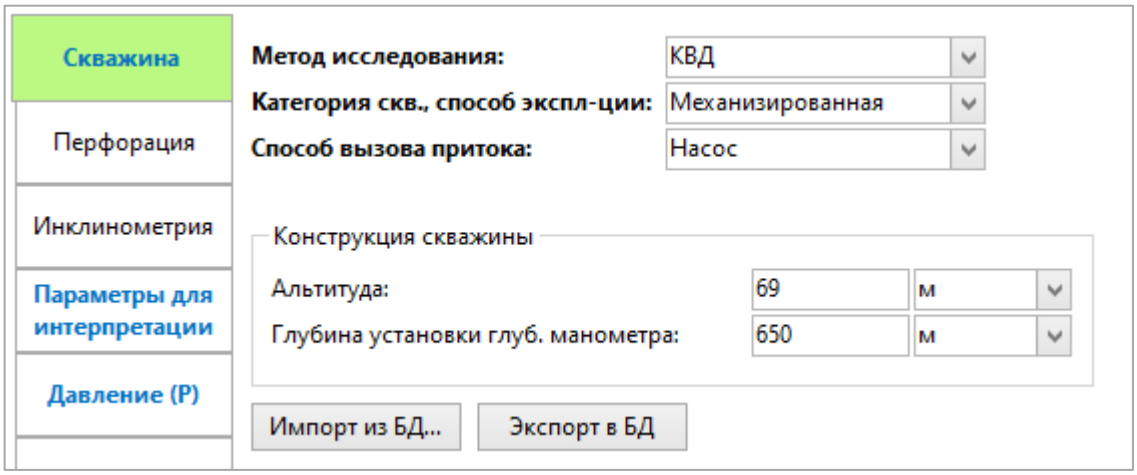
В окне **Редактора справочников**, соответствующем текущей вкладке с исходными данными, будут отображены аналогичные поля с ранее экспортированными в данный справочник значениями. Незаполненные или некорректные значения можно ввести или скорректировать, после чего необходимо нажать на кнопку **Сохранить**.

Для импорта параметров на вкладку с исходными данными необходимо нажать на кнопку **Импорт**. При этом окно редактора справочников закроется, а значения параметров перенесутся в соответствующие поля вкладки:



6.2.1. Вкладка "Скважина"

На вкладке **Скважина** вводится информация о методе исследования, категории скважины (способе эксплуатации) и способе вызова притока. Также здесь вводится информация о конструкции скважины и данные о ее работе.



Содержимое полей **Категории скважины/способ эксплуатации** и **Способ вызова притока** является зависимым от выбранного значения вышестоящего поля.

Таблица 5. Взаимосвязь метода исследования, категории скважины (способа эксплуатации) и способа вызова притока

Метод исследования	Категория скважины, способ эксплуатации	Способ вызова притока
КВД	Фонтанная	Фонтан (нефть)
		ИПТ
		Стр. насос
		Компр. мгновенное
		Компр. длительное
	Механизированная	Насос
		ИПТ
		Сваб
		Стр. насос
		Компр. мгновенное
		Компр. длительное
	Исп. вода	Фонтан (вода)
		Насос
		ИПТ
		Сваб
		Стр. насос
		Компр. мгновенное
		Компр. длительное
	Газовая	<не указывается>
КВУ	Механизированная	Насос

КПД	Нагнетательная (вода)	<не указывается>
	Газовая	<не указывается>
ИД	Фонтанная	<не указывается>
	Нагнетательная (вода)	<не указывается>
	Механизированная	<не указывается>
	Газовая	<не указывается>
КВД + ИД	Фонтанная	Фонтан (нефть)
		ИПТ
		Стр. насос
	Механизированная	Насос
		ИПТ
		Сваб
		Стр. насос
	Газовая	<не указывается>

В зависимости от выбора метода исследования, категории скважины (способа эксплуатации) и способа вызова притока, состав вкладок с данными автоматически изменяется (см. таблицу 4).

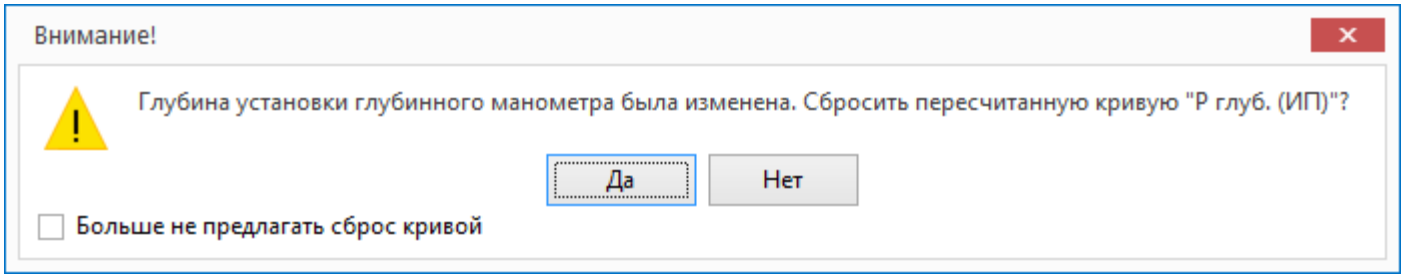
Способ вызова притока **ИПТ** применяется при исследованиях, проведенных с помощью испытателя пласта. Выбор данного способа вызова притока позволяет рассчитать дебит притока перед КВД. При этом в разделе **Дебиты (Q)** появляется возможность ввода типа интервала **Приток**. Подробнее о заполнении истории работы скважины см. в разделе **6.2.4. Вкладка "Дебиты (Q)"**

Способ вызова притока **Свабирование** предусматривает возможность автоматического расчета дебита по изменению давления в процессе свабирования.

Способ вызова притока **Компрессирование мгновенное** используется для исследований с созданием кратковременной депрессии из невозмущенного пласта. При использовании этого способа вызова притока доступна единственная интерпретационная модель **Мгновенная депрессия**.

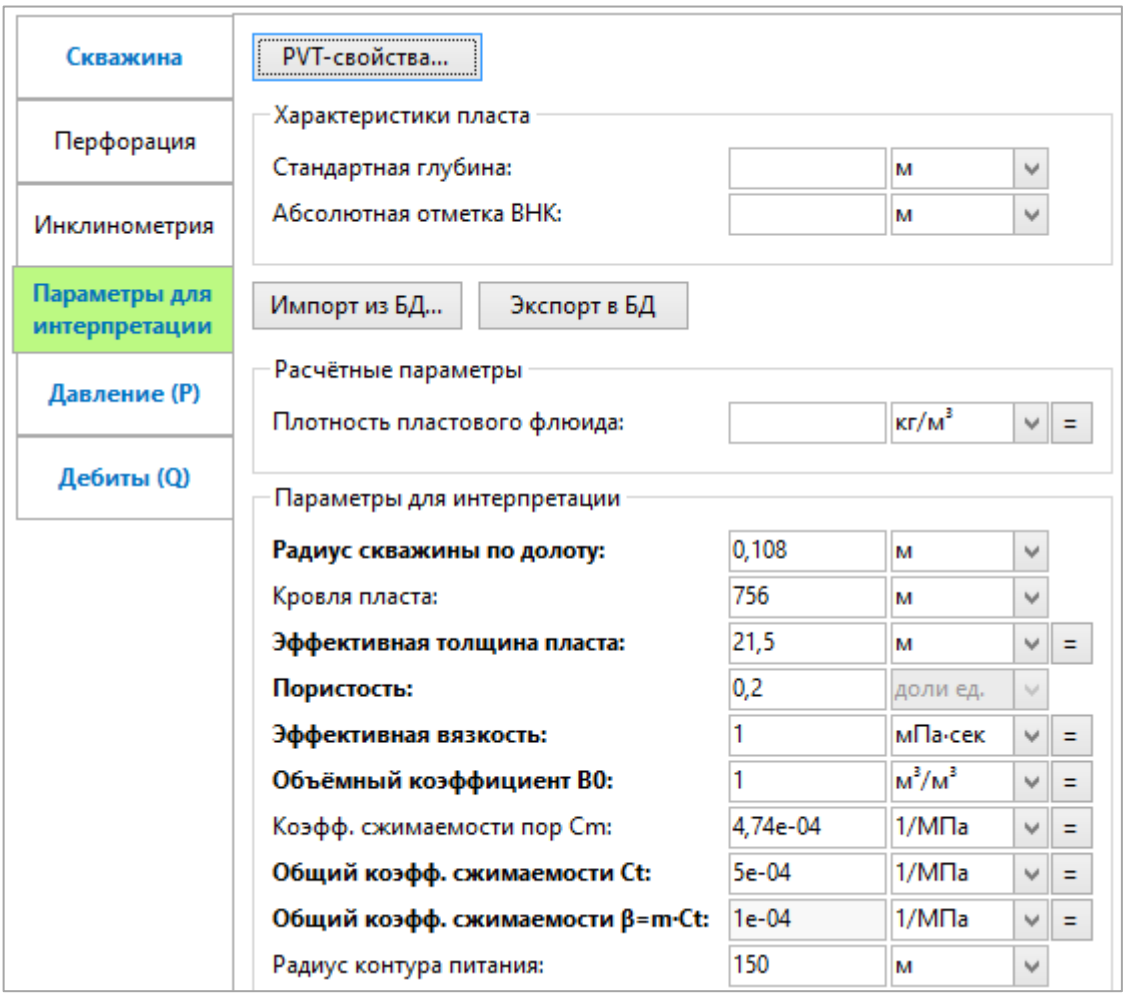
В группе полей **Конструкция скважины** вводится альтитуда устья скважины (параметр, необходимый для расчета пластового давления на уровень ВНК, ГНК, ГВК, Станд.глубина) и значение глубины установки манометра (используется для расчета давления на ВИП, СИП, отм.ИП).

*ПРИМЕЧАНИЕ: Для газовых скважин при изменении значения параметра **«Глубина установки глубинного манометра»** появляется сообщение с предложением сброса кривой **Рглуб (ИП)***



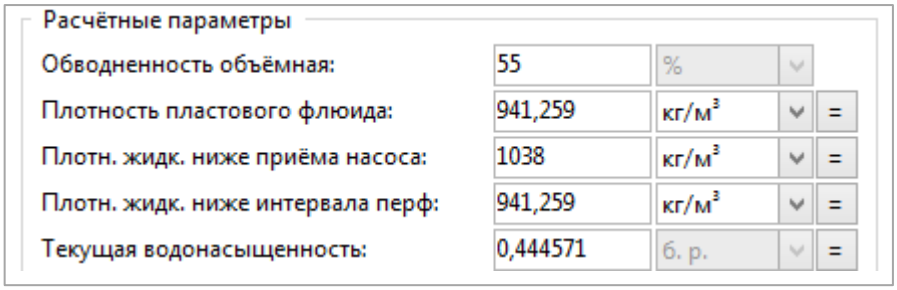
6.2.2. Вкладка "Параметры для интерпретации"

На вкладке **Параметры для интерпретации** вводятся параметры, необходимые для проведения интерпретации. Состав полей вкладки зависит от выбранного метода исследования и способа вызова притока:



Расчетные параметры

Расчетные параметры предназначены для ввода или расчета плотностей жидкости в различных интервалах ствола скважины. Например, плотности используются для расчета забойного давления из значения уровня жидкости. Аналогично проводятся расчеты давления на ВДП и ВНК, вычисления дебита скважины по интервалам с типами **Приток** и **Свабирование**.

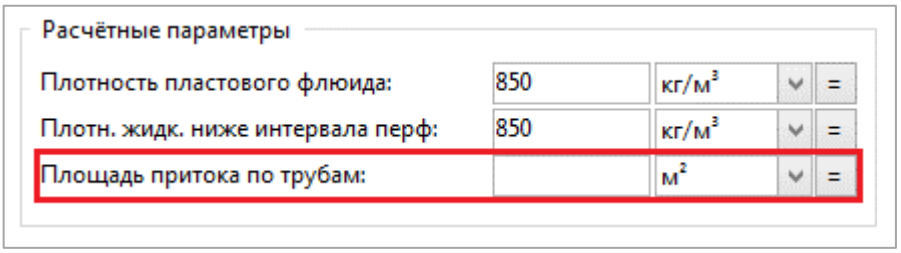


Состав расчетных параметров зависит от выбранного метода исследования и способа вызова притока. Расчет каждого параметра производится нажатием кнопки =.

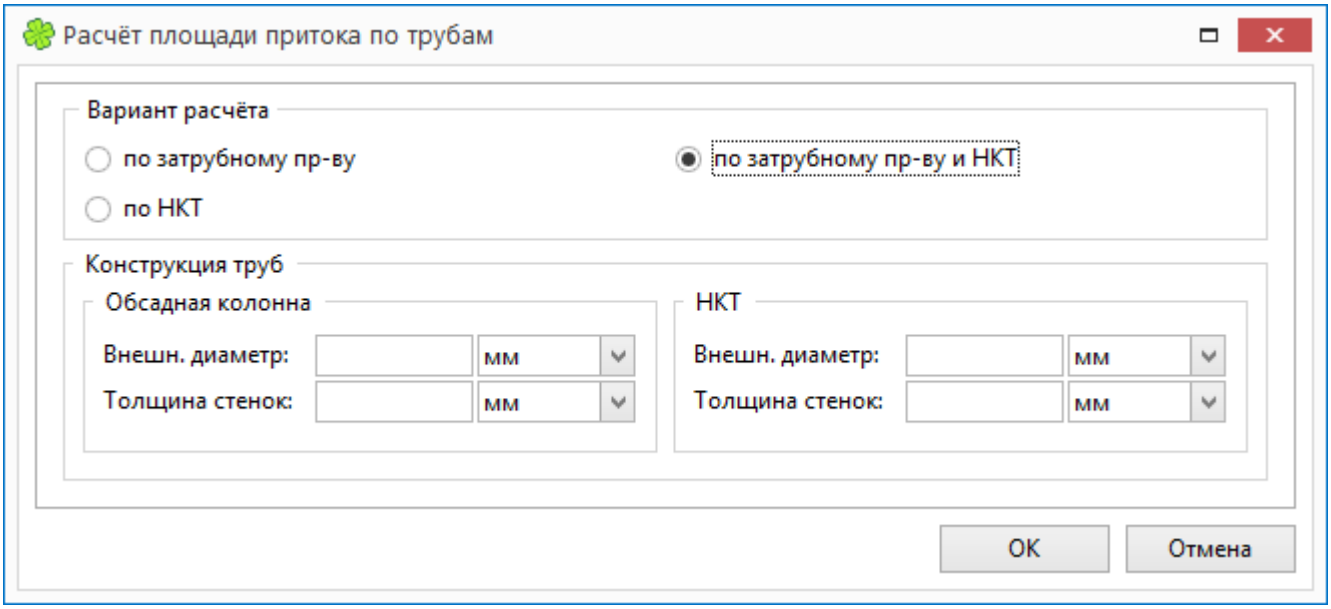
Поле **Текущая водонасыщенность** становится видимым, если в диалоге **PVT-свойства** для нефтяных скважин выбрана опция **Вода** и метод **RT** или для газовых скважин выбрана опция **Газоконденсат**. Расчет значения водонасыщенности осуществляется по заданной обводненности скважины и по значениям ОФП. Текущая водонасыщенность пласта используется для расчета общей сжимаемости и абсолютной проницаемости пласта.

С учетом рассчитанной водонасыщенности пласта и PVT-свойств нефти и воды вычисляются характерные для эквивалентного однофазного флюида значения вязкости, объемного коэффициента и упругоемкости. Метод **RT** позволяет определить абсолютную проницаемость пласта, которая не определяется в методе Perrine. Подробное описание метода RT и Perrine приведено в Приложении "Теоретические основы гидродинамических исследований".

В случае исследования способом вызова притока **Сваб** или **ИПТ** в составе расчетных параметров появляется параметр **Площадь притока по трубам**:



При нажатии на кнопку расчета значения площади притока = откроется окно **Расчёт площади притока по трубам**:



В данном окне необходимо выбрать вариант расчета площади притока и заполнить соответствующие поля в группе параметров **Конструкция труб скважины**. После нажатия кнопки **OK** произойдет расчет значения площади притока.

Параметры для интерпретации

Расчет значения **Эффективная толщина пласта** производится суммированием всех интервалов перфорации по вертикали (с учетом инклинометрии).

Эффективная вязкость рассчитывается по данным ОФП, обводненности продукции, вязкостям и плотностям нефти и воды.

Объемный коэффициент B0 рассчитывается по обводненности продукции и объемным коэффициентам нефти и воды.

Коэффициент сжимаемости пор $C_f = (1/m)(dm/dp)$ связан со значением коэффициента сжимаемости породы $\beta_c = dm/dp$ соотношением $\beta_c = mC_f$, где m – пористость, д. ед.

При нажатии на кнопку расчета значения площади притока = откроется окно **Расчёт коэффициента сжимаемости пор Cm,** с выбором типа коллектора и корреляции для расчета коэффициента сжимаемости пор по знанию пористости:

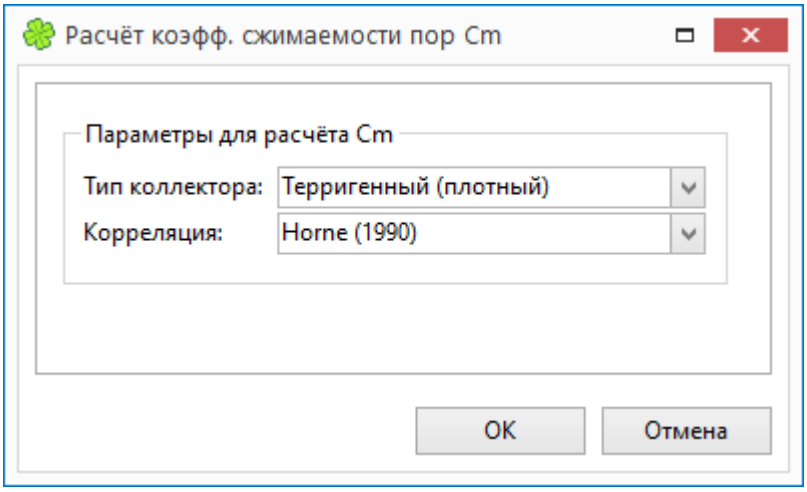


Таблица 6. Доступные корреляции для расчета сжимаемости пор по типам коллекторов

Тип Коллектора	Допустимый диапазон сжимаемости породы по типам коллектора (10^{-10} Па$^{-1}$)		Корреляции доступные для выбранного типа коллектора	Диапазон пористости (д.е.) применимости корреляции	
	Мин.	Max.		Мин.	Max.
Терригенный (плотный)	1	50	Hall (1953)	0.01	0.5
			Newman (1973)	0.02	0.23
			Horne (1990)	0.05	0.25
Карбонатный	1	75	Hall (1953)	0.01	0.5
			Newman (1973)	0.02	0.33
			Horne (1990)	0.02	0.3
			Modified Horne - Jalalh (2006)	0.02	0.27
Терригенный (рыхлый)	2	150	Horne (1990)	0.2	0.33

Общий коэффициент сжимаемости Ct для нефтяных скважин рассчитывается по значениям коэффицентов сжимаемости породы Cf, нефти и воды, и текущей водонасыщенности по формуле:

$$C_t = C_f + (1 - sw) \cdot C_0 + sw \cdot C_w \quad \text{, где}$$

C_f – коэффициент сжимаемости пор; C_0 – коэффициент сжимаемости нефти;

C_w – коэффициент сжимаемости воды; sw – текущая водонасыщенность.

Общий коэффициент сжимаемости Ct для газовых скважин рассчитывается по значениям коэффицентов сжимаемости породы Cf, газа и воды, и текущей газонасыщенности по формуле:

$$C_t = C_f + (1 - sw) \cdot C_g + sw \cdot C_w \quad \text{, где}$$

C_f – коэффициент сжимаемости пор; Cg – коэффициент сжимаемости газа;

C_w – коэффициент сжимаемости воды; sw – текущая водонасыщенность.

Общий коэффициент сжимаемости β* характеризует общую сжимаемость системы (порода + насыщающий её флюид) и равен произведению Ct на пористость.

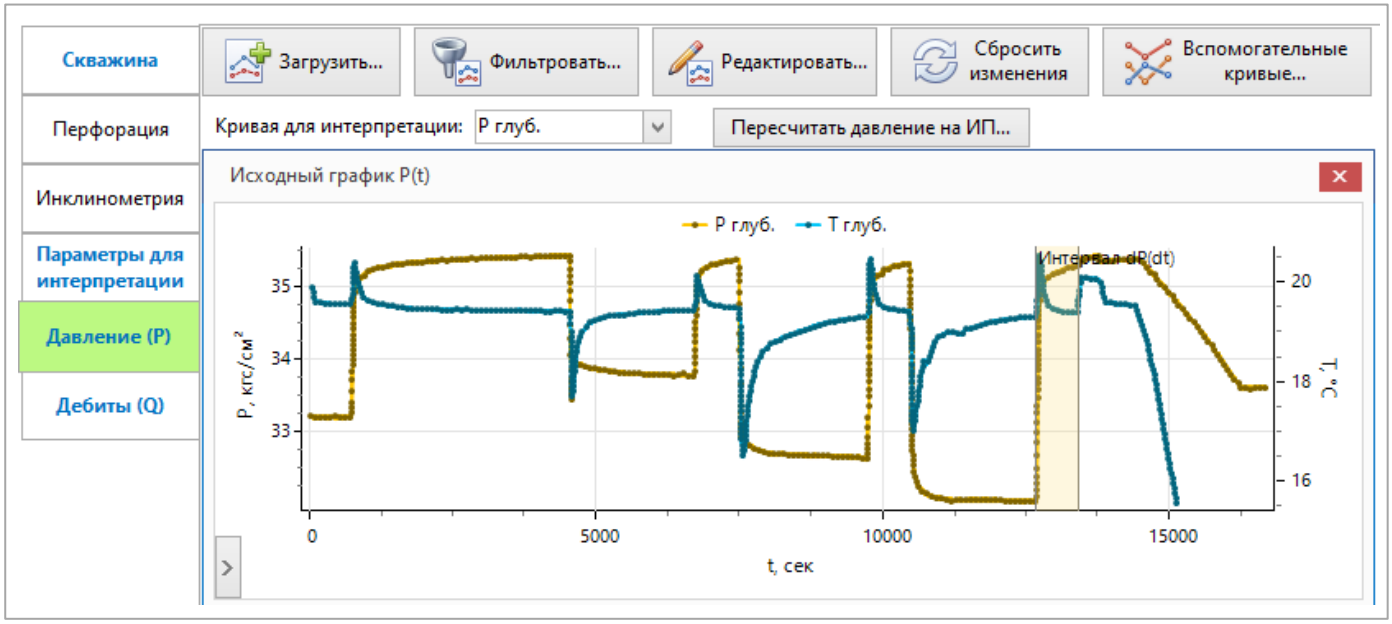
*ПРИМЕЧАНИЕ: **Общий коэффициент сжимаемости β***, расчитываемый в ПО МГДИС, используется в отечественной литературе, в расчетах не участвует и приводится как справочная величина.*

Радиус контура питания используется при вычислении расчетного коэффициента продуктивности, и обычно считается как половина расстояния между скважинами в сетке.

ВНИМАНИЕ! Расчет значений параметров производится по корреляциям и носит оценочный характер, поэтому рекомендуется использовать данные прямых определений параметров (при их наличии).

6.2.3. Вкладка "Давление (P)"

На вкладке **Давление (P)** осуществляется ввод, фильтрация и редактирование данных замеров давлений, температур (для газовых скважин) и уровней (для КВД):

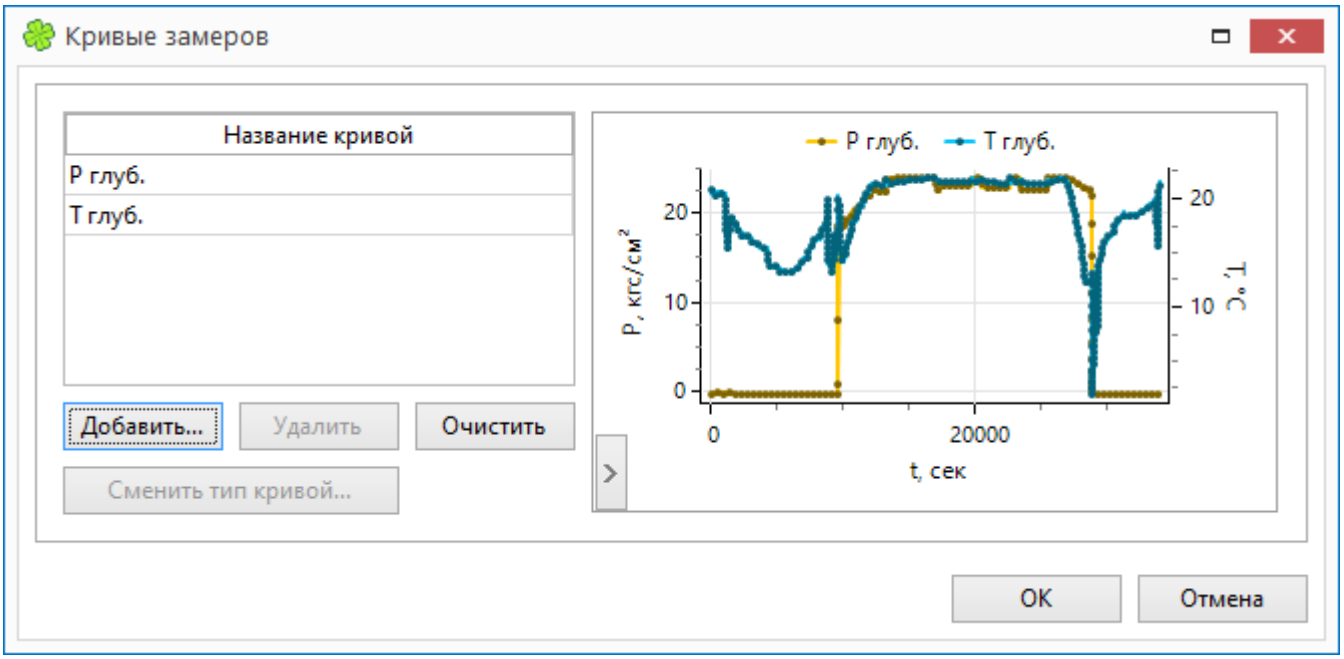


На вкладке расположены кнопки управления загруженными данными из файлов замеров и **Исходный график P(t)**.

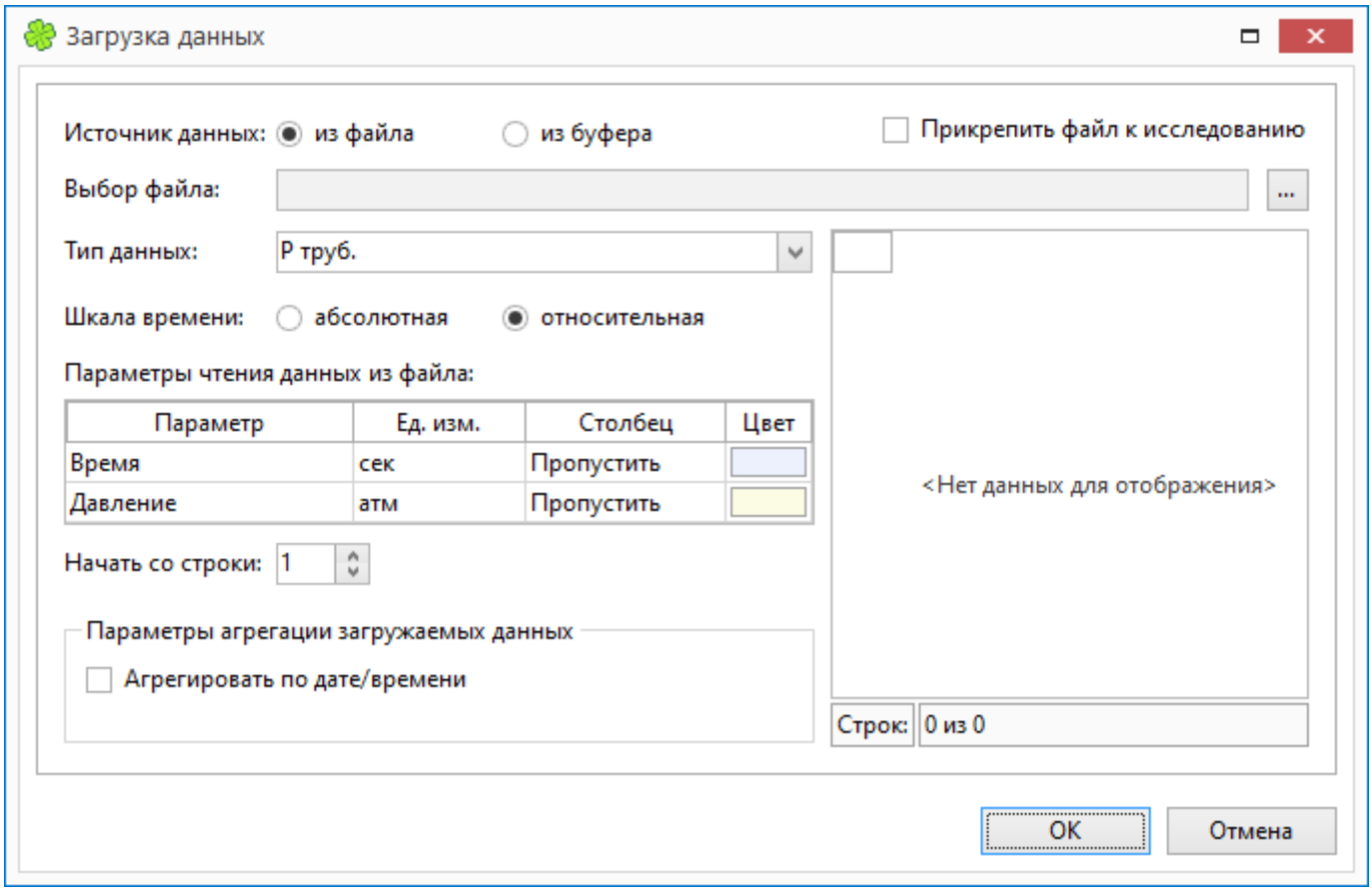
Загрузка данных измерений

В МГДИС есть возможность загружать разные типы кривых давления и температуры в зависимости от того, где были проведены замеры. Для давлений, записанных на устье, предусмотрены типы кривых **Ртруб** и **Рзатр**, а для глубинных замеров – **Рглуб**.

Для загрузки данных измерений необходимо нажать на кнопку **Загрузить**. При этом откроется диалог **Кривые замеров**, в котором отображается список и график ранее загруженных кривых:



Нажав на кнопку **Добавить**, откроется диалог для загрузки данных:



Диалог **Загрузка данных** допускает загрузку из файла или из буфера обмена. Для загрузки необходимо:

a) Указать источник данных (файл или буфер обмена);

b) при загрузке из файла указать путь к файлу замеров;

c) указать тип кривой, к которому относятся данные;

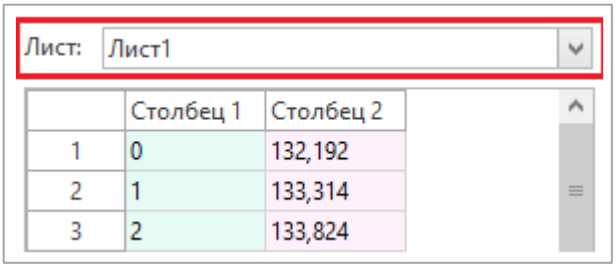
d) указать формат шкалы времени (абсолютная или относительная);

e) указать параметры чтения данных (размерности значений и столбцы с данными);

f) указать номер 1-й строки с данными;

g) указать параметры агрегации загружаемых данных (не обязательно).

В ПО МГДИС поддерживается загрузка данных из файлов в текстовых форматах с любым расширением (например, TXT, LAS и т.д.) и XLS, XLSX (файлы Microsoft Excel). При загрузке файла в формате Excel в диалоге появится поле Лист, в котором необходимо указать лист с данными в файле Excel:



После указания имени загружаемого файла его содержимое отобразится в области предпросмотра (первые 100 строк), и, в случае успешного анализа структуры файла, автоматически определятся и выберутся столбцы с датой, временем и давлением, а также заполнится поле **Начать со строки**.

Таблица 7. Зависимость типа кривой от метода исследования, категории скважины (способы эксплуатации) и способа вызова притока

Метод исследования	Категория скважины, способ эксплуатации	Способ вызова притока	Тип кривой (тип данных замеров)
КВД	Фонтанная	Фонтан (нефть)	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		ИПТ	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		Стр. насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Компр. мгновенное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		Компр. длительное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Механизированная	Насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		ИПТ	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнад клап
		Сваб	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Стр.насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Компр. мгновенное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		Компр. длительное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)

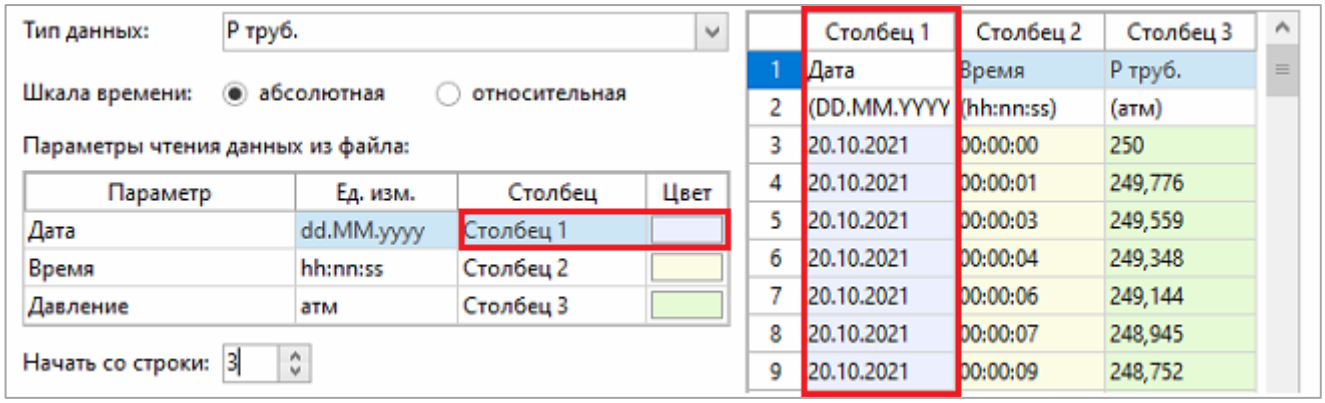
	Исп. вода	Фонтан (вода)	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		Насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		ИПТ	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнад клап
		Сваб	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Стр.насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Компр. мгновенное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		Компр. длительное	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Газовая		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Ттруб, Тзатр. Тглуб, Р+Т труб, Р+Т затруб, Р+Т глуб
КВУ	Механизированная	Насос	Р(Н); Рман уст; Н;
КПД	Нагнетательная (вода)		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Газовая		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
ИД	Фонтанная		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Нагнетательная (вода)		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Механизированная		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
	Газовая		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Ттруб, Тзатр. Тглуб, Р+Т труб, Р+Т затруб, Р+Т глуб
КВД + ИД	Фонтанная	Фонтан (нефть)	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП)
		ИПТ	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнад клап
		Стр. насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
	Механизированная	Насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		ИПТ	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнад клап
		Сваб	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
		Стр.насос	Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Рнкт
	Газовая		Ртруб; Рзатр; Рглуб; Ртруб (ИП); Рзатр (ИП); Рглуб (ИП); Ттруб; Тзатр; Тглуб; Р + Ттруб; Р + Тзатр; Р + Тглуб

Для газовых скважин можно загружать запись температурных кривых разных типов: **Ттруб**, **Тзатр**, **Тглуб**.

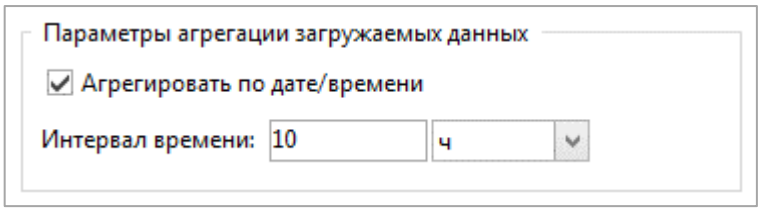
Установка флага **Прикрепить файл к исследованию** позволяет прикрепить загружаемый файл к исследованию (см. раздел **6.1. Вкладка "Информация об исследовании"**).

Ввод номера 1-й строки с данными можно осуществить как вводом числа в поле, так и одинарным кликом левой клавиши мышки на строку с данными в области предпросмотра.

Выбранный столбец в области предпросмотра подсвечивается цветом параметра, после того как будет установлено соответствие считываемого параметра и столбца. Цвет параметра можно изменить в таблице загружаемых параметров:

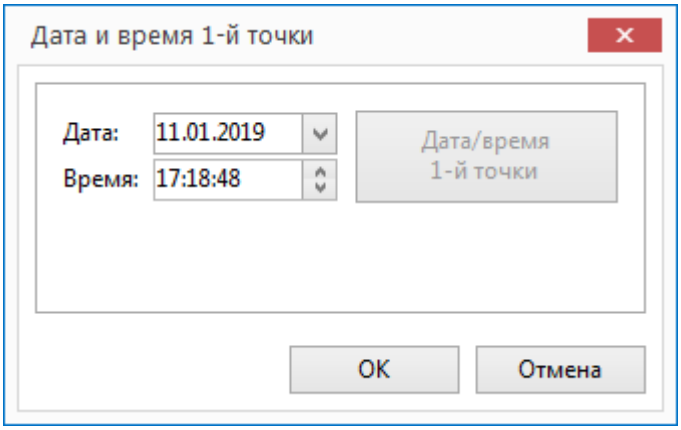


Также в диалоге **Загрузка данных** доступна опция агрегации загружаемых данных. При выборе данной опции необходимо указать временной интервал, в пределах которого все замеры будут агрегированы (вся кривая замера разбивается на временные отрезки с заданной длительностью и на каждом отрезке вычисляется среднее значение параметра по тем точкам замера, которые попадают в интервал):

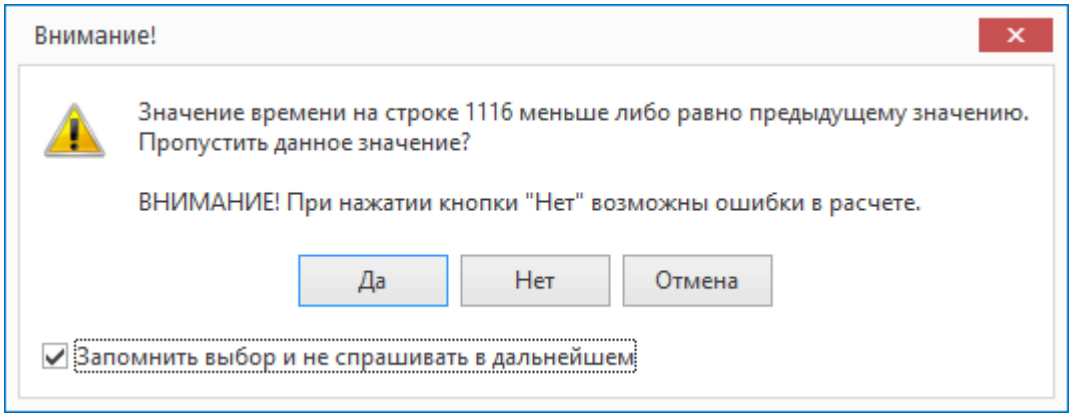


После того, как в диалоге **Загрузка данных** все необходимые параметры для загрузки данных будут введены, необходимо нажать на кнопку **OK** для осуществления загрузки данных из файла.

Если данные времени загружаются в относительных отметках, в момент загрузки на экране появится диалог для ввода абсолютного значения 1-й точки времени:

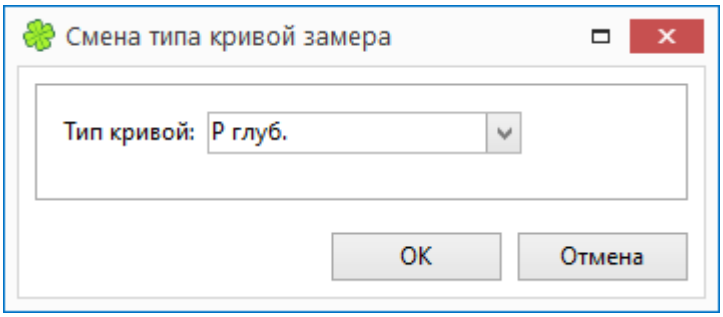


В случае, если в файле присутствуют какие-либо ошибки, на экране появится соответствующее сообщение, а загрузка будет прервана. Если же в файле в строках с данными в момент загрузки обнаружится какое-либо несоответствие в данных, на экране появится соответствующее сообщение, требующее от пользователя принятия того или иного решения, например:



После окончания загрузки данных замеров диалог **Загрузка данных** закроется, в диалоге **Кривые замеров** в таблице кривых появится соответствующая запись, а график обновится.

В случае загрузки кривой неверного типа предусмотрена кнопка **Сменить тип кривой** в диалоге **Кривые замеров.** Кнопка активна в случае, если выбрана любая загруженная кривая. При нажатии кнопки откроется окошко, которое позволит сменить тип выбранной кривой:



При нажатии кнопки **OK** диалог **Смена типа кривой замера** закроется, а загруженная кривая сменит тип на выбранный.

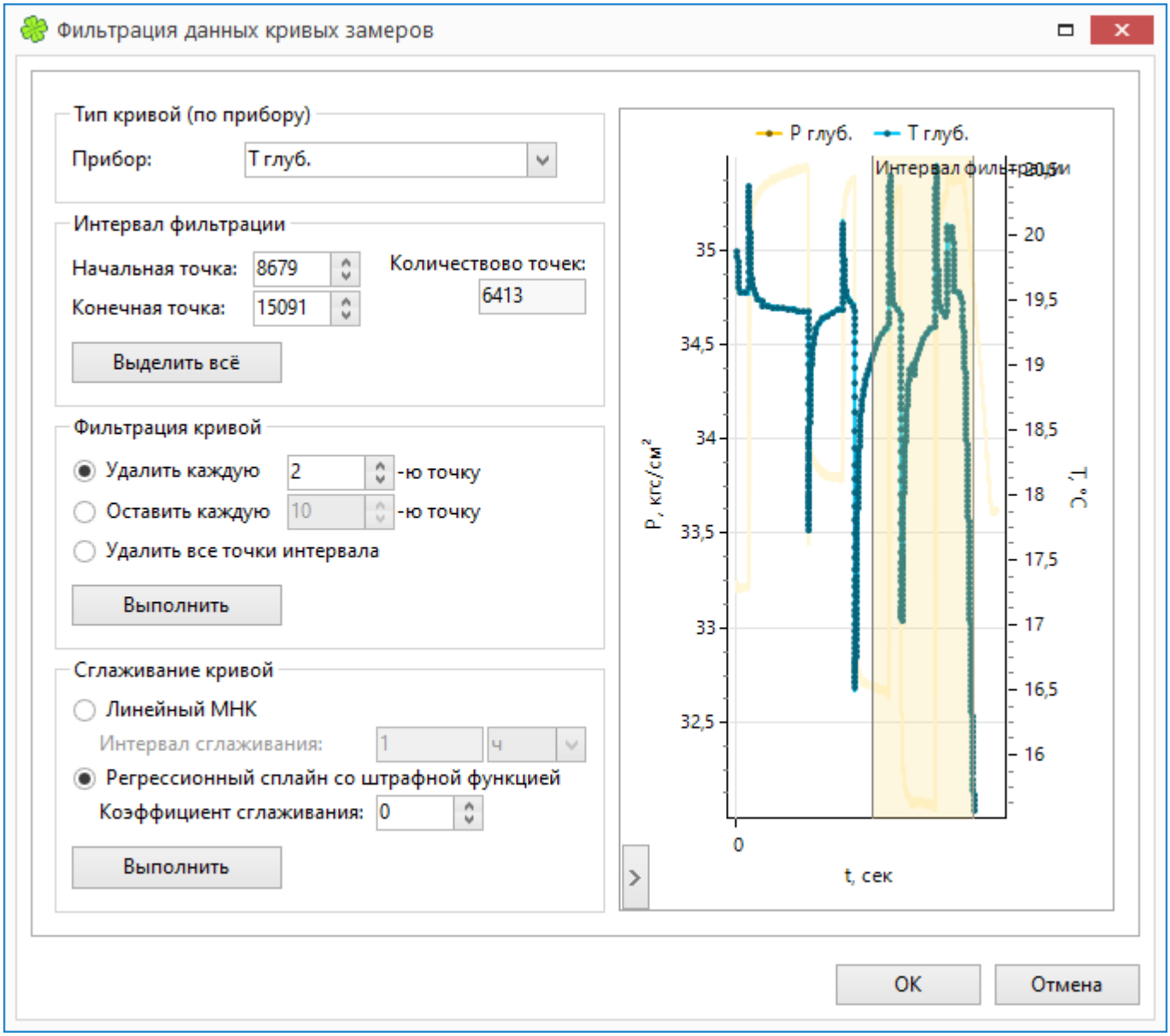
При нажатии кнопки **OK** диалог **Кривые замеров** закроется, а загруженные данные отобразятся на графике **Исходный график P(t)** на вкладке **Давление (P)**.

Дозагрузка данных измерений

В диалоге **Кривые замеров** имеется возможность дозагрузки информации с данными замеров. Для этого необходимо также, как и в момент загрузки, нажать кнопку **Добавить** и указать файл для дозагрузки или загрузить из буфера обмена.

Фильтрация данных измерений

Для фильтрации данных измерений необходимо на вкладке **Давление (P)** нажать на кнопку **Фильтровать**. При этом откроется диалог **Фильтрация данных кривых замеров**:



Для фильтрации данных необходимо:

Шаг 1. Указать прибор (тип кривой) в соответствующем поле. В случае, если в исследование загружена только одна кривая, прибор выберется автоматически.

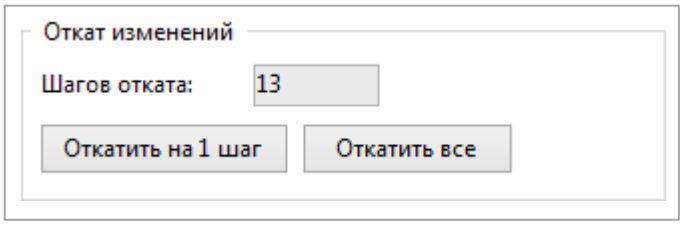
Шаг 2. Выбрать интервал фильтрации. Установка интервала может быть осуществлена путем ввода номеров точек замеров начала и конца интервала, либо установкой границ интервала на графике с помощью курсора. Для этого на графике нужно по кнопке **Показать/скрыть интервал** включить отображение интервала и переместить левую и правую границу интервала до необходимого положения. Для выделения всей кривой необходимо нажать на кнопку **Выделить все**. Количество точек на выделенном интервале отображается в соответствующем поле. Для выделения группы точек предусмотрена кнопка **Включить/выключить режим множественного выделения точек**.

Шаг 3. Выбрать действие. Выделенный интервал можно фильтровать с заданной частотой путем установки значения в поле **Удалить каждую N-ю точку**, либо значения в

поле **Оставить каждую N-ю точку**, либо удалить на выделенном интервале все точки. После выбора действия необходимо нажать на кнопку **Выполнить**. При этом на графике в пределах выделенного интервала станет видно, что число точек изменилось, или что они исчезли (если выбран режим удаления всех точек интервала).

Также в диалоге можно провести сглаживание кривой. Для этого необходимо в группе **Сглаживание кривой** выбрать алгоритм (**Линейный МНК** или **Регрессионный сплайн со штрафной функцией**), ввести необходимый параметр и нажать кнопку **Выполнить**. При этом на графике станет видно, что траектория кривой изменилась согласно выбранному алгоритму сглаживания.

После первой операции фильтрации или сглаживания внизу появляется группа **Откат изменений**, в котором располагаются элементы управления откатами действий:



Выполнять фильтрацию или сглаживание данных в диалоге можно столько раз, сколько потребуется. При этом каждый шаг записывается в память для возможности отмены изменений. Количество шагов отката отображается в поле **Шагов отката**. Для отмены изменений необходимо нажать на кнопку **Откатить на 1 шаг** или **Откатить все**.

При нажатии кнопки **OK** диалог **Фильтрация исходных данных замеров давлений** закроется, а отфильтрованные данные отобразятся на графике **Исходный график P(t)** на вкладке **Давление (P)**.

Редактирование данных измерений

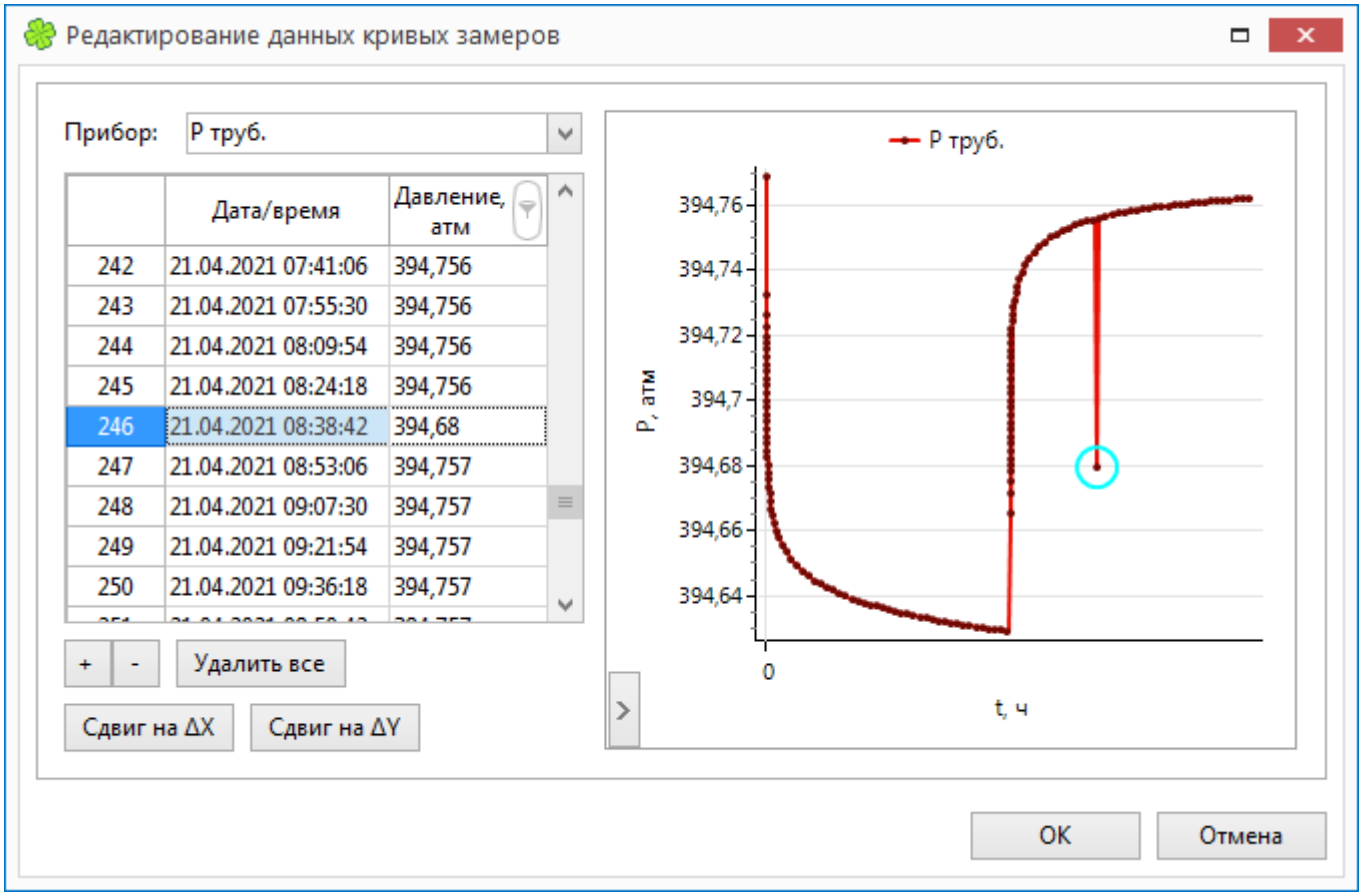
Для редактирования данных измерений необходимо на вкладке **Давление (P)** нажать на кнопку **Редактировать**. При этом откроется диалог **Редактирование исходных данных замеров давлений**. В диалоге отображается таблица с замерами давлений и график с кривой замеров.

Начинать редактирование нужно с указания прибора (типа кривой) в соответствующем поле. В случае, если в исследование загружена только одна кривая, прибор выберется автоматически.

Для редактирования точки замера необходимо выделить ее в таблице, при этом выделенная точка подсветится на кривой на графике. Также точку можно выделить на графике, кликнув на точку кривой. При этом выбранная точка выделится в таблице замеров. После любого изменения даты/времени или давления в таблице кривая на графике автоматически обновляется.

Для выделения группы точек предусмотрена кнопка **Включить/выключить режим множественного выделения точек** . При активации кнопки на графике можно выделить несколько точек текущей кривой с помощью клика средней кнопки мыши или прямоугольной области, отображаемой при удержании левой кнопки мыши.

Кроме редактирования существующих, в диалоге можно добавить или удалить точку замера. Для этого используются соответствующие кнопки . По кнопке **Очистить** можно удалить все точки замеров для выбранного прибора.



Также в диалоге можно осуществить сдвиг кривой по оси времени или оси давлений. Для этого существуют соответствующие кнопки **Сдвиг на ΔX** и **Сдвиг на ΔY**.

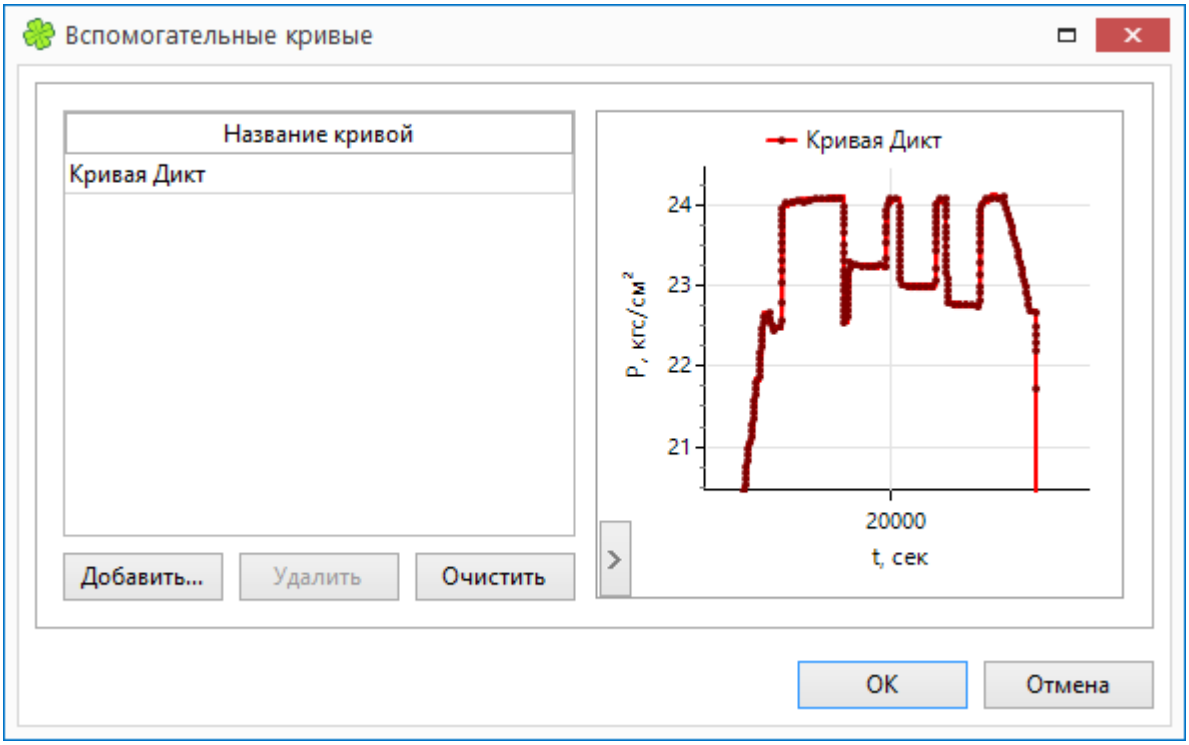
При нажатии кнопки **OK** диалог **Редактирование исходных данных замеров давлений** закроется, а отредактированные данные отобразятся на графике **Исходный график P(t)** на вкладке **Давление (P)**.

Сброс изменений данных измерений

Для сброса изменений данных замеров, выполненных в окнах **Редактировать** и **Фильтровать**, необходимо на вкладке **Давление (P)** нажать на кнопку **Сбросить изменения**. При этом все данные изменений вернутся к первоначальному состоянию (состояние данных сразу после загрузки) и кривые на графике **Исходный график P(t)** обновятся.

Вспомогательные кривые

Функция загрузки вспомогательных кривых предназначена для загрузки и отображения кривых замеров давления и температуры, связанных с текущим исследованием. Для вызова диалога загрузки и просмотра загруженных вспомогательных кривых необходимо нажать на кнопку **Вспомогательные кривые**. При этом откроется соответствующее окно:

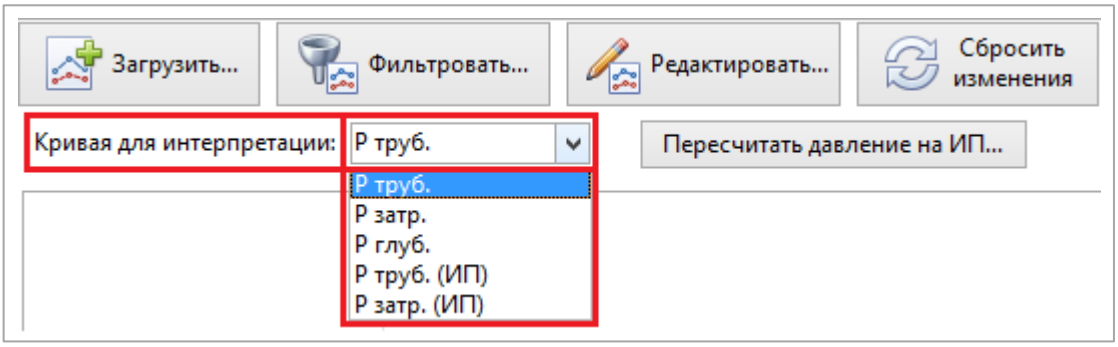


Процесс загрузки кривых идентичен процессу загрузки данных замеров давлений в диалоге **Загрузка данных**.

Выбор кривой для интерпретации

На вкладке **Давление (P)** есть возможность выбора кривой замера давления, по которой будет происходить интерпретация, а также определяться пластовое давление.

Для этого необходимо в соответствующем поле выбрать одну из загруженных или пересчитанных кривых давления:

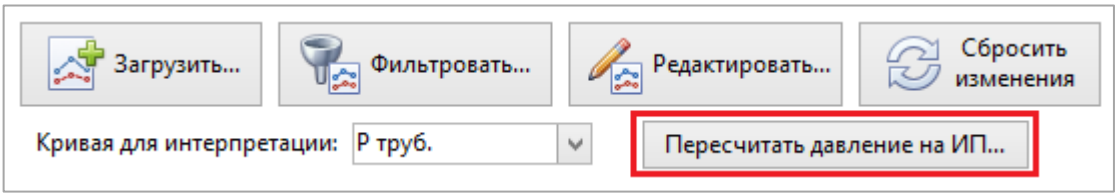


Состав кривых в данном поле определяется типом исследования. Полный состав типов кривых приведен в Таблице 7.

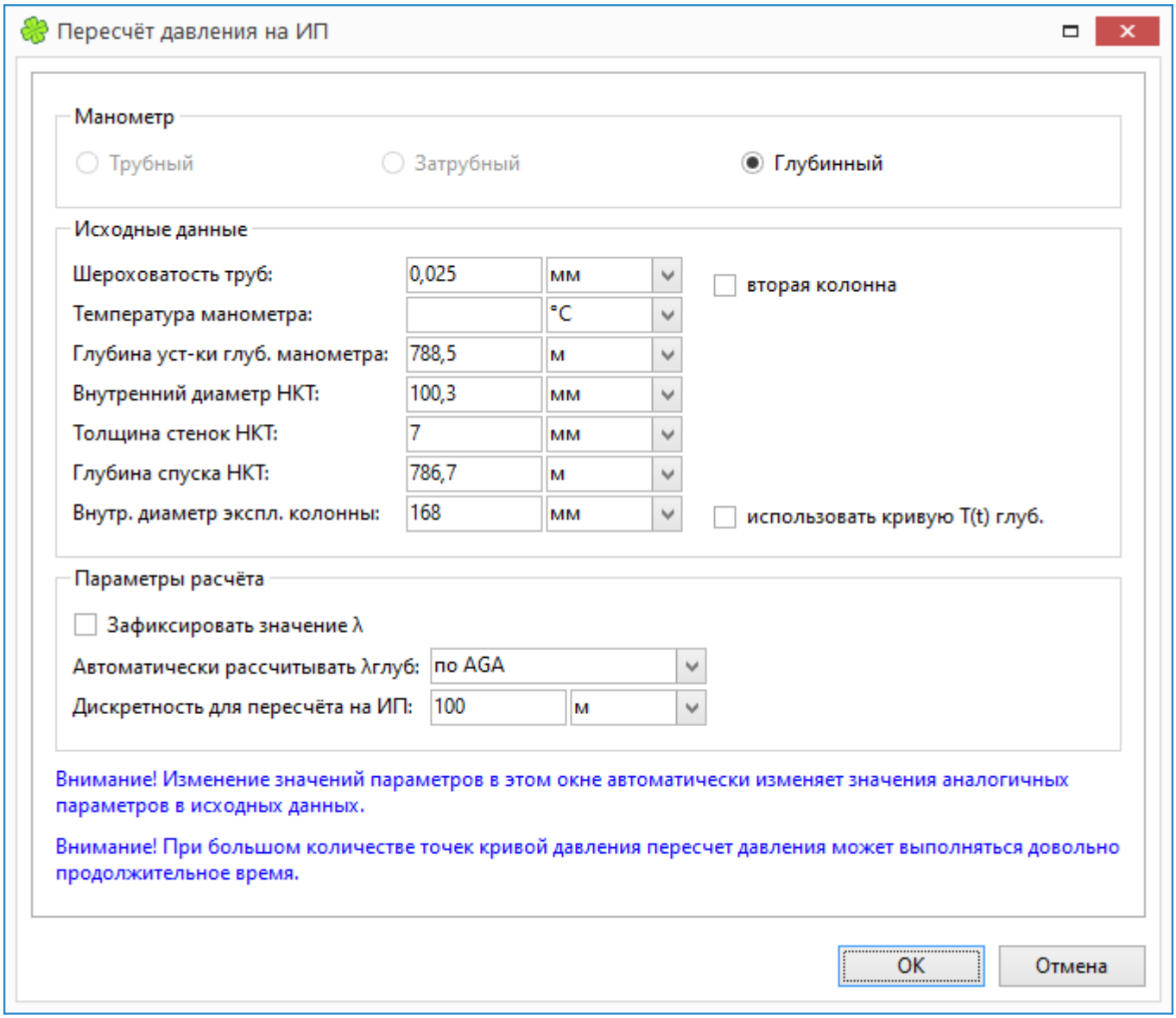
Пересчёт давления

Для исследований газовых скважин при отсутствии показаний на интервале перфорации в МГДИС есть возможность пересчёта давления, снятого с трубного, затрубного или глубинного манометра, на интервал перфорации.

Для пересчёта давления необходимо нажать на кнопку **Пересчитать давление на ИП**:



При этом откроется окно настройки параметров пересчёта:



В данном окне вводятся параметры, необходимые для пересчёта давления на интервал перфорации. Доступность типов манометров в верхней части окна обуславливается наличием в исследовании загруженного замера давления соответствующего типа.

Пересчёт давления выполняется либо с расчётом безразмерного коэффициента гидравлического сопротивления λ по формуле Черчилля или AGA при заданной шероховатости труб, либо с прямым заданием коэффициента λ (с зафиксированным значением λ).

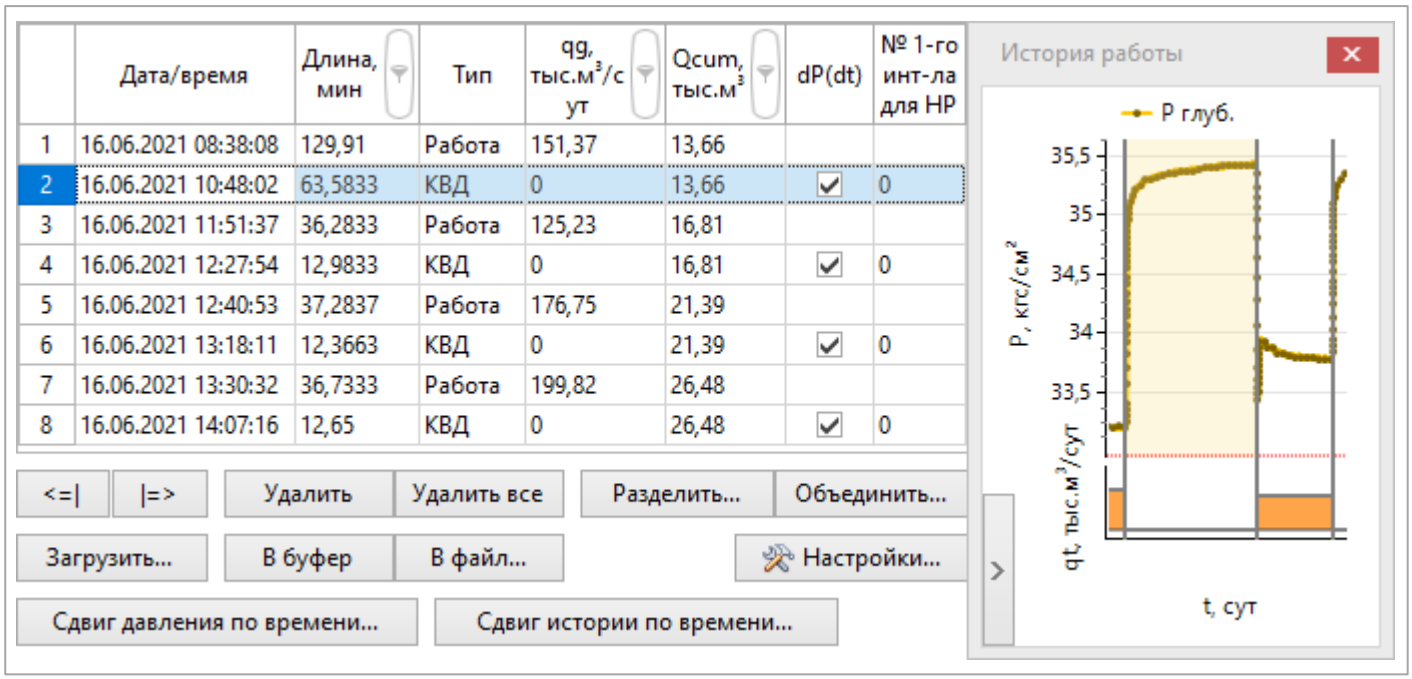
В данном окне значения параметров для пересчёта берутся из соответствующих полей со вкладок исходных данных. При этом, если здесь изменить значение какого-либо параметра, оно автоматически изменится и в соответствующем поле на вкладках исходных данных исследования. Это сделано для однозначной идентичности исходных параметров.

Для пересчета кривых на ИП можно использовать соответствующую кривую температуры T(t).

После ввода параметров и нажатия кнопки **ОК** появляется окно с индикацией процесса пересчёта давления на ИП. Процесс можно остановить, нажав на кнопку **Отмена**. После пересчёта на графиках давлений (вкладки **Давление (Р)** и **Дебиты (Q)**) появляется пересчитанная кривая соответствующего типа: **Ртруб (ИП)**, **Рзатр (ИП)** или **Рглуб (ИП)**.

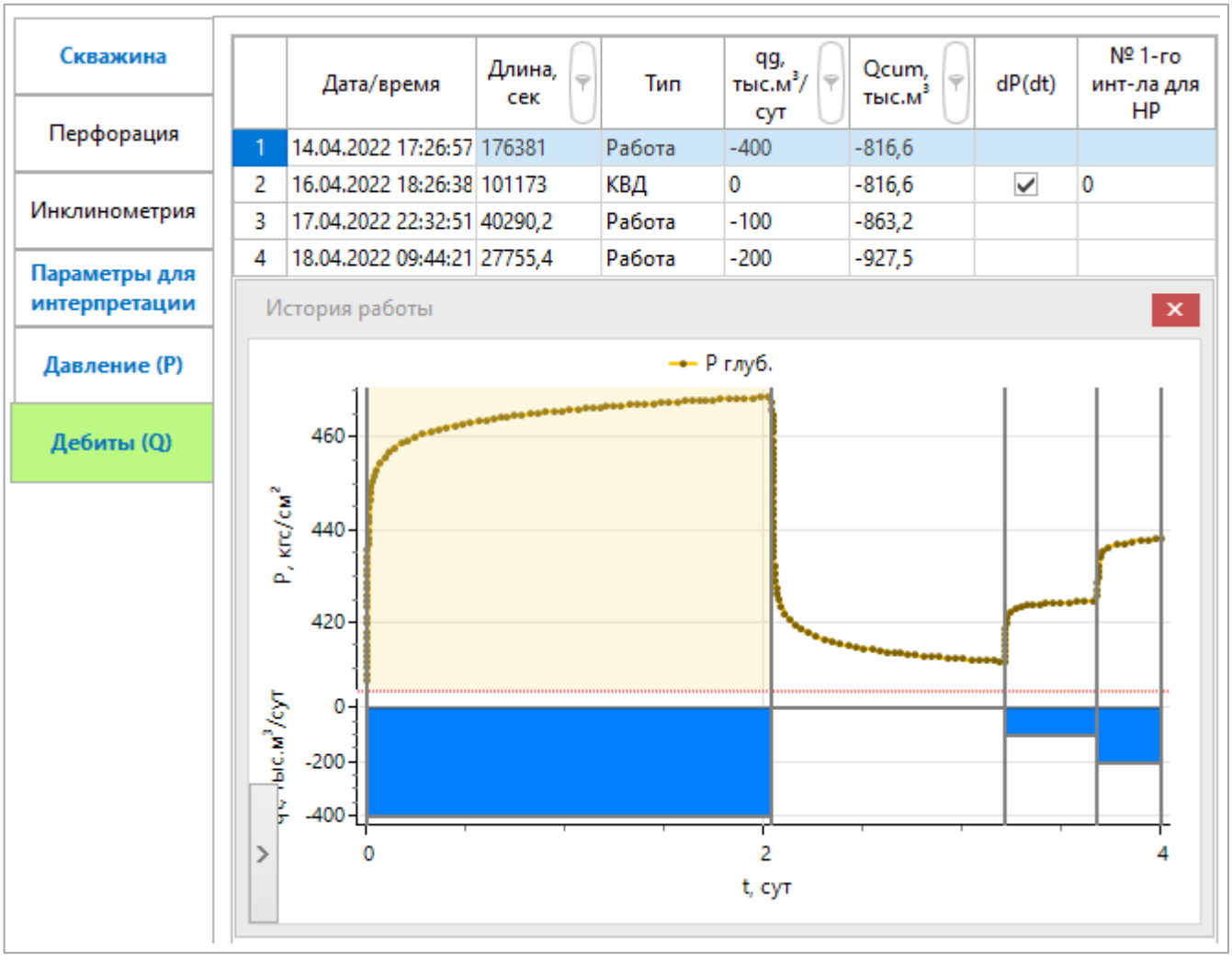
6.2.4. Вкладка "Дебиты (Q)"

На вкладке **Дебиты (Q)** осуществляется ввод и редактирование истории работы скважины (ввод дебитов) и выбор участка dP(dt). Вкладка состоит из таблицы дебитов (расхода) и графика истории:



История работы вводится в таблицу путем задания интервалов постоянного дебита. Добавление интервалов возможно вручную, вставкой из буфера и загрузкой из файла. Также на вкладке поддерживается сохранение истории работы в буфер обмена и в текстовый файл, и функции сдвига кривой давления и данных расхода по времени (для синхронизации данных давлений и дебитов относительно друг друга).

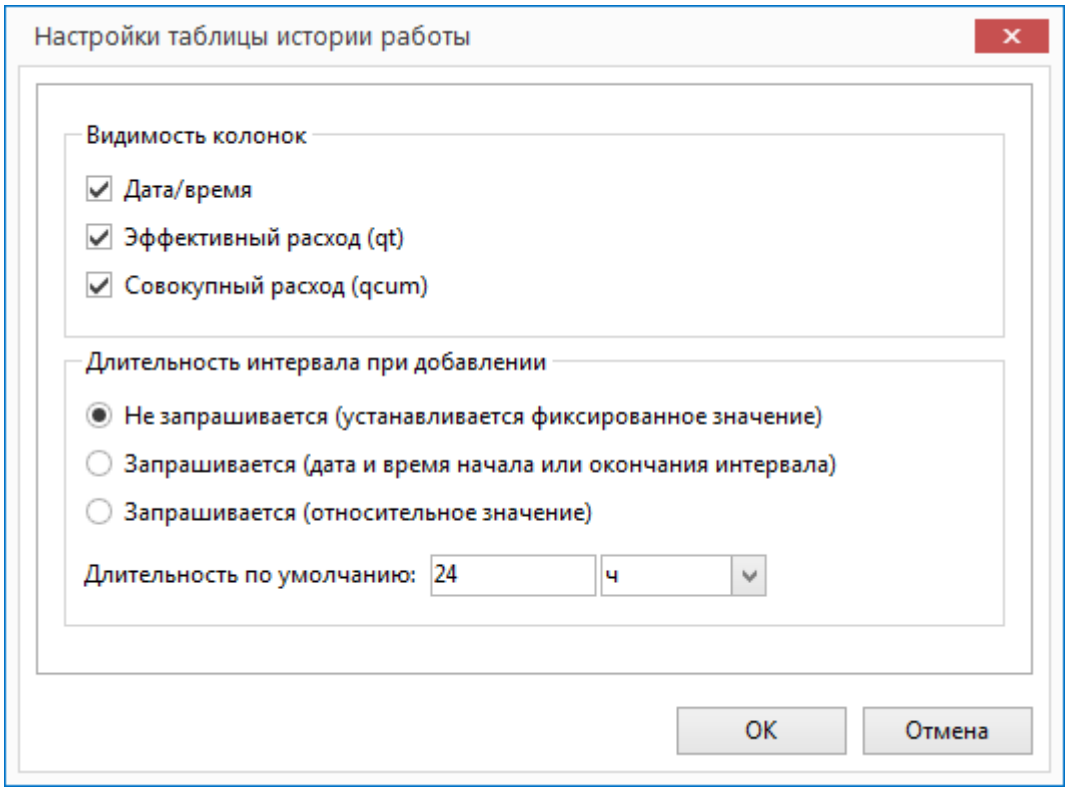
Для КВД-исследований газовых и водонагнетательных скважин можно задавать отрицательные значения расхода, что для программы МГДИС будет означать ситуацию закачки газа в пласт, т.е. фактически исследование КПД.



Добавление истории работы вручную

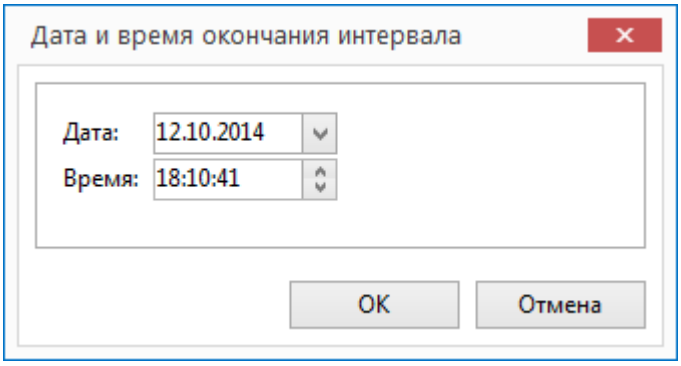
Интервалы добавляются в таблицу путем нажатия кнопок <=| и |=>. При нажатии на кнопку <=| интервал добавляется в начало таблицы истории, соответственно, при нажатии на кнопку |=> интервал добавляется в конец таблицы. При добавлении интервала ему автоматически присваивается тип **Работа**.

По кнопке **Настройки** открывается окно **Настройка интервалов**, в котором можно настроить видимость необязательных колонок и выбрать вариант запроса длительности нового добавляемого интервала:

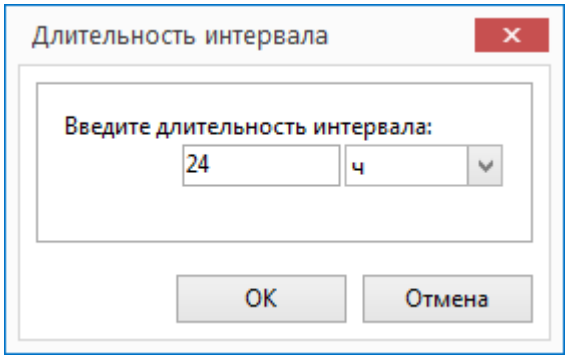


Можно выбрать один из 3-х вариантов запроса длительности:

- Длительность не запрашивается – при добавлении в таблицу интервалов будет добавлен интервал с длительностью, заданной по умолчанию.
- Запрашивается дата и время начала или окончания интервала: если добавляется интервал в начало таблицы, будут запрошены дата и время начала нового интервала, а если интервал добавляется в конец таблицы – дата и время начала окончания интервала:



- Длительность запрашивается – при добавлении интервала будет запрошена его длительность:



В дальнейшем, длительность интервалов можно изменить путем изменения длины интервала (значение в колонке **Длина**), а также путем перемещения курсором левой и правой границы выделенного интервала на графике истории.

В случае изменения длины интервала путем редактирования значения в ячейке таблицы, у всех последующих за выделенным интервалом сдвигаются обе границы пропорционально изменению значения для текущего интервала.

При перемещении границ интервалов на графике можно включить опцию притягивания границ к точкам на кривой давления, для этого необходимо нажать на кнопку **Притягивать к точкам** на панели инструментов графика истории. При включенной опции, по окончании перемещения границы любого интервала она автоматически "притянется" к близлежащей точке на кривой.

Также можно включить опцию одновременного перемещения всех границ всех интервалов при перемещении границы любого интервала. Для этого необходимо нажать на кнопку **Перемещать все** на панели инструментов графика истории.

В зависимости от метода исследования, категории скважины (способа эксплуатации) и способа вызова притока, в выпадающем списке поля **Тип** в таблице истории список доступных типов интервалов изменяется.

Таблица 8. Зависимость типа интервала работы от метода исследования, категории скважины (способа эксплуатации) и способа вызова притока

Метод исследования	Категория скважины, способ эксплуатации	Способ вызова притока	Тип интервала
КВД	Фонтанная	Фонтан (нефть)	Работа; КВД; КСД
		ИПТ	Приток; КВД
		Стр. насос	Работа; КВД; КСД
		Компр. мгновенное	КВД
		Компр. длительное	Работа; КВД
	Механизированная	Насос	Работа; КВД; КСД
		ИПТ	Работа; Приток; КВД
		Сваб	Работа; Свабирование; Приток; КВД
		Стр. насос	Работа; КВД; КСД

		Компр. мгновенное	КВД
		Компр. длительное	Работа; КВД
	Исп. вода	Фонтан (вода)	Работа; КВД; КСД
		Насос	Работа; КВД; КСД
		ИПТ	Работа; Приток; КВД
		Сваб	Работа; Свабирование; Приток; КВД
		Стр. насос	Работа; КВД; КСД
		Компр. мгновенное	КВД
		Компр. длительное	Работа; КВД
	Газовая		Работа; КВД; КСД
КВУ	Механизированная	Насос	Работа; КВД
КПД	Нагнетательная (вода)		Работа; КПД
	Газовая		Работа; КПД
ИД	Фонтанная		Работа; КВД; КСД
	Нагнетательная (вода)		Работа; КПД
	Механизированная		Работа; КВД; КСД
	Газовая		Работа; КВД; КСД
КВД + ИД	Фонтанная	Фонтан (нефть)	Работа; КВД; КСД
		ИПТ	Работа; Приток; КВД
		Стр. насос	Работа; КВД; КСД
	Механизированная	Насос	Работа; КВД; КСД
		ИПТ	Работа; Приток; КВД
		Сваб	Работа; Свабирование; Приток; КВД
		Стр. насос	Работа; КВД; КСД
	Газовая		Работа; КВД; КСД

Таблица 9. Типы интервалов в ПО МГДИС

Название интервала	Описание
Работа	Требует ручного ввода значения дебита (расхода). Временной интервал выполнения работы. Значение расхода должно быть отлично от 0.
КВД	Требует значение расхода равного 0 на самом интервале, и расхода больше 0 на предшествующем интервале. Является участком, по которому проводится интерпретация для всех видов исследований кроме ИД и КСД.
КПД	Требует значение расхода 0 на самом интервале, и расхода меньше 0 на предшествующем интервале. Является участком, по которому проводится интерпретация для вида исследований КПД.
КСД	Требует ручного ввода значения дебита (расхода). Значение расхода должно быть отлично от 0, значение расхода на предыдущем интервале

	(с типом КВД) должно быть равно 0. Является участком, по которому проводится интерпретация для вида исследований КСД.
Приток	При выборе данного типа осуществляется автоматический расчет значения дебита (расхода). Расчет производится по росту давления от начальной до конечной точки интервала и по заданным дополнительным параметрам – плотностям и размерам НКТ и обсадных труб. Также возможен ручной ввод значения. Тип **Приток** доступен при способе вызова притока **Свабирование** и **ИПТ**.
Свабирование	При выборе данного типа осуществляется автоматический расчет значения дебита (расхода). Расчет производится по периодам роста давления в пределах данного интервала без учета периодов снижения и по заданным дополнительным параметрам – плотностям и размерам НКТ и обсадных труб. Также возможен ручной ввод значения. Основное отличие от типа **Приток** состоит в том, что дебит считается по каждому из периодов подъема давления, а не по крайним точкам интервала. Таким образом, возможно проведение расчета дебита в период стабилизации режима при свабировании. Тип **Свабирование** доступен при способе вызова притока **Свабирование**.

При вводе значения расхода равного нулю, тип интервала автоматически установится в КВД или КПД (для нагнетательных скважин).

В зависимости от метода исследования и категории скважины/способа эксплуатации, а также от типа флюида (устанавливается в окне PVT-свойств), состав колонок в таблице истории работы может отличаться.

Например, в данном случае отображается состав колонок для исследования КВД + ИД газовой скважины с газоконденсатом и водой в составе флюида:

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qg, тыс.м³/сут	qo, м³/сут	qw, м³/сут	qt, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	06.07.2015 06:49:00	3,47805	Работа	247	0	11	249,08	36,1		
2	06.07.2015 10:17:40	0,995304	КВД	0	0	0	0	36,1	☑	
3	06.07.2015 11:17:24	0,512303	КСД	114	0	0	114	38,5	☑	

Выбор одного или нескольких интервалов, по которым будет производиться интерпретация, осуществляется установкой флага в столбце **dP(dt)**:

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qg, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	06.07.2015 06:49:00	3,47805	Работа	247	35,8		
2	06.07.2015 10:17:40	0,995304	КВД	0	35,8	☑	
3	06.07.2015 11:17:24	0,512303	КСД	114	38,2	☑	
4	06.07.2015 11:48:08	0,126649	КВД	0	38,2	☑	
5	06.07.2015 11:55:44	0,623399	Работа	160	42,4		
6	06.07.2015 12:33:08	0,131058	КВД	0	42,4	☑	
7	06.07.2015 12:41:00	0,506287	Работа	199	46,6		
8	06.07.2015 13:11:22	0,178762	КВД	0	46,6	☑	

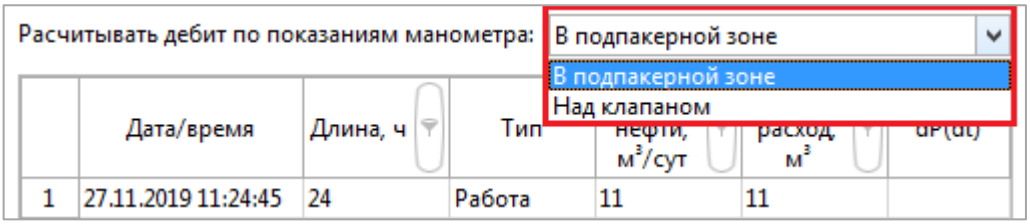
В колонке **№ 1-го инт-ла для HP** напротив любого интервала с установленным флагом в столбце **dP(dt)** можно ввести номер интервала, с которого будет учитываться история работы при расчёте модельной кривой на данном интервале **dP(dt)**. Если значение не указано, история будет учитываться с 1-го интервала. Т.о. при задании диапазона учитываемых интервалов можно значительно ускорить расчёт модельных кривых.

Автоматический расчёт расхода на интервалах

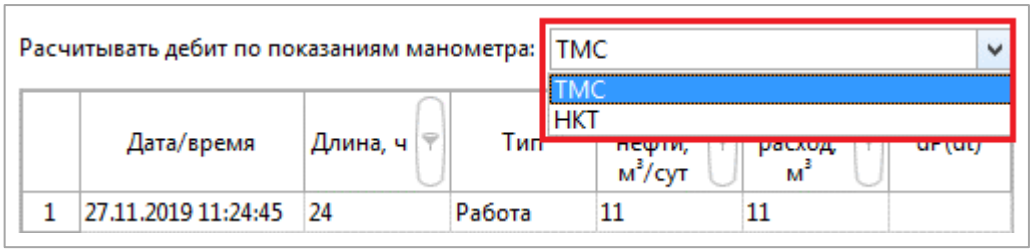
При способе вызова притока **ИПТ** или **Сваб**, в таблице истории работы появляется возможность выбора типа интервала **Приток** и/или **Свабирование**, при выборе которых расход на них рассчитывается автоматически с возможностью ручной корректировки значения.

Выбранный тип интервала **Приток** или **Свабирование** влияет на способ расчёта дебита притока на интервале. При типе притока **Свабирование** дебит рассчитывается по возрастающим ветвям давления в пределах выбранного интервала, включающего один или несколько рейсов сваба, игнорируя ниспадающие ветви давления. При выборе типа **Приток** дебит рассчитывается по разнице давления между последней и первой точкой давления в рамках интервала.

В случае, когда в исследование загружены показания двух манометров, над таблицей с интервалами работы появляется поле с выпадающем списком, в котором можно указать, показания какого манометра будут учитываться при расчёте дебита на интервалах с типом **Приток** или **Свабирование**.



*Выбор манометра при способе вызове притока **ИПТ***

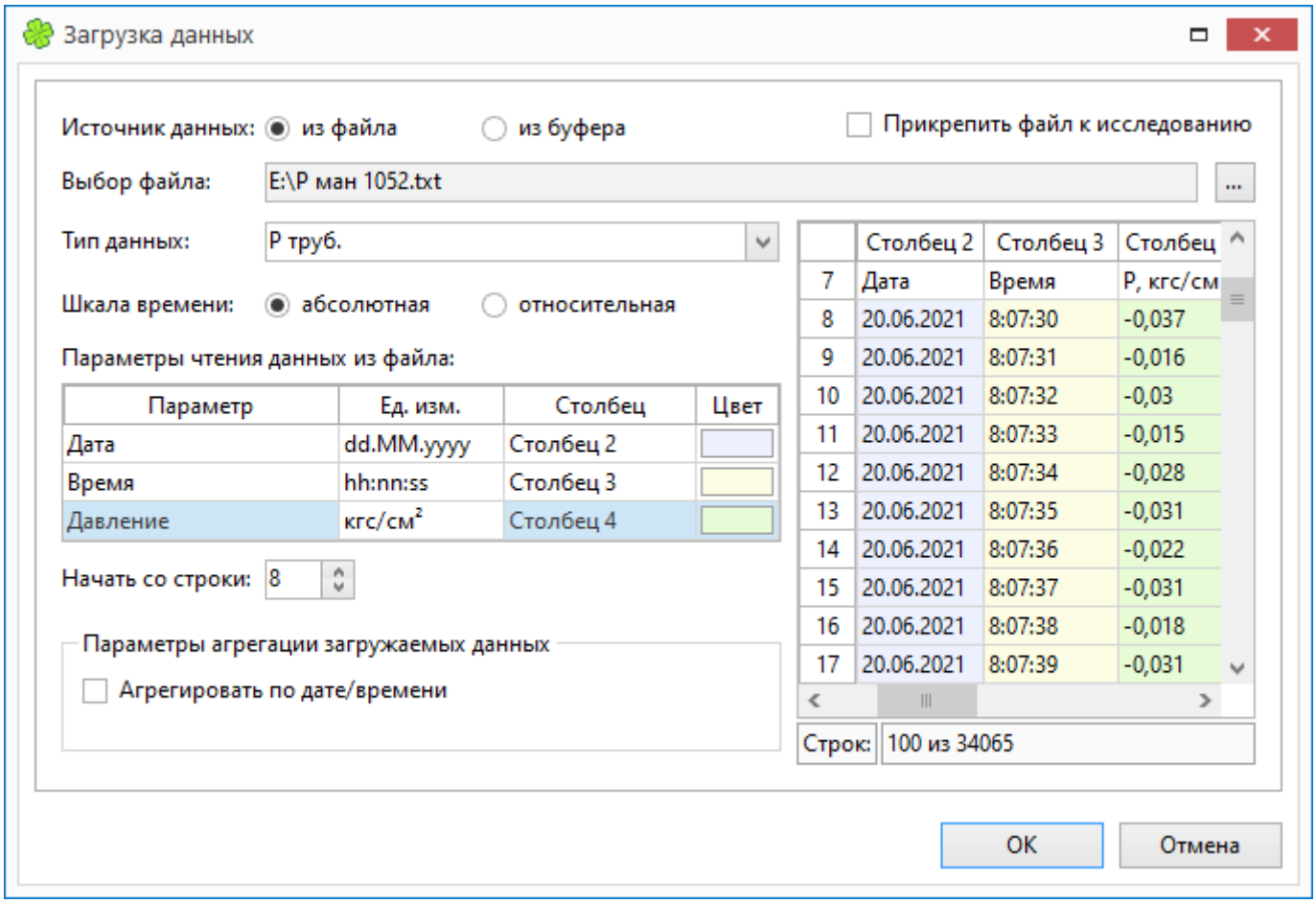


Выбор манометра при способе вызове притока ***Сваб***

Дебит рассчитывается по данным указанного манометра и соответствующей площади притока по трубам, значение которой вводится или рассчитывается в разделе **Параметры для интерпретации**.

Загрузка истории работы из файла или буфера обмена

Для загрузки истории работы из файла или буфера обмена необходимо нажать на кнопку **Загрузить**. При этом откроется диалог **Загрузка данных**:

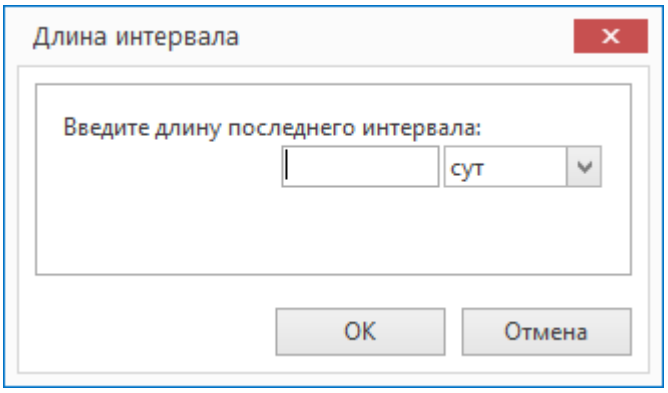


Диалог **Загрузка данных** идентичен диалогу загрузки данных замеров давлений.

При загрузке данных из файла каждой точке времени соответствует значение дебита. При этом каждая точка времени может соответствовать либо началу интервала, либо его окончанию. Соответствие точек расхода началу или концу интервала устанавливается в

диалоге в группе **Значение расхода**, которая появляется в случае установки флага напротив опции **Абсолютная** в группе **Шкала времени в файле** (загрузка точек времени в абсолютных отметках).

Выбор опции **В начальной точке интервала** означает, что в строке данных в файле значение времени соответствует левой границе интервала, а для последнего интервала необходимо ввести длительность. Поэтому перед загрузкой данных появляется диалог для ввода длительности последнего интервала:



При выборе опции **В конечной точке интервала**, означающей, что в строке данных в файла значение времени соответствует правой границе интервала, а для первого интервала необходимо ввести длительность. Поэтому перед загрузкой данных появляется диалог для ввода длительности первого интервала.

Дозагрузка истории работы

В ПО МГДИС имеется возможность дозагрузки истории работы. Для этого необходимо на вкладке **Дебиты (Q)** также, как и в момент загрузки истории, нажать кнопку **Загрузить** и произвести обычную загрузку данных. После этого дозагруженные данные отобразятся в таблице с историей работы.

Копирование истории работы в буфер обмена

Для копирования истории в буфер обмена необходимо нажать на кнопку **В буфер**. При этом в буфер обмена скопируется содержимое таблицы истории работы "как есть".

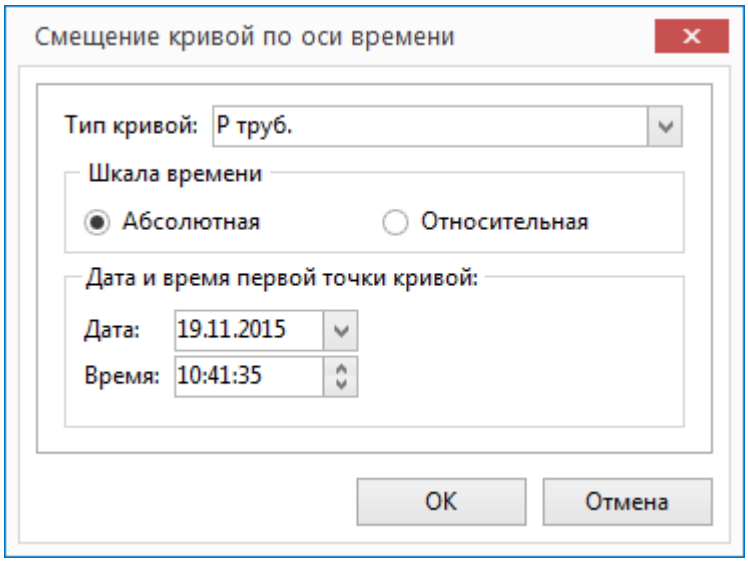
Сохранение истории работы в файл

Для сохранения истории работы в файл необходимо нажать на кнопку **В файл**. При этом откроется стандартный системный диалог **Сохранить как**, в котором необходимо выбрать каталог сохранения, ввести имя файла и нажать кнопку **Сохранить**.

В файл содержимое таблицы истории работы записывается "как есть", с добавлением в начало файла шапки с названиями колонок и размерностями.

Сдвиг давления по времени

Для сдвига кривой давлений по времени необходимо на вкладке **Дебиты (Q)** нажать на соответствующую кнопку, при этом откроется окно настройки параметров сдвига:



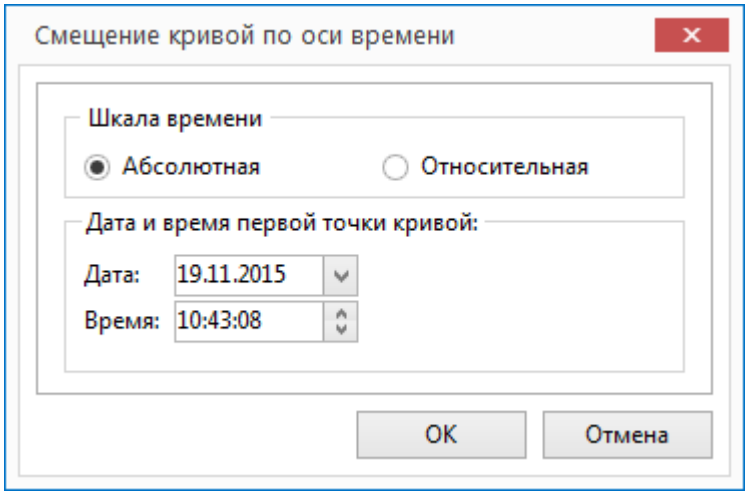
В данном окне можно настроить параметры смещения кривой давления по времени в абсолютном и относительном времени. Для относительного времени доступен ввод отрицательного времени (для смещения кривой давления влево по оси времени).

Поле **Тип кривой** появляется в случае, если в исследование загружено несколько кривых замеров.

После настройки параметров и нажатия кнопки **OK** указанная кривая будет смещена на введенное значение по времени.

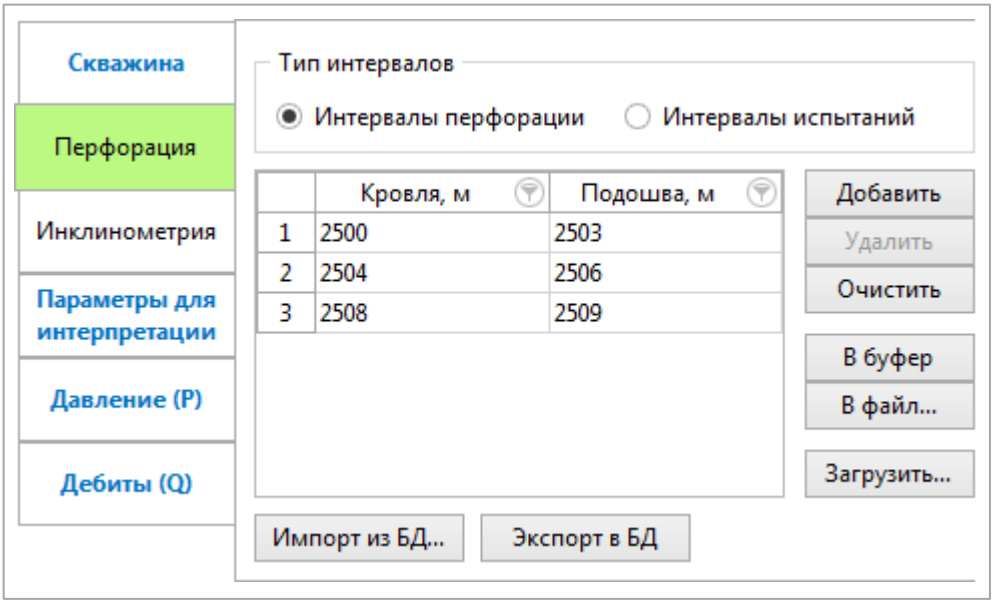
Сдвиг истории по времени

Процесс сдвига истории работы по времени аналогичен процессу сдвига кривой давлений за той лишь разницей, что в данном случае относительно шкалы времени сдвигается история работы:



6.2.5. Вкладка "Перфорация"

Данные перфорации используются для расчета давления на ВИП и для оценки вскрытой мощности по вертикали (расчет эффективной толщины на вкладке **Параметры для интерпретации**). Ввод данных перфорации осуществляется на вкладке **Перфорация**, представляющей из себя таблицу с данными:



На вкладке возможно указать тип вводимых интервалов: интервалы перфорации или интервалы испытаний. От указанного типа дальнейшие расчеты не зависят.

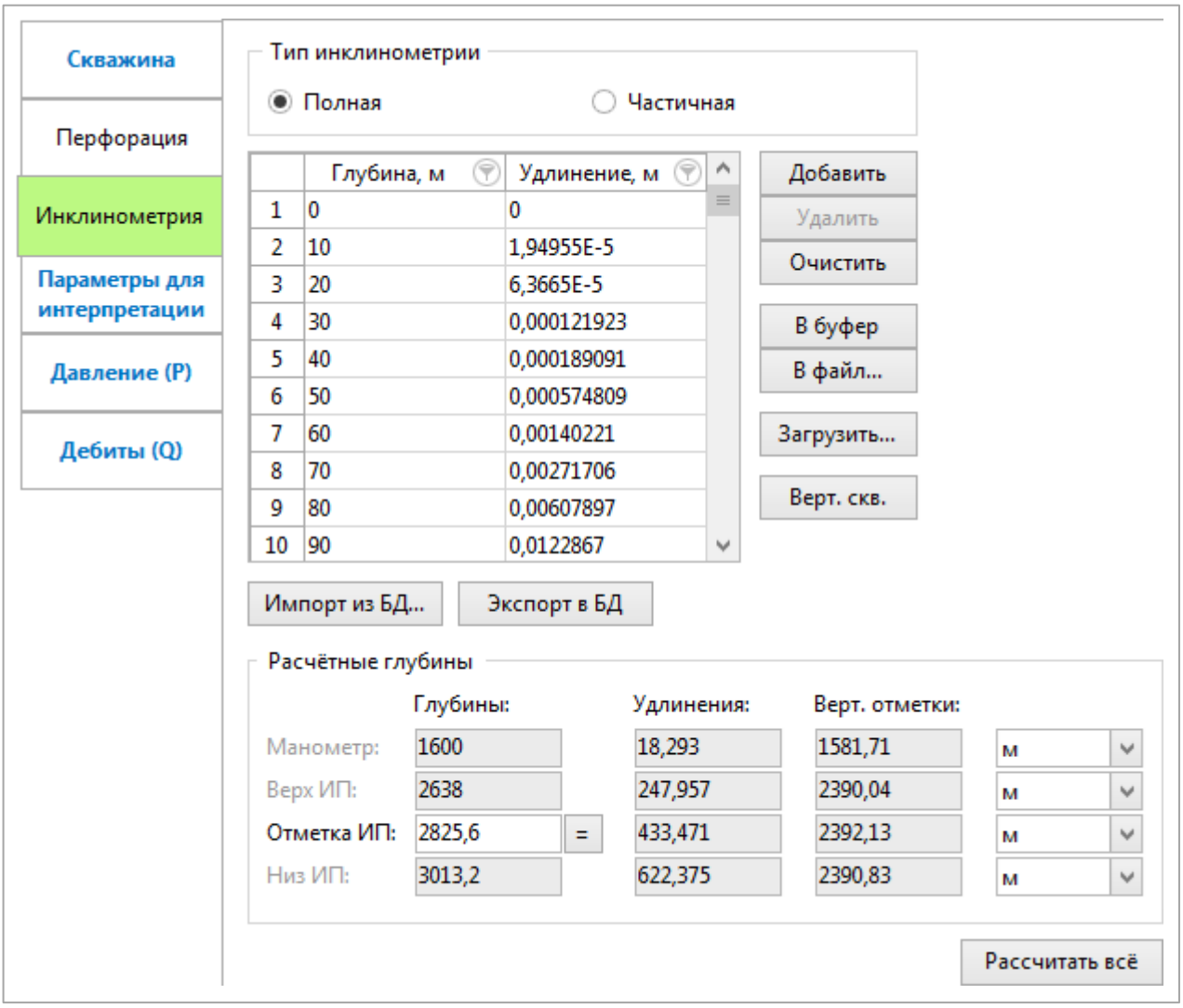
Добавление данных перфорации возможно вручную, вставкой из буфера и загрузкой из файла. Также на вкладке поддерживается сохранение данных в буфер обмена и в текстовый файл.

При ручном вводе данные перфорации вводятся в формате [Кровля] [Подошва]. Ввод данных в ручном режиме осуществляется по кнопке **Добавить**.

Функции вставки из буфера обмена, копирования данных в буфер, загрузки данных из файла и сохранения данных в файл идентичны аналогичным функциям, подробно описанным в предыдущем разделе **6.2.4. Вкладка "Дебиты (Q)"** .

6.2.6. Вкладка "Инклинометрия"

Данные инклинометрии предназначены для расчета давления на характерные отметки перфорации и контактов флюидов, для расчета расхода по изменению давления. Ввод данных инклинометрии скважины осуществляется на вкладке **Инклинометрия**:



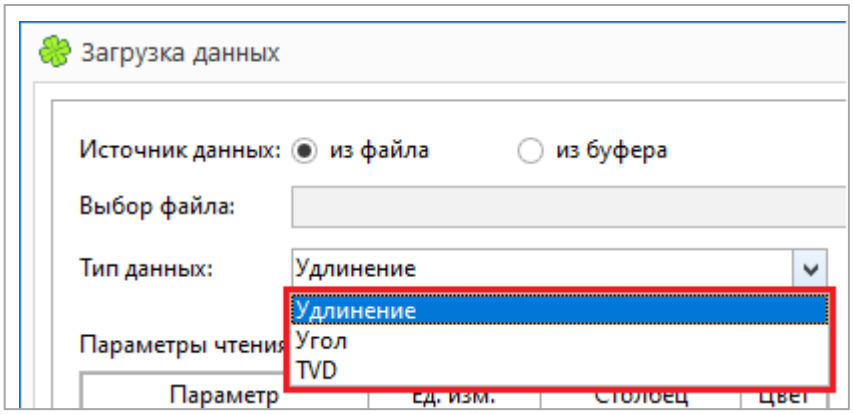
Перед вводом данных инклинометрии необходимо выбрать тип: **Полная** или **Частичная**.

При изменении значения параметра «**Отметка ИП**» появляется предупреждение о необходимости проведения повторной интерпретации и нового пересчета кривых давления на ИП.

Ввод полной инклинометрии

Добавление полной инклинометрии осуществляется в табличном виде путем ручного ввода значений глубины и удлинения, вставкой из буфера обмена или загрузкой из файла. Также для полной инклинометрии поддерживается сохранение инклинометрии в буфер обмена и в текстовый файл.

При загрузке из файла запустится диалог **Загрузка данных**, в котором можно выбрать один из предложенных способов загрузки данных инклинометрии:



При ручном вводе данные инклинометрии вводятся в формате [Глубина] [Удлинение]. Ввод данных в ручном режиме осуществляется по кнопке **Добавить**.

Ввиду отсутствия влияния наклона вертикальной скважины на расчетные параметры и для упрощения ввода предусмотрена кнопка **Верт. скважина**, при нажатии на которую в таблицу автоматически добавляются данные инклинометрии вертикальной скважины.

По остальным функциям вкладка **Инклинометрия** идентична вкладке **Перфорация** (см. предыдущий раздел 6.2.5. Вкладка "Перфорация").

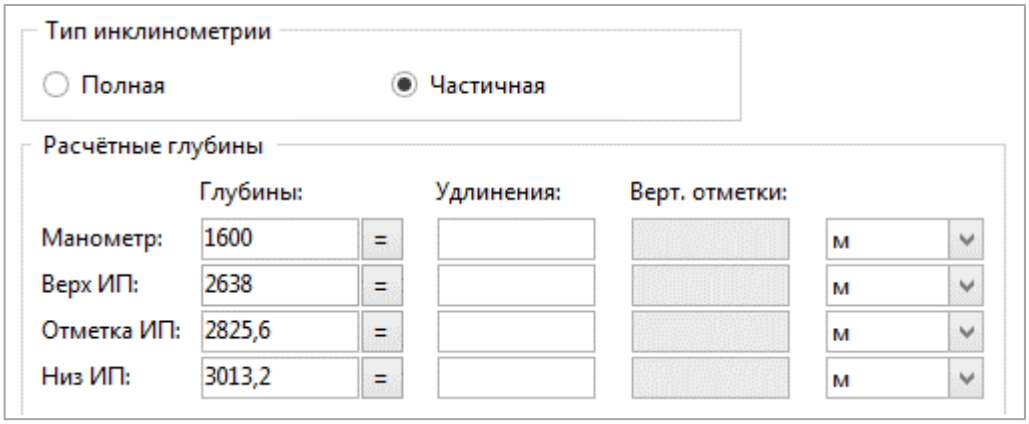
Внизу таблицы с данными инклинометрии отображается группа полей **Расчётные глубины**, значения которых для полного типа инклинометрии недоступны для редактирования и заполняются автоматически рассчитанными значениями. Для автоматического расчёта используются значение параметра **Глубина установки манометра** (или **Глубина приёма насоса** для КВУ), данные перфорации и инклинометрии. Значения вертикальных отметок рассчитываются как разница между глубиной и удлинением.

Кнопка **Рассчитать всё** предназначена для автоматического расчета одновременно всех значений расчетных глубин, недоступных для редактирования (поля с серой заливкой).

Ввод частичной инклинометрии

Данный тип инклинометрии предназначен для ввода значений глубины и удлинений при отсутствии значения параметра **Глубина установки манометра** (или **Глубина приёма насоса** для КВУ), а также отсутствии данных перфорации и инклинометрии.

В данном режиме таблица для ввода данных инклинометрии не отображается, а поля в группе **Расчётные глубины** (глубины и удлинения) становятся доступны для ручного ввода:

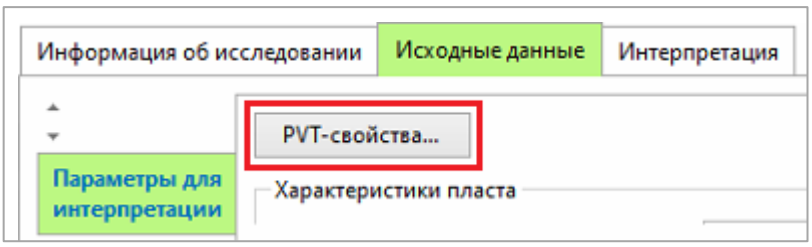


Также в данном режиме справа от полей глубины появляется кнопка , при нажатии на которую происходит расчёт значения на основе значения параметра **Глубина установки манометра** (или **Глубина приёма насоса** для КВУ) и данных перфорации.

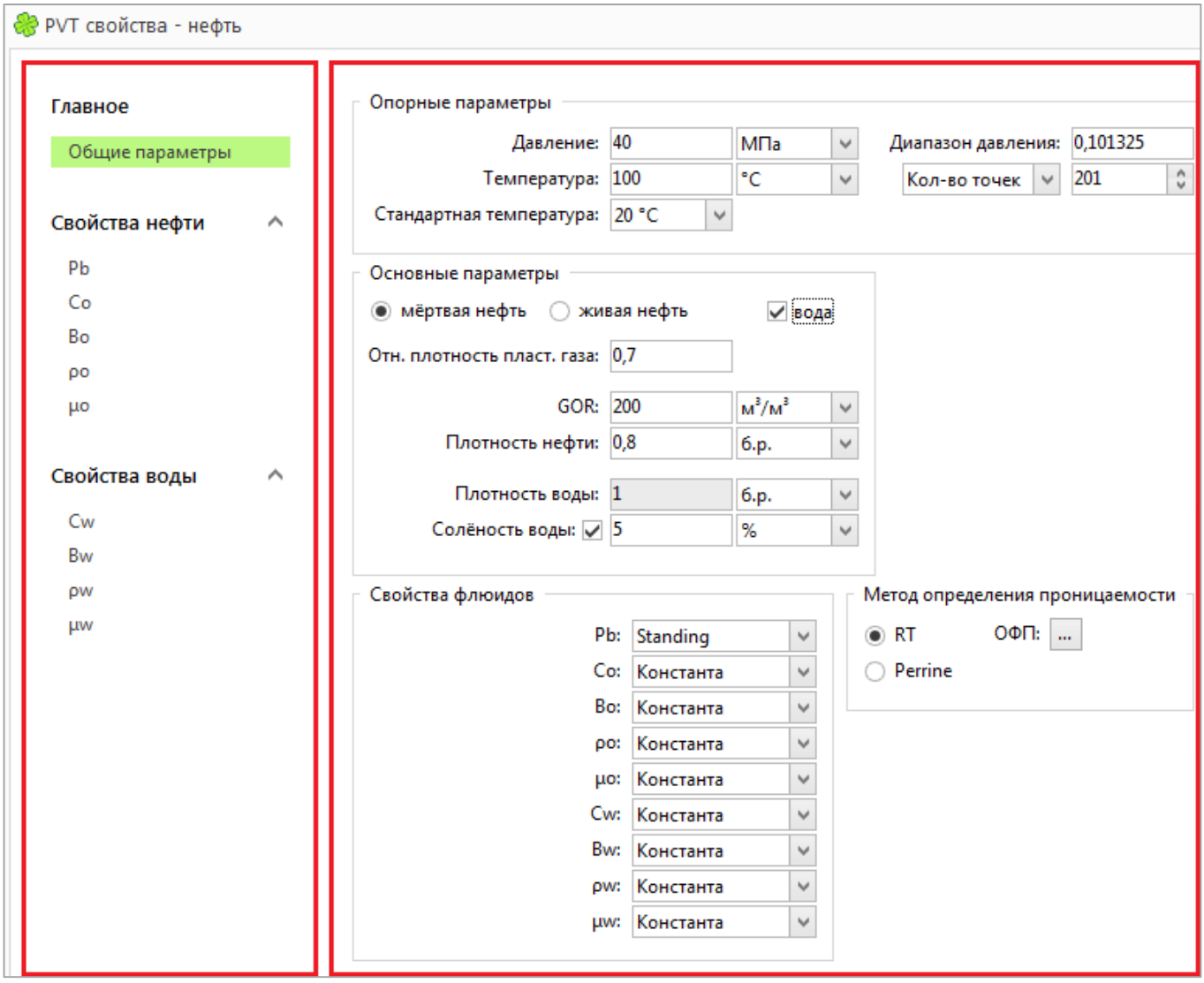
6.3. Окно "PVT-свойства"

PVT-свойства – это набор параметров (вязкость, объемный коэффициент, коэффициент сжимаемости, плотность и др.), зависимых от давления и температуры. Состав PVT-параметров, необходимых для интерпретации, зависит от типа флюида (флюидов) и определяется через встроенные корреляции, либо в виде таблицы данных по данным лабораторных исследований или как константное значение.

Окно для ввода PVT-свойств открывается при нажатии соответствующей кнопки на вкладке **Параметры для интерпретации**:



Окно PVT-свойства разделено по вертикали на область с вкладками в левой части и содержимым каждой вкладки в правой:



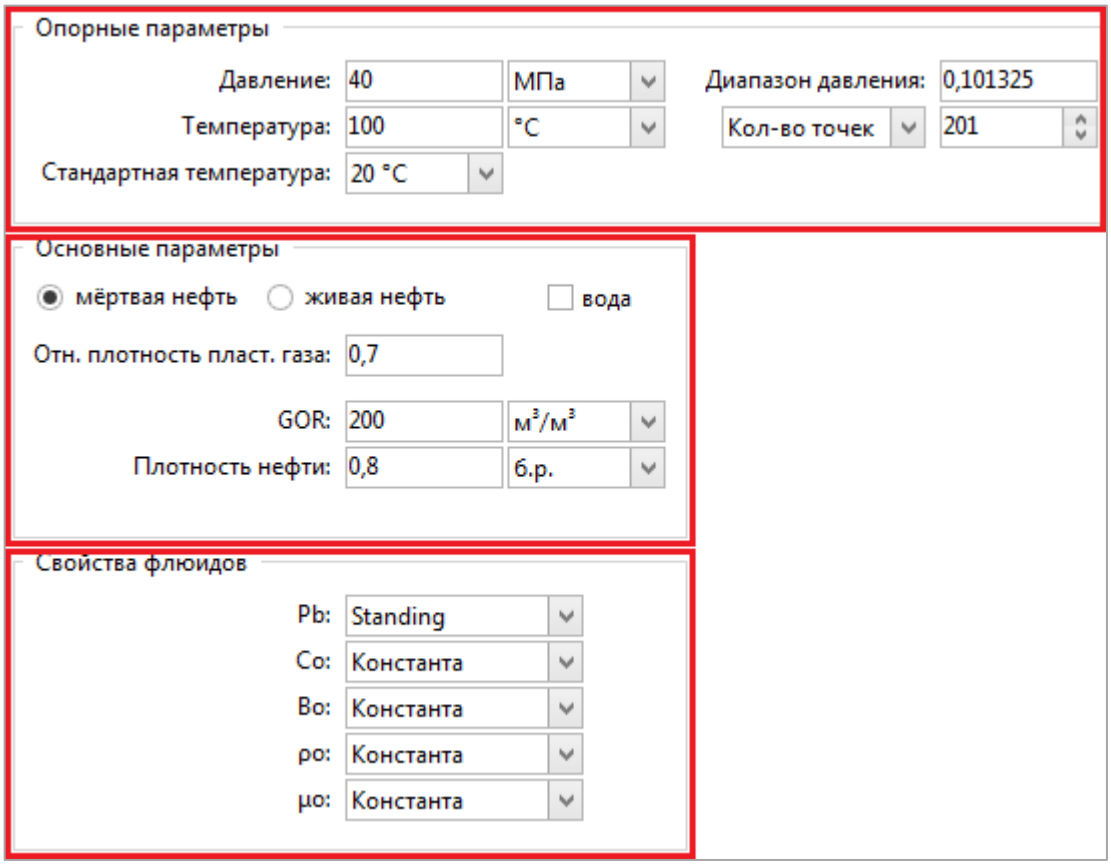
Область вкладок содержит вкладку **Общие параметры**, которая присутствует всегда независимо от флюида текущего исследования, и набор вкладок с корреляциями PVT-параметров, состав которых зависит от типа основного флюида (вода, нефть или газ) текущего исследования.

Тип основного флюида определяется выбором метода исследования, категории скважины и способом выбора притока. При выборе метода исследования КПД основным и единственным флюидом является вода или газ, при выборе метода исследования КВУ основным флюидом является нефть, при выборе метода исследования КВД основным флюидом могут быть нефть, газ или вода, при выборе метода исследования ИД основным флюидом может быть вода, нефть или газ в зависимости от категории и способа эксплуатации скважины.

Например, для нефтяных скважин с присутствием воды во флюиде набор вкладок с корреляциями будет состоять из вкладок с корреляциями параметров нефти и воды.

Вкладка "Общие параметры"

Вкладка **Общие параметры** состоит из группы полей с опорными параметрами, основными параметрами и свойствами флюидов:



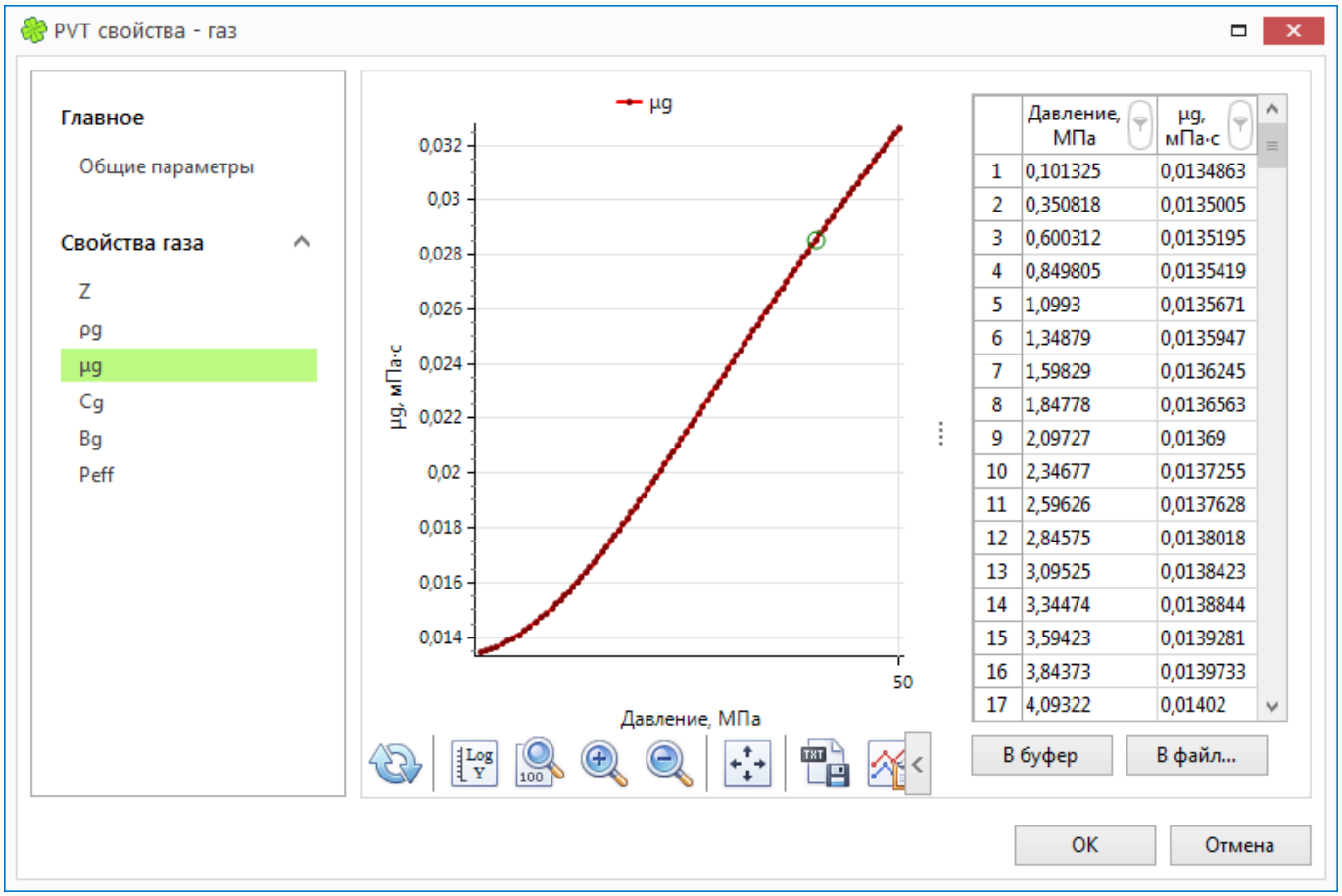
Опорные параметры – это характерные для исследуемого пласта давление и температура, значения которых используются в корреляциях PVT-свойств. Основные параметры содержат настройки состава флюида и поля с параметрами, использующимися для генерации PVT-зависимостей от давления и температуры, например, относительная плотность нефти, газа и др.

Опции состава флюида зависят от флюида текущего исследования и могут состоять из следующих параметров: **сухой газ**, **жирный газ**, **газоконденсат**, **мёртвая нефть**, **живая нефть**, **газ**, **вода**. Каждый из типов флюидов будет описан далее.

Состав полей с настройками свойств флюидов также зависит от типа флюида и представляет из себя наименование PVT-параметра, для каждого из которых можно указать источник корреляции для его расчета: имя автора (**Dranchuk**, **McCain**, **Standing**, **Vasquez-Beggs** и др.), **Таблица**, **Константа**.

Вкладка корреляции PVT-параметра

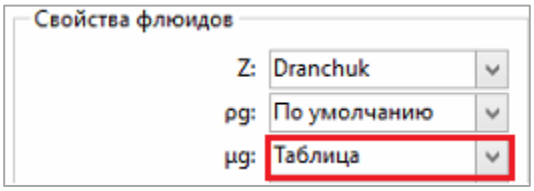
Вкладка корреляции PVT-параметра состоит из области с графиком корреляции и таблицы зависимости параметра от давления:

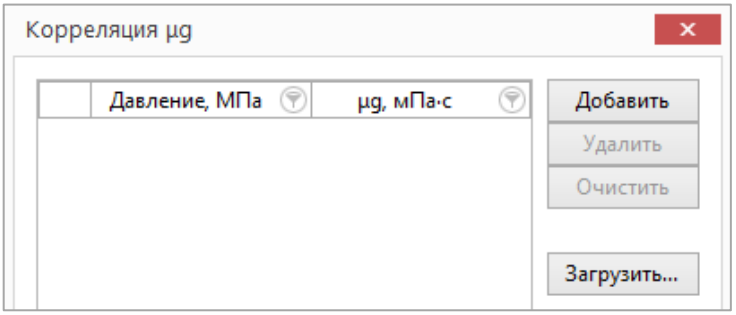


	Давление, МПа	μg, мПа·с
1	0,101325	0,0134863
2	0,350818	0,0135005
3	0,600312	0,0135195
4	0,849805	0,0135419
5	1,0993	0,0135671
6	1,34879	0,0135947
7	1,59829	0,0136245
8	1,84778	0,0136563
9	2,09727	0,01369
10	2,34677	0,0137255
11	2,59626	0,0137628
12	2,84575	0,0138018
13	3,09525	0,0138423
14	3,34474	0,0138844
15	3,59423	0,0139281
16	3,84373	0,0139733
17	4,09322	0,01402

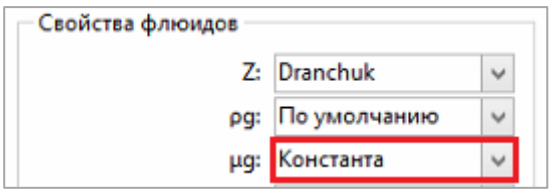
Таблица зависимости параметра от давления формируется автоматически при выборе источника корреляции для данного параметра на вкладке общих параметров. Диапазон давления для зависимости устанавливается в группе опорных параметров на вкладке общих параметров.

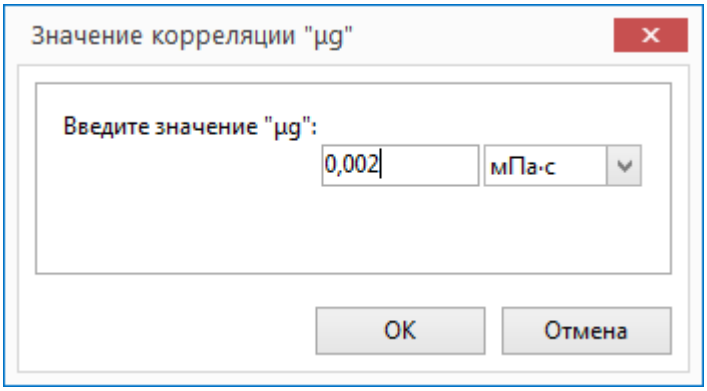
Если на вкладке общих параметров установить тип зависимости **Таблица**, то появляется возможность загрузки данных корреляции параметра в табличном виде:



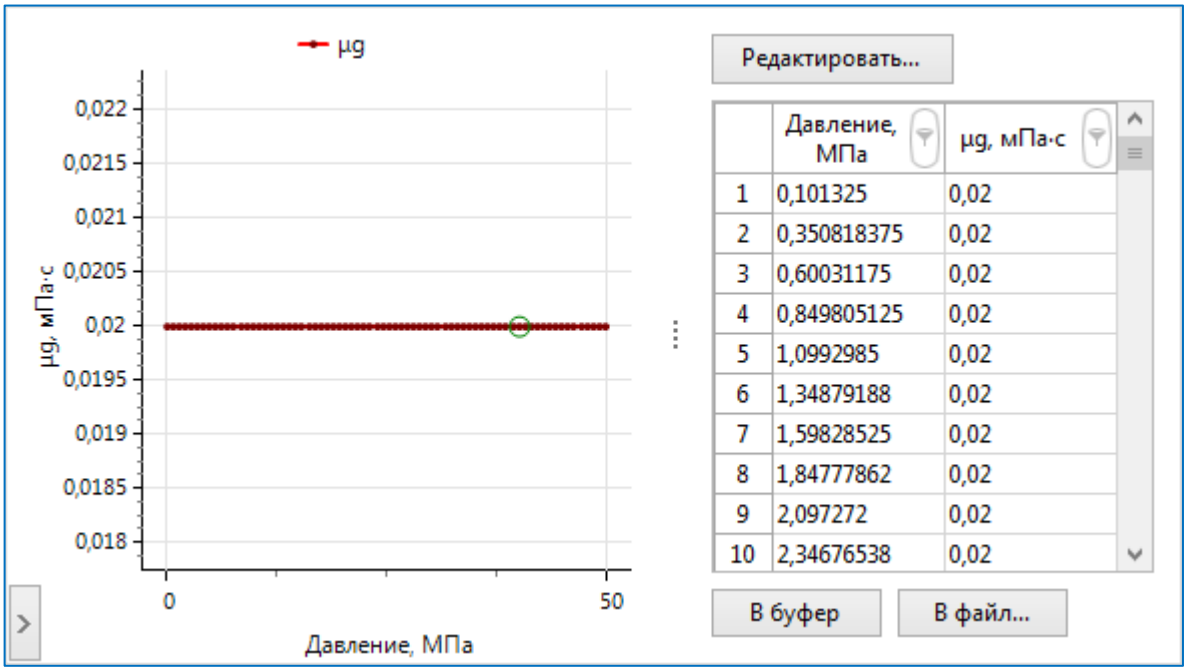


Для типа зависимости **Константа** появляется окно для ввода значения параметра в виде константы:





Кривая зависимости параметра при вводе его значения в виде константы:

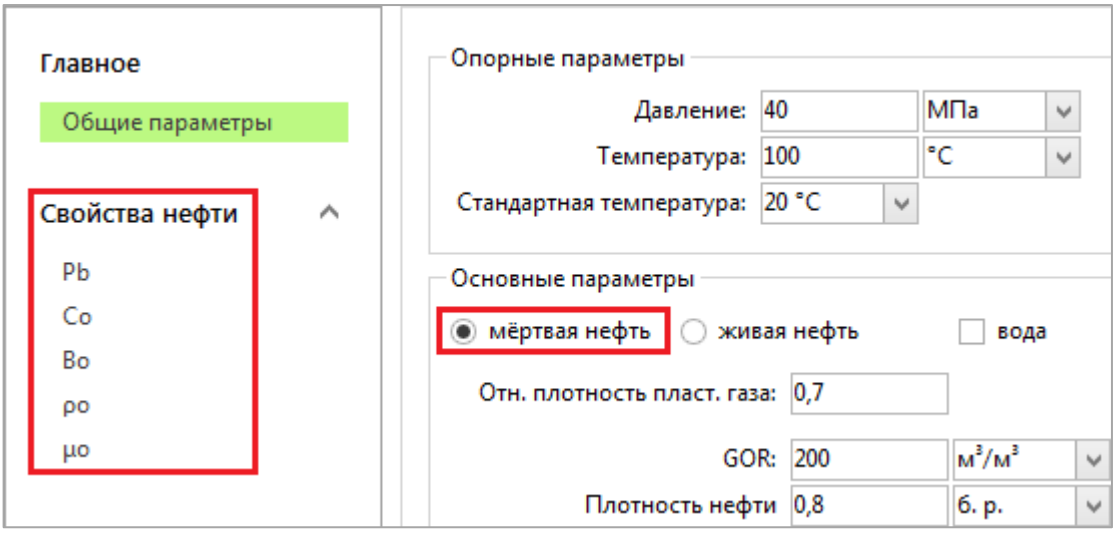


6.3.1. PVT-свойства нефтяных скважин

Для нефтяных скважин реализована возможность выбора типа нефти: **мертвая нефть** или **живая нефть**.

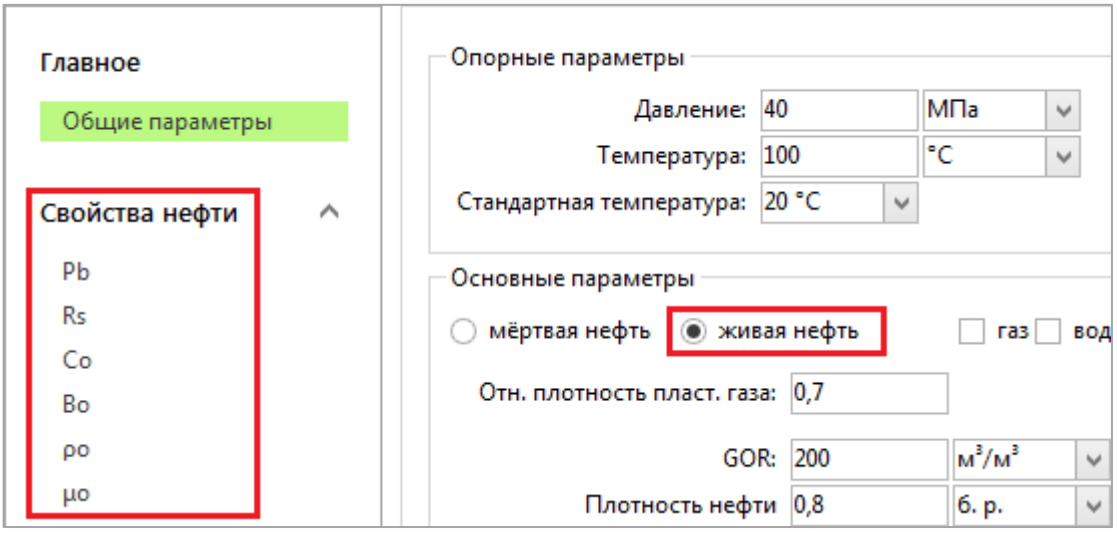
Мертвая нефть

Для негазированной (мертвой) нефти PVT-свойства включают следующие параметры: давление насыщения при пластовой температуре **Pb**, сжимаемость **Co**, объемный коэффициент **Bo**, плотность **ρo** и вязкость **μo**:



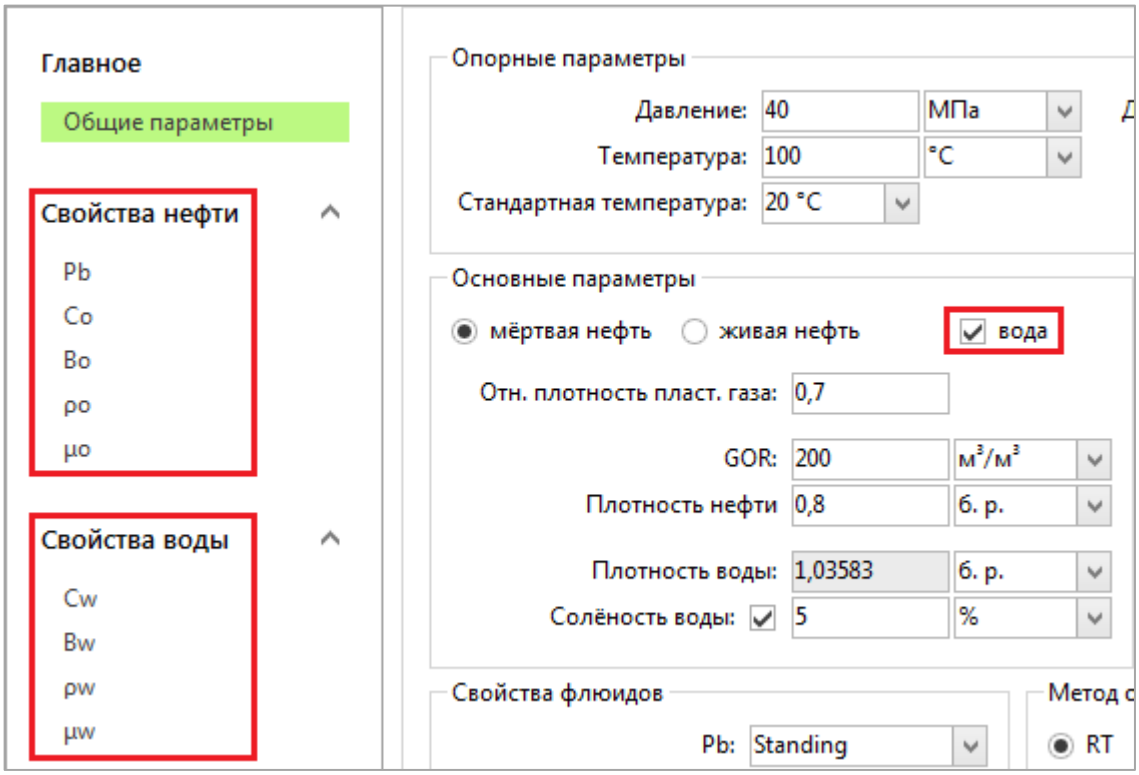
Живая нефть

PVT-свойства живой нефти применяются при давлении насыщения ниже пластового давления, когда в продукции имеется газ. При выборе опции **Живая нефть** в списке корреляций нефти появляется газосодержание **Rs**:



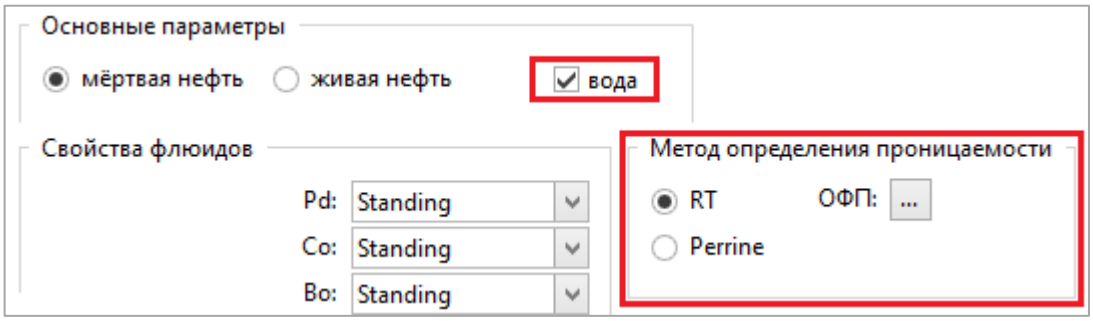
Нефть + вода

При наличии воды в продукции нефтяной скважины необходимо установить флаг **Вода**, при этом в списке корреляций добавится группа параметров **Свойства воды**:



Поскольку в этом случае пластовый флюид является двухфазным, в программе реализовано два типа интерпретации обводненных нефтяных скважин – по методу Perrine и метод RT (Ресурсы и Технологии). Описание данных методов приведено в Приложении "Теоретические основы гидродинамических исследований".

Выбор метода осуществляется установкой соответствующего флага в группе параметров **Метод определения проницаемости**, который появляется после установки флага в поле **Вода**:



При выборе метода **Perrine** ОФП не вводятся, а определяемая при интерпретации проницаемость трактуется как эквивалентная проницаемость, обозначаемая k_eq.

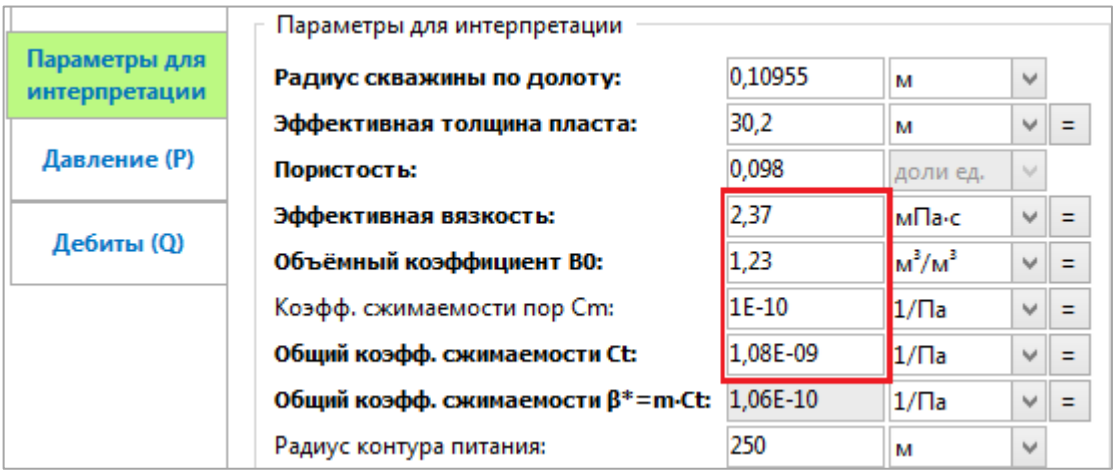
Примечание. Метод Perrine основан на приведении многофазной системы с основным флюидом нефтью к однофазному уравнению пьезопроводности. Основные

условия для применения метода включают: постоянство насыщенности фаз и пропорциональность проводимостей фаз их дебитам. Суть метода заключается в "замене" многофазного потока на эквивалентный однофазный флюид.

Основным недостатком метода Перрине является неопределенность в задании насыщенностей фаз и определении ***абсолютной проницаемости*** *пласта. Поэтому в качестве основного параметра интерпретации выдаётся так называющая* ***эквивалентная проницаемость*** *пласта*

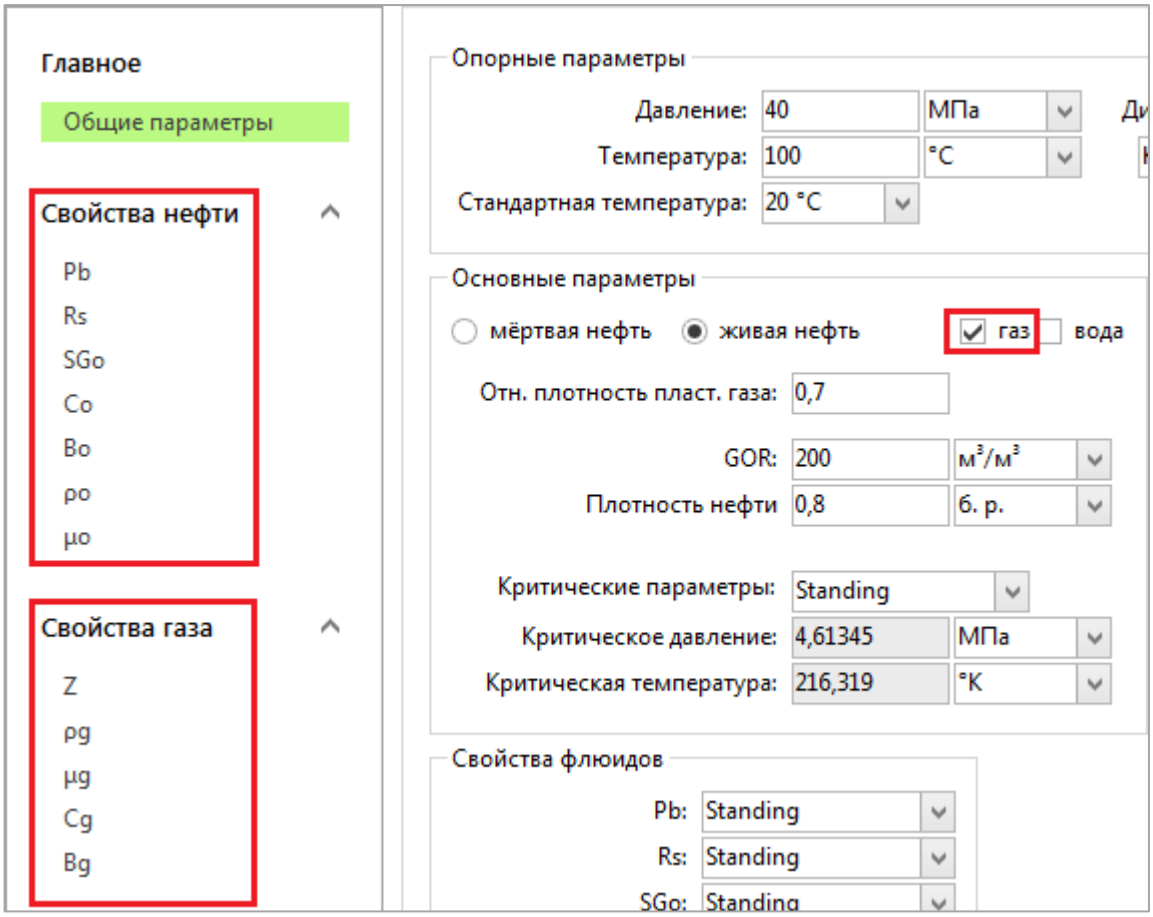
При выборе метода **RT** становится доступно окно ввода ОФП (см. раздел **6.3.5. Ввод ОФП по методу RT**), а получаемая при интерпретации проницаемость является абсолютной проницаемостью пласта и обозначается как k.

Необходимые для интерпретации параметры вычисляются автоматически с использованием корреляций, в зависимости от выбора метода. При выборе метода **Perrine** эффективная вязкость флюида принимается как вязкость нефти, а при выборе метода **RT** насыщенность пласта, эффективная вязкость флюида, объемный коэффициент и упругоемкость пласта вычисляются с учетом обводненности продукции и заданных ОФП.



Нефть + газ

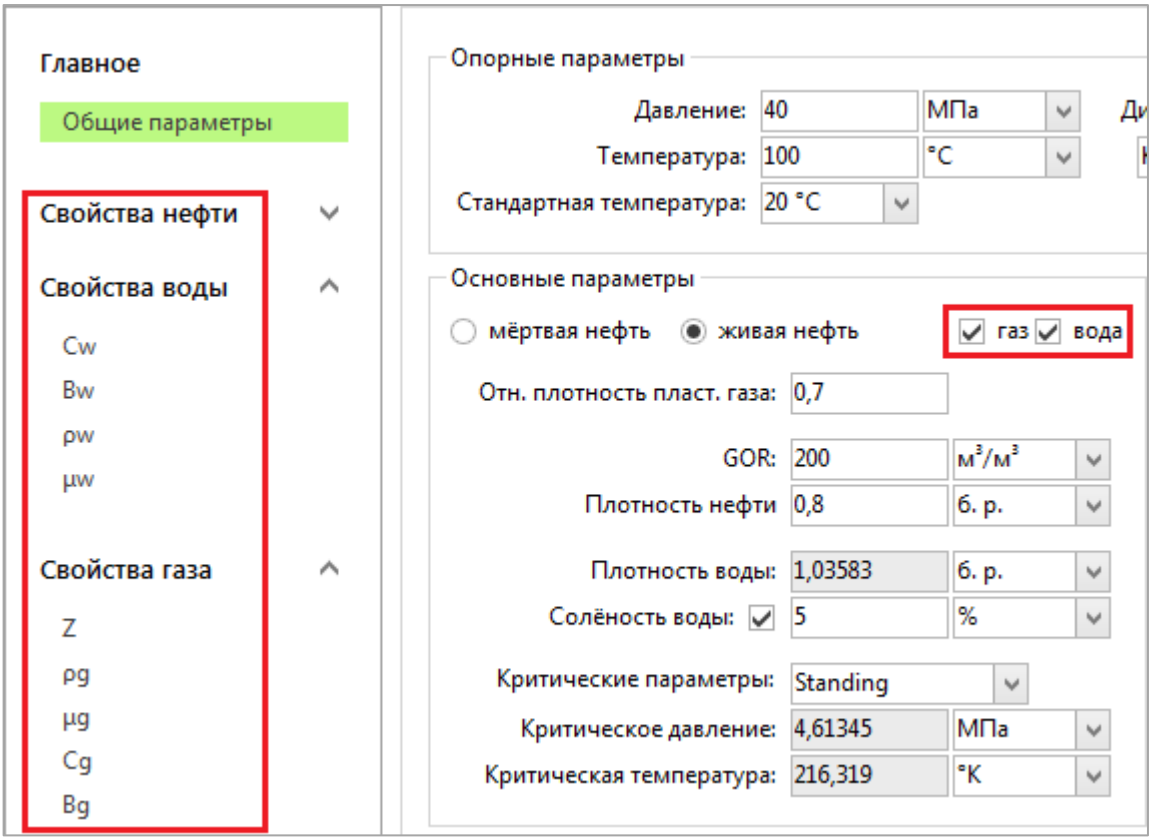
Для учета газа в продукции нефтяной скважины необходимо установить флаг Газ. При этом в списке корреляций нефти появляется расчетная зависимость газонасыщенности от давления **SGo**, и добавится группа параметров **Свойства газа**:



Интерпретация будет выполняться по методу **Perrine** с определением эквивалентной проницаемости k_eq.

Нефть + вода + газ

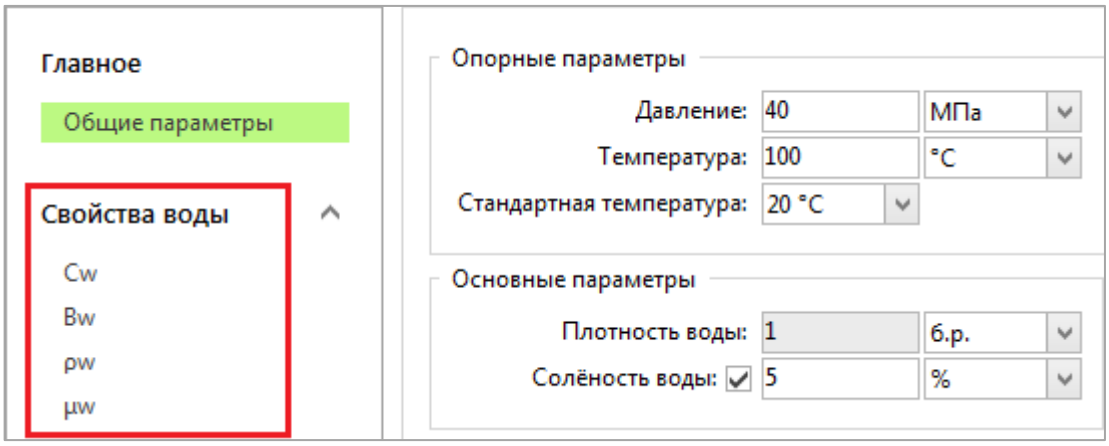
Для учета газа и воды в продукции нефтяной скважины необходимо установить флаги **Вода** и **Газ**. Интерпретация будет выполняться по методу Perrine.



Интерпретация будет выполняться по методу **Perrine** с определением эквивалентной проницаемости k_eq.

6.3.2. PVT-свойства нагнетательных скважин

Окно PVT-свойств для нагнетательных скважин открывается в случае выбора категории скважины **Нагнетательная (вода)** метода исследования КПД и категории скважины **Исп. вода** метода КВД при исследовании водонасыщенных пластов. PVT-свойства включают: сжимаемость **Cw**, объемный коэффициент **Bw**, плотность **ρw** и вязкость **μw**.



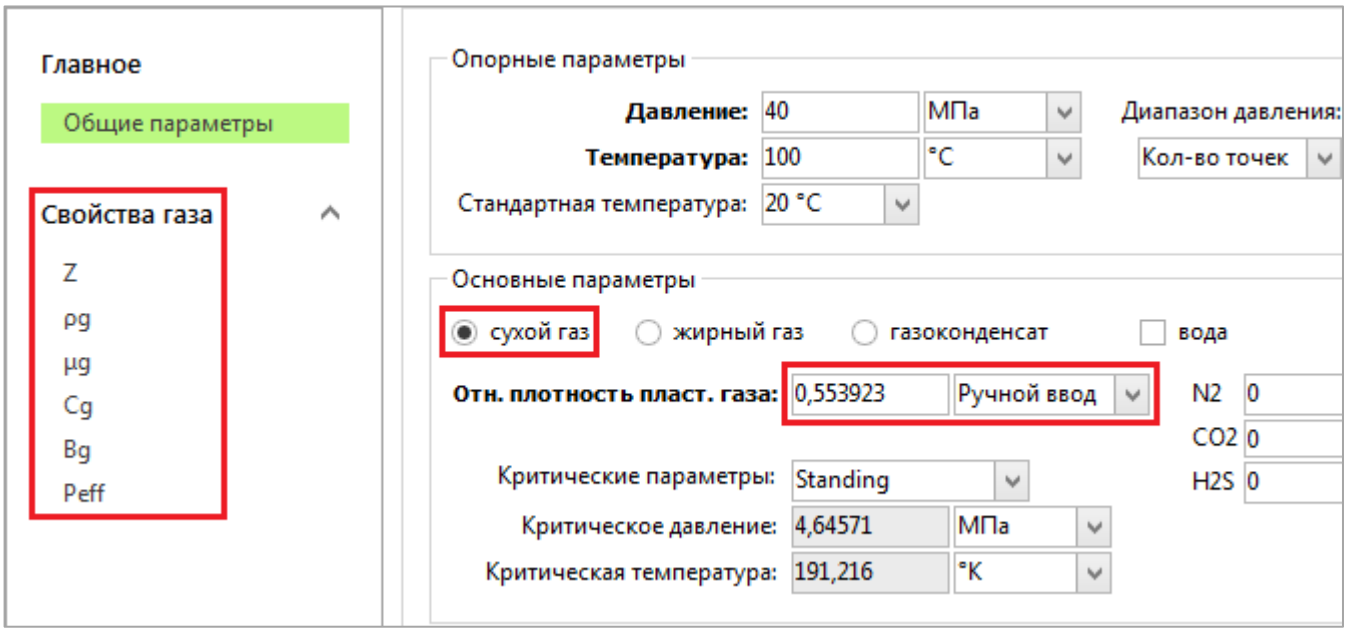
6.3.3. PVT-свойства газовых скважин

Окно PVT-свойств для газовых скважин открывается в случае выбора категории скважины **Газовая**.

Сухой газ

Опция **Сухой газ** указывается в случае наличия в продукции только газа.

Для сухого газа набор PVT-параметров (группа вкладок **Свойства газа**) включает следующие: сверхсжимаемость **Z**, плотность газа **ρg**, вязкость газа **μg**, сжимаемость (упругоемкость) газа **Cg**, объемный коэффициент газа **Bg** и псевдодавление **Peff**. Для определения этих параметров по корреляциям необходимо задать опорные значения давления и температуры, относительную плотность газа **γg**, доли кислых компонент (**CO2**, **N2**, **H2S**) или ввести состав газа.

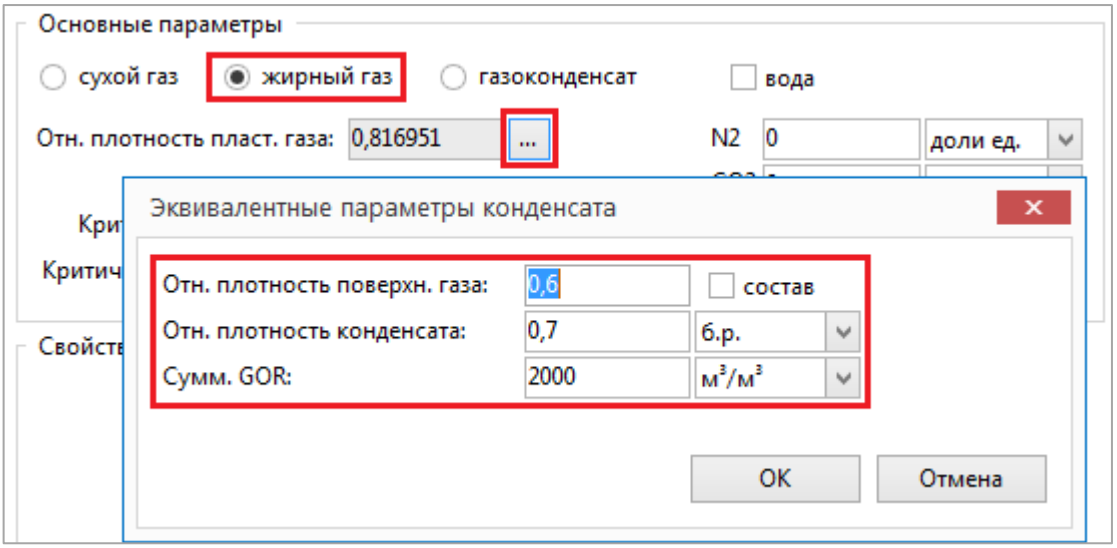


В зависимости от способа определения относительной плотности газа будут доступны разные наборы корреляций для расчёта критических параметров. Также возможен ввод пользовательских значений.

Жирный газ

Опция **Жирный газ** применяется при наличии в продукции конденсата сепарации (в пласте конденсат отсутствует). Набор параметров для жирного газа аналогичен набору параметров для сухого газа.

Для определения PVT-параметров жирного газа необходимо задать относительную плотность (или состав) поверхностного газа и конденсата, а также газоконденсатное отношение GOR по данным добычи. По этим данным автоматически вычисляется относительная плотность пластового газа, используемая в интерпретации, а в разделе **Дебиты (Q)** появляется столбец для задания дебита конденсата. По данным дебитов газа и конденсата вычисляется эффективный (эквивалентный) дебит пластового газа, используемый в интерпретации.

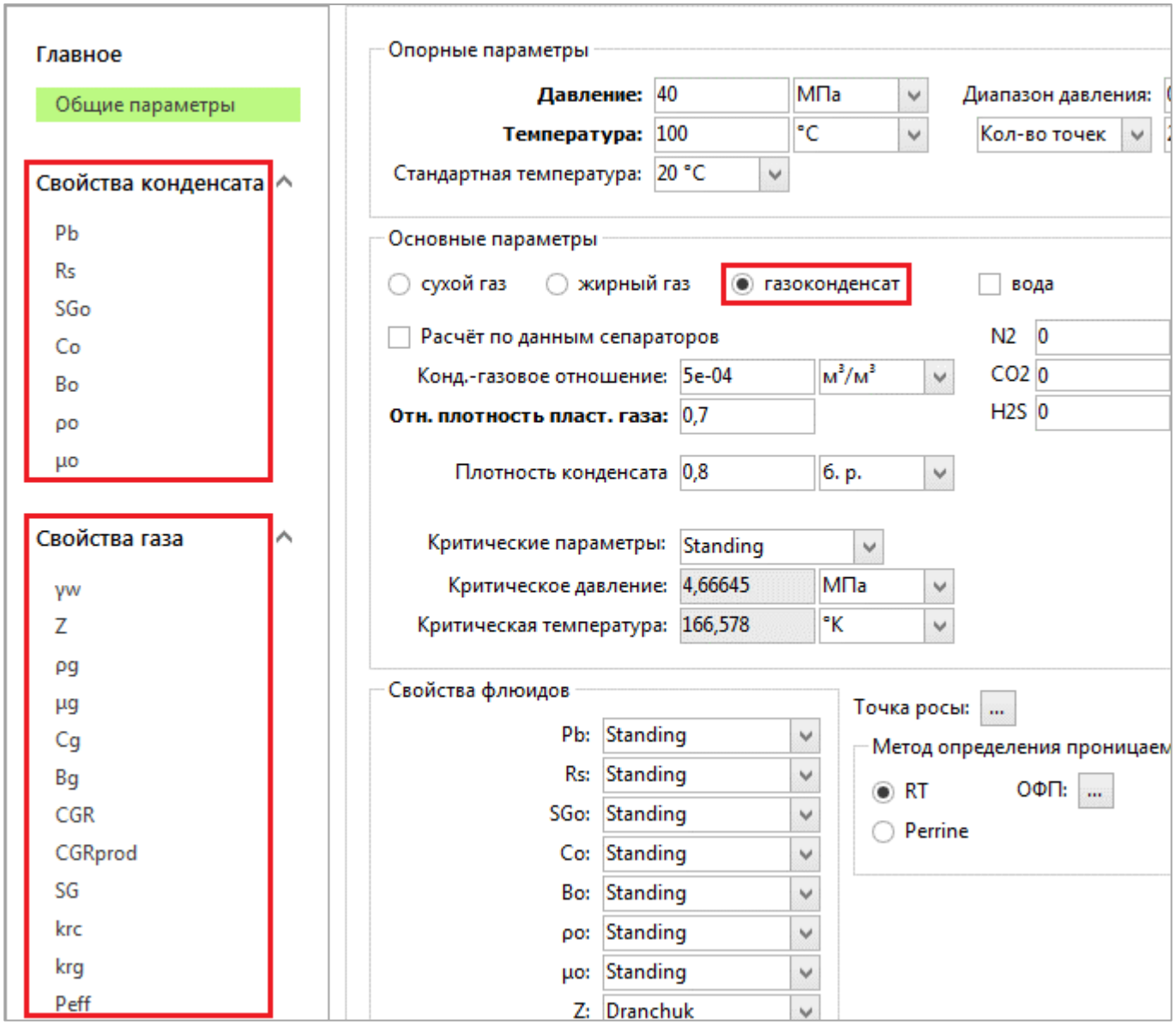


Газоконденсат

В случае наличия в пласте конденсата (при давлении точки росы ниже давления в пласте) необходимо установить опцию **Газоконденсат**. Набор PVT-параметров для газоконденсата включает в себя параметры свойственные газу и конденсату.

PVT-параметры газа (группа вкладок **Свойства газа**): текущее (в зависимости от давления) значение относительной плотности пластового газа **γw**, сверхсжимаемость **Z**, плотность газа **ρg**, вязкость газа **μg**, сжимаемость (упругоемкость) газа **Cg**, объемный коэффициент газа **Bg**, текущее значение конденсатогазового отношения **CGR** и **CGRprod**, газосодержание **SG**, относительная проницаемость конденсата **krc**, относительная проницаемость газа **krg** и псевдодавление **Peff**.

PVT-параметры конденсата (группа вкладок **Свойства конденсата**): давление образования конденсата **Pb** при пластовой температуре, газоконденсатное отношение **Rs**, расчетная зависимость газонасыщенности от давления **SGo,** сжимаемость **Co**, объемный коэффициент **Bo**, плотность **ρo** и вязкость **μo**.



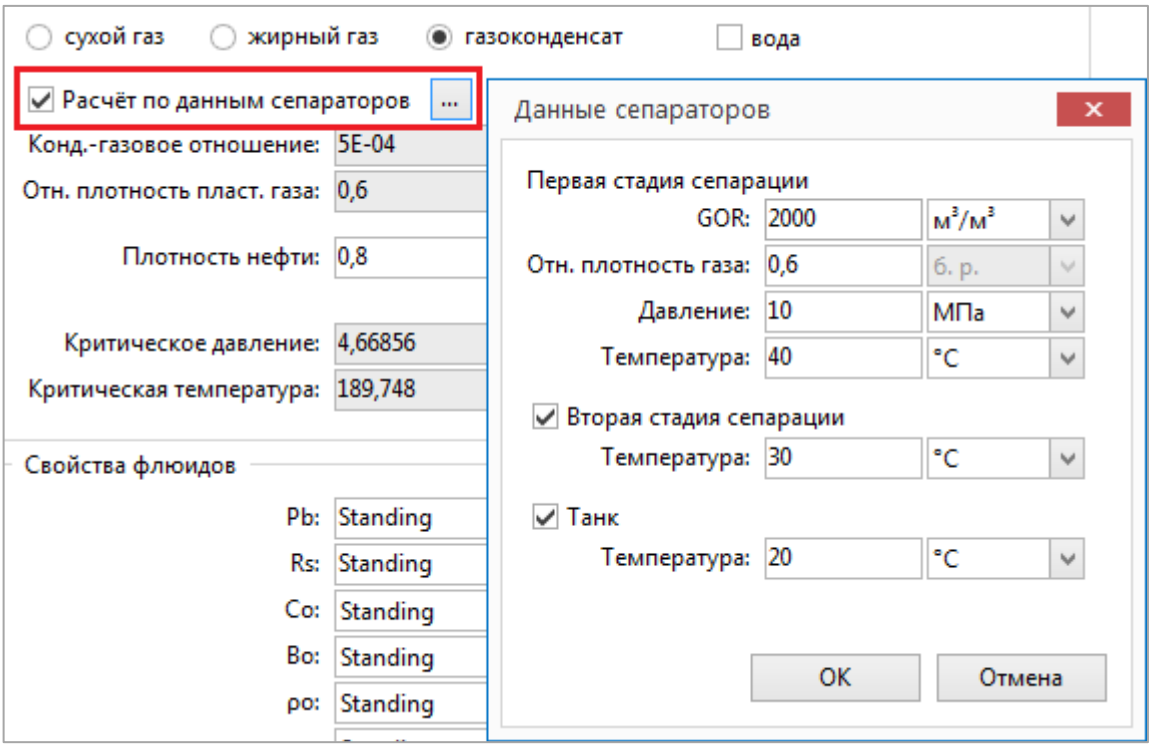
Корреляции PVT-параметров газоконденсата рассчитываются автоматически по внесенным данным относительной плотности пластового газа и конденсата, конденсатогазового отношения **CGR** по данным добычи, давления и температуры точки росы.

При выборе метода **Perrine** ОФП не вводятся, и при расчете Peff наличие в пласте конденсата не учитывается. При выборе метода **RT** вводятся ОФП, и наличие в пласте конденсата учитывается при расчете Peff. Это позволяет вычислить скин-фактор конденсатной банки (см. Приложение "Теоретические основы гидродинамических исследований").

Учет сепаратора

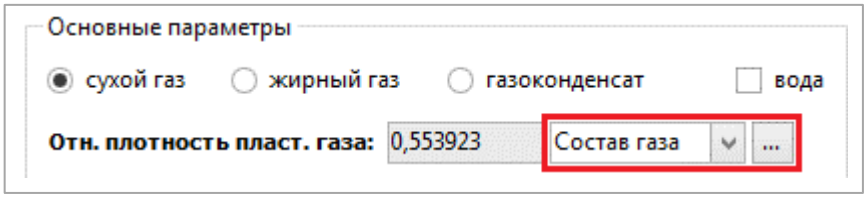
При наличии данных сепарации они могут использоваться для более точного расчета конденсатогазового отношения **CGR** и относительной плотности пластового газа.

Для учета данных сепарации в расчетах необходимо установить флаг **Расчет по данным сепараторов**. При установке данного флага рядом с полем появляется кнопка, при нажатии на которую открывается соответствующее окно, которое позволяет ввести значения газоконденсатного отношения, относительной плотности газа сепарации, давления первой стадии сепарации и температуры на трех стадиях:

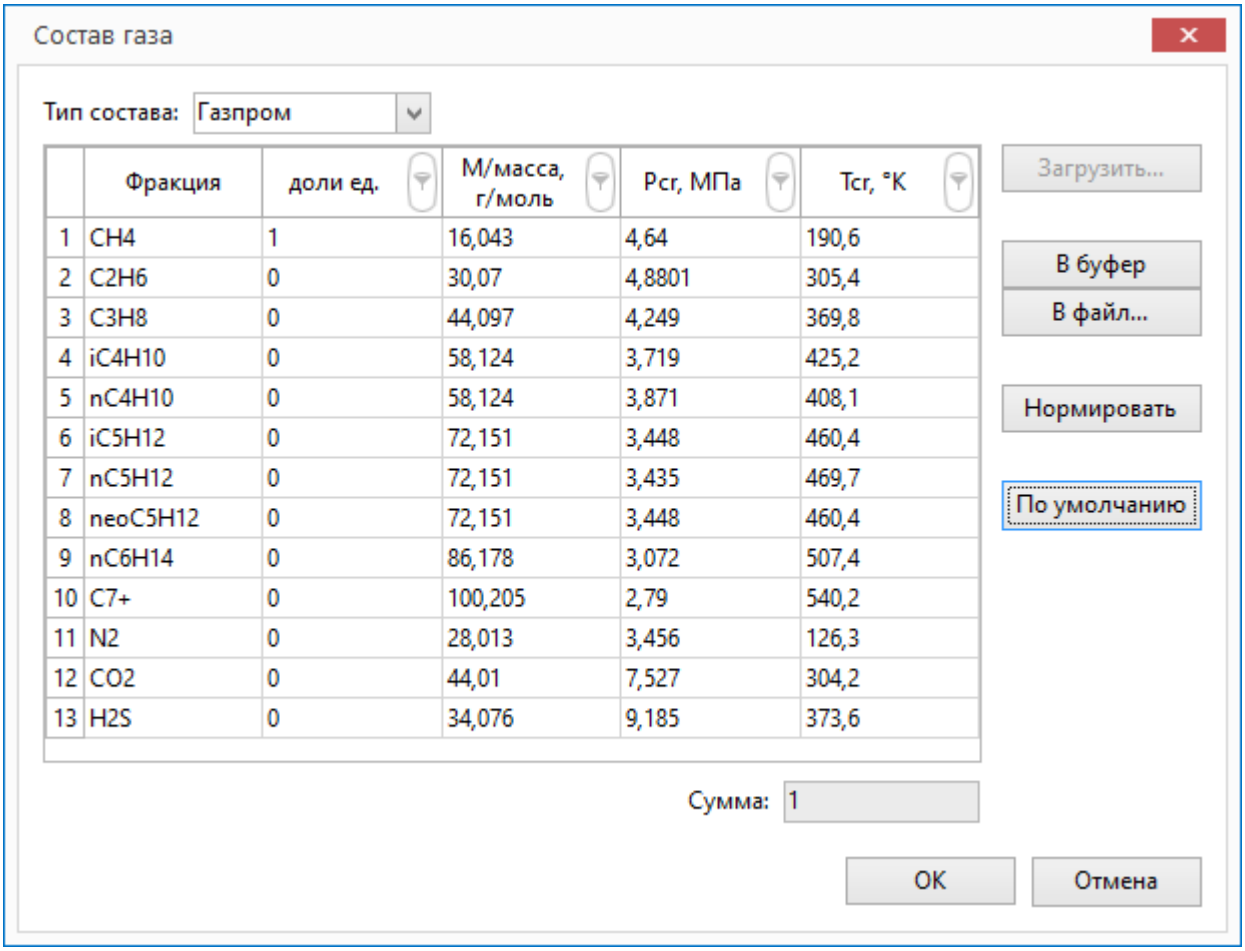


6.3.4. Ввод состава газа

В случае необходимости ввода данных по составу газа необходимо в соответствующем поле выбрать значение **Состав газа**:



При выборе значения **Состав газа** справа от поля появляется кнопка, при нажатии на которую открывается окно **Состав газа**:



	Фракция	доли ед.	М/масса, г/моль	Pcr, МПа	Tcr, °K
1	CH4	1	16,043	4,64	190,6
2	C2H6	0	30,07	4,8801	305,4
3	C3H8	0	44,097	4,249	369,8
4	iC4H10	0	58,124	3,719	425,2
5	nC4H10	0	58,124	3,871	408,1
6	iC5H12	0	72,151	3,448	460,4
7	nC5H12	0	72,151	3,435	469,7
8	neoC5H12	0	72,151	3,448	460,4
9	nC6H14	0	86,178	3,072	507,4
10	C7+	0	100,205	2,79	540,2
11	N2	0	28,013	3,456	126,3
12	CO2	0	44,01	7,527	304,2
13	H2S	0	34,076	9,185	373,6

Данное окно предназначено для ввода состава газа с возможностью ручной корректировки критических параметров для каждого компонента (Pcr – критическое давление, Tcr – критическая температура). В поле **Тип состава** можно выбрать один из 3-х типов состава газа: **Газпром**, **Sap** и **Ручной ввод**.

При выборе типа состава **Газпром** или **Sap** в таблице отобразятся значения критических параметров, определенные по инструкции Газпром 086-2010 или применяемые в зарубежном ПО соответственно.

Состав газа можно задавать как в долях единиц, так и в процентах. Для этого необходимо выбрать соответствующую единицу измерения в колонке с размерностью.

Кроме ручного ввода в окне имеется возможность загрузки состава газа из файла (кнопка **Загрузить**). Процедура загрузки из файла аналогична ранее описанной процедуре загрузки данных давления из файла.

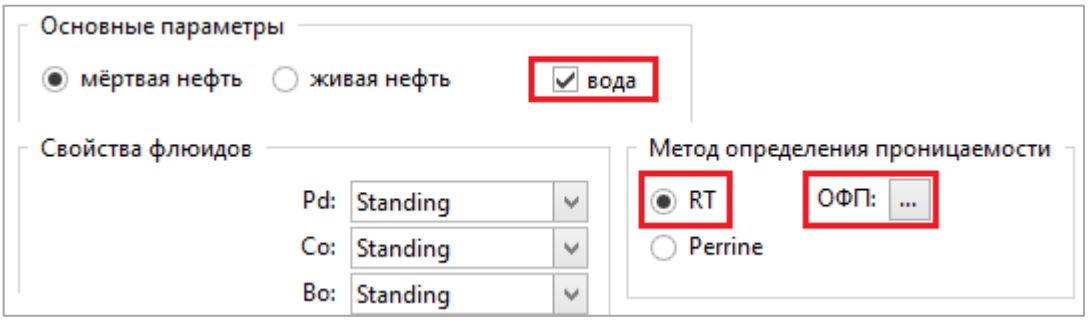
Сумма введенных компонентов газа должна равняться 100 % (при задании в %) или 1 (при задании долей). Для удобства имеется опция нормировки состава газа (кнопка **Нормировать**), при нажатии на которую введенные значения нормируются к 100%.

По кнопке **По умолчанию** в таблицу выводится состав чистого метана с критическими параметрами, заданными для метана по умолчанию.

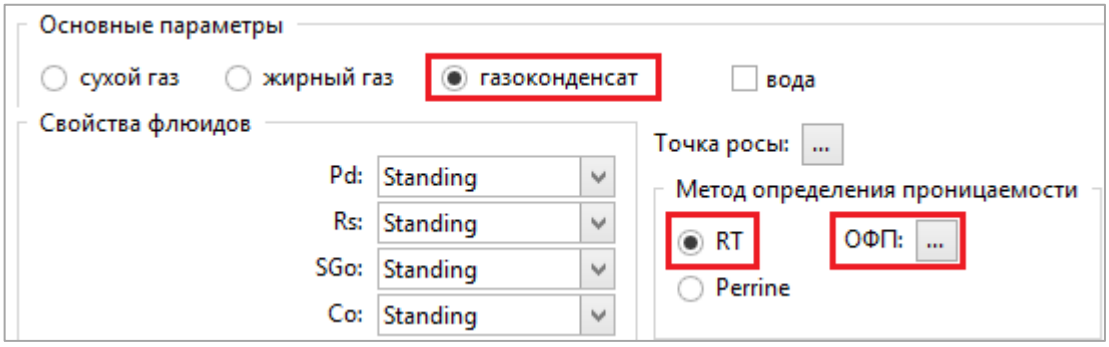
6.3.5. Ввод ОФП по методу RT

В диалоге **PVT-свойства** кнопка открытия окна для ввода ОФП появляется в зависимости от типа флюида и при выбранном методе определения проницаемости **RT**.

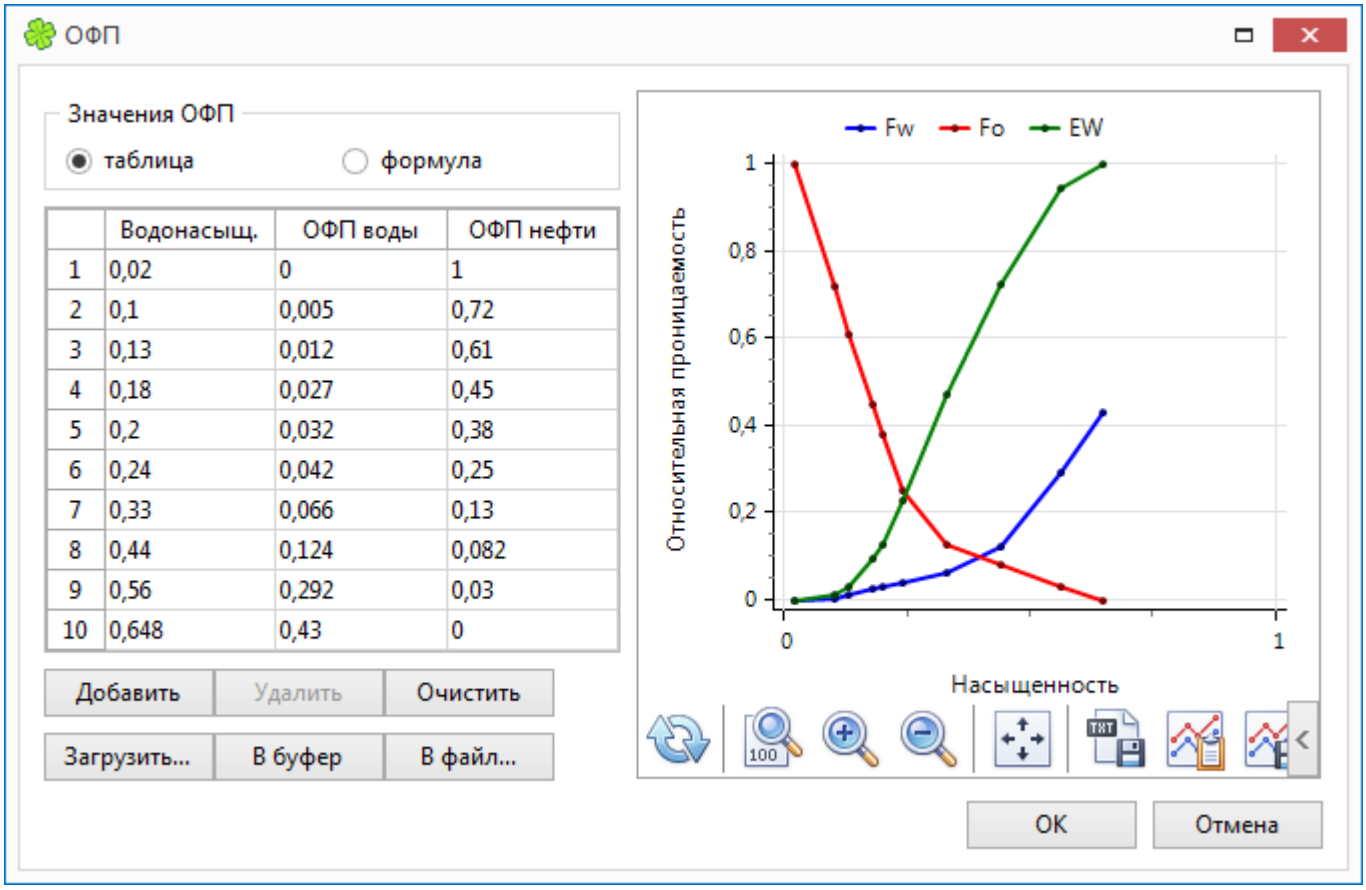
Для нефтяных скважин кнопка для ввода ОФП появляется при выборе опции **Вода**:



Для газовых скважин кнопка для ввода ОФП появляется при выборе опции **Газоконденсат**:



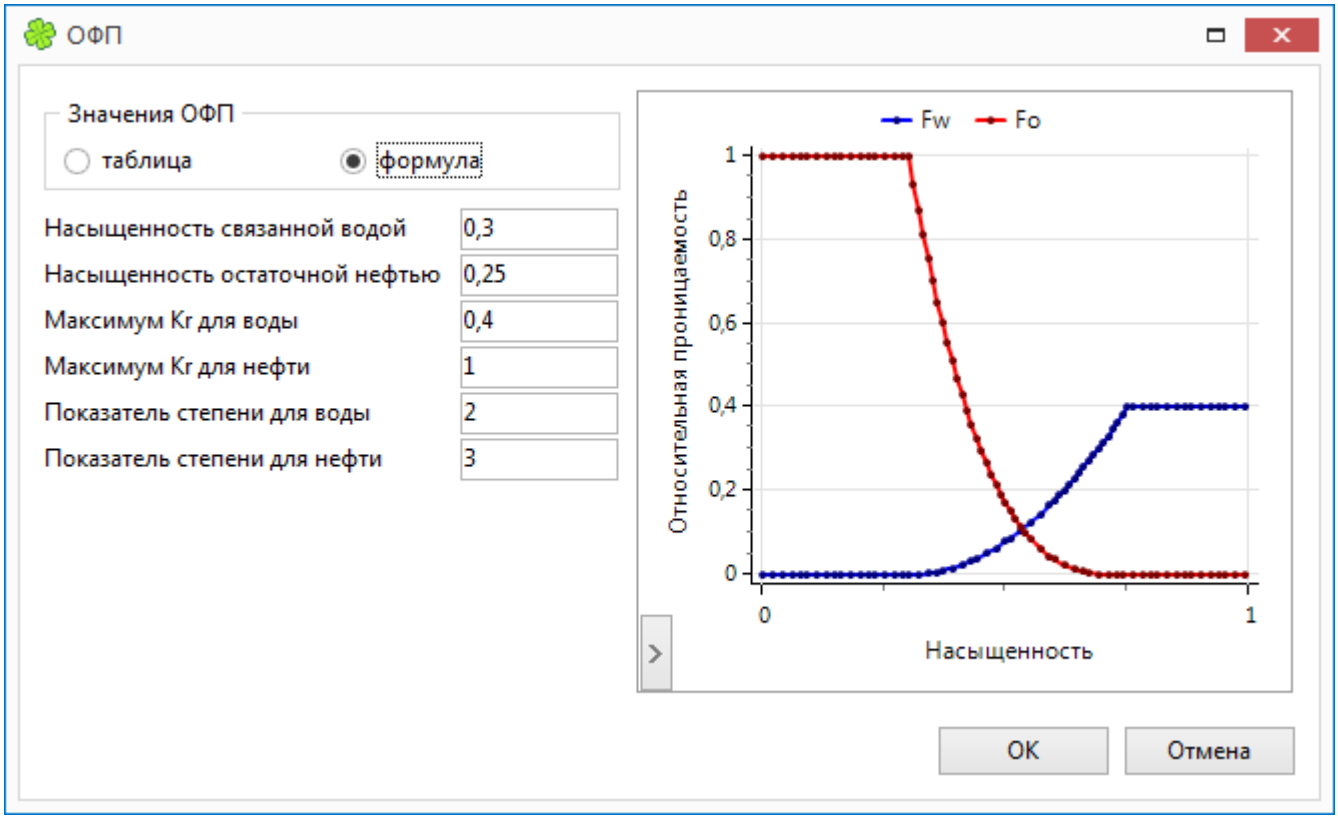
При нажатии на кнопку **ОФП** открывается соответствующее окно, предназначенное для ввода значений относительных фазовых проницаемостей ("вода-нефть" для нефтяных скважин или "конденсат-газ" для газоконденсатных скважин):



В ПО МГДИС реализовано два способа ввода ОФП: в табличном виде или по степенной зависимости (формула):

При выборе табличного вида значения вводятся в виде таблицы как вручную, так и путем загрузки из файла или буфера обмена. После ввода значений график автоматически обновляется.

В случае выбора варианта ввода значений ОФП по формуле, в окне появляются поля для ввода параметров для расчета ОФП по степенной зависимости:



Ниже приведены используемые зависимости (на примере нефтяных скважин):

$$F_w(s) = \begin{cases} 0, \text{если } s < Sw_0 \\ Krw\left(\frac{s - Sw_0}{Sw_1 - Sw_0}\right)^{Nw} \end{cases} \qquad F_o(s) = \begin{cases} 0, \text{если } s > Sw_1 \\ Kro\left(\frac{Sw_1 - s}{Sw_1 - Sw_0}\right)^{No} \end{cases}$$, где

s – текущая водонасыщенность;

Sw_1 – водонасыщенность, соответствующая остаточной нефтенасыщенности;

$$Sw_1 = 1 - Sn_os;$$

Sw_0 – насыщенность связанной водой;

Kro, Krw – максимальные относительные проницаемости нефти и воды;

No, Nw – показатели степени для нефти и воды.

Зависимость обводненности (весовой) от водонасыщенности нефтяных скважин s описывается уравнением:

$$W_{cut}(s) = \frac{u_w}{u_L} = \frac{\frac{F_w(s)}{\mu_w \cdot B_w}}{\frac{F_w(s)}{\mu_w \cdot B_w} - \frac{F_o(s)}{\mu_o \cdot B_o}}$$, где

μ_o, μ_w – вязкость нефти и воды;

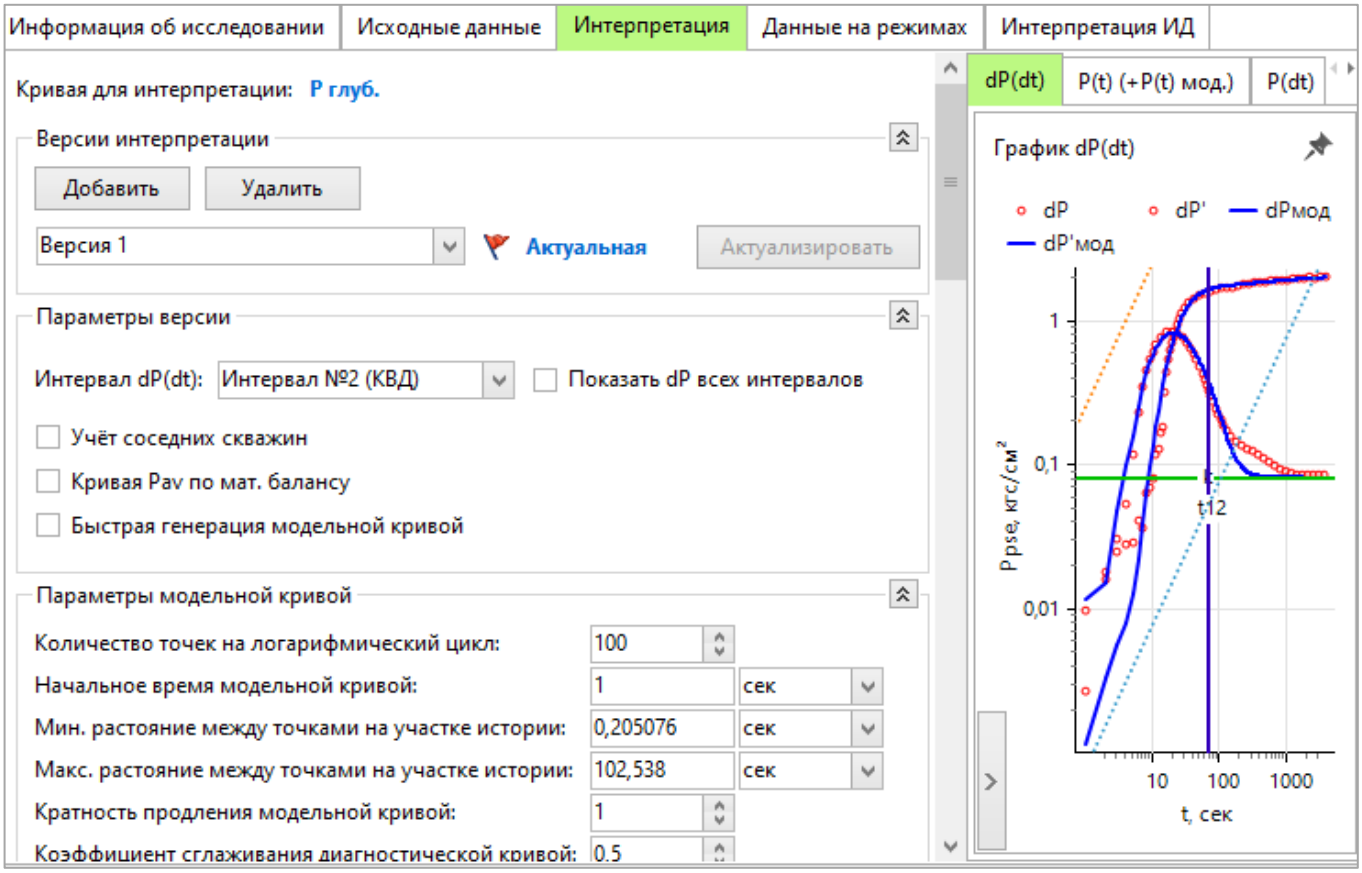
B_o, B_w – объемные коэффициенты нефти и воды.

Для добывающих сильно обводненных скважин (обводненность более 99%) расчет производится для обводненности, равной 100%.

ОФП системы "конденсат-газ" задаются аналогично системе "нефть-вода".

6.4. Вкладка "Интерпретация"

Данная вкладка **Интерпретация** появляется при создании/открытии исследования на неустановившихся режимах (с методом исследования, отличным от **ИД**):



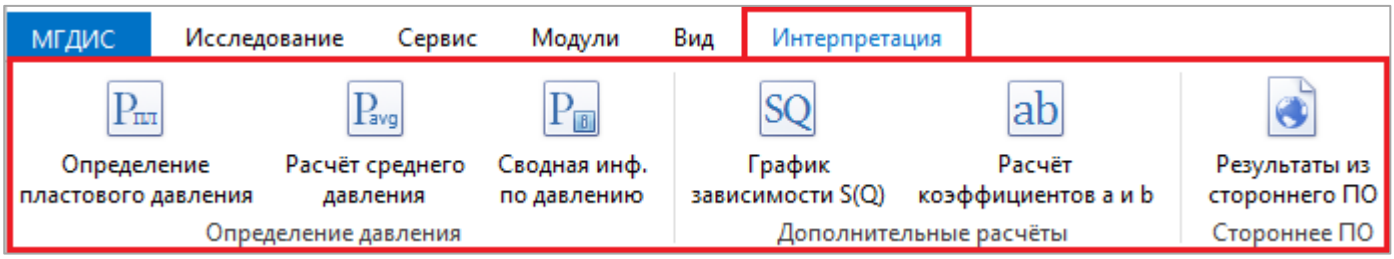
Вкладка **Интерпретация** состоит из следующих элементов:

- тип кривой, выбранной для интерпретации;
- управление версиями;
- параметры версии;
- параметры модельной кривой;
- параметры модели интерпретации с дополнительными настройками;
- таблица значений модельных параметров;
- кнопки проведения интерпретации и настройки НР;
- таблица результатов интерпретации;
- панели с графиками.

Для скрытия с экрана неиспользуемых элементов некоторые группы можно сворачивать/разворачивать, для этого у таких групп добавлены кнопки ⏬ и ⏫.

При активации вкладки **Интерпретация** (кликом клавиши мышки на вкладку) на панели инструментов основного окна программы появляется вкладка-панель **Интерпретация**.

На панели **Интерпретация** расположены кнопки для вызова окон дополнительных расчетов, которые будут описаны далее:

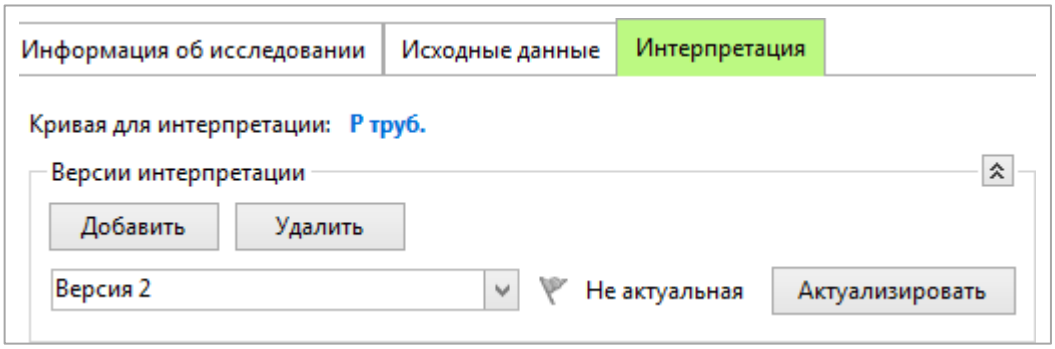


6.4.1. Версии интерпретации

Управление версиями интерпретации

ПО МГДИС поддерживает возможность создания нескольких версий интерпретации в пределах одного исследования. Создание нескольких версий интерпретации в пределах одного исследования удобно использовать, например, в случае, когда в истории работы есть несколько интервалов dP(dt), и интерпретацию каждого интервала можно проводить в отдельной версии.

Кнопки управления версиями и список версий расположены в верхней части вкладки **Интерпретация**:



Для создания новой версии интерпретации необходимо нажать на кнопку **Добавить**. При этом все данные текущей версии скопируются в новую, а в списке версий появится новая запись "Версия X", где X – номер записи в списке версий. Для переименования версии необходимо отредактировать имя версии, и нажать на клавиатуре клавишу **Enter**.

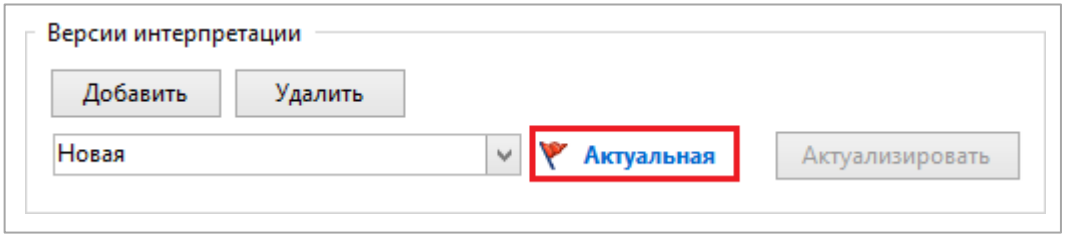
Версии интерпретации можно интерпретировать независимо друг от друга, изменяя любой параметр или модель. Для переключения версии необходимо выбрать версию в выпадающем списке.

Для удаления версии интерпретации необходимо нажать на кнопку **Удалить**. При сохранении в БД сохраняются данные всех версий интерпретации текущего исследования.

Актуализация версии исследований

В пределах одного исследования одна из версий интерпретации всегда должна быть актуальной. По умолчанию при создании исследования актуальной устанавливается 1-я версия.

Актуальность версии можно определить по красному флажку и надписи **Актуальная**, которые находятся справа от поля с именем версии:



Кнопка **Актуализировать** позволяет любую версию перевести в статус актуальной. При наличии нескольких версий интерпретации предпочтительно актуализировать вариант с наиболее представительными результатами, на которые влияют:

- качество данных замера кривой;

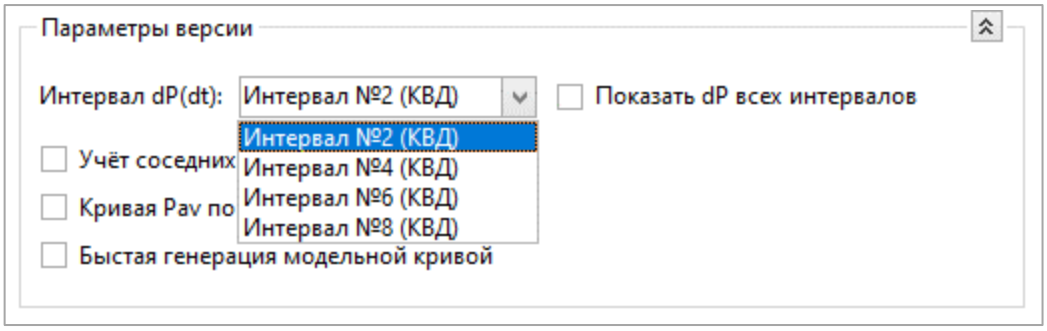
- длительность КВД/КСД/КПД;

- сходимость модельной кривой и фактических точек замера.

Данные актуальной версии интерпретации используются при поиске исследований по параметрам в диалоге **Поиск исследований** (см. раздел 10.1. Поиск исследований). Поиск по параметрам осуществляется среди данных актуальных версий интерпретаций в исследованиях, хранящихся в БД.

6.4.2. Работа с разными интервалами dP(dt) при анализе нескольких КВД. Нормализация КВД.

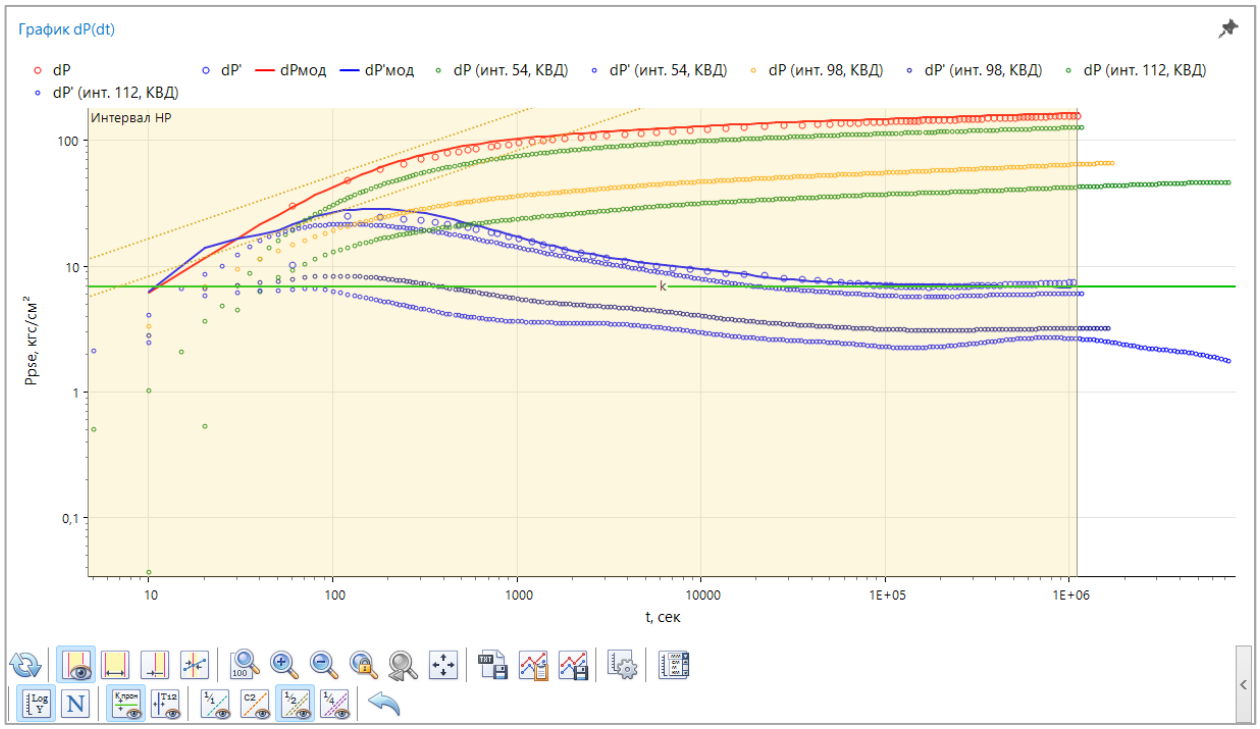
Опция выбора интервала dP (КВД или КСД) для интерпретации становится доступной только если на вкладке **Дебиты (Q)** в истории работы выбраны несколько интервалов dP(dt). В этом случае в группе **Параметры версии** появляется поле **Интервал dP(dt)** с выпадающим списком отмеченных в истории работы интервалов:



Таким образом, в пределах одного исследования, имея одну историю работы скважины с несколькими интервалами dP(dt), можно создать несколько версий интерпретации и в каждой из них проинтерпретировать разные интервалы dP(dt).

При установке или снятии флага **dP(dt)** в таблице истории работы список интервалов dP(dt) на вкладке **Интерпретация** обновляется.

Справа от поля со списком интервалов dP(dt) располагается флаг **Показать dP всех интервалов**. При его установке на графике dP(dt) отобразятся кривые замера dP для каждого интервала dP(dt) из списка:



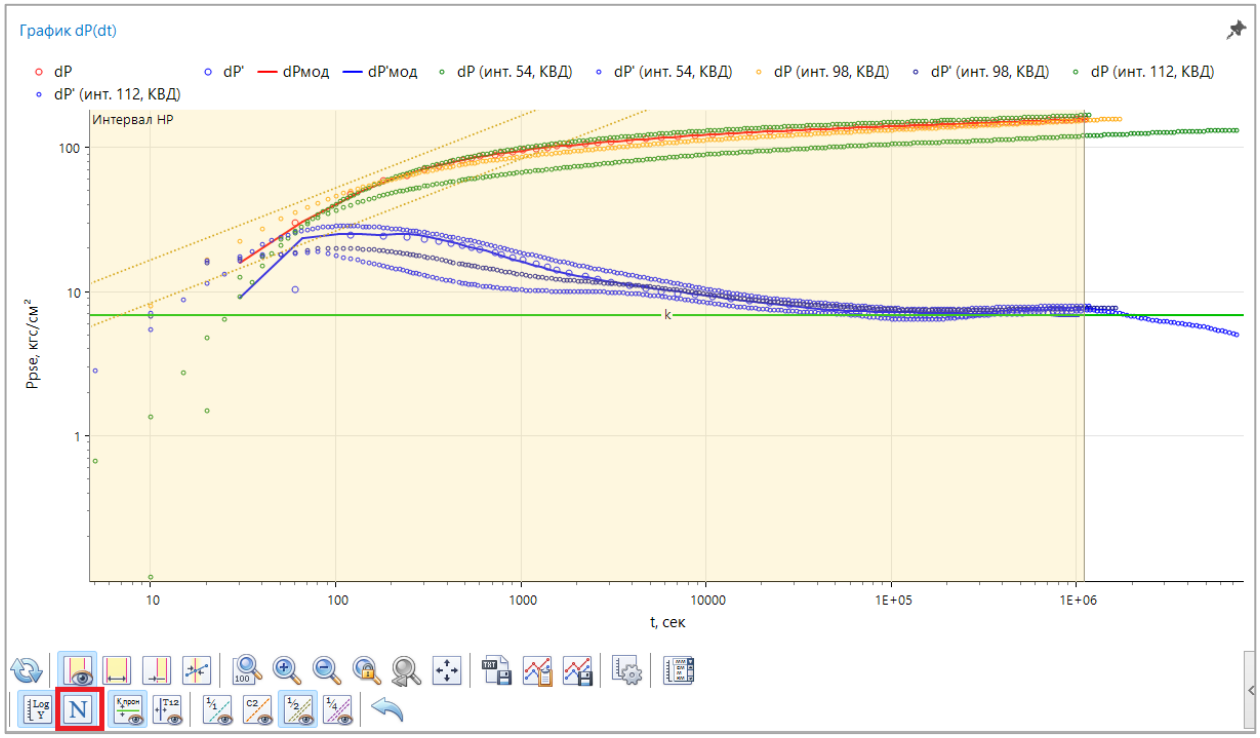
Будут отображены кривые всех интервалов, отмеченные на вкладке **Исходные данные – Дебиты (Q)** в колонке dP(dt).

При этом среди иконок управления графиком появится дополнительная иконка , позволяющая выполнить нормализацию кривых. dP на каждом интервале умножается на $Q_{выбранное}$ /$Q_{текущее}$. Под $Q_{текущее}$ подразумевается дебит на интервале непосредственно перед той КВД, к которой нормируются все кривые, отображаемые на диагностическом графике.

Под $Q_{выбранное}$ подразумевается дебит на интервале непосредственно перед той КВД, которая нормируется.

Это процедура приводит все кривые к одному дебиту. Величина нормированной депрессии каждой dP сравнивается с выбранной версией. Сравнение dP каждой версии визуально говорит об скин-факторе по сравнению с выбранной версией.

Поскольку нормализация осуществляется приведением dP к одному дебиту, соответствующему текущей версии, то при выборе другой версии нормализованный график будет выглядеть иначе.



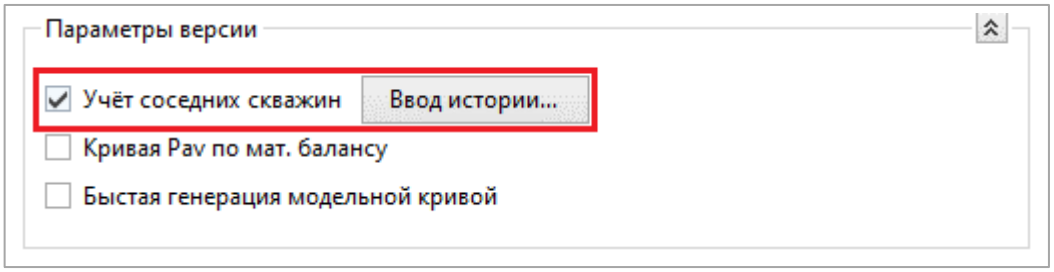
Кривые выбранной версии отображаются на графике без индекса, а остальные помечаются индексом соответствующей КВД.

6.4.3. История работы соседних скважин

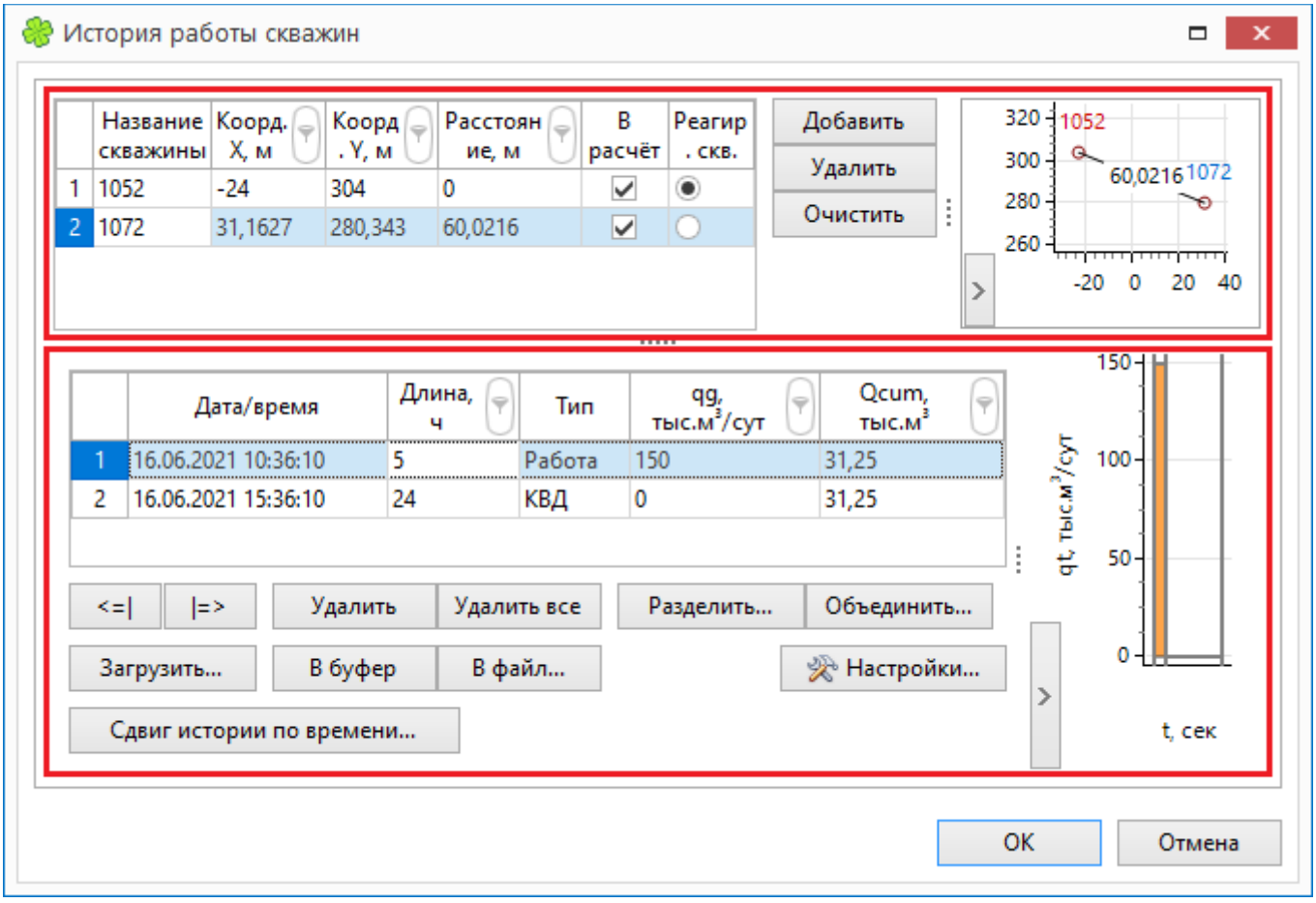
Работа соседних скважин оказывает влияние на поведение кривой давления и ее логарифмическую производную. Без учета этого влияния анализ диагностического графика может быть выполнен ошибочно и выбрана не соответствующая действительности модель скважина-пласт-граница и, как следствие, получены недостоверные результаты интерпретации.

Учет влияния соседних скважин заключается в вычитании из данных давления составляющей, являющейся результатом работы соседних скважин. Таким образом, анализируется "очищенный" график давления, в котором учитывается только работа анализируемой скважины.

Для включения опции влияния соседних скважин необходимо в группе **Параметры версии** установить флаг **Учет соседних скважин**, при установке которого активируется кнопка **Ввод истории**:



Ввод истории работы влияющих скважин осуществляется в диалоге **История работы скважин**, вызываемом при нажатии кнопки **Ввод истории**. Диалог представляет из себя окно, разделенное на две части:



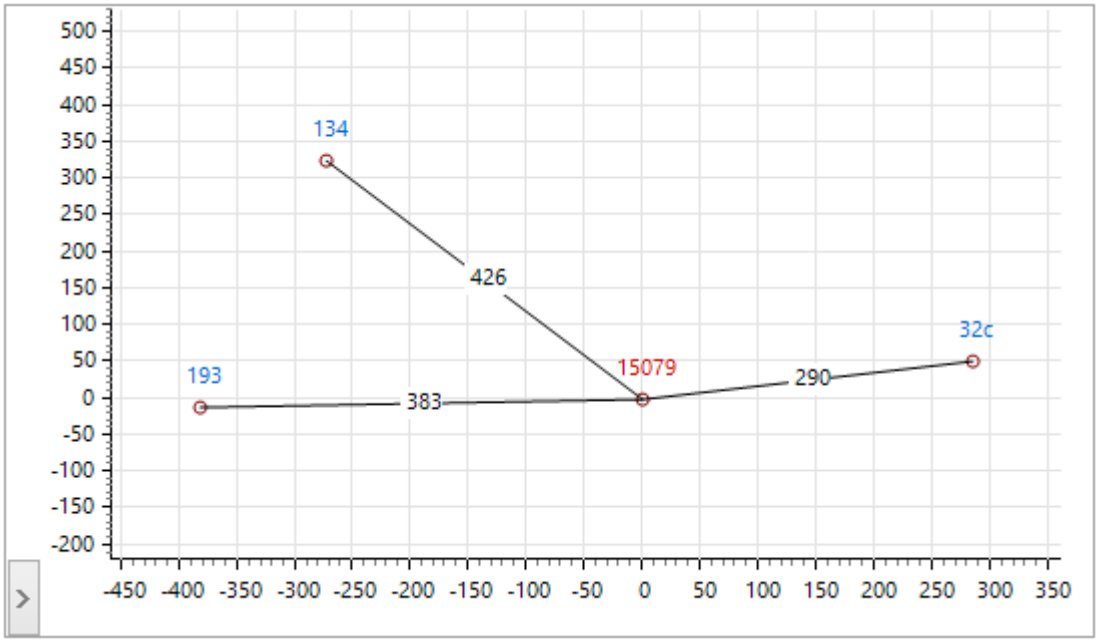
В верхней части окна расположена панель, на которой слева размещена таблица со списком скважин, а также карта расположения скважин относительно друг друга.

В таблице скважин по умолчанию добавлена исследуемая (реагирующая) скважина, имеющая нулевые координаты. При добавлении других скважин, которые оказывают влияние на исследуемую скважину, для них необходимо указывать либо координаты по X и Y относительно исследуемой скважины, либо расстояние между влияющей и реагирующей скважинами:

	Название скважины	Коорд. X, м	Коорд. Y, м	Расстояние, м	В расчёт	Реагир. скв.
1	15079	0	0	0	☑	◉
2	193	-382,767	-13,3665	383	☑	○
3	32c	285,594	50,358	290	☑	○
4	134	-273,828	326,335	426	☑	○

Действия кнопок управления записями в таблице аналогичны тем, что уже рассматривались ранее в других разделах.

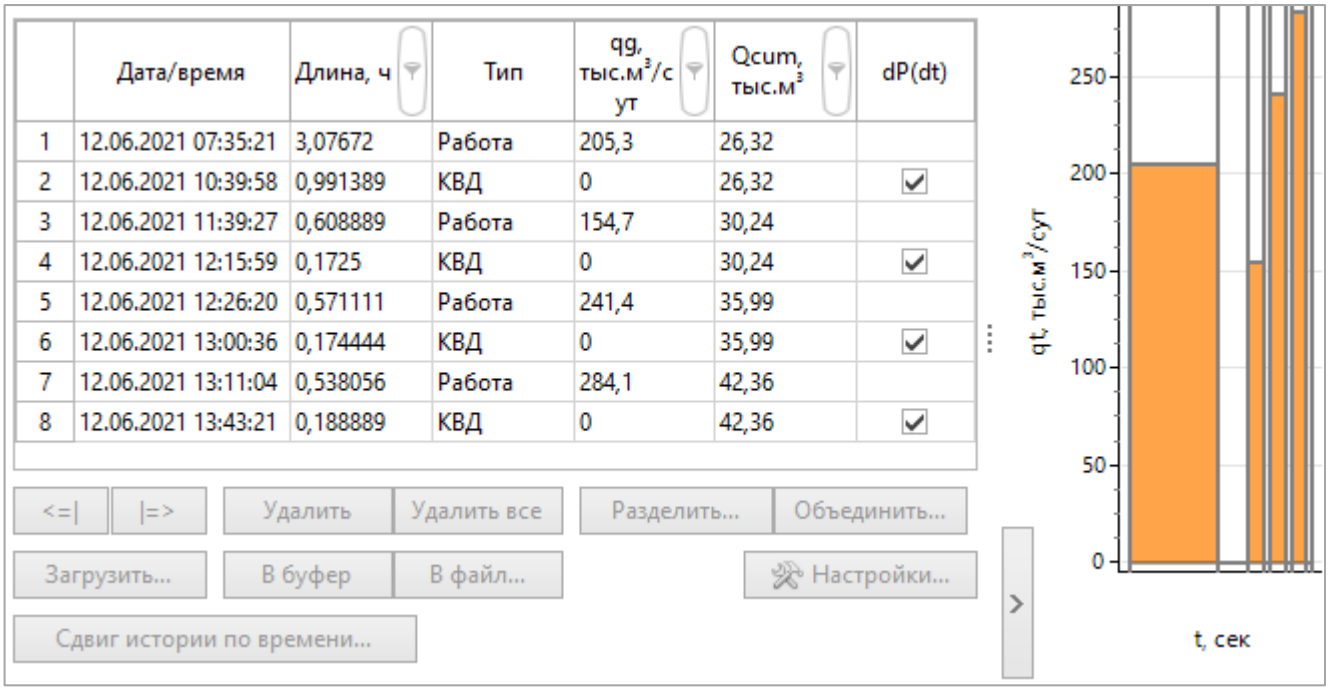
При любом изменении данных в таблице скважин автоматически обновляется карта расположения скважин с отображением относительно друг друга (в относительных координатах) с указанием названий скважин и расстояний между ними (опционально). На карте красным цветом выделена реагирующая скважина, а синим цветом выделяются возмущающие:



В нижней части окна расположена панель, на которой слева размещена таблица с историей работы скважин, а также график их дебитов (аналогично таблице и графику на вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)**).

По умолчанию, при запуске диалога, в таблице истории и на графике дебитов отображаются данные исследуемой (реагирующей) скважины, которые подгружаются из таблицы истории работы на вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)**. Данные исследуемой скважины заблокированы от изменений в данном диалоге, и для их изменения необходимо вернуться на вкладку **Исходные данные | Дебиты (Q)**.

Для ввода или просмотра данных возмущающих скважин, необходимо в верхней таблице (в списке скважин) выделить влияющую скважину. При этом в таблице истории работы скважин и на графике дебитов отобразятся данные по выделенной скважине (в случае их наличия в данном исследовании):

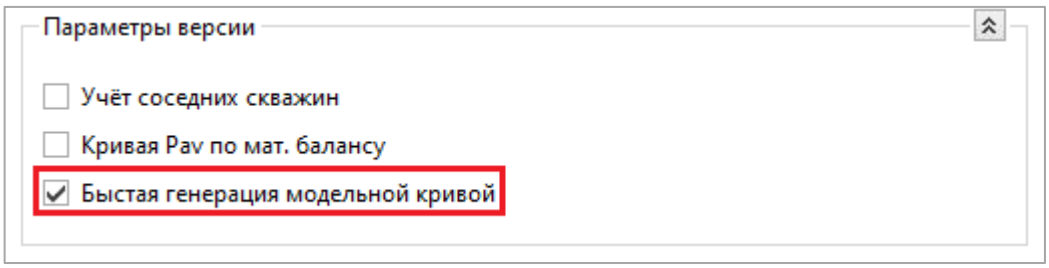


Ввод данных истории работы влияющих скважин аналогичен вводу данных на вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)**.

При нажатии кнопки **OK** в диалоге введенные данные сохранятся в исследовании.

6.4.4. Быстрая генерация модельной кривой

Опция **Быстрая генерация модельной кривой** находится в группе **Параметры версии** и предназначена для ускорения вычислений.

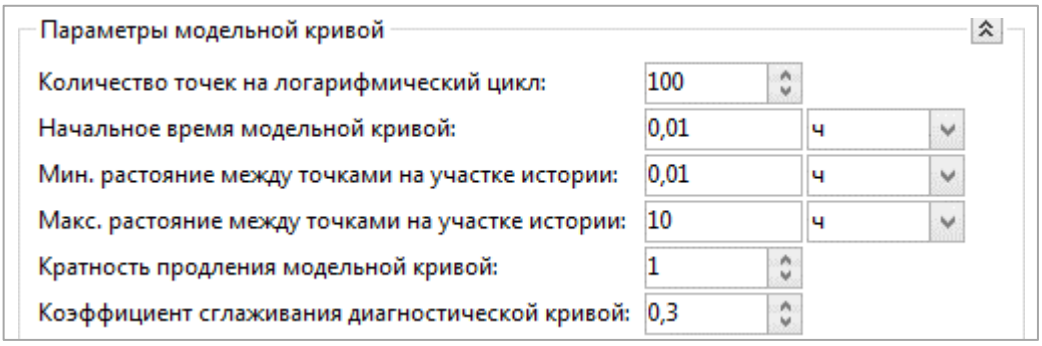


Суть работы данной опции – подмена существующей истории работы скважины в процессе выполнения модельной функции на абстрактную, состоящую всего из одного интервала. В результате включения данной опции более чем в 10 раз сокращается время генерации модельной кривой dP(dt), а также значительно сокращается время выполнения функции нелинейной регрессии.

Не рекомендуется злоупотреблять данной опцией и использовать ее лишь как альтернативный способ поиска решения в случае наличия сложной модели скважины с длинной историей (более 50 интервалов).

*ПРИМЕЧАНИЕ: При включенной опции **«Скин-фактор от дебита S(Q)» или «Скин-фактор от времени S(t)»** опция **«Быстрая генерация модельной кривой»** не доступна.*

6.4.5. Параметры модельной кривой

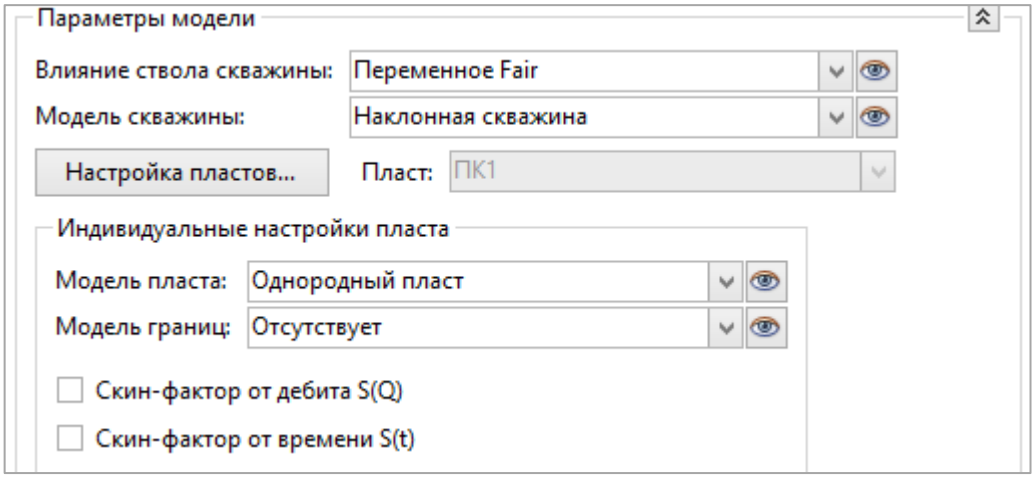


Группа **Параметры модельной кривой** предназначена для настройки модельных кривых и включает следующие настройки:

- **Количество точек на логарифмический цикл** (частота вычисления точек производной давления);
- **Начальное время модельной кривой** (точка времени, с которой будут начинаться модельные кривые **dPмод** и **dPмод'** на графике dP);
- **Мин. расстояние между точками на участке истории**;
- **Макс. расстояние между точками на участке истории**;
- **Кратность продления модельной кривой** (отображение модельной кривой за пределы измерений, которое помогает при интерпретации невосстановленных кривых давления);
- **Коэффициент сглаживания диагностической кривой** (в единицах логарифмического интервала).

6.4.6. Выбор модели интерпретации

Выбор модели интерпретации осуществляется в группе **Параметры модели**. Интерпретационная модель состоит из комбинации следующих элементов: влияния ствола скважины, модели скважины и индивидуальных настроек пласта.



Модели влияния ствола скважины

Влияние ствола скважины (ВСС) может устанавливаться в следующие значения: без влияния, Постоянное, Переменное Ramey, Переменное Fair, Переменное Hegeman.

Модели скважины

В ПО МГДИС поддерживаются следующие модели скважины:

- вертикальная скважина;
- трещина бесконечной проводимости;
- трещина с однородным по длине трещины притоком;
- трещина конечной проводимости;
- неполное вскрытие;
- наклонная скважина;
- горизонтальная скважина;
- горизонтальная скважина с МГРП бесконечной проводимости;
- горизонтальная скважина с МГРП конечной проводимости;
- многозабойная скважина;
- горизонтальная скважина с множественными стволами-ответвлениями (FishBone).

Модели пласта

В ПО МГДИС поддерживаются следующие модели пласта:

- однородный пласт;
- двойная пористость;
- двойная проницаемость;
- радиально-составной пласт.

Краткая характеристика применяемых моделей скважины

Вертикальная скважина – базовая модель скважины. При интерпретации в однородном пласте осуществляется подбор значений проницаемости, скин-фактора и коэффициента ствола скважины.

Модель скважины с трещиной бесконечной проводимости характеризуется углом наклона ½ на начальном и более поздних участках билогарифмического графика КВД и до начала участка радиального притока. Данная интерпретационная модель часто

применяется при интерпретации КВД в карбонатных пластах после большеобъемных солянокислотных обработок, а также при интерпретации КПД нагнетательных скважин с трещиной автоГРП. Анализ КПД нагнетательных скважин с трещиной автоГРП показывает, что начальный участок графика может иметь угол наклона ½, а более поздний участок характеризуется углом наклона ¼ вследствие постепенного закрытия трещины при снижении забойного давления.

Модель скважины с трещиной конечной проводимости характеризуется углом наклона ¼ на начальном и более поздних участках билогарифмического графика КВД и может иметь этот угол наклона до начала участка радиального притока. Данная модель в основном используется при интерпретации КВД в скважинах с трещиной ГРП закрепленной проппантом.

Модель скважины с трещиной однородного по длине трещины притока характеризуется углом наклона ¼ на начальном участке билогарифмического графика КВД и может применяться для анализа КПД нагнетательных скважин с трещинами автоГРП.

Модель горизонтальной скважины характеризуется углом наклона ½ на начальном и более поздних участках билогарифмического графика КВД до начала участка радиального притока. Модель применяется для интерпретации ГДИ горизонтальных скважин без ГРП. При наличии характерных режимов течения, помимо основных, определяется ряд дополнительных параметров, среди которых работающая длина ствола, анизотропия, составляющие скин-фактора (геометрический скин и скин-фактор загрязнения).

Модель неполного вскрытия характеризуется возрастающей линией dP и углом наклона -½ для dP' на билогарифмическом графике. Применяется при частичном вскрытии пласта (ограниченный интервал перфорации).

Модель наклонной скважины – применяется для наклонных скважин.

Модель МГРП бесконечной проводимости – применяется в горизонтальных скважинах с многостадийным ГРП.

Модель МГРП конечной проводимости – применяется в горизонтальных скважинах с многостадийным ГРП.

Модель горизонтальной скважины с множественными стволами-ответвлениями (Fishbone) – применяется для скважин с горизонтальным заканчиванием и наличием нескольких горизонтальных стволов-ответвлений большой протяженности от основного ствола;

Модель многозабойной скважины – применяется для вертикальных или наклонных скважин с несколькими стволами, пробуренными из основного ствола.

Краткая характеристика применяемых моделей пласта

Однородный пласт – базовая модель пласта. Пласт однородный в горизонтальном направлении, обладает вертикальной анизотропией проницаемости.

Модель пласта с двойной пористостью – применяется в карбонатных коллекторах. Характеризуется V-образным снижением на горизонтальном участке производной.

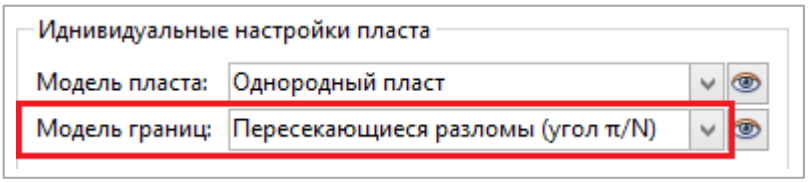
Модель пласта с двойной проницаемостью – производная имеет схожий вид с моделью двойной пористости, V-образное снижение более пологое. Применяется в коллекторах с двумя пластами различной проницаемости по вертикали. По модели из пласта с более высокой проницаемостью идет приток только в скважину, в то время как из низкопроницаемого пласта идет приток в скважину и переток в высокопроницаемый пласт.

Модель радиально-составного пласта – применяется в случаях зональной неоднородности коллектора с радиальной симметрией (вертикальная скважина). Может проявляться в скважинах, которые недавно сменили свою категорию, например, после перевода добывающей скважины в нагнетательную.

Модели границ пласта

Модель границ пласта может устанавливаться в следующие позиции: **Отсутствует**, **Полупроницаемый разлом**, **Один разлом**, **Круговая граница**, **Параллельные границы**, **Пересекающиеся разломы (угол π/N)**, **Прямоугольник разломов**.

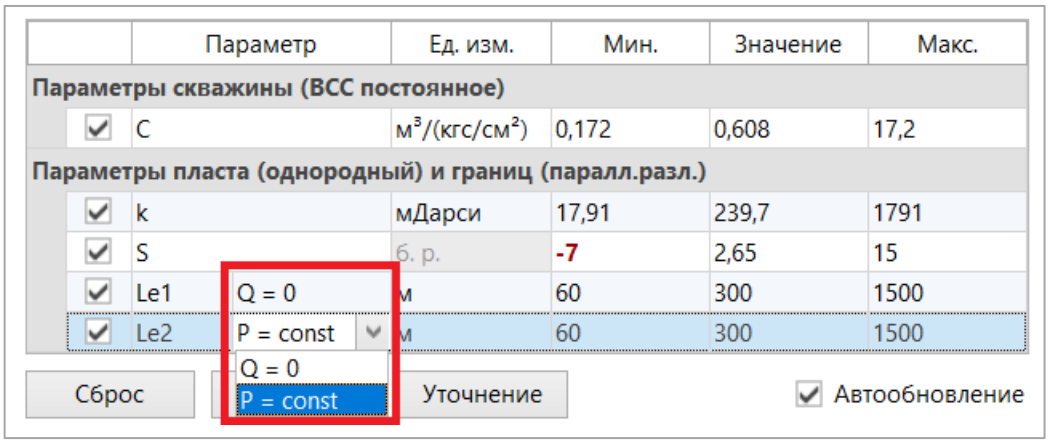
При выборе модели пересекающихся разломов под углом π/N в списке параметров модели появится параметр **π/N**, из выпадающего списка которого необходимо выбрать значение угла, под которым пересекаются границы. По умолчанию значение угла устанавливается в 90 градусов:



	Параметр		Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры пласта (однородный) и границ (пересек.разл.(π/N))						
☑	k		мДарси	1,336	18,31	133,6
☑	S		б. р.	-7	3,77	15
☑	Le1	Q = 0	м	50	250	1250
☑	Le2	Q = 0	м	50	250	1250
	π/N		Град		90	

Для моделей границ пласта **Один разлом**, **Круговая граница**, **Параллельные границы**, **Пересекающиеся разломы**, **Прямоугольник разломов** появляется возможность выбора граничных условий: поддержание постоянного пластового давления на границе

P=const или нулевого перетока Q=0. В случае нескольких границ (модели **Параллельные границы**, **Пересекающиеся разломы**, **Прямоугольник разломов**) граничное условие для каждой границы может быть задано независимо.



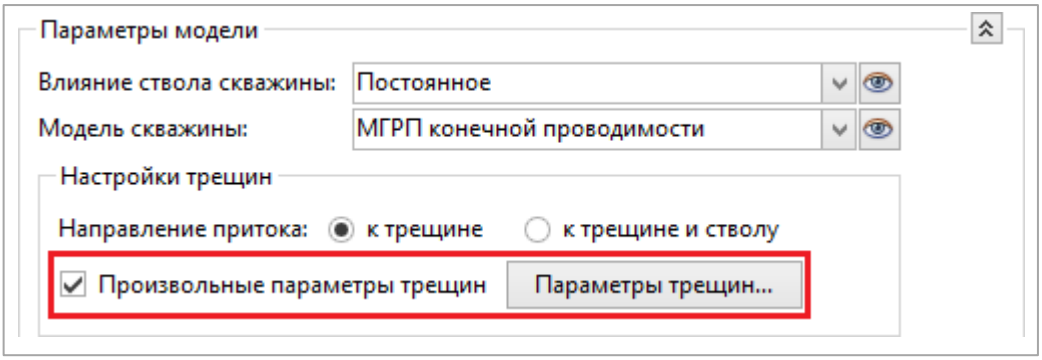
Опция нулевого перетока Q=0 применяется для изолирующих разломов или границ коллектора. Опция поддержания постоянного пластового давления на границе P=const применяется при действующей системе поддержания пластового давления или наличии активной работы законтурной области

Ввод произвольных параметров трещин

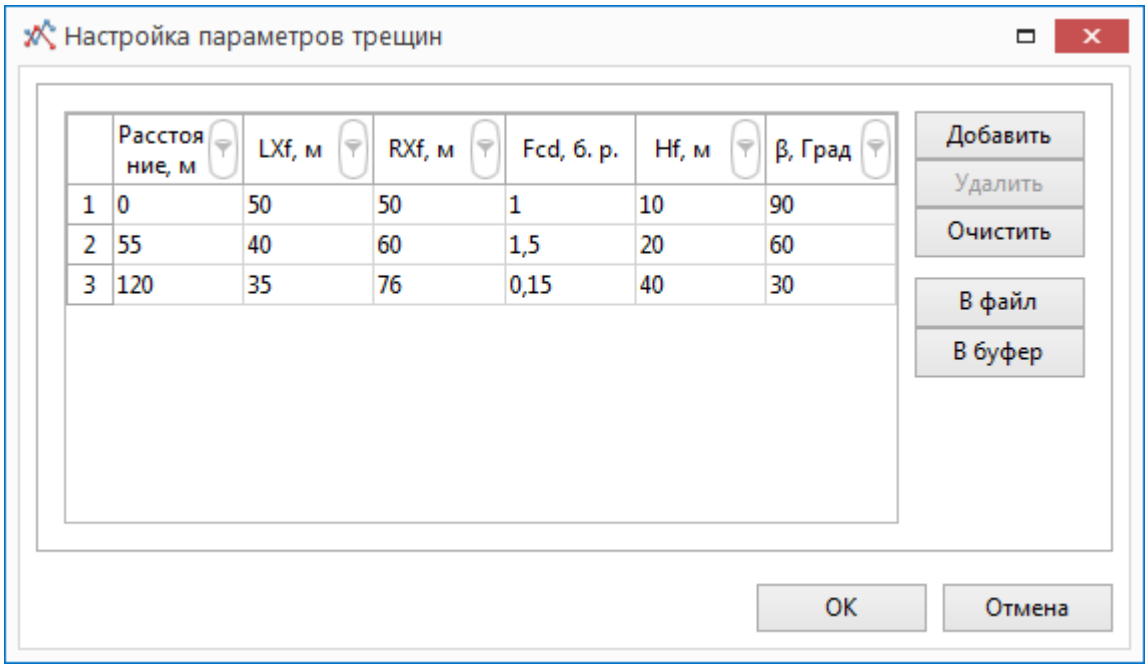
При выборе модели скважины МГРП бесконечной или конечной проводимости появляется возможность ввода общих параметров для всех трещин. Эти параметры выделяются в таблице модельных параметров отдельной группой:

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,0168	0,157	1,68
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	1	10	100
☑	S	б. р.	**0**	0,0303	15
☑	Lg	м	**5**	11	**2500**
☑	Kz/Kr	б. р.	**0,001**	0,115437	1,04369
☑	Zw	м	1	5	**9**
Параметры трещин					
	Nfracs	б. р.		**2**	
☑	L(Xf)	м	22	220	**250**
☑	Hf	м	1	9,99	10
☑	Fcd	б. р.	0,881195	5,29282	88,1195
☑	β	Град	**20**	**89,998**	**90**
	Nseg	б. р.		12	

Для ввода произвольных (индивидуальных) параметров трещин необходимо в группе полей **Настройки трещин** установить флаг в поле **Произвольные параметры трещин:**



При этом станет доступна кнопка **Параметры трещин**, при нажатии на которую откроется окно для ввода параметров каждой трещины:



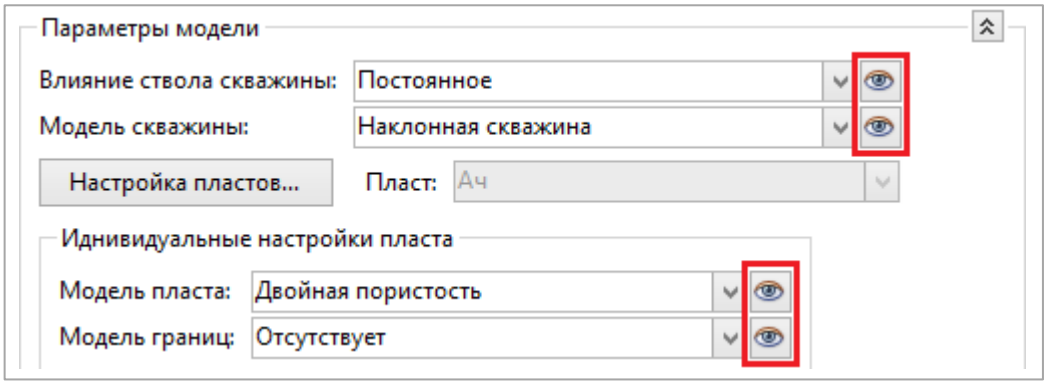
В случае ассиметричной трещины относительно ствола скважины можно указать индивидуальную длину левого и правого крыла трещины (параметры **LXf** и **RXf** соответственно). В случае симметричной трещины эти параметры должны быть одинаковы.

Если индивидуальные параметры трещин заданы в описываемом диалоге, то они уже не будут отображаться в таблице параметров модели (т.к. заданы индивидуально для каждой трещины). Единственным параметром, отображаемым в таблице, будет **Nseg** – число сегментов трещины. Этот параметр используется в математическом аппарате для управления точностью результатов и, соответственно, затрачиваемым временем на вычисления:

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,0168	0,157	1,68
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	1	10	100
☑	S	б. р.	**0**	0,0303	15
☑	Lg	м	**5**	11	**2500**
☑	Kz/Kr	б. р.	**0,001**	0,115437	1,04369
☑	Zw	м	1	5	**9**
Параметры трещин					
	Nseg	б. р.		12	

Просмотр схемы модели в режиме 2D/3D

У каждого поля с моделью с правой стороны располагается кнопка просмотра схемы выбранной модели:



При нажатии на кнопку модели скважины открывается окно с изображением схемы. Если это первый запуск окна просмотра схемы – окно откроется в режиме 2D. Если в настройке пластов указано более одного пласта, опция просмотра не доступна.

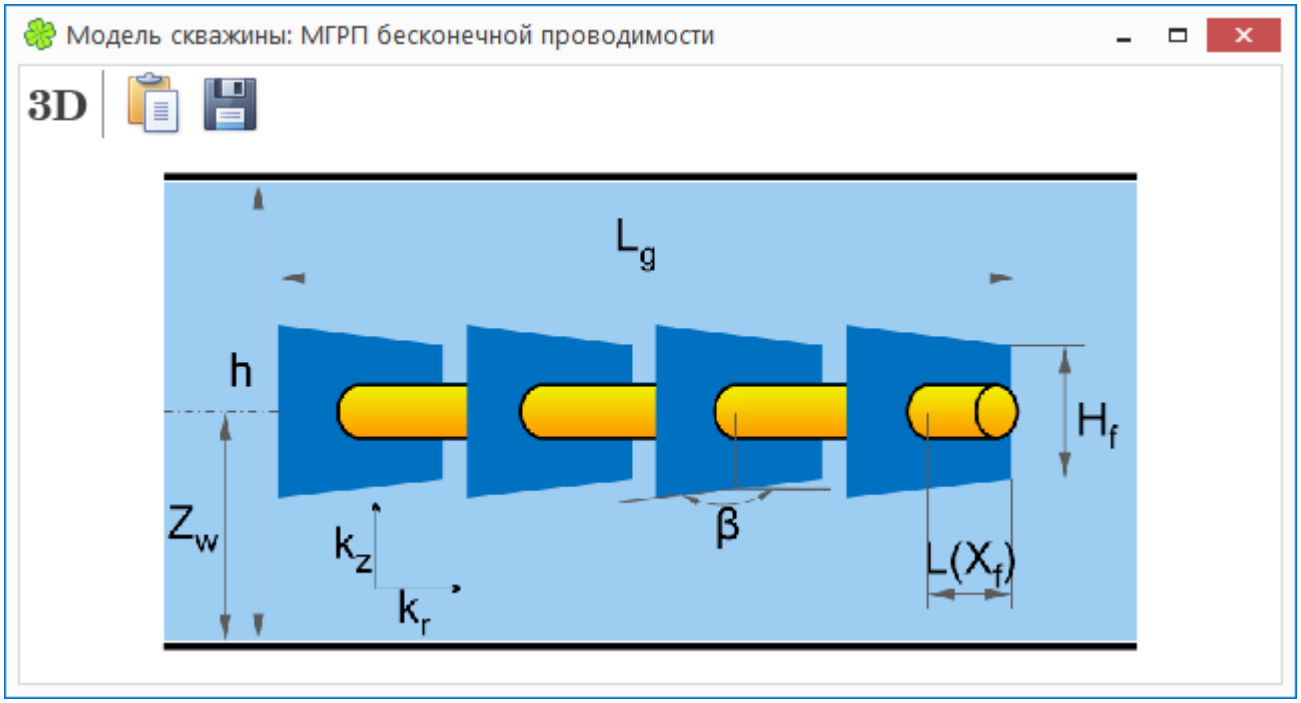


Схема 2D-модели скважины с множественными ГРП бесконечной проводимости

В режиме 2D на панели инструментов доступны функции сохранения изображения в буфер обмена и файл.

Для переключения в режим 3D и обратно, необходимо на панели инструментов в окне нажать на кнопку 3D:

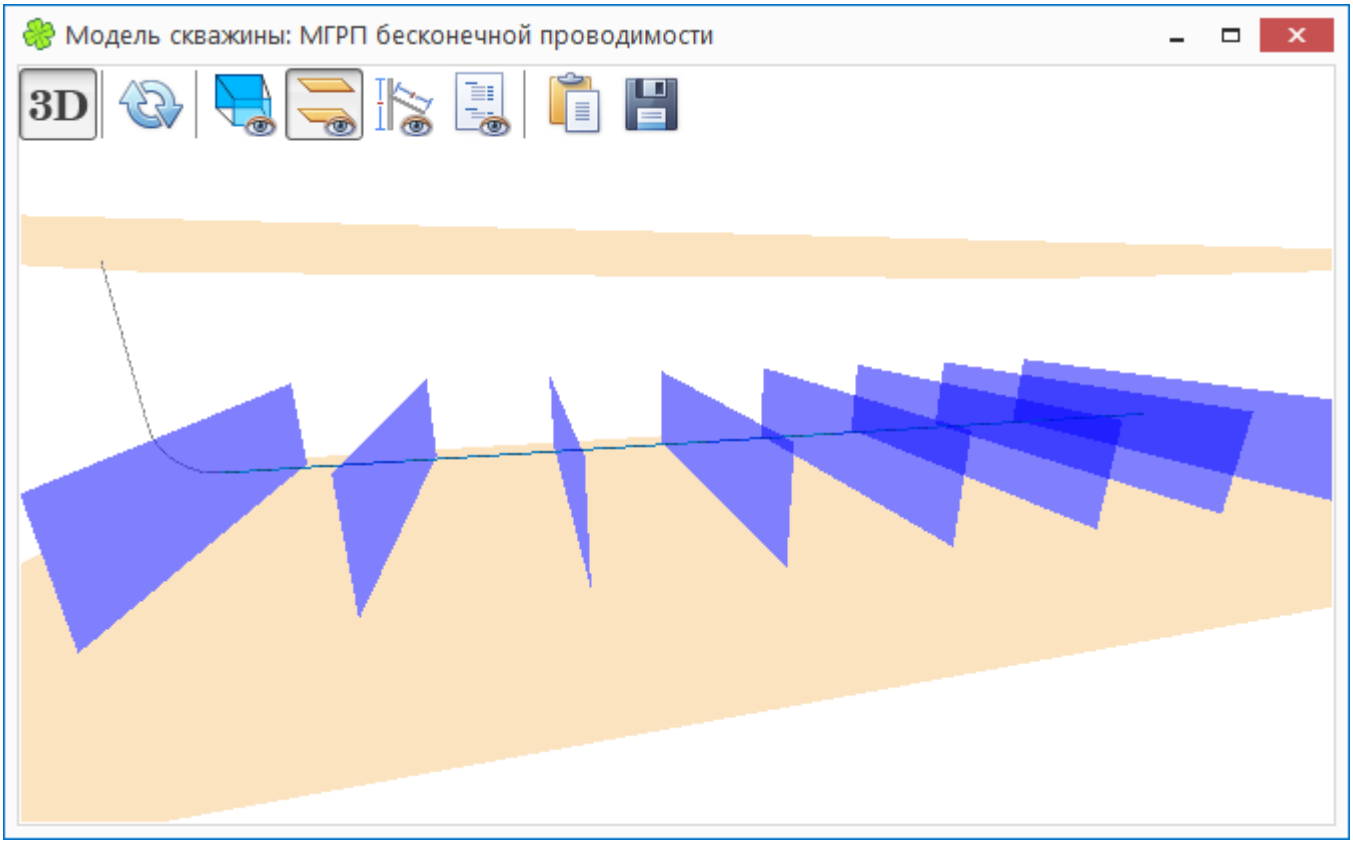


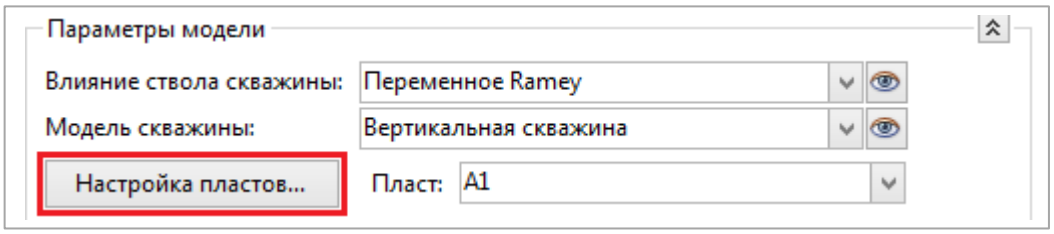
Схема 3D-модели скважины с множественными ГРП бесконечной проводимости

В режиме 3D на панели инструментов добавляются дополнительные функциональные кнопки: сброс масштаба (до первоначального состояния), просмотр модели в ортогональной проекции, включение/отключение отображения пласта, включение/отключение отображения размерных линий, включение/отключение отображения таблицы параметров модели.

6.4.7. Многопластовые скважины

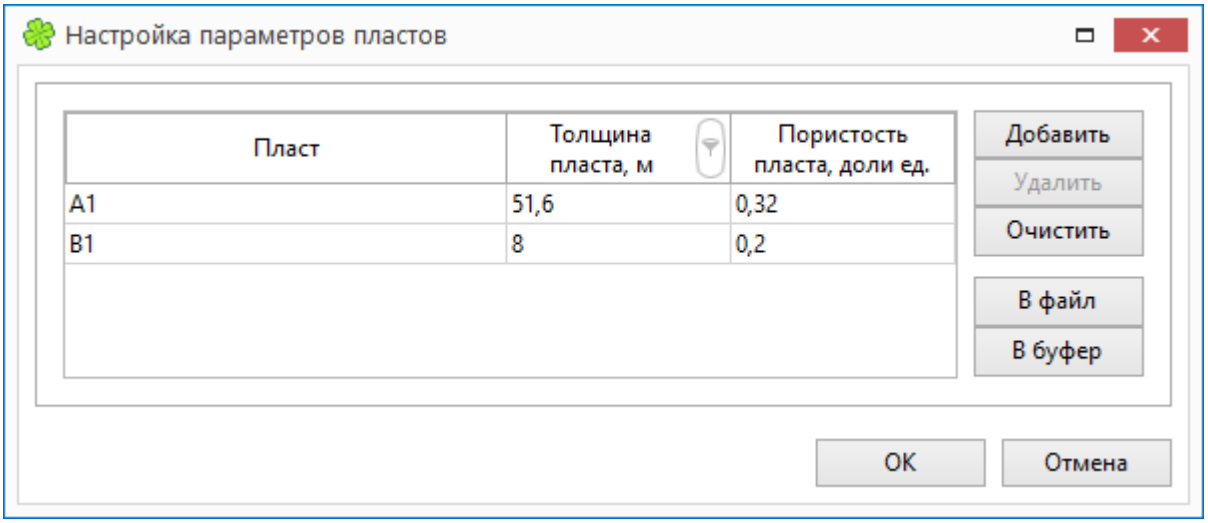
В ПО МГДИС есть возможность проведения интерпретации для многопластовых моделей скважин. Наличие фактических данных замеров по нескольким пластам позволяет сравнивать эти данные с расчетными и вручную корректировать основные параметры модели (в основном проницаемости и скин-фактора), добиваясь удовлетворительного совмещения расчетных и замеренных кривых давления.

Для редактирования списка пластов и их параметров в группе параметров **Модель** существует кнопка **Настройка пластов**:



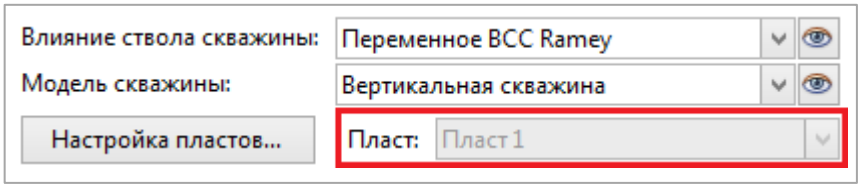
Кнопка **Настройка пластов** отображается, если в поле Модель скважины выбрана одна из следующих моделей: **Вертикальная скважина**, **Трещина бесконечной проводимости**, **Трещина однородный поток**, **Трещина конечной проводимости**, **Неполное вскрытие** и **Наклонная скважина**. Для более "сложных" моделей скважины режим многопластовой скважины не предусмотрен!

При нажатии на кнопку откроется соответствующее окно:

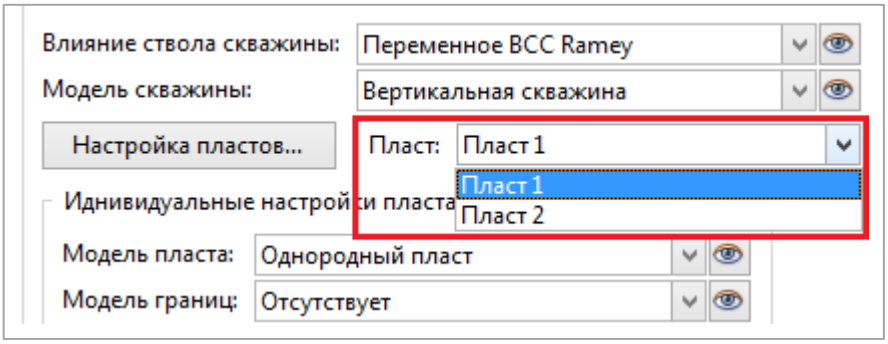


В окне настройки пластов можно добавить/удалить пласт/пропласток и ввести название, толщину и пористость каждого пласта. По умолчанию в списке пластов отображается один пласт, который указан в качестве идентифицирующего параметра для текущего исследования. Сумма толщин пластов должна совпадать с суммарной толщиной пласта на вкладке **Исходные данные | Параметры для интерпретации**.

В случае, если проводится интерпретация однопластовой скважины, в поле со списком пластов будет отображаться единственный пласт, а само поле будет неактивно:



Для многопластовой скважины поле активируется, и появляется возможность выбора модели пласта и границ для каждого пласта. Для этого нужно выбирать каждый пласт в списке и указать для него конкретную модель пласта и границ:



6.4.8. Параметры модели

При исследовании на неустановившихся режимах (КВД, КПД, КВУ) используется метод нелинейной регрессии, заключающийся в сопоставлении кривой замера с модельной кривой и автоматическим поиском набора интерпретационных параметров, обеспечивающих наилучшее совмещение кривых.

Каждой конкретной модели соответствует свой набор параметров, которые могут как повторяться у разных моделей, так и быть индивидуальны для каждой модели. Соответствие модельных параметров конкретным моделям приведено в Таблице 10.

Таблица 10. Зависимость видимости параметров НР от модели пласта

Краткое название	Полное название	Модель скважины										Модель пласта		
		Верт.	ТБП	ТОП	ТКП	Гор.	Огр. перф.	Накл.	МГРП ТБП	МГРП ТКП	Мгнов. депр.	2m	2K2S	РСП
Параметры модели влияния ствола скважины														
C (C1)	Коэффициент ствола скважины, Коэффициент ствола скважины (C1)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C2	Коэффициент ствола скважины C2	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+

T12	Время изменения C1 на C2	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
dP	Перепад давлений										+			
Параметры модели пласта														
K (K_eq)	Коэффициент проницаемости, эквивалентный коэффициент проницаемости (K_eq)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S (S0, S1, Sh)	Скин-фактор, Скин-фактор при нулевом расходе (S0), Скин-фактор слоя 1 (S1), Скин-фактор горизонтальной скважины (Sh)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
dS/dQ	D-фактор	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
S2	Скин-фактор слоя 2												+	
L(Xf)	Полудлина трещины		+	+	+				+	+				
Fcd	Безразмерная проводимость трещины				+					+				
Lg	Длина работающей части горизонтального ствола скважины					+			+	+				
Kz/Kr	Отношение вертикальной проницаемости к горизонтальной проницаемости					+	+	+	+	+				
Zw	Расстояние от ствола скважины до подошвы пласта					+			+	+				
hw	Работающий интервал перфорации						+							
Zw	Расстояние от подошвы до центра интервала перфорации						+	+						
hwn	Работающий интервал перфорации наклонной скважины							+						
ɣ	Угол отклонения ствола наклонной скважины от вертикали							+						
Nfracs	Количество ГРП								+	+				
Hf	Высота трещины ГРП								+	+				
β	Угол отклонения трещины от направления ствола скважины								+	+				
Nseg	Количество сегментов трещины									+				
τ1	Время релаксации трещин											+		
τ2	Время релаксации блоков матрицы											+		
ω	Отношение упругоемкости слоя 1 к упругоемкости пласта												+	
λ	Коэффициент перетоков												+	
κ12	Отношение kh1 / (kh1 + kh2)												+	
M	Отношение подвижностей прискважинной и удалённой зон													+
D	Отношение коэффициентов пьезопроводностей прискважинной и удалённой зон													+
R1	Радиус зоны измеренной (прискважинной) проницаемости													+
Параметры модели границ														
Re	Расстояние до границы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Le (Le1)	Расстояние до границы, Расстояние до границы Le1	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Le2	Расстояние до границы Le2	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Le3	Расстояние до границы Le3	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Le4	Расстояние до границы Le4	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Tet	Угол между трещиной и разломом		+	+	+	+	+	+	+	+				
π/N	Угол между разломами	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Leakage	Коэффициент утечки	+										+	+	+

Таблица 11. Зависимость видимости параметров HP от модели границ и BCC

	Комментарий
C1	Отображается для переменного ствола скважины
C2	Отображается для переменного ствола скважины
T12	Отображается для переменного ствола скважины
K_eq	Отображается в случае, если в PVT-свойствах в качестве метода определения проницаемости выбран метод Perrine
S0	Отображается при включении опции скин-фактор от дебита S(Q)
S1	Отображается для модели двойной проницаемости "2K2S"
Sh	Отображается для модели горизонтальной скважины
dS/dQ	Отображается при включении опции скин-фактор от дебита S(Q)
Re	Отображается только для круговой модели границ
Le (Le1)	Le - отображается только для модели с линейной границей Le1 - отображается для моделей границ с числом разломов >= 1
Le2	Отображается для моделей границ с числом разломов >= 2
Le3	Отображается для моделей границ с прямоугольником разломов
Le4	Отображается для моделей границ с прямоугольником разломов
Tet	Отображается для моделей границ с разломами
π/N	Отображается для моделей границ с пересекающимися разломами
Leakage	Отображается только для модели границ с полупроницаемым разломом

В случае многопластовой скважины (2 и более пласта) параметры модели группируются следующим образом: сначала в группе общих параметров отображаются параметры модели влияния ствола скважины, затем в группе по каждому пласту отображаются параметры модели пласта и границ. При этом в заголовке группы по пластам выводится название выбранной модели пласта и модели границ.

	Параметр		Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (BCC перем. Ramey)						
☑	C1		м³/атм	0,115832	11,5832	12
☑	C2		м³/атм	0,001	0,0834582	1
☑	T12		сек	0,750968	22,1182	75,0968
Параметры пласта 1 (однородный) и границ (круг)						
☐	k		мДарси	8,787	158,8	878,7
☑	S		б. р.	0	5,1662	15
☑	Re	Q = 0	м	50	250	1250
Параметры пласта 2 (однородный) и границ (полупроницразл.)						
☐	k		мДарси	8,787	158,8	878,7
☑	S		б. р.	0	5,1662	15
☑	Le		м	50	250	1250
☑	Leakage		б. р.	**0**	0,5	**1**

В таблице параметров модели есть возможность выбора активных параметров, по которым выполняется алгоритм нелинейной регрессии. Для выбора параметра в качестве активного необходимо в левой колонке напротив параметра установить флаг (галочку).

Параметры, не отмеченные флагом, являются неактивными, и их значения в процессе выполнения нелинейной регрессии остаются постоянными.

Для каждого параметра модели можно установить: размерность, значения границ поиска параметра (минимальная и максимальная границы) и само значение параметра. Строго говоря, минимальные и максимальные значения независимы от текущего значения, но при нажатии **Сброс** или **Оценка** эти значения подбираются пропорционально текущему значению. Установленная размерность сохраняется в реестр и восстанавливается при следующем сеансе работы программы.

В случае, если при вводе или в результате выполнения нелинейной регрессии значение параметра (текущее, минимальное или максимальное) было установлено на границе диапазона допустимых значений для данного параметра, такое значение будет выведено бордовым цветом:

Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	246,6	2466	24660
☑	S0	б. р.	-7	-6,9825	8,0175

При наведении курсора мышки на такое значение появится всплывающая подсказка, в которой будет отображена причина выделения значения:

Значение параметра "Smin" (-7 б. р.) лежит на границе диапазона допустимых значений: -7 ≤ Smin < S (6,98501).

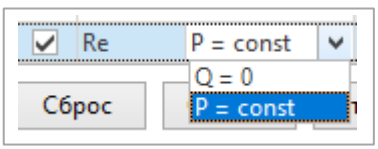
В случае, если значение параметра выходит за пределы допустимого диапазона значений для данного параметра, такое значение будет выведено красным цветом:

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	0,178744	1,78744	17,8744
☑	Sh	б. р.	-1,47806	-0,256643	14,7434

При наведении курсора мышки на такое значение появится всплывающая подсказка, в которой будет отображена причина выделения значения:

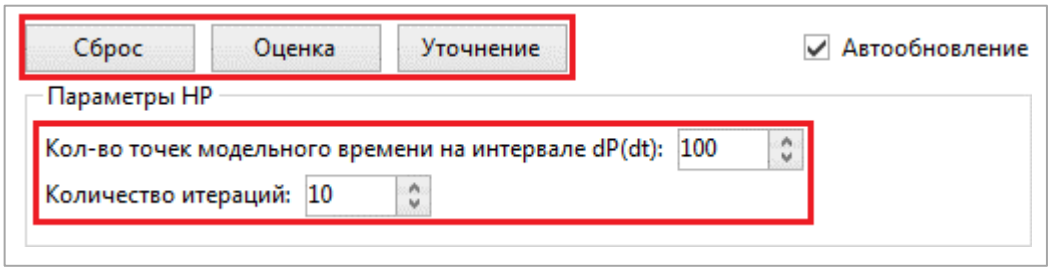
Значение параметра "Smin" (-1,47806 (б. р.)) выходит за пределы диапазона допустимых значений: -1 ≤ Smin < S (-0,256643).

В случае, если выбрана любая модель границ с одним или несколькими разломами, в таблице параметров модели у параметра **Расстояние до границы** (**Re** или **Le**), в ячейке с названием параметра появится поле с типом границы, значение которого можно выбрать из выпадающего списка: **Q = 0** (непроницаемая граница) или **P = const** (граница постоянного давления):



6.4.9. Интерпретация

Элементы управления процедурой интерпретации и параметры выполнения функции нелинейной регрессии находятся под таблицей параметров модели. Для управления интерпретацией используются 3 кнопки: **Сброс**, **Оценка** и **Уточнение**.



По кнопке **Сброс** происходит сброс всех параметров модели до значений по умолчанию. При этом сбрасываются все расчетные данные в данном разделе, и скрываются все модельные кривые на графиках.

Предварительные значения параметров модели рассчитываются при нажатии на кнопку **Оценка**. При этом на графиках появляются модельные кривые, рассчитанные в соответствии с оценочными параметрами модели.

В случае, если выбрана модель наклонной скважины, в таблице параметров модели у параметра для параметра **ɣ** («**Угол отклонения ствола наклонной скважины от вертикали**») при оценке добавлен автоматический расчет значения угла по данным перфорации и инклинометрии.

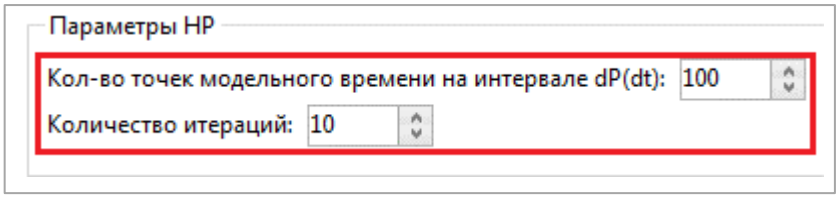
После проведения оценки при изменении значения любого параметра модели, при активном флаге **Автообновления,** модельные графики автоматически пересчитывается, используя новое значение измененного параметра.

Для уточнения решения и более точного определения фильтрационных свойств пласта необходимо провести уточнение решения. Для этого используется двухэтапная процедура выполнения функции нелинейной регрессии.

На 1-м этапе происходит поиск решения на малом количестве точек модельного времени с грубым приближением искомых параметров. Результаты 1-го этапа подаются на вход 2-го, где поиск решения происходит уже с учетом заданных параметров выполнения функции НР. Таким образом, время на нахождение решения уменьшается.

Вместе с тем, выполнение функции НР распараллеливается на несколько потоков, значительно сокращая время выполнения подпроцессов. Программа анализирует конфигурацию процессора компьютера пользователя и определяет оптимальное число параллельных процессов.

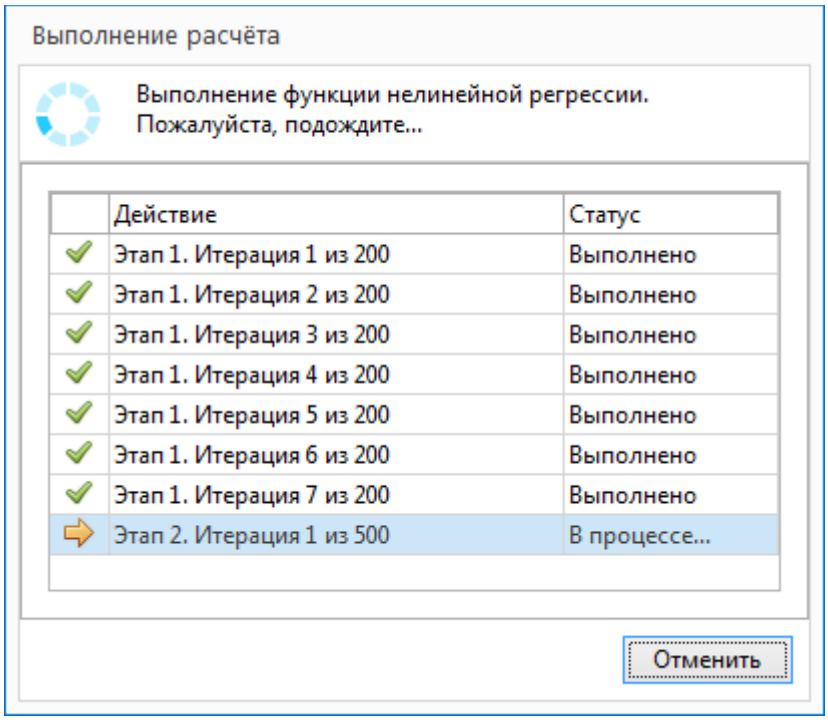
Параметры выполнения функции нелинейной регрессии располагаются в группе **Параметры НР**:



Параметр **Количество точек модельного времени на интервале dP(dt)** задает число точек модельной кривой на логарифмический цикл на 2-м этапе оптимизации.

Параметр **Количество итераций** задает число проходов функции HP на 2-м этапе оптимизации.

Для запуска процесса выполнения HP необходимо нажать на кнопку **Уточнение**. При этом на экране появится окно **Выполнение расчета**, в котором будет отображаться процесс выполнения итераций функции HP:

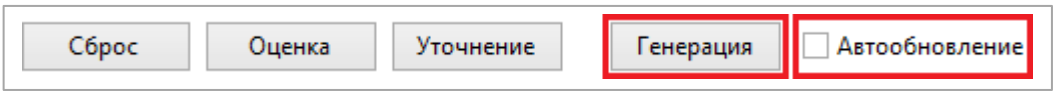


Если процедура выполнения HP осуществляется слишком долго, ее можно прервать нажатием кнопки **Отменить**.

После завершения процедуры уточнения:

- в таблице параметров модели обновятся значения активных модельных параметров;
- в таблице результатов интерпретации обновятся значения результирующих параметров;
- на графиках обновятся (перестроятся) модельные кривые с наилучшим приближением.

Генерация модельных кривых происходит в двух режимах: автоматически при изменении любого исходного для моделирования параметра или вручную с помощью кнопки **Генерация**. Для включения ручного режима и отображения кнопки **Генерация** необходимо снять установленный по умолчанию флаг **Автообновление**:



Для простых моделей удобно включать автоматический режим, т.к. в нем осуществляется автоматическая перерисовка модельных кривых на графиках при изменении значений параметров модели. Можно "подгонять" форму модельной кривой к форме кривой замера давления, установив курсор в поле значения любого модельного параметра и прокручивая колесо мышки, чтобы изменять значения параметра.

Для сложных моделей флаг **Автообновление** лучше снимать, т.к. выполнение модельных функций сложных моделей часто занимает продолжительное время. При снятом флаге автообновления расчет модельной кривой выполняется при нажатии на кнопку **Генерация**.

6.4.10. Результаты интерпретации

Под таблицей параметров модели располагается таблица с результатами интерпретации:

Параметр	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	7440
Скин-фактор геометрический	б. р.	3,1616
Общий скин-фактор	б. р.	3,493
Скин-фактор	б. р.	0,33141
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·с	38000
Пьезопроводность	см²/сек	770
Время влияния контура питания	сек	90261,5
Радиус исследования	м	29,8487
Депрессия на пласт	МПа	0,406343
Дополнительный перепад давления в призабойной зон	МПа	0,0177951
Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·атм)	91000
Коэффициент продуктивности, расчётный	м³/(сут·атм)	64000
Расчётный коэффициент продуктивности при скин-фа	м³/(сут·атм)	94000
Начальное пластовое давление на уровне манометра (	МПа	3,52919
Пластовое давление на уровне манометра (по КВД)	кгс/см²	35,8928
Пластовое давление на уровне ВДП	кгс/см²	35,8628
Пластовое давление на уровне отметки ИП	кгс/см²	35,8927
Пластовое давление на уровне середины ИП	кгс/см²	35,8927

Состав результирующих параметров так же, как и состав параметров модели, зависит от выбранной модели влияния ствола скважины, модели пласта или модели границ и

автоматически обновляется при любом изменении модели, а также при изменении состава пластов многопластовой скважины.

В случае многопластовой скважины (2 и более пласта) результирующие параметры распределяются аналогично распределению параметров модели (сначала общие параметры, затем параметры, сгруппированные по пластам):

Параметр	Ед. изм.	Значение
Параметры скважины (BCC перем. Fair)		
Депрессия на пласт	МПа	0,406343
Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·атм)	91000
Начальное пластовое давление на уровне манометр	МПа	3,51626
Пластовое давление на уровне манометра (по КВД)	кгс/см²	35,8928
Пластовое давление на уровне ВДП	кгс/см²	35,8628
Параметры пласта 1 (однородный) и границ (граница отсутств.)		
Подвижность k/μ	мДарси/спз	7440
Скин-фактор геометрический	б. р.	3,1616
Общий скин-фактор	б. р.	5,3049
Скин-фактор	б. р.	2,1433
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·	38000
Пьезопроводность	см²/сек	770
Параметры пласта 2 (однородный) и границ (граница отсутств.)		
Подвижность k/μ	мДарси/спз	7440
Скин-фактор геометрический	б. р.	-0,64095
Общий скин-фактор	б. р.	1,0498
Скин-фактор	б. р.	1,6907
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·	6000
Пьезопроводность	см²/сек	940
Время влияния контура питания	сек	73337,5

В таблице результирующих параметров можно установить размерность путем выбора значения из выпадающего списка. Установленная размерность сохраняется в реестр и восстанавливается при следующем сеансе работы программы.

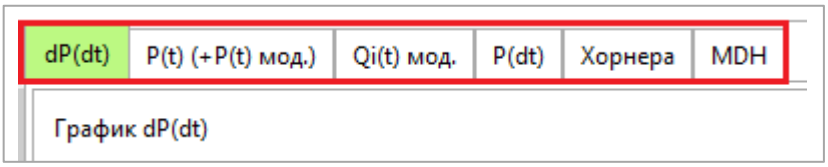
В случае, если значение результирующего параметра не может быть рассчитано, вместо значения в ячейке отображается текст **<не определено>** красным шрифтом:

Пластовое давление на уровне отметки ИП	кгс/см²	35,8927
Пластовое давление на уровне середины ИП	кгс/см²	35,8927
Пластовое давление на стандартную глубину	МПа	Не определено
Пластовое давление на уровне ГВК/ГНК	МПа	Не определено
Z_in (Z-фактор)	б. р.	0,941887
Cg_in (Коэффициент сжимаемости газа)	1/МПа	0,3

При наведении курсора мышки на такое значение появится всплывающая подсказка, в которой будет отображено описание причины невозможности расчета.

6.4.11. Графики

В правой части вкладки **Интерпретация** размещаются вкладки с графиками:



Под каждым графиком расположена панель с кнопками для работы с графиком. Подробное описание кнопок панели графиков приведено в разделе **4.7. Инструменты работы с графиками**.

График dP(dt)

На графике отображаются фактическая и модельная кривая давления и их производные:

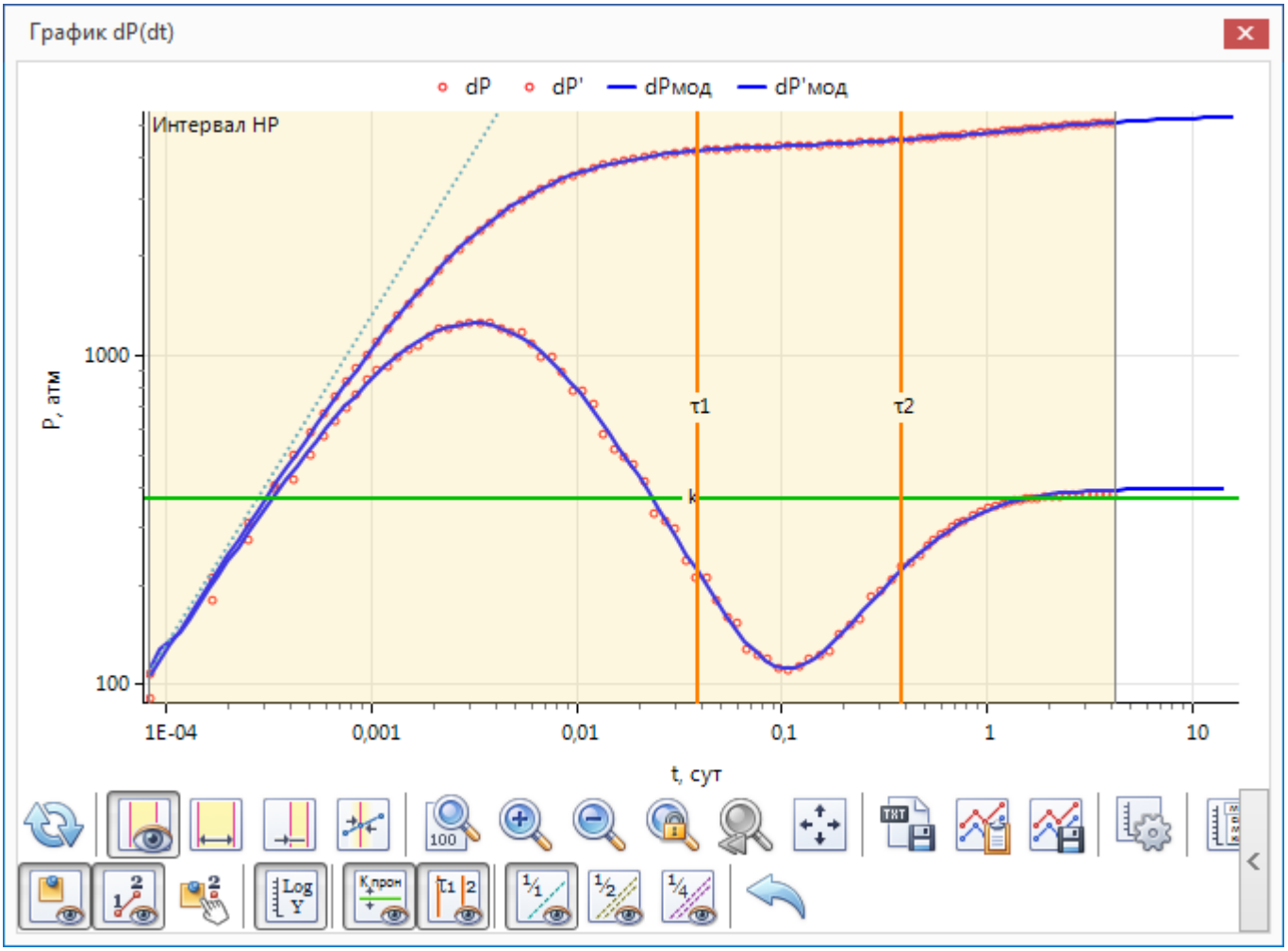
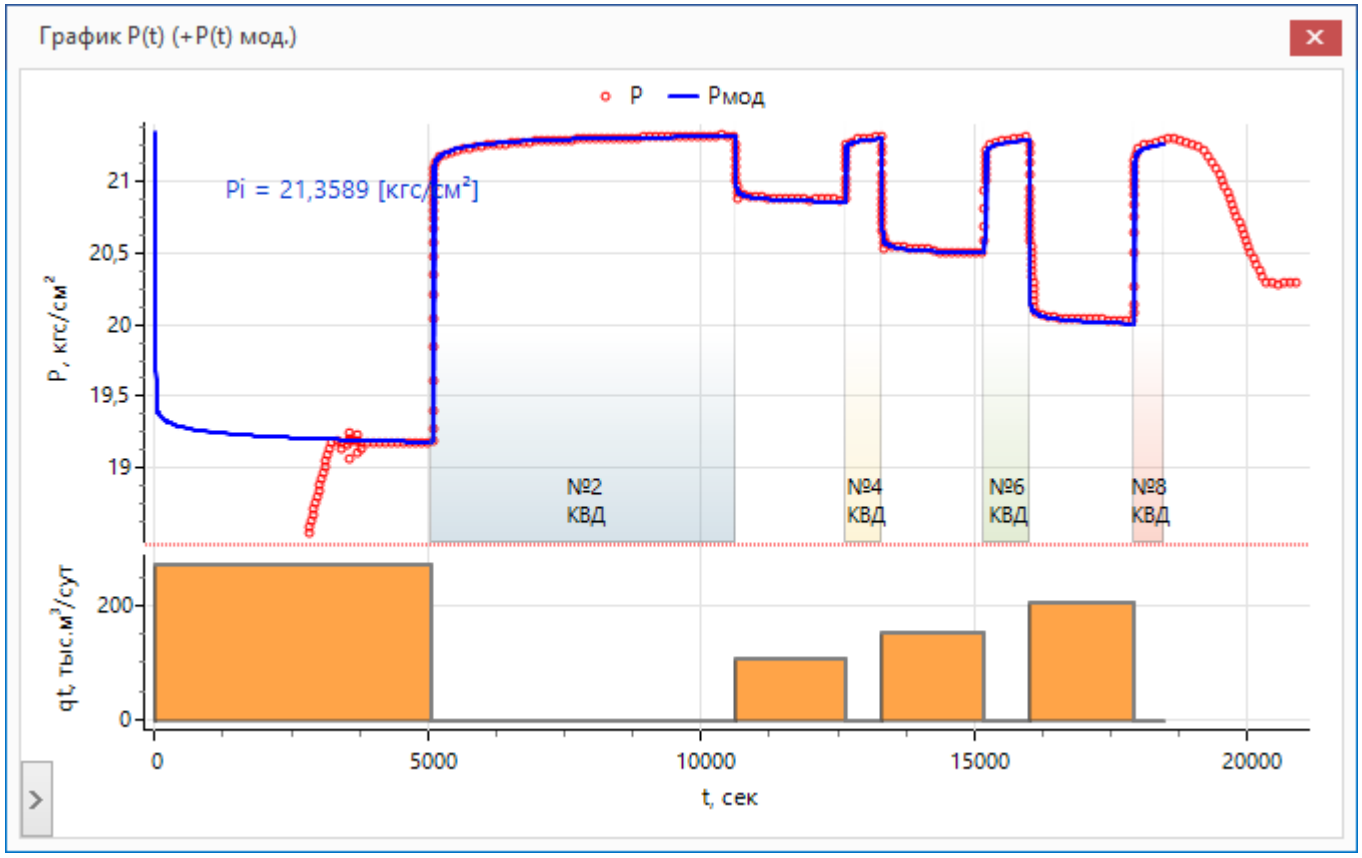
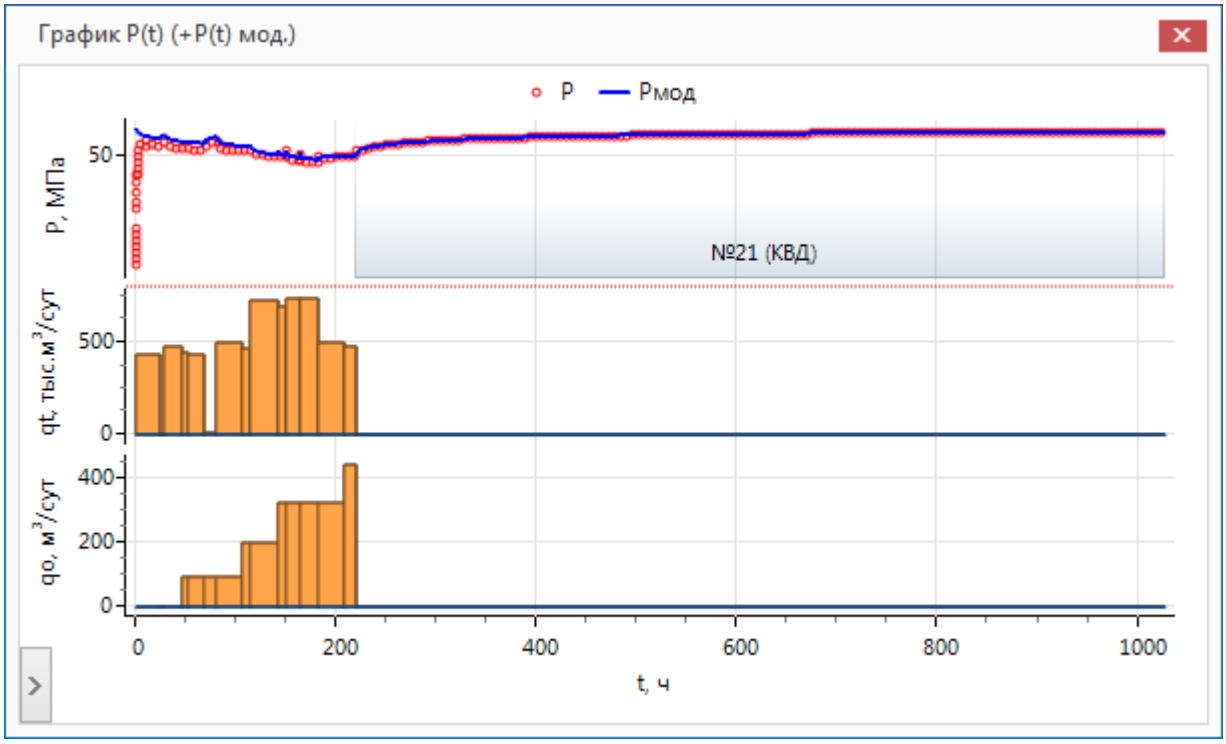


График P(t) (+ P(t) мод.)

На графике отображаются фактическая и модельная кривые давления в линейных координатах с историей давлений, а также гистограмма расхода флюида (для однофазного потока) или эффективного дебита (для многофазного потока):



Для газоконденсатных скважин на графике помимо гистограммы эффективного расхода также отображается гистограмма расхода конденсата:



При нажатой кнопке (**Показать/скрыть значение Pi**) на графике отображается значение **Pi**.

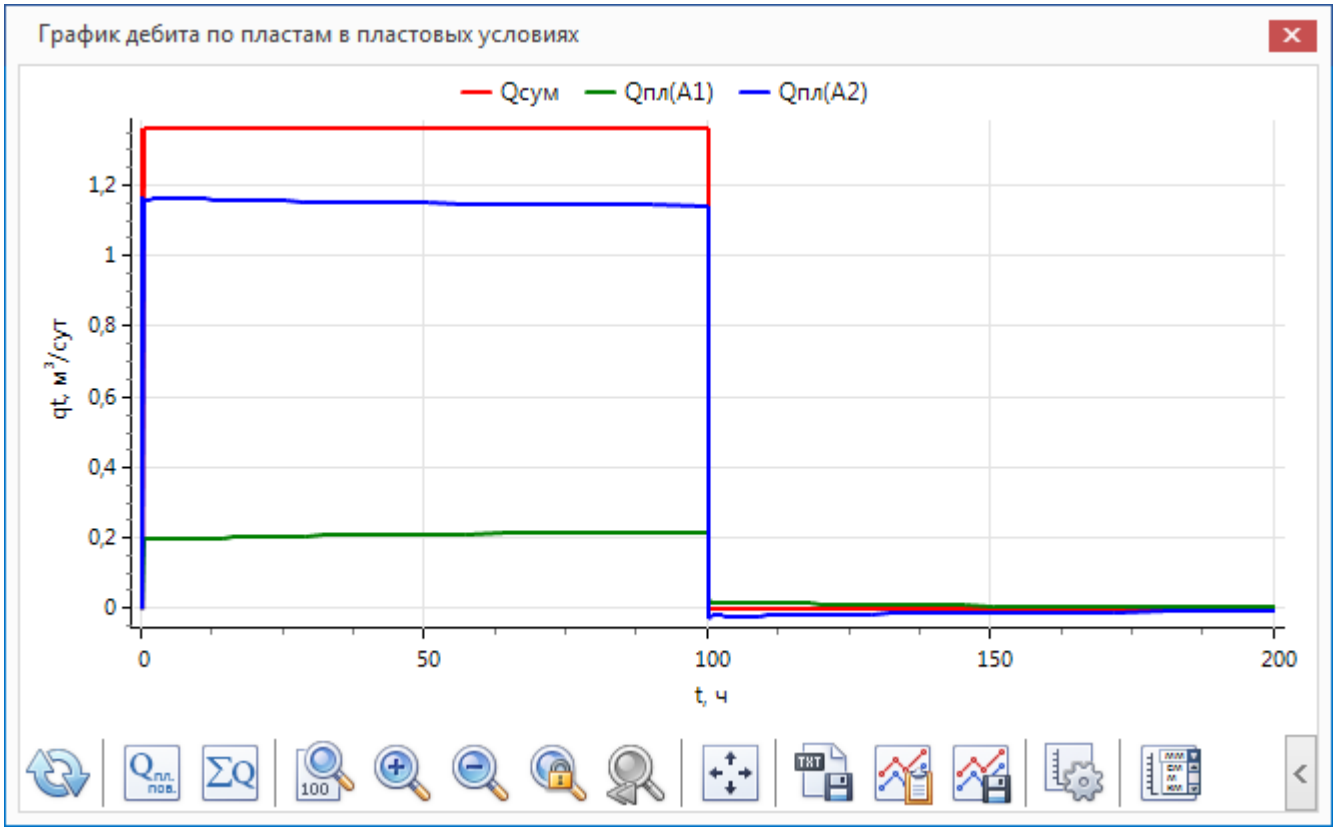
Для экспорта модельной кривой давления с историей в раздел **Давление (P)** необходимо нажать на кнопку (**Экспорт модельной кривой P(t)**) и подтвердить действие после появления предупреждающего сообщения. После этого модельная кривая с историей будет скопирована как кривая замера давления на график с данными измерений.

График Qi(t) мод.

Вкладка с графиком **Qi(t) мод** отображается только для многопластовых скважин.

На графике отображаются гистограммы расчетных (по результатам моделирования) дебитов по каждому пласту, а также гистограмма суммарного расчетного дебита.

Под графиком располагаются кнопки (**Вкл./выкл. режим отображения дебита в поверхностных условиях**) и (**Вкл./выкл. режим отображения накопленного дебита по пластам**), с помощью которых можно переключить соответствующий режим.



Полулогарифмический график P(dt)

На графике отображается модельная кривая в абсолютных значениях координат:

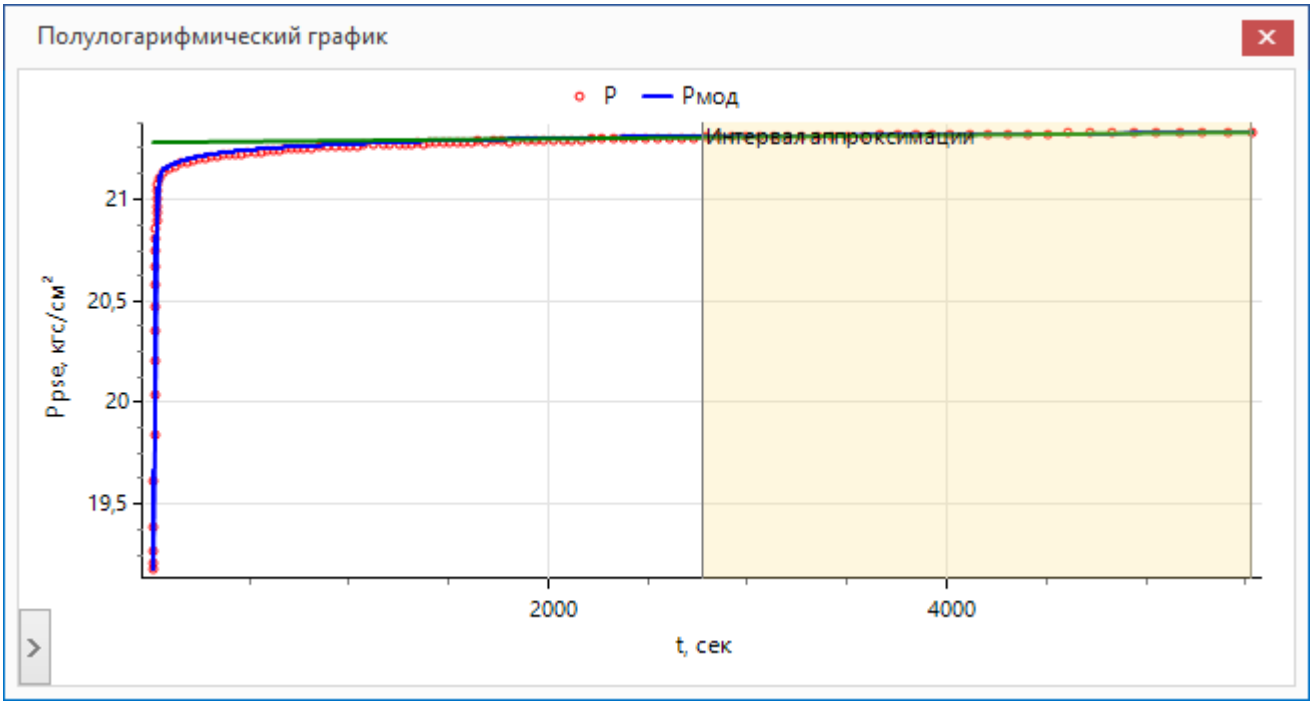
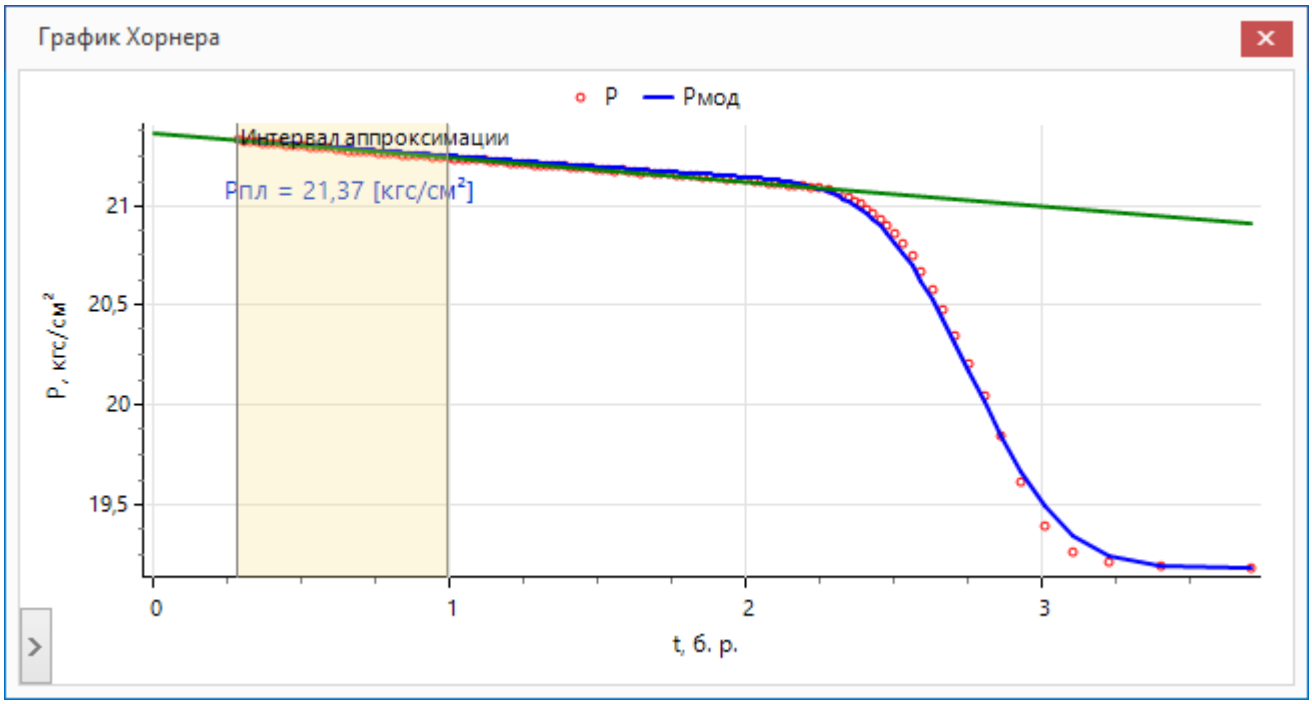


График Хорнера

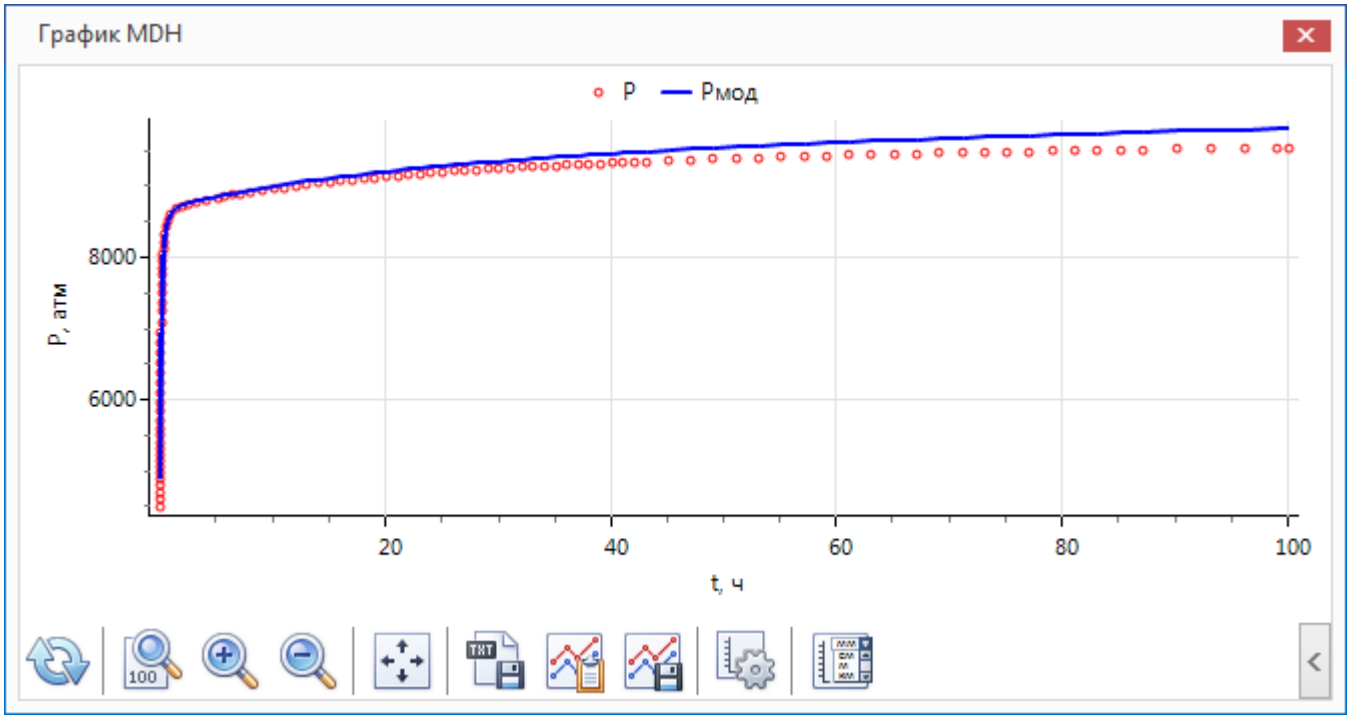
На графике отображается фактическая и модельная кривые и значение пластового давления, рассчитанные по методу Хорнера:



Подробнее метод Хорнера описан в разделе [6.5.2. Расчет пластового давления по методу Хорнера.]

График MDH

На графике отображается фактическая и модельная кривые по методу MDH:



6.5. Методы определения пластового давления

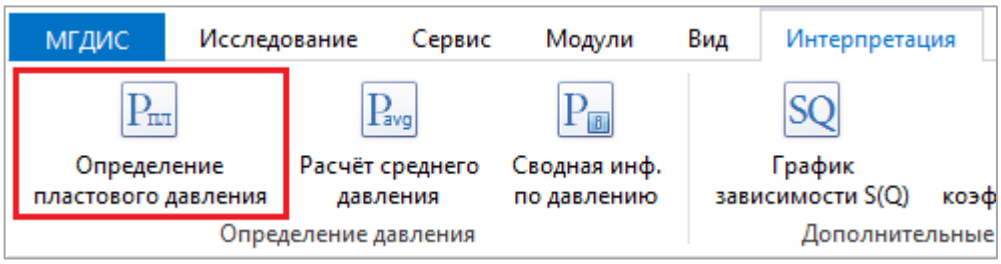
В ПО МГДИС реализованы несколько методов определения пластового давления, в том числе начального и текущего среднего пластового давления. Выбор наиболее корректного метода зависит от многих факторов – конструкции заканчивания скважины (вертикальная, горизонтальная, с ГРП и др.), фильтрационных свойств пласта и геолого-промысловых условий разработки месторождения.

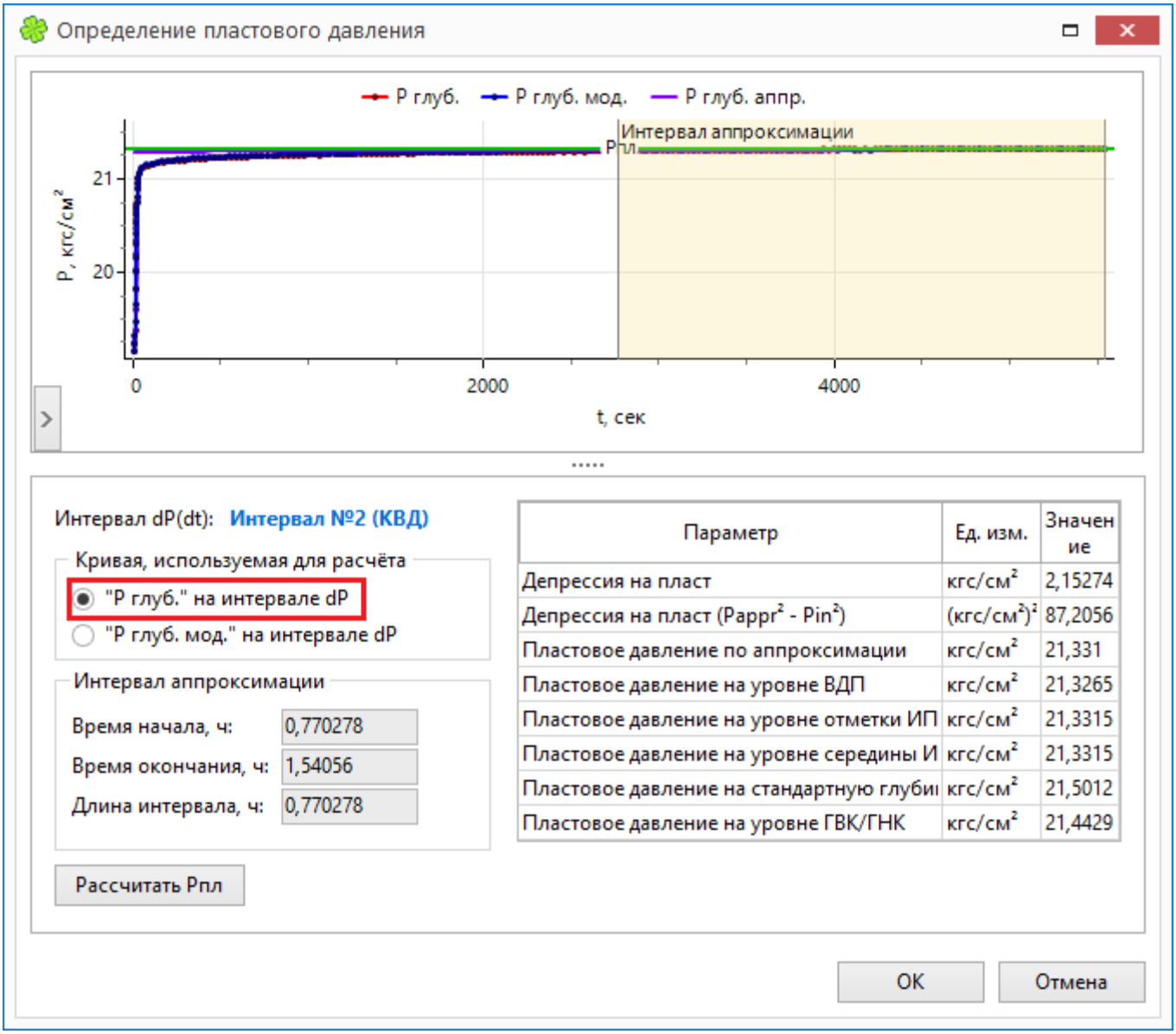
*ПРИМЕЧАНИЕ: Кнопка **Определение пластового давления** на панели инструментов **Интерпретация** доступна только в случаях, когда глубина установки манометра находится в интервале перфорации ИП, или когда для интерпретации используется кривая, пересчитанная на ИП.*

6.5.1. Расчет пластового давления методами аппроксимации

Методы аппроксимации позволяют получить более точное расчетное значение пластового давления по недовосстановленной КВД по сравнению с последней точкой диаграммы давления.

Расчет пластового давления по КВД и забойного давления по КСД и КПД методом аппроксимации и дополнительно коэффициента продуктивности осуществляется в соответствующем диалоге, вызываемом при нажатии кнопки **Определение пластового давления** на панели инструментов **Интерпретация**:

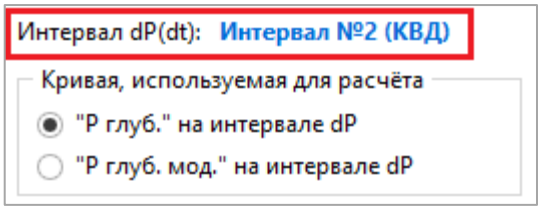




В данном диалоге производится расчет довосстановленного пластового или забойного давления на глубине установки манометра, на ВДП и ВНК (ГВК в случае газовых скважин). Если используется кривая давления, пересчитанная на ИП, расчет пластового или забойного давления производится на глубину ИП. Дополнительно рассчитывается фактический коэффициент продуктивности.

Выбор метода расчета пластового давления по фактической или модельной кривой

Для расчёта пластового давления используется фактическая кривая давления или модельная кривая, полученная в результате интерпретации КВД, на интервале dP(dt). Текущий выбранный интервал dP(dt) (выбор интервала описан в разделе **6.4.2. Работа с разными интервалами dP(dt) при анализе нескольких КВД. Нормализация КВД.**) отображается в диалоге над группой элементов **Кривая, используемая для расчёта**:

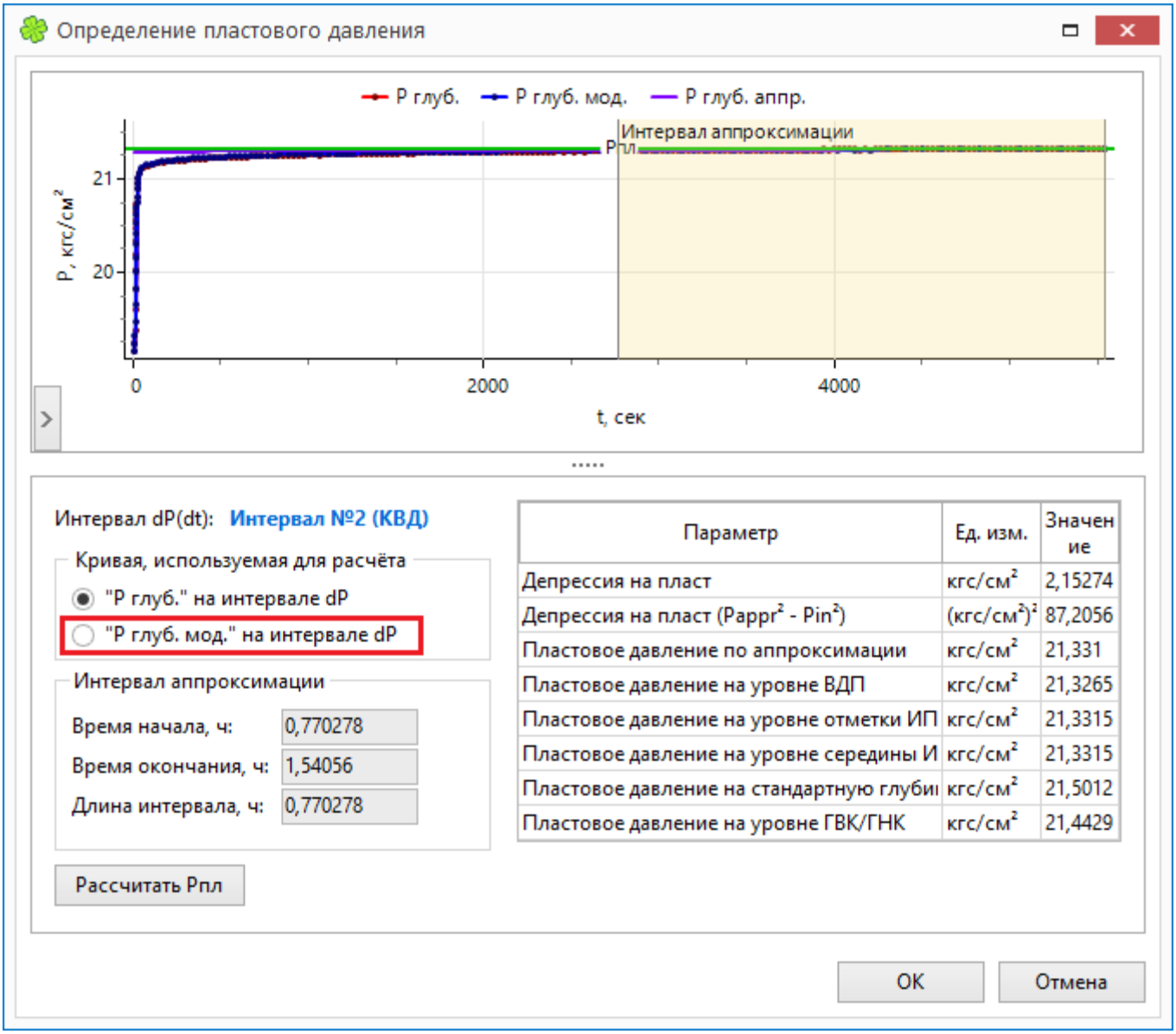


Для расчёта можно выбрать 2 типа кривых:

- **Замер P(t) на интервале dP** – кривая замеренного давления на интервале dP(dt), выбранная для интерпретации (выбор кривой для интерпретации описан в разделе 6.2.3. Вкладка "Давление (P)".
- **Модельная P(t)мод на интервале dP** – модельная кривая на интервале dP(dt).

Возможность выбора модельной кривой появляется в диалоге, только если в текущей версии интерпретации построена модельная кривая в результате обработки КВД. Рекомендуется использовать модельную кривую для расчета пластового давления только при хорошей сходимости фактической диаграммы давления их точек и соответствующей модельной кривой. Если модельная кривая не рассчитана, то отсутствует возможность использования данного метода, а данная опция скрывается в интерфейсе программы.

Модельная кривая давления выводится на интервале регистрации фактической диаграммы КВД, а, в случае построения модельной кривой давления по времени далее, чем последняя фактическая точка КВД, также и на участке, соответствующем кратности продления модельной кривой давления в процессе интерпретации исследования. Продление модельной кривой позволяет в некоторых случаях получить более точное значение пластового давления.



Выбор интервала аппроксимации и расчет пластового давления

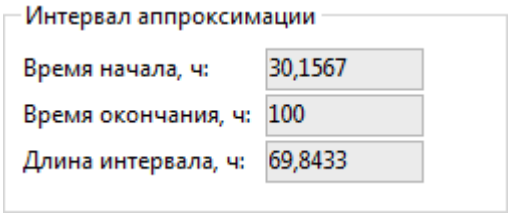
Для расчета пластового давления необходимо выбрать интервал аппроксимации. Интервал может быть установлен как автоматически нажатием соответствующих кнопок под графиком, так и вручную.

Для автоматического выделения всей кривой необходимо нажать на кнопку **Установка ширины интервала по ширине кривой**, для выделения конечного участка – на кнопку **Установка ширины интервала по конечному участку кривой**.

Ручная установка интервала может быть осуществлена перемещением границ интервала на графике с помощью мышки. Для этого на графике по кнопке **Показать/скрыть интервал** необходимо включить отображение интервала и переместить левую и правую границу интервала до необходимого положения.

При смене кривой для расчёта пластового давления границы интервала аппроксимации устанавливаются автоматически.

При изменении границ интервала в группе **Интервал аппроксимации** обновляется значение длительности выбранного интервала аппроксимации и значения времени, соответствующее положению границ интервала:



ПРИМЕЧАНИЕ: В качестве интервала аппроксимации рекомендуется выделять участок кривой давления с продолжительностью обеспечивающей максимальное совмещение кривой аппроксимации с фактическими или модельными точками. Аппроксимация производится по экспоненциальной функции $y(t) = P_{pl} - C \cdot exp(-mt)$.

Аппроксимация осуществляется автоматически при изменении границ интервала, а также при нажатии на кнопку **Рассчитать Рпл**. При этом на графике автоматически произойдет обновление расчетной кривой **Рапр**, установка уровня линии пластового давления **Ppl** на рассчитанное значение и обновление значений параметров в таблице предварительных результатов. Хорошее совмещение фактической кривой **Р** и расчетной кривой **Рапр** свидетельствует о достоверности определения пластового давления.

В отдельных случаях, когда давление значительно не восстановлено, результат совмещения может показывать сильно заниженное пластовое давление. В таких случаях, для расчета фактического коэффициента продуктивности рекомендуется устанавливать линию пластового давления в ручном режиме, ориентируясь на исследования других соседних скважин и добиваясь хорошего совмещения расчетной и фактической кривых.

Для этого на графике по кнопке **Показать/скрыть линию уровня пластового давления Ppl** необходимо включить отображение линии и с помощью мышки установить (поднять или опустить) линию пластового давления **Ppl** на необходимый уровень. При изменении положения линии пластового давления **Ppl** на графике автоматически обновляются значения параметров в таблице предварительных результатов.

В таблице предварительных результатов для каждого параметра можно установить размерность путем выбора значения из выпадающего списка. Установленная размерность сохраняется в реестр и восстанавливается при следующем запуске диалога.

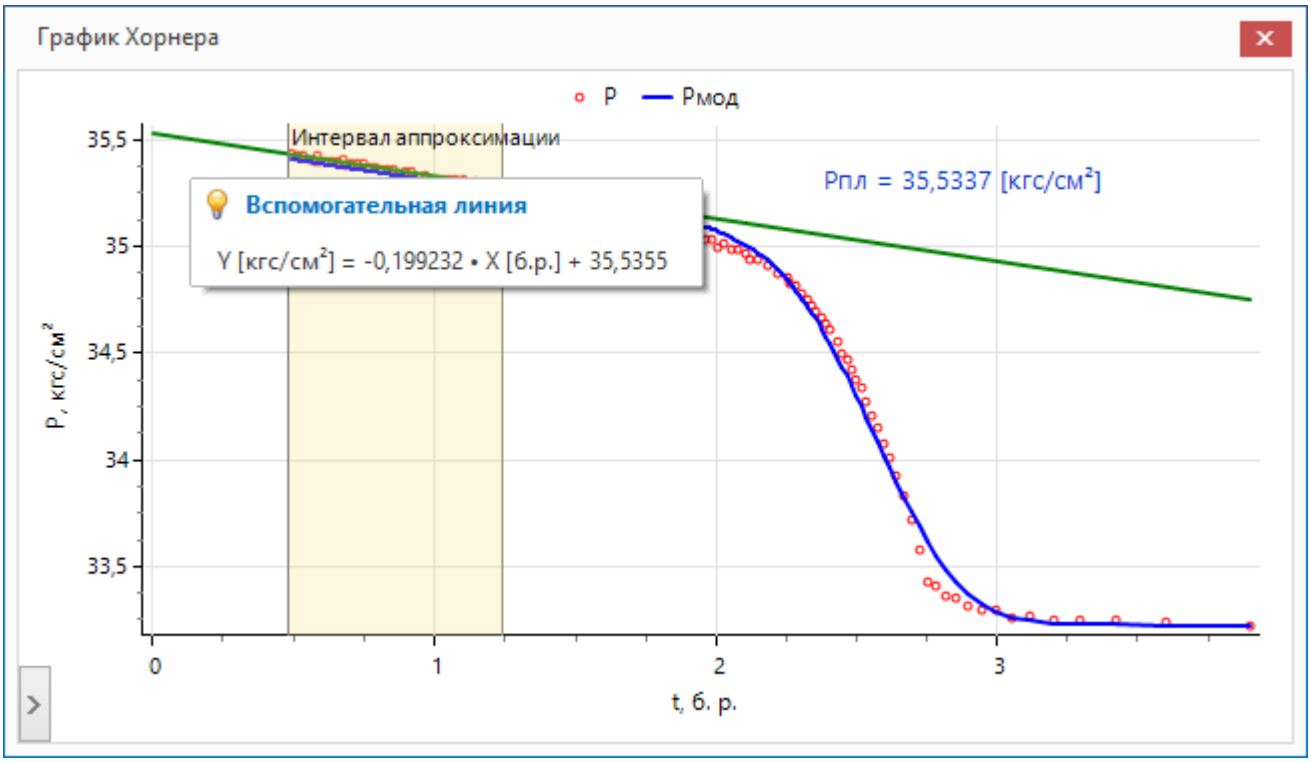
Применение рассчитанных значений

При нажатии на кнопку **ОК** в диалоге **Определение пластового давления** диалог закроется, а рассчитанные предварительные результаты попадут в таблицу результатов ГДИС для всех версий интерпретации текущего исследования.

Рассчитанные в диалоге **Определение пластового давления** параметры сохраняются в БД вместе с результатами интерпретации текущего исследования.

6.5.2. Расчет пластового давления по методу Хорнера

Расчет пластового давления по методу Хорнера осуществляется автоматически после генерации модельных кривых. Интервал аппроксимации необходимо выбирать на конечном линейном участке фактической кривой. Настройки интервала аппроксимации осуществляется как автоматически нажатием соответствующих кнопок под графиком, так и вручную. Ручная установка интервала аппроксимации может быть осуществлена перемещением границ интервала на графике с помощью мышки. Результаты метода можно увидеть на графике Хорнера:



Метод Хорнера основан на аппроксимации зависимости давления после остановки скважины на КВД формулой (см. Приложение "Теоретические основы гидродинамических исследований").

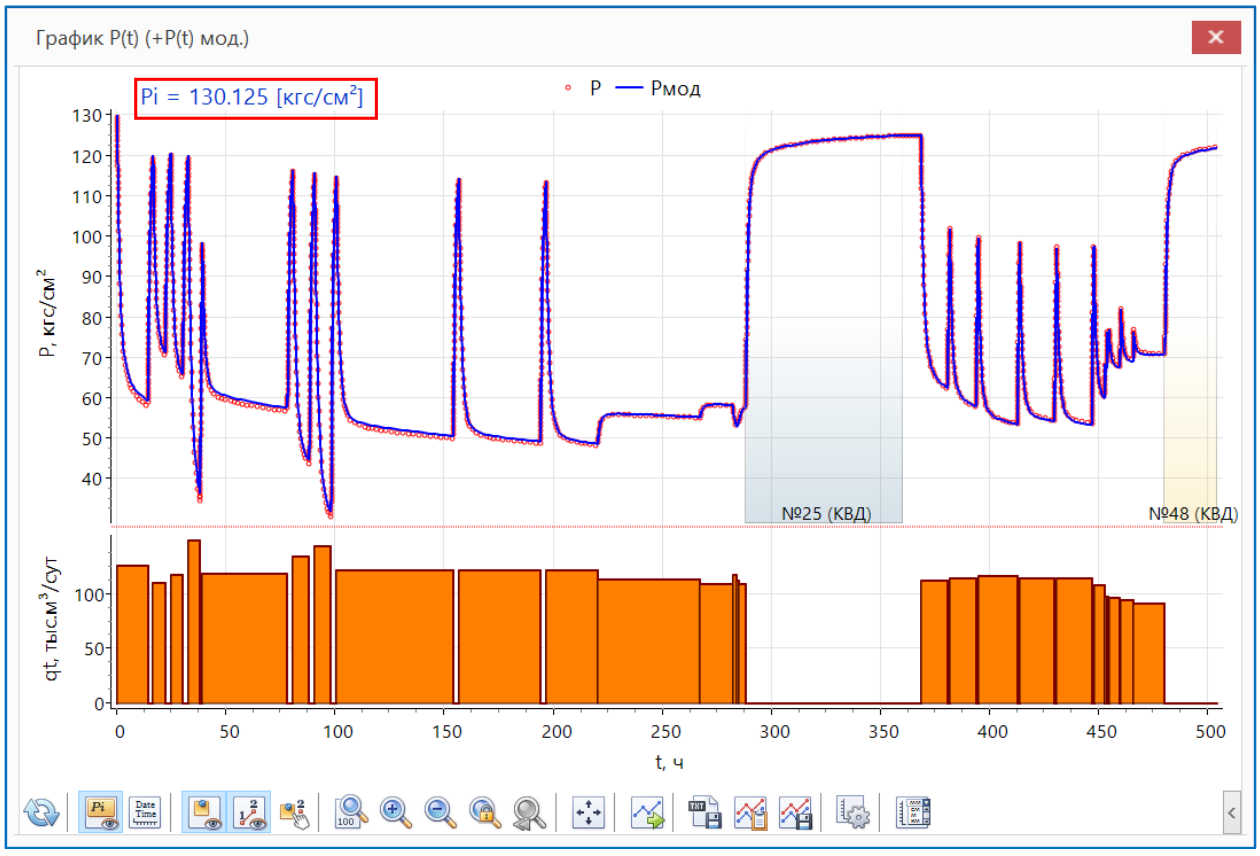
$$P(X) = p_{in} - \frac{qB\mu}{4\pi kh}\ln X \quad \text{, где}$$

$$X = \frac{\Delta t + T_{\text{раб}}}{\Delta t}$$

При больших значениях времени КВД Δt по сравнению с временем работы скважины с дебитом q переменная X (безразмерное время) стремится к 1, а давление $p(X)$ – к начальному давлению в пласте p_{in}, которое принимается за пластовое давление p_{pl}. К ограничениям метода следует отнести неприменимость при сложной истории работы скважины и отсутствие учёта падения давления в пласте в процессе разработки.

6.5.3. Расчет пластового давления по модельной кривой давления в начальной точке истории работы скважины (метод Pi)

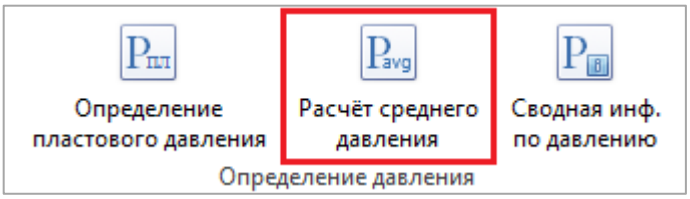
Метод Pi по данным интерпретации основан на совмещении методом нелинейной регрессии данных замера и модельной кривой на интервале КВД путем продолжения модельной кривой давления **Рмод** назад по времени до первой точки истории дебитов, которая по смыслу и является начальным пластовым давлением Pi (в первой заданной точке истории дебитов скважины).



К ограничениям метода относятся зависимость результата от полноты и корректности задания истории работы скважины. При сохранении исследования результаты расчета пластового давления сохраняются в БД или XML-файле.

6.5.4. Расчет пластового давления методом Матбаланса

Расчет среднего пластового давления в зоне дренирования (Pavg) методом материального баланса, осуществляется в соответствующем диалоге, вызываемом при нажатии кнопки **Расчёт среднего давления** на панели инструментов **Интерпретация:**

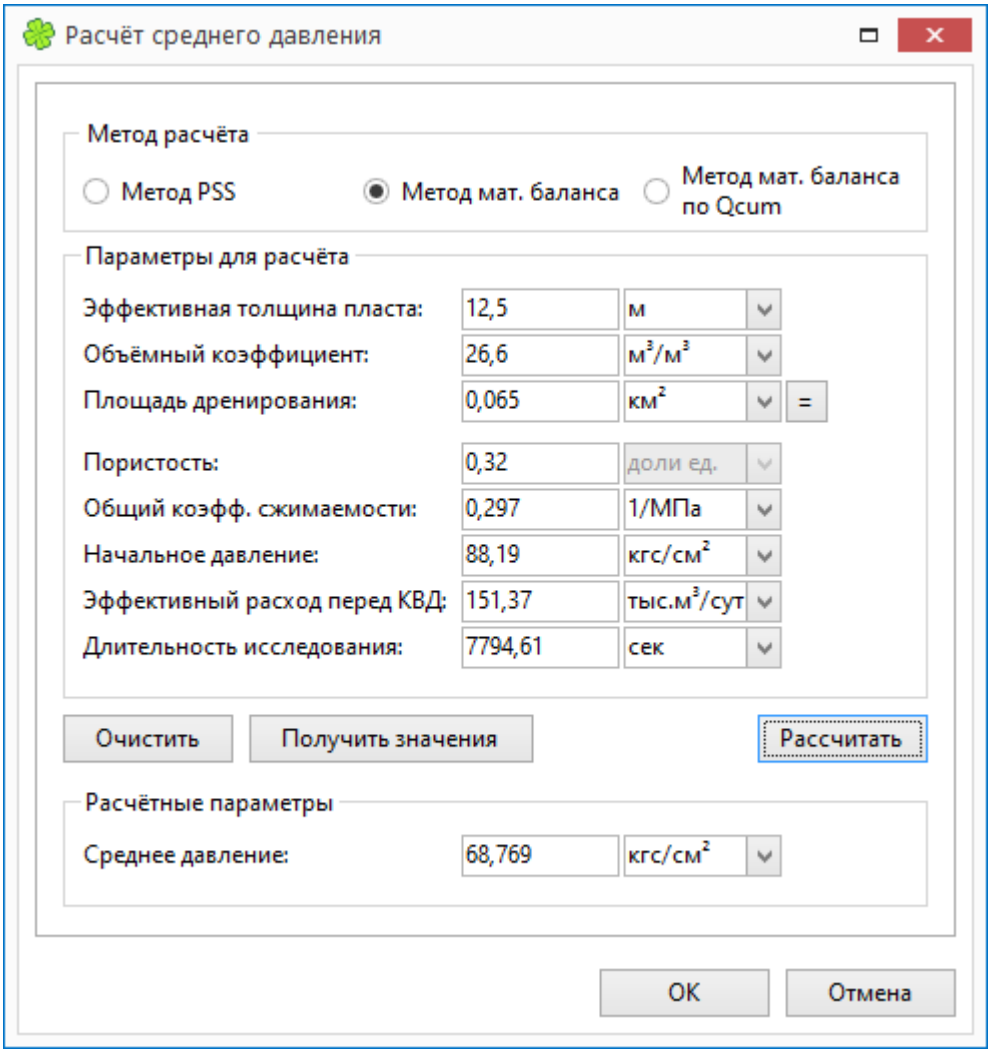


Расчет среднего давления может осуществляться двумя методами расчета: методом материального баланса и методом материального баланса по Qcum, т.е. с учетом совокупного расхода (отбора) флюида перед КВД. Метод материального баланса основан на законе сохранения массы для замкнутого коллектора и позволяет провести оценку текущего пластового давления для условий ограниченной области дренирования скважин, например, в зоне дренирования скважины (см. Приложении "Теоретические основы гидродинамических исследований"). В простом виде метод записывается как

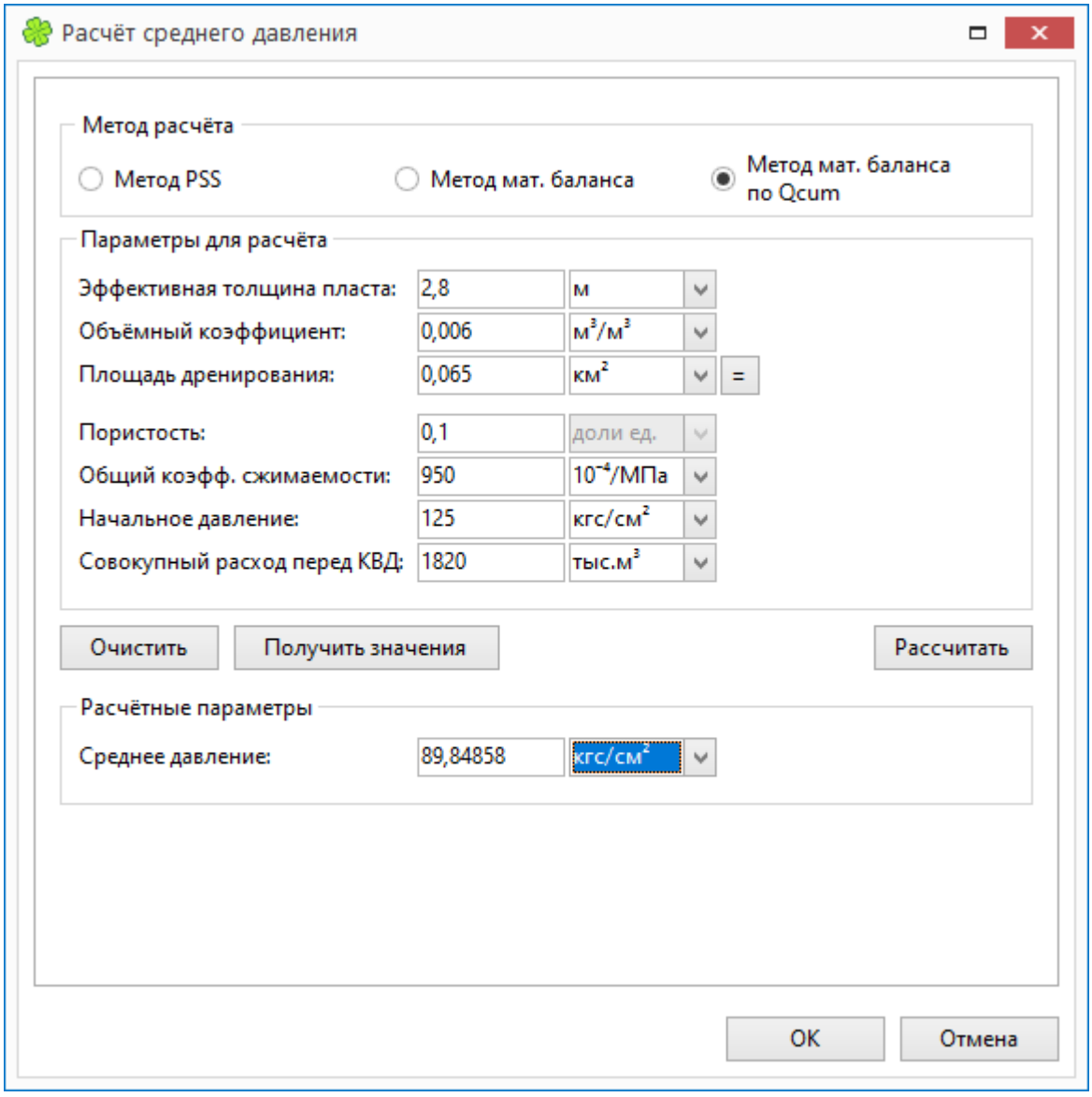
$$P_i - P_{cp} = \frac{\Delta V_p}{C_t V_p} = \frac{qBt}{C_t mhA}$$

где P_{cp} - текущее среднее давление, V_p – объем поровой части коллектора, t – время работы скважины, $Q=qt$ – накопленная добыча, A – площадь коллектора.

К ограничениям метода относится отсутствие учета истории работы скважины.



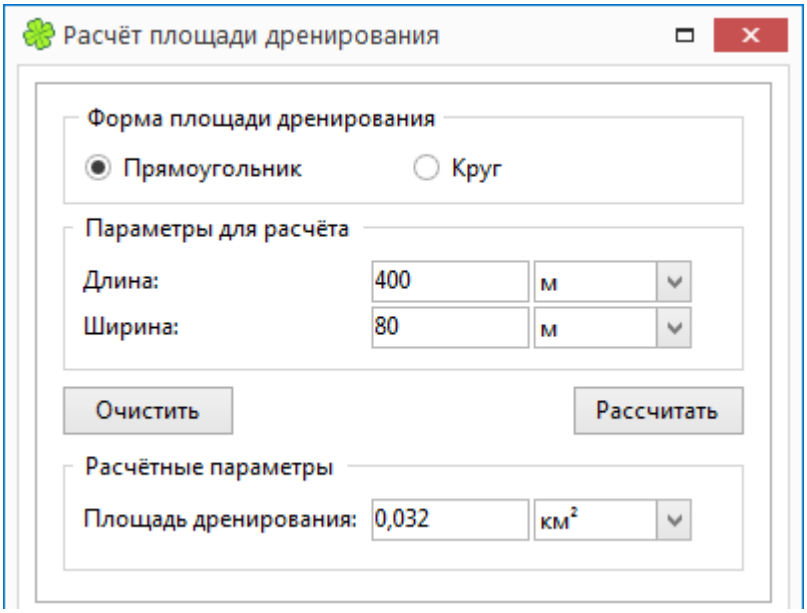
Пример определения среднего пластового давления методом мат.баланса



Пример определения среднего пластового давления методом мат.баланса по Qsum

Необходимые данные для расчета можно внести вручную, а можно импортировать из текущего исследования (из раздела исходных данных и результатов интерпретации) по кнопке **Получить значения** (кроме параметров **Площадь дренирования** и **Форм-фактор зоны дренирования**). Расчет результатов осуществляется по кнопке **Рассчитать**.

Значение площади дренирования можно рассчитать, воспользовавшись встроенным калькулятором. Для этого необходимо нажать на кнопку =, расположенную справа от поля **Площадь дренирования**, выбрать форму площади, ввести параметры для расчета и нажать кнопку **Рассчитать**:

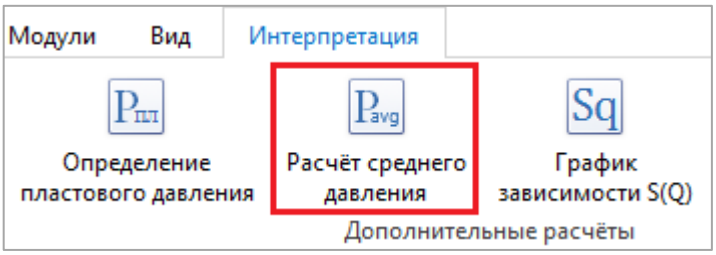


После нажатия кнопки **ОК** рассчитанное значение появится в поле **Площадь дренирования.**

При сохранении исследования введенные исходные данные для расчета и результаты расчета среднего пластового давления сохраняются в БД или XML-файле.

6.5.5. Расчет пластового давления методом псевдоустановившегося состояния PSS (Pseudo Steady State)

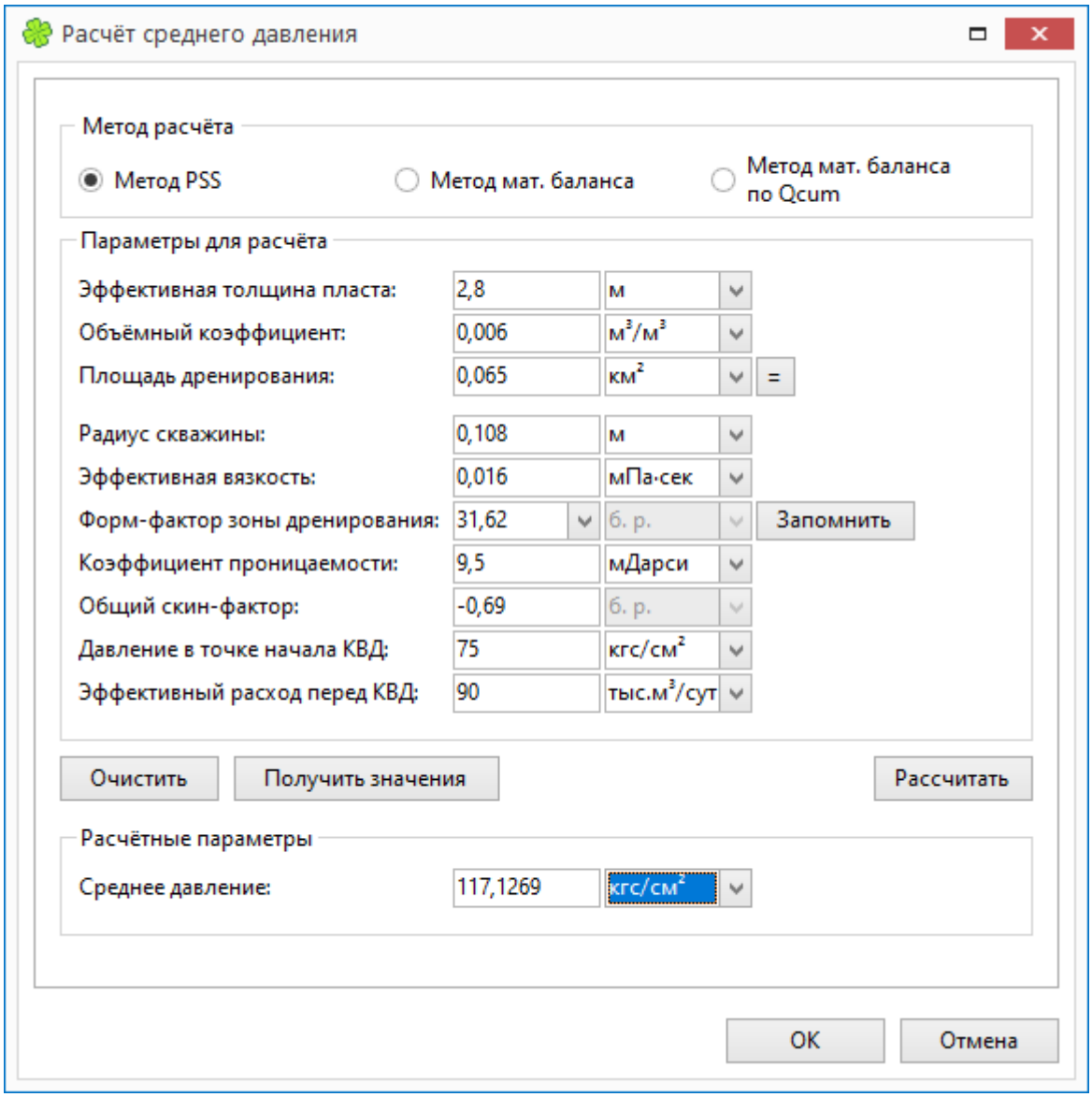
Расчет среднего пластового давления в зоне дренирования (Pavg) методом псевдоустановившегося состояния PSS, осуществляется в соответствующем диалоге, вызываемом при нажатии кнопки **Расчёт среднего давления** на панели инструментов **Интерпретация:**



Метод псевдоустановившегося режима (состояния) основан на приближенном решении задачи о запуске в работу вертикальной скважины в пласте, ограниченном непроницаемым контуром площадью *A*. Согласно этому решению давление на скважине, запущенной в работу с постоянным дебитом на поверхности *q* через время *t* определяется соотношением:

$$P_{cp} = P_{wf} + \frac{qB\mu}{2\pi kh}\left[\frac{1}{2}\ln\left(\frac{10.06A}{C_A R_w^2}\right) + S - 0.75\right]$$

где *Rw* – радиус скважины, *A*-площадь зоны дренирования, *Re* –условный радиус контура питания, а C_A - коэффициент формы зоны дренирования. В частности, для круговой границы C_A=31.62.



Пример определения среднего пластового давления методом PSS

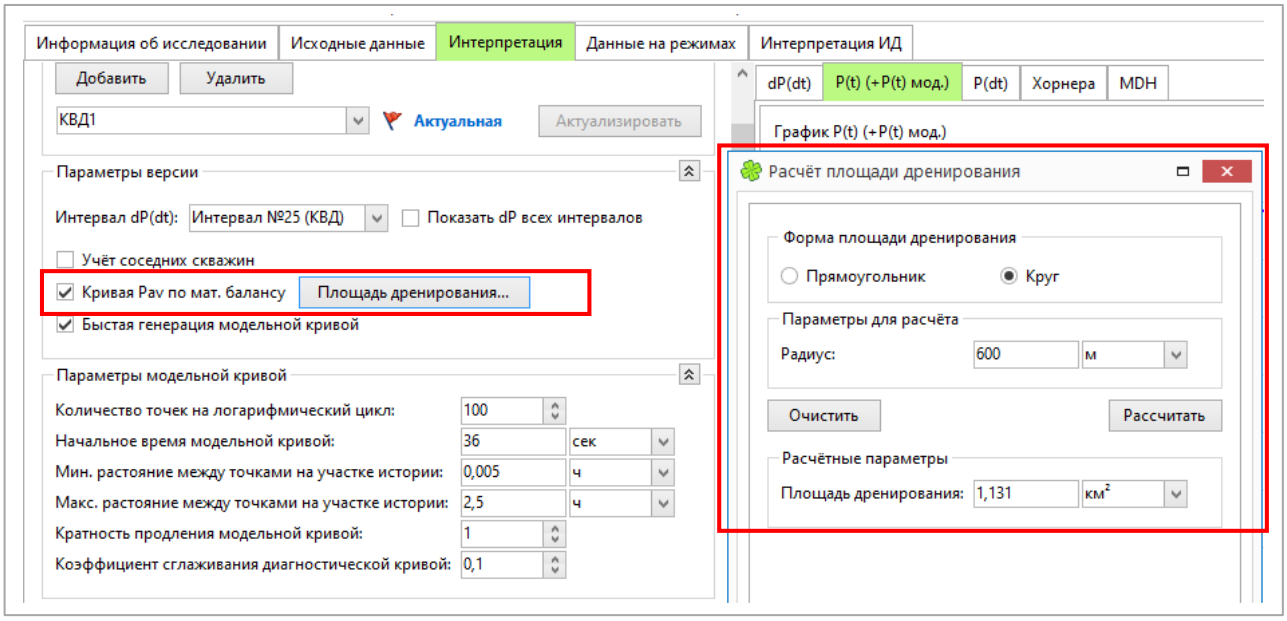
К ограничениям метода PSS относится отсутствие учета истории работы скважины. Физический смысл определяемого давления соответствует начальному давлению Pi, а не текущему пластовому давлению.

При сохранении исследования введенные исходные данные для расчета и результаты расчета среднего пластового давления сохраняются в БД или XML-файле.

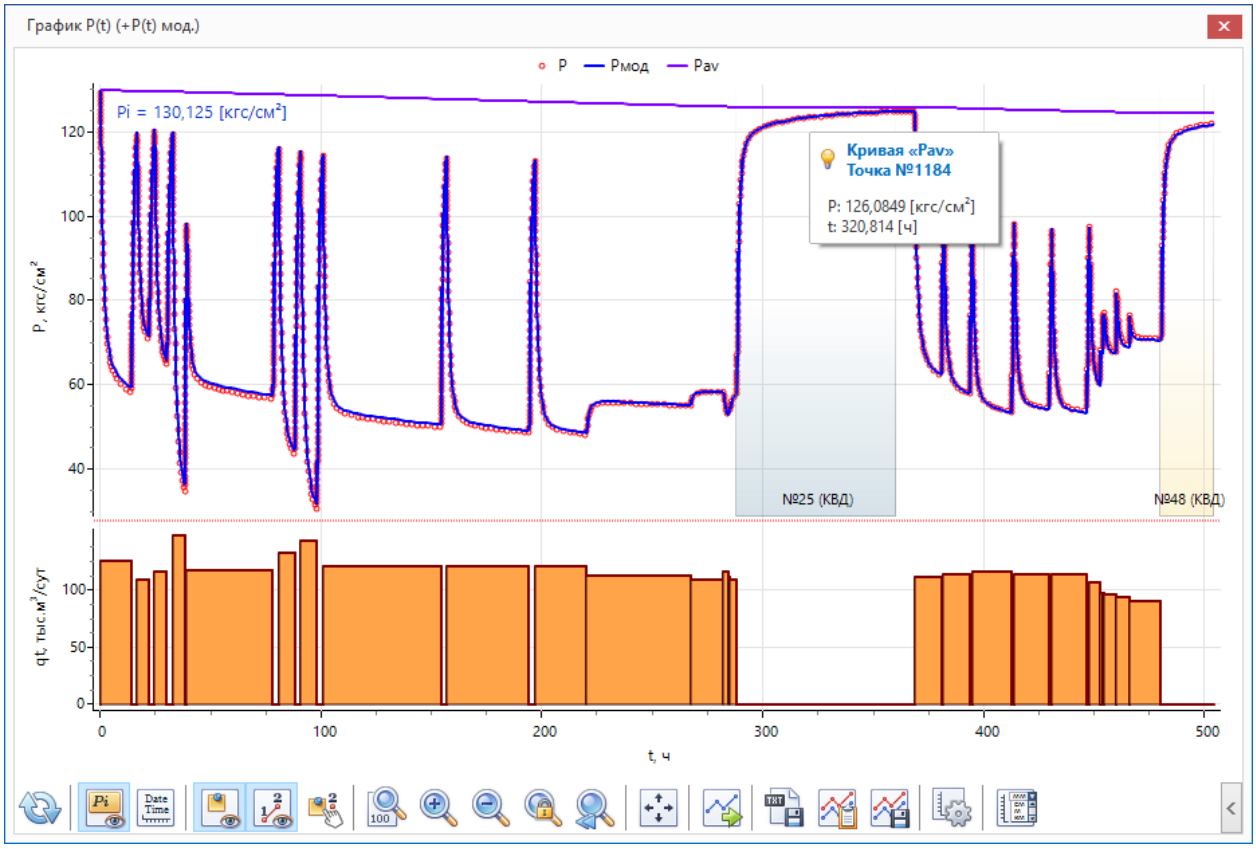
6.5.6. Расчет среднего пластового давления по кривой Pav

Расчет кривой среднего пластового давления в зоне дренирования (Pav) методом материального баланса с учетом всей истории работы скважины, осуществляется на вкладке

интерпретации КВД. Давление, определённое методом Pi, является начальной точкой (давлением) для построения кривой Pav.



Результат расчета кривой среднего пластового давления Pav отображается на графике P(t)(+P(t) мод.).

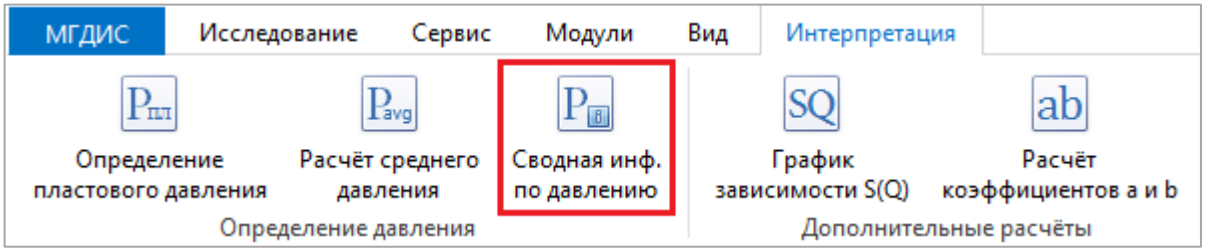


Пример кривой Pav (среднего пластового давления методом материального баланса с учетом истории работы скважины)

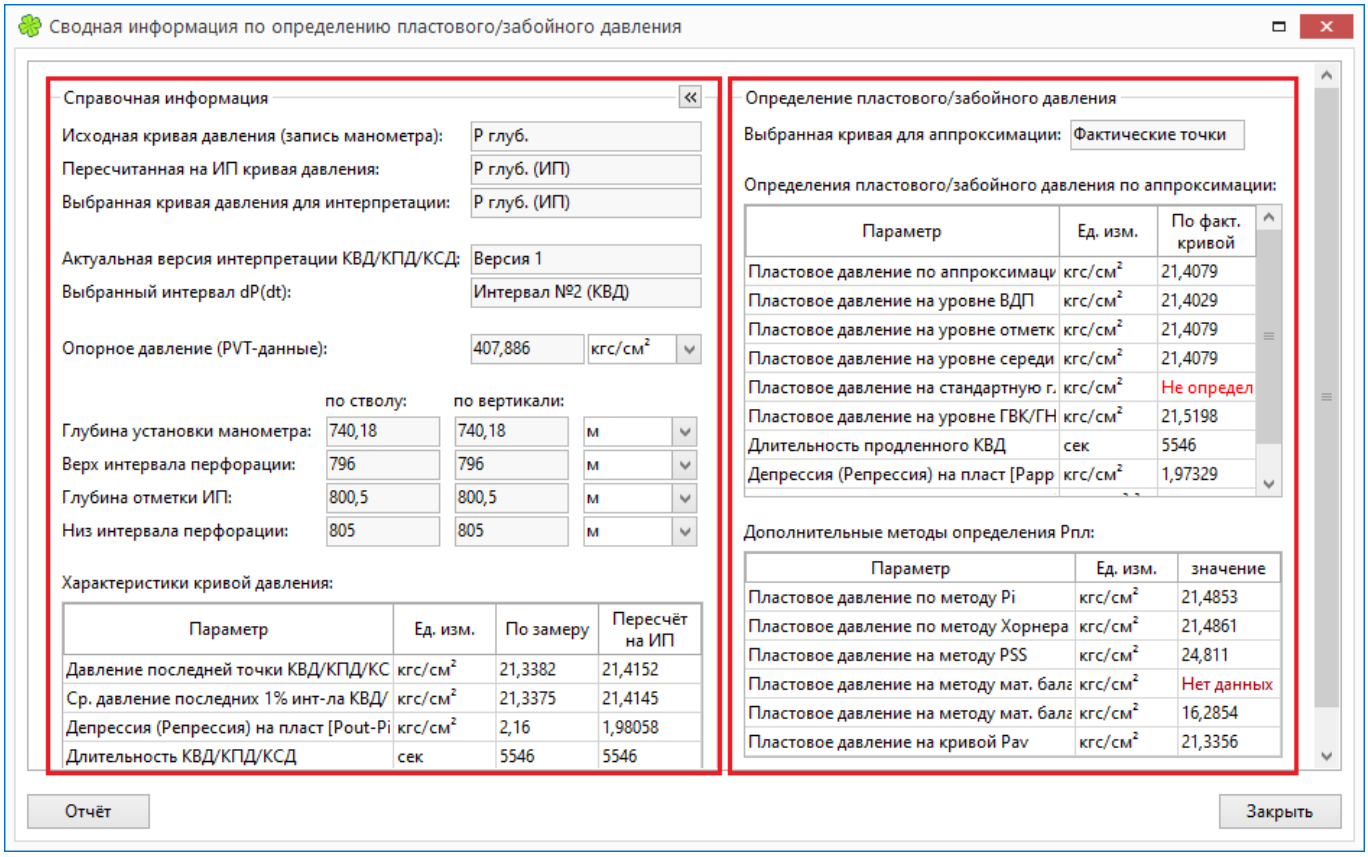
При сохранении исследования введенные исходные данные для расчета и результаты расчета кривой среднего пластового давления сохраняются в БД или XML-файле.

6.5.7. Сводная информация по определению пластового давления

Кнопка **Сводная информации по определению пластового давления** на панели инструментов **Интерпретация** позволяет просмотреть всю справочную информацию по определению пластового/забойного давления



Окно **Сводной информации** разделено на две группы параметров: справочная информация, связанная с характеристиками и параметрами кривой давления, и результаты определения пластового давления по разным методам по выбранной кривой для аппроксимации.

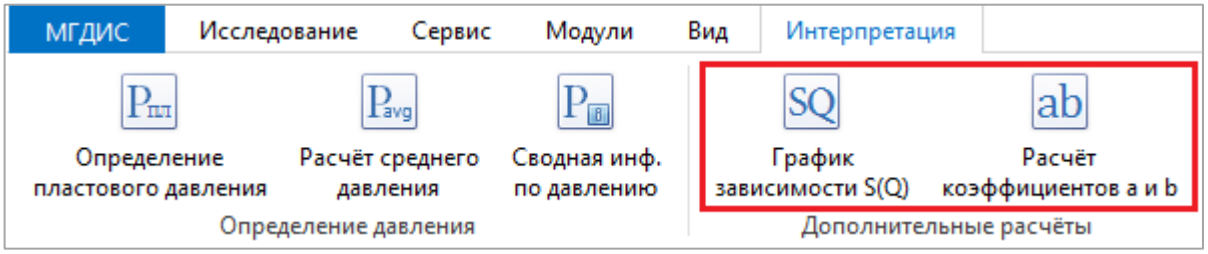


В окне отображаются результаты только одной версии – актуальной. Всё содержимое окна **Сводной информации по определению пластового/забойного давления** можно вывести в отчёт.

6.6. Проведение дополнительных расчётов

В ПО МГДИС, помимо основных расчетов, связанных с интерпретацией ГДИС, есть несколько инструментов для проведения дополнительных расчётов, не влияющих на результаты интерпретации ГДИС на неустановившихся режимах.

Кнопки вызова диалогов для проведения дополнительных расчётов расположены на панели инструментов на вкладке **Интерпретация** в группе **Дополнительные расчёты**:

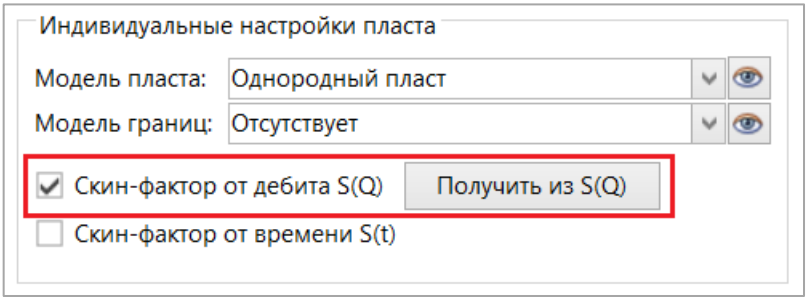


6.6.1. Зависимость скин-фактора от дебита S(Q)

В процессе моделирования и интерпретации исследований при построении модельного графика давлений с историей **Рмод** имеется возможность учёта зависимости S(Q). Зависимость S(Q) распространяется на всю историю работы скважины, в том числе на интервалы, по которым интерпретация не проводилась. Это обеспечивает более хорошую сходимость замеренного и расчетного давлений.

*ПРИМЕЧАНИЕ: Для моделей многозабойной скважины и скважины Fishbone опция **«Скин-фактор от дебита S(Q)»** или **«Скин-фактор от времени S(t)»** не доступна*

Опция учёта зависимости S(Q) активируется установкой флага **Скин-фактор от дебита S(Q)** в группе полей **Индивидуальные настройки пласта**:



При активации флага **Скин-фактор от дебита S(Q)** в списке параметров модели вместо параметра **S** (скин-фактор) появляются параметры **S0** (скин-фактор при нулевом дебите) и **dS/dQ** (D-фактор):

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,424811	42,4811	50
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мкм²	0,2433	2,678	24,33
	S0	б. р.	-7	-6,9825	8,0175
	dS/dQ	1/(тыс.м³/сут)		0,0647592	

При активации флага **Скин-фактор от дебита S(Q)** значение параметра **S0** устанавливается равным значению параметра **S** (скин-фактор), а значение параметра **dS/dQ** устанавливается равным нулю.

D-фактор **dS/dQ** и **S0** являются неактивными параметрами модели и не передаются в функцию нелинейной регрессии. D-фактор используется исключительно для расчёта зависимости S(Q) и построения модельной кривой давлений с историей **Рмод**.

Скин-фактор при нулевом дебите **S0** используется как для расчёта зависимости S(Q), так и для автоматического расчёта текущего скин-фактора **S** по формуле S=S0+D*Q (где Q – расход на текущем выбранном интервале dP, причем для интервалов КВД или КПД расход берется с предыдущего "рабочего" интервала), который, в свою очередь, используется при уточнении решения методом нелинейной регрессии и генерации модельной кривой dP(dt). Значение текущего скин- фактора **S**, рассчитанного по вышеуказанной формуле, отображается в таблице с результатами интерпретации:

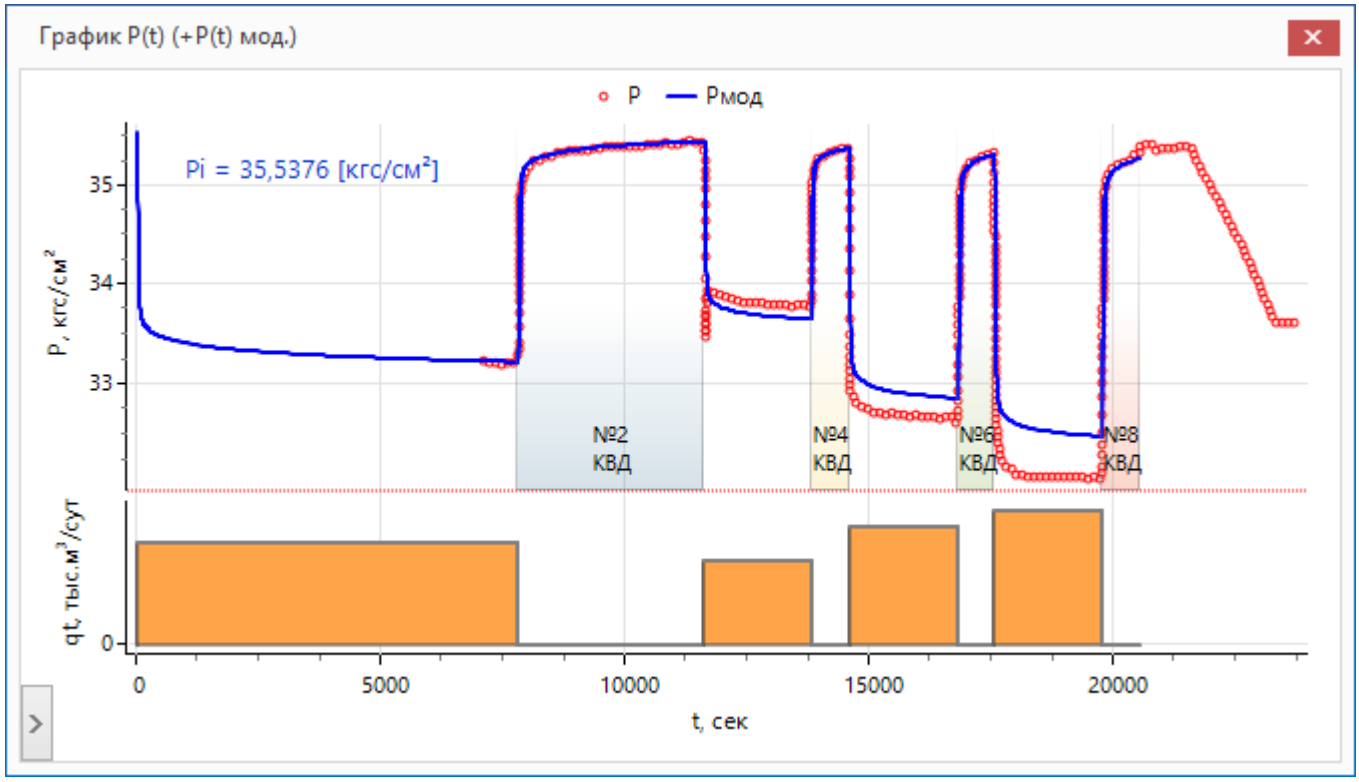
Показатель	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	35,2308
Скин-фактор	б. р.	0,83
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·	176

Значения параметров **S0** и **dS/dQ** в таблице параметров модели могут быть ведены как вручную пользователем, так и импортированы из окна **График зависимости S(Q)**.

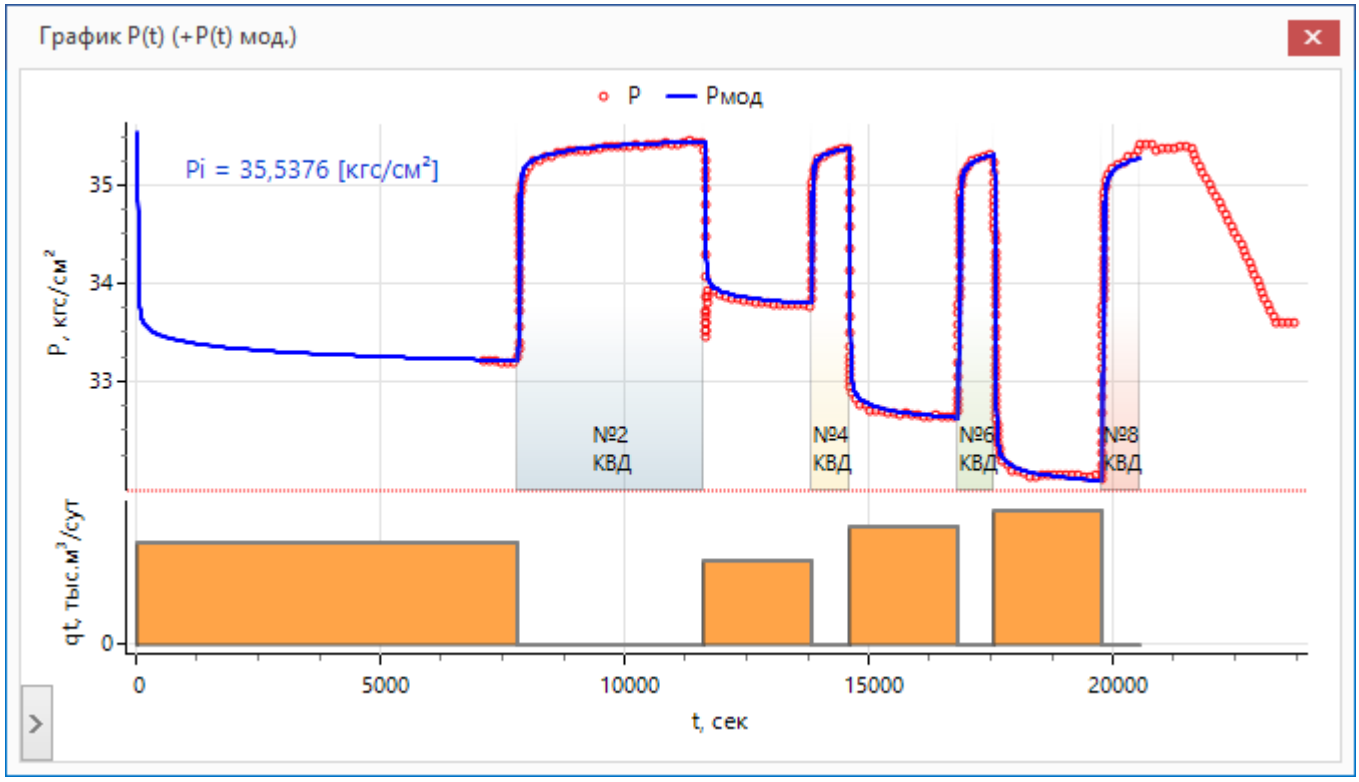
При ручной корректировке параметра **dS/dQ** автоматически пересчитываются значение модельного параметра **S0** по формуле S0 = S - D*Q и значение текущего скин-фактора **S**.

Для импорта значений необходимо нажать на кнопку **Получить из S(Q)**, при этом рассчитанные в диалоге **График зависимости S(Q)** значения **S0** и **dS/dQ** импортируются в соответствующие параметры модели. Значения могут быть импортированы только в случае, если предварительно был рассчитан график зависимости (см. раздел 6.6.2. График зависимости S(Q)).

Ниже показаны график истории при интерпретации одного интервала dP (интервал №2 КВД) без учёта зависимости S(Q) и график истории при интерпретации с учётом зависимости S(Q).



Модельный график давления с историей без учёта зависимости S(Q)



Модельный график давления с историей с учётом зависимости S(Q)

При снятии флага **Скин-фактор от дебита S(Q)**, когда параметры **S0** и **dS/dQ** скрываются, а параметр **S** появляется в таблице модельных параметров, значение **S** автоматически пересчитывается по формуле S=S0+D*Q.

6.6.2. График зависимости S(Q)

В исследованиях на неустановившихся режимах есть возможность расчёта D-фактора и построения графика зависимости скин-фактора от дебита.

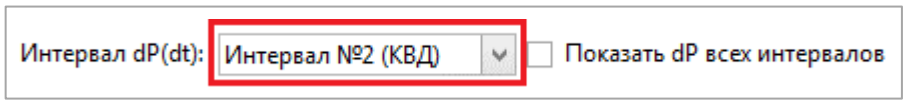
Определение D-фактора может быть выполнено при наличии в истории работы скважины нескольких (не менее 2-х) интервалов КВД или КСД с различными дебитами и проведении независимой интерпретации по каждому интервалу dP(dt) в отдельных версиях с получением скин-фактора на каждом интервале (в каждой версии).

Далее описана последовательность действий для определения D-фактора и построения графика зависимости S(Q).

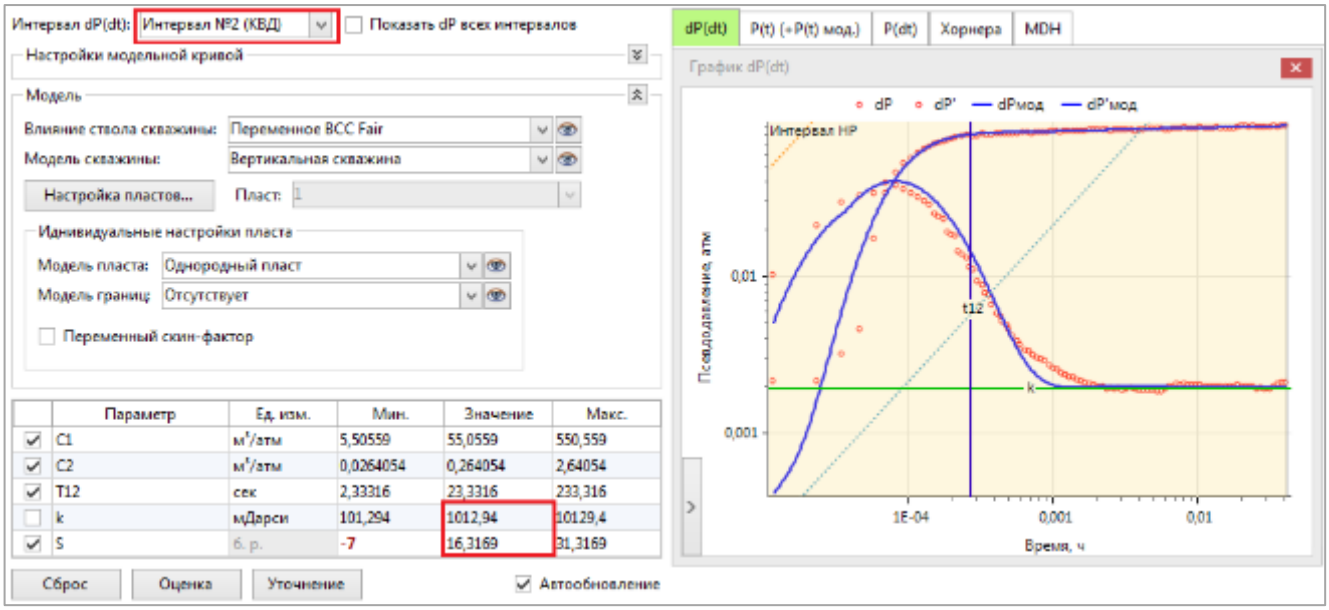
Шаг 1. На вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)** необходимо установить флаги напротив нескольких интервалов dP(dt) с типами интервала КВД, КПД или КСД:

	Дата	Время	Длина, ч	Тип	Расход газа, тыс.м³/сут	Расход конд., м³/сут	Эфф. расход, тыс.м³/сут	Совокуп. расход, тыс.м³	dP(dt)
1	06.07.2015	06:49:00	3,47805	Работа	247	2	247,233	35,8287	
2	06.07.2015	10:17:40	0,995304	КВД	0	0	0	35,8287	☑
3	06.07.2015	11:17:24	0,512303	КСД	114	5	114,582	38,2746	☑
4	06.07.2015	11:48:08	0,126649	КВД	0	0	0	38,2746	☑
5	06.07.2015	11:55:44	0,623399	Работа	160	6	160,698	42,4487	
6	06.07.2015	12:33:08	0,131058	КВД	0	0	0	42,4487	☑
7	06.07.2015	12:41:00	0,506287	Работа	199	7	199,815	46,6639	
8	06.07.2015	13:11:22	0,178762	КВД	0	0	0	46,6639	☑

Шаг 2. На вкладке **Интерпретация** необходимо выбрать самый "представительный" интервал, по которому будет определена проницаемость пласта:



Шаг 3. Необходимо выполнить интерпретацию на выбранном интервале dP(dt) с определением проницаемости и скин-фактора и актуализировать текущую версию интерпретации.

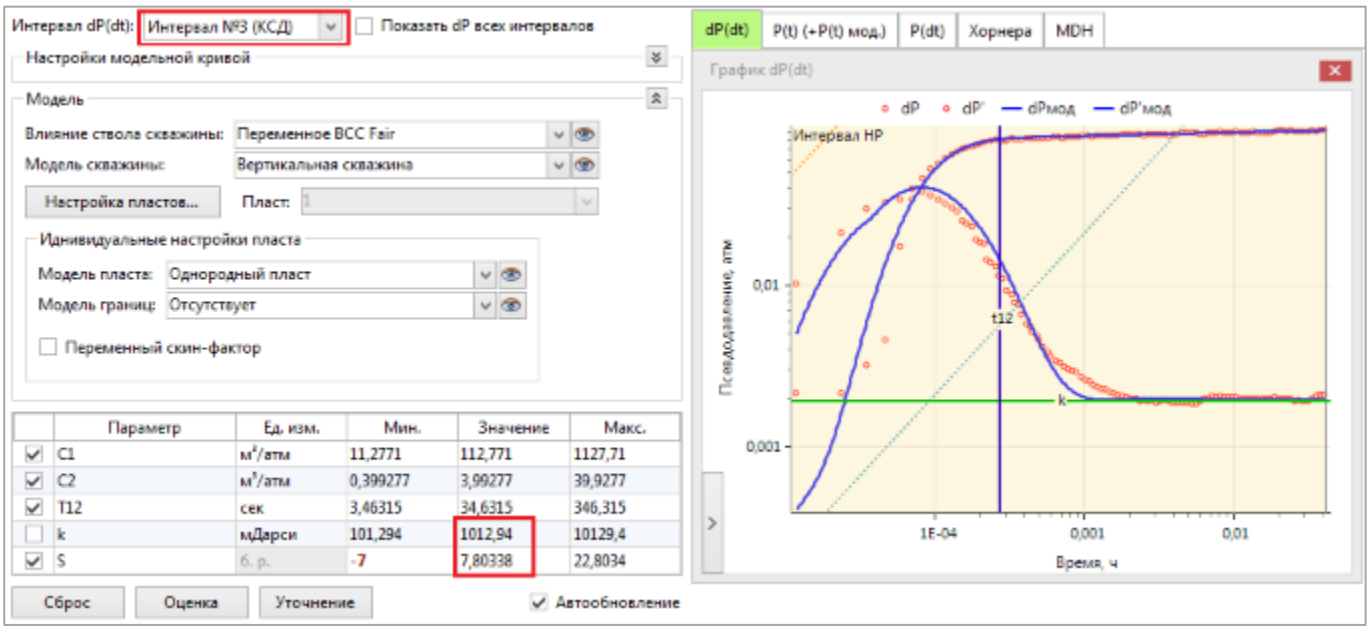


Актуальная версия интерпретации (№1) по интервалу dP(dt) №2 (КВД)

Шаг 4. Создать новую версию интерпретации с выбором другого интервала dP(dt), в таблице параметров модели снять флаг учета параметра в HP и установить значение проницаемости из предыдущей актуальной версии и провести интерпретацию с определением скин-фактора.

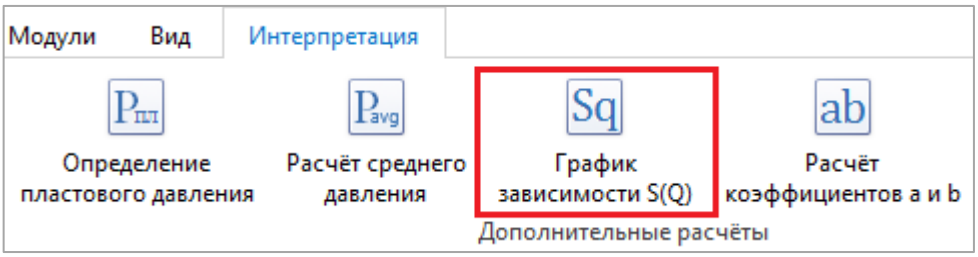
Шаг 5. Повторить данную операцию для остальных отмеченных в истории работы интервалов dP(dt).

В итоге для каждого интервала dP(dt) должна быть создана своя версия интерпретации.

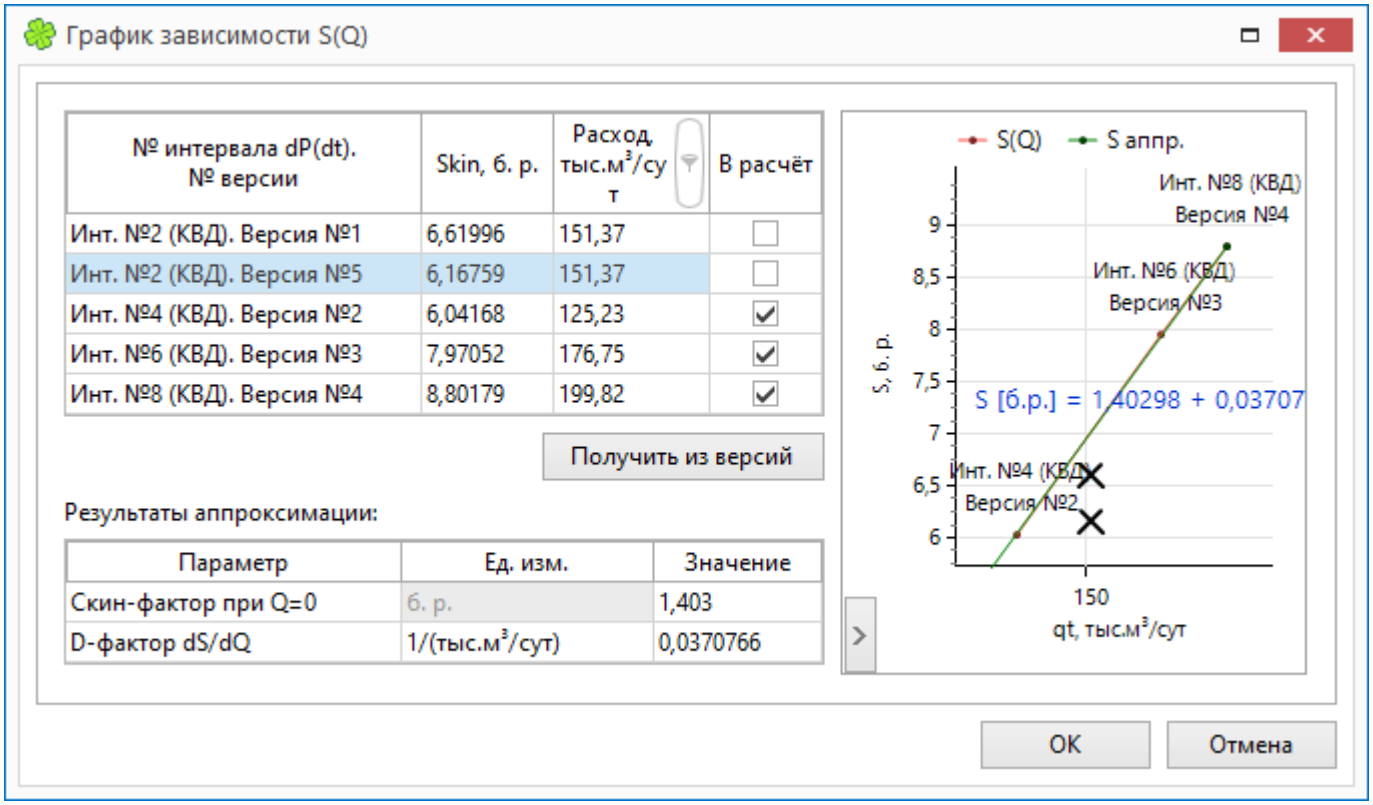


Версия интерпретации (№2) по интервалу dP(dt) №3 (КСД)

После выполнения данных действий можно построить график зависимости S(Q). Для этого необходимо нажать на соответствующую кнопку на панели инструментов **Интерпретация.** Кнопка **График зависимости S(Q)** становится доступна (видима) только для исследований с числом версий интерпретации более двух:



После нажатия на кнопку открывается соответствующий диалог:

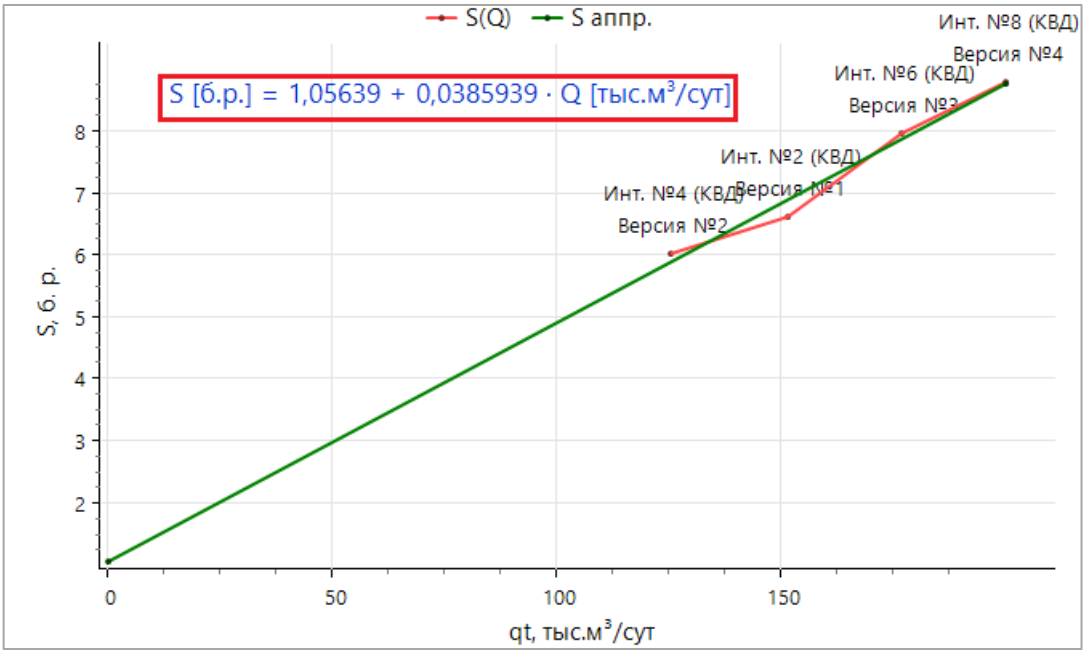


В диалоге с графиком зависимости имеется возможность выбора интервалов dP(dt), редакции значений расходов и скин-факторов с которых будут использоваться для расчёта зависимости S(Q) и построения кривой аппроксимации. Для учёта значений необходимо в таблице показателей установить или снять в колонке **В расчёт** флаги напротив соответствующих интервалов. По умолчанию флаги установлены напротив всех интервалов.

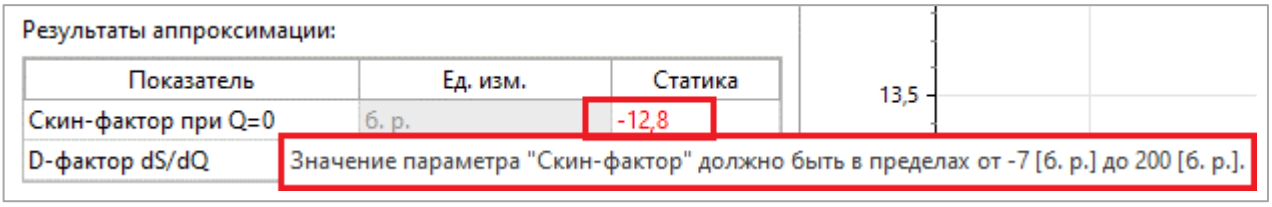
ПРИМЕЧАНИЕ: При наличии нескольких версий интерпретации одного интервала dP(dt) для расчёта S(Q) можно выбрать только одну версию.

Кнопка «Получить из версий» обновляет таблицу показателей данными из всех существующих версий интерпретации.

Результаты расчета зависимости отображаются в соответствующей таблице, а формула зависимости S(Q) отображается на графике:



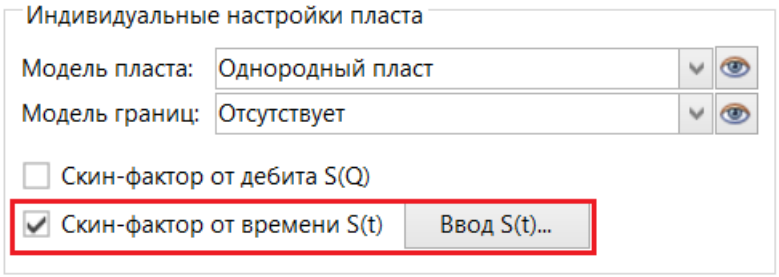
В случае, если значение параметра **Скин-фактор при Q=0** или **D-фактора** выходит за допустимый диапазон, в таблице результатов расчета такие значения выделяются красным шрифтом, а при наведении курсора на значение появляется соответствующая подсказка:



6.6.3. Скин-фактор от времени S(t)

Опция **Скин-фактор от времени S(t)** позволяет подбирать скин-фактор для разных интервалов времени. Это обеспечивает более хорошую сходимость замеренного и расчетного давлений.

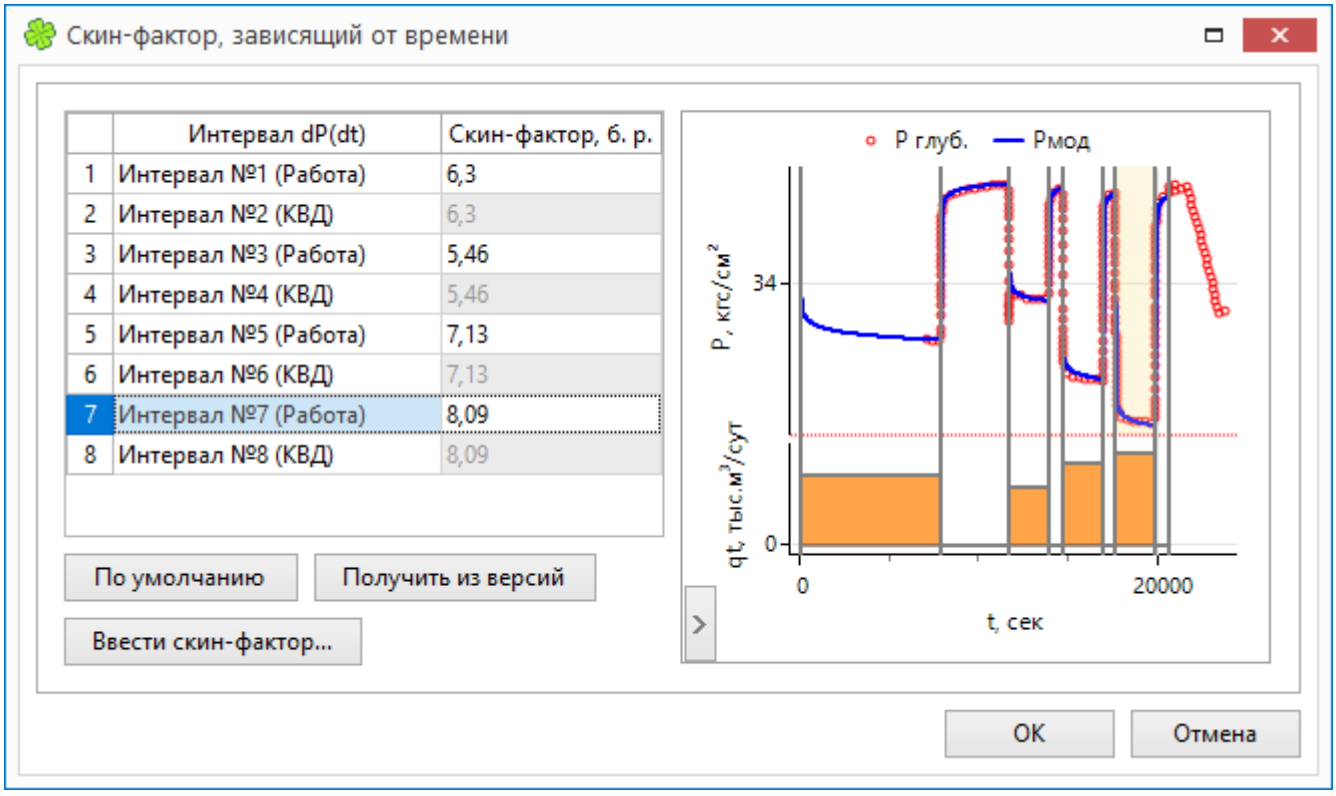
Опция активируется установкой флага **Скин-фактор от времени S(t)** в группе полей **Индивидуальные настройки пласта**:



При активации флага **Скин-фактор от времени S(t)** в списке параметров модели параметр **S** (скин-фактор) фиксируется, а его значение не доступно для редактирования.

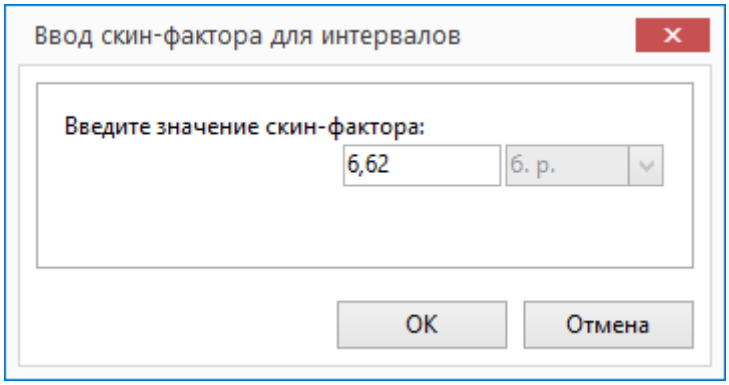
ПРИМЕЧАНИЕ: Если при интерпретации был установлен флаг быстрой генерации, то после активации флага скин-фактор от времени S(t), то флаг быстрой генерации снимается. Использовать две эти опции одновременно невозможно.

После нажатия кнопки **Ввод S(t)** откроется диалоговое окно **Скин-фактор, зависящий от времени**, состоящий из таблицы параметров и графика давлений.



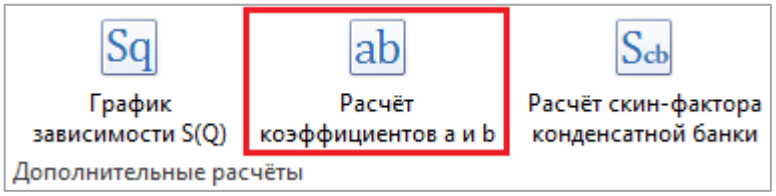
Для каждого интервала работы скважины вручную устанавливается значение Скин-фактора путём подбора: для обеспечения сходимости модельной и фактической кривых в интервалах режима работы. Скин-фактор КВД в таблице S(t) автоматически присваивается значению скин-фактора предыдущего интервала работы.

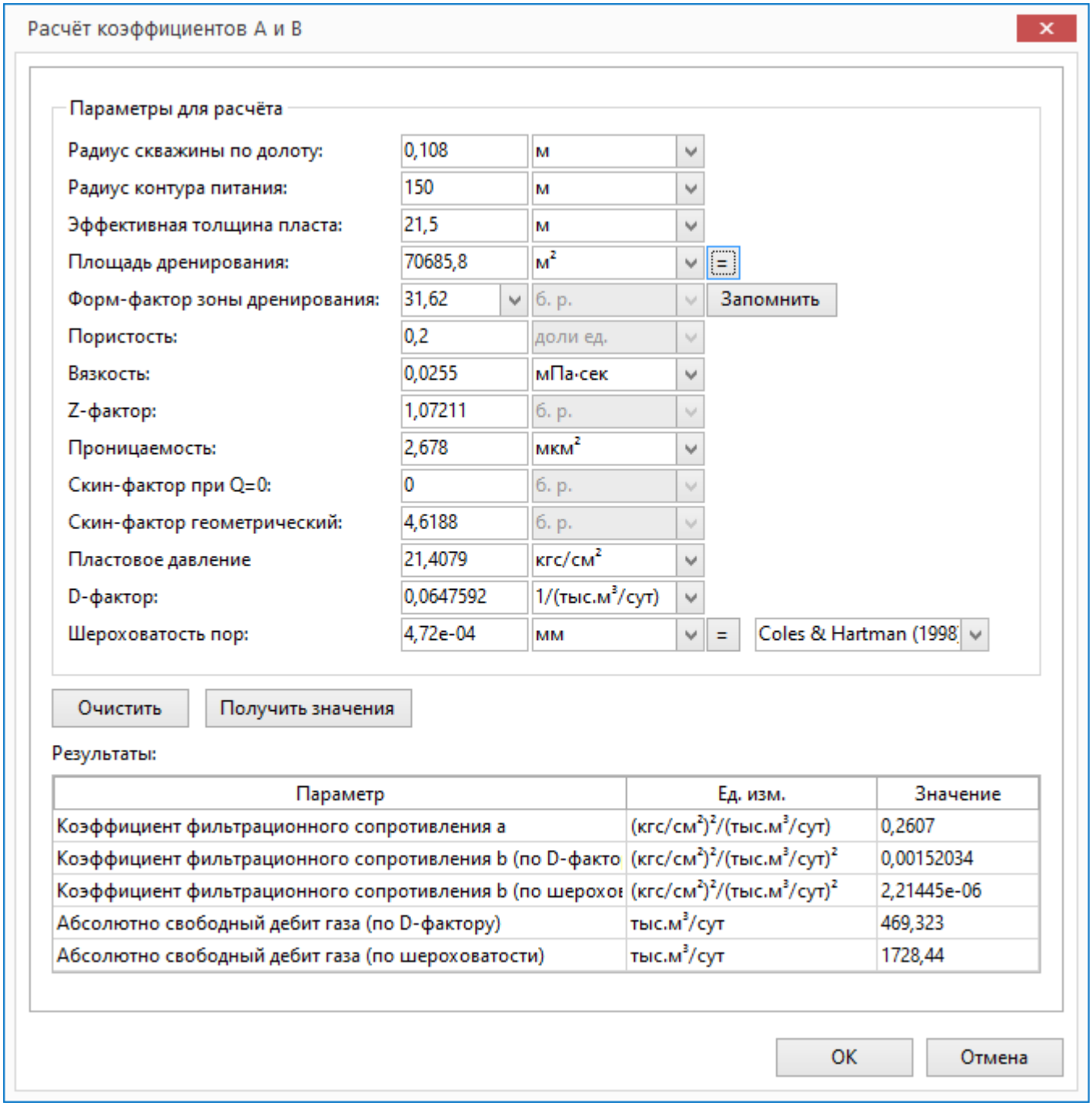
В окне **Скин-фактор, зависящий от времени** есть возможность ввода одного значения скин-фактора для группы выделенных параметров. Для этого необходимо нажать на кнопку **Ввести скин-фактор**. После этого появится диалоговое окно, которое предложит ввести значение:



6.6.4. Расчет коэффициентов a и b по КВД

Расчет коэффициентов a и b осуществляется в диалоге, вызываемом при нажатии соответствующей кнопки на панели инструментов **Интерпретация:**



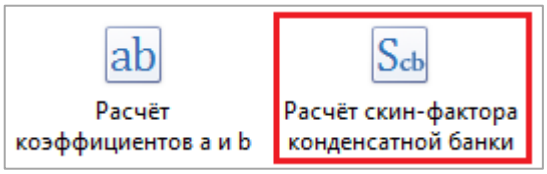


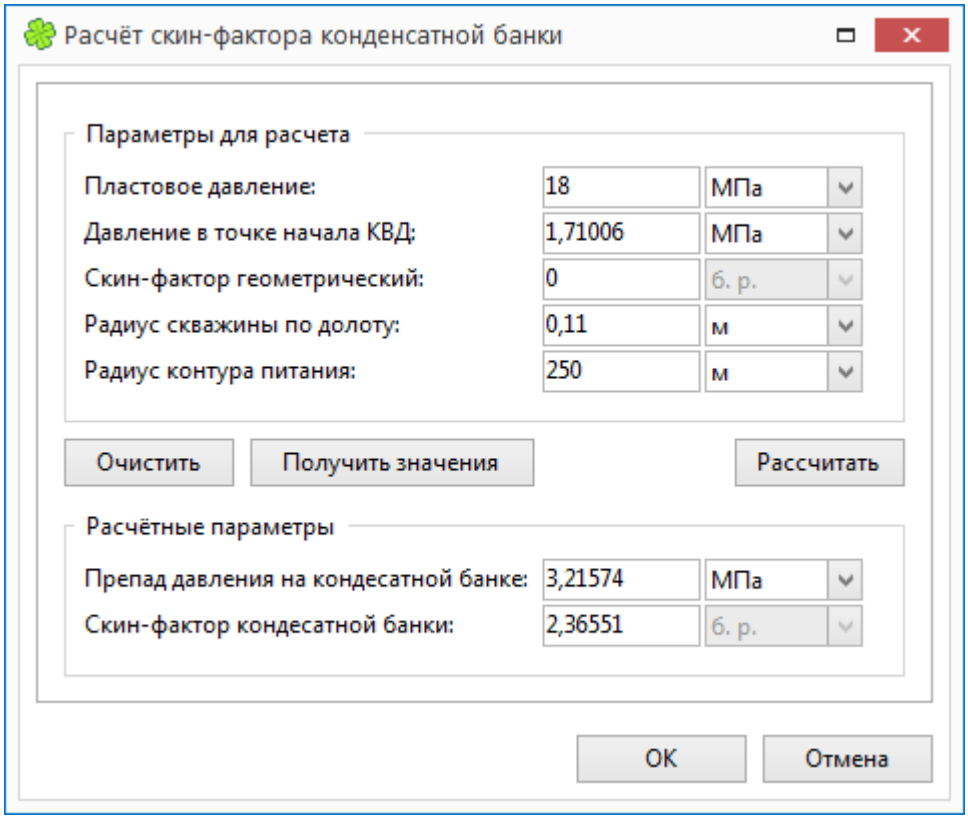
Необходимые данные для расчета можно внести вручную, а можно импортировать из текущего исследования (из раздела исходных данных и результатов интерпретации) по кнопке **Получить значения** (кроме параметра **Шероховатость пор**, значение которого можно рассчитать по кнопке расчета (=)). Расчет результатов осуществляется автоматически после ввода всех исходных данных.

При сохранении исследования введенные исходные данные для расчета и результаты сохраняются в БД или XML-файле.

6.6.5. Расчет скин-фактора конденсатной банки

Расчет скин-фактора конденсатной банки осуществляется в диалоге, вызываемом при нажатии соответствующей кнопки на панели инструментов **Интерпретация:**





Необходимые данные для расчета можно внести вручную, а можно импортировать из текущего исследования (из раздела исходных данных и результатов интерпретации) по кнопке **Получить значения**. Расчет результатов осуществляется по кнопке **Рассчитать**.

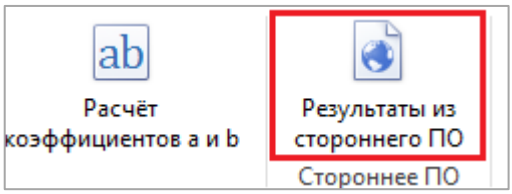
При сохранении исследования введенные исходные данные для расчета и результаты сохраняются в БД или XML-файле.

*ПРИМЕЧАНИЕ: Кнопка **Расчет скин-фактора конденсатной банки** на панели инструментов **Интерпретация** доступна только для газоконденсатной скважины (при выборе PVT-данных газ+конденсат, методе определения проницаемости RT с учетом ОФП).*

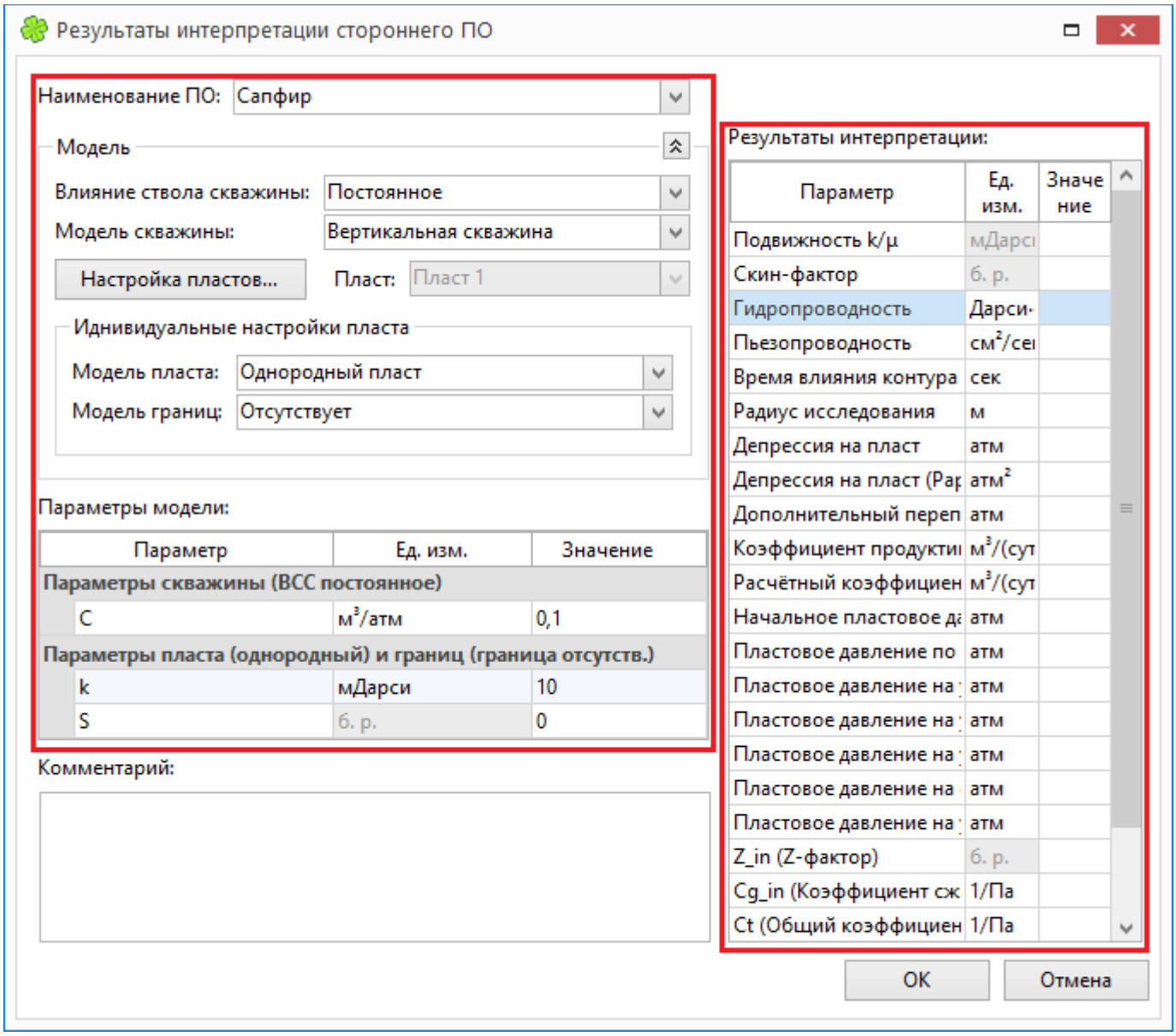
6.7. Ввод данных из стороннего ПО

В ПО МГДИС, помимо основных расчетов, связанных с интерпретацией ГДИС, есть возможность ввода данных интерпретации, осуществленных в другом (стороннем) ПО.

Ввод параметров модели и результатов интерпретации ГДИС из стороннего ПО осуществляется в окне **Результаты интерпретации стороннего ПО**, вызываемом при нажатии соответствующей кнопки на панели инструментов:



Данное окно аналогично вкладке модели интерпретации и состоит из группы параметров модели и таблицы со списком результатов интерпретации:



Поле **Наименование ПО** предназначено для ввода названия стороннего ПО, из которого получены данные. В группе **Параметры модели** в соответствующих полях выбирается модели ВСС, скважины, пласта и границ, а в списке параметров вводятся значения параметров модели и размерности.

В таблицу **Результаты интерпретации** вводятся результаты ГДИС и устанавливаются размерности параметров. Также можно заполнить поле **Комментарий**.

6.8. Формирование отчета

В ПО МГДИС имеется возможность формирования следующих отчётов о результатах ГДИС:

- отчёт по форме МГДИС: расширенный отчёт с гибким регулированием объема представляемой информации;
- отчёт по форме предприятия: краткий типовой отчёт в фиксированном формате.

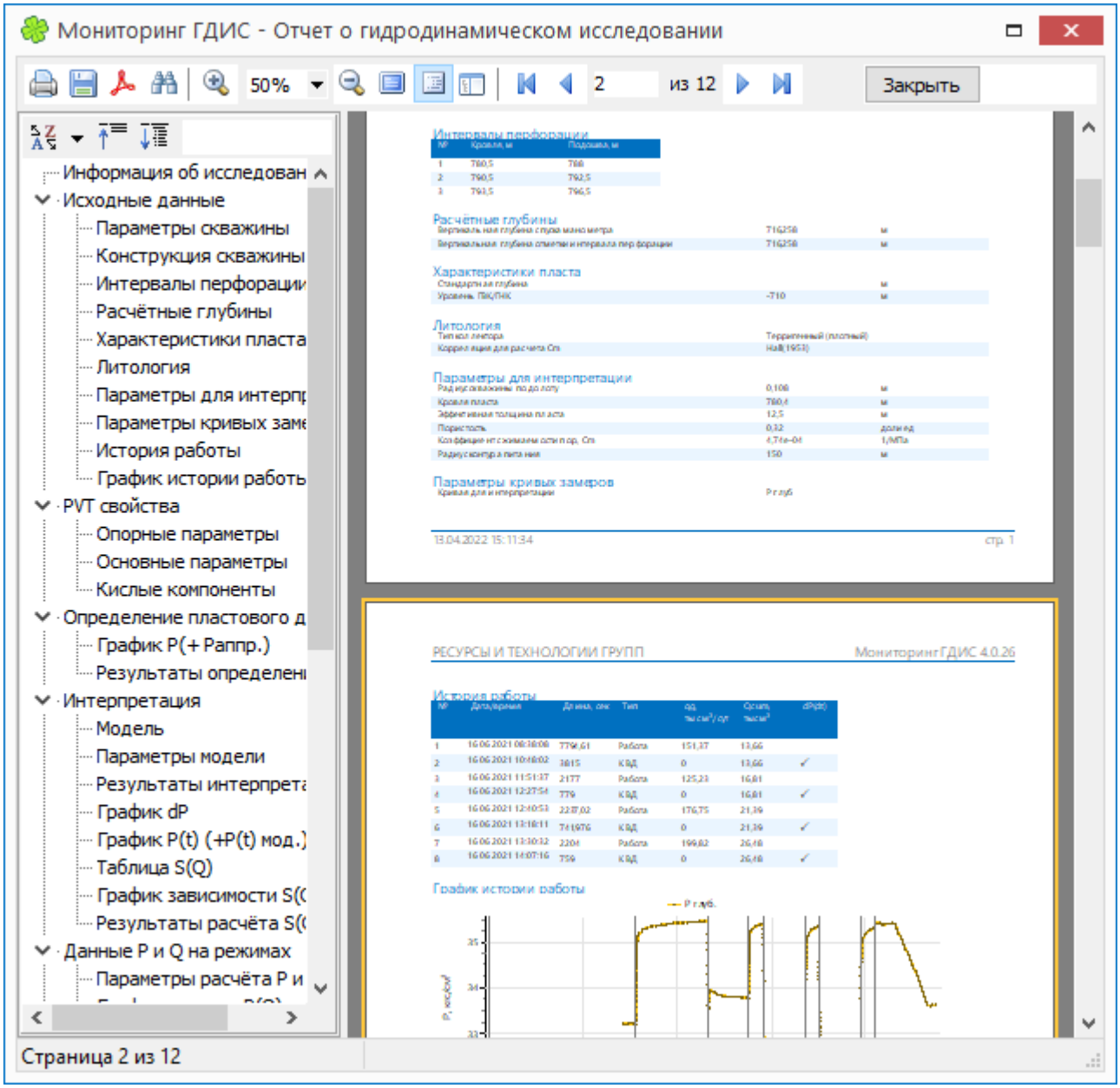
Каждый отчёт после его формирования выводится в окне предпросмотра, которое подробно описано в разделе **4.8.Предпросмотр отчёта**.

Размер и тип шрифта в отчёте можно регулировать через настройки программы на вкладке **Отчёт**.

Если в исследовании присутствует несколько версий интерпретации, то в отчет будут выведены данные той версии, которая выбрана в соответствующем поле на момент формирования отчета. При этом выбранная версия может не быть актуальной. В случае такой ситуации программа перед формированием отчета выводит на экран соответствующее сообщение пользователю.

6.8.1. Отчёт по форме МГДИС

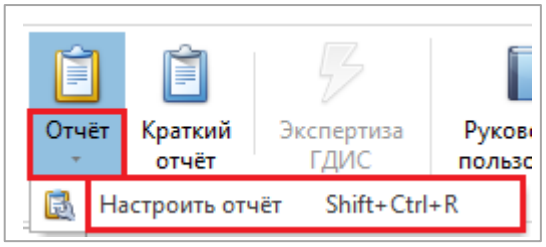
Формирование отчёта по форме МГДИС выполняется при нажатии кнопки **Исследование | Отчёт** на панели инструментов. При этом откроется окно предпросмотра отчёта, в котором отобразится его содержимое, подготовленного для печати:



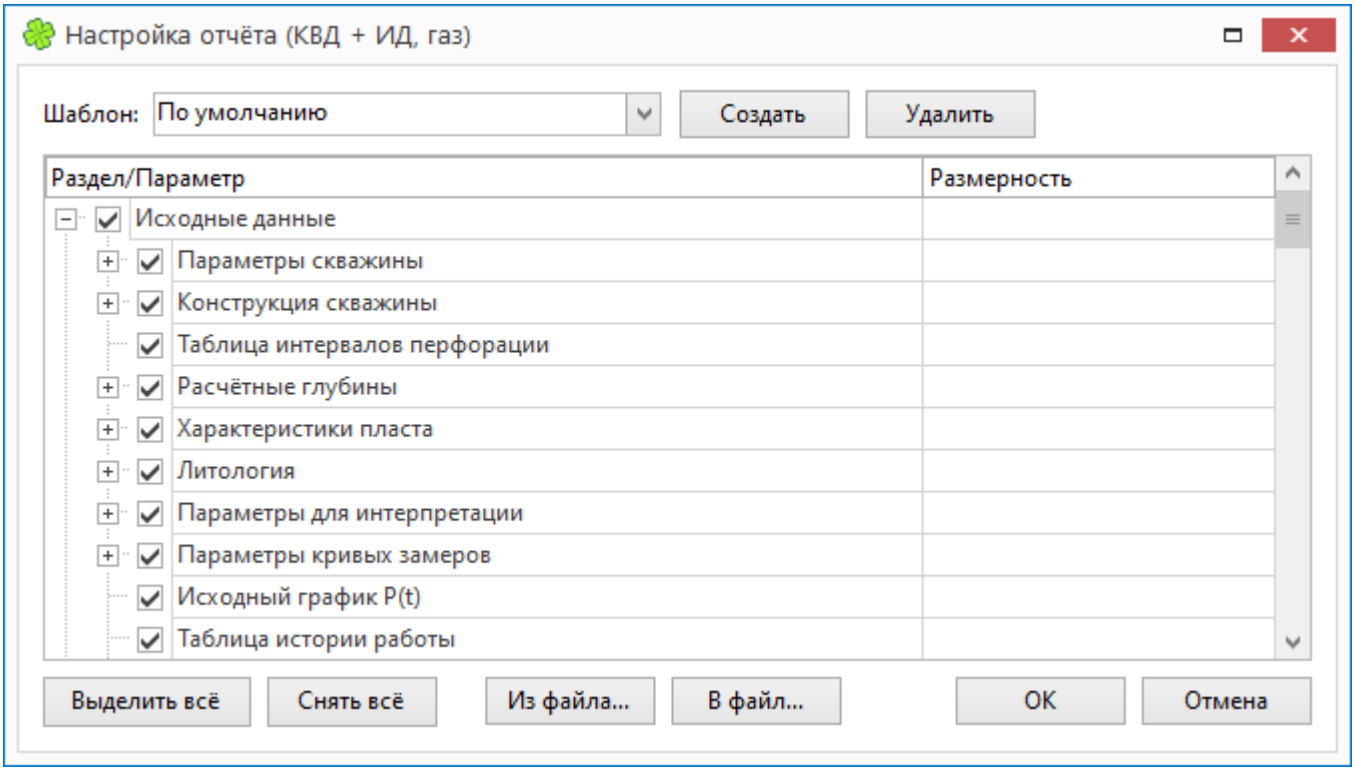
Отчёт по форме МГДИС содержит сведения, которые были введены или рассчитаны на вкладках с данными, соответствующих выбранному методу исследования. Соответственно, структура отчёта для разных методов исследования будет отличаться.

6.8.2. Настройка отчёта и выбор шаблона

Состав отображаемых данных в отчёте может быть изменен в диалоге **Настройка отчёта**. Для этого необходимо нажать на надпись "Отчёт" с кнопкой-стрелкой, расположенную рядом с кнопкой **Исследование | Отчёт**, и во всплывающем меню выбрать команду **Настроить отчёт**:



При этом на экране проявится диалог **Настройка отчёта**:



В диалоге можно увидеть элементы управления шаблонами отчёта, список категорий и параметров отчёта и кнопки управления настройками выбранного шаблона. Список категорий настроек отчёта зависит от выбранного метода исследования и категории скважины.

Каждый метод исследований поддерживает свой тип шаблона, отличающийся своим набором релевантных параметров. Если, например, шаблон создан для исследований типа «КВД, КВУ, КПД», то этот шаблон не будет отображаться для исследований типа «ИД, не газ».

Конкретный тип шаблона указан в шапке окна настроек отчета. Всего определено 5 типов шаблонов (охватывающих все методы исследований):

- КВД, КВУ, КПД
- ИД, не газ
- ИД, газ
- КВД + ИД, не газ
- КВД + ИД, газ

Для каждого типа шаблона может быть создано неограниченное число конкретных реализаций. Способы создания описаны в следующем параграфе.

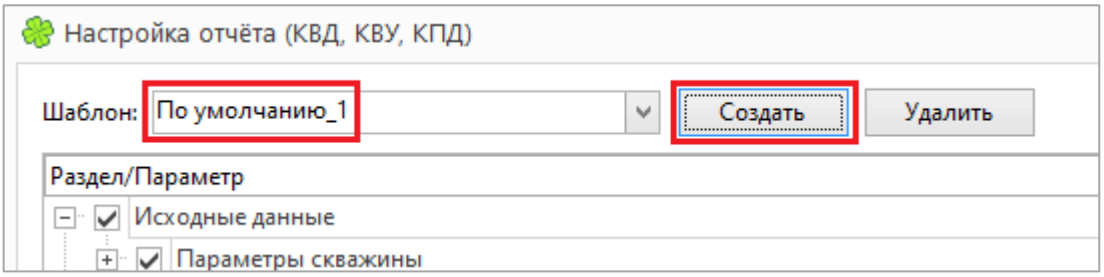
Управление шаблонами отчета

ПО МГДИС поддерживает создание, редактирование, удаление и выбор шаблонов для построения отчёта.

Для всех отчётов создан шаблон **По умолчанию**, в котором настроено отображение всех параметров отчёта в базовой размерности. Данный шаблон нельзя ни удалить, ни переименовать, но его можно отредактировать – настроить видимость параметров и их размерность.

Для создания, переименования и удаления шаблонов используются элементы управления, находящиеся в верхней части диалога **Настройка отчёта**.

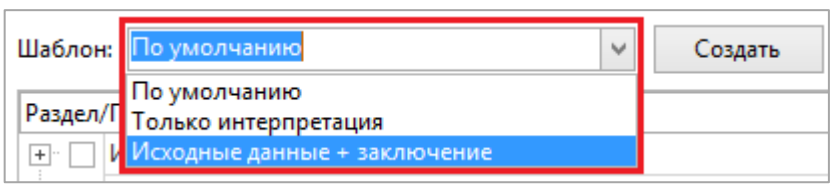
Для создания нового шаблона отчёта необходимо нажать на кнопку **Создать**. При этом создастся новый шаблон, которому будет присвоено имя, равное предыдущему выбранному шаблону с приставкой "_1":



Настройки нового шаблона, также, как и имя, будут скопированы с предыдущего выбранного шаблона.

Для переименования шаблона необходимо отредактировать имя шаблона и нажать на клавиатуре клавишу **Enter**. Для удобства идентификации шаблонов желательно использовать понятные имена, например, "Только результаты интерпретации" или "Исходные данные + заключение".

Выбор шаблонов для редактирования в данном диалоге осуществляется выбором необходимого шаблона из выпадающего списка:



Для удаления нового шаблона отчёта необходимо нажать на кнопку **Удалить**. Шаблон **По умолчанию** не доступен для удаления.

Настройка шаблона

Настройка шаблона заключается в установке видимости для отдельных категорий/подкатегорий/параметров и установку размерностей для параметров. Параметры, отмеченные флагом, будут выводиться в отчёт в установленной размерности.

Если снять флаг видимости у какой-либо категории/подкатегории, автоматически снимаются все флаги у входящих в эту категорию/подкатегорию параметров.

Для установки или снятия флагов видимости сразу для всех параметров отчёта, необходимо нажать на кнопку **Выделить всё** или **Снять всё**.

Для сохранения настроек выбранного шаблона в файл необходимо использовать кнопку **В файл**. При нажатии на кнопку откроется стандартный диалог **Сохранить как**, где в качестве имени сохраняемого файла автоматически подставится имя шаблона, которое можно будет изменить.

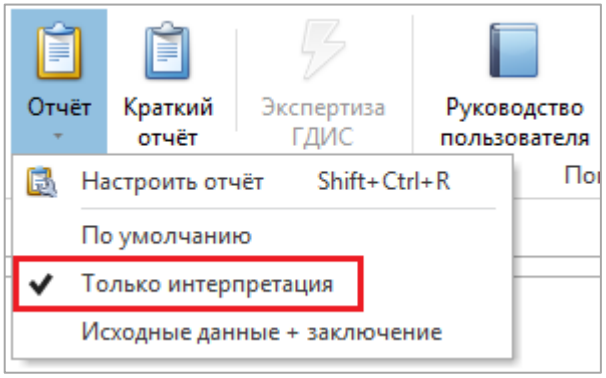
Для загрузки ранее сохраненного шаблона из файла необходимо использовать кнопку **Из файла**.

ПРИМЕЧАНИЕ: Загрузить шаблон из файла можно только для соответствующего типа исследования. Если, например, шаблон создан для исследований типа «ИД, газ», то этот шаблон невозможно загрузить для исследований типа «КВД + ИД, газ».

Настройки видимости параметров и их размерности для выбранного шаблона, а также состояния "свернутости" категорий (каждая категория может быть свернута или развернута так, как удобно пользователю) сохраняются в системном реестре и восстанавливаются после выбора для редактирования конкретного шаблона в выпадающем списке.

Выбор шаблона для использования

Для выбора ранее настроенного шаблона в качестве используемого для вывода отчёта необходимо открыть всплывающее меню отчёта и в списке шаблонов отметить флагом необходимый шаблон:

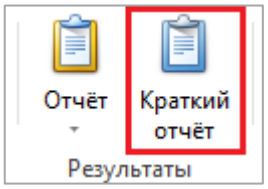


6.8.3. Отчёт по форме предприятия (краткий отчёт)

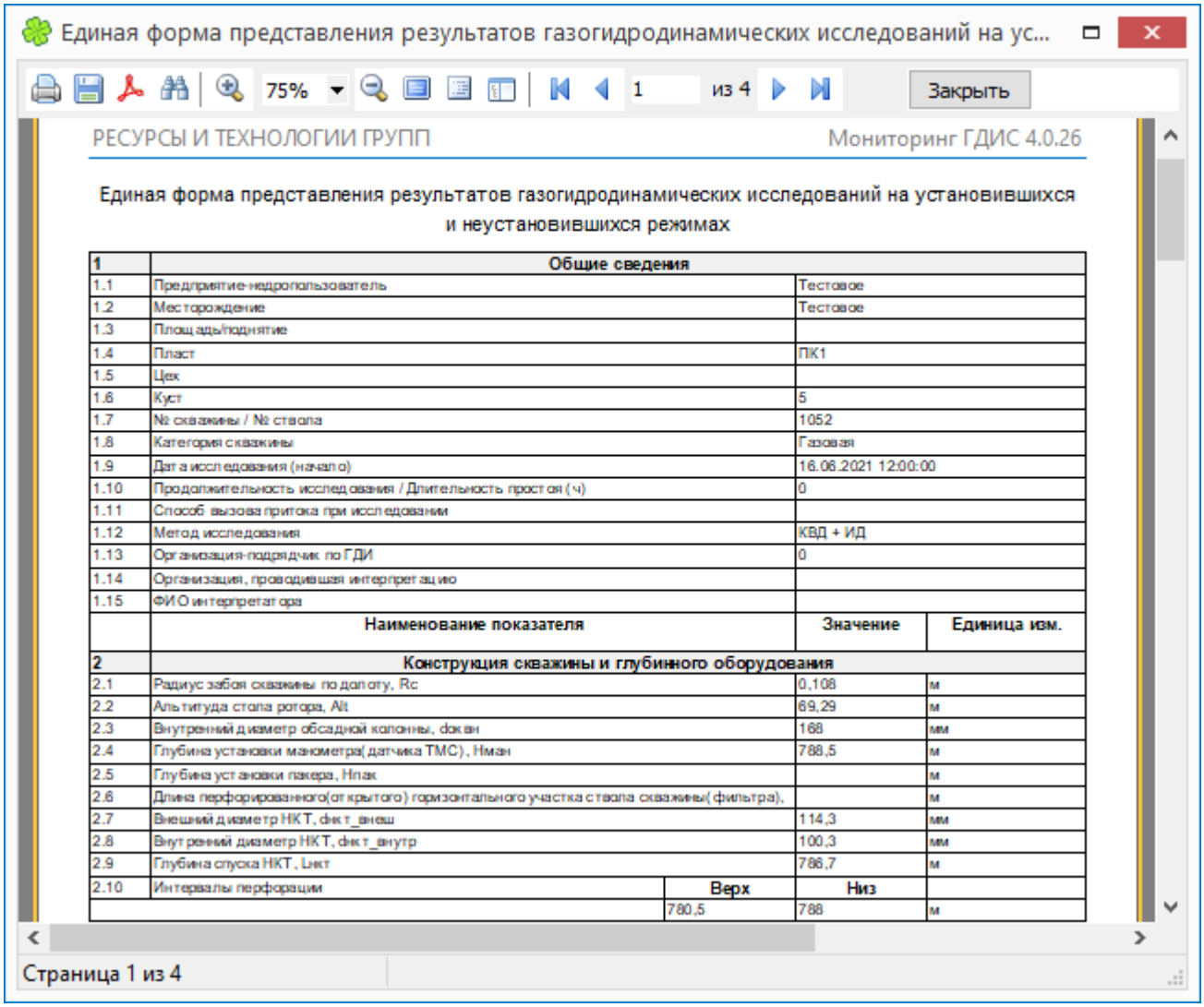
Назначение данного отчета – приемка от исполнителей (сервисных организаций и собственных подразделений по ГДИ) работ по исследованию скважин, а также сбор и хранение в нефтегазовой компании и добывающих обществах исходных данных и результатов интерпретации по единой отчетной форме, утвержденной в компании.

ПРИМЕЧАНИЕ: В ПО МГДИС имеется возможность добавления любой новой формы отчёта в рамках отдельного договора между разработчиком ПО и заказчиком.

Формирование отчёта по форме предприятия выполняется при нажатии кнопки **Исследование** | **Краткий отчёт** на панели инструментов:



При этом откроется окно предпросмотра, в котором отобразится содержимое отчёта, подготовленного для печати:



1	Общие сведения		
1.1	Предприятие-недропользователь	Тестовое	
1.2	Месторождение	Тестовое	
1.3	Площадь/поднятие		
1.4	Пласт	ПК1	
1.5	Цех		
1.6	Куст	5	
1.7	№ скважины / № ствола	1052	
1.8	Категория скважины	Газовая	
1.9	Дата исследования (начало)	16.06.2021 12:00:00	
1.10	Продолжительность исследования / Длительность простоя (ч)	0	
1.11	Способ вызова притока при исследовании		
1.12	Метод исследования	КВД + ИД	
1.13	Организация-подрядчик по ГДИ	0	
1.14	Организация, проводившая интерпретацию		
1.15	ФИО интерпретатора		
	Наименование показателя	**Значение**	**Единица изм.**
2	**Конструкция скважины и глубинного оборудования**		
2.1	Радиус забоя скважины по долоту, Rc	0,108	м
2.2	Альтитуда стола ротора, Alt	69,29	м
2.3	Внутренний диаметр обсадной колонны, dокан	168	мм
2.4	Глубина установки манометра(датчика ТМС), Нман	788,5	м
2.5	Глубина установки пакера, Нпак		м
2.6	Длина перфорированного(открытого) горизонтального участка ствола скважины(фильтра),		м
2.7	Внешний диаметр НКТ, dнкт_внеш	114,3	мм
2.8	Внутренний диаметр НКТ, dнкт_внутр	100,3	мм
2.9	Глубина спуска НКТ, Lнкт	786,7	м
2.10	Интервалы перфорации	**Верх**	**Низ**
		780,5	788 м

7. Исследования на неустановившихся режимах

В настоящей главе рассмотрены особенности интерпретации КВД, КСД и КПД. В разделе 7.1. рассмотрены процедуры интерпретации ГДИ на примере анализа кривой восстановления давления, в разделе 7.2. представлен порядок выбора интерпретационных моделей, в разделе 7.3. рассмотрены особенности интерпретации ГДИ фонтанных и механизированных нефтяных скважин, нагнетательных скважин, газовых скважин.

7.1. Особенности интерпретации

7.1.1. Процедура интерпретации

На первом этапе производится визуальный анализ диагностического графика фактической кривой **dP** и производной **dP'**. В ходе данного анализа необходимый уровень сглаживания задается изменением значения параметра **Коэффициент сглаживания производной давления.** Это же изменение определяет соответствие формы кривой типовым моделям пласта и границ. Интерпретацию рекомендуется начинать с модели однородного неограниченного пласта с постоянным ВСС.

Предварительные значения параметров модели и соответствующий им вид кривой рассчитываются при нажатии на кнопку **Оценка**. При этом на графике dP появятся модельная кривая давления **dPмод** и модельная кривая производной давления **dP'мод**.

Текущее значение параметров модели можно изменять либо вводом значения, либо прокруткой колеса мышки. При изменении значения любого параметра модели модельные график автоматически пересчитывается, используя новое значение измененного параметра.

На втором этапе производятся корректировка модели и уточнение определяемых параметров.

Для уточнения решения рекомендуется на графике dP выделить интервал нелинейной регрессии – участок для совмещения данных измерений и теоретической кривой методом нелинейной регрессии. Установка интервала может быть осуществлена перемещением границ интервала на графике dP с помощью курсора. Для этого на графике нужно по кнопке (**Показать/скрыть интервал**) включить отображение интервала и переместить левую и правую границу интервала до необходимого положения. Для выделения всей кривой необходимо нажать на кнопку (**Установка ширины интервала по ширине кривой**), для выделения конечного участка – на кнопку (**Установка ширины интервала по конечному участку кривой**).

После установки границ интервала для более точного определения фильтрационных свойств пласта, значений параметров скважины, ствола и границ необходимо нажать на кнопку **Уточнение**. При этом на экране отобразится процесс выполнения функции НР, а после этого значения активных модельных параметров обновятся, и произойдет пересчет и обновление всех модельных кривых на графиках.

При необходимости решение можно уточнить, изменяя:

- набор активных параметров с помощью установки флагов активности у соответствующих параметров модели,
- значения границ поиска
- положение границ интервала применения нелинейной регрессии.

7.1.2. Рекомендации по проведению интерпретации

Рекомендуется производить интерпретацию последовательным подбором определяемых параметров. Например, выявив на графике **dP** участок радиальной фильтрации на кривой производной давления **dP'**, на него необходимо установить линию проницаемости **k** и зафиксировать значение проницаемости (снять флаг активности). Следующим этапом рекомендуется осуществить совмещение начального участка кривой по различным моделям ВСС.

Далее целесообразно снять флаг активности с параметров ВСС и произвести совмещение конечного участка кривой по моделям с различным видом и конфигурацией границ.

Интерпретация с поиском значений большого числа активных параметров может занимать продолжительное время и/или производиться некорректно.

7.1.3. Критерии достоверности интерпретации

Для оценки достоверности определения фильтрационных параметров пластов рекомендуется использовать следующие критерии:

- Хорошее совпадение измеренной и теоретической кривых и их логарифмических производных на всех участках времени при условии учета истории работы скважины.
- Сходимость получаемых результатов к однозначному решению (при неоднократном применении уточнения решения методом нелинейной регрессии).

- Близкие значения результатов, получаемых различными методами или другими программными продуктами высокого уровня. Если получаются различные параметры интерпретации, это повод для сомнений и дополнительных проверок.
- Непротиворечивость полученных значений ФЕС с известными геологическими данными и данными геофизических исследований.

Выполнение данных условий является необходимым, но недостаточным условием достоверности получаемых результатов. Однако, в большинстве случаев выполнение этих условий обеспечивает получение достоверных ФЕС пласта.

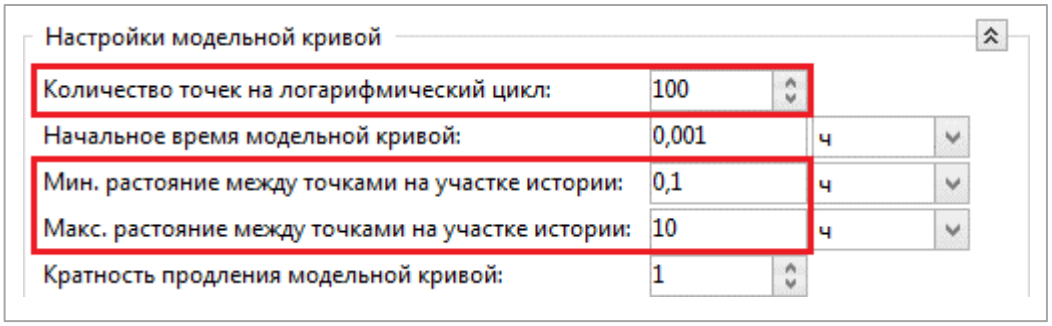
7.1.4. Рекомендации по ускорению процесса интерпретации

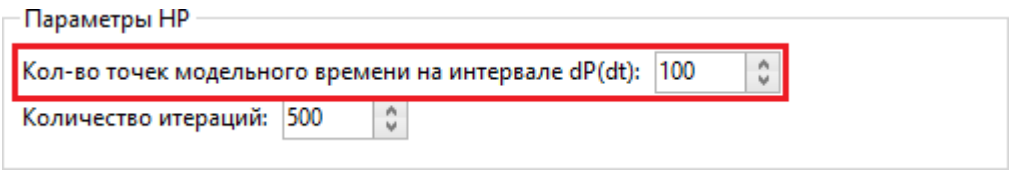
В ряде случаев (сложные модели, многопластовые объекты, большое количество интервалов истории дебитов скважины и др.) алгоритм нелинейной регрессии может работать достаточно медленно. Для ускорения процесса интерпретации рекомендуются следующие приемы:

- Минимизировать количество интервалов работы скважины с помощью опции их объединения с автоматическим расчетом осредненного дебита в разделе **Дебиты (Q)**;
- Установить в истории работы для выбранного интервала dP(dt) номер первого интервала, учитываемого в модельной функции при выполнении нелинейной регрессии;
- Включить опцию **Быстрая генерация модельной кривой**;

ПРИМЕЧАНИЕ: При активном флаге «Скин-фактор от дебита S(Q)» или «Скин-фактор от времени S(t)» опция «Быстрая генерация модельной кривой» не доступна.

- Уменьшить число точек модельной кривой (параметр **Количество точек на логарифмический цикл** и **Количество точек модельного времени на интервале dP(dt)**, по умолчанию 100 точек), а также увеличить минимальное и максимальное расстояние между точками:





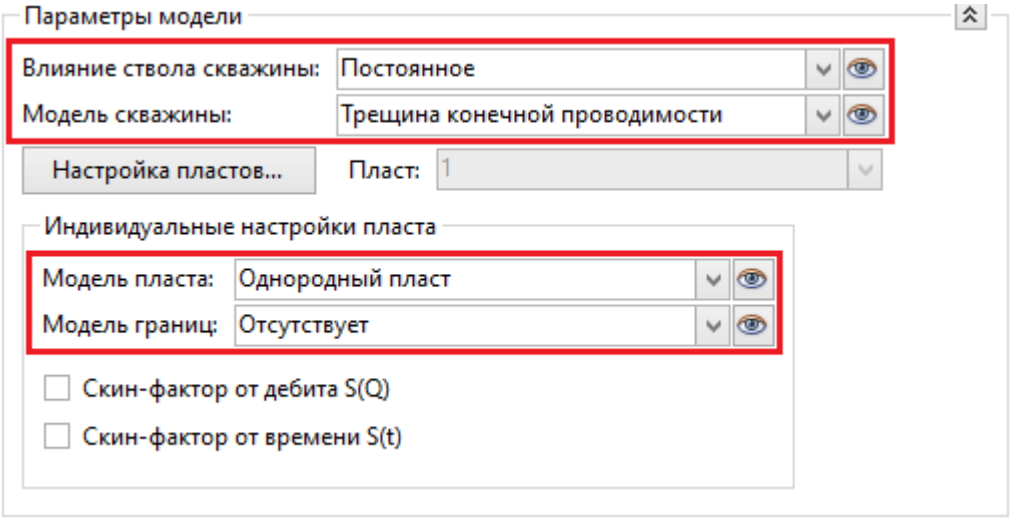
- Закреплять параметры модели, которые достаточно хорошо известны или не являются существенными (параметры ствола скважины, анизотропии и др.);
- Последовательно закреплять второстепенные параметры (параметры ствола скважины, анизотропии, расстояния до границ и др.), оставляя для поиска наиболее важные, основные параметры (проницаемость, скин-фактор, полудлина трещин). Затем закреплять полученные на первом шаге основные параметры и подключать для поиска второстепенные параметры, параметры границ и т.д. Использовать для закрепления и открепления параметров характерные особенности производной диагностического графика, учитывая, что параметры ВСС, анизотропии, положение горизонтального ствола относительно кровли и подошвы пласта определяются на начальном участке диагностического графика, а параметры границ – на последнем участке графика.

7.2. Применение интерпретационных моделей

Под интерпретационной моделью понимается комбинация следующих моделей:

- модель влияния ствола скважины (ВСС)
- модель скважины
- модель пласта
- модель границ

Каждая из перечисленных моделей влияет на поведение кривых при построении диагностического графика и должна быть учтена при интерпретации ГДИ.

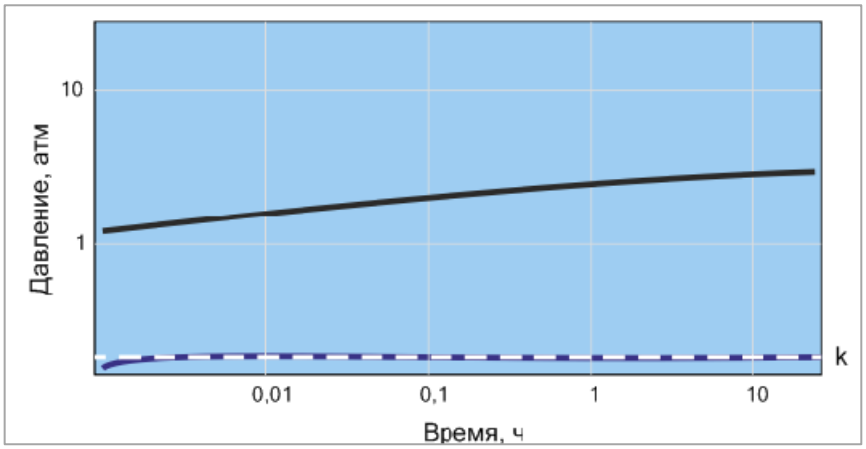


7.2.1. Модели влияния ствола скважины

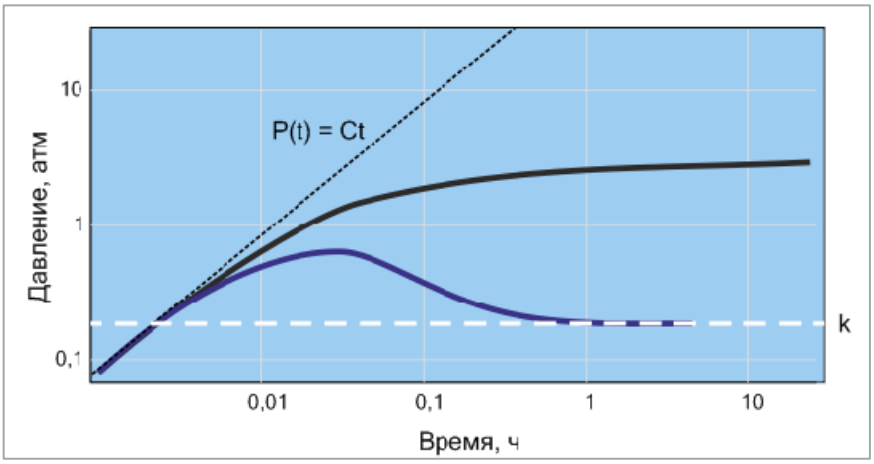
Модели ВСС подразделяются на варианты с отсутствующим, постоянным и переменным влиянием ствола. От выбора варианта модели ВСС зависит поведение диагностического графика на начальном участке.

7.2.1.1. Модели без влияния ствола и с постоянным влиянием ствола скважины

По формальным признакам модель без влияния ствола скважины можно отнести к варианту постоянного ВСС с нулевым притоком. Но по практическому применению это различающиеся модели. Для модели без влияния ВСС, кривая давления и кривая производной на начальном участке диагностического графика ведут себя как монотонно растущие кривые, без характерных изгибов.



Для модели с ненулевым ВСС примечательно появление характерного «горба» на кривой производной, который, однако, может перекрываться эффектом сильного притока из пласта, например, для горизонтальных скважин и скважин с ГРП. При постоянном притоке Ct типичный вид диагностического графика представлен на схеме.

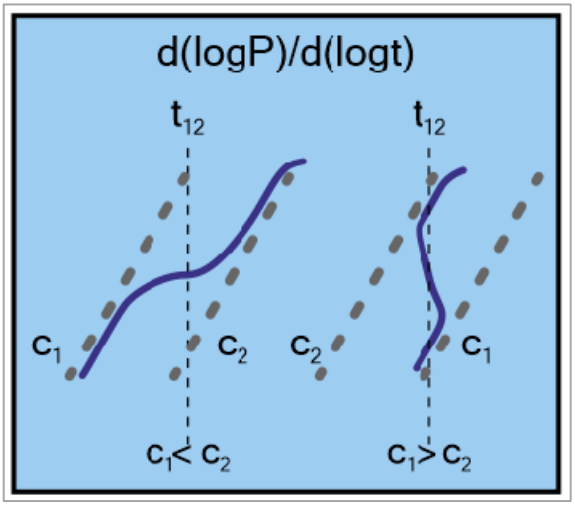


7.2.1.2. Модели переменного влияния ствола скважины Ramey, Fair и Hegeman.

Для ситуации непостоянного влияния ствола скважины в программе реализованы три варианта учета переменного ВСС:

- Ramey,
- Fair,
- Hegeman.

Эти варианты названы по именам соответствующих ученых, предложивших их. Все три варианта математически основаны на плавном переходе от одного коэффициента ВСС C_1 к другому C_2 за характерное время τ_{12} и различаются заложенными в них экспоненциальными уравнениями. В каждом варианте есть возможность учета как возрастания ВСС, так и снижения. Каждый вариант может быть использован и для добывающих, и для нагнетательных скважин и для каждого ГДИ подбирается индивидуально.



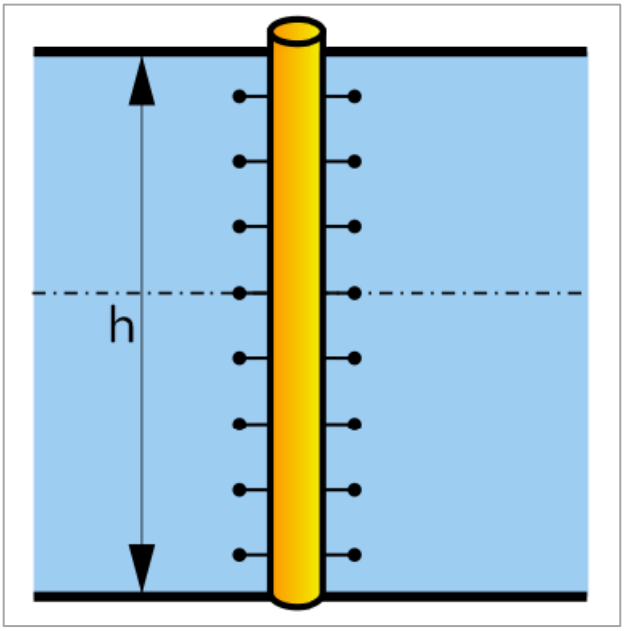
Учет переменного влияния ствола скважины полезен при эффектах сегрегации фаз в стволе, негерметичности оборудования и других трудноучитываемых факторов, влияющих на поведение диагностического графика на начальном участке. Визуально модель переменного ВСС на диагностическом графике похожа на модель постоянного ВСС и отличается формой характерного «горба».

7.2.2. Модели скважины.

Приведенные в данном параграфе примеры диагностических графиков относятся к случаю постоянного влияния ствола скважины и однородного бесконечного пласта при отсутствии границ.

7.2.2.1. Модель вертикальной скважины

Модель вертикальной скважины (в однородном бесконечном пласте) является простейшей из предлагаемых к использованию в программе МГДИС и исторически является первой детально проработанной и теоретически обоснованной. По умолчанию именно эта модель предлагается при анализе нового исследования. Допущения, лежащие в основе этой модели: вертикальная скважина полностью перфорирует пласт толщиной h.

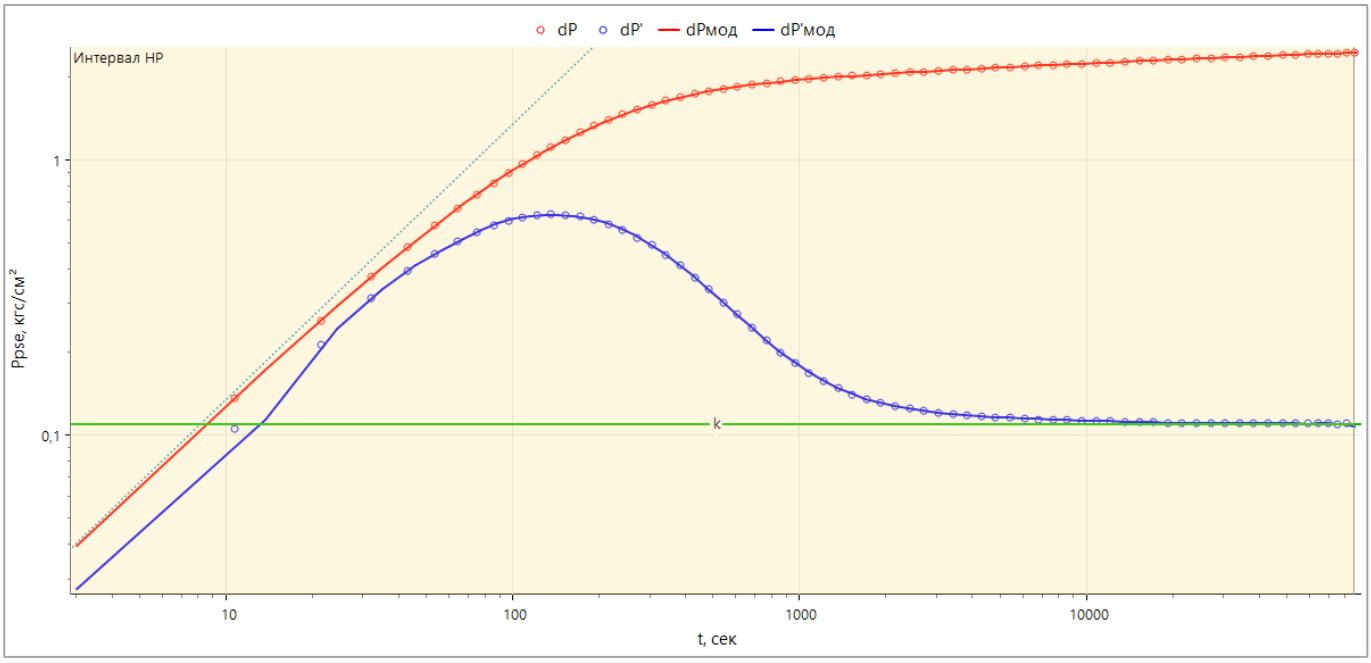


Модель применима при углах наклона траектории скважины в пласте до 15 градусов. При углах наклона в диапазоне 15-20 для каждого конкретного ГДИ рекомендуется выбрать в результате проверки между вариантами вертикальной и наклонной скважины.

Минимальный набор подбираемых параметров в результате нелинейной регрессии:

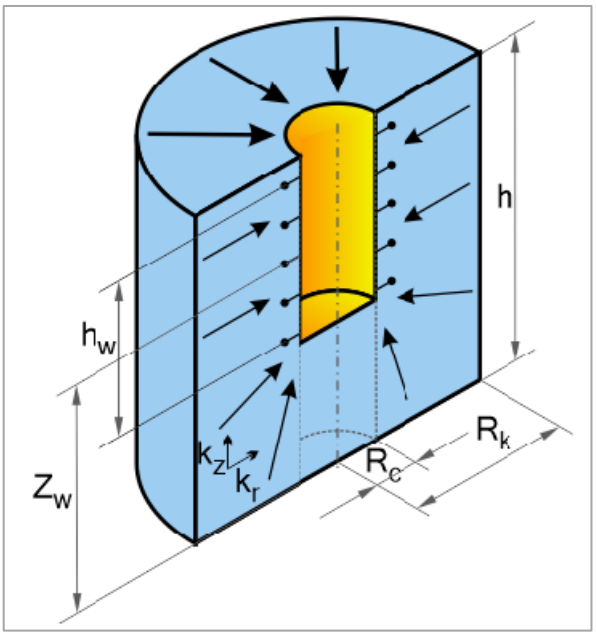
- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,01	0,0823	1
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	0,01207	100	1,207
☐	S	б. р.	0	0,15	15



7.2.2.2. Модель скважины с неполным вскрытием

Модель усложняется по сравнению с вертикальной скважиной в силу появления не только чисто горизонтального притока к интервалу перфорации скважине.



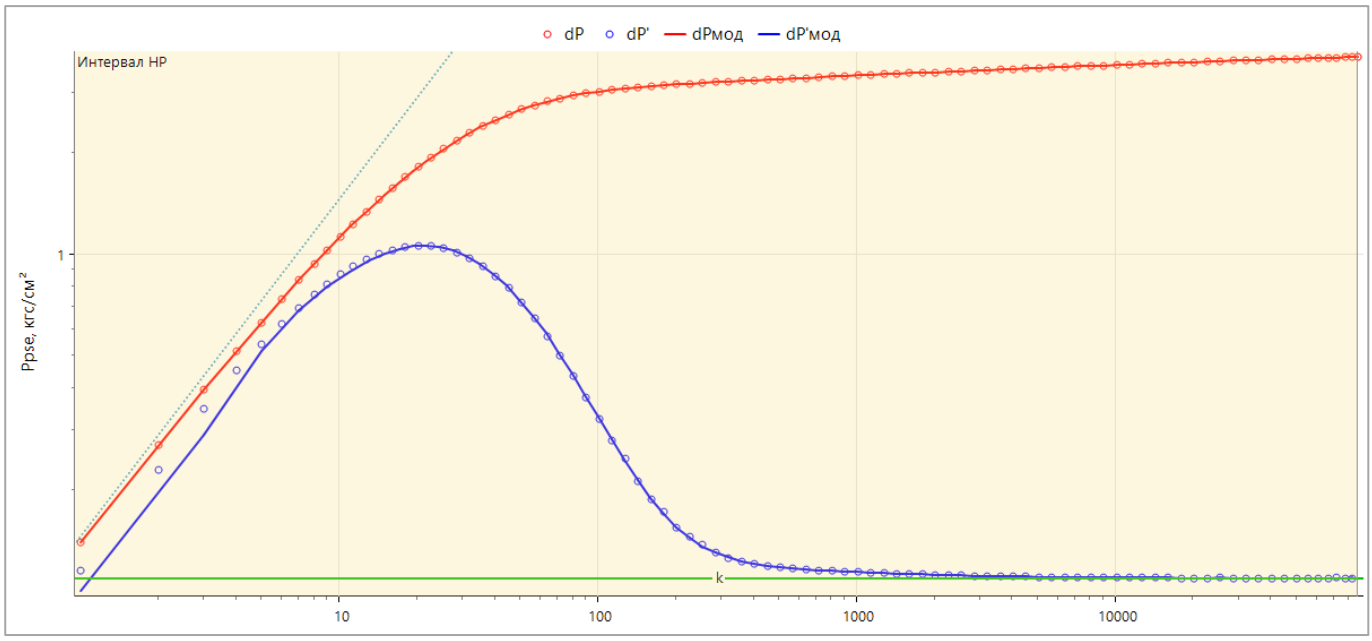
Изменение характера притока, помимо проницаемости и скин-фактора, позволяет определить дополнительные параметры. Полный перечень определяемых параметров:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- линейный размер интервала перфорации **hw**
- локализация интервала перфорации в толще пласта параметром **Zw**, который задает положение середины интервала перфорации над подошвой пласта

– соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**

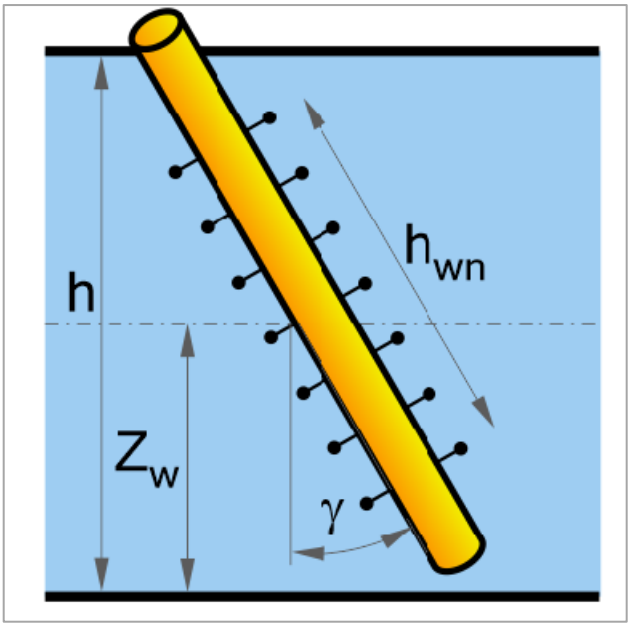
	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,01	0,0823	1
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	0,01207	100	1,207
☐	S	б. р.	0	0,15	15
☑	Kz/Kr	б. р.	0,002	0,1	1
☑	hw	м	0,1	3	5
☑	Zw	м	0,1	3	10

Отметим, что при интервале перфорации более 80% от толщины пласта результаты практически не будут отличаться от простой модели вертикальной скважины.



7.2.2.3. Модель наклонной (субгоризонтальной) скважины

Модель наклонной скважины по характеру притока к скважине занимает промежуточное положение между моделями вертикальной и горизонтальной скважин, при этом допускает неполное вскрытие пласта. В программе рекомендуется применение модели наклонной скважины в интервале угла траектории по пласту от 20° до 80°. В “серой” зоне углов от 15° до 20° рекомендуется проверить применимость моделей вертикальной скважины или неполного вскрытия, поскольку эти модели математически проще и процедуры нелинейной регрессии выполняются быстрее.



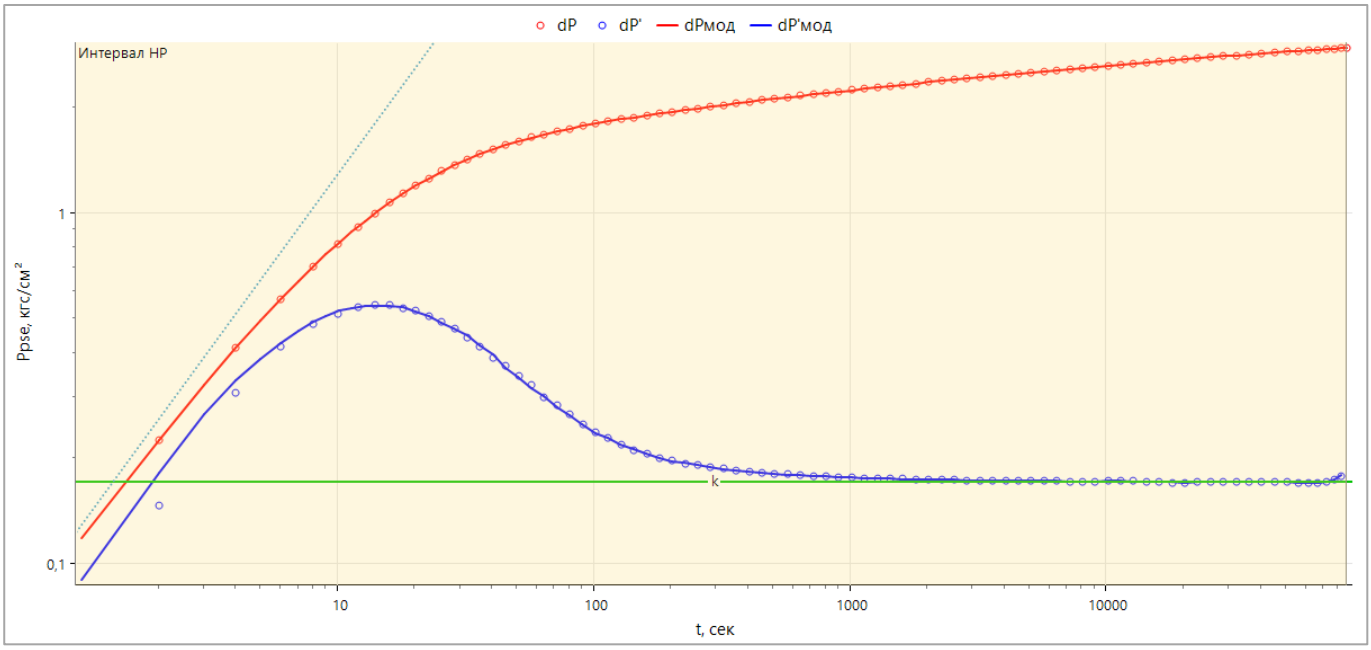
По набору определяемых параметров модель наклонной скважины фактически совпадает с набором неполного вскрытия, где также требуется определить протяженность интервала перфорации и его локализацию. Дополнительным параметром является угол отклонения от вертикали. Полный перечень определяемых параметров:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- работающий интервал перфорации наклонной скважины **hwn**
- локализация интервала перфорации в толще пласта параметром **Zw**, который задает положение середины интервала перфорации над подошвой пласта,
- соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**
- угол отклонения ствола скважины от вертикали **γ**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,0169	0,169	1,69
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	19,57	195,7	1957
☑	S	б. р.	**-7**	0,156	15
☑	Kz/Kr	б. р.	0,01	0,16	1
☑	Zw	м	0,09	4,5	**9**
☑	hwn	м	1,54548	9,5	154,548
	γ	Град		44,77	

В случае занесения в программу исходных данных по инклинометрии, величина угла отклонения от вертикали будет рассчитана автоматически при первичной оценке

интерпретации. Пользователь имеет возможность вручную внести или исправить данное значение в случае отсутствия данных инклинометрии.



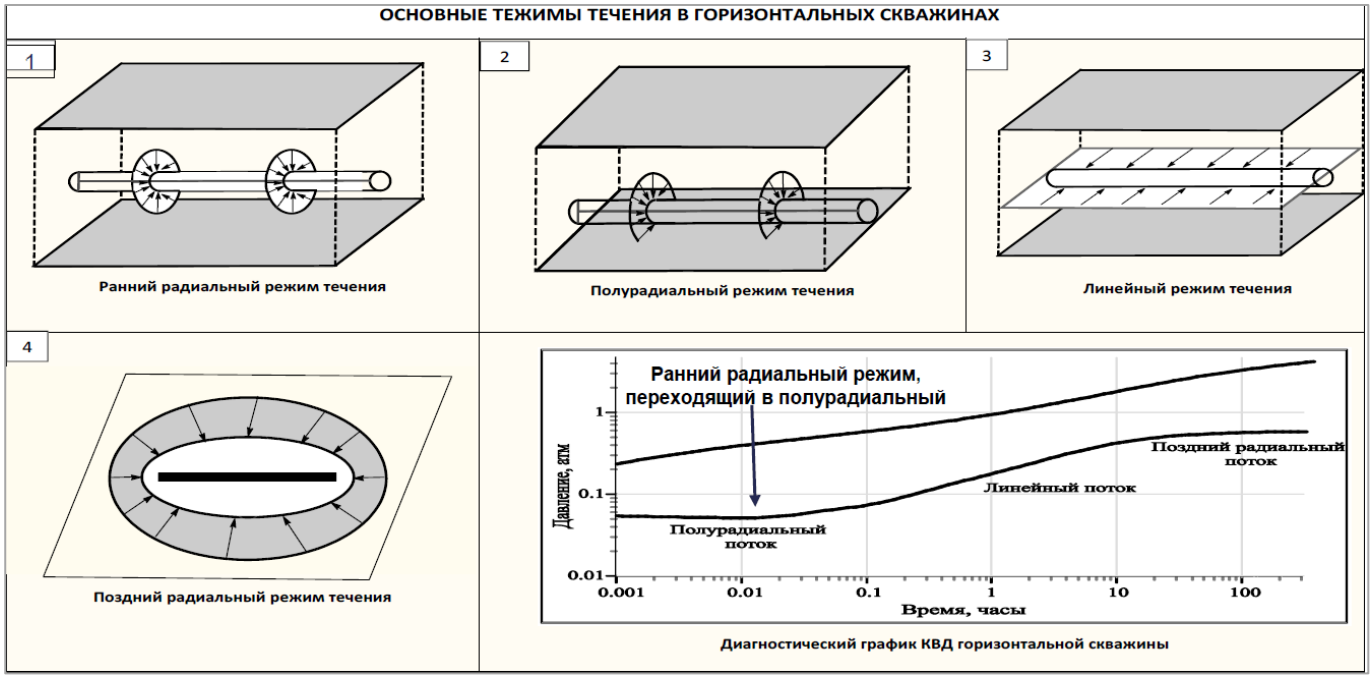
7.2.2.4. Модель горизонтальной скважины

ГДИ горизонтальной скважины характеризуются несколькими режимами течения:

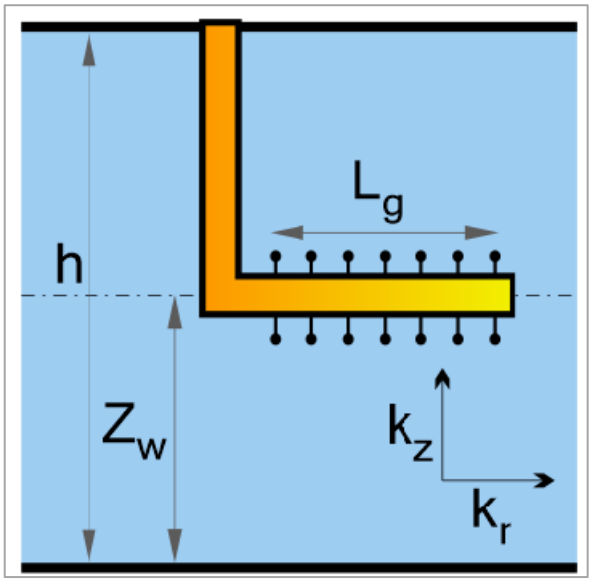
- ранний радиальный приток, в течение которого зона возмущенного давления («воронка давления») распространяется как в пласте бесконечной толщины;
- полурадиальный приток, когда воронка давления достигает кровли или подошвы пласта;
- линейный режим течения, в течение которого приток становится чисто горизонтальным однородным потоком к стволу скважины и характеризуется наклоном диагностических линий ½;
- поздний радиальный режим, когда зона возмущенного давления увеличивается настолько, что приближается к форме круга, а диаметр этого круга значительно превышает длину горизонтального ствола скважины; режим притока к скважине становится аналогичен радиальному притоку вертикальной скважины.

В пластах небольшой толщины ранний радиальный и полурадиальный режимы течения на диагностическом графике могут быть скрыты в силу своей скоротечности. На это может повлиять как влияние ствола скважины, так и близость кровли и/или подошвы пласта. С другой стороны, достижение позднего радиального режима (определяющего пластового

давления) может затруднено в силу большой длительности ГДИ и ограничениями производственного характера.



На схеме представлена скважина и параметры, определяющие приток к скважине.



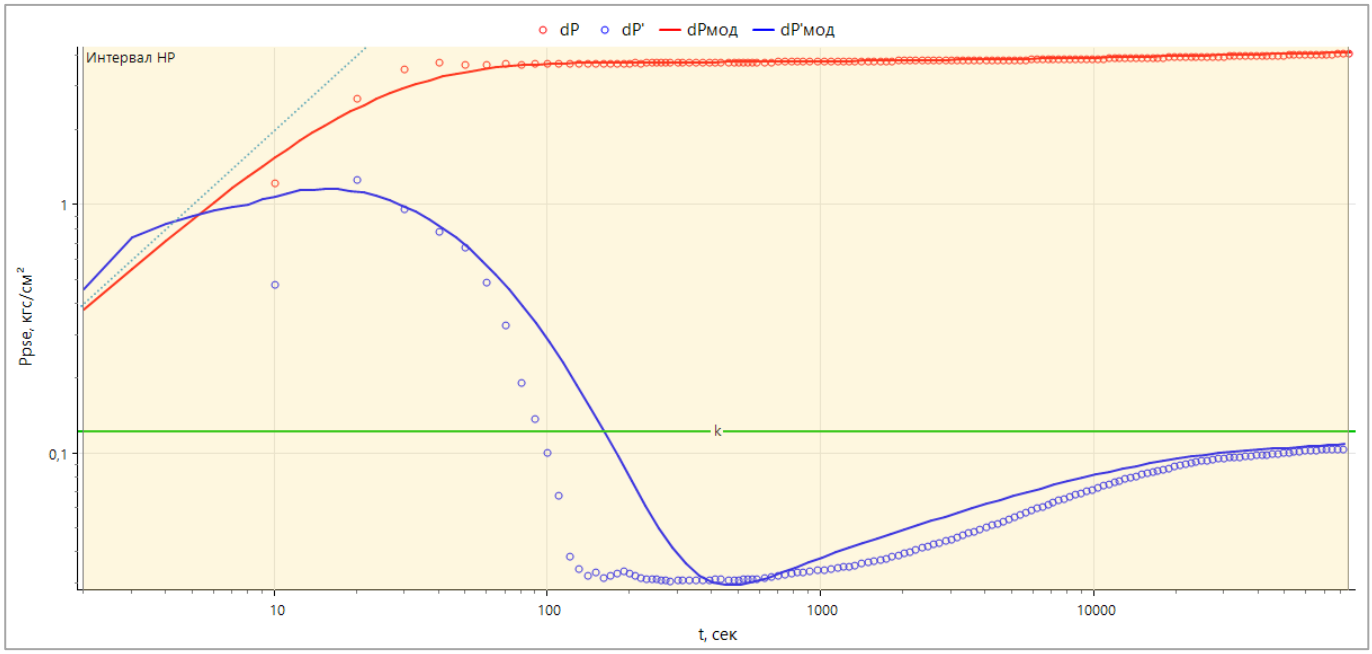
В соответствии с существованием различных режимов, при интерпретации путем нелинейной регрессии определяются следующие параметры, влияющие на приток:

- проницаемость **k**
- геометрический скин-фактор **Sh**
- длина работающей части горизонтального ствола скважины **Lg**
- соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**
- расстояние от подошвы пласта до горизонтального ствола **Zw**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,01	0,1	1
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	1	10	100
☑	Sh	б. р.	0	0	15
☑	Lg	м	50	250	600
☑	Kz/Kr	б. р.	0,002	0,1	1
☑	Zw	м	3,96	19,8	35,63

Допущением, принятыми при использовании модели горизонтальной скважины, является постоянство параметра Zw, другими словами параллельность горизонтального ствола скважины и подошвы пласта. В соответствии с этим допущением предполагается угол наклона скважины от вертикали более 80°.

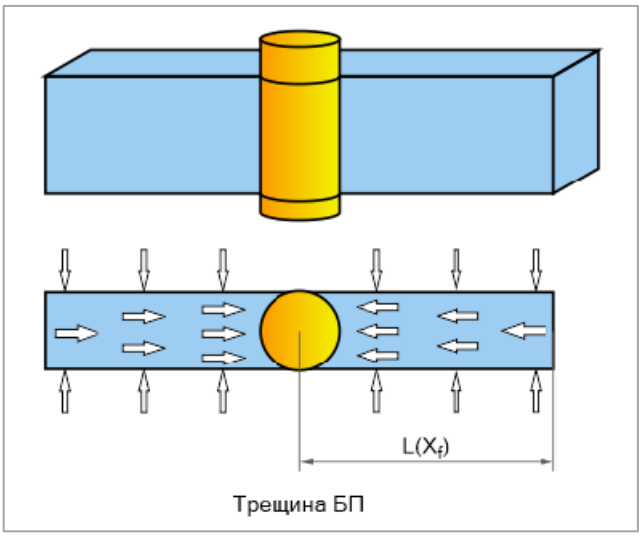
При этом в теории, заложенной в интерпретацию, предполагается, что работающая часть горизонтального ствола является единой, а не разбитой на несколько работающих участков. Кроме того, в случае, если работает только часть горизонтального ствола, невозможно определить, какая именно часть ствола работает, ближе к точке входа в пласт или к забою скважины.



7.2.2.5. Модель скважины с трещиной бесконечной проводимости

Модель трещины бесконечной проводимости (ТБП) обладает режимом течения с наклоном диагностических линий ½, таким же, как и модель горизонтальной скважины. Физически поток в этом режиме обладает той же структурой однородного притока, только вместо ствола скважин в данном случае выступает трещина бесконечной проводимости, которая отводит весь приток к стволу скважины, как горизонтальная скважина отводит приток к точке входа в пласт. Отличие заключается в отсутствии режимов раннего

радиального и полурадиального притока в силу физика процесса. При этом достижение (позднего) радиального режима также затруднено в силу высокой продолжительности таких исследований и обычно отмечается только переходный режим от линейного к радиальному режиму.



Трещина БП

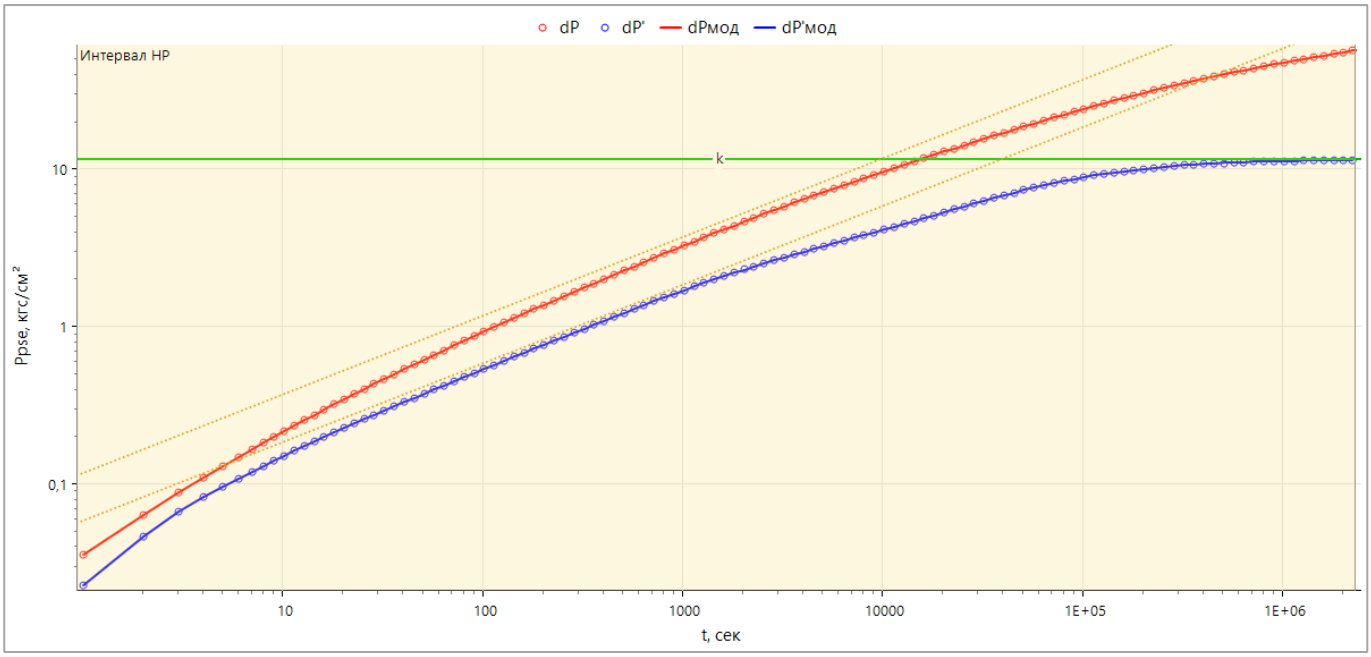
Из названия модели трещины бесконечной проводимости следует, что трещина ГРП успевает отвести к стволу скважины весь поступающий приток и ограничивающим фактором дебита служит только проницаемость пласта.

Параметрами, определяемыми в процессе интерпретации, являются:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- полудлина трещины **L(Xf)**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,01	0,1	1
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	1	10	100
☑	S	б. р.	0	1	15
☑	L(Xf)	м	5	50	490

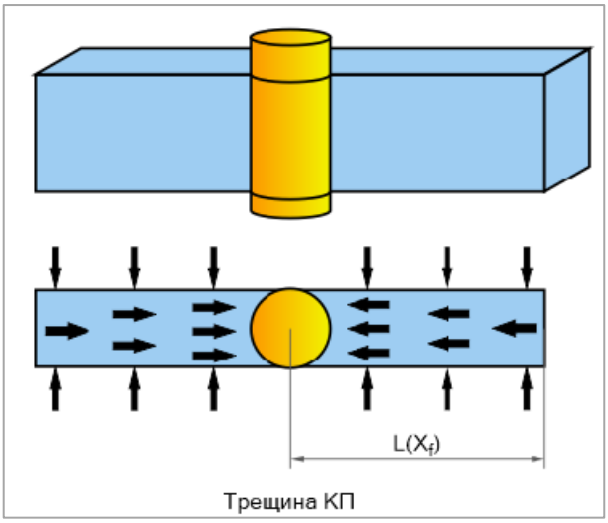
При первичном анализе ГДИ для скважины с ГРП рекомендуется применить модель вертикальной скважины, убедиться в наличии сильно отрицательного скин-фактора (от -1 до -7) и наличии наклона линий на диагностическом графике ½, а затем перейти к модели ТБП.



7.2.2.6. Модель скважины с трещиной конечной проводимости

Модель трещины конечной проводимости (ТКП) обладает характерным линейным режимом течения ¼. При этом режиме поток обладает такой же структурой однородного притока к трещине, как и к трещине бесконечной проводимости, но поскольку проводимость трещины ограничена из-за внутреннего фильтрационного сопротивления, общая продуктивность системы трещина-пласт ограничена двумя факторами: продуктивностью пласта и проводимостью трещины. В предельном случае продуктивность пласта формально уже ни играет роли в дебите скважине, поскольку трещина выступает в качестве ограничителя притока к стволу скважины, и, хотя пласт и способен обеспечить более высокий приток к трещине, трещина не способна прокачать этот объем флюида к скважине.

В некоторых случаях участок с наклоном ¼ может быть скрыт длительным послепритоком. В этом случае при выборе модели и интерпретации следует полагаться на сильно отрицательное значение скин-фактора (от -1 до -7) при попытке применения модели вертикальной скважины и хорошее совмещение результатов замеров давления и модельной кривой для модели трещины конечной проводимости.



Трещина КП

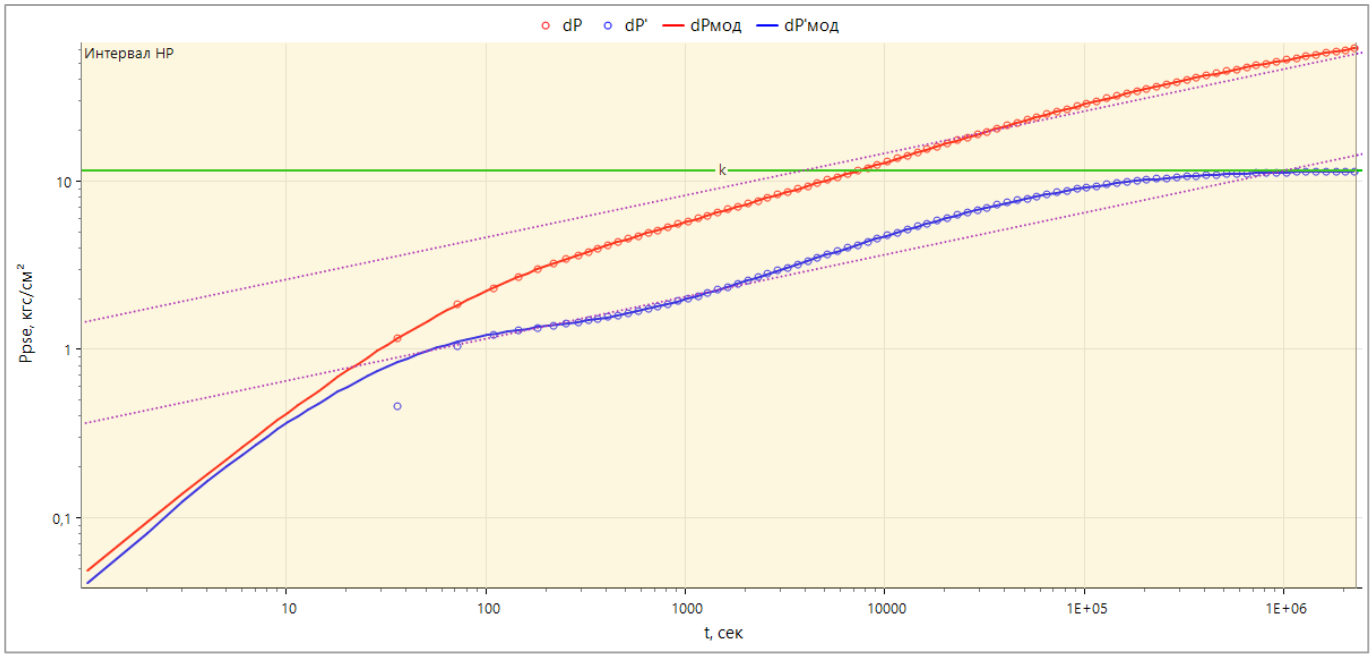
При интерпретации ТКП по сравнению с трещиной бесконечной проводимости появляется дополнительный параметр Fcd, определяющий ее продуктивность по отношению к продуктивности пласта. Параметрами, определяемыми в процессе интерпретации, являются:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- полудлина трещины **L(Xf)**
- безразмерная проводимость трещины **Fcd**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,00412	0,0636	0,412
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	0,6743	6,743	67,43
☐	S	б. р.	**0**	**0**	15
☑	L(Xf)	м	5	10,2709	**250**
☑	Fcd	б. р.	0,1	3,62069	10

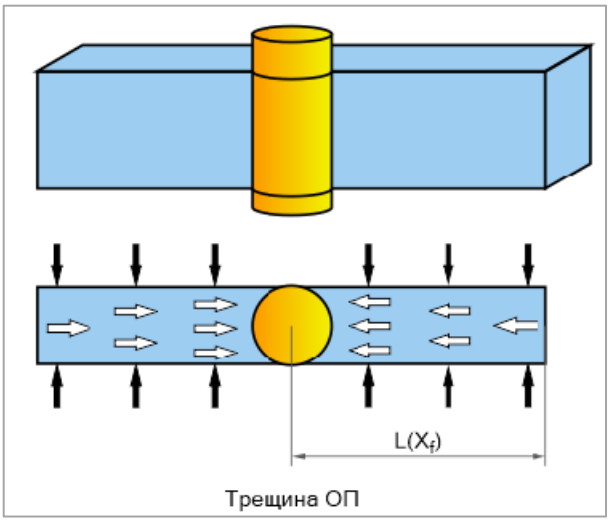
Типичное значение Fcd для ТКП составляет от 2 до 100. При дальнейшем росте значения Fcd линейный режим течения на диагностическом графике все больше отклоняется от значения угла ¼ и приближается к ½, что означает, что математически модель приближается к характерному притоку для модели трещины бесконечной проводимости. В программе заложено ограничение, что значение Fcd не может принимать значение более 200, но фактически в интервале значений Fcd от 100 до 200 модели ТКП и ТБП уже трудно различить, поскольку результаты интерпретации для обеих моделей будут почти совпадать. В противоположном случае, при значении Fcd меньше 2 возникает ситуация, когда трещина слишком низкопродуктивна и не может пропустить через себя поставляемый пластом флюид, возникает сложная схема притока в пласте, одновременно к

трещине и к стволу скважины. При приближении Fcd к 0 эффективнее использовать модель без учета трещины ГРП.



7.2.2.7. Модель скважины с трещиной однородный поток

Модель трещина однородный поток (ТОП) использует иной теоретический принцип в своей основе, отличающийся от моделей ТКП и ТБП. В то время, модели ТКП и ТБП основаны на идее о соотношении продуктивности трещины ГРП и пласта, модель ТОП основывается на предположении равномерного притока флюида к трещине. Это означает, что каждый погонный метр трещины получает из пласта одинаковое количество притекающего флюида в единицу времени, никак не связывая этот факт с проводимостью трещины. На схеме притока трудно отобразить отличие, поскольку приток к трещине и по трещине присутствует в каждой из моделей, отличие заключается в методике расчета модельной кривой.

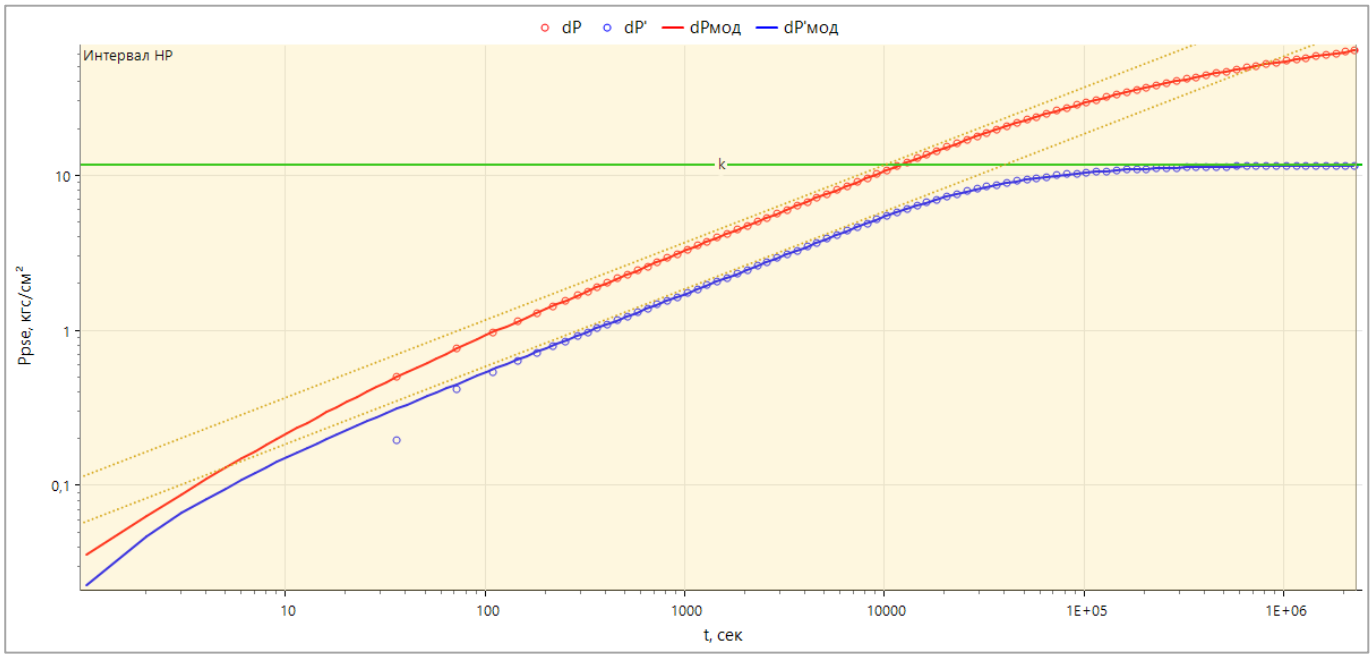


Формально при интерпретации по модели трещина однородный поток набор определяемых параметров совпадает с набором для модели трещины бесконечной проводимости. Для модели ТКП параметр Fcd является неким конечным положительным числом, для модели ТБП параметр Fcd формально равняется ∞ и не требует определения, а для ТОП параметр Fcd не применим. Таким образом, параметрами, определяемыми в процессе интерпретации, являются:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- полудлина трещины **L(Xf)**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,0353	0,389	3,53
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	0,212	2,812	21,2
☑	S	б. р.	0,001	1,6	15
☑	L(Xf)	м	5	62	90

Для модели ТОП не существует формальных признаков на диагностическом графике, она рекомендована для выбора в качестве актуальной в случае более качественного совпадения модельной кривой и фактических точек, что приведет к повышению качества определения параметров пласта. Поскольку режим именно однородного потока более характерен для протяженных трещин бесконечной продуктивности, в таких случаях рекомендуется проверять данную модель.



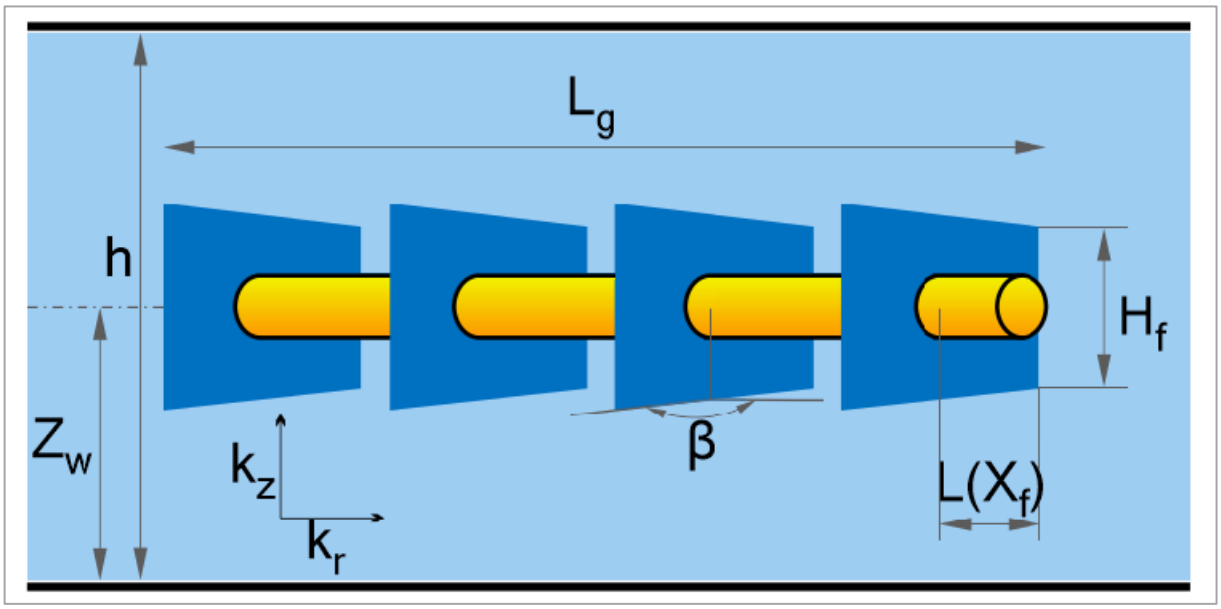
7.2.2.8. Модель горизонтальной скважины с многостадийным гидроразрывом пласта (МГРП)

Модель горизонтальной скважины с МГРП характеризуется сложным поведением притока и подразделяется на два варианта:

- МГРП конечной проводимости
- МГРП бесконечной проводимости

В типовом случае, положенной в основу данной модели, приняты следующие допущения:

- трещины ГРП размещены равномерно по горизонтальному стволу скважины;
- трещины ГРП обладают одинаковыми линейными размерами полудлины и высоты;
- трещины ГРП азимутально ориентированы одинаково по отношению к горизонтальному стволу;
- для модели МГРП конечной проводимости все трещины обладают одинаковым **Fcd**.



Тем не менее, при использовании опции «Произвольные параметры трещин» существует возможность детально задать параметры каждой трещины:

- расстояние от начала горизонтального ствола скважины;
- отдельно длина левого и правого крыла трещины;
- безразмерная проводимость трещины;
- безразмерная проводимость трещины **Fcd**;

– угол отклонения трещины от направления ствола скважины.

При использовании опции «Произвольные параметры трещин» параметры трещин не будут определяться в процессе нелинейной регрессии, а будут зафиксированы, и программа будет определять только параметры, относящиеся горизонтальному стволу.

Пользователю необходимо определить, какой тип притока программа будет учитывать при нелинейной регрессии: приток только к трещине или одновременный приток к трещине и к стволу скважины.

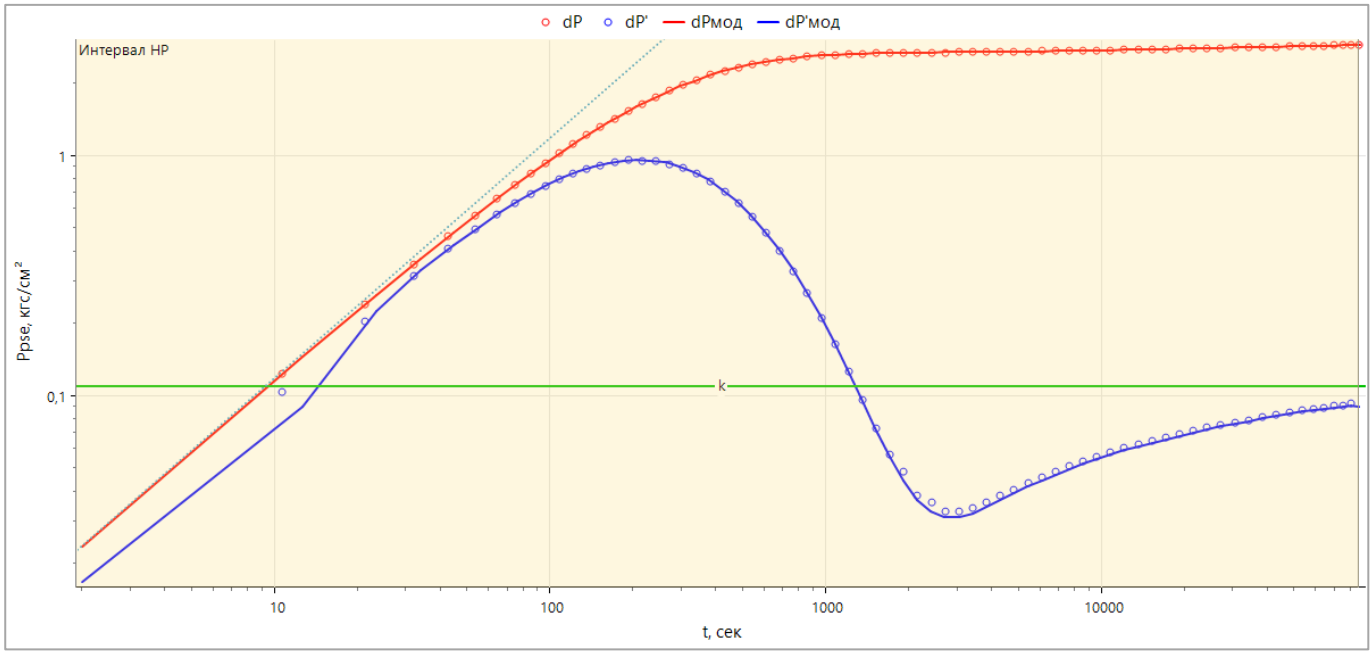
Математический аппарат представляет собой сопряжение соответствующих формул для притока по модели ТКП или ТБП и потока по горизонтальной скважине. Кроме того, учитывается количество трещин ГРП и их интерференция. В общем случае, без использования опции «Произвольные параметры трещин», в процессе нелинейной регрессии подбираются параметры как горизонтального ствола, так и трещин ГРП:

– проницаемость **k**
– геометрический скин-фактор **Sh**
– длина работающей части горизонтального ствола скважины **Lg**
– соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**
– расстояние от подошвы пласта до горизонтального ствола **Zw**
– полудлина трещины **L(Xf)**
– высота трещины **Hf**
– безразмерная проводимость трещины **Fcd** (для МГРП конечной проводимости)
– угол отклонения трещины от направления горизонтального ствола

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,183	1,84	18,3
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	18,52	306,2	1852
☑	S	б. р.	**0**	12	100
☑	Lg	м	122	474,79	610
☑	Kz/Kr	б. р.	0,01	0,12	0,2
☑	Zw	м	1	7	7
Параметры трещин					
	Nfracs	б. р.		6	
☑	L(Xf)	м	5	49,8941	240
☑	Hf	м	0,8	**18**	**18**
☑	Fcd	б. р.	0,1	4,5	10
☑	β	Град	**20**	**89**	89
	Nseg	б. р.		12	

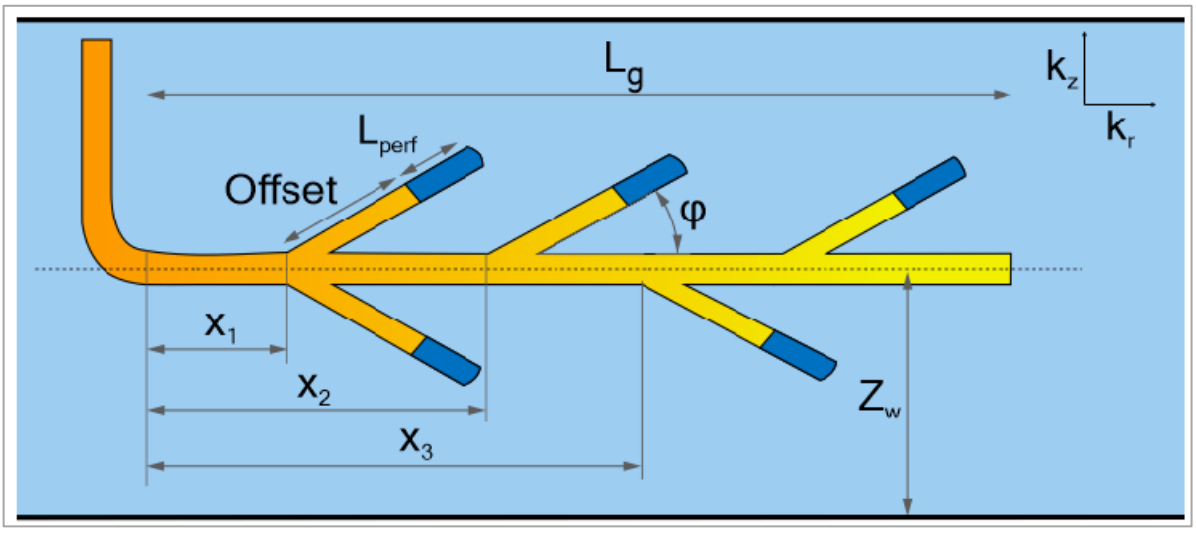
Количество трещин ГРП задается пользователем параметром **Nfrac**. Несмотря на то, что этот параметр не подбирается при нелинейной регрессии, пользователь может выполнить проверку и оценить возможность того, что не все трещины ГРП работают.

Параметр **Nseg** является служебным и не рекомендуется к изменению. Он используется для модели МГРП конечной проводимости и определяет количество сегментов, на которые алгоритм разбивает трещину для расчета потоков.



7.2.2.9. Модель горизонтальной скважины со стволами-ответвлениями (модель FishBone)

Модель Fishbone (рыбья кость, рыбий скелет) предназначена для интерпретации горизонтальной скважины с ответвлениями. На схеме ниже подразумевается, что приток осуществляется только к ответвлениям, синим цветом показаны интервалы перфорации.

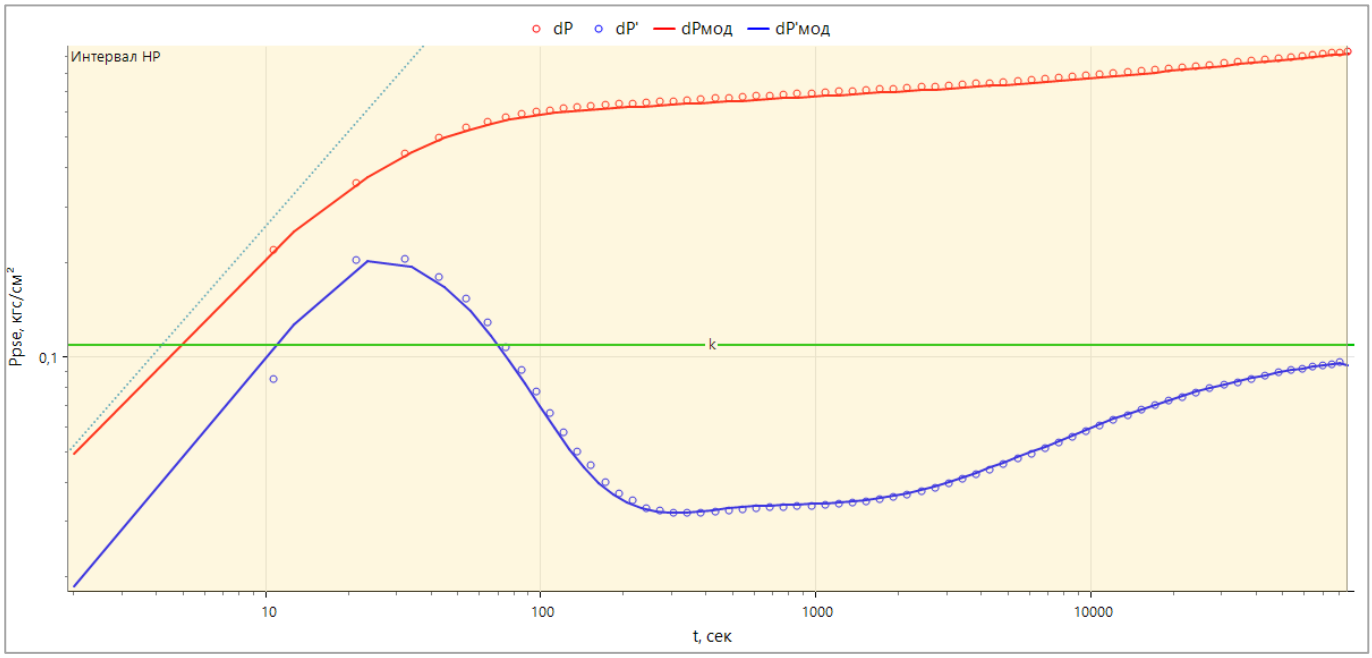


Модель допускает задание нескольких ответвлений, как влево и вправо от основного ствола, так и одновременное ответвление влево-вправо. Предполагается, что все ответвления располагаются в одной плоскости, на одном уровне над подошвой пласта. Для одновременных ответвлений влево-вправо предполагается одинаковое симметричное расположение и протяженность интервалов перфорации. Пользователем задаются расстояние каждой точки ветвления от начала горизонтального ствола (от 0 до длины ГС), одинаковый угол отклонения (не более 90°) и одинаковый внешний радиус каждого ствола ответвления. Кроме того, пользователь может выбрать между вариантами притока либо только к ответвлениям, либо одновременно к основному горизонтальному стволу и к ответвлениям.

В процессе нелинейной регрессии программой определяется местоположение перфорации, протяженность интервала перфорации и скин-фактор каждого ответвления. Общий перечень определяемых параметров:

- проницаемость **k**
- скин-фактор **S**
- длина работающей части горизонтального ствола скважины **Lg**
- соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**
- расстояние от подошвы пласта до горизонтального ствола **Zw**
- относительная координата начала интервала перфорации ответвления **Offset** (расстояние от основного ГС до точки начала перфорации ответвления),
- длина перфорации ответвления **Lperf**
- скин-фактор ответвления **Sb**

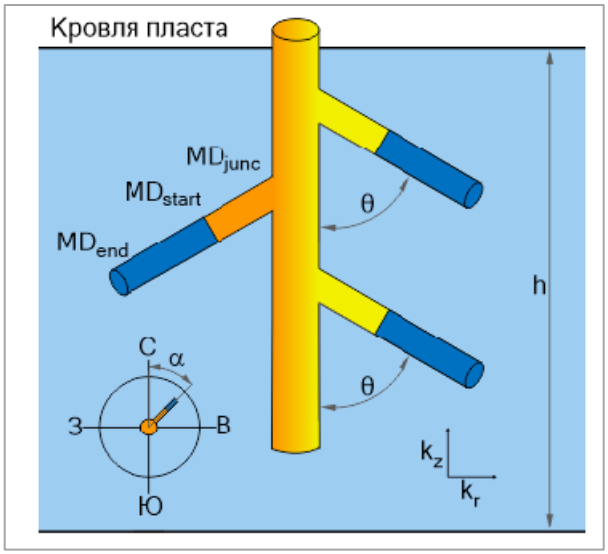
	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,000835	0,35	0,835
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	18,52	306,2	1852
☑	S	б. р.	0	11,9	100
☑	Lg	м	122	475	610
☑	Kz/Kr	б. р.	0,01	0,12	0,2
☑	Zw	м	1	7	7
Параметры ответвления 1 (в обе стороны)					
☐	Offset	м	10	50	1000
☑	Lperf	м	1	61,35	1000
☑	Sb	б. р.	**-1**	5,4	15
Параметры ответвления 2 (слева)					
☐	Offset	м	10	50	1000
☑	Lperf	м	1	53,981	1000
☑	Sb	б. р.	**-1**	4,5	15
Параметры ответвления 3 (справа)					
☐	Offset	м	10	50	1000
☑	Lperf	м	1	71,02	1000
☑	Sb	б. р.	**-1**	2,1	15



7.2.2.10. Модель многозабойной скважины

Модель многозабойной скважины является развитием модели Fishbone в том смысле, что траектории и основного ствола, и ответвлений могут быть как наклонными, так и горизонтальными. Принято допущение, что ответвления обладают фиксированными зенитными и азимутальными углами, т.е. в модели их траектория прямолинейная.

Отметим, что понятие скин-фактора полностью теряет свой смысл для скважины в виде такой “елочки”.

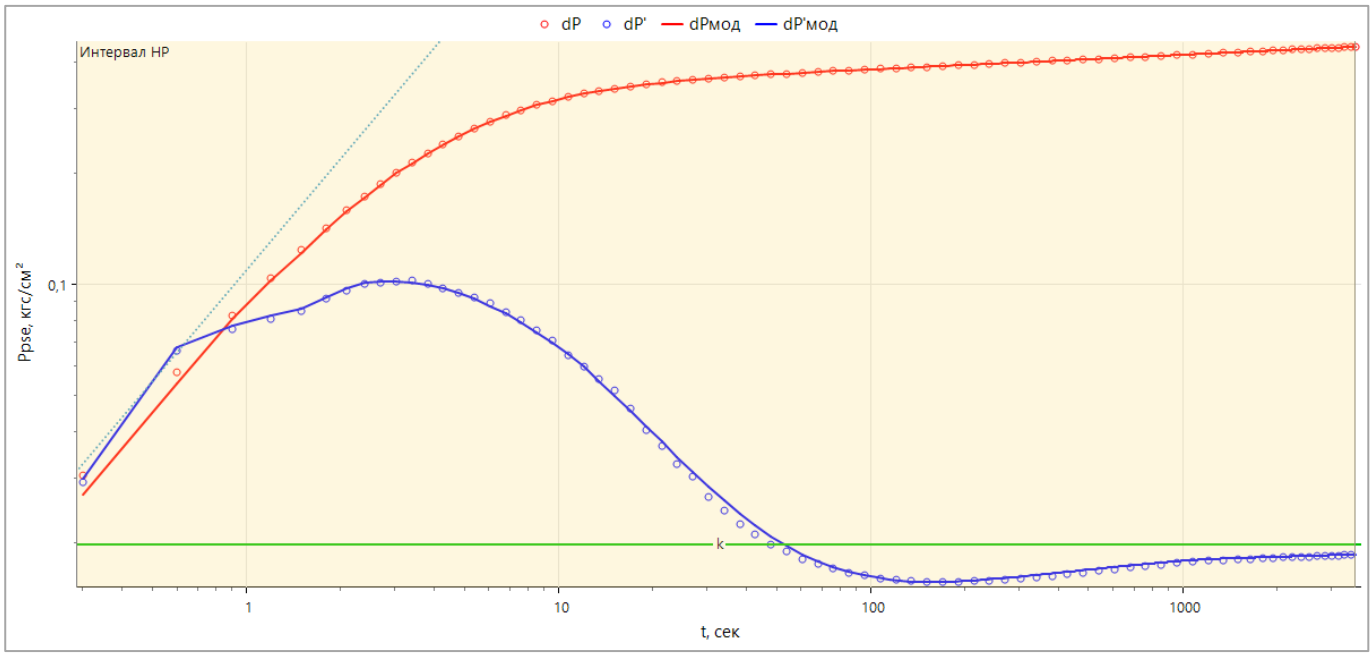


Пользователем определяются азимутальный и зенитный углы ответвления и радиус ствола каждого ответвления. Программа в процессе нелинейной регрессии определяет:

- проницаемость пласта k,
- соотношение вертикальной и горизонтальной проницаемости **Kz/Kr**
- точку начала ответвления бокового ствола от основного ствола **MDjunc**
- начало интервала перфорации бокового ствола **MDstart**
- длину интервала перфорации бокового ствола **MDLperf**
- скин-фактор бокового ствола **Sb**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,0944	0,604	9,44
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☐	k	мДарси	89,12	914,8	8912
☑	Kz/Kr	б. р.	0,01	0,3487	0,4
Параметры бокового ствола 1 (накл.)					
☐	MDjunc	м	785	790	800
☑	MDstart	м	795	795	800
☑	MDLperf	м	10	20,5553	25
☑	Sb	б. р.	-7	8,161	15
Параметры бокового ствола 2 (накл.)					
☐	MDjunc	м	790	800	810
☑	MDstart	м	805	809,401	820
☑	MDLperf	м	10	19,2498	25
☑	Sb	б. р.	-7	9,349	15

Формально программа может попытаться самостоятельно определить точки отхода ответвлений от основного ствола **MDjunc**, но рекомендуется пользователю однозначно задавать эти значения и снимать флаг активности с соответствующего параметра. Кроме того, необходимо корректно задавать границы мин-макс для интервала перфорации, в которых программа будет вести поиск решения.



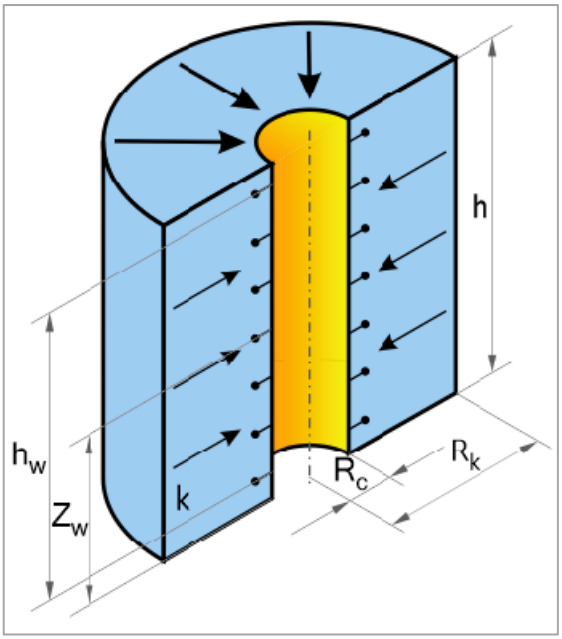
7.2.3. Применение модели пласта

Все модели пласта предполагают, что пласт является плоским, т.е. кровля и подошва пласта плоскопараллельны друг другу и находятся горизонтально. Свойства пласта остаются постоянными во времени. В некоторых моделях допускается изменение свойств по высоте или по радиусу от вертикальной скважины.

Конкретные примеры диагностического графика для разных моделей пласта будут приведены для вертикальной скважины, с постоянным влиянием ствола скважины и без учета границ пласта

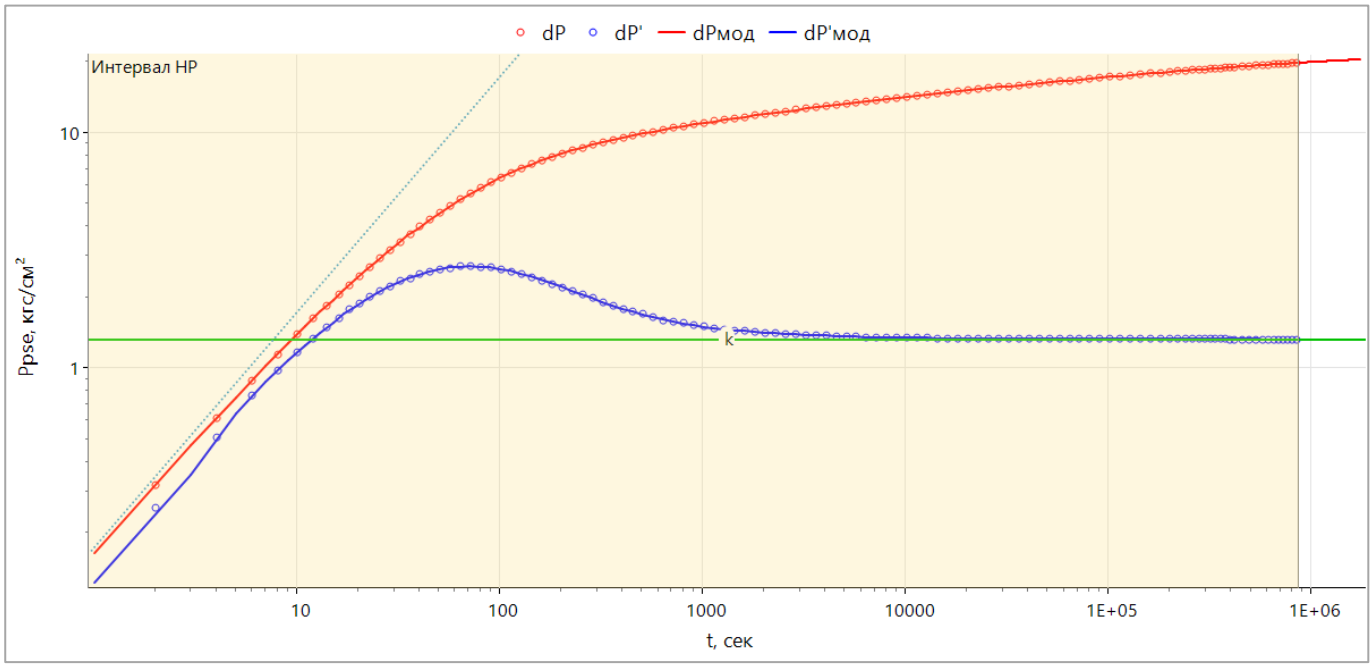
7.2.3.1. Модель однородного бесконечного пласта

Модель однородного бесконечного пласта является базовой в теории интерпретации ГДИС. Собственно, основной моделью «скважина-пласт» является модель вертикальной скважины в однородном пласте, вскрытом на всю толщину. Эту модель также называют «стандартной» моделью с радиальным притоком, обеспечиваемым радиальной симметрией модели. Эта модель решается аналитически.



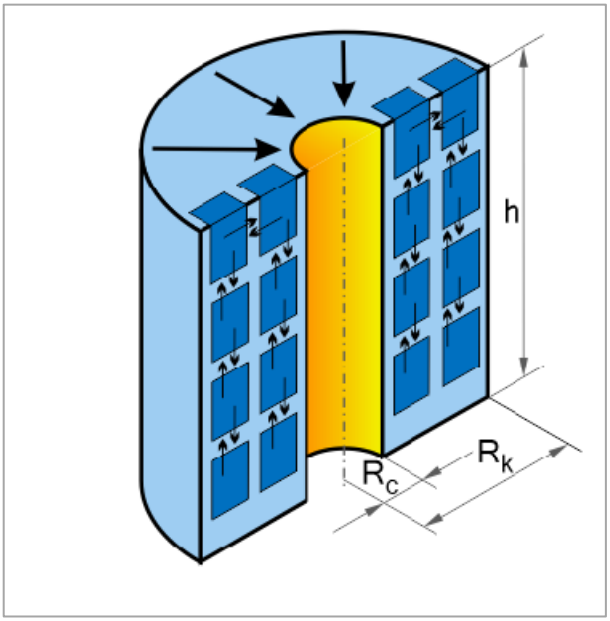
Основное допущение модели однородного пласта заключается в том, что пласт обладает одинаковыми емкостными и фильтрационными свойствами на всем протяжении, при этом течение потока всюду осуществляется в однопорово-однопроницаемой среде в соответствии с законом Дарси. Для вертикальной скважины результатом является получение данных о проницаемости пласта и скин-факторе скважины.

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	$м^3/(кгс/см^2)$	0,0001	10	100
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	16,63	130,1	1663
☑	S	б. р.	**-7**	-1,28	15



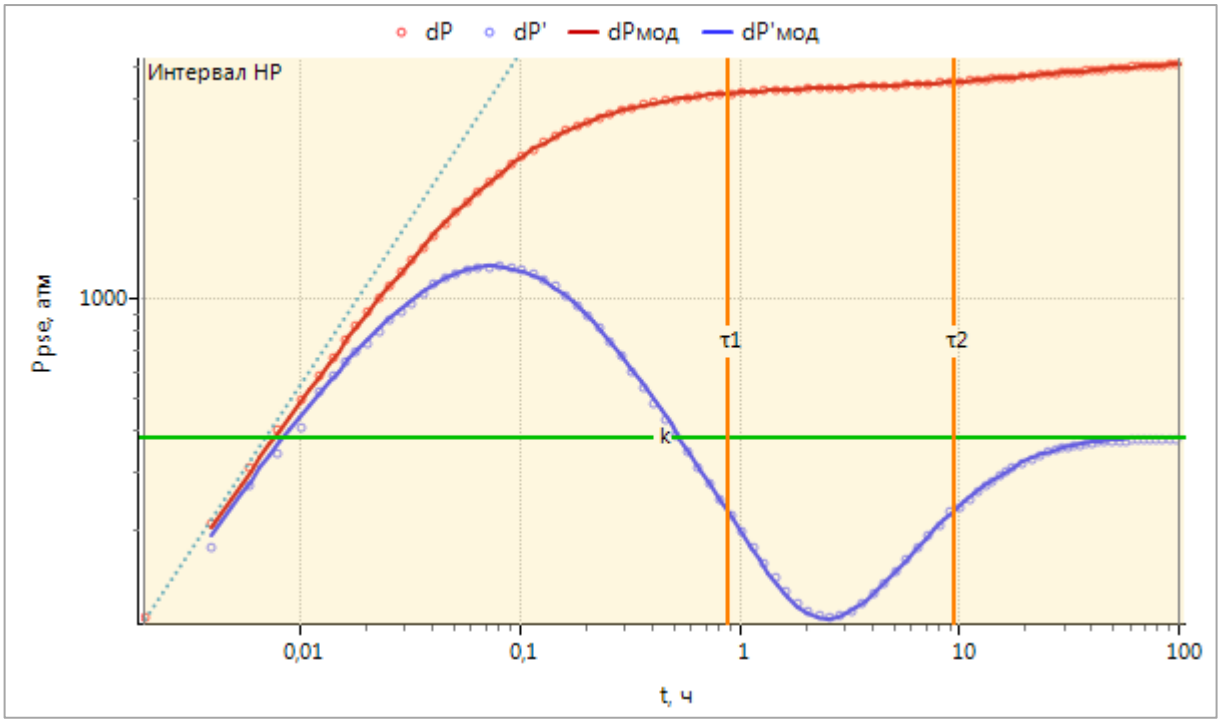
7.2.3.2. Модели пласта с двойной пористостью

Интерпретация по модели с двойной пористостью отличается от интерпретации по стандартной модели дополнительными параметрами **τ1** и **τ2**, которые представляют собой время релаксации трещин и время релаксации блоков матрицы.



На диагностическом графике эти времена отображаются двумя вертикальными линиями, которые можно перемещать с помощью курсора. Значения времен **τ1** и **τ2** обычно соответствуют точкам перегиба на графике производной. Эти параметры однозначно связаны с безразмерными величинами **ω** (отношение упругоемкости трещин к упругоемкости всего пласта) и **λ** – коэффициентом перетоков.

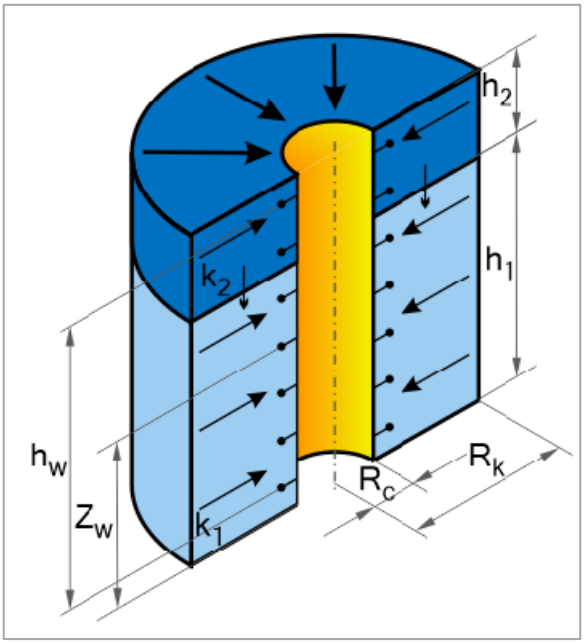
	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,0001	0,001	0,01
Параметры пласта (2m) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	0,983	9,83	98,3
☑	S	б. р.	-7	-1,21	13,8
☑	τ1	ч	0,17486	0,8743	4,3715
☑	τ2	ч	1,874	9,37	46,85



Следует иметь в виду, что при большом влиянии ствола скважин (например, в случае механизированных скважин, не оборудованных пакером) характерное для модели двойной пористости поведение диагностического графика обычно искажается длительным послепритоком.

7.2.3.3. Модель пласта с двойной проницаемостью

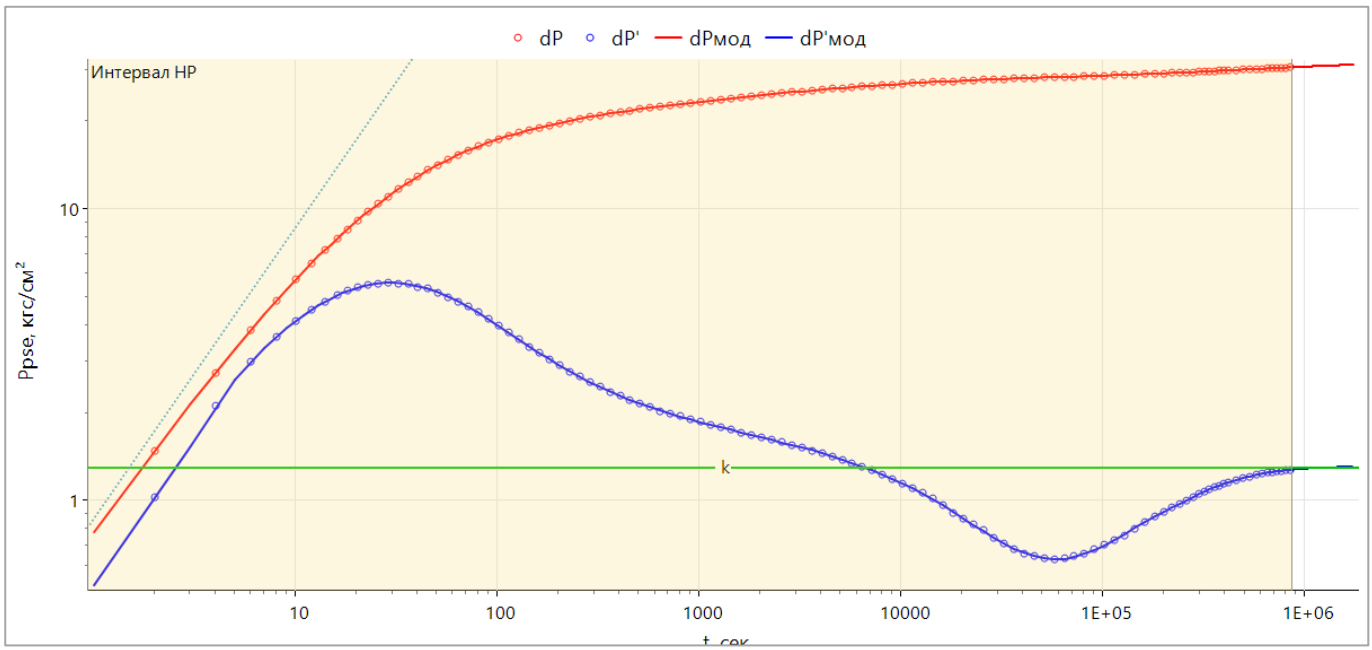
В данном контексте термин «двойной проницаемости» означает, что пласт обладает переменной проницаемостью по разрезу и фактически состоит из двух примыкающих сообщающихся пропластков разной проницаемости.



Соотношение проницаемости пропластков может быть, как больше, так и меньше единицы, при этом при интерпретации программа рассчитывает средневзвешенную по толщине проницаемость.

Диагностический график для модели двойной проницаемости похож на график для модели двойной пористости, обладая схожим провалом между двумя участками радиального притока, который служит индикатором двух подсистем фильтрации. При этом V-образное снижение более пологое.

ПРИМЕЧАНИЕ: идентификация первого участка радиального притока часто затрудняется наличием длительного послепритока.



Помимо средневзвешенной проницаемости определяются следующие параметры:

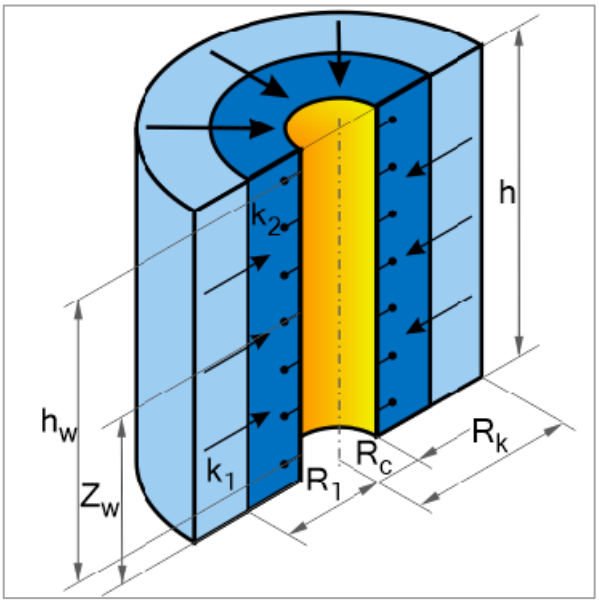
- скин-фактор каждого пропластка **S1** и **S2**
- относительная упругоемкость верхнего пропластка **ω**
- коэффициент перетоков **λ**
- относительная проводимость верхнего пропластка **к12**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,0001	0,1	100
Параметры пласта (2k) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	16,63	100	1663
☑	S1	б. р.	**-7**	3	15
☑	S2	б. р.	**-7**	-3	15
☑	ω	б. р.	**1E-9**	0,1	**1**
☑	λ	б. р.	1E-8	1E-7	0,0001
☑	к12	б. р.	**0**	0,99	**1**

7.2.3.4. Модель радиально-составного (композитного) пласта

Модель радиально-составного пласта (РСП) применима только для вертикальной скважины в силу радиальной симметрии рассматриваемой ситуации. В основе модели лежит допущение, что в ближней зоне радиусом менее некоего фиксированного значения R_1 свойства пласта и/или жидкости отличаются от тех же свойств в дальней зоне, за пределами круга радиусом **R1**. Могут отличаться следующие параметры:

- проницаемость,
- пьезопроводность,
- вязкость.



В силу ограниченности теоретических возможностей интерпретации, список определяемых параметров несколько отличается от перечисленных и состоит из:

- проницаемость прискважинной зоны **k**
- скин-фактор **S**
- отношение подвижностей прискважинной и удаленной зоны **M**
- отношение пьезопроводности прискважинной и удаленной зоны **D**
- радиус внутренней (призабойной) зоны **R1**

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	118	1090	11800
Параметры пласта (РСП) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	26,09	260,9	2609
☑	S	б. р.	-3	2,65	15
☑	M	б. р.	0,1	6	10
☑	D	б. р.	0,1	2	10
☑	R1	м	10	12	270

Диагностический график РСП так же, как и модели двойной пористости и проницаемости, в общем случае характеризуется наличием двух характерных участков радиального режима течения, но между ними может быть как провал, так и горб производной, а сами участки радиального режима могут располагаться на разных уровнях. Данные особенности зависят от значений отношений подвижностей M и пьезопроводностей D.

7.2.4. Модели внешних границ

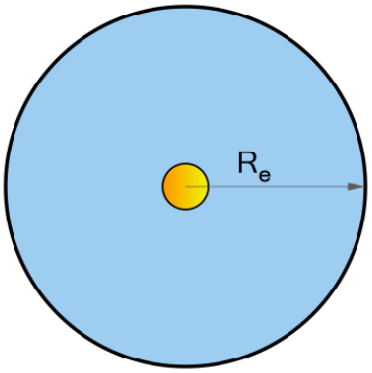
Модель любого пласта может быть ограничена внешней границей. В этом случае происходит искажение диагностического графика на больших временах.

Модели внешних границ пласта характеризуются формой и видом. В ПО Мониторинг ГДИС реализовано несколько разных моделей границ:

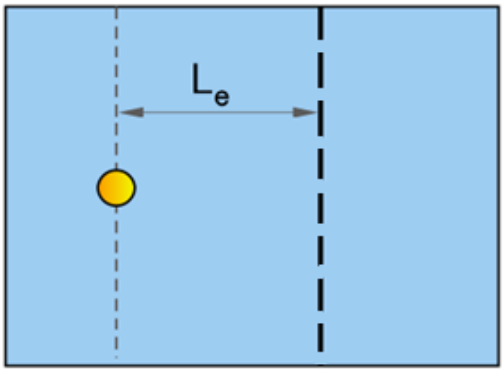
- в виде кругового контура радиусом **Rk** с центром в стволе скважины,
- частично проницаемый разлом на расстоянии **Le** и коэффициентом утечек **Leakage**
- разлом на расстоянии **Le**
- два параллельных разлома на соответствующих расстояниях **Le1** и **Le2**
- два пересекающихся разлома под углом **π/N** (N – целое число от 2 до 10) на соответствующих расстояниях **Le1** и **Le2**
- прямоугольник границ с соответствующими расстояниями до границ **Le1**, **Le2**, **Le3**, **Le4**.

Большинство моделей границ имеют две возможные опции граничного условия: нулевого притока Q=0 или постоянного давления P=const, причем если число разломов больше одного, для каждого из разломов граничное условие может быть задано независимо.

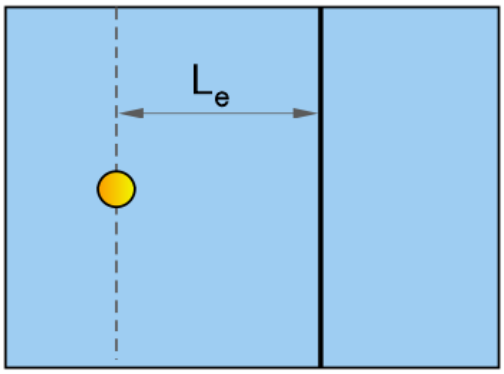
Схематично перечисленные модели представлены в таблице.



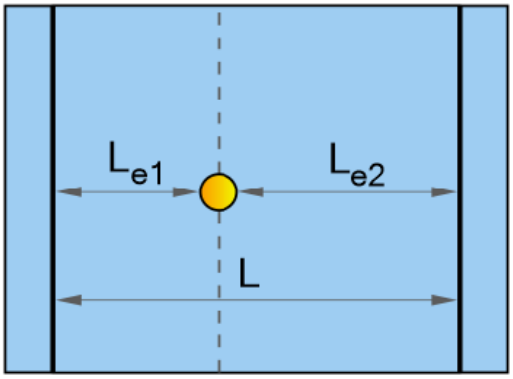
Круговая граница



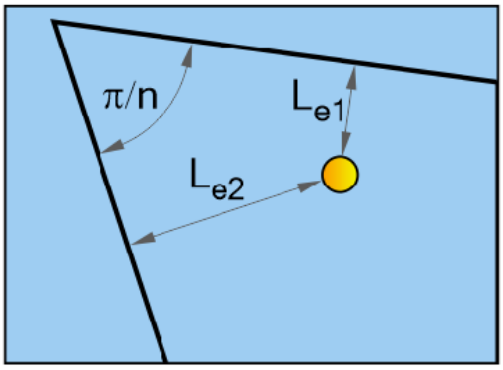
Полупроницаемый разлом



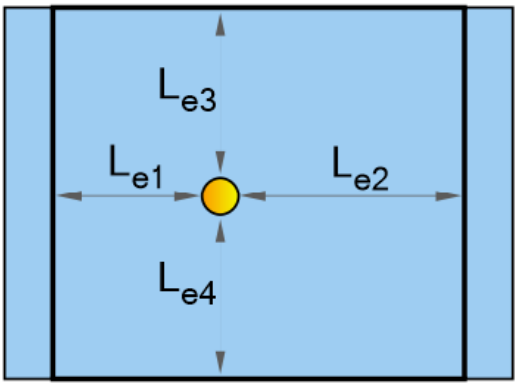
Разлом



Два параллельных разлома



Два пересекающихся разлома



Прямоугольник разломов

7.3. Интерпретации ГДИС с учетом различных технологий исследований

7.3.1. КВД, КПД и КВУ фонтанных и механизированных нефтяных скважин и КПД нагнетательных скважин

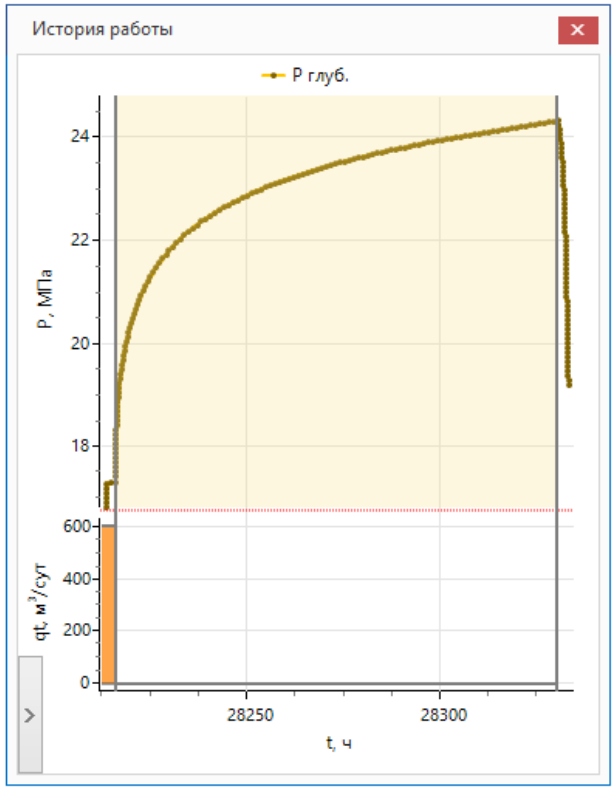
При интерпретации КВД, КПД и КВУ фонтанных и механизированных нефтяных скважин набор исходных данных для интерпретации разделяется на две группы: расчётные

параметры и параметры для интерпретации. Набор параметров зависит от выбранной категории скважины, способа эксплуатации, способа вызова притока и PVT-свойств нефти

7.3.1.1. КВД фонтанных и механизированных скважин

Интерпретация КВД фонтанных скважин имеет классический набор параметров для интерпретации, а на вкладке **Дебиты** выбирается участок dP(dt). При наличии нескольких интервалов КВД для интерпретации выбирается интервал кривой давления с наиболее длительным периодом остановки скважины и характеризующимся наиболее полным восстановлением давления.

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qo, м³/сут	qg, тыс.м³/сут	qw, м³/сут	qt, м³/сут	Qcum, м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	09.05.2014 (	9528	Работа	116,65	12,36	9,36	123,15	48900		
2	10.06.2015 (	72	Работа	155,53	131,84	12,447	453,28	50300		
3	13.06.2015 (	48	Работа	143,38	121,54	11,47	417,87	51100		
4	15.06.2015 (	144	Работа	133,86	113,47	10,712	390,13	53400		
5	21.06.2015 (	24	Работа	127,58	108,15	10,21	371,83	53800		
6	22.06.2015 (	48	Работа	139,66	118,39	11,17	407,02	54600		
7	24.06.2015 (	168	Работа	131,73	111,66	10,54	383,91	57300		
8	01.07.2015 (	24	Работа	124,42	148,68	9,95	497	57800		
9	02.07.2015 (	1464,13	Работа	54,934	65,646	4,3949	219,44	71200		
10	01.09.2015 (	719,669	Работа	135	139	10	469,28	85300		
11	30.09.2015 2	744,114	Работа	135	124	3	417,77	98200		
12	31.10.2015 2	720,13	Работа	120	111	1	372,61	109000		
13	01.12.2015 (	1487,82	Работа	124	145	7	483,41	139000		
14	31.01.2016 2	3301,03	Работа	112,87	170,36	8,3788	560,77	216000		
15	17.06.2016 '	47,2562	КВД	0	0	0	0	216000	☐	
16	19.06.2016 '	100	Работа	84,2	162	5,31	526,26	219000		
17	23.06.2016 '	4683,08	Работа	92,871	5,2166	0,15933	92,982	237000		
18	04.01.2017 '	4228,78	Работа	93,39	185,16	5,7621	600,63	343000		
19	30.06.2017 (	24	Работа	88,75	169,24	5,05	549,61	343000		
20	01.07.2017 (	640,045	Работа	89,457	187,87	5,2011	607,8	359000		
21	27.07.2017 '	113,8	КВД	0	0	0	0	359000	☑	0



Интерпретация КВД осуществляется стандартным методом наилучшего совмещения фактической и модельной кривых давления и их производных. Настраиваемыми параметрами модели в случае выбора постоянного ВСС, вертикальной скважины, однородного пласта и без границ являются **коэффициент ствола скважины C**, **эквивалентная проницаемость k_eq** и **скин-фактор S.**

Перечень определяемых параметров при интерпретации варьируется в зависимости от выбора моделей ВСС, скважины, пласта и границ. Таблица определяемых параметров находится под таблицей настраиваемых параметров.

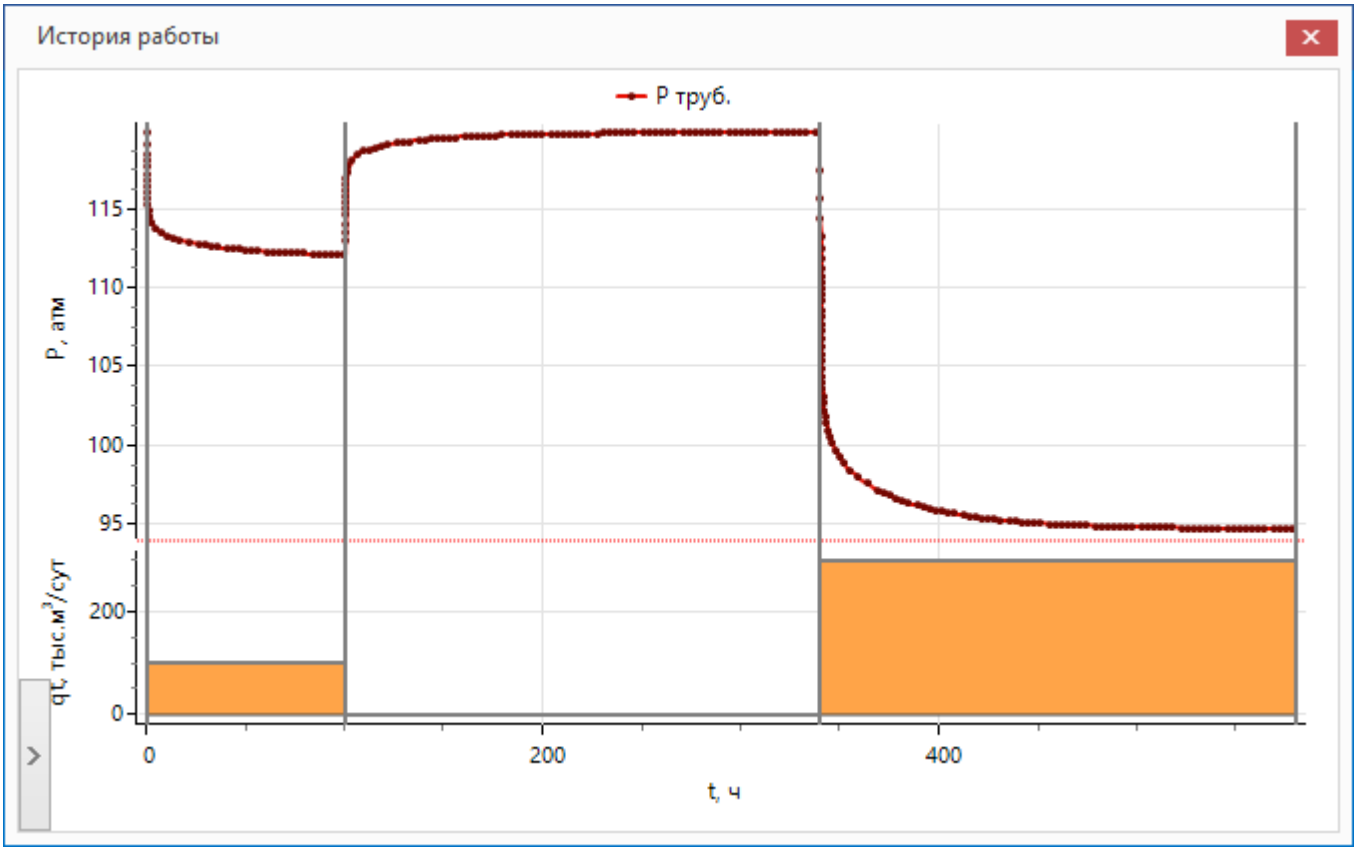
Параметр	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	72,8
Фазовая проницаемость нефти	мДарси	4,658
Фазовая проницаемость газа	мДарси	30,42
Фазовая проницаемость воды	мДарси	0,1881
Скин-фактор	б. р.	-0,139
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·с	72,8
Пьезопроводность	см²/сек	463
Время влияния контура питания	сек	414730
Радиус исследования	м	245,342
Депрессия на пласт	МПа	6,78209
Дополнительный перепад давления в призабойной зон	МПа	-0,118713
Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·атм)	9,08
Коэффициент продуктивности, расчётный	м³/(сут·атм)	8,4
Расчётный коэффициент продуктивности при скин-фа	м³/(сут·атм)	3,3
Начальное пластовое давление (Pi)	МПа	40,2182
Пластовое давление по аппроксимации	МПа	24,1042
Пластовое давление на уровне ВДП	МПа	24,6957
Пластовое давление на уровне отметки ИП	МПа	24,9914
Пластовое давление на уровне середины ИП	МПа	24,9914
Пластовое давление на стандартную глубину	МПа	Не определено
Пластовое давление на уровне ВНК	МПа	Не определено
Среднеквадратичное отклонение решения от данных	МПа	8,91649
Степень совершенства скважины	б. р.	1,0175

Перечень параметров, определяемых при интерпретации КВД

7.3.1.2. КСД фонтанных и механизированных скважин

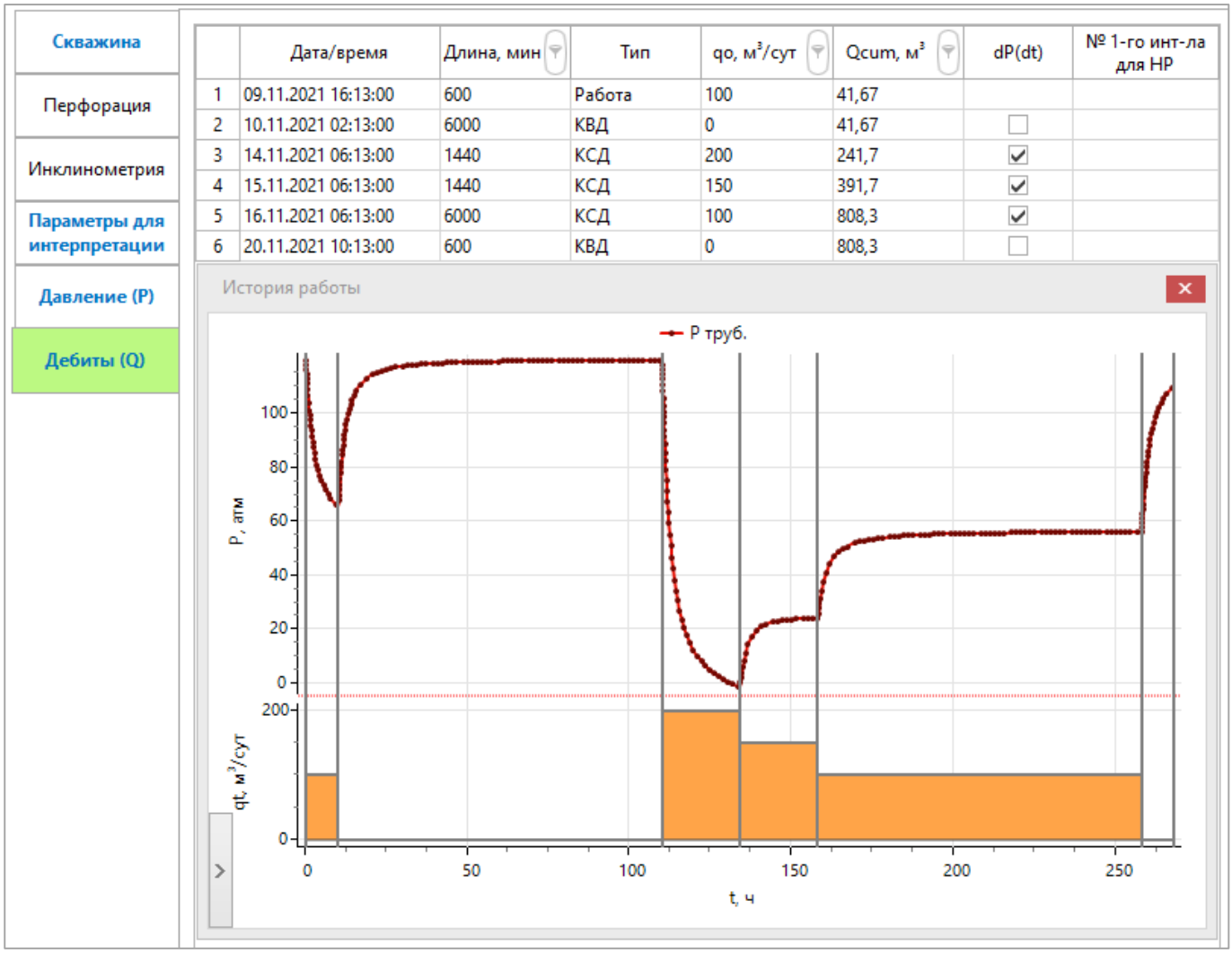
При интерпретации КСД в расчет принимается участок записи давления, соответствующий работе скважины на одном постоянном режиме. На вкладке **Дебиты (Q)** выбирается интервал кривой стабилизации давления с момента запуска скважины в работу после длительной остановки, по которому будет проводиться интерпретация. В этом интервале тип притока указывается как **КСД** и задается дебит жидкости на режиме:

	Дата/время	Длина, мин	Тип	qg, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	09.11.2021 16:13:0	6000	Работа	100	416,7		
2	13.11.2021 20:13:0	14400	КВД	0	416,7	☐	
3	23.11.2021 20:13:0	14400	КСД	300	3417	☑	



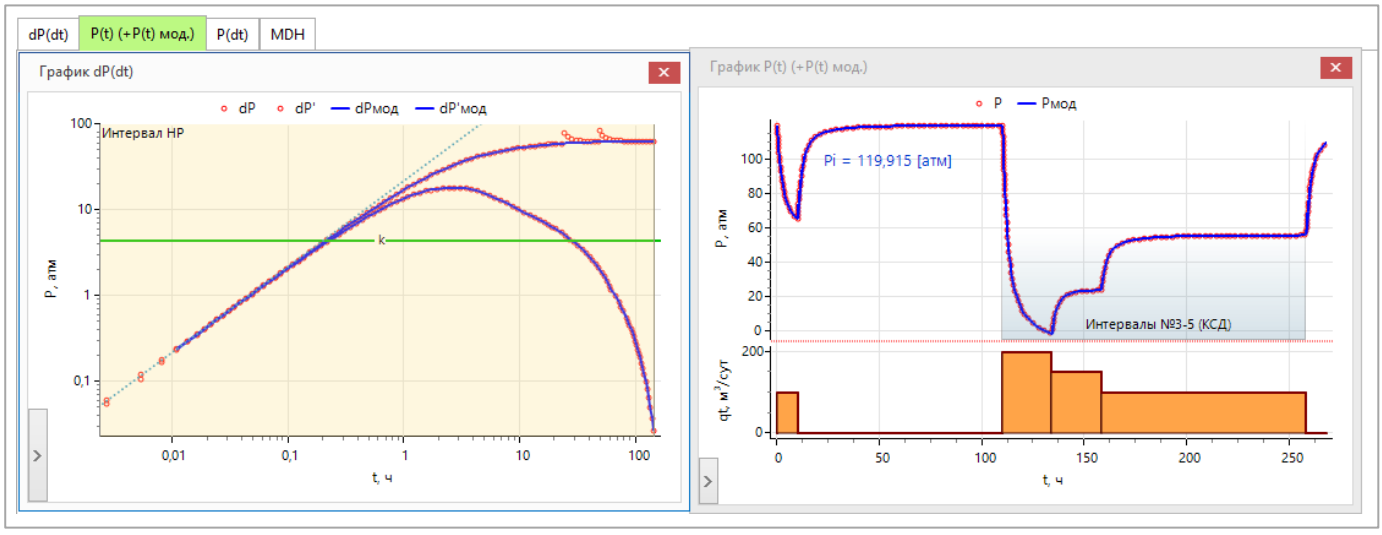
При наличии нескольких интервалов КСД рекомендуется выделить все смежные КСД, как показано ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ: Установка флага у одного из нескольких стоящих рядом интервалов КСД приведет к установке флагов у всех стоящих рядом интервалов КСД. Аналогично при снятии флага у одного он снимается у всех стоящих рядом интервалов КСД.



	Дата/время	Длина, мин	Тип	qo, м³/сут	Qcum, м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	09.11.2021 16:13:00	600	Работа	100	41,67		
2	10.11.2021 02:13:00	6000	КВД	0	41,67	☐	
3	14.11.2021 06:13:00	1440	КСД	200	241,7	☑	
4	15.11.2021 06:13:00	1440	КСД	150	391,7	☑	
5	16.11.2021 06:13:00	6000	КСД	100	808,3	☑	
6	20.11.2021 10:13:00	600	КВД	0	808,3	☐	

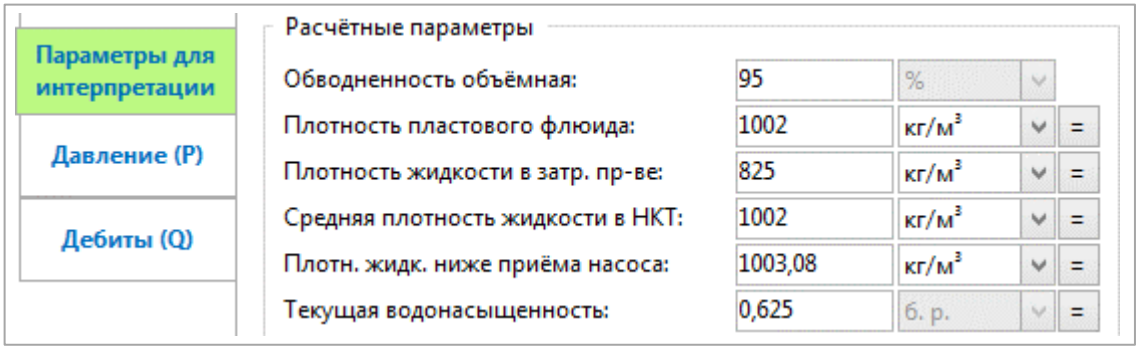
В дальнейшем интерпретация осуществляется в целом аналогично интерпретации исследований методом КВД.



7.3.1.3. КВУ механизированных нефтяных скважин

Интерпретация КВУ имеет свои особенности, связанные с набором исходных данных, включающих данные замера уровня и затрубного давления.

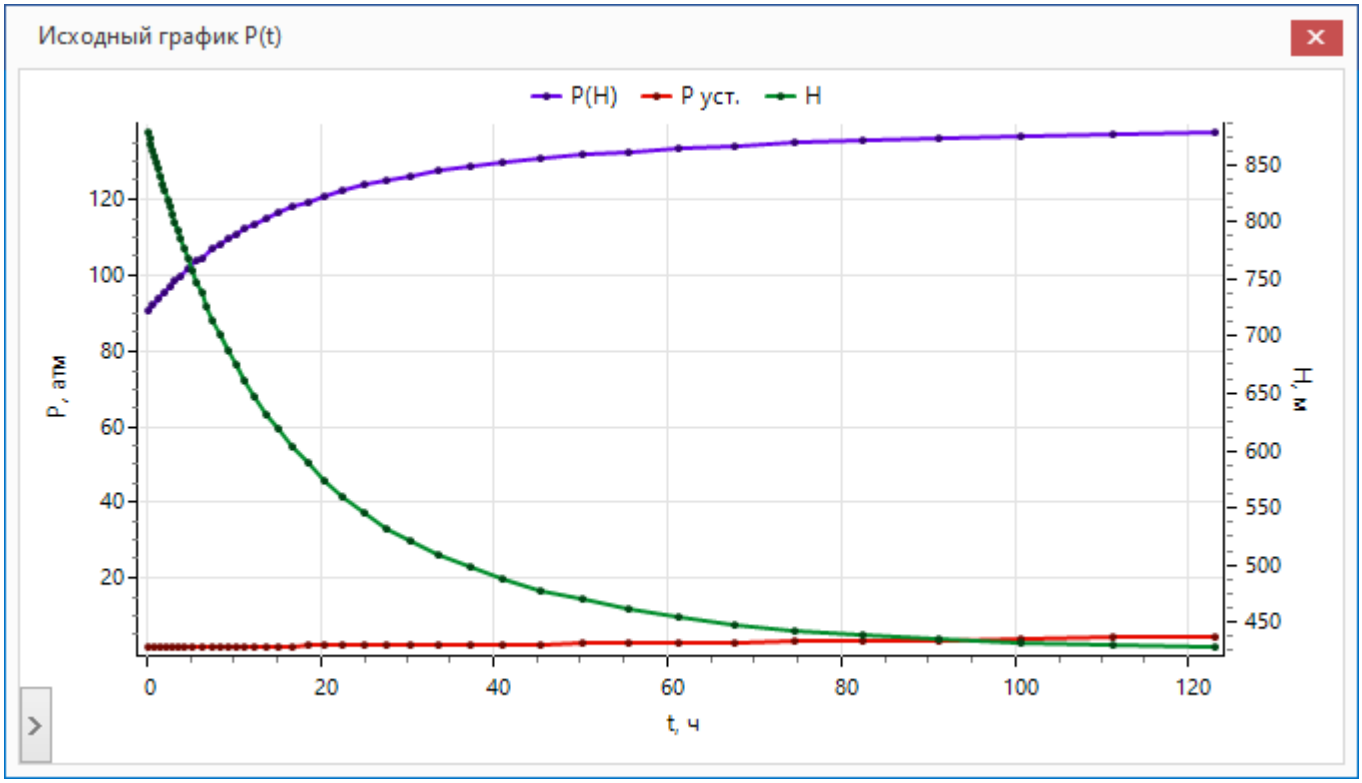
Для пересчета уровней и затрубного давления в давление на интервал перфорации необходимо на вкладке **Исходные данные | Параметры для интерпретации** ввести или рассчитать плотности жидкости в интервалах:



На вкладке **Давление (P)** загрузка данных для КВУ осуществляется в несколько этапов.

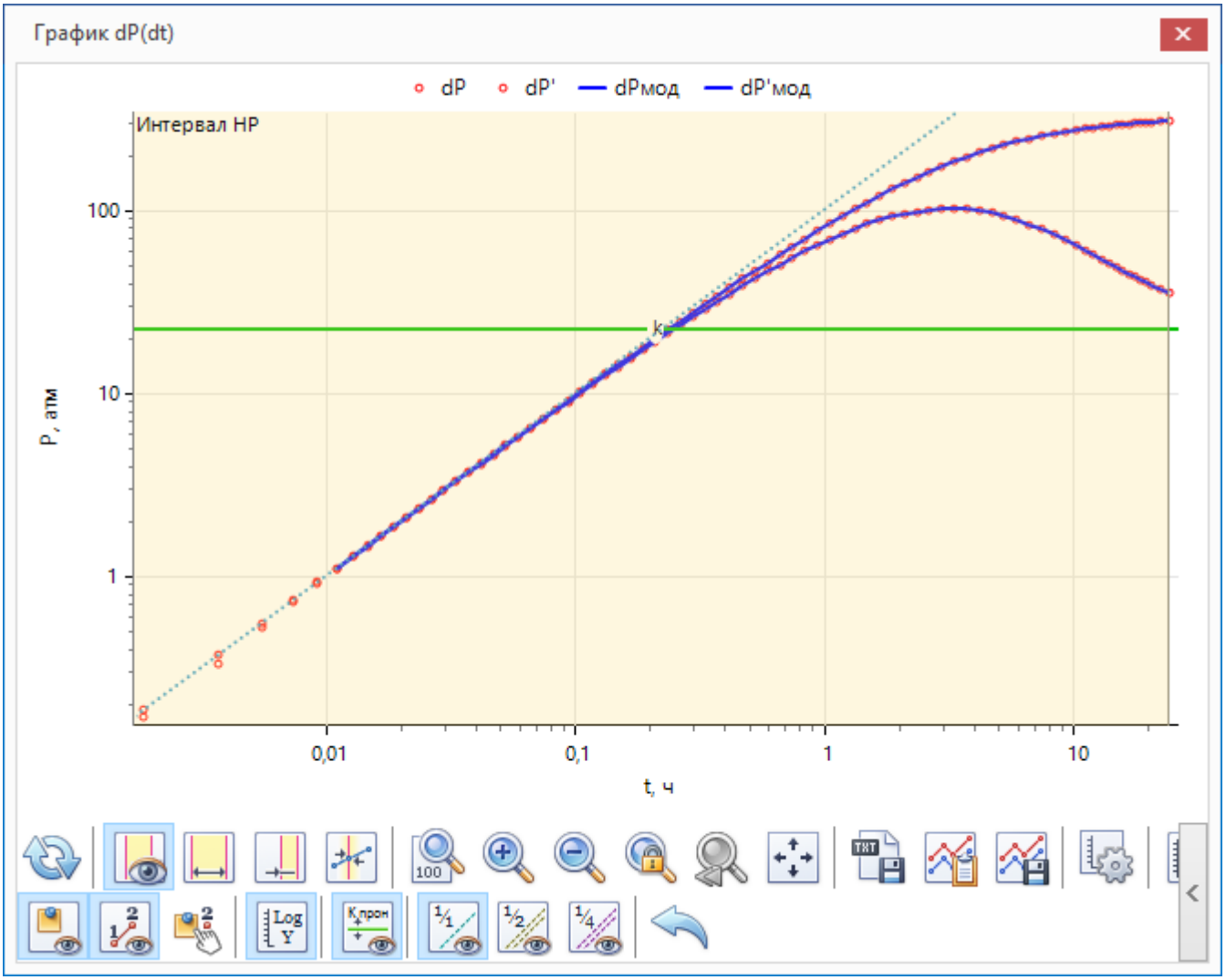
На первом этапе вводятся данные из файлов замеров уровня и устьевого давления, для чего при загрузке данных замеров задаются типы прибора **H** (Уровнемер) и **Рман уст**. Данные замеров уровня и затрубного давления могут быть в одном файле.

На втором этапе строятся графики изменения уровня и затрубного давления, автоматически рассчитывается и строится график давления на интервале перфорации **P(H)**:



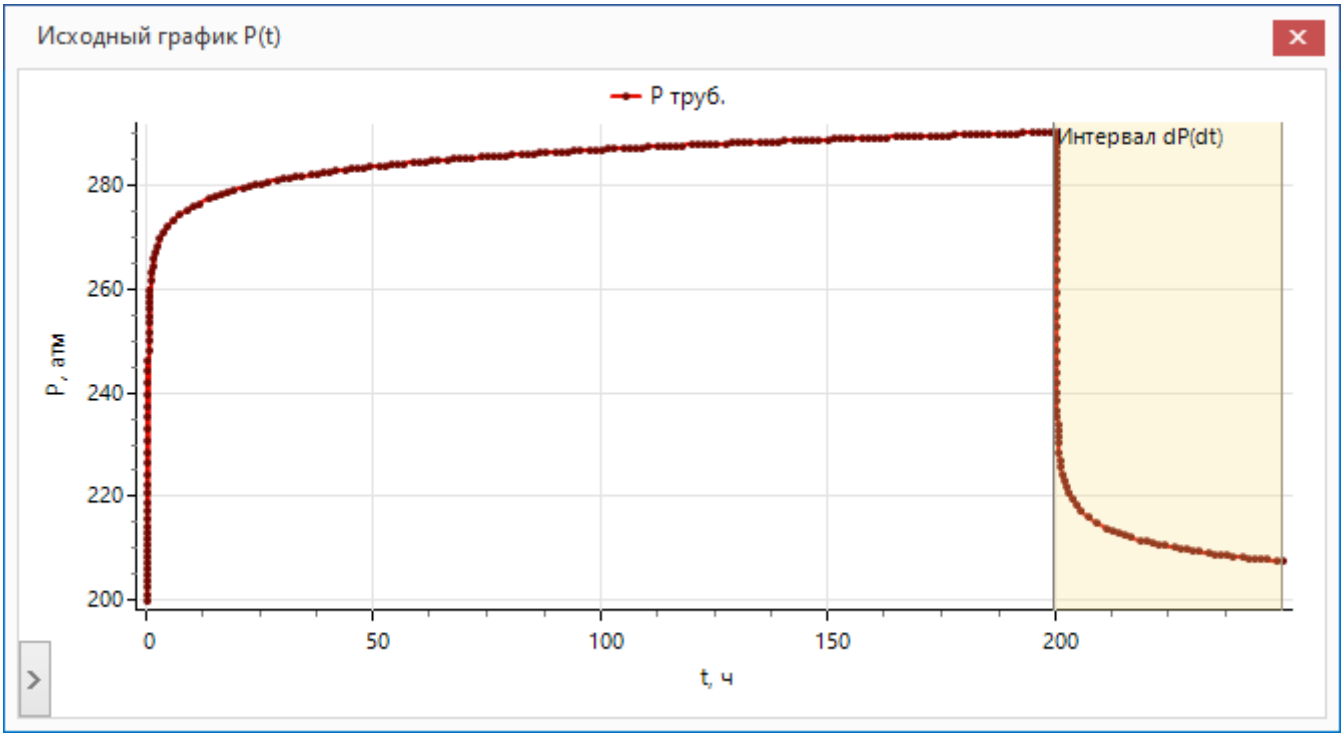
После пересчета уровней в давления дальнейшая интерпретация не отличается от интерпретации КВД (т.е. необходимо выделить интервалы и перейти в раздел интерпретации).

Вид окна интерпретации КВУ (пересчетной КВД) стандартным методом наилучшего совмещения приведен на рисунке.



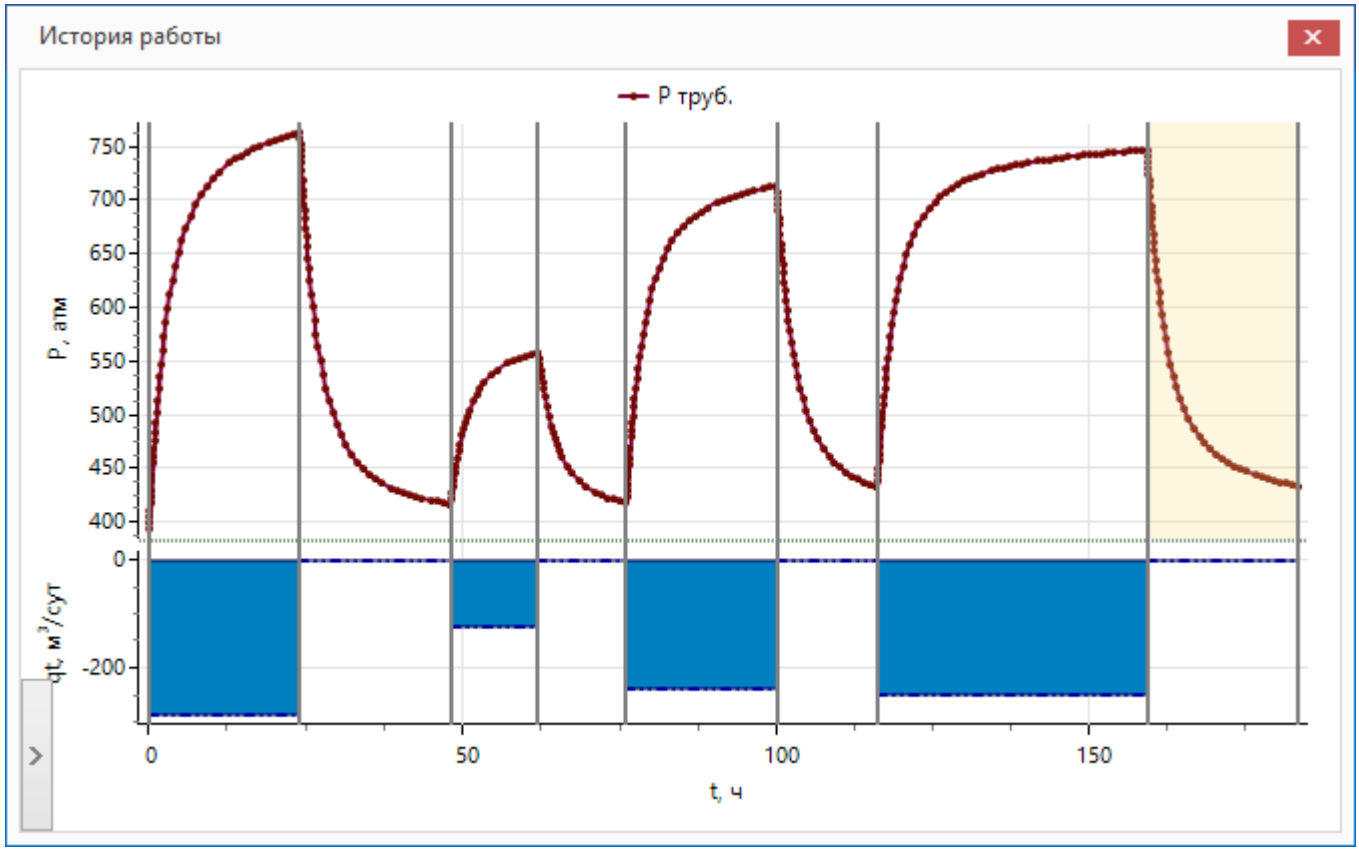
7.3.1.4. КПД нагнетательных скважин

График КПД нагнетательной скважины имеет ниспадающую ветвь, как показано на рисунке ниже:

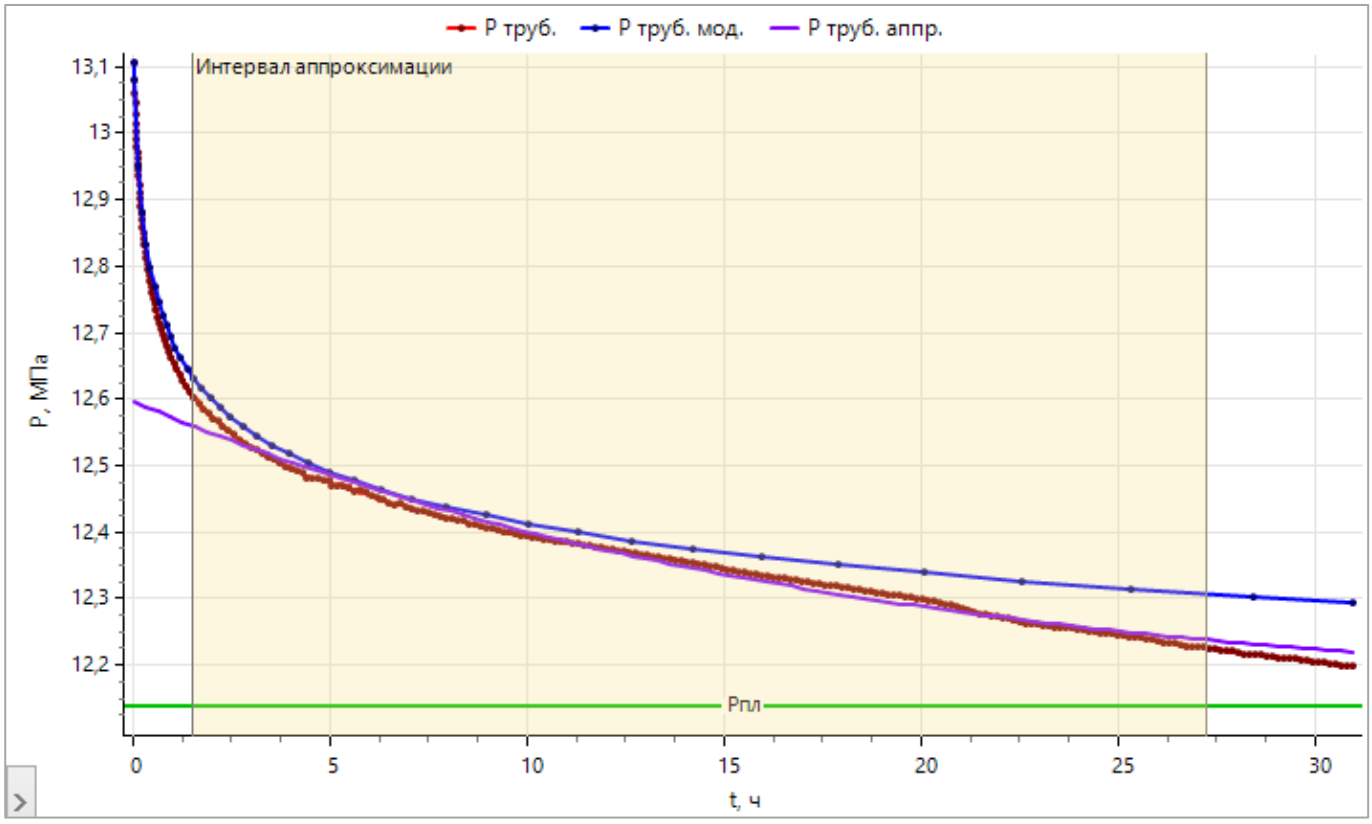


На вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)** при введении расхода скважины его значение следует писать со знаком "минус", как показано на примере ниже. При этом на графике дебитов он будет отображаться в отрицательной области.

	Дата/время	Длина, мин	Тип	qw, м³/сут	Qcum, м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	09.11.2021 15:54:00	1440	Работа	-287	-287		
2	10.11.2021 15:54:00	1440	КВД	0	-287	☐	
3	11.11.2021 15:54:00	840	Работа	-124	-359,3		
4	12.11.2021 05:54:00	840	КВД	0	-359,3	☐	
5	12.11.2021 19:54:00	1440	Работа	-239	-598,3		
6	13.11.2021 19:54:00	960	КВД	0	-598,3	☐	
7	14.11.2021 11:54:00	2580	Работа	-250	-1046		
8	16.11.2021 06:54:00	1440	КВД	0	-1046	☑	0

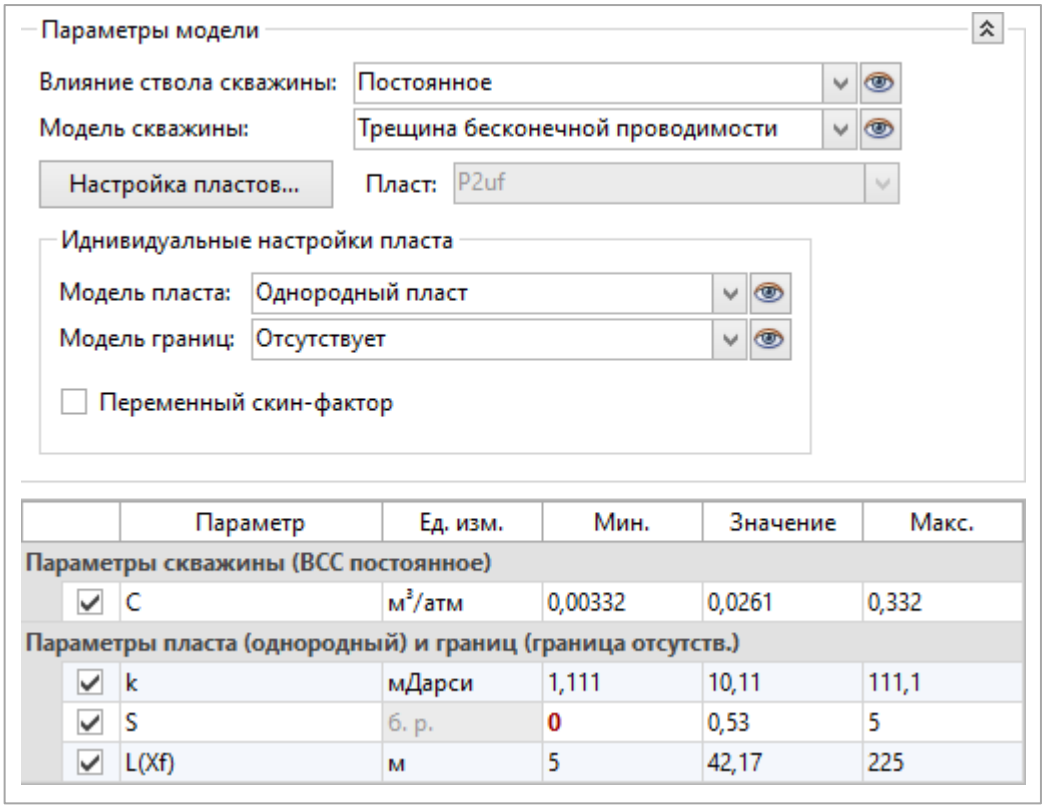


В окне **Определение пластового давления** график давлений имеет следующий вид:

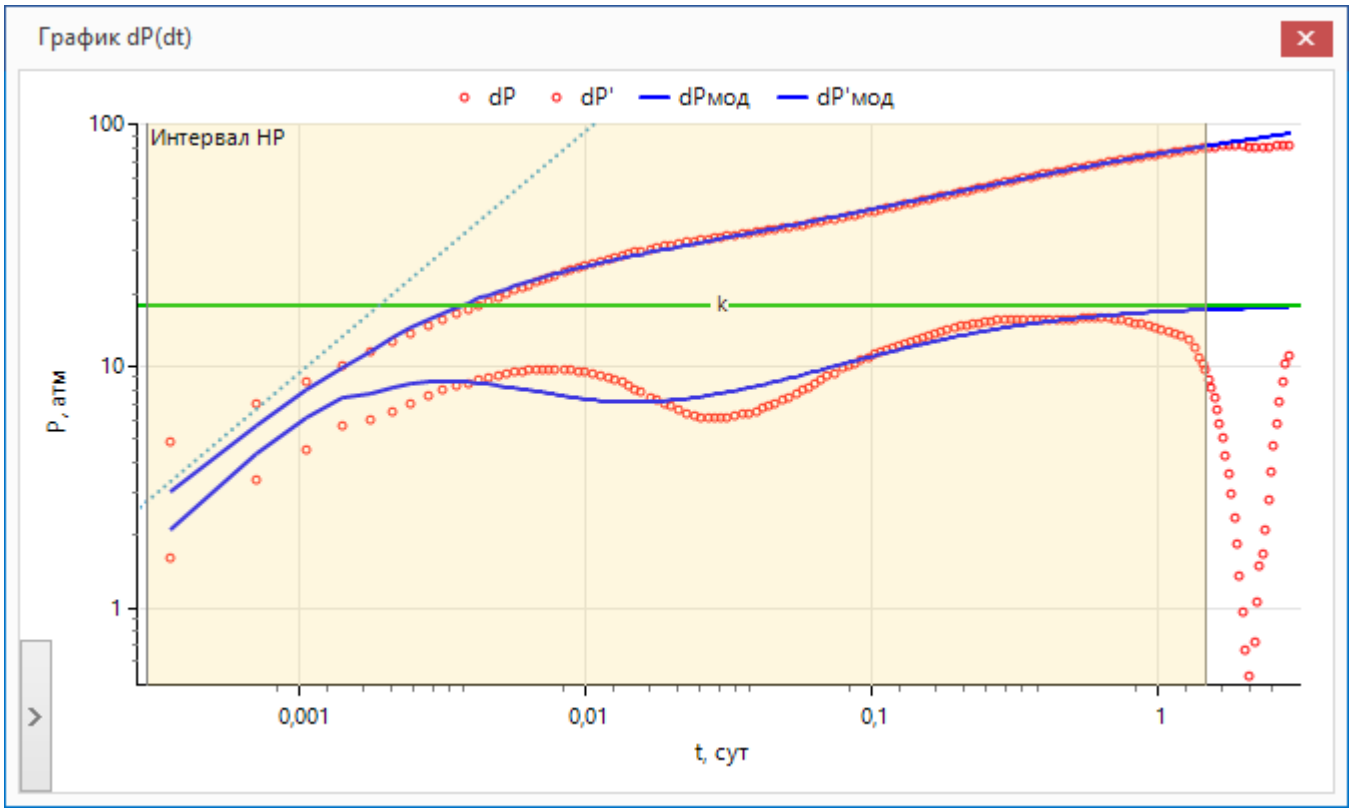


Дальнейшая интерпретация аналогична КВД и КВУ.

Можно отметить, что в случае КПД часто диагностируются трещины конечной и бесконечной проводимости, как в рассматриваемом примере:



	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/атм	0,00332	0,0261	0,332
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	1,111	10,11	111,1
☑	S	б. р.	**0**	0,53	5
☑	L(Xf)	м	5	42,17	225



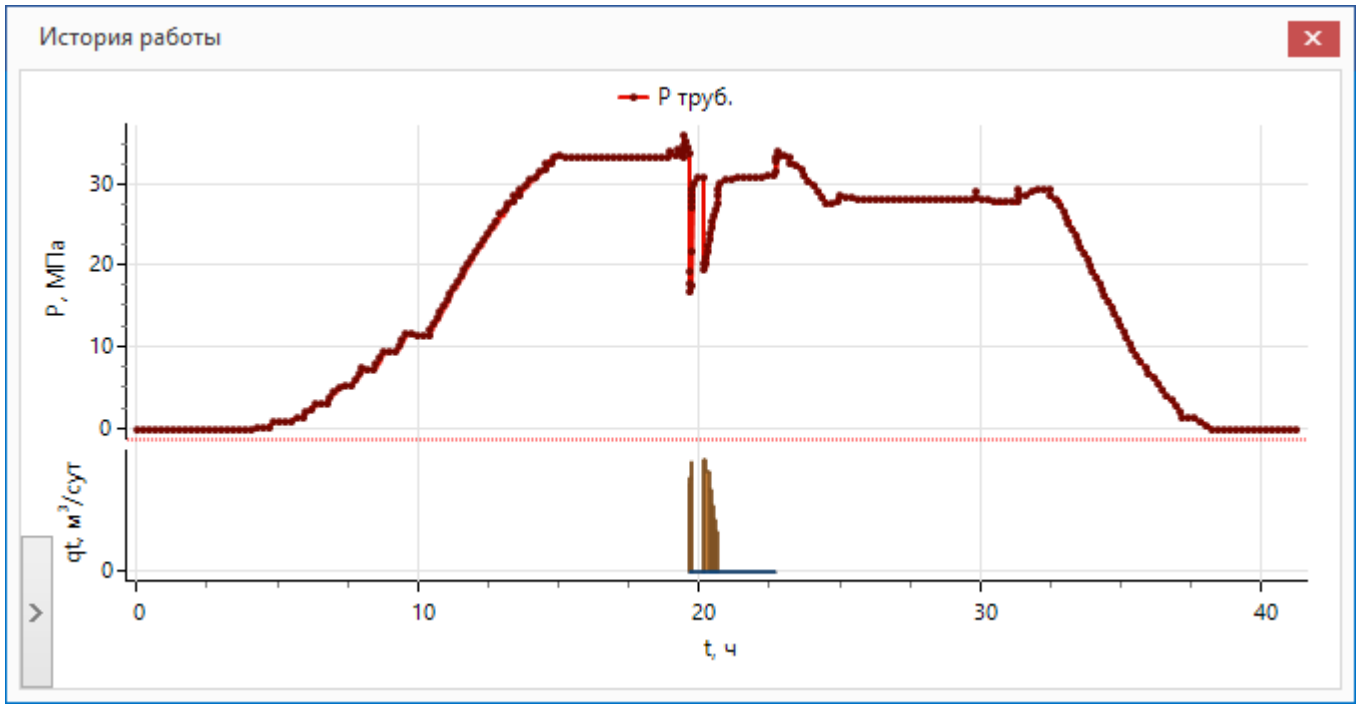
7.3.2. Исследования КВД в процессе испытания и после ремонтов скважин

7.3.2.1. КВД с испытателем пластов на трубах

Особенностью интерпретации КВД с ИПТ является необходимость расчета дебитов притока перед КВД. Расчет дебитов притока (для интервалов с типом **Приток**) происходит

автоматически в разделе **Исходные данные | Дебиты (Q)**. Перед расчетом дебита притока необходимо ввести данные о площади притока или параметрах колонн, которые задаются или рассчитываются в разделе **Исходные данные | Параметры для интерпретации**.

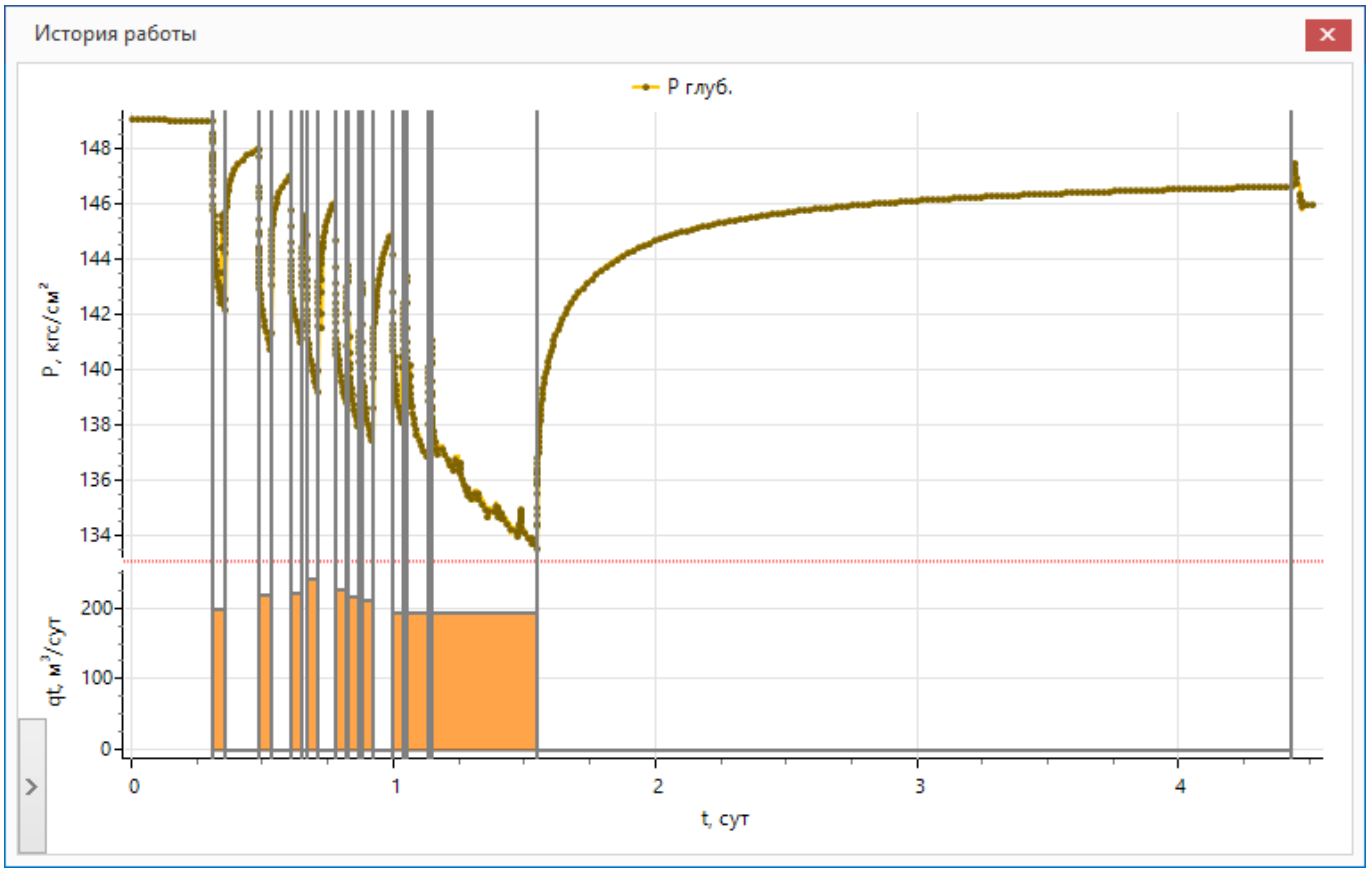
	Дата/время	Длина, ч	Тип	qo, м³/сут	qw, м³/сут	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	08.08.2011 16:18:33	0,0305556	Работа	70	280		
2	08.08.2011 16:20:23	0,0231481	Работа	76,206	304,82		
3	08.08.2011 16:21:46	0,0268519	Работа	88,989	355,96		
4	08.08.2011 16:23:23	0,447222	КВД	0	0	☐	
5	08.08.2011 16:50:13	0,0824074	Работа	90	360		
6	08.08.2011 16:55:09	0,0824074	Работа	80,26	321,04		
7	08.08.2011 17:00:06	0,0824074	Работа	66,259	265,03		
8	08.08.2011 17:05:03	0,0824074	Работа	53,229	212,92		
9	08.08.2011 17:09:59	0,0824074	Работа	41,925	167,7		
10	08.08.2011 17:14:56	0,0824074	Работа	32,868	131,47		
11	08.08.2011 17:19:53	2,05833	КВД	0	0	☑	



7.3.2.2. КВД со струйным аппаратом

Основные особенности применения струйных насосов для исследований скважин заключается в возможности создавать более глубокие и управляемые депрессии и регулировать продолжительность вызова притока от минут до нескольких суток. Наличие в компоновке пакера и клапана-отсекателя для закрытия скважины на забое позволяет регистрировать КВД при низких объемах послепритока. Для получения качественной КВД

необходима полная запись истории циклического воздействия с непрерывной регистрации забойного давления и дебита на каждом цикле создания депрессии на пласт.



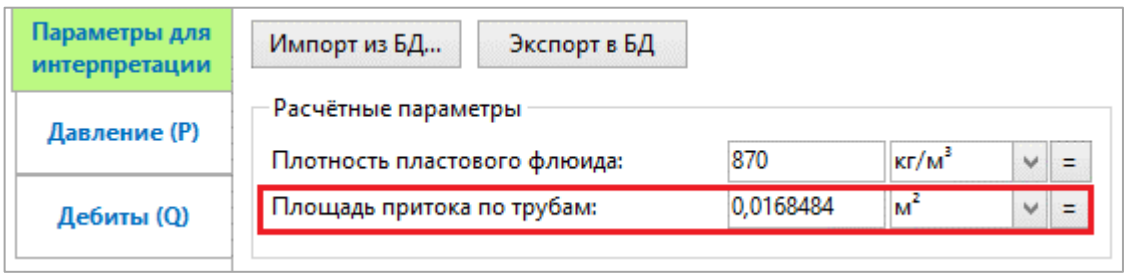
Интерпретация КВД со струйным насосом осуществляется стандартным методом наилучшего совмещения фактической и модельной кривых давления и их производных.

На рисунке ниже представлен диагностический график КВД исследования со струйным насосом, влияния ствола скважины отсутствует.

7.3.2.3. КВД после свабирования

Особенностью подготовки данных при свабировании является сложность определения дебитов притока перед КВД.

В МГДИС дебит при свабировании и в интервале притока (интервал после окончания свабирования до перекрытия притока пакером) вычисляется автоматически по данным давления и площади притока, которая задается или рассчитывается в разделе **Исходные данные | Параметры для интерпретации**:

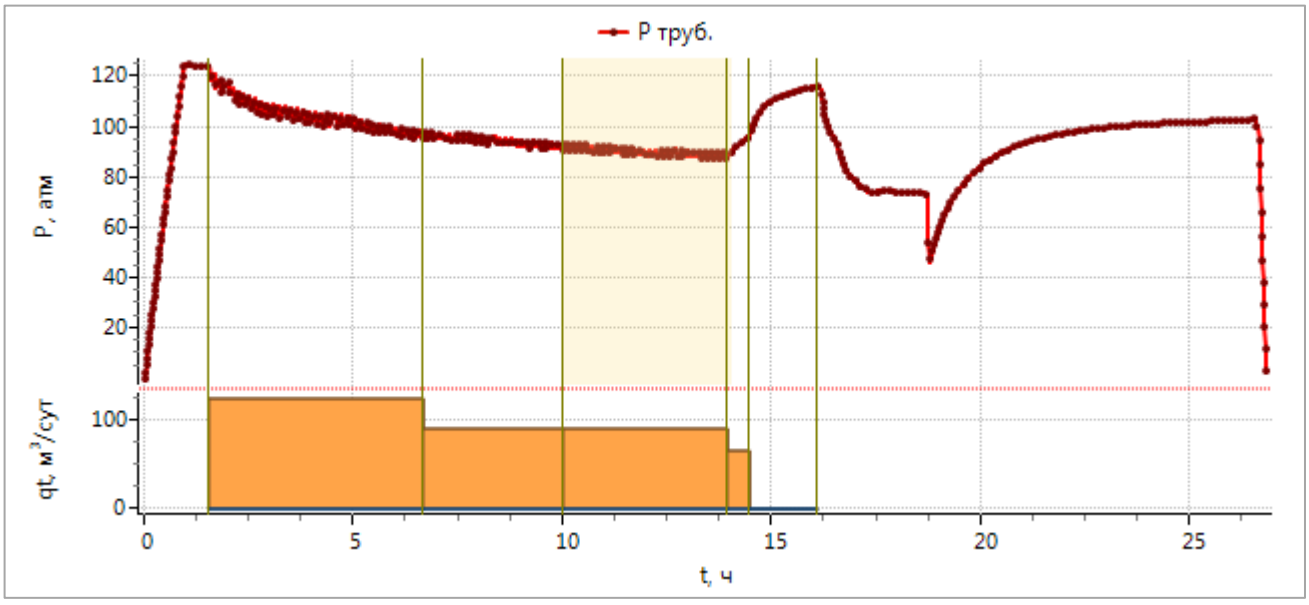


Рассмотрим пример интерпретации КВД после свабирования со спускаемым пакером. На рисунке ниже приведен пример разбиения записи давления на различные интервалы. На КИД выделен диапазон интервалов, в котором интервалы 1-4 обозначены как интервалы свабирования, а интервал 5 – как интервал КВД. Для разделения периода свабирования удобно пользоваться кнопкой **Разделить**. Для этого период свабирования задается одним интервалом, а при нажатии на данную кнопку разбивается на нужное число интервалов (в данном примере – на 4 интервала):

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qo, м³/сут	Qcum, м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	09.11.2021 15:54:	5,116	Свабиров	125,6	26,77		
2	09.11.2021 21:01:	3,33	Свабиров	91,82	39,51		
3	10.11.2021 00:20:	3	Свабиров	91,96	51,01		
4	10.11.2021 03:20:	0,5	Приток	65,56	52,37		
5	10.11.2021 03:50:	1,6166	КВД	0	52,37	☑	

Выбранный тип притока (тип интервала) влияет на способ расчета дебита притока на интервале. При задании типа притока **Работа** дебит скважины задается вручную. При типе притока **Свабирование** дебит рассчитывается по возрастающим ветвям давления в пределах выбранного интервала, включающего один или несколько рейсов сваба, без учёта ниспадающих ветвей. При выборе типа притока **Приток** дебит рассчитывается по разнице давления между последней и первой точкой давления в рамках интервала. При выборе типа притока **КВД** дебиты при простоях и в периоды остановки скважины на регистрацию КВД автоматически задаются равными нулю.

Величина дебита на каждом интервале отображается ниже графика КИД с выделенными интервалами (положительный дебит отображается оранжевой заливкой):

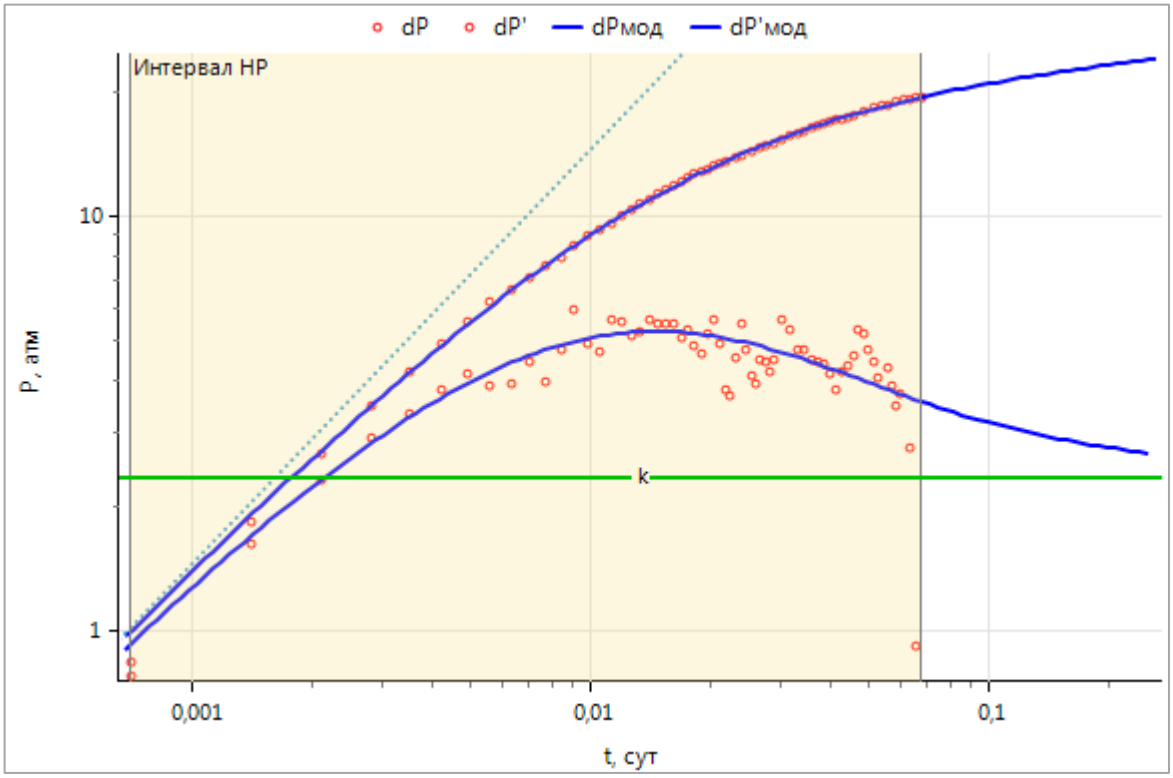


Расчет значений дебита жидкости следует выполнять только при отсутствии фактических замеров дебита на поверхности. Другими словами, дебит может быть автоматически оценен по параметрам для интерпретации и кривой замера давления или введен вручную.

Средний дебит скважины при свабировании рассчитывается как объем отобранной жидкости в заданном временном интервале к продолжительности этого интервала. Кроме интервалов свабирования, перед КВД может присутствовать интервал притока, как показано на двух скриншотах выше. Дебит на интервалах притока и свабирования вычисляется по данным давления и параметрам труб, по которым происходит приток жидкости из пласта.

Дальнейшая интерпретация осуществляется обычным образом.

На рисунке ниже представлен диагностический график КВД после свабирования при обработке стандартным методом наилучшего совмещения:



7.3.2.4. КВД при компрессировании

Интерпретация методом КВД при компрессировании отличается от прочих исследований способом вызова притока.

В данном случае приток жидкости в скважину, обычно длительно простаивающую, вызывается резким снижением уровня жидкости в затрубном пространстве. Технически это осуществляется путем продува газа под давлением через затрубное пространство и специальные отверстия в НКТ. В результате вместе с газом часть жидкости удаляется из НКТ

через устье скважины и после окончания компрессирования возникает депрессия на пласт. После компрессирования производится стравливание газа из ЗП, что приводит к созданию депрессии в пласте в течение короткого промежутка времени.

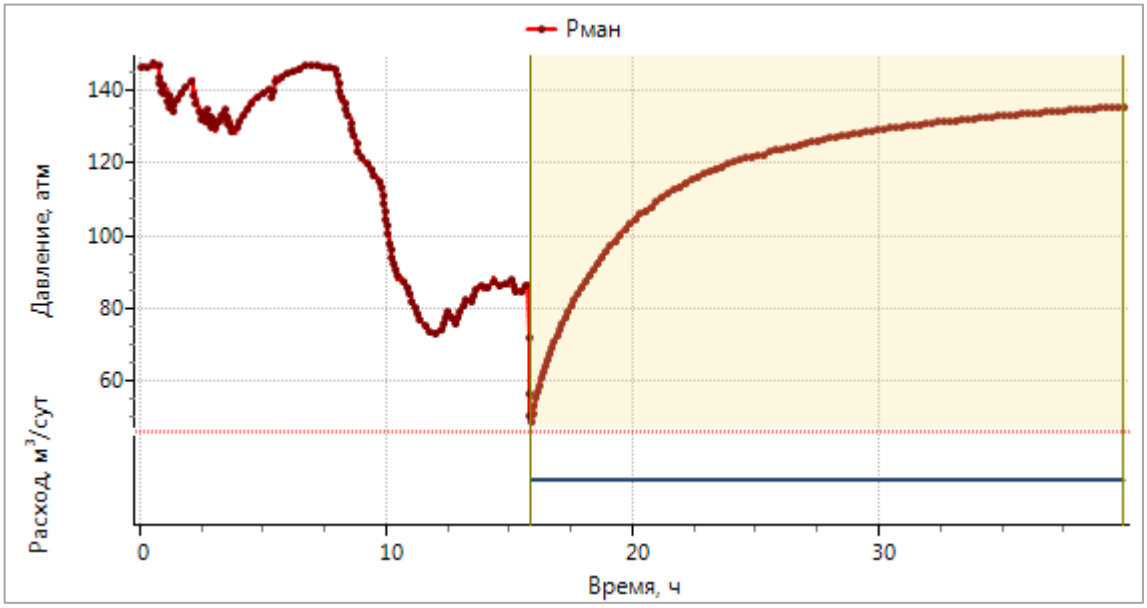
Кривая восстановления давления, снятая после компрессирования, может быть обработана соответствующим образом с использованием математической модели КВД при мгновенной депрессии, описанной решением Каменецкого применительно к однородному пласту (кроме случаев длительного компрессирования в постоянном режиме, когда интерпретация выполняется обычным методом КВД). В результате такой обработки могут быть получены фильтрационно-емкостные параметры пласта.

Ниже приведены особенности интерпретации КВД после компрессирования в ПО МГДИС. К числу таких особенностей по сравнению с обычными КВД относятся следующие:

- перечень исходных данных по скважине не включает дебит скважины перед КВД, а включает только интервал КВД:

	Дата	Время	Длина, ч	Тип	dP(dt)
1	27.05.2010	15:49:53	24,1269	КВД	☑

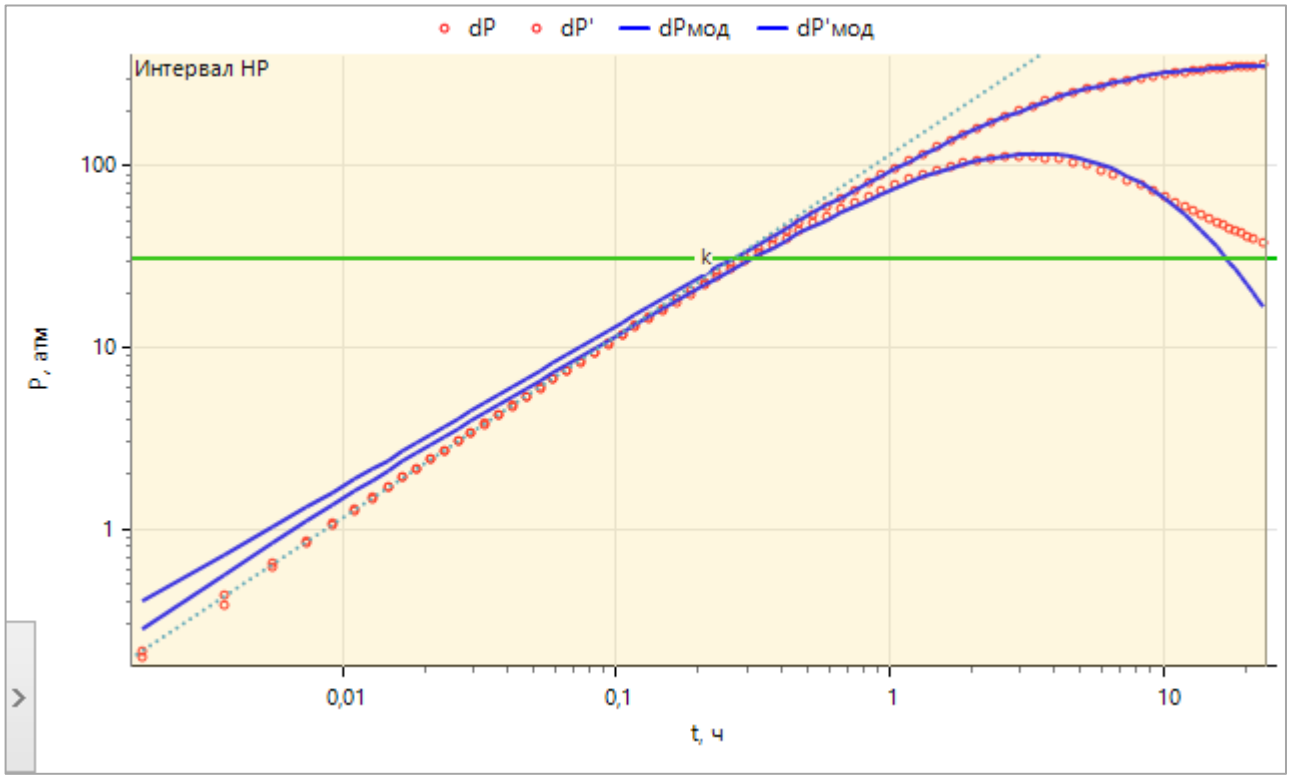
- график замера давления обычно включает период компрессирования (участок падения давления) и период восстановления (КВД):



- расчет пластового давления в диалоге **Определение пластового давления** не производится, а определяется как один из параметров модели "мгновенной депрессии" при интерпретации исследования:

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
	C	м³/атм	0,01	0,1	1
☑	dP	атм	5	10	20
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	м²	9,869E-16	9,869E-15	9,869E-14
☑	S	б. р.	-7	0	15

Параметр	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	8,54
Фазовая проницаемость нефти	мДарси	2,654
Фазовая проницаемость воды	мДарси	1,491
Скин-фактор	б. р.	1,8144
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·с	17
Пьезопроводность	см²/сек	260
Радиус исследования	м	84,1203
Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·атм)	1,6
Коэффициент продуктивности, расчётный	м³/(сут·атм)	0,74
Расчётный коэффициент продуктивности при скин-фа	м³/(сут·атм)	0,91
Начальное пластовое давление на уровне манометра (	МПа	40
Пластовое давление на уровне манометра (по КВД)	кгс/см²	789,914
Пластовое давление на уровне ВДП	Па	77464100
Пластовое давление на уровне отметки ИП	кгс/см²	790,719
Пластовое давление на уровне середины ИП	кгс/см²	790,719
Пластовое давление на стандартную глубину	МПа	78,2536
Пластовое давление на уровне ВНК	МПа	78,2931
Среднеквадратичное отклонение решения от данных	МПа	0,229189
Степень совершенства скважины	б. р.	0,810239



Параметрами интерпретации являются проницаемость пласта (фазовые проницаемости нефти и воды для обводненных скважин), скин-фактор скважины и депрессия. Линия радиального течения в данном случае отсутствует, степень достоверности результатов интерпретации определяется при оценке степени совмещения фактических и модельных кривых.

7.3.3. Интерпретация КВД, КСД и КПД газовых скважин

7.3.3.1. Особенности анализа давления в газовых скважинах

Интерпретация КВД газовых скважин на неустановившихся режимах имеет особенности, связанные с набором исходных параметров и необходимостью пересчета замеров [Давление] **P(t)** и [Время] **t** в набор данных [Псевдодавление] **P'(t')** и [Псевдовремя] **t'**, которые рассчитывается по формулам:

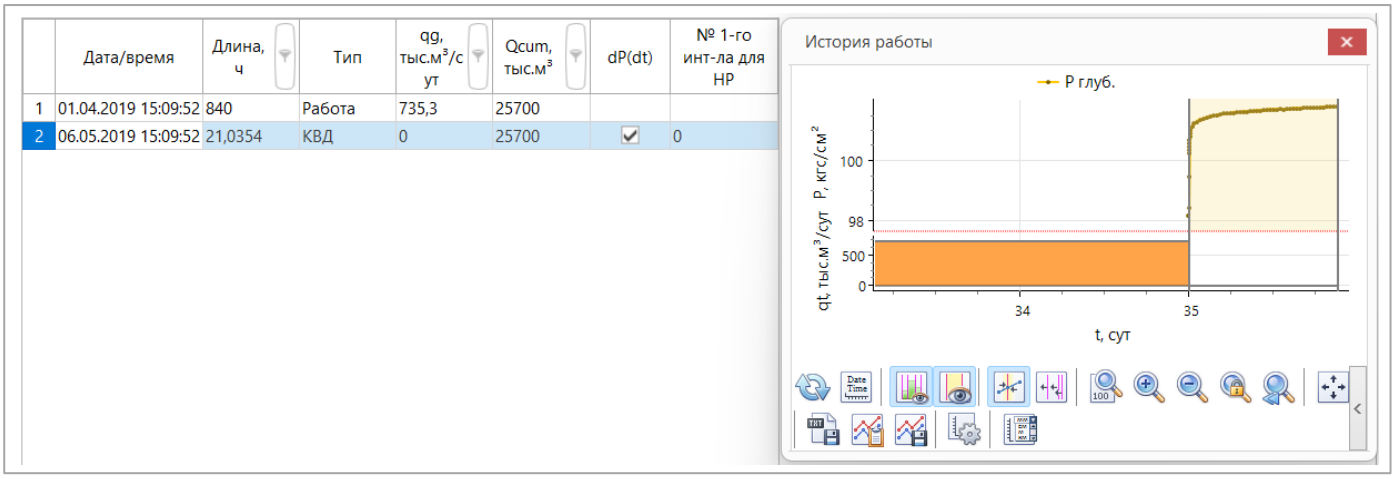
$$P' = p_{in} + \frac{\mu_{in} z_{in}}{P_{in}} \int_{P_{in}}^{P} \frac{P}{\mu z} dp \qquad t' = \mu_{in} c_{in} \int_{0}^{t} \frac{1}{\mu c_t} dP \quad \text{, где}$$

индекс in относится к пластовому давлению, указанному в разделе PVT-данных.

Процедура интерпретации методом нелинейной регрессии выполняется в преобразованных координатах. После выполнения интерпретации при построении графика истории выполняется обратное преобразование из псевдопеременных P'-t' в переменные P-t. Диагностический график строится в двойных логарифмических координатах log(dP')-log(dt').

7.3.3.2. Интерпретация КВД и КСД

Интерпретация КВД газовых скважин имеет классический набор параметров для интерпретации, а на вкладке **Дебиты** выбирается участок dP(dt). Обычно при наличии в истории работы нескольких интервалов КВД для интерпретации выбирается интервал кривой давления с наиболее длительным периодом остановки скважины и характеризующимся наиболее полным восстановлением давления. Случай выбора нескольких КВД будет рассмотрен в разделе 7.3.3.4, посвященном определению скин-фактора.



Интерпретация КВД осуществляется стандартным методом наилучшего совмещения фактической и модельной кривых давления и их производных. Для простейшего случая вертикальной скважины при постоянном влиянии ствола скважина в однородном пласте при отсутствии границ настраиваются **коэффициент ствола скважины C**, **проницаемость k** и **скин-фактор S**.

	Параметр	Ед. изм.	Мин.	Значение	Макс.
Параметры скважины (ВСС постоянное)					
☑	C	м³/(кгс/см²)	0,172	1,01	17,2
Параметры пласта (однородный) и границ (граница отсутств.)					
☑	k	мДарси	17,91	237,8	1791
☑	S	б. р.	**-7**	2,65	15

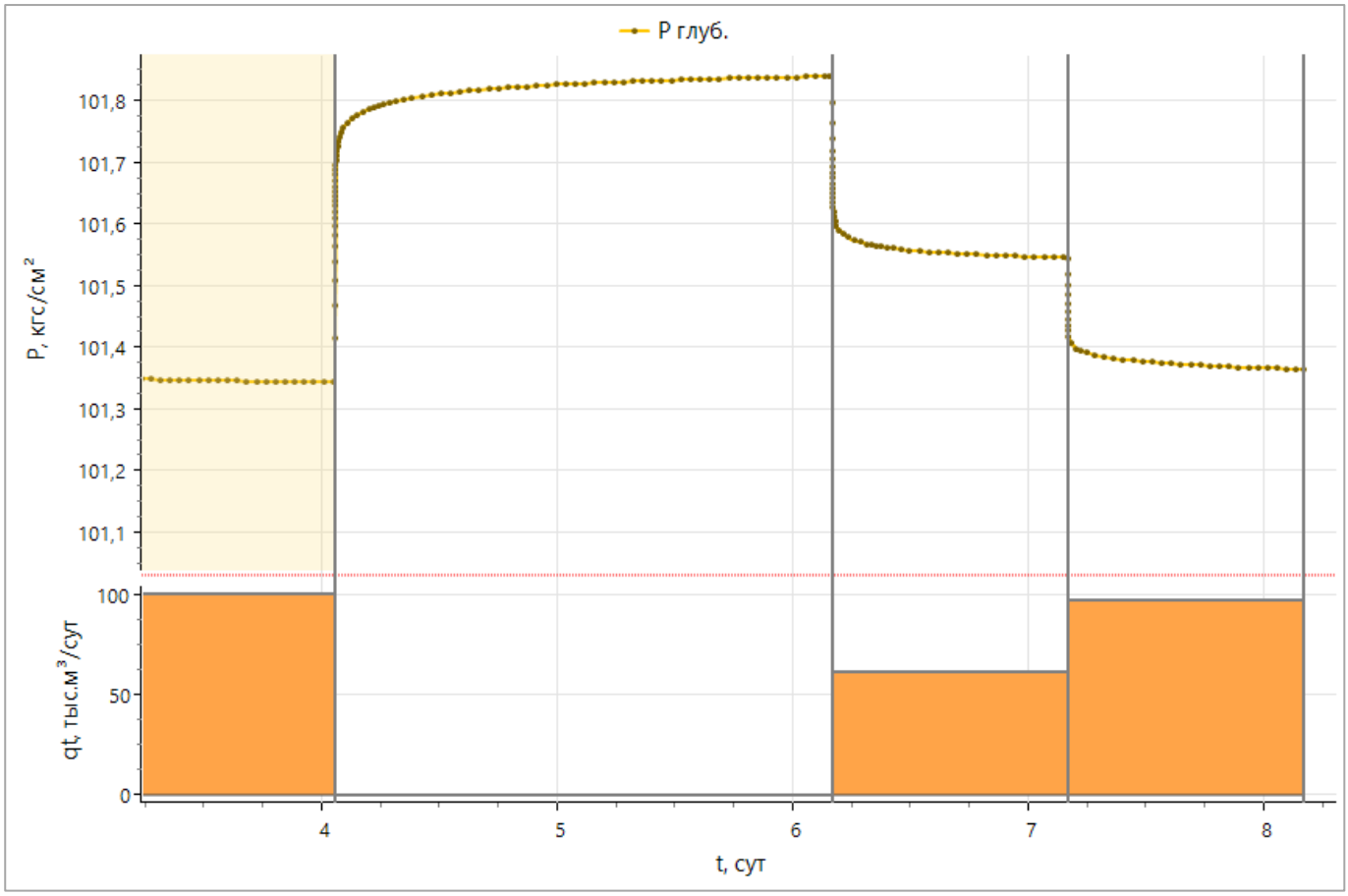
Перечень определяемых параметров при интерпретации варьируется в зависимости от выбора моделей ВСС, скважины, пласта и границ. Ниже таблицы настраиваемых параметров находится таблица определяемых параметров.

Параметр	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	16300
Скин-фактор	б. р.	2,65
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·с	42400
Пьезопроводность	см²/сек	6830
Время влияния контура питания	сут	20,8069
Радиус исследования	м	405,454
Депрессия на пласт	кгс/см²	3,56735
Депрессия на пласт (Pappr² - Pin²)	(кгс/см²)²	713,617
Дополнительный перепад давления в призабойной зо	кгс/см²	0,765001
Коэффициент продуктивности, расчётный	м³/(сут·кгс/см²)	174000
Расчётный коэффициент продуктивности при скин-фа	м³/(сут·кгс/см²)	222000
Начальное пластовое давление (Pi)	кгс/см²	102,479
Среднее пластовое давление (Pavg, метод PSS)	кгс/см²	102,172
Среднее пластовое давление (Pavg, метод мат. баланс	кгс/см²	102,275
Среднее пластовое давление (Pavg, метод мат. баланс	кгс/см²	102,275
Пластовое давление по аппроксимации	кгс/см²	101,804
Пластовое давление на уровне ВДП	кгс/см²	101,735
Пластовое давление на уровне отметки ИП	кгс/см²	101,804
Пластовое давление на уровне середины ИП	кгс/см²	101,804
Пластовое давление на стандартную глубину	кгс/см²	101,839
Пластовое давление на уровне ГВК/ГНК	кгс/см²	102,531
Z_in (Z-фактор)	б. р.	0,8994
Cg_in (Коэффициент сжимаемости газа)	10⁻⁴/МПа	1070
Ct (Общий коэффициент сжимаемости газа)	10⁻⁴/МПа	1080
Mu_in (Эффективная вязкость)	мПа·сек	0,0146
B_g (Объёмный коэффициент)	м³/м³	10,19
Среднеквадратичное отклонение решения от данных	МПа	0,00620205

В отличие от КВД, когда интерпретируется участок давления при остановке скважины после длительного режима работы, интерпретация кривой стабилизации давления (КСД) подразумевает работу с участком кривой давления во время работы скважины на постоянном дебите после длительной остановки скважины.

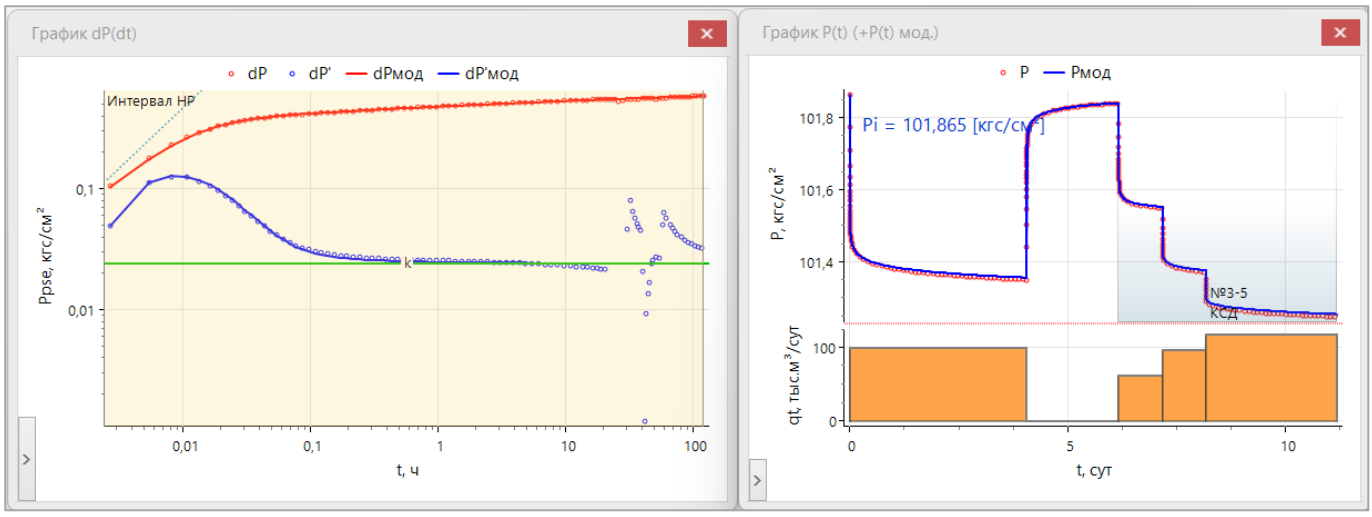
На вкладке **Дебиты (Q)** выбирается интервал КСД с момента запуска скважины в работу после длительной остановки, по которому будет проводиться интерпретация. В этом интервале тип притока указывается как **КСД** и задается дебит газа на режиме:

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qg, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	01.05.2019 08:16:03	97,1887	Работа	101	409		
2	05.05.2019 09:27:22	50,7437	КВД	0	409	☐	
3	07.05.2019 12:12:00	24	КСД	62	471	☑	0
4	08.05.2019 12:12:00	24	КСД	98	569	☑	



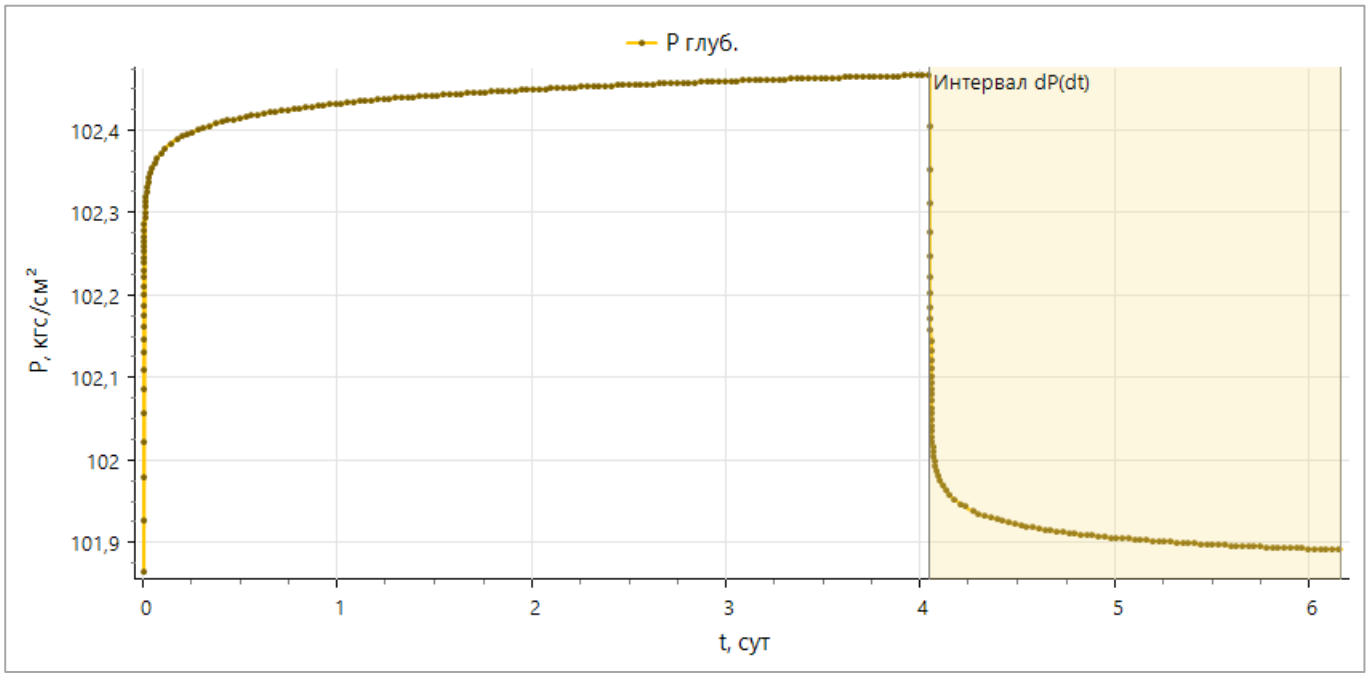
При наличии нескольких смежных интервалов КСД, при попытке пользователя выбрать любой из них, программа выберет сразу все смежные интервалы КСД. Аналогично при снятии флага активности с одного из них, будут сняты флаги со всех смежных интервалов КСД.

Дальнейшая интерпретация осуществляется аналогично интерпретации исследований методом КВД.



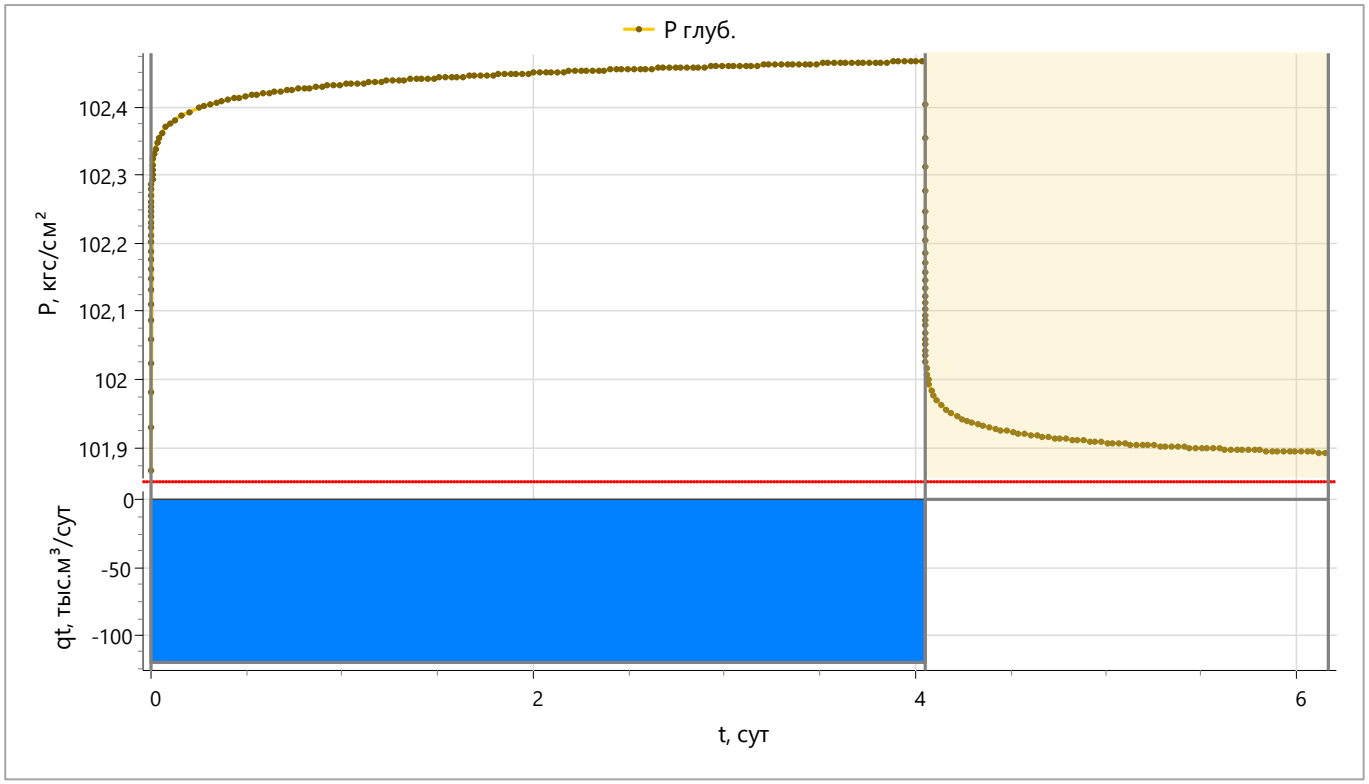
7.3.3.3. Интерпретация КПД (закачка газа)

График КПД газонагнетательной скважины имеет ниспадающую ветвь, как показано на рисунке ниже:

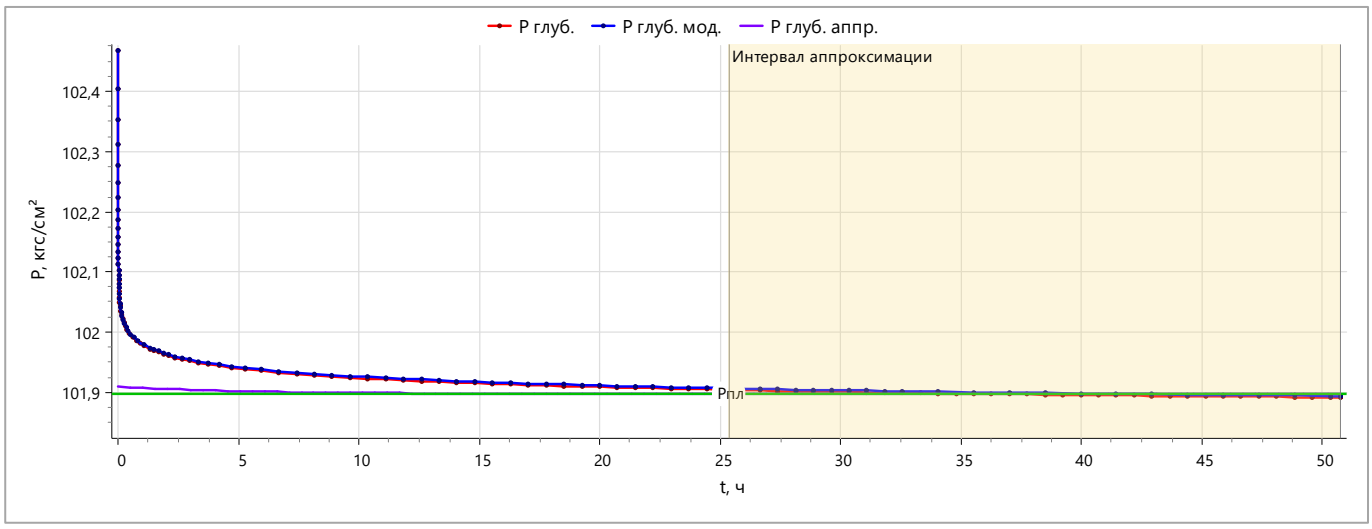


На вкладке **Исходные данные | Дебиты (Q)** при введении расхода скважины его значение следует писать со знаком "минус", как показано на примере ниже. При этом на графике дебитов он будет отображаться в отрицательной области.

	Дата/время	Длина, ч	Тип	qg, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	01.05.2019 08:16:03	97,1887	Работа	-120	-486		
2	05.05.2019 09:27:22	50,7437	КПД	0	-486	☑	0



В окне **Определение пластового давления** график давлений имеет следующий вид:



Непосредственно сама интерпретация КПД аналогична интерпретации КВД, также выбирается модель скважины, ВСС, пласта и границ пласта, а результатом являются типичный набор данных подбираемых параметров скважины, фильтрационных характеристик пласта и пластового давления.

Можно отметить, что для нагнетательных скважин вследствие автоГРП часто можно диагностировать трещины гидроразрыва.

7.3.3.4. Интерпретация серии КВД/КПД с учётом нелинейной фильтрации газа и определением зависимости скин-фактора от дебита

При высоких дебитах скважин и, как следствие, высоких скоростях фильтрации газа, возникают отклонения от классического закона Дарси, вызванные переходом от ламинарного (гладкого) течения газа к турбулентному (вихревому). Данный переход вызывает дополнительный перепад давления вблизи скважины, зависящий от скорости фильтрации.

Указанный дополнительный перепад давления в ближней зоне газовой скважины учитывается при интерпретации на неустановившихся режимах как дополнительный скин-фактор S(Q), зависящий от дебита газа.

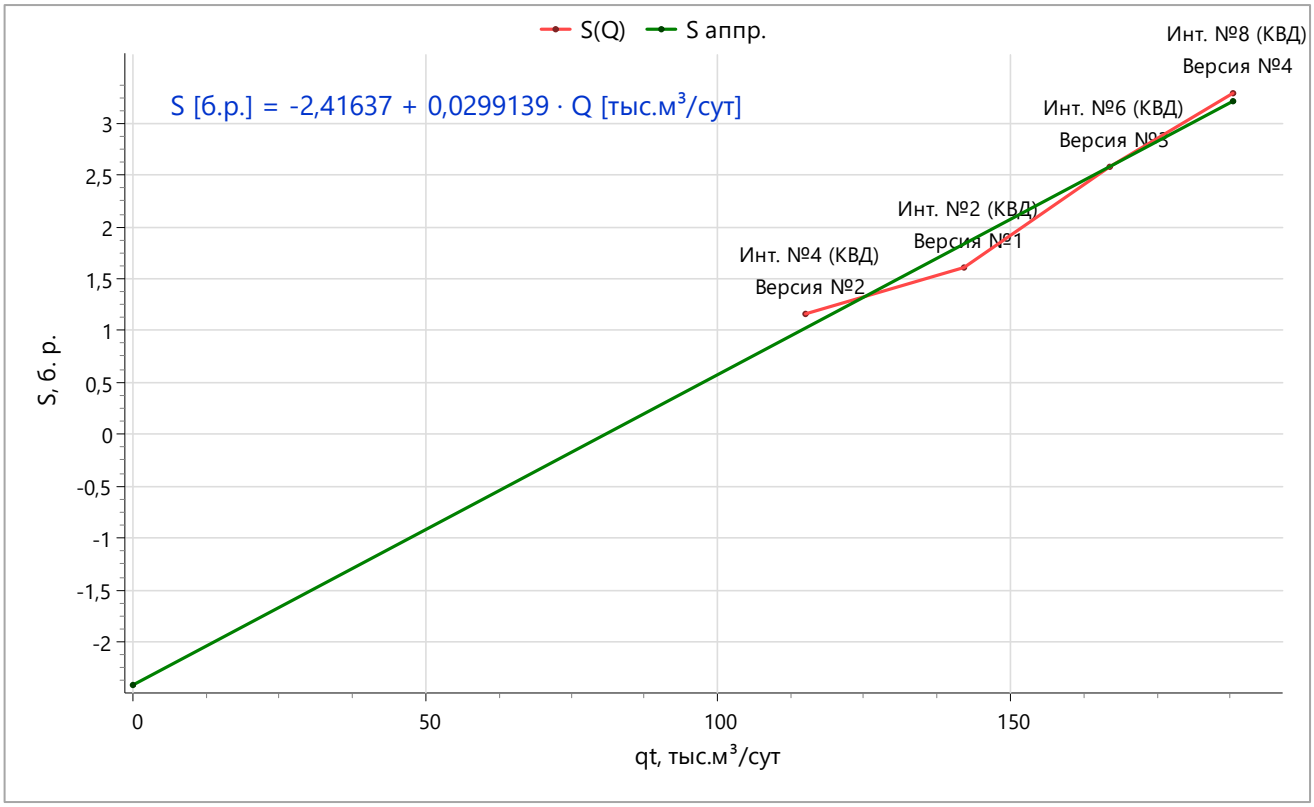
Учет скин-фактора выражается формулой линейного уравнения

$$S = S_0 + D * Q,$$

где *D=dS/dQ*, коэффициент, характеризующий отклонение от закона Дарси. Иными словами, коэффициент *D* описывает, насколько увеличивается скин-фактор при росте дебита на единицу измерения дебита.

После определения общего скин-фактора скважины и зависимости скин-фактора от дебита S(Q), рассчитывается так называемый механический, или истинный, скин-фактор **S0**, характеризующий состояние призабойной зоны пласта. При этом положительное значение **S0** является индикатором ухудшения призабойной зоны, а отрицательное значение – признаком того, что проницаемость призабойной зоны улучшена вследствие применения каких-либо методов интенсификации притока.

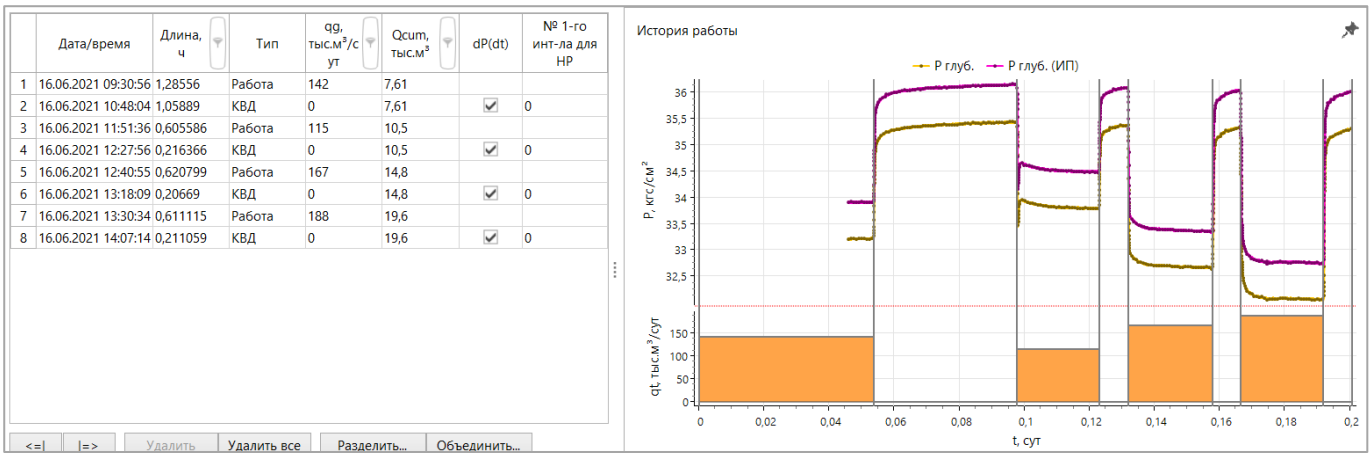
С целью определения коэффициентов **D** и **S0** проводится несколько замеров скин-фактора при различных дебитах газа. Иными словами, необходимо обработать несколько КВД (КСД), полученных в одном исследовании ГДИ или близких по времени исследованиях в рамках одной диаграммы давления. По этим данным строится график зависимости S(Q).



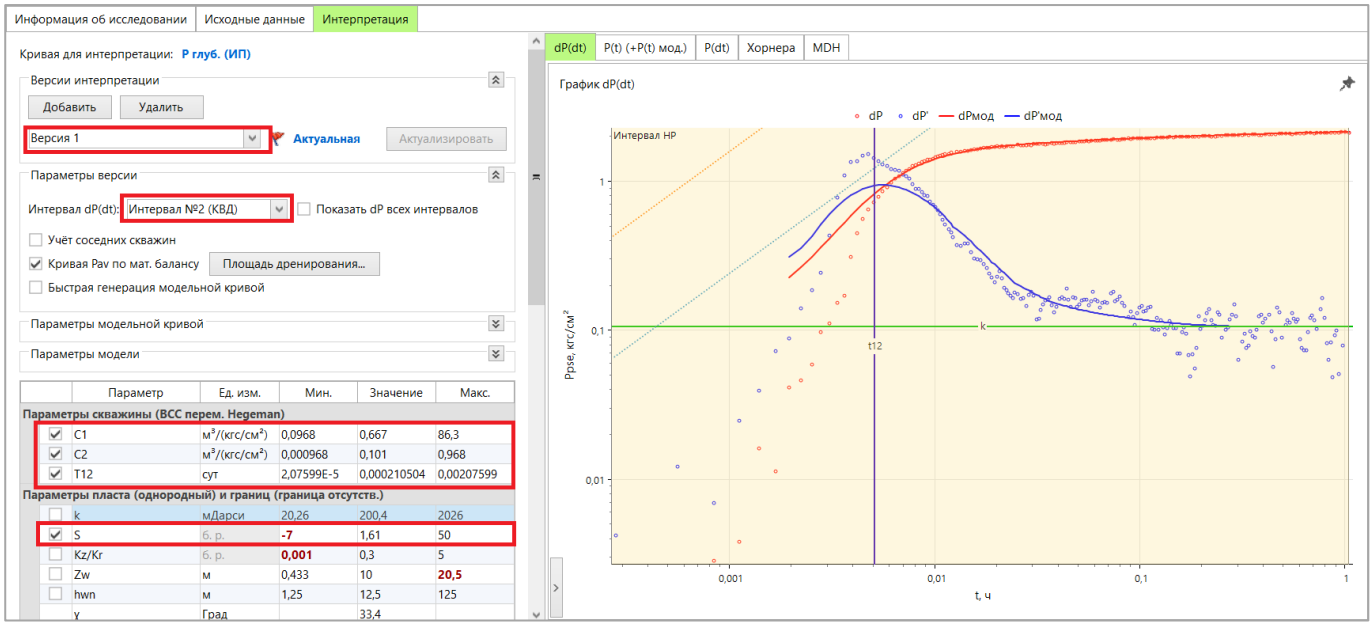
По графику определяется коэффициент *D* как тангенс угла наклона прямой, проведенной через точки скин-фактора каждой КВД (КСД), и истинный (механический) скин-фактор S_0, как точка отсечки этой прямой на оси ординат (т.е. при нулевом дебите).

В программе Мониторинг ГДИС данная процедура реализована следующим образом.

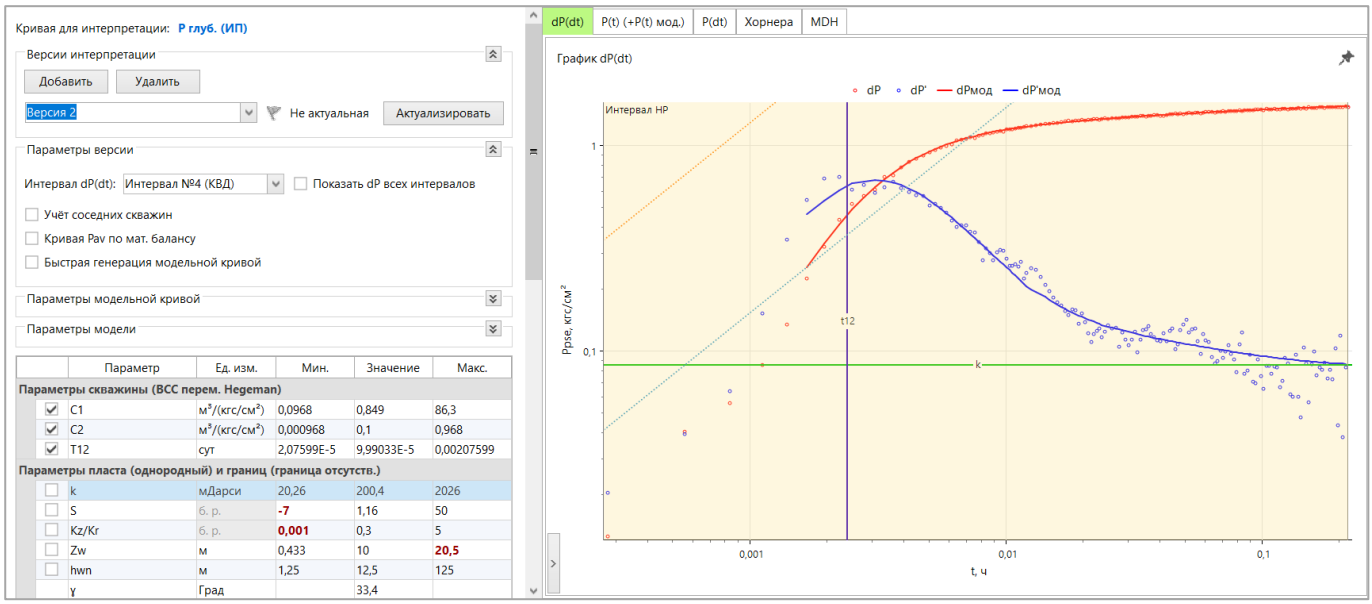
На вкладке **Дебиты(Q)** выбираются те КВД, которые будут интерпретироваться.



На вкладке **Интерпретация** выполняется интерпретация первой КВД (на иллюстрации с переменным ВСС). Затем снимается флаг активности со всех параметров, кроме ВСС и скин-фактора.

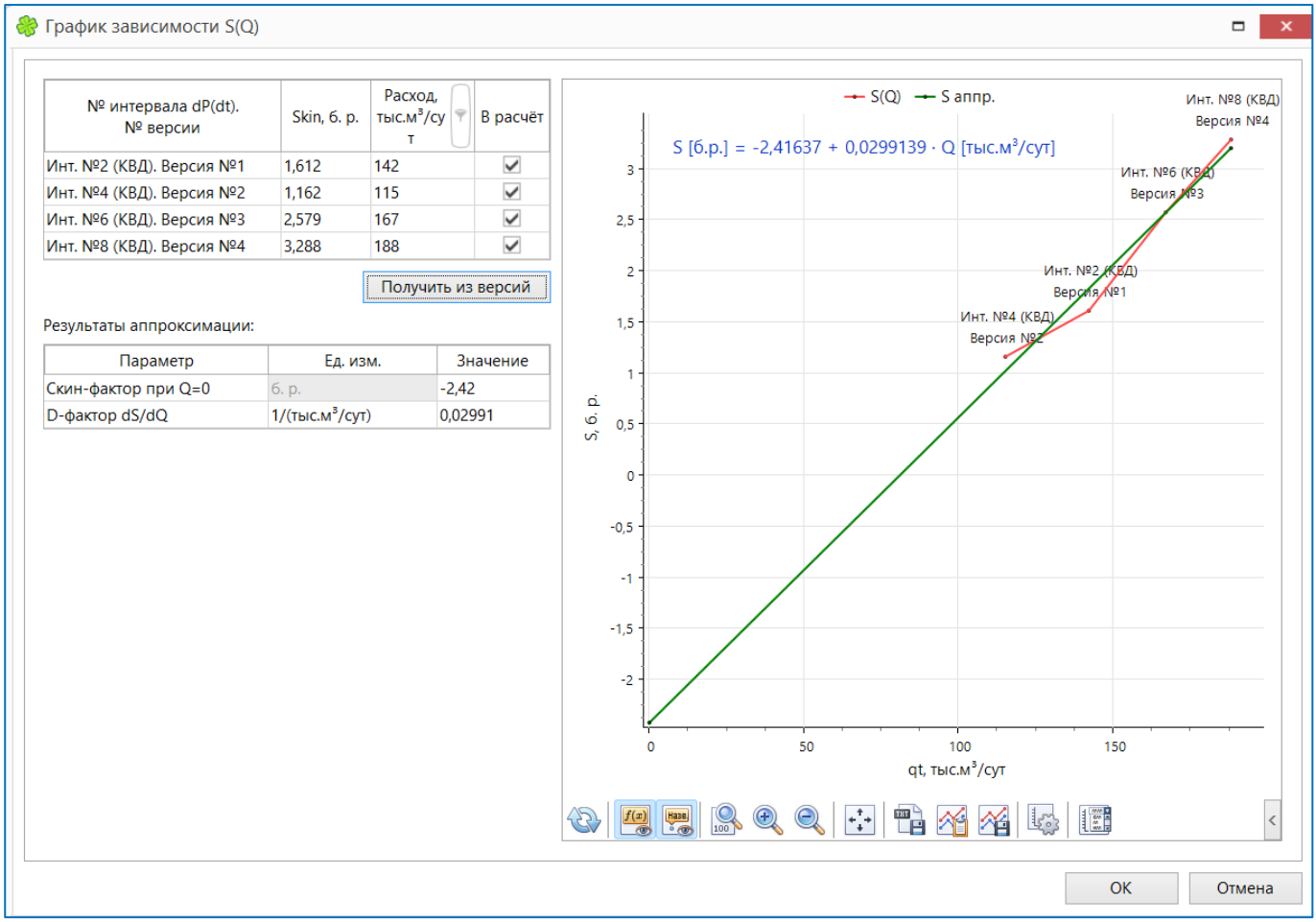


Далее создается Версия 2, в которой необходимо выбрать вторую КВД. В этот момент все подбираемые параметры наследуются от первой версии. Необходимо нажать кнопку Уточнение, после чего программа в результате нелинейной регрессии подберет параметры ВСС и скин-фактора.



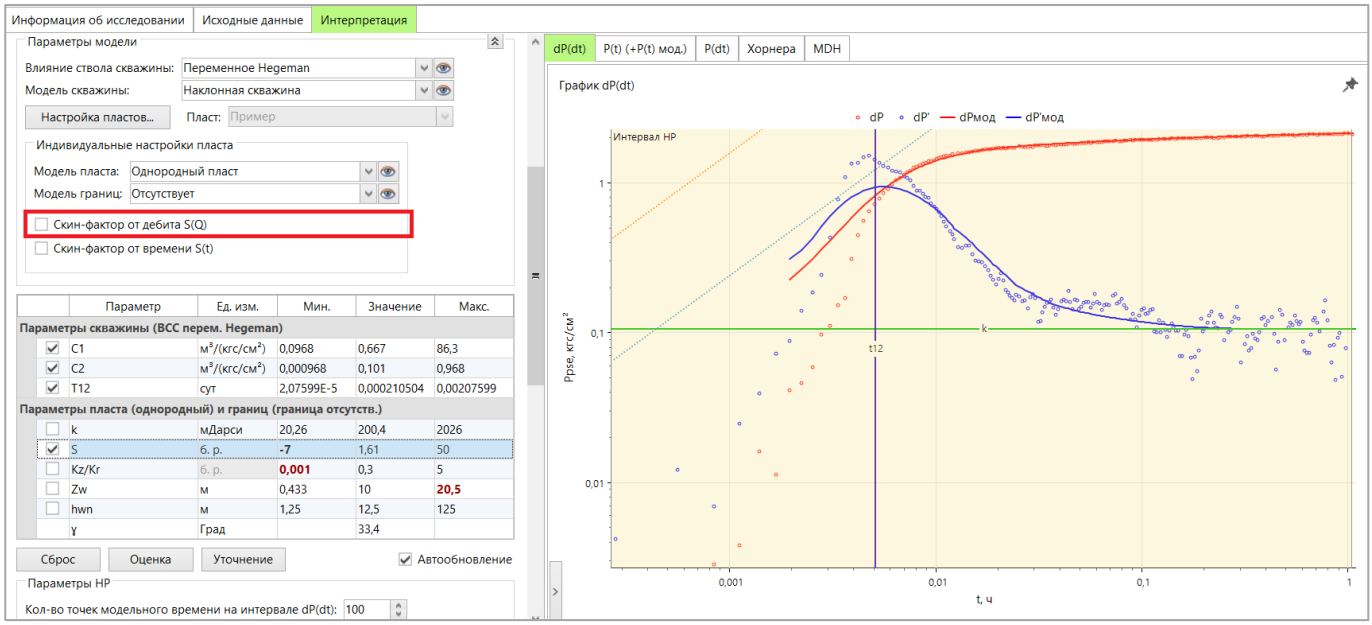
Подобную процедуру необходимо провести для всех КВД. Таким образом будет создана жесткая структура, где для каждой КВД будет создана своя версия интерпретации.

После нажатия кнопки **График зависимости S(Q)** всплывет соответствующее диалоговое окно, где будут автоматически импортированы значения версий со своими дебитами и рассчитанными скин-факторами. По этим данным построен график зависимости S(Q) и получены значения S_0 (скин-фактор при нулевом дебите) и D-фактор.

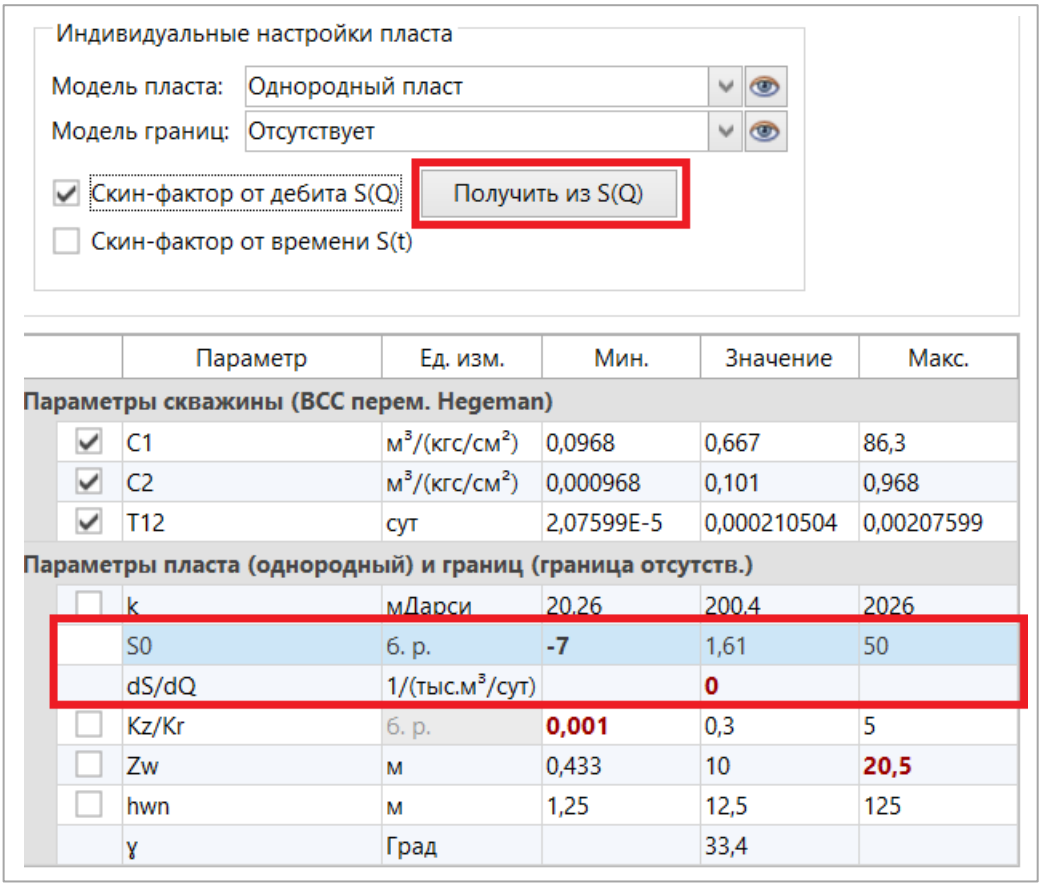


Примечание: кнопка "Получить из версий" применяется, если табличные данные скин-фактора и дебитов были изменены вручную и необходимо вернуть значения к результатам интерпретации. Также рекомендуется применять эту кнопку при вторичном входе в окно ***График зависимости S(Q)****, если интерпретация любой из КВД была изменена.*

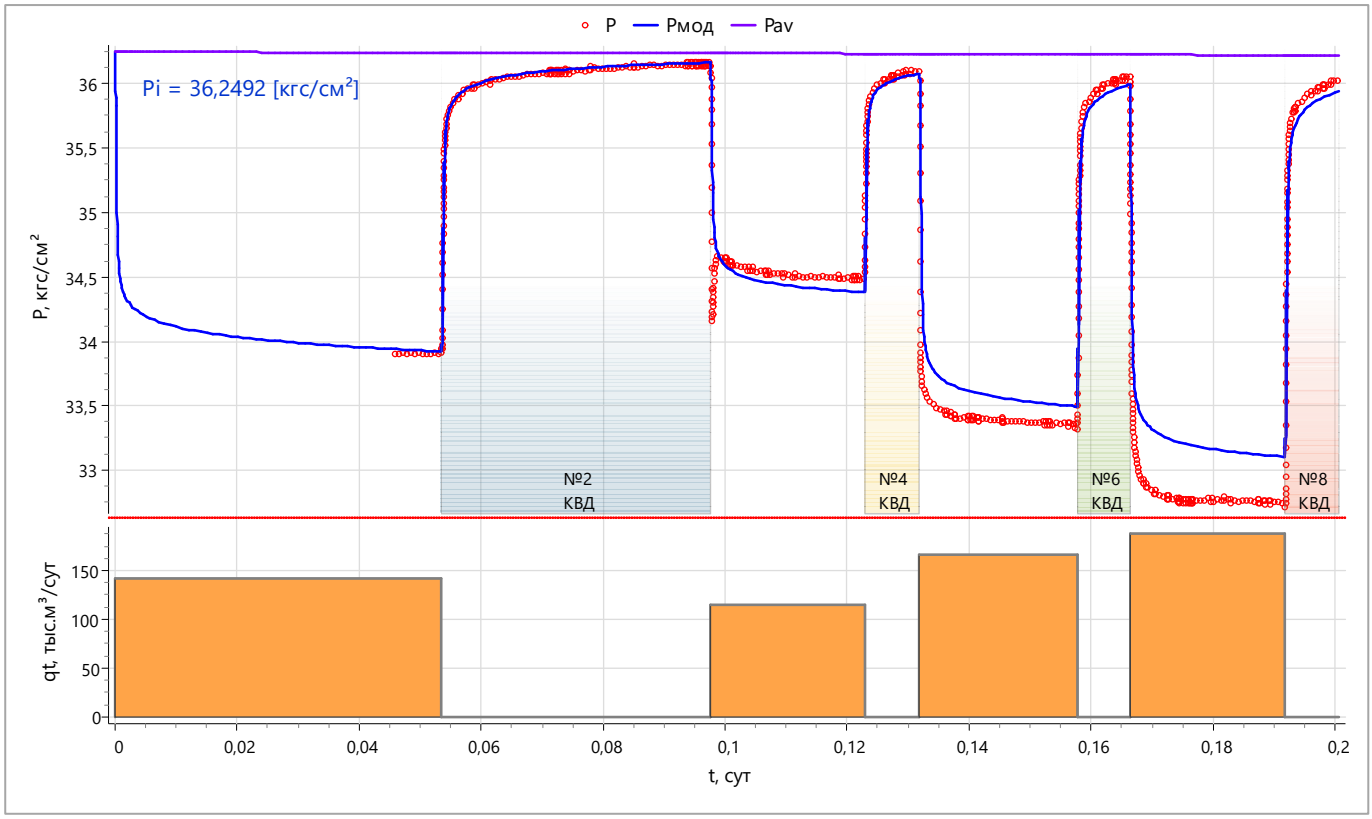
После выхода из этого окна по кнопке ОК необходимо нажать флаг применения опции скин-фактора от дебита.



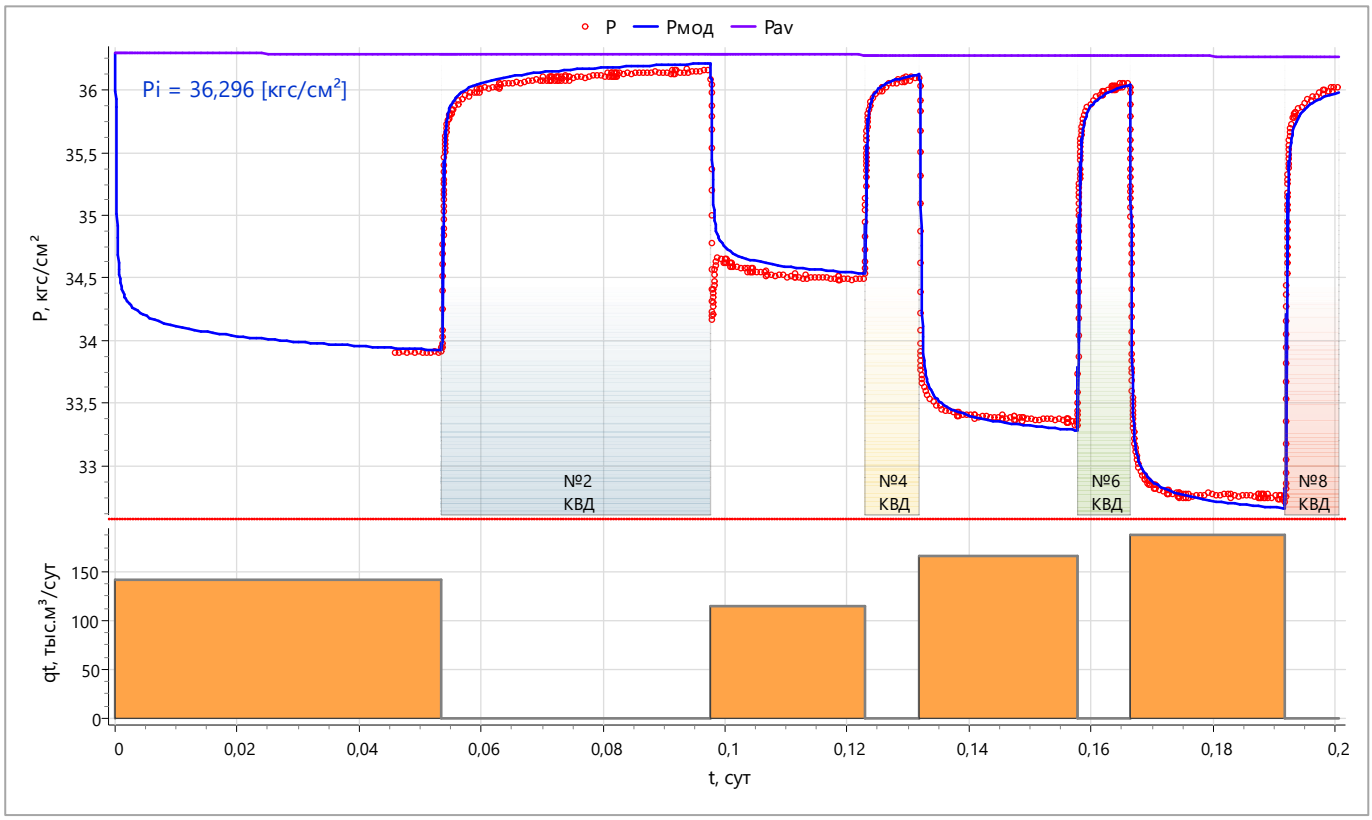
После выбора этой опции возникнет кнопка **Получить из S(Q)**. В этот момент пользователь может вручную внести S_0 и D в таблице подбираемых параметров или воспользоваться кнопкой “Получить из S(Q)”.



После применения указанной кнопки рассчитанная зависимость S(Q) будет применена к модельной кривой. Ниже представлено сравнение модельной кривой без применения и с применением этой зависимости.



Без учета зависимости S(Q)



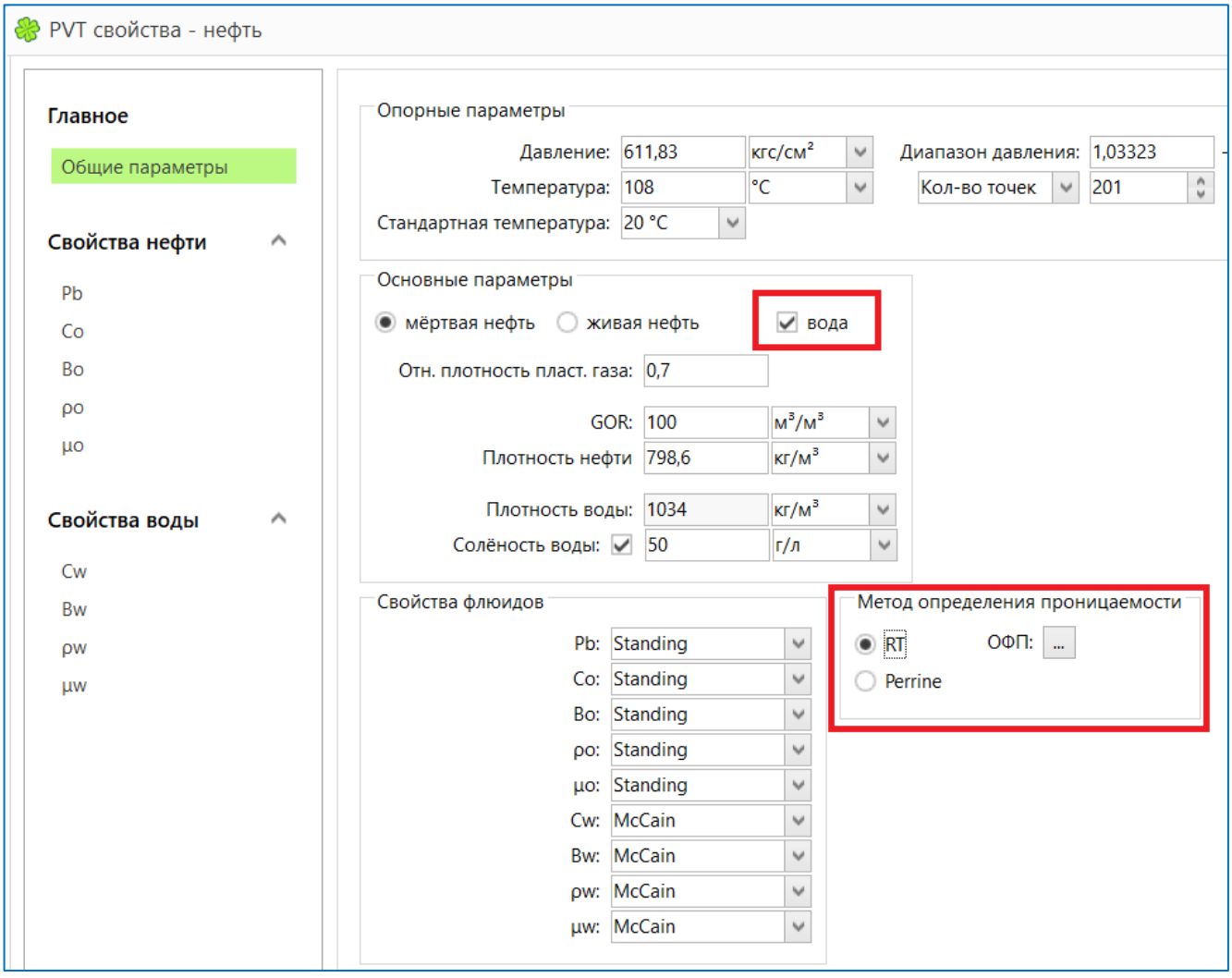
С учетом зависимости S(Q)

7.3.4. Особенности интерпретации КВД для многофазных потоков

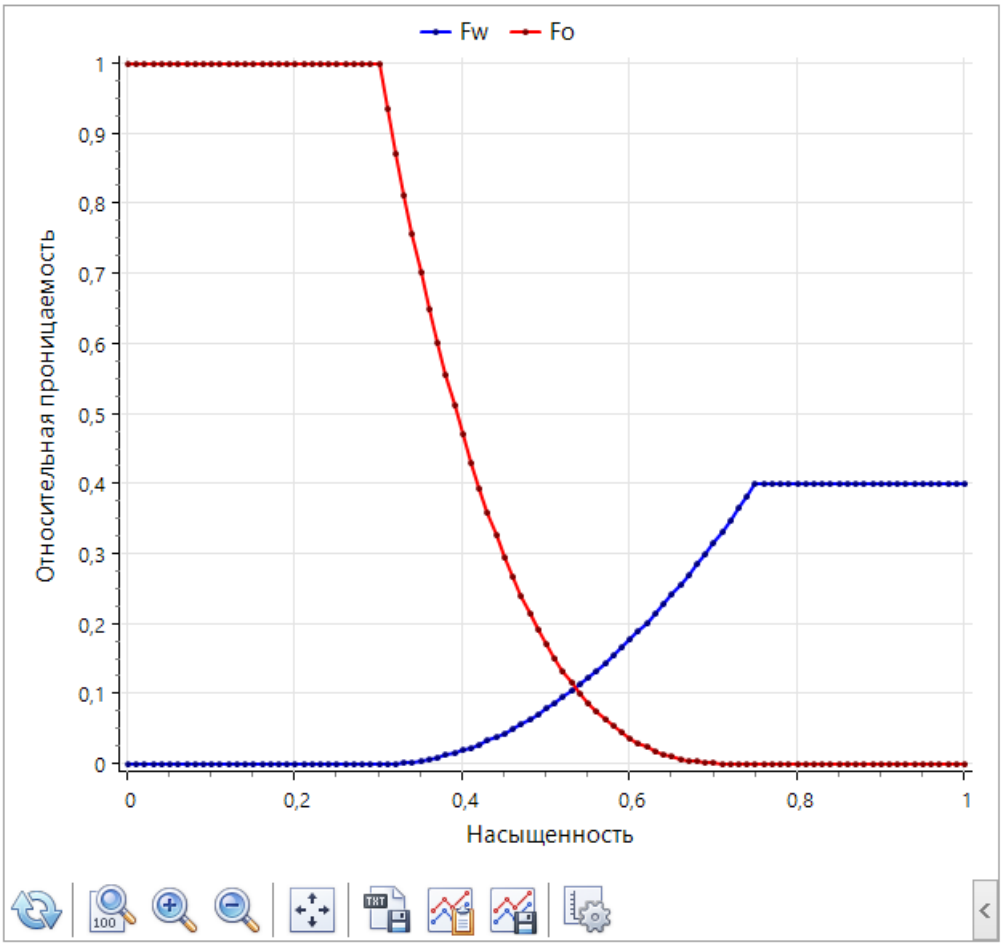
7.3.4.1. КВД, КСД, КВУ обводненных нефтяных скважин

Для учёта воды в продукции нефтяной скважины необходимо поставить флаг **Вода** возле основного флюида в окне **PVT-свойства.** После активации появится набор параметров, связанных со свойствами воды. Подробнее об этом можно прочитать в разделе **6.3.1 PVT-свойства нефтяных скважин**.

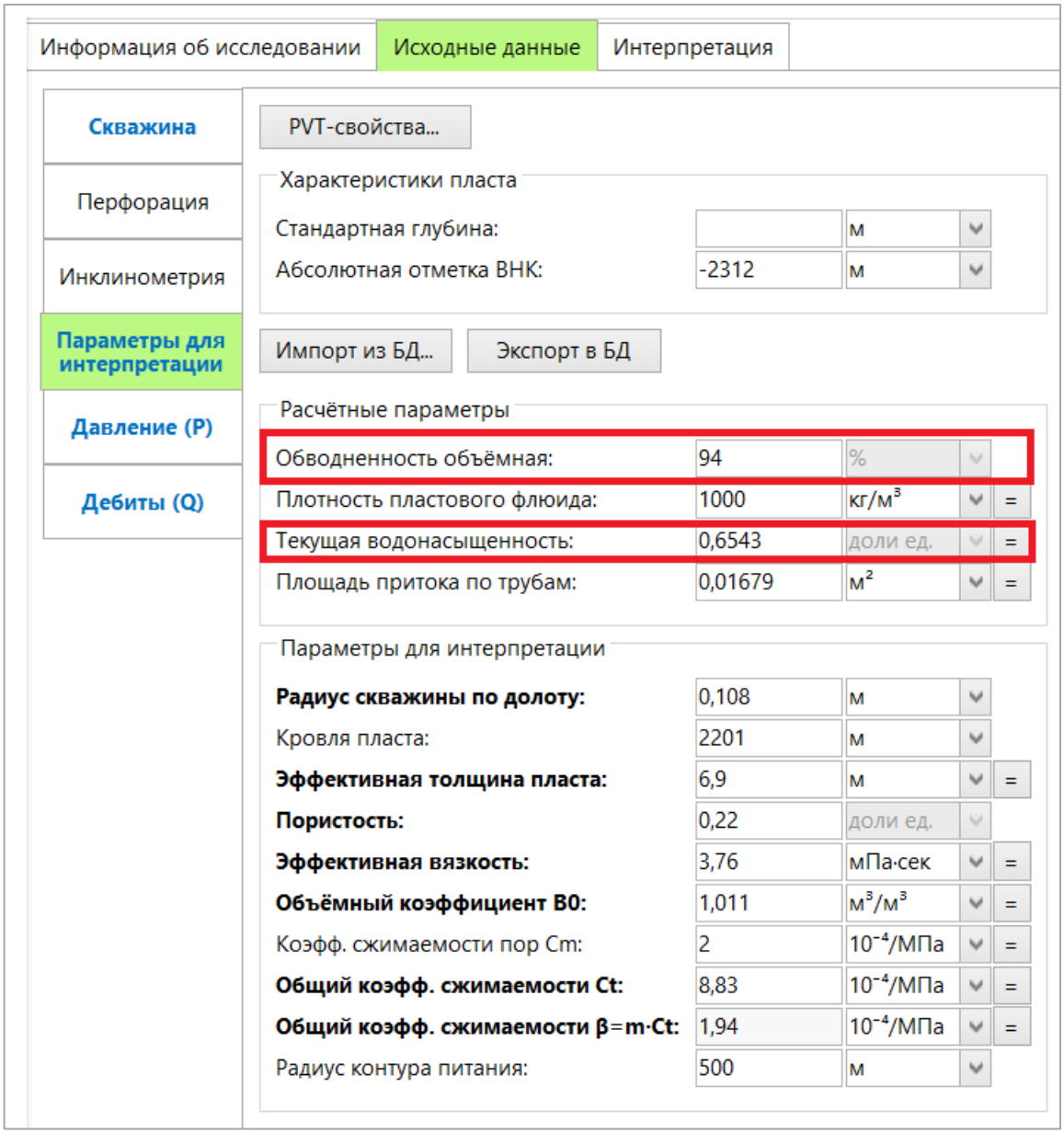
В частности, появится поле для выбора метода определения проницаемости: **RT** или **Perrine**:



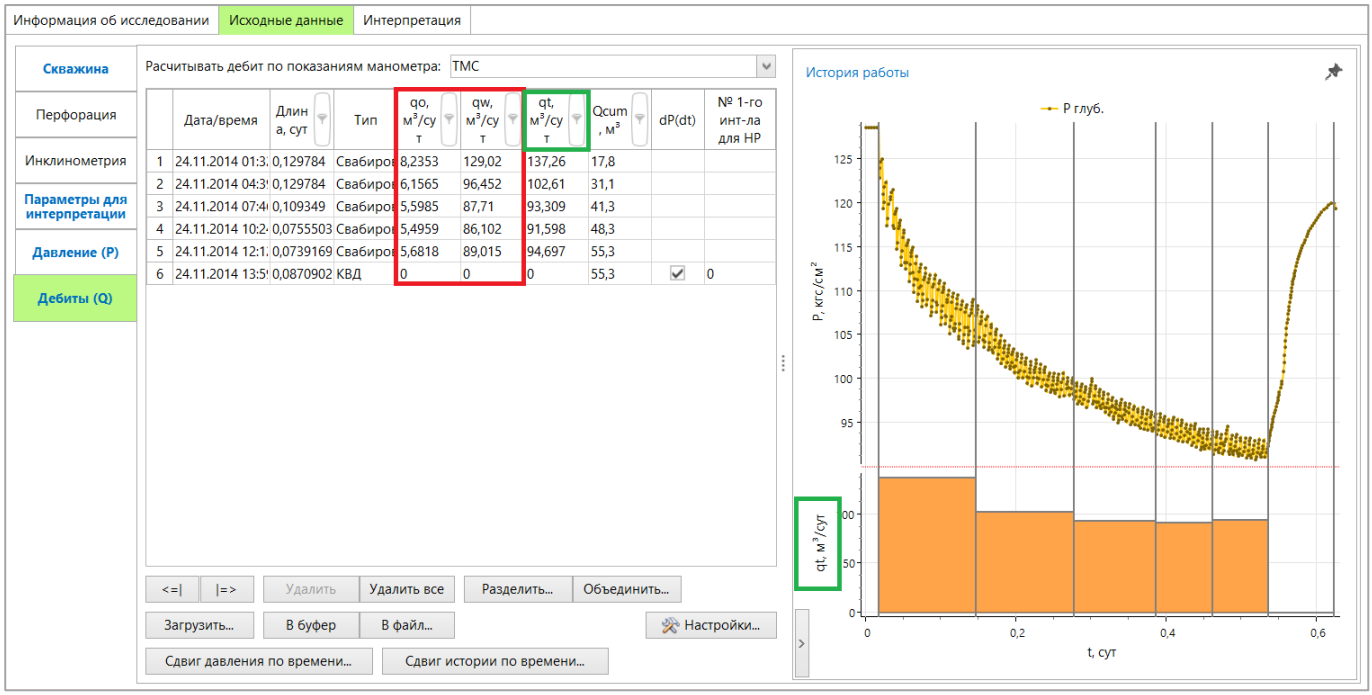
Метод Perrine не требует ввода дополнительной информации. Для метода RT потребуется определить относительные фазовые проницаемости в табличном или формульном виде.



Во вкладке **Параметры для интерпретации** появятся новые расчётные параметры – **Обводненность** и **Текущая водонасыщенность**, которые необходимо задать вручную:



Во вкладке **Дебиты** обновится таблица истории работы скважины: появится колонка расхода воды qw, которую необходимо заполнить для расчёта эффективного совокупного расхода qt и дальнейшей интерпретации:

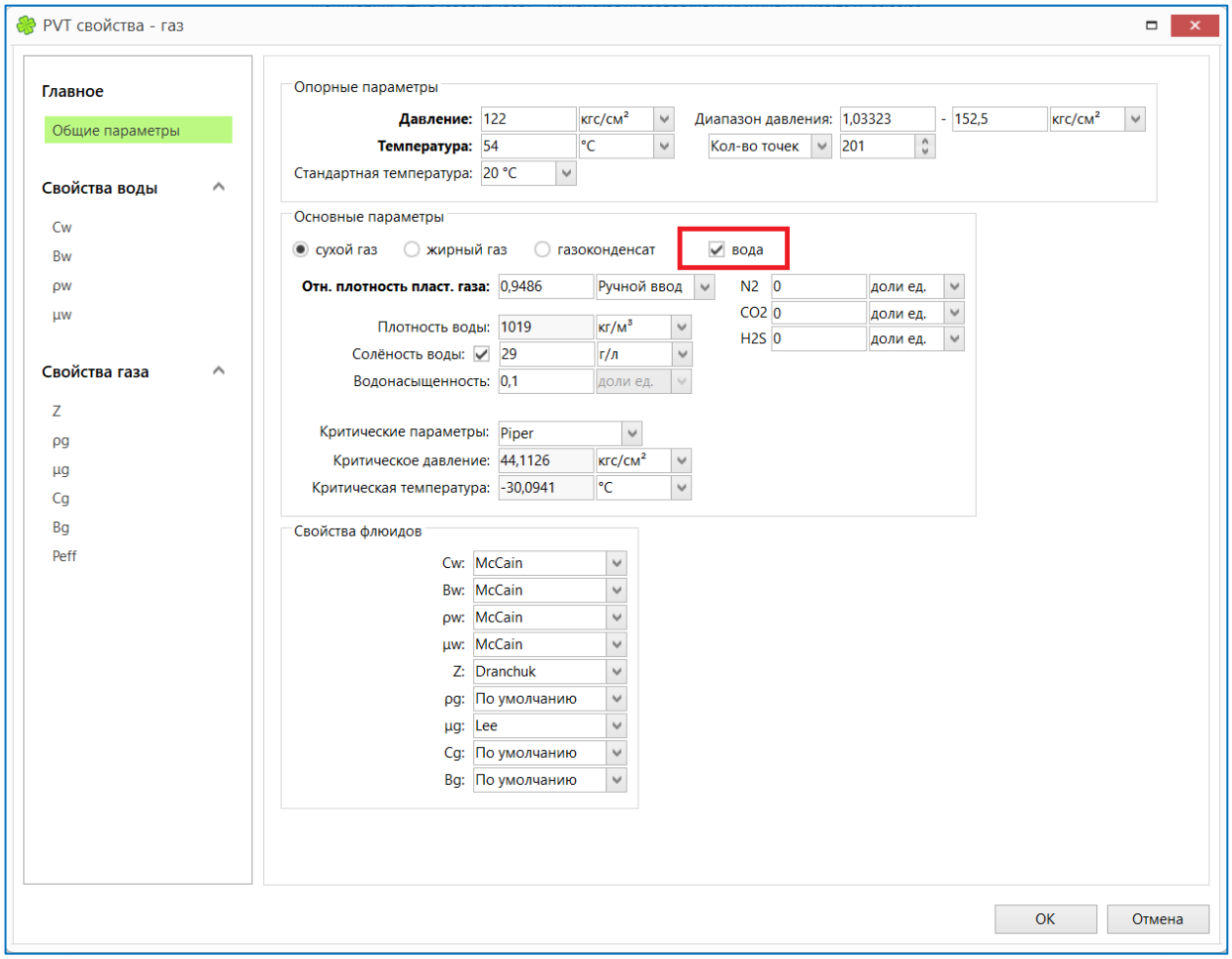


Процесс интерпретации КВД, КСД и КВУ обводненных скважин происходит аналогично процессу других категорий скважин. Отличие заключается только в параметрах, определяемых при интерпретации. В таблице параметров появляются строки **Фазовой проницаемостью нефти** и **Фазовой проницаемостью воды**:

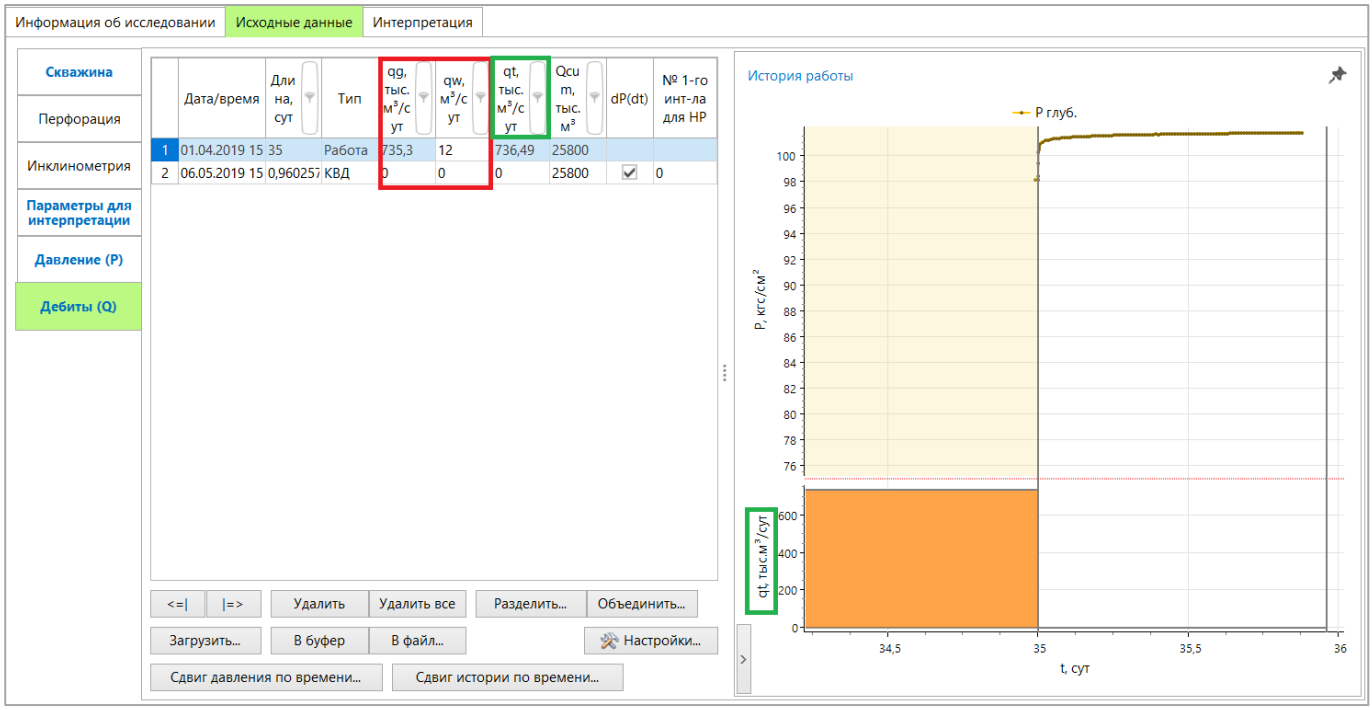
Параметр	Ед. изм.	Значение
Подвижность k/μ	мДарси/спз	75,6
Фазовая проницаемость нефти	мДарси	10,05
Фазовая проницаемость воды	мДарси	35,27
Скин-фактор	б. р.	1,71
Гидропроводность	Дарси·см/(мПа·с	52,2
Пьезопроводность	см²/сек	3840
Время влияния контура питания	сут	2,31352
Радиус исследования	м	95,286
Депрессия на пласт	кгс/см²	27,1189
Дополнительный перепад давления в призабойной зо	кгс/см²	4,57321
Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·кгс/см²)	3,49
Коэффициент продуктивности, расчётный	м³/(сут·кгс/см²)	2,67
Расчётный коэффициент продуктивности при скин-фак	м³/(сут·кгс/см²)	3,21
Начальное пластовое давление (Pi)	кгс/см²	124,918
Пластовое давление по аппроксимации	кгс/см²	119,754
Пластовое давление на уровне ВДП	кгс/см²	200,736
Пластовое давление на уровне отметки ИП	кгс/см²	200,945
Пластовое давление на уровне середины ИП	кгс/см²	200,945
Пластовое давление на стандартную глубину	кгс/см²	198,942
Пластовое давление на уровне ВНК	кгс/см²	202,148
Среднеквадратичное отклонение решения от данных	кгс/см²	0,380402
Степень совершенства скважины	б. р.	0,8314

7.3.4.2. КВД газовых скважин при наличии воды в потоке

Для учёта воды в продукции газовой скважины необходимо поставить флаг **Вода** возле основного флюида в окне **PVT-свойства.** После активации появится набор параметров, связанных со свойствами воды. Подробнее об этом можно прочитать в разделе [6.3.3 PVT-свойства газовых скважин](#).



Во вкладке **Дебиты** обновится таблица истории работы скважины: появится колонка расхода воды qw, которую необходимо заполнить для расчёта эффективного совокупного расхода qt и дальнейшей интерпретации:

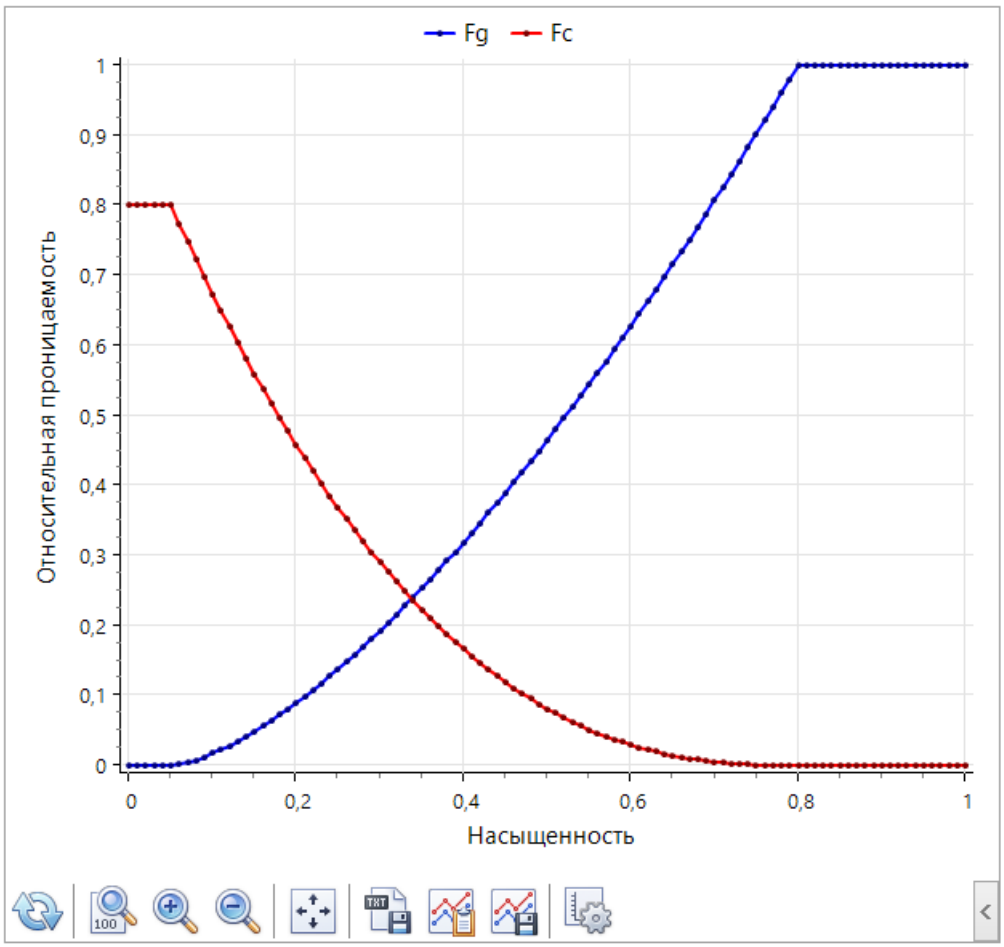


Процесс интерпретации КВД газовых скважин при наличии воды происходит аналогично процессу обычной газовой скважины.

7.3.4.3. КВД газоконденсатных скважин

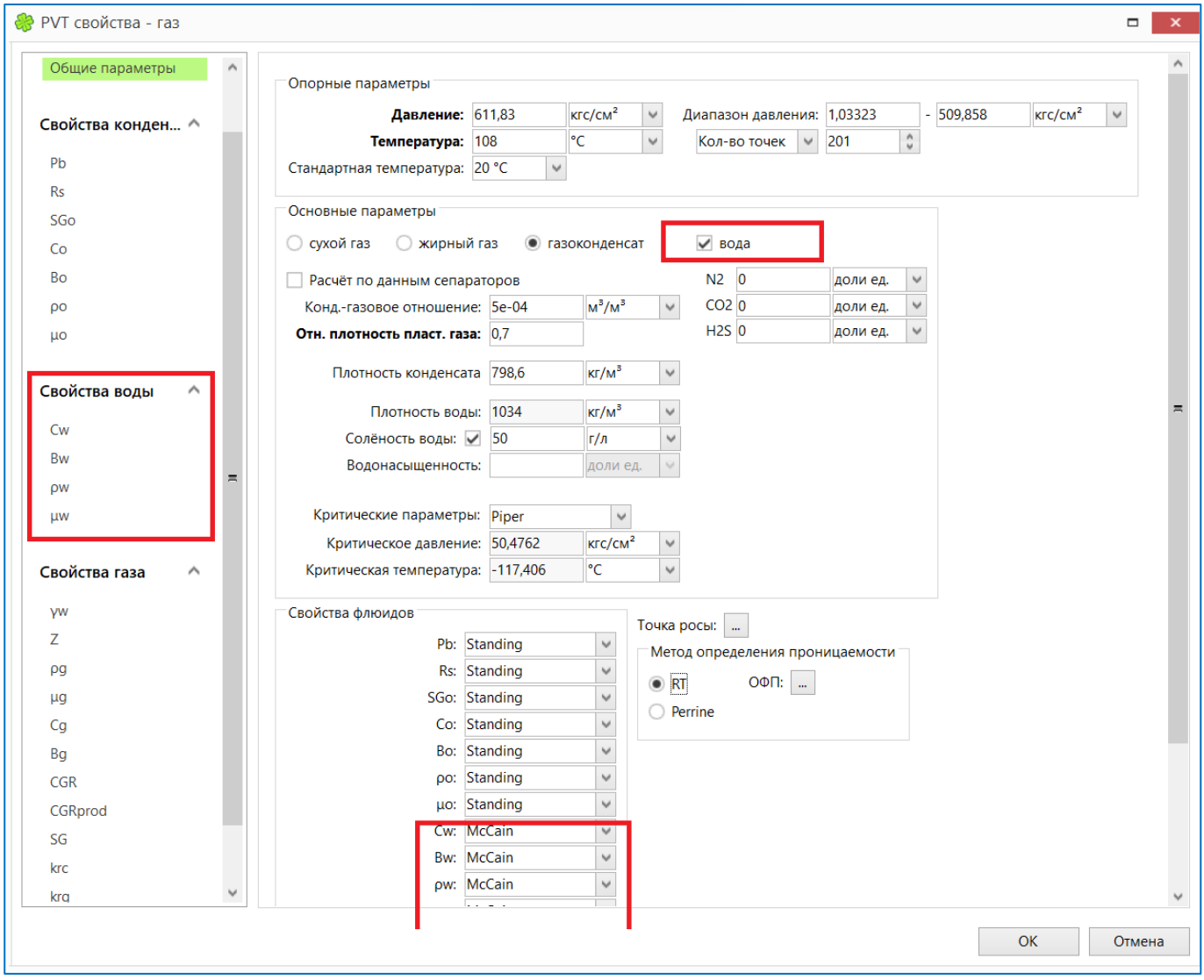
Формально случай опции газоконденсата при интерпретации газовой скважины сам по себе является двухфазным потоком газа и конденсата. Набор PVT-параметров для газоконденсата включает в себя параметры свойственные газу и конденсату. Подробнее об этом можно прочитать в разделе **6.3.3 PVT-свойства газовых скважин**

У пользователя в случае газоконденсата есть выбор применения метода Perrine или метода **RT** (применение ОФП для системы конденсат-газ). Метод **Perrine** не требует ввода дополнительной информации. При выборе опции **RT** необходимо ввести ОФП в табличном виде или в виде формулы с соответствующими коэффициентами для системы газ-нефть (где под нефтью понимается конденсат). Применение ОФП позволяет учесть наличие в пласте конденсата при расчете **Peff**, что предоставляет возможность вычисления скин-фактор конденсатной банки (см. Приложение "Теоретические основы гидродинамических исследований").



Для газоконденсата во вкладке **Дебиты** таблица истории работы скважины содержит колонки расхода газа **qg** и конденсата **qo**, которые необходимо заполнить для расчёта совокупного расхода **qt** и дальнейшей интерпретации.

Для учёта воды в продукции газоконденсатной скважины необходимо поставить флаг **Вода** возле основного флюида в окне **PVT-свойства.** После активации появится набор параметров, связанных со свойствами воды.



Во вкладке **Дебиты** обновится таблица истории работы скважины: появится дополнительная колонка расхода воды qw, которую необходимо заполнить для расчёта эффективного совокупного расхода qt и дальнейшей интерпретации.

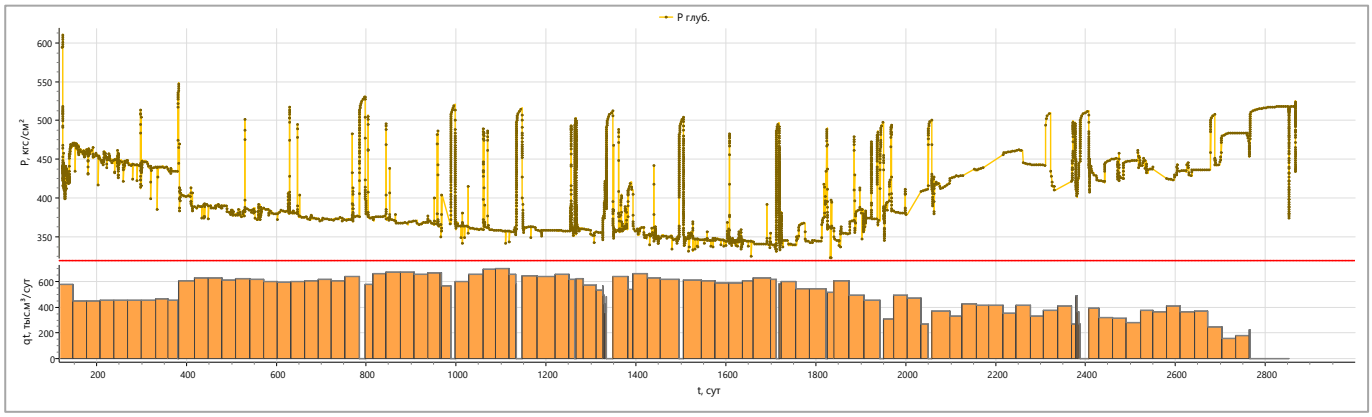
	Дата/время	Длина, сут	Тип	qg, тыс.м³/сут	qo, м³/сут	qw, м³/сут	qt, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
1	01.07.2008 00:0	123	Работа	454,02	252,15	25,48	493,05	60600		
2	01.11.2008 00:0	92	Работа	427,65	237,33	22,17	463,71	103000		
3	01.02.2009 00:0	50,4583	Работа	433,55	240,77	23,33	470,44	127000		
4	23.03.2009 11:0	1,95833	КВД	0	0	0	0	127000	☑	0

Последующий процесс интерпретации КВД газовых скважин с газоконденсатом, с водой или без воды, происходит аналогично процессу обычной газовой скважины.

7.3.5. Особенности интерпретации КВД при длительном мониторинге забойного давления

Длительный мониторинг забойного давления с применением телеметрических систем (ТМС) позволяет в режиме реального времени осуществлять контроль параметров пласта и скважины, влияющих на продуктивность.

На диаграмме приведен пример длительного мониторинга (более 2800 суток) со снятием 9-ти КВД, при этом последняя самая продолжительная.

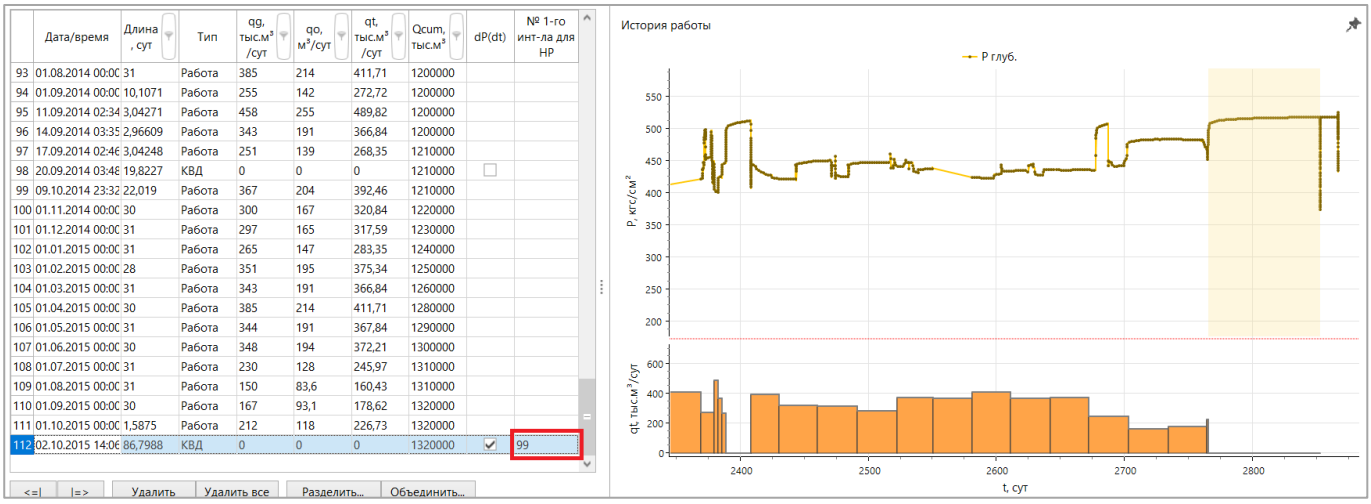


Длительный мониторинг забойного давления вкупе с историей дебитов в ПО МГДИС предоставляет возможность:

- контролировать динамику изменения скин-фактора с помощью опции **Скин-фактор от времени S(t)**;
- контролировать динамику среднего пластового давления в зоне дренирования различными методами, в том числе с помощью опции **Кривая Pav по мат.балансу** на графике **P(t) (+P(t) мод.)**, что позволяет оценивать как поведение давления в прошлом, так и прогнозируя его поведение в будущем при различных сценариях отбора в режиме моделирования;
- контролировать ФЕС пласта, в частности, проводя сопоставление различных КВД с помощью использования опции **Показать dP** всех интервалов и опции **Нормализация кривых** на графике **dP(dt);**
- осуществлять контроль качества подбора граничных условий при интерпретации КВД, сопоставляя поведение модельной кривой и фактических точек давления на длительных промежутках времени на графике **P(t) (+P(t) мод.)**

Из технических особенностей интерпретации при длительном мониторинге необходимо отметить, что в качестве предыстории для каждого проводимого КВД можно брать полную историю замеров давления и дебита за весь предыдущий период. Однако с течением времени характеристики скважины могут меняться. Тогда учитываемую

предысторию для конкретной КВД необходимо ограничить встроенными инструментами МГДИС.



	Дата/время	Длина, сут	Тип	qg, тыс.м³/сут	qo, м³/сут	qt, тыс.м³/сут	Qcum, тыс.м³	dP(dt)	№ 1-го инт-ла для HP
93	01.08.2014 00:0(	31	Работа	385	214	411,71	1200000		
94	01.09.2014 00:0(	10,1071	Работа	255	142	272,72	1200000		
95	11.09.2014 02:34	3,04271	Работа	458	255	489,82	1200000		
96	14.09.2014 03:35	2,96609	Работа	343	191	366,84	1200000		
97	17.09.2014 02:4(	3,04248	Работа	251	139	268,35	1210000		
98	20.09.2014 03:4(	19,8227	КВД	0	0	0	1210000	☐	
99	09.10.2014 23:32	22,019	Работа	367	204	392,46	1210000		
100	01.11.2014 00:0(	30	Работа	300	167	320,84	1220000		
101	01.12.2014 00:0(	31	Работа	297	165	317,59	1230000		
102	01.01.2015 00:0(	31	Работа	265	147	283,35	1240000		
103	01.02.2015 00:0(	28	Работа	351	195	375,34	1250000		
104	01.03.2015 00:0(	31	Работа	343	191	366,84	1260000		
105	01.04.2015 00:0(	30	Работа	385	214	411,71	1280000		
106	01.05.2015 00:0(	31	Работа	344	191	367,84	1290000		
107	01.06.2015 00:0(	30	Работа	348	194	372,21	1300000		
108	01.07.2015 00:0(	31	Работа	230	128	245,97	1310000		
109	01.08.2015 00:0(	31	Работа	150	83,6	160,43	1310000		
110	01.09.2015 00:0(	30	Работа	167	93,1	178,62	1320000		
111	01.10.2015 00:0(	1,5875	Работа	212	118	226,73	1320000		
112	02.10.2015 14:0(	86,7988	КВД	0	0	0	1320000	☑	99

<=| |=> Удалить Удалить все Разделить... Объединить...

Так, например, при выявлении существенного изменения скин-фактора после предыдущего исследования КВД, необходимо ограничиваться более коротким интервалом предыстории, не более чем до предыдущего КВД. В противном случае алгоритмы интерпретации, предназначенные для обработки исследования с постоянным скин-фактором приведут к некорректному результату. Под постоянным скин-фактором здесь подразумевается период КВД и некоторый период времени перед КВД.

По факту рекомендуется ограничиться интервалом предыстории, в котором зарегистрированные изменения в динамике забойного давления качественно соответствуют изменениям дебита, и не принимать во внимание участки давления с резкими изменениями без соответствующих изменений в истории дебитов.

8. Исследования на установившихся режимах

В настоящей главе рассмотрены особенности интерпретации индикаторных диаграмм:

- ИД нефтяных скважин при забойных давлениях выше давления насыщения и линейным поведением диаграммы давление-дебит на всех режимах, а также при исследованиях с забойным давлением ниже давления насыщения на отдельных режимах и искривлением индикаторной диаграммы;
- ИД нагнетательных скважин, в том числе с линейным поведением диаграммы давление-дебит на режимах и при искривлении индикаторной диаграммы вследствие раскрытия трещины АвтоГРП на отдельных режимах нагнетания;
- ИД газовых скважин, в том числе при обработке результатов исследований методом установившихся отборов, изохронным методом и модифицированным изохронным методом.

Ввод обязательных исходных данных для проведения интерпретации и сама процедура интерпретации для фонтанных и механизированных скважин методом ИД осуществляется на вкладках **Исходные данные** и **Интерпретация** (или **Интерпретация ИД**, если выбран метод КВД+ИД).

8.1. Интерпретация индикаторных диаграмм фонтанных и механизированных нефтяных скважин

Основным методом интерпретации гидродинамических исследований на установившихся режимах является построение индикаторной диаграммы (ИД). Индикаторная диаграмма представляет собой зависимость забойного давления от дебита скважины.

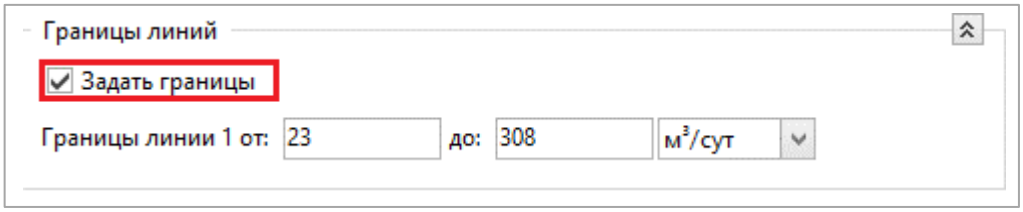
8.1.1. Обработка индикаторных диаграмм при забойных давлениях выше давления насыщения

При забойном давлении выше давления насыщения индикаторная диаграмма зависимости давления на режиме от дебита имеет вид прямой линии. Целью интерпретации индикаторной диаграммы при забойном давлении выше давления насыщения является определение коэффициента продуктивности и пластового давления (если оно неизвестно). Интерпретация индикаторной диаграммы выполняется аналитическим способом, основанным на линейной регрессии.

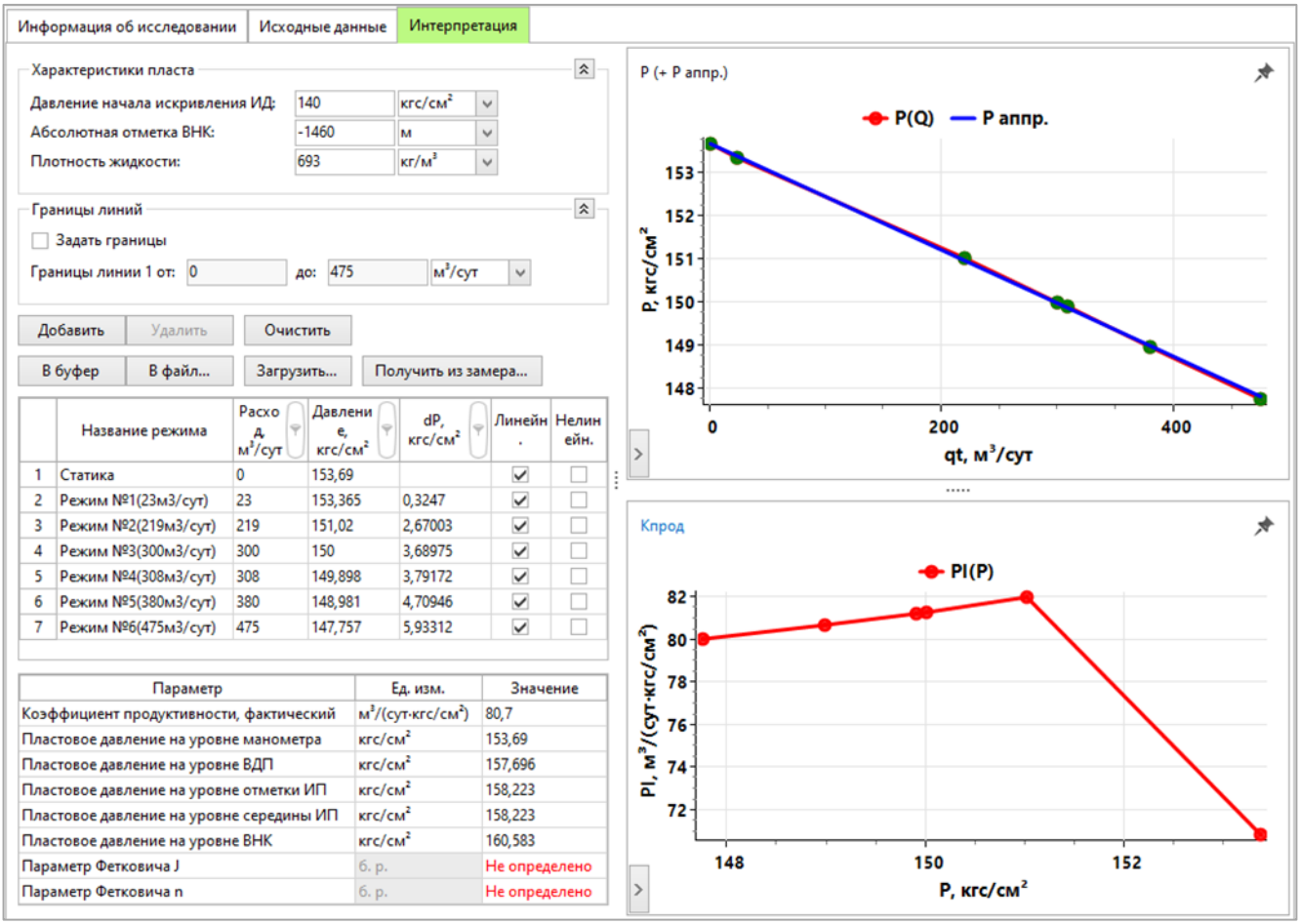
Данные расхода и давления заносятся в таблицу в соответствующие столбцы. При необходимости, данные на режимах в таблицу расход-давление могут быть импортированы

из раздела **Дебиты (Q)**. Процесс импорта подробно описан ниже в разделе 8.3.4. Импорт данных на режимах из истории работы. В столбце **Линейн.** флагами отмечаются все режимы, т.к. все режимы в линейной области зависимости P(Q).

При необходимости кривую аппроксимации можно ограничить заданным диапазоном. Для этого необходимо в группе полей **Границы линий** установить флаг **Задать границы** и указать диапазон, в пределах которого будет строиться кривая аппроксимации:



Пример индикаторной диаграммы при давлении выше давления насыщения.



8.1.2. Обработка индикаторных диаграмм при наличии двухфазного потока при забойных давлениях ниже давления насыщения

Прямолинейный характер индикаторных диаграмм добывающих нефтяных скважин справедлив в определенных пределах. В частности, при снижении забойного давления ниже давления насыщения вследствие выделения в пласте газа и перехода к двухфазному характеру потока, фазовая проницаемость нефти резко уменьшается, что приводит к

падению коэффициента продуктивности и изгибу индикаторной кривой в сторону оси дебитов. В качестве аналитического описания соответствующего поведения индикаторной диаграммы используется уравнение Фетковича:

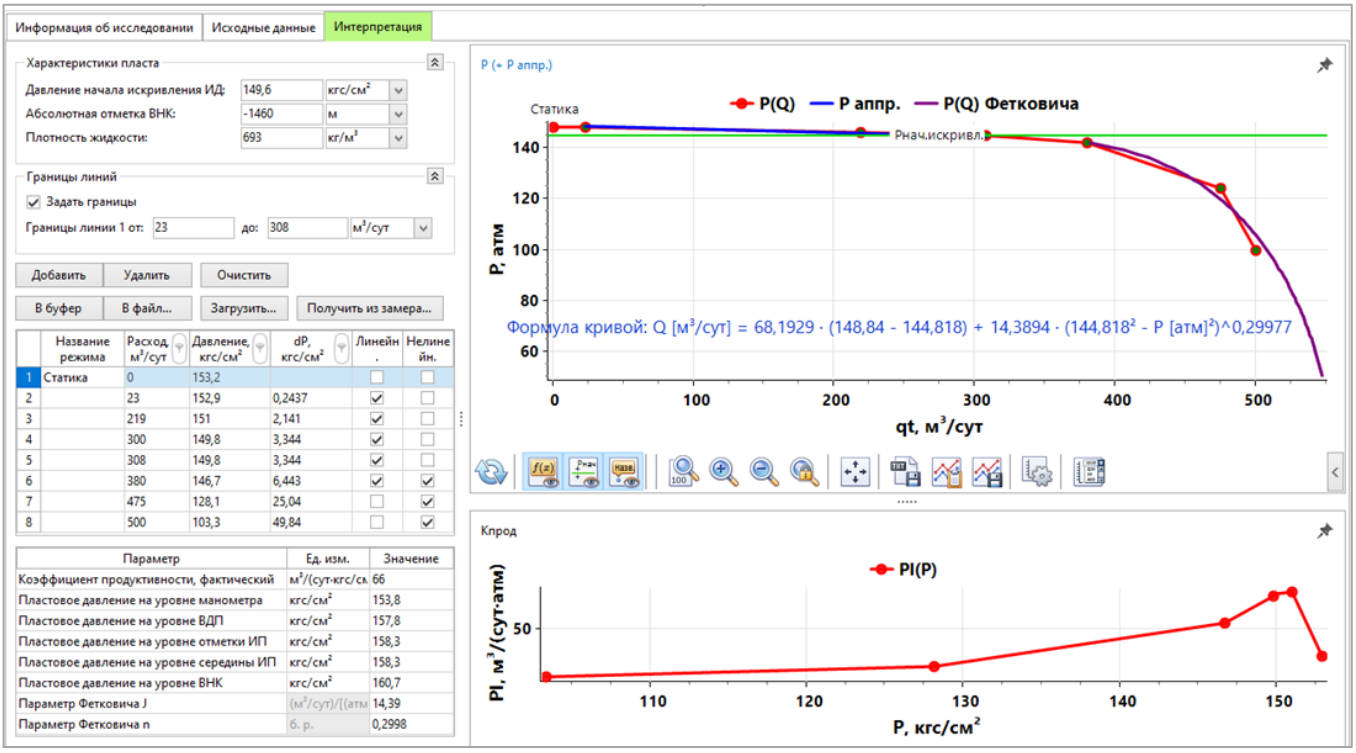
$$q = J \cdot \left({p_{pl}}^2 - {p_{wf}}^2\right)^n, P_{zab} < P_b \qquad (7.1.9)$$

где J – коэффициент продуктивности двухфазной фильтрации, n – показатель степени, определяемый экспериментально графоаналитическим методом. Начальный коэффициент продуктивности определяется по линейному участку ИД, а для нахождения n и J точки ИД, расположенные ниже давления насыщения в нелинейном участке. Подробнее см. Приложение "Теоретические основы гидродинамических исследований".

Данные расхода и давления заносятся в таблицу в соответствующие столбцы. В столбцах **Линейн.** и **Нелинейн.** флагами отмечаются режимы в линейной области зависимости P(Q) и в нелинейной области (при давлении ниже давления разгазирования). В линейной области ИД выполняется аппроксимация данных замеров линейной зависимостью, а в нелинейной области – по формуле Фетковича.

После проведения интерпретации можно вручную скорректировать уровень начала разгазирования. Для этого необходимо на графике давлений мышкой переместить горизонтальную линию **Рнач.искривл.** на необходимый уровень.

Пример индикаторной диаграммы при давлении выше и ниже давления насыщения.



8.2. Интерпретация индикаторных диаграмм нагнетательных скважин

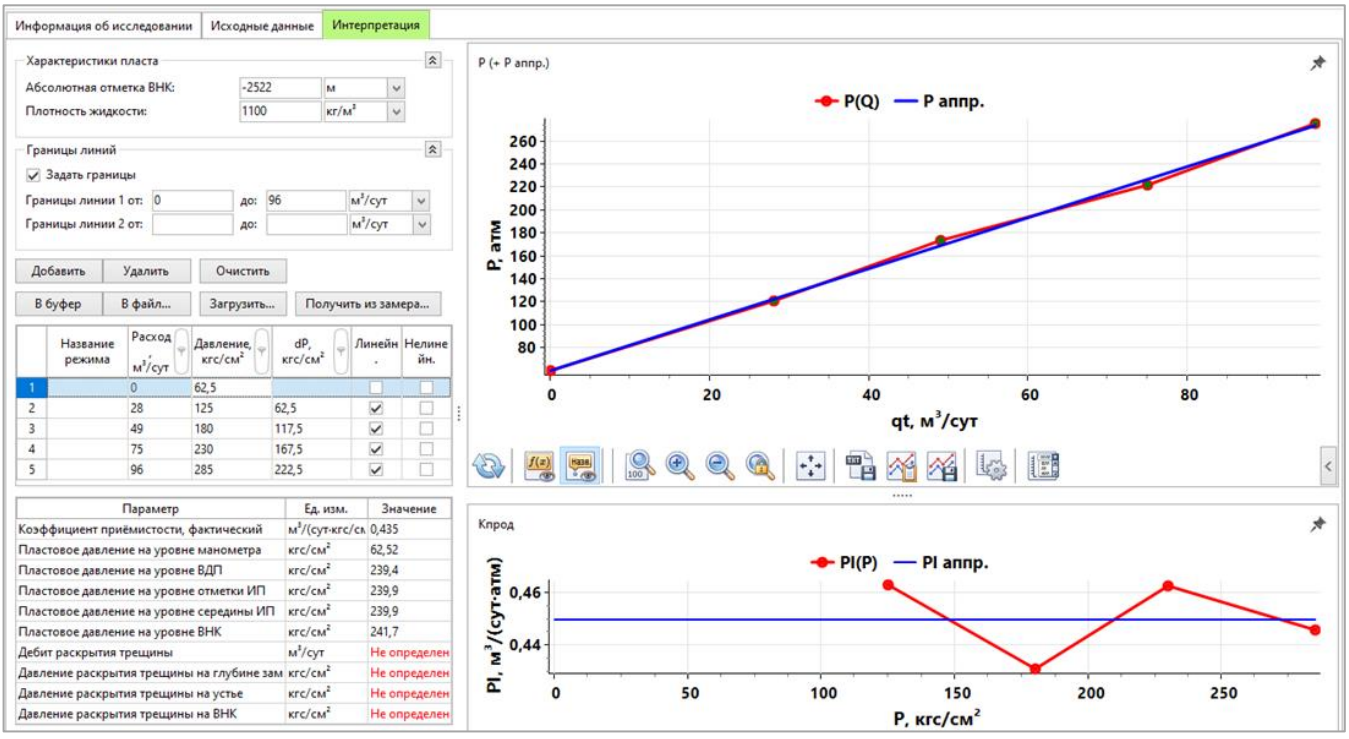
Интерпретация индикаторных диаграмм нагнетательных скважин проводится на вкладке **Интерпретация**.

В отличие от нефтяных скважин, для интерпретации нагнетательных скважин на вкладке реализована возможность выделения одной без АвтоГРП или двух линейных участков на ИД – до АвтоГРП и после АвтоГРП.

8.2.1. Обработка индикаторных диаграмм при линейной фильтрации закачиваемого флюида

Обработка индикаторной диаграммы нагнетательной скважины при линейной фильтрации выполняется выделением одного линейного участка и определением значения коэффициента приемистости.

Пример интерпретации ИД нагнетательной скважины с одним линейным участком на зависимости P(Q).

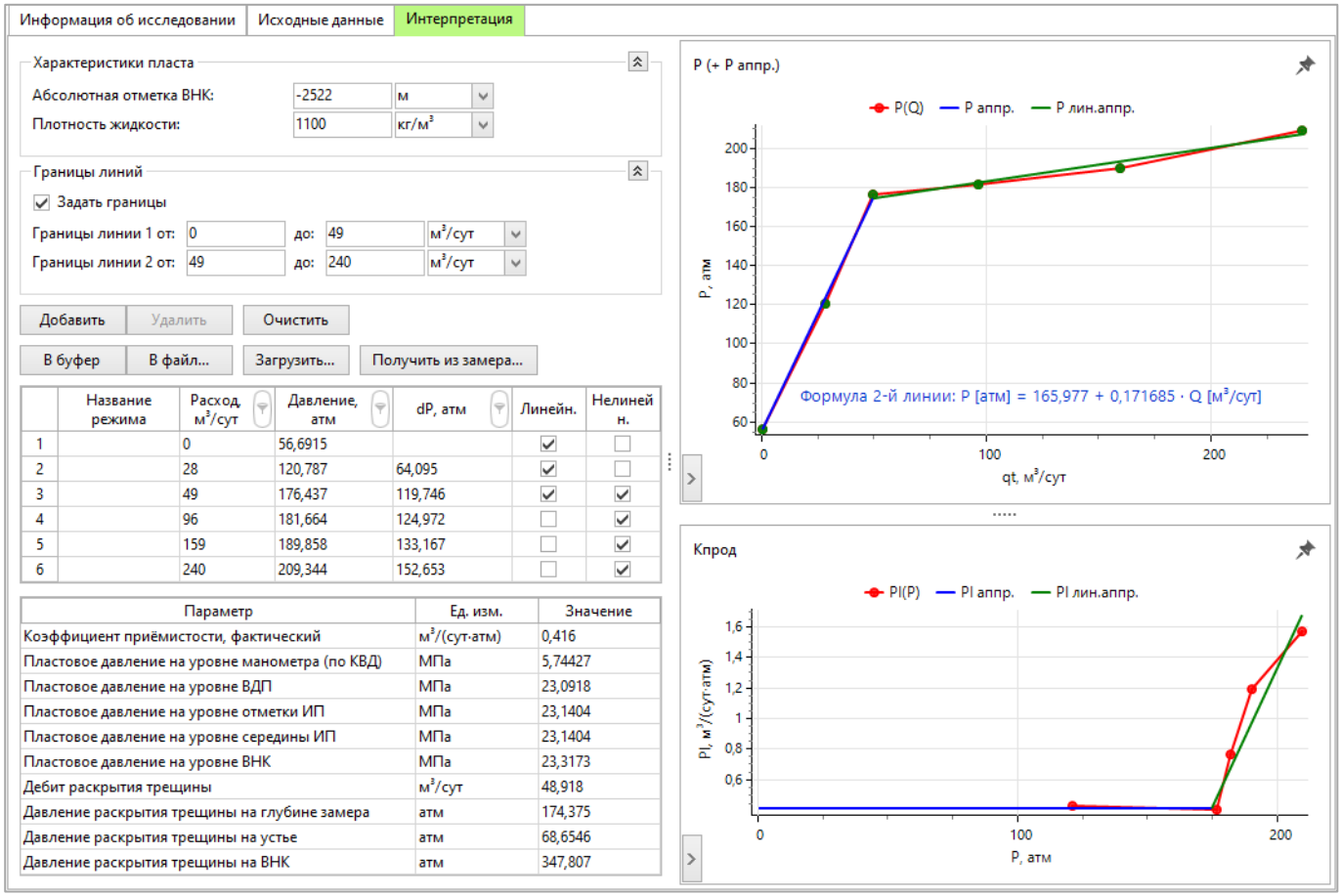


8.2.2. Обработка индикаторных диаграмм в скважинах с трещиной автоГРП

Особенностью проведения исследований на установившихся режимах в нагнетательных скважинах является возможность образования АвтоГРП при высоких приемистостях. При этом происходит резкое изменение коэффициента приемистости, и форма ИД будет иметь два линейных участка с разным наклоном.

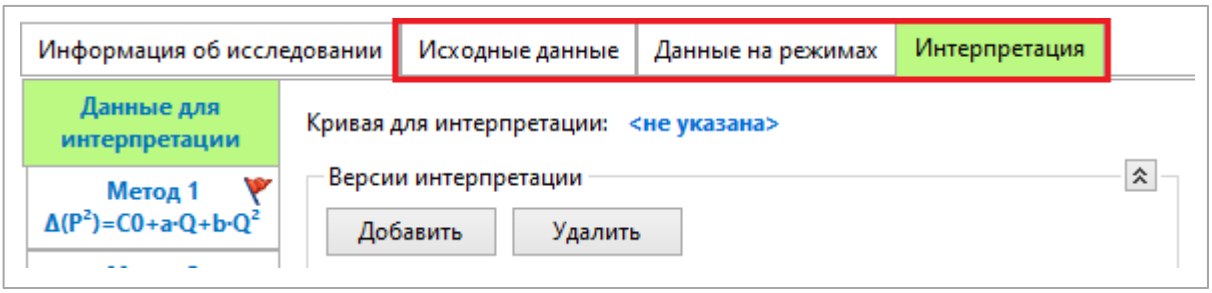
В отличие от нефтяных скважин и нагнетательных скважин с линейным поведением диаграмм «давление-дебит», для интерпретации ИД нагнетательных скважин с резким увеличением дебита по причине раскрытия трещины АвтоГРП при определенном режиме нагнетания на вкладке реализована возможность выделения двух линейных участков на ИД – до АвтоГРП и после АвтоГРП для определения дебита и давления раскрытия трещины.

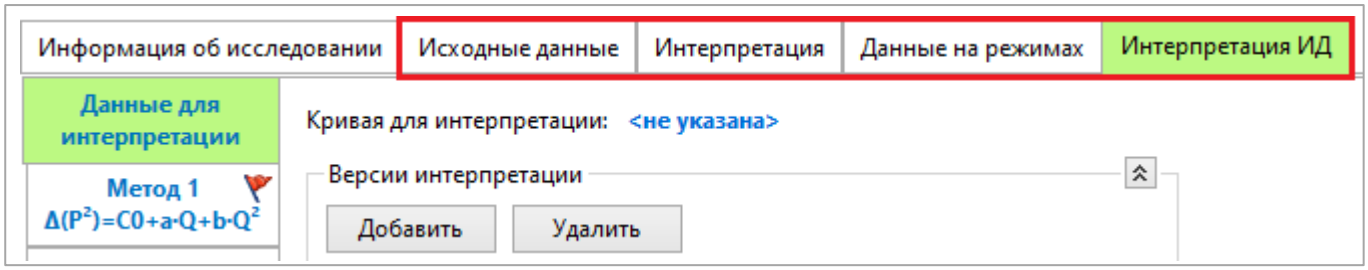
Пример интерпретации ИД нагнетательной скважины с двумя линейными участками на зависимости P(Q).



8.3. Интерпретация индикаторных диаграмм газовых скважин

Для проведения интерпретации ИД газовых и газоконденсатных скважин используются следующие вкладки: **Исходные данные**, **Данные на режимах** и **Интерпретация** (или **Интерпретация ИД**, если выбран метод КВД+ИД):





8.3.1. Исходные данные

На вкладках **Исходные данные | Скважина**, **Перфорация** и **Инклинометрия**, как в исследованиях на неустановившихся режимах, заполняются соответствующие исходные данные. На вкладке **Параметры для интерпретации** вводится значение стандартной глубины (по вертикали относительно уровня моря) и PVT-данные.

На вкладке **Давление (P)** загружаются данные манометров. Присутствие замеров на манометре позволяет оценить, насколько корректно выбраны давления, соответствующие установившимся режимам. При отсутствии замеров на манометре на установившихся режимах интерпретация ИД будет недостоверной.

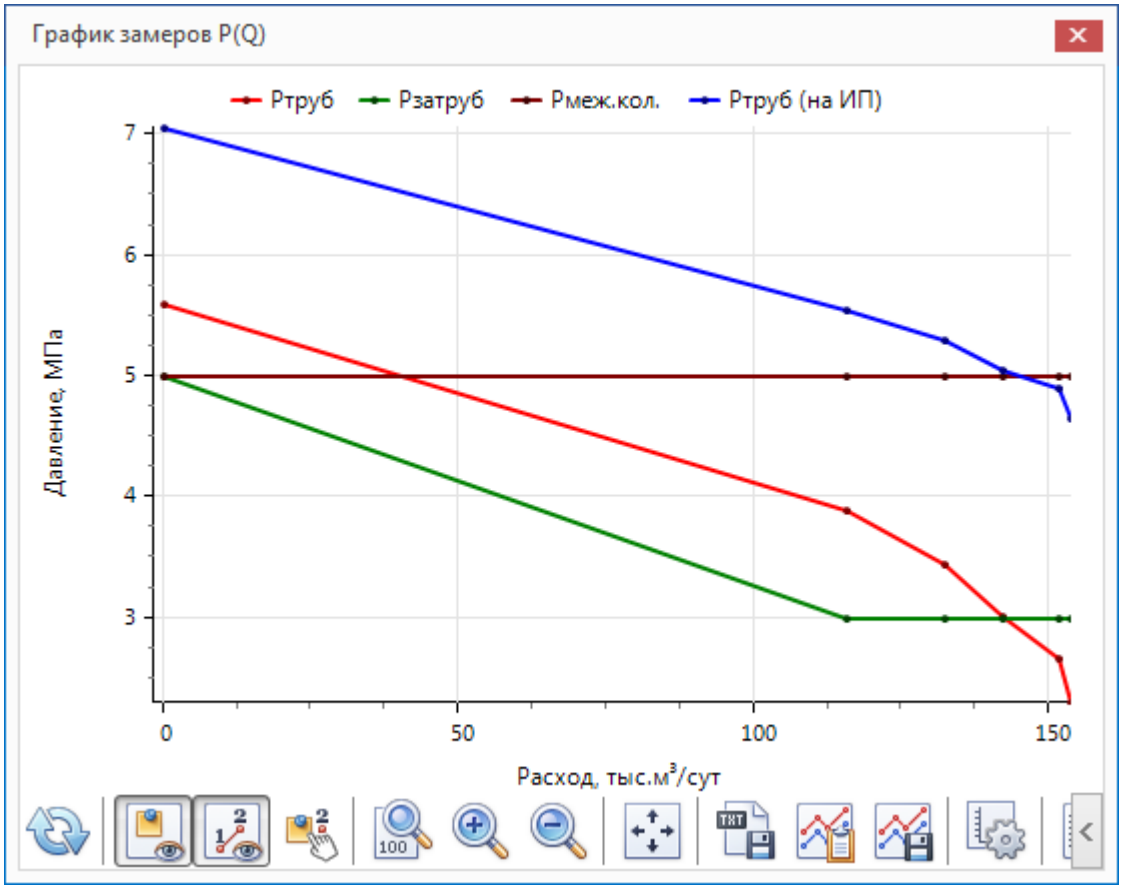
На вкладке **Дебиты (Q)** загружаются интервалы работы. Данные расхода, введенные на этой вкладке, в дальнейшем могут быть использованы для импорта данных в таблицу замеров расхода и давления на режимах.

8.3.2. Данные на режимах

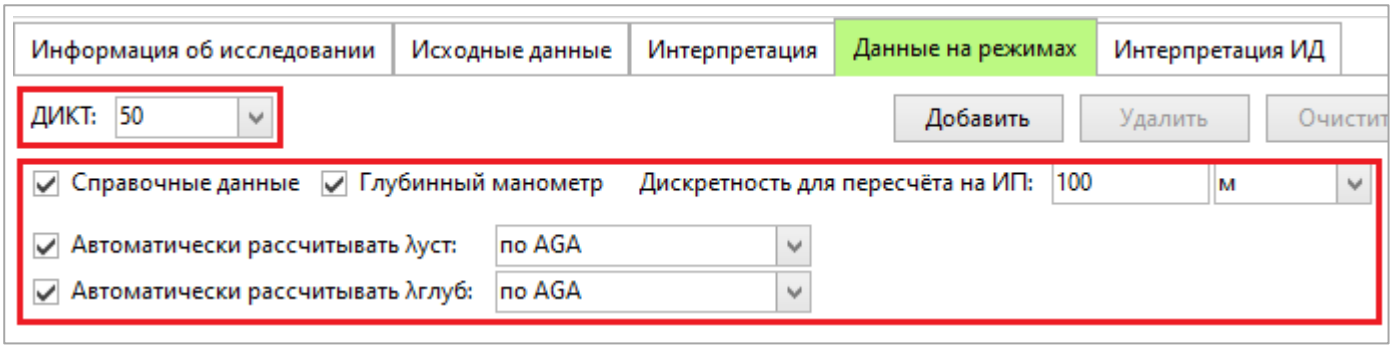
На вкладке **Данные на режимах** заполняются данные замеров давления устьевым, затрубным и глубинным (при наличии) манометрами и температуры на каждом из режимов, включая статику, а также диаметры штуцеров:

Показатель	Ед. изм.	Статика	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Режим 4	Режим 5	
Расчёт дебита								
Dшб	мм		14	16	18	20	22	
Рдикт	МПа		3,8676	3,42787	2,97816	2,61837	2,23861	
Тдикт	°K		283,02	283,25	286,69	286,91	288,45	
Zдикт	б. р.		0,897539	0,909339	0,924656	0,933886	0,944539	=
Дебит	тыс.м³/сут	0	115,754	132,411	142,037	151,551	153,709	=
Расчёт Рпл и Рзаб по данным устьевого манометра								
Ртруб	МПа	5,60053	3,88759	3,44786	3,01813	2,65835	2,29858	
Рзатруб	МПа	5	3	3	3	3	3	
Рмеж.кол.	МПа	5	5	5	5	5	5	
Ту	°K	273,15	295,04	295,44	295,59	295,9	296,44	
λ	б. р.		0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	=
Θ	атм²/(тыс.м³/сут)²		8,0232E-04	7,10971E-04	6,66785E-04	6,39745E-04	6,25566E-04	
Ртруб (на ИП)	МПа	7,05512	5,54091	5,30386	5,04348	4,89686	4,65956	
Рзатруб (на ИП)	МПа	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	
Ртруб (на Нстанд.)	МПа	7,15845						
dP	МПа		1,07421	1,34587	1,58161	1,8496	2,02675	
Vнкт	м/сек		9,07509	10,8721	12,2989	13,537	14,4665	

По мере ввода данных на режимах автоматически обновляется график P(Q):



В верхней части окна можно указать типа ДИКТа (100 или 50), способ расчета безразмерного коэффициента сопротивления **λ** и указать наличие некоторых справочных данных (название режима, время режима, объем и удельный вес жидкости и др.).



Сила трения учитывается через коэффициент сопротивления **λ**. Если флаг у параметра **Автоматически рассчитывать λ** снят, то значение можно задавать вручную в таблице и оно не будет рассчитываться программой. При активных флагах **Автоматический расчет λуст** и **λглуб** расчет **λ** будет выполнен автоматически по формулам **Черчилля** или **AGA** и отображается в таблице.

По кнопке = осуществляется расчет дебитов по ДИКТ (возможен ввод дебитов вручную) и пересчет давлений на интервал перфорации (ИП). Пересчет возможен как в

режиме работы скважины, так и в режиме закачки. Пересчет осуществляется с учетом конструкции скважины (траектории скважины, диаметрами и глубинами установки колонн).

Также осуществляется пересчет статического давления на стандартную (единую для месторождения) глубину, указанную пользователем. Пересчет давления на режимах по данным затрубного манометра (по неподвижному столбу) выполняется при **λ**=0, потери давления на трение отсутствуют.

Дополнительно к забойному давлению автоматически рассчитываются коэффициент гидравлического сопротивления **Θ**, давление на верх интервала перфорации **Р (на ИП)**, дополнительный перепад давления из-за трения сопротивления **dP**, а также скорость потока в НКТ и эксплуатационной колонне на уровне перфорации **Vнкт** и **Vэк**.

Пересчет давления на режимах по данным глубинного манометра

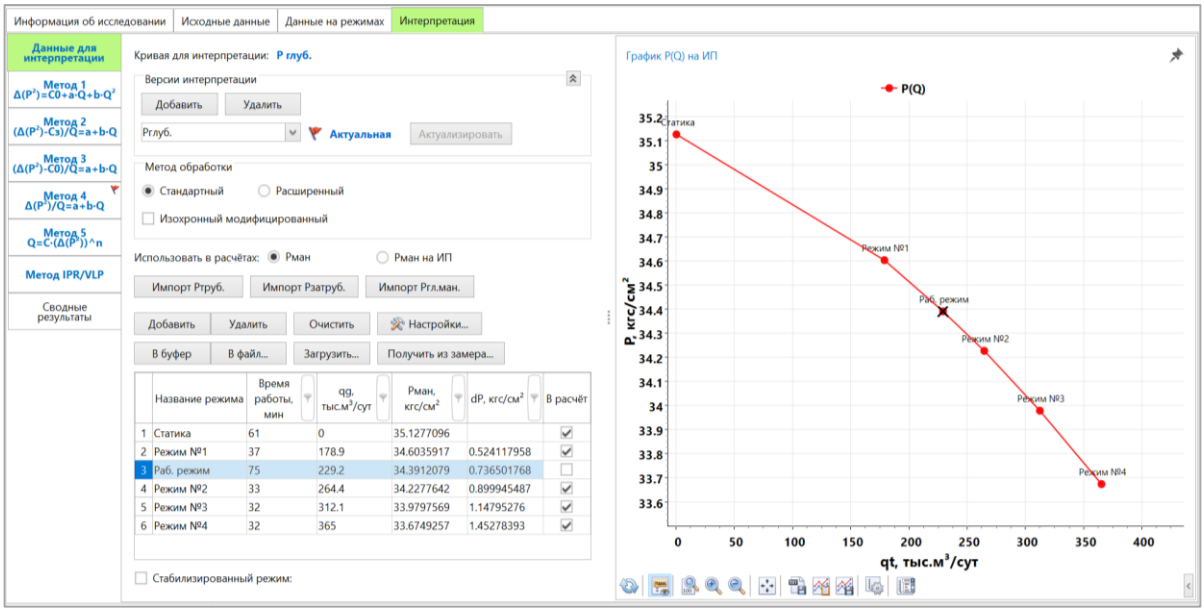
При наличии данных по глубинному манометру необходимо поставить флаг у параметра **Глубинный манометр.** Данные глубинного манометра (давление и температура) заполняются в соответствующей части таблицы, которая становится доступной после установки флага **Глубинный манометр**.

8.3.3. Данные для интерпретации

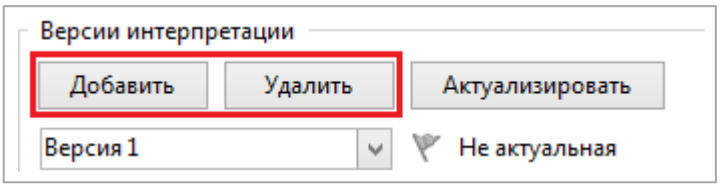
Вкладка **Данные для интерпретации** предназначена для ввода/редактирования дебитов и давлений на режимах, по которым происходит интерпретация ИД.

Для расчётов могут использоваться опционально значения давления манометра Рман или пересчитанные значения Рман на интервал перфорации. При включении **Рман на ИП** появляется соответствующая колонка в таблице данных. Данные P(Q) для интерпретации могут вводиться вручную (с помощью ввода данных в таблицу или загрузки таблицы из файла или буфера обмена) или импортироваться из вкладки **Данные на режимах** с выбором типа данных – Ртруб (ИП), Рзатр(ИП) или Ргл(ИП).

Режимы со снятым флагом **В расчет** помечаются крестиком на графике и будут исключены из интерпретации.

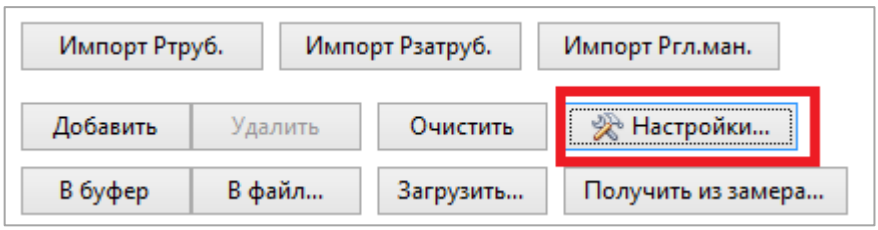


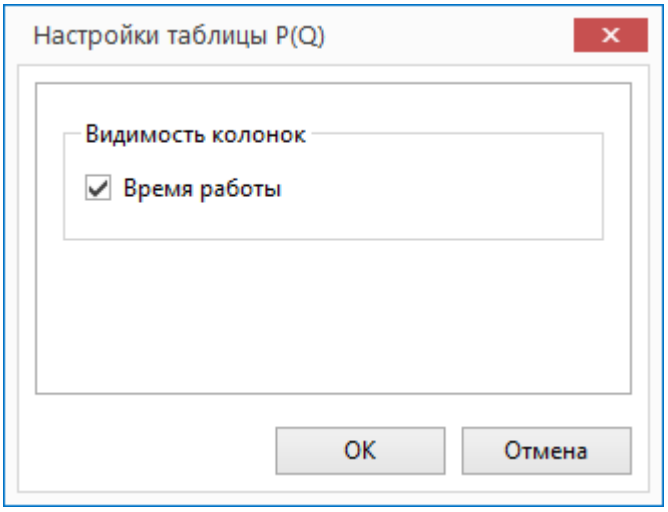
По аналогии с интерпретацией на неустановившихся режимах, на вкладке **Данные для интерпретации** реализована возможность создания нескольких версий интерпретации (например, для разных манометров и разным набором активных режимов). Для этого предназначены кнопки **Добавить** и **Удалить** в группе **Версии интерпретации**:



Переход между версиями осуществляется выбором версии из всплывающего списка. Для актуализации конкретной версии используется кнопка **Актуализировать**. У актуальной версии подсвечивается иконка с красным флагом и надпись **Актуальная**:

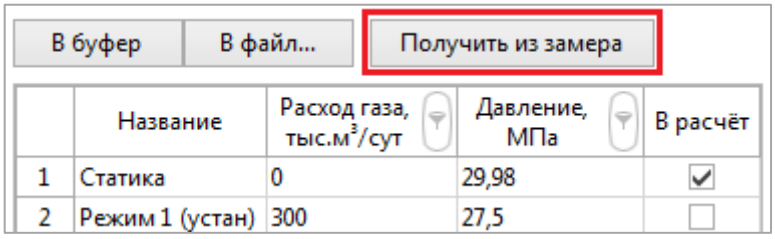
Кнопка **Настройка** открывает окно Настройки таблицы P(Q), где регулируется видимость колонки время работы на режимах.



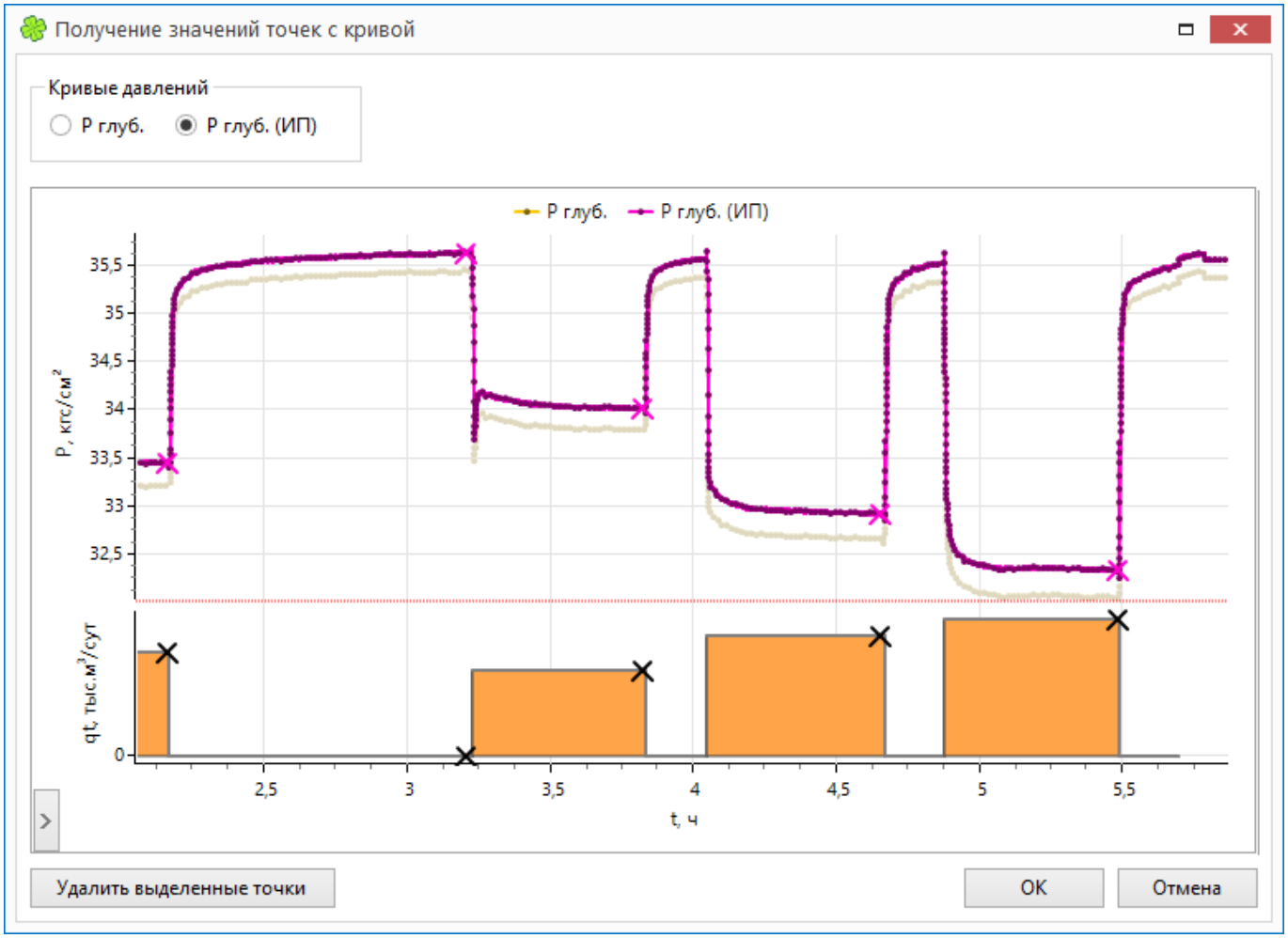


8.3.4. Импорт данных на режимах из истории работы

При интерпретации ИД данные на режимах в окне интерпретации (таблица давление-дебит) могут непосредственно импортироваться из раздела **Дебиты (Q)**. Для этого необходимо нажать на кнопку **Получить из замера**:



При этом откроется окно с данными дебитов и давлений. Точки на графике давлений выделяются и удаляются с помощью средней кнопки мышки (или Ctrl + левая кнопка мыши). Снятие данных давления можно осуществлять как с загруженной кривой, так и с пересчитанной на ИП (в случае ее наличия). Выбор кривой производится в отдельном поле Кривые давлений.



Для удаления всех точек предусмотрена кнопка **Удалить выделенные точки** в левой нижней части окна.

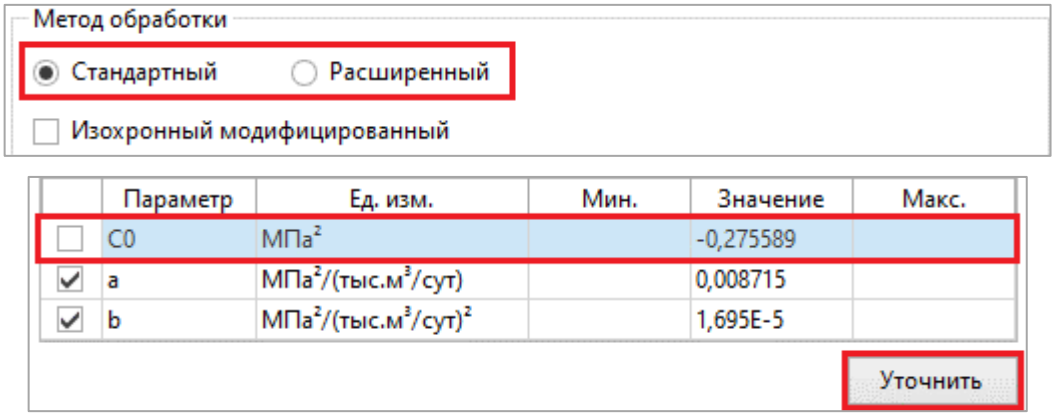
После выбора точек, соответствующих режимам, и нажатия кнопки **OK**, диалог закроется, а соответствующие значения давлений и дебитов будут импортированы в таблицу давление-дебит на вкладке **Данные для интерпретации**. Если установлена галка **Изохронный модифицированный** дополнительно будут импортированы значения **Pws** как значения давления в первой точке кривой давления в интервале режима. При повторном открытии окна **Получение значений точек с кривой** выбранные точки можно отредактировать.

8.3.5. Методы интерпретации индикаторных диаграмм

Интерпретацию ИД газовых скважин можно осуществить пятью различными методами (включая степенной метод). Все интерпретации выполняются автоматически при внесении данных в таблицу зависимости P(Q) на вкладке **Данные для интерпретации**.

Интерпретация ИД осуществляется как в режиме добычи, так и в режиме закачки. Режим определяется автоматически путем сравнения забойного и пластового давлений. Значение дебита/приемистость газа задаются положительным числом.

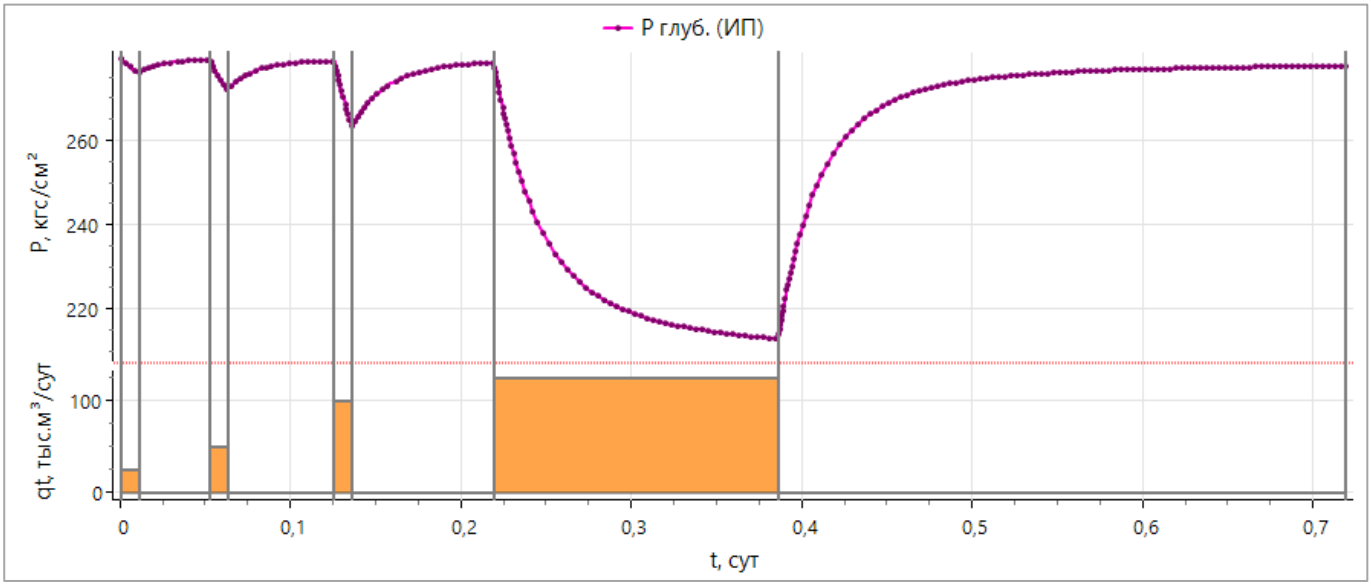
При необходимости можно выбрать метод обработки интерпретации ИД. **Стандартный** метод – полностью автоматический режим, **Расширенный** метод позволяет пользователю часть значений параметров методов №1-5 задать вручную. Для ручного определения значения параметра необходимо убрать галку напротив параметра, вручную внести значение и выполнить **Уточнить** для автоматического подбора остальных значений параметров.



8.3.6. Изохронный метод обработки ИД

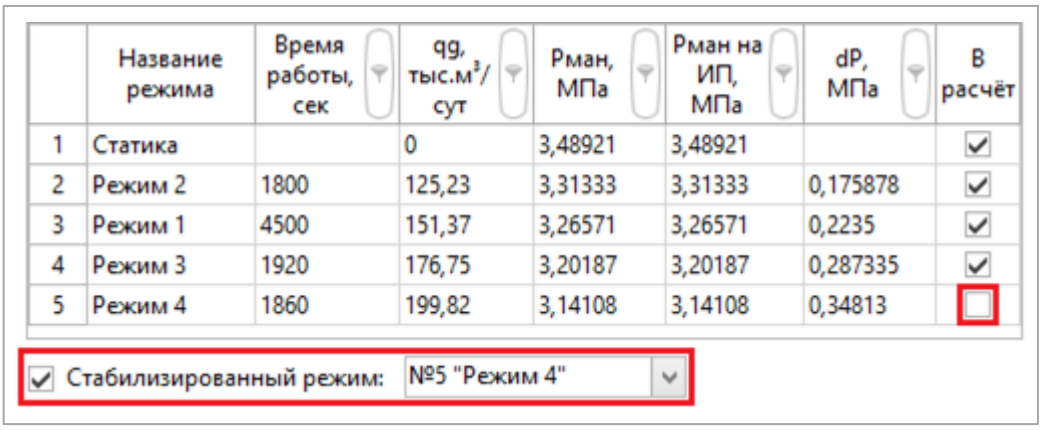
Проведение ГДИ по схеме изохронного метода требует соблюдения следующих условий:

- равные интервалы работы скважины;
- восстановление давления до статического после каждого из режимов;
- наличие одного из режимов работы до полной стабилизации давления



Изохронный метод позволяет проводить ГДИ в более короткие сроки за счет отсутствия требования стабилизации каждого из режимов, а стабилизированный режим может быть и первым, т.е. фактически это может быть режим обычной работы скважины.

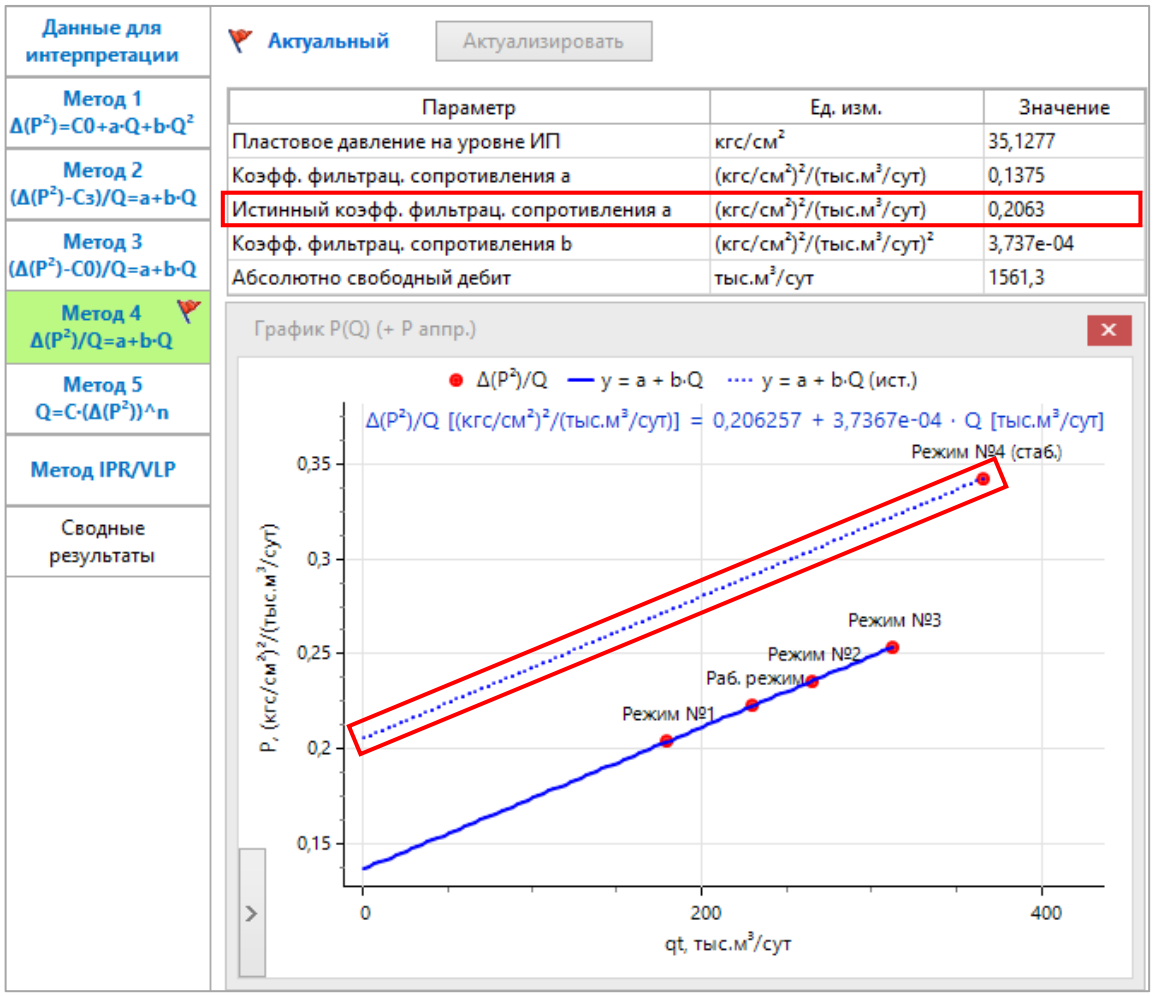
При интерпретации ГДИ по схеме изохронного метода необходимо отметить стабилизированный режим в соответствующем поле под таблицей данных для интерпретации ИД и убрать флаг активности в столбце **В расчет** для этого стабилизированного режима.



	Название режима	Время работы, сек	qg, тыс.м³/сут	Рман, МПа	Рман на ИП, МПа	dP, МПа	В расчёт
1	Статика		0	3,48921	3,48921		☑
2	Режим 2	1800	125,23	3,31333	3,31333	0,175878	☑
3	Режим 1	4500	151,37	3,26571	3,26571	0,2235	☑
4	Режим 3	1920	176,75	3,20187	3,20187	0,287335	☑
5	Режим 4	1860	199,82	3,14108	3,14108	0,34813	☐

☑ Стабилизированный режим: №5 "Режим 4"

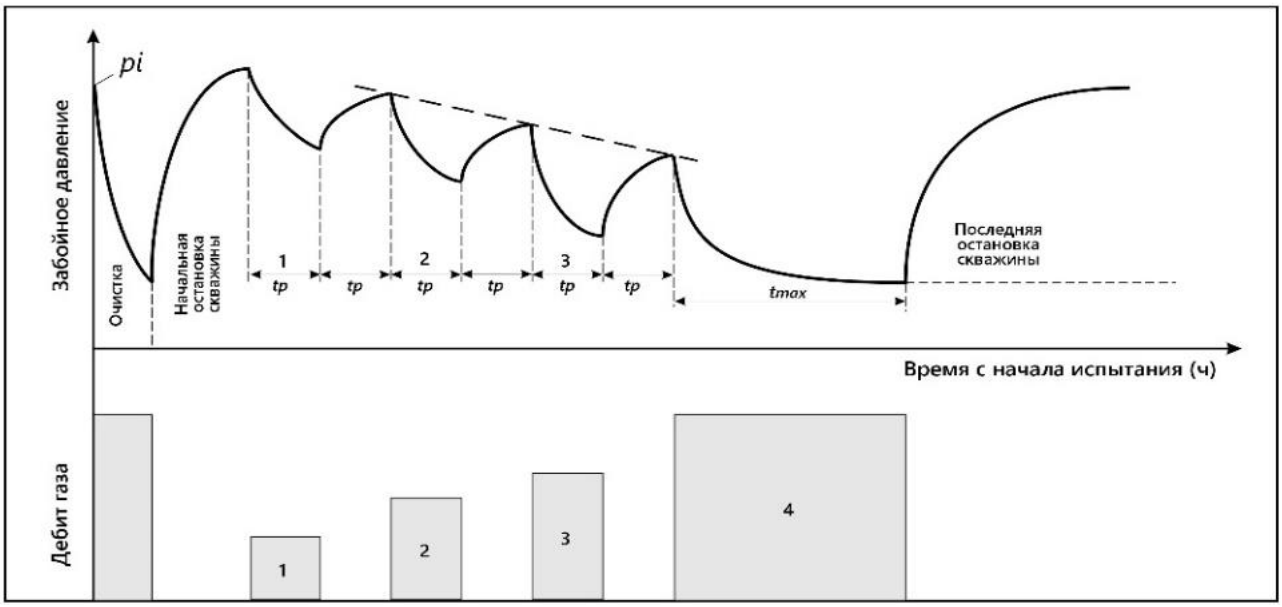
По всем режимам, кроме стабилизированного, программой будут рассчитаны коэффициенты **a** (как отсечка на оси Y) и **b** (как тангенс угла наклона), но коэффициент **a** в данном случае неточный. Наличие отмеченного стабилизированного режима позволяет вычислить **Истинный коэффициент a**, для смещенной линии с тем же углом наклона, но проведенную через точку стабилизированного режима (на рисунке обозначена пунктиром).



8.3.7. Модифицированный изохронный метод обработки ИД

Модифицированный изохронный метод проведения ГДИ требует соблюдения следующих условий:

- чередование периодов притока и остановки одинаковой продолжительности
- последний период продлевается до стабилизации давления.



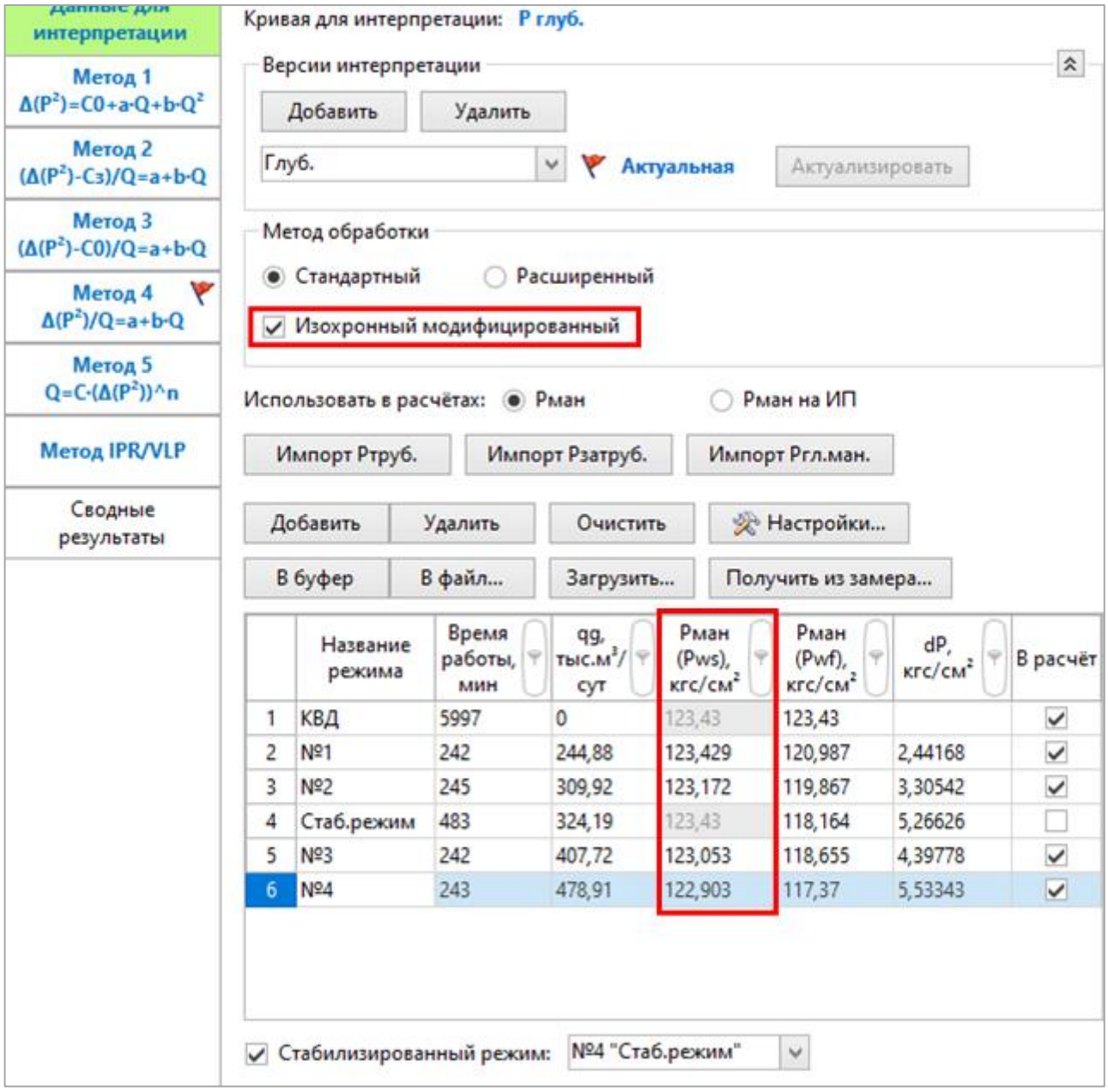
Основное отличие от первоначального изохронного метода заключается в отсутствии требования о восстановлении давления до статического после каждого из режимов. Но математический аппарат, лежащий в основе применения данного метода, требует некоторой дополнительной информации, в частности, значение давления на начало каждого периода притока Pws. Упрощенно говоря, при интерпретации учитываются не только последняя точка на каждом из режимов, но и первая.

Наличие одного стабилизованного режима q стаб, который не участвует в первичной интерпретации, позволяет выполнить коррекцию и используется для определения истинного коэффициента фильтрационных сопротивлений **a** для модифицированного изохронного метода по тому же принципу, как и для первоначального изохронного метода.

Модифицированные изохронные испытания занимают меньше времени в сравнении с методом установившихся отборов и рекомендуется для исследований низкопродуктивных скважин.

Для обработки ГДИ по схеме модифицированного изохронного метода необходимо установить флаг активности **Изохронный модифицированный** в **Методе обработки**, а также отметить стабилизированный режим и указать, что он не будет учитываться при первичной интерпретации.

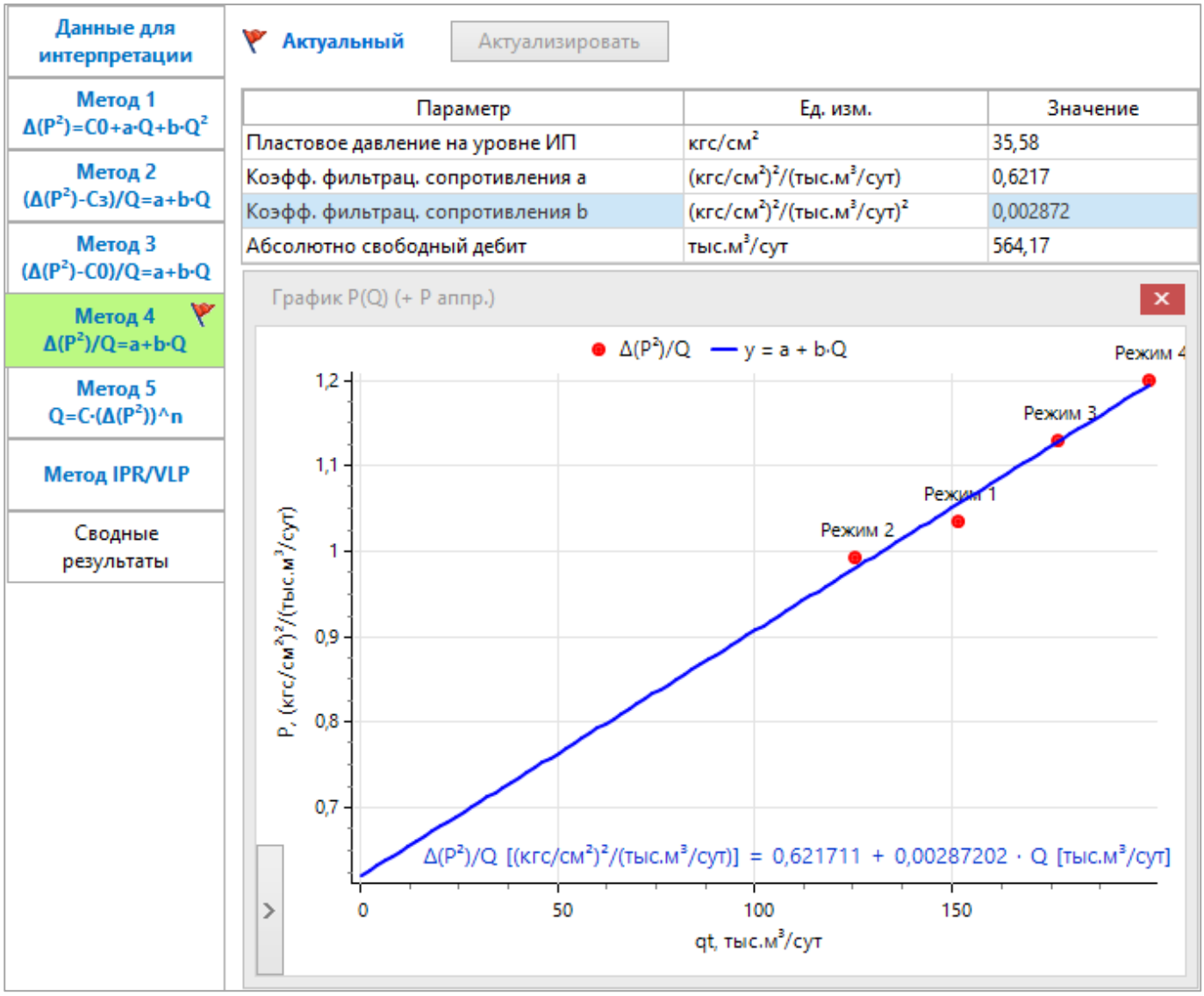
При использовании модифицированного изохронного метода в таблице данных для интерпретации ИД добавляется столбец **Рман (Pws)** с данными давления на момент начала режима работы скважины, т.к. в модифицированном изохронном методе давление между режимами не достигает начального (пластового) значения.



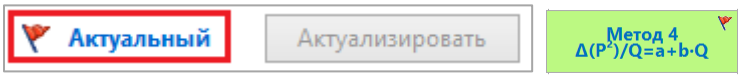
	Название режима	Время работы, мин	qg, тыс.м³/сут	Рман (Pws), кгс/см²	Рман (Pwf), кгс/см²	dP, кгс/см²	В расчёт
1	КВД	5997	0	123,43	123,43		☑
2	№1	242	244,88	123,429	120,987	2,44168	☑
3	№2	245	309,92	123,172	119,867	3,30542	☑
4	Стаб.режим	483	324,19	123,43	118,164	5,26626	☐
5	№3	242	407,72	123,053	118,655	4,39778	☑
6	№4	243	478,91	122,903	117,37	5,53343	☑

8.3.8. Сводная информация по методам интерпретации

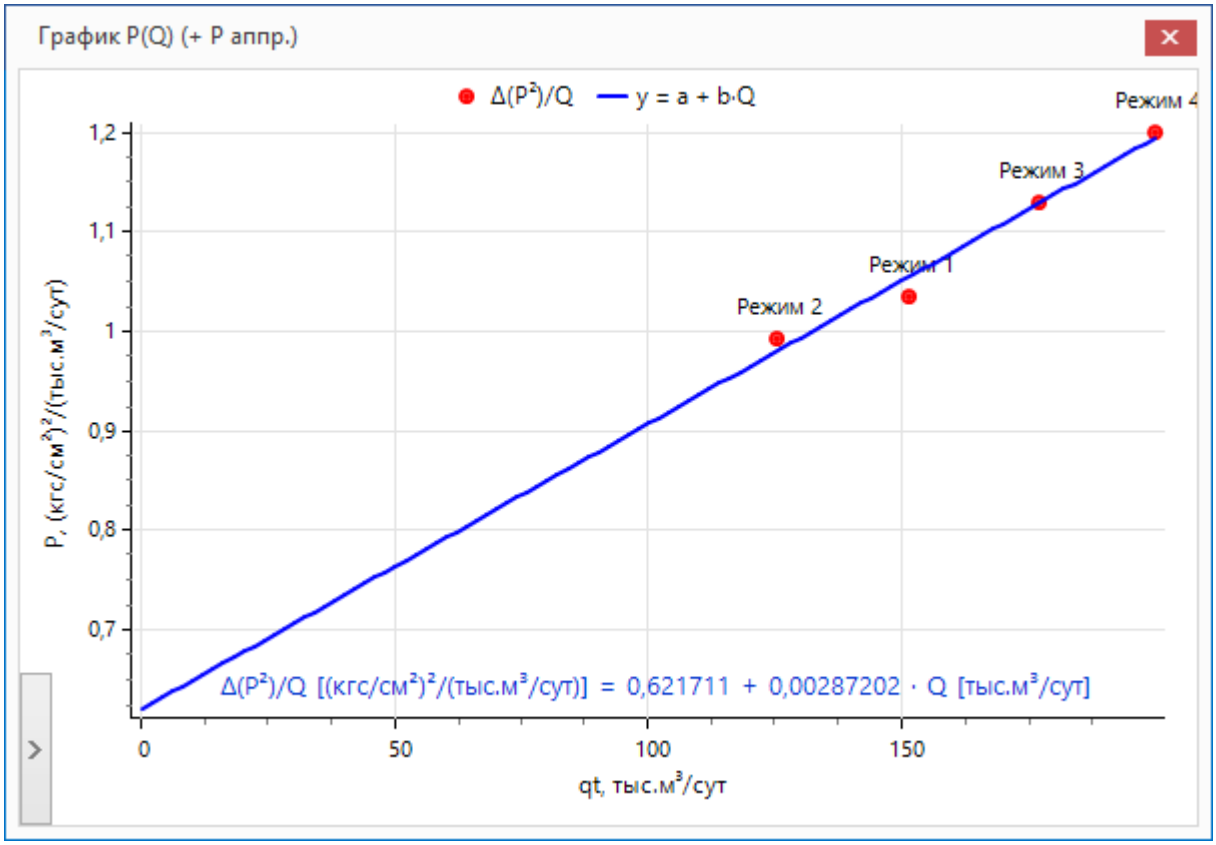
Каждый из методов 1-5 интерпретации ИД отображается на соответствующей вкладке и содержит таблицу результатов интерпретации метода и график:



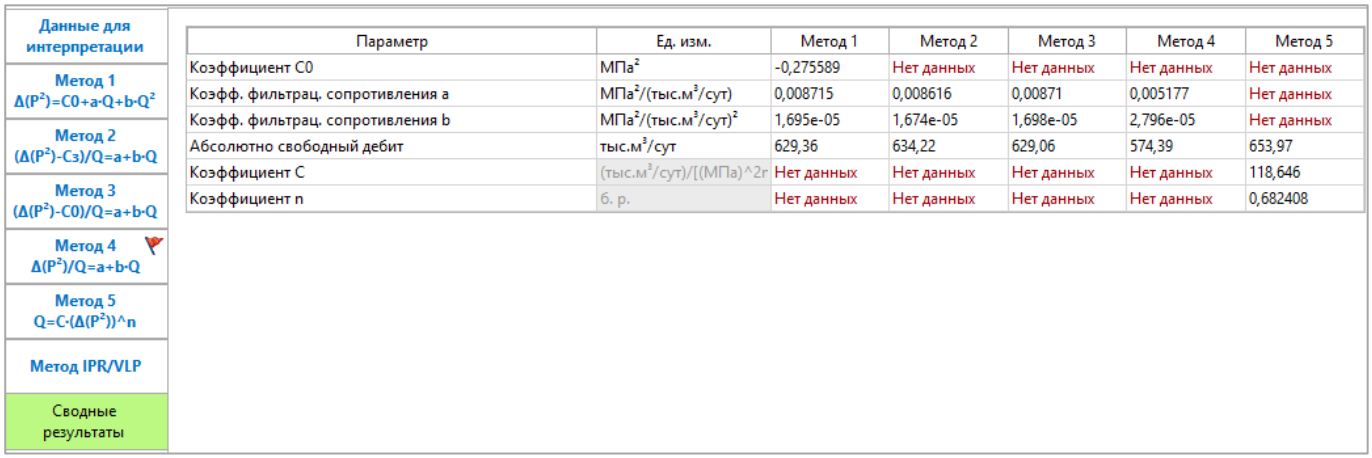
Любой из пяти методов можно указать как актуальный, для этого необходимо нажать на кнопку **Актуализировать**, по умолчанию актуальный Метод 4. Аналогично версии интерпретации, у актуального метода будет подсвечиваться иконка с красным флагом и надпись **Актуальный**:



На графике интерпретации есть возможность отобразить расчетную формулу метода. Для этого нужно нажать на соответствующую кнопку под графиком:



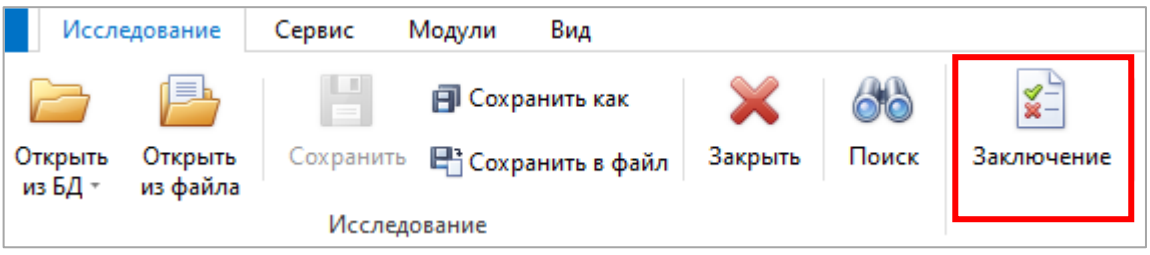
На вкладке **Сводные результаты** представлена сводная таблица результатов по всем пяти методам интерпретации.

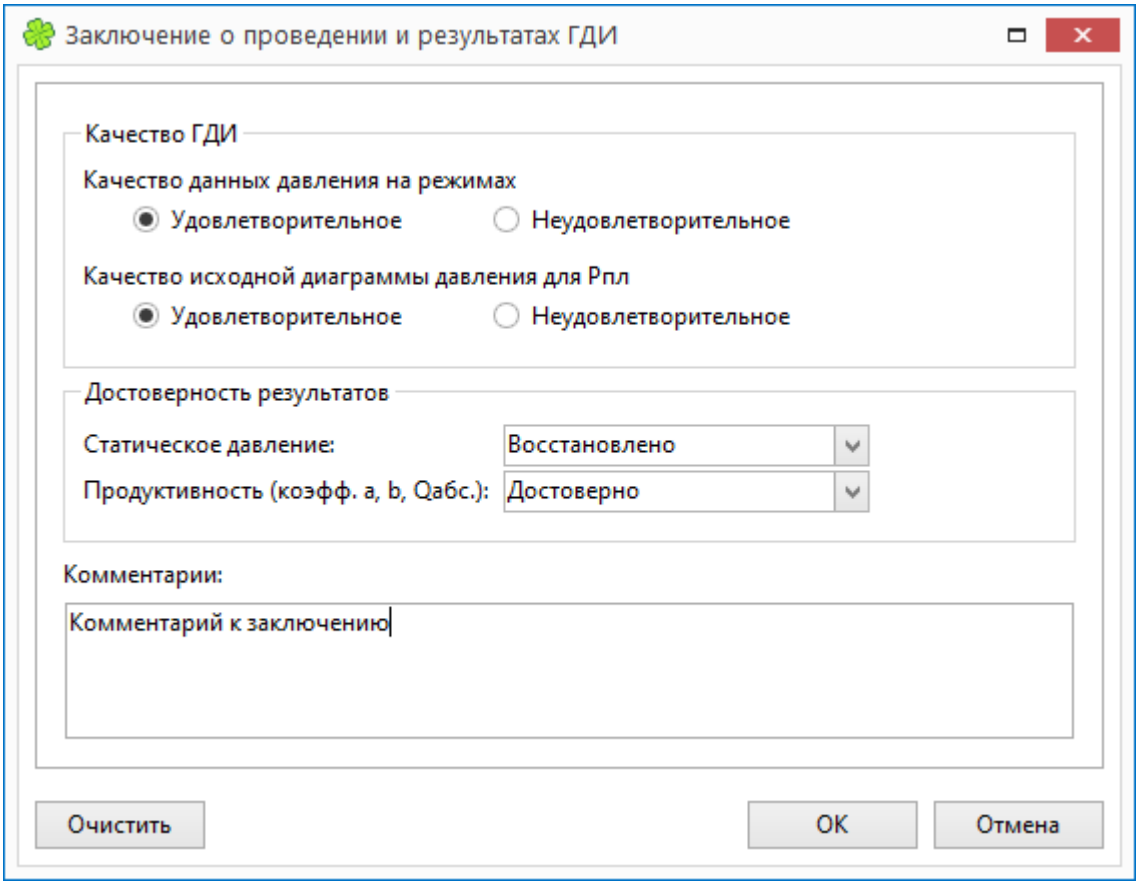


Параметр	Ед. изм.	Метод 1	Метод 2	Метод 3	Метод 4	Метод 5
Коэффициент C0	МПа²	-0,275589	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Коэфф. фильтрац. сопротивления a	МПа²/(тыс.м³/сут)	0,008715	0,008616	0,00871	0,005177	Нет данных
Коэфф. фильтрац. сопротивления b	МПа²/(тыс.м³/сут)²	1,695e-05	1,674e-05	1,698e-05	2,796e-05	Нет данных
Абсолютно свободный дебит	тыс.м³/сут	629,36	634,22	629,06	574,39	653,97
Коэффициент C	(тыс.м³/сут)/[(МПа)^2r	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	118,646
Коэффициент n	б. р.	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	0,682408

8.3.9. Заключение о проведении и результатах ГДИ

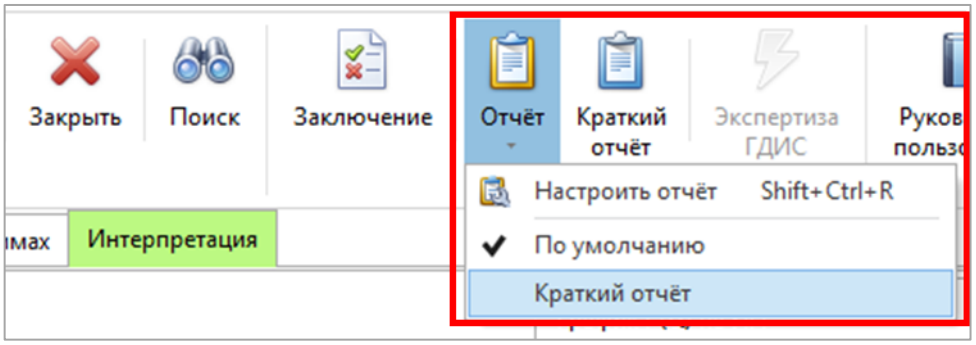
Заключение о проведении и результатах ГДИ заполняется в соответствующем окне, которое открывается через панель инструментов.

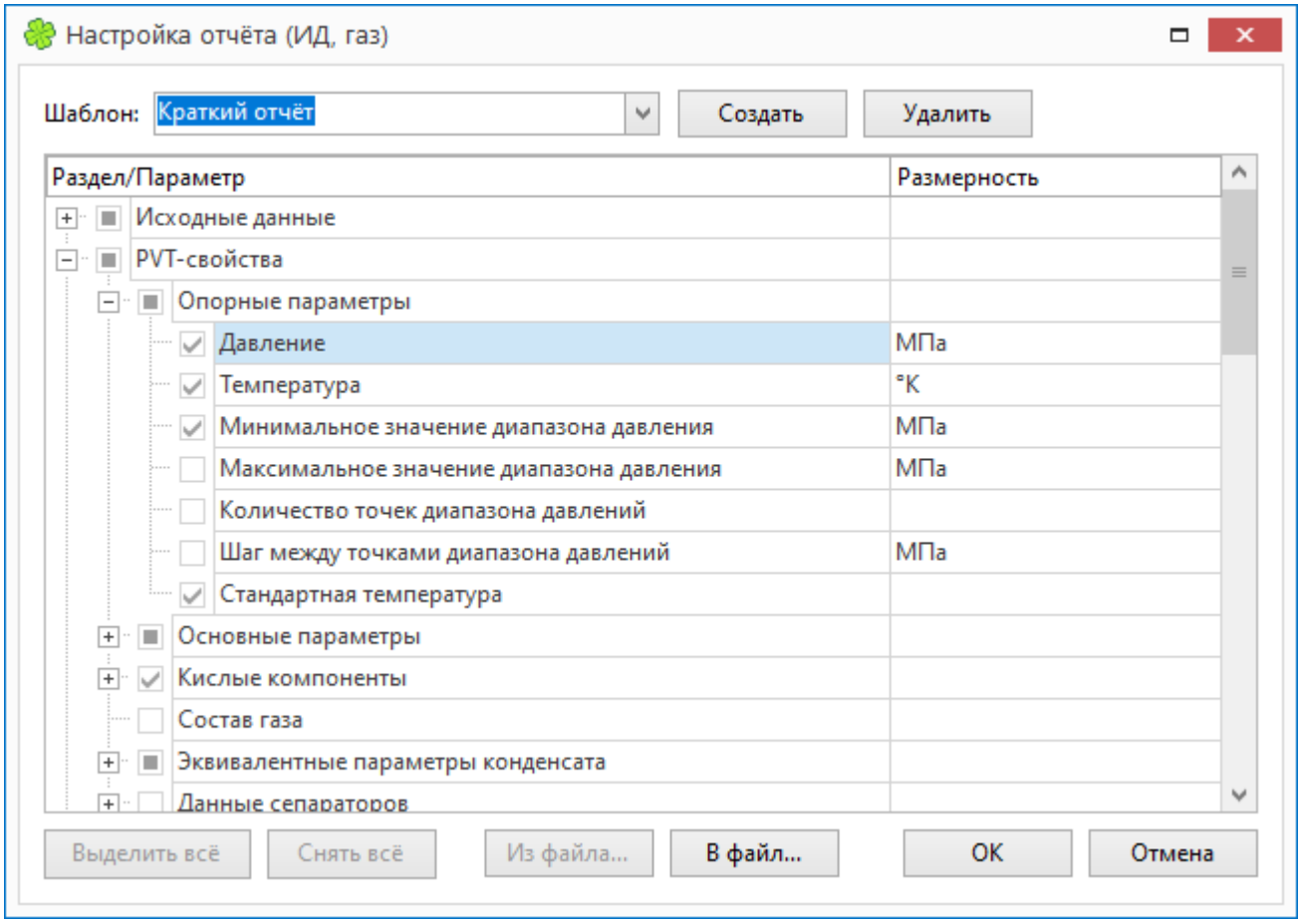




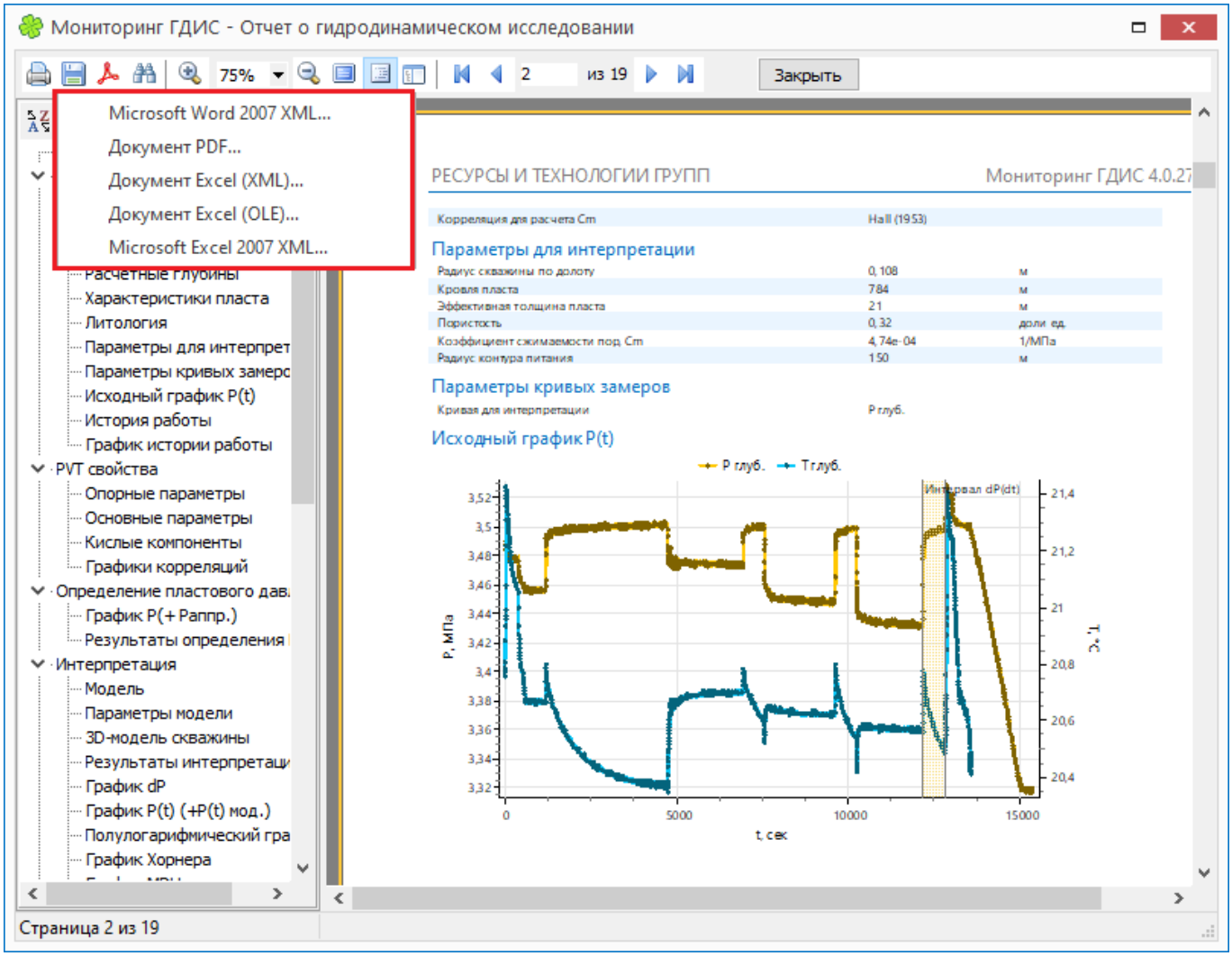
8.3.10. Настройка и формирование отчета

Настройка шаблонов отчетов и формирование отчета через панель инструментов, в настройках шаблона отчета выбираем параметры и размерности для вывода в отчет. В предустановленном шаблоне Краткий отчет доступно для редактирования только выбор размерностей. Возможно создание пользовательских шаблонов отчетов, их сохранение и загрузка из файлов. Сформированный отчет возможно сохранить в нескольких форматах.





Более подробно о настройке и формировании отчета см. [6.8 Формирование отчета].


Мониторинг ГДИС - Отчет о гидродинамическом исследовании
75%
2
из 19
Закрыть
Microsoft Word 2007 XML...
Документ PDF...
Документ Excel (XML)...
Документ Excel (OLE)...
Microsoft Excel 2007 XML...
Расчетные глубины
Характеристики пласта
Литология
Параметры для интерпрет
Параметры кривых замерс
Исходный график P(t)
История работы
График истории работы
PVT свойства
Опорные параметры
Основные параметры
Кислые компоненты
Графики корреляций
Определение пластового дав
График P(+ Раппр.)
Результаты определения
Интерпретация
Модель
Параметры модели
3D-модель скважины
Результаты интерпретаци
График dP
График P(t) (+P(t) мод.)
Полулогарифмический гра
График Хорнера
РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ ГРУПП
Мониторинг ГДИС 4.0.27
Корреляция для расчета Cm
Hall (1953)
Параметры для интерпретации
Радиус скважины по долоту
0,108
м
Кровля пласта
784
м
Эффективная толщина пласта
21
м
Пористость
0,32
доли ед.
Коэффициент сжимаемости пор. Cm
4,74e-04
1/МПа
Радиус контура питания
150
м
Параметры кривых замеров
Кривая для интерпретации
P глуб.
Исходный график P(t)
P глуб.
T глуб.
Интервал dP/dt
P, МПа
t, сек
Страница 2 из 19

9. Моделирование гидродинамических исследований

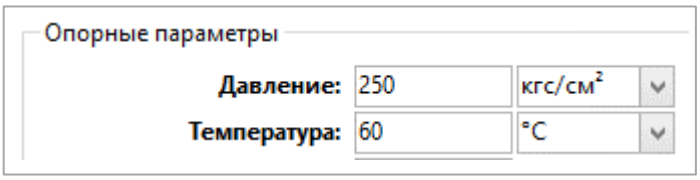
В базовой программе «Мониторинг ГДИС» реализована возможность моделирования гидродинамических исследований на установившихся и неустановившихся режимах для выбора оптимальных параметров и подготовки дизайна исследовательских работ.

При создании модели задаются параметры скважины, характеристики пласта и PVT-свойства флюидов, интерпретационные модели для учета типа заканчивания скважины и работ по интенсификации притока (ГРП), условий на границах, история работы скважины.

Более широкие возможности подключаемого модуля «Моделирования» (описанного в гл. 13. Модуль "МГДИС-Моделирование") заключаются в возможности серийного (пакетного) моделирования и учета работы соседних скважин.

9.1. Моделирование на основе существующего исследования

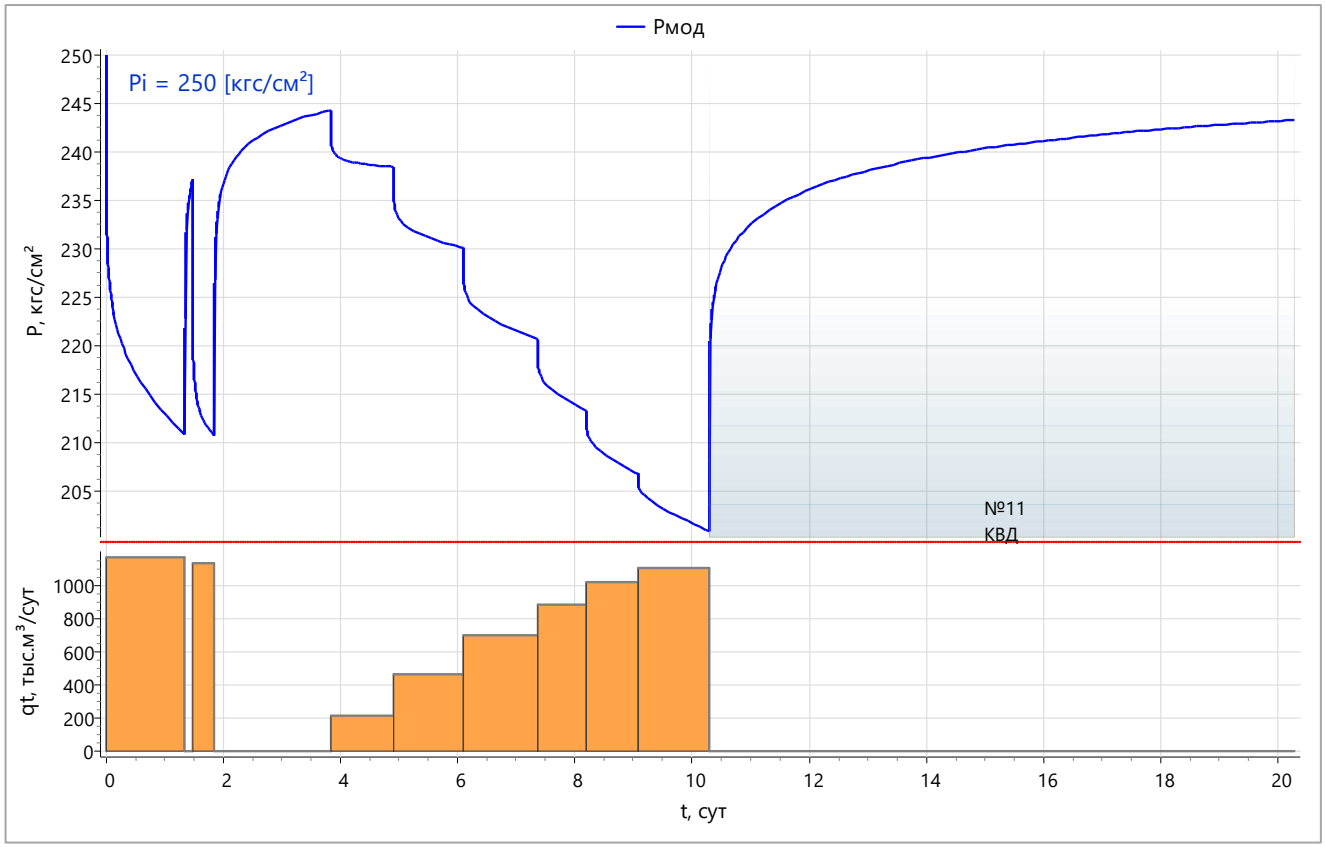
В существующем исследовании необходимо удалить загруженную фактическую кривую давления. Затем выбрать необходимые типы и параметры моделей (скважины, пласта, границы) и откорректировать исходные данные - ФЕС пласта, параметры конструкции, задать планируемую (модельную) историю дебитов скважины. В разделе **PVT-свойства** в качестве опорного давления необходимо задать значение оценки пластового давления, которое будет использовано как начальная точка модельной кривой давления.



После задания параметров скважины и пласта, свойств флюида и внешних границ программой выполняется генерации модельной кривой давления.

При включенной опции **Автообновления**, после каждого изменения моделей или исходных данных будет происходить генерация модельной кривой давления (рис. ниже). При выключенной опции **Автообновления** необходимо выполнять **Генерацию** для формирования модельной кривой.

*ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме моделирования кнопки **Оценка** и **Уточнение** скрыты, поскольку происходит только генерация модельной кривой на основании введенных данных.*



Для экспорта модельной кривой давления из раздела **Интерпретация** в раздел **Исходные данные / Давление (P)** необходимо под графиком **P(t) (+P(t) мод.)** нажать на кнопку (**Экспорт модельной кривой P(t)**). После выполнения экспорта модельной кривой давления доступна вся таблица с результатами интерпретации для оценки возможности интерпретации смоделированного исследования, в том числе на установившихся режимах (используя функцию **Получить из замера**).

Созданное модельное исследование рекомендуется сохранить в базе данных как новое исследование (раздел 5.3.2. Сохранение в БД нового исследования) для предотвращения перезаписи существующего исследования в базе данных, на основе которого было проведено моделирование.

9.2. Моделирование на основе нового исследования

После создания нового исследования необходимо выбрать необходимые модели (скважины, пласта, границы) и задать исходные данные (ФЕС пласта, тип и конструкция скважины, планируемые дебиты, PVT-свойства флюидов). При наличии необходимых данных по скважине и пласту в справочнике БД, возможен импорт из БД на всех вкладках **Исходных данных**.

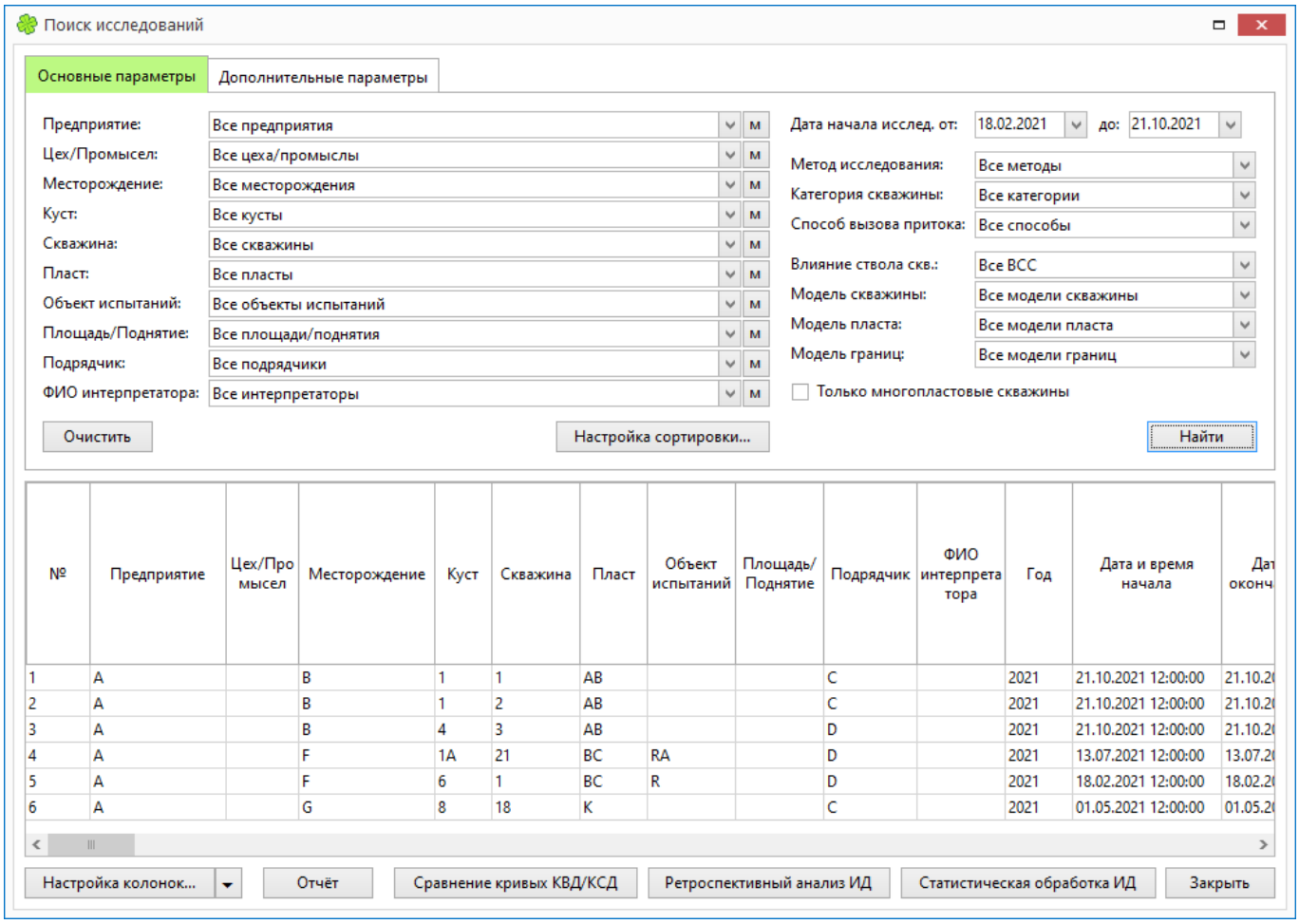
Дальнейшая работа аналогична моделированию на основе существующего исследования (см. предыдущий раздел).

10. Работа с БД исследований

Для работы с базой данных исследований используется диалог **Поиск исследований**, в котором реализованы следующие функции:

- поиск исследований по параметрам;
- формирование информационного отчёта;
- сравнение кривых КВД/КСД;
- проведение ретроспективного анализа ИД;
- статистическая обработка ИД.

Диалог **Поиск исследований** можно открыть, нажав на кнопку **Исследование | Поиск** на главной панели инструментов ПО МГДИС:



Если в поле фильтра присутствует только одно значение, будет выполнено автоматическое заполнение этого поля аналогично окну открытия исследования из БД. Это удобно, когда пользователь постоянно работает с одним и тем же предприятием, месторождением, пластом и т.д.

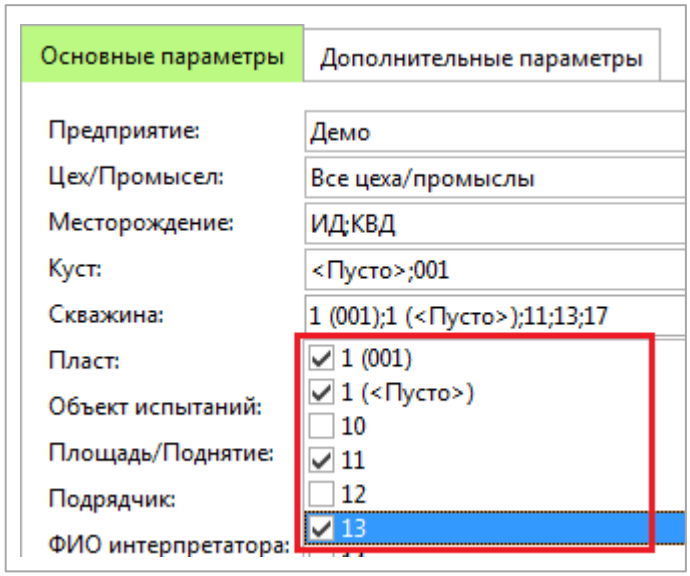
10.1. Поиск исследований

Функция поиска исследований в БД позволяет осуществлять поиск исследований по большому количеству задаваемых параметров. В качестве критериев поиска можно указывать как идентификационные параметры исследования, так и результаты интерпретации.

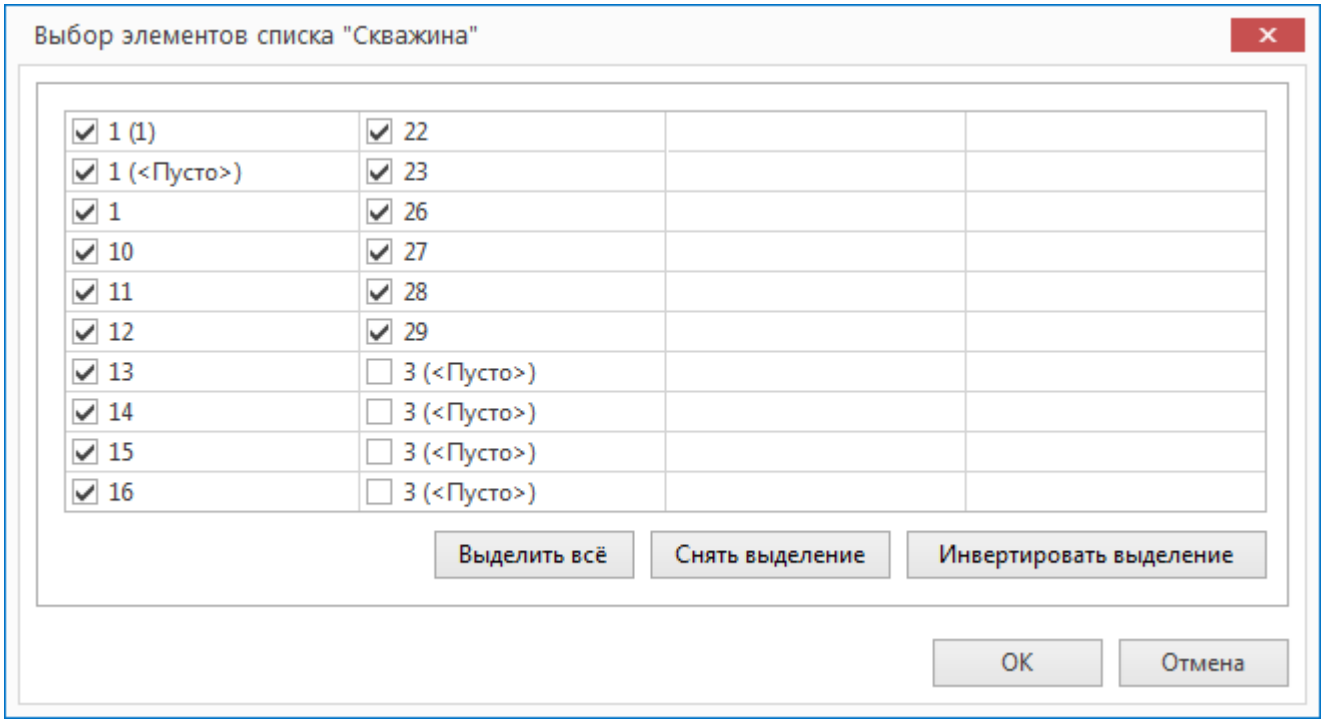
10.1.1. Настройка критериев поиска исследований

Диалог **Поиск исследований** по функционалу похож на аналогичный диалог **Открытие исследований** и состоит из вкладок с параметрами фильтрации, расположенных в верхней части окна, и списка исследований.

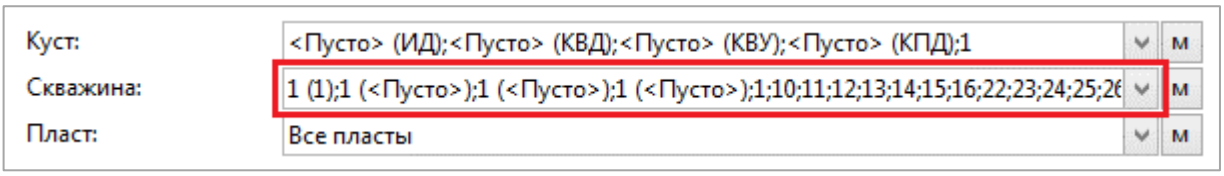
На вкладке **Основные параметры** вводятся параметры фильтрации по идентификационным признакам. Состав полей и правила их заполнения идентичны аналогичным полям в диалоге **Открытие исследований**, за исключением того, что в идентификационных полях можно выбирать не одно, а несколько значений (например, осуществить поиск исследований, связанных с определенными скважинами, входящих в один или несколько кустов):



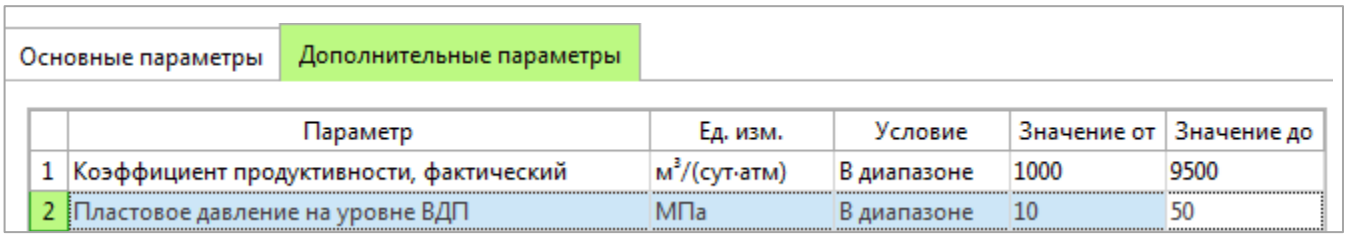
Также для выбора нескольких значений в идентификационных полях можно воспользоваться инструментом множественного выбора. Для этого необходимо нажать на кнопку **M**, находящуюся справа от каждого поля. При этом откроется диалог **Выбор элементов списка <Название списка>:**



Для выбора одного или нескольких элементов необходимо напротив них поставить флаги и нажать кнопку **OK**. При этом выбранные элементы отобразятся в текущем идентификационном поле (через точку с запятой):



На вкладке **Дополнительные параметры** можно настроить поиск исследований по значениям результатов интерпретации. Для этого необходимо добавить в список те параметры, по значениям которых будет осуществляться поиск исследований, и указать для каждого диапазон значений, внутри или за пределами которого должно находиться значение результата в искомых исследованиях:



	Параметр	Ед. изм.	Условие	Значение от	Значение до
1	Коэффициент продуктивности, фактический	м³/(сут·атм)	В диапазоне	1000	9500
2	Пластовое давление на уровне ВДП	МПа	В диапазоне	10	50

Полный перечень параметров, по которым можно осуществлять поиск исследований, приведен в таблице:

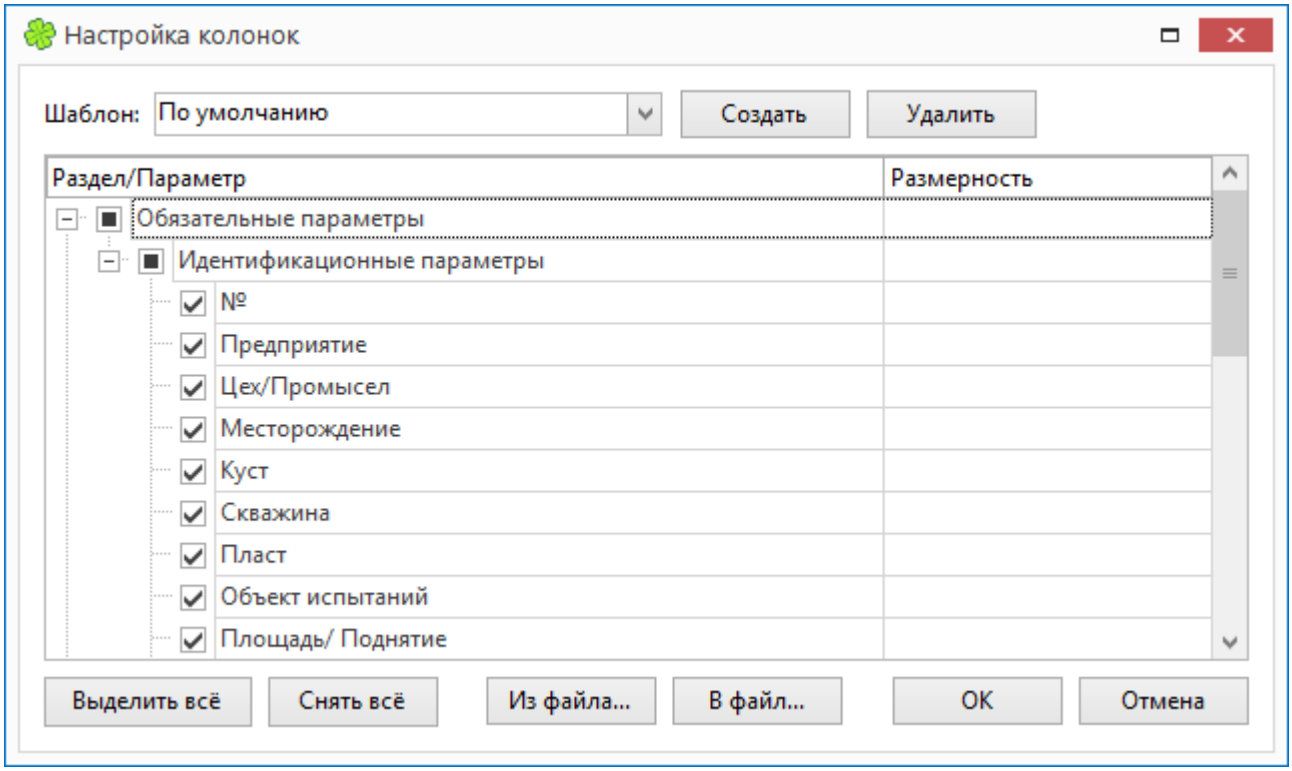
Общие параметры (параметры скважины)
Коэффициент продуктивности, фактический
Коэффициент приёмистости, фактический
Пластовое давление на уровне ВДП
Забойное давление на уровне ВДП
Пластовое давление на уровне ИП
Забойное давление на уровне ИП
Пластовое давление на уровне ВНК
Пластовое давление на уровне ГВК/ГНК (газ)
Пластовые параметры
Подвижность k/μ
Фазовая проницаемость нефти
Фазовая проницаемость газа
Фазовая проницаемость воды
Проводимость трещины
Гидропроводность
Пьезопроводность
Радиус исследования
Коэффициент продуктивности, расчётный
Коэффициент приёмистости, расчётный

Поиск исследований по заданным критериям и обновление списка исследований происходит по нажатию кнопки **Найти**. По кнопке **Очистить** происходит очистка полей фильтра. Для открытия исследования необходимо сделать двойной щелчок мышки на необходимое исследование в списке.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для многопластовых скважин для каждой скважины в список результатов будет выводиться несколько строчек, в соответствии с количеством пластов.

10.1.2. Настройка колонок в списке исследований

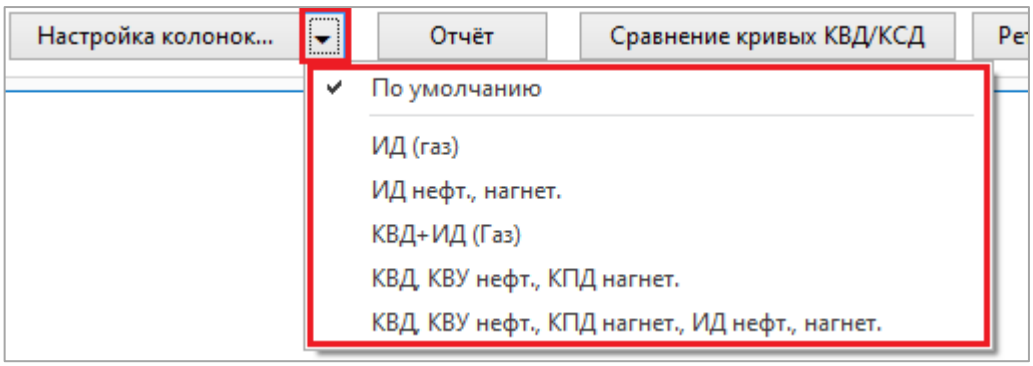
В диалоге **Поиск исследований** есть возможность настроить состав отображаемых колонок в таблице со списком исследований. Для этого необходимо нажать на кнопку **Настройка колонок**, находящуюся на нижней панели диалога, при этом откроется диалог **Настройка колонок**:



В диалоге **Настройка колонок** отображается список колонок/параметров, сгруппированные в следующие категории: **Идентификационные параметры**, **Параметры модели, Результаты интерпретации** и **Заключение**.

Функционал диалога **Настройка колонок** идентичен диалогу настройки шаблонов отчётов, описанному в разделе 6.8.2. Настройка отчёта и выбор шаблона, и также поддерживает возможности по управлению шаблонами.

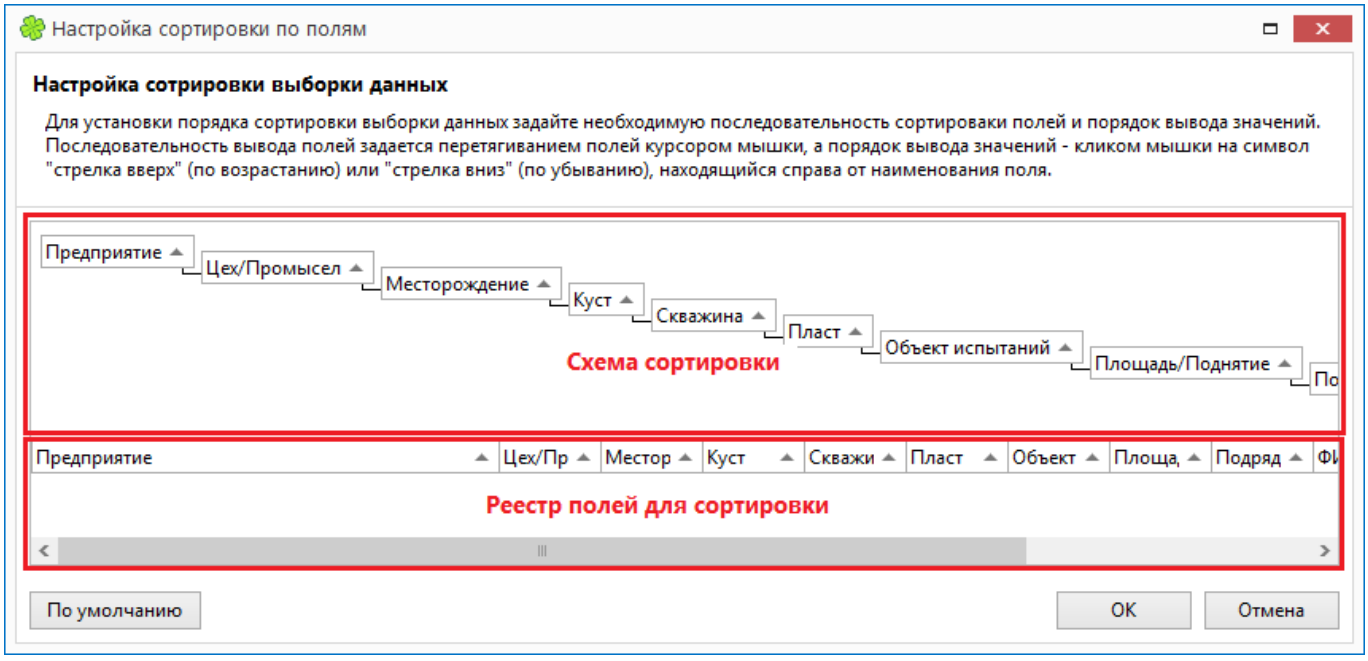
Для выбора конкретного шаблона с настройками колонок необходимо нажать на кнопку-стрелку, расположенную справа от кнопки **Настройка колонок**, и в списке шаблонов отметить флагом необходимый шаблон:



10.1.3. Настройка сортировки выборки

Диалог настройки сортировки предназначен для установки и настройки последовательности и типа сортировки данных в выборке при поиске исследований.

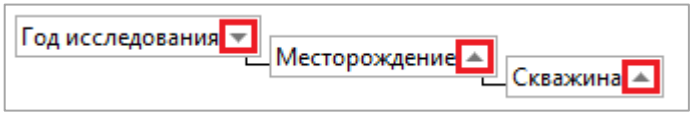
Диалог **Настройка сортировки по полям** вызывается при нажатии соответствующей кнопки в диалоге **Поиск исследований**.



Диалог состоит из схемы сортировки и реестра идентификационных полей.

На схеме сортировки показана последовательность сортируемых полей, а для каждого поля – направление сортировки ("стрелка вверх" – сортировка по возрастанию, "стрелка вниз" – сортировка по убыванию). В реестре располагаются поля, доступные для выбора на схеме.

Для настройки схемы необходимо перетягивать мышкой поля из реестра на схему и обратно таким образом, чтобы на схеме выстроить последовательность полей. Например, если нужно сортировка данных сначала по полю **Год исследования** по убыванию, потом по полю **Месторождение** по возрастанию, а затем по полю **Скважина** по возрастанию, то схема будет выглядеть следующим образом:



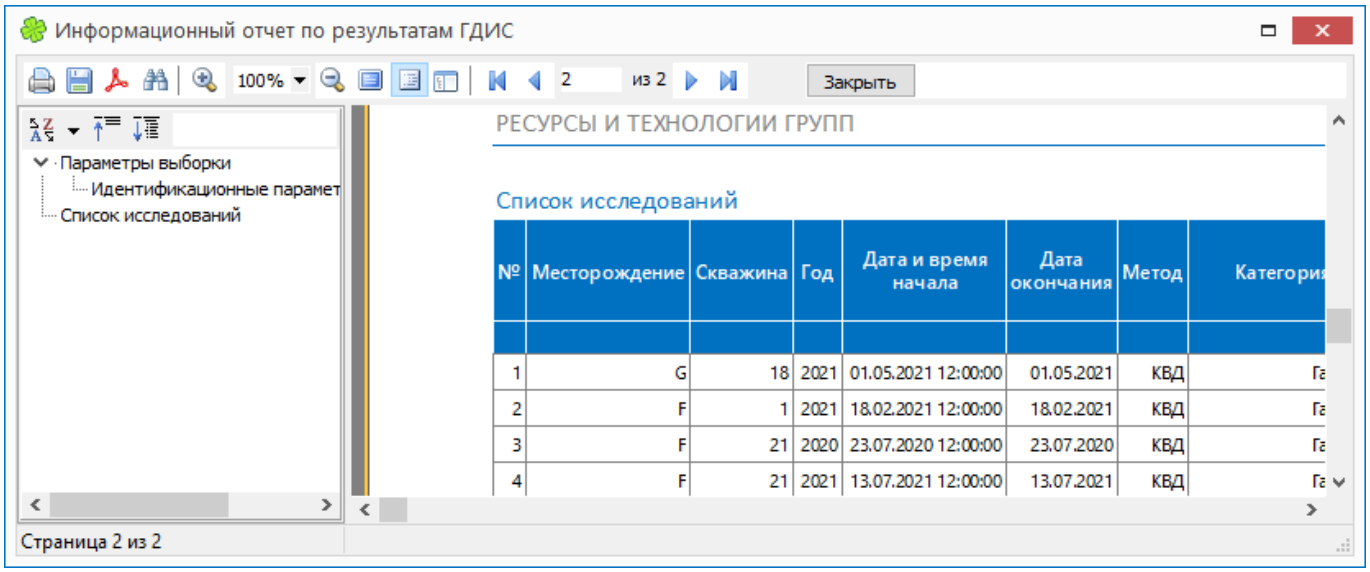
При этом исследования в выборке будут отсортированы согласно установленной схеме:

Месторождение	Скважина	Год
КВД	1	2018
КВД	30	2015
КВД	1	2014
КВД	12	2014
КВД	18	2014
КВД	2	2014
КВД	3	2014
КВД	31	2014
КВД	5	2014
КВД	7	2014
КВД	1	2011
КВД	1	2011

Настройка колонок... Отчёт

10.2. Формирование информационного отчёта

Для формирования информационного отчёта, содержащего список исследований, найденных в диалоге **Поиск исследований**, необходимо нажать на кнопку **Отчёт**. При этом откроется окно предпросмотра отчёта, в котором отобразится содержимое отчёта, подготовленного для печати:

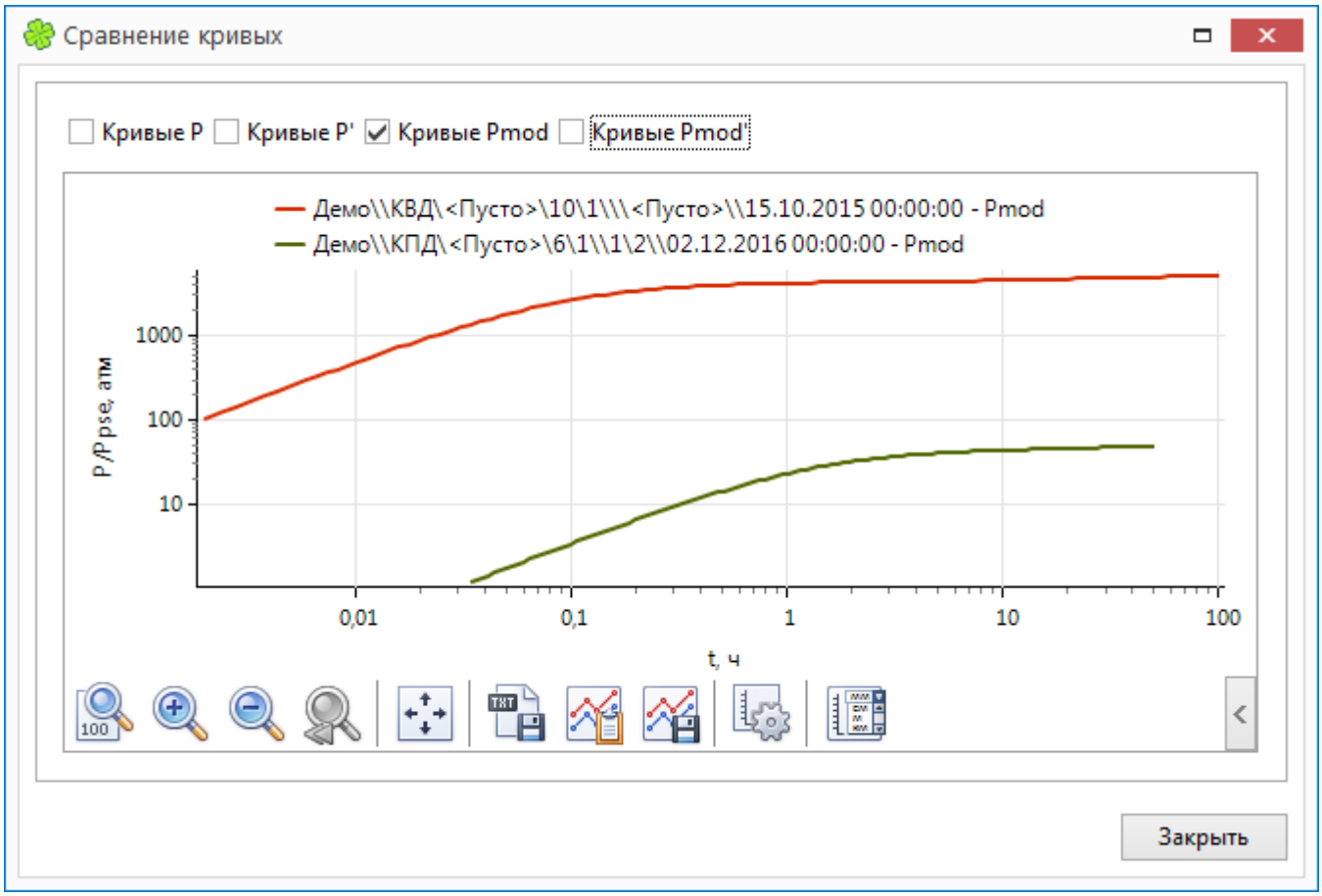


Описание функциональности окна предпросмотра отчёта приведено в разделе **4.8. Предпросмотр отчёта**.

Структура таблицы исследований в отчёте будет соответствовать структуре таблицы со списком исследований в диалоге **Поиск исследований**. Для изменения состава колонок в таблицах необходимо пользоваться настройками шаблонов.

10.3. Сравнение кривых КВД/КСД

В диалоге **Поиск исследований** доступна функция сравнения кривых для нескольких выбранных исследований. Для этого необходимо с зажатой клавишей **Shift** (для выделения подряд) или **Ctrl** (для выборочного выделения) выделить курсором несколько исследований и нажать кнопку **Сравнение кривых**. При этом откроется соответствующий диалог с графиком:

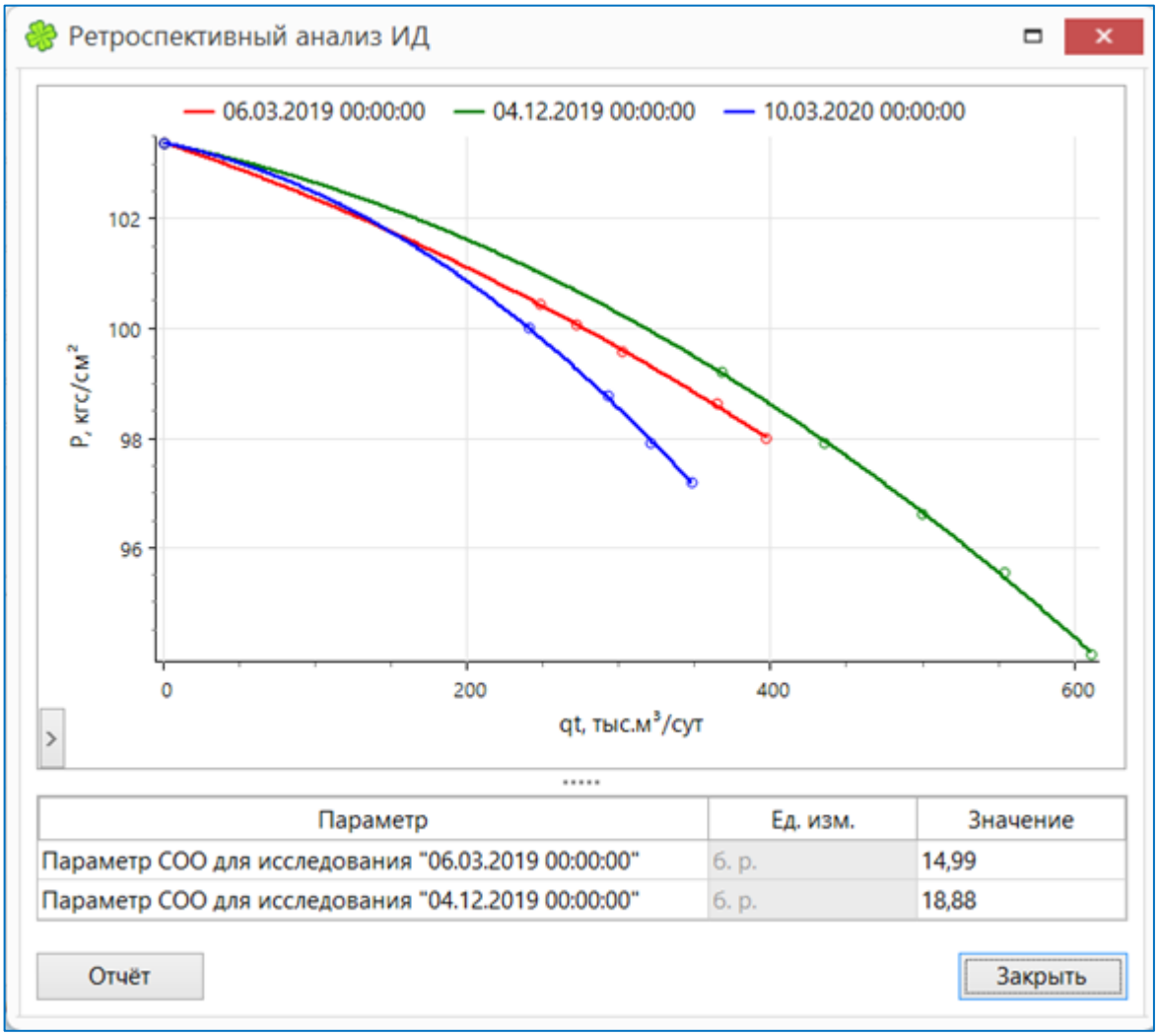


Для сравнения доступны следующие типы кривых: кривые замеров давлений P и P', модельные кривые Pmod и Pmod'.

10.4. Ретроспективный анализ ИД

В диалоге **Поиск исследований** доступна функция сравнения индикаторных диаграмм одной скважины у нескольких выбранных исследований, выполненных в разное время.

Для выполнения ретроспективного анализа необходимо в диалоге **Поиск исследований** с зажатой клавишей **Shift** (для выделения подряд) или **Ctrl** (для выборочного выделения) выделить мышкой несколько исследований ИД одной скважины, проведенных в разное время, и нажать кнопку **Ретроспективный анализ ИД**. При этом откроется соответствующий диалог с графиком:



Алгоритм ретроспективного анализа заключается в приведении нескольких диаграмм P(Q) к одному пластовому давлению за последнюю дату и расчету среднего разброса по дебиту. Средний разброс по дебиту рассчитывается как среднее относительное отклонение (СОО) данных замера от аппроксимирующей кривой ИД, выполненной по результатам интерпретации пятым методом.

Таким образом, разброс по дебиту – это среднее относительное отклонение фактических значений дебита Q_i, на режимах от расчетных значений Qp_i, которое определяется по формуле:

$$\delta Q_0 = \frac{100}{N_p}\sum_{i=1}^{Np}\left|\frac{Q_i}{Qp_i} - 1\right|, Qp_i = C(P_{ст}^2 - P_i^2)^N \quad \text{, где}$$

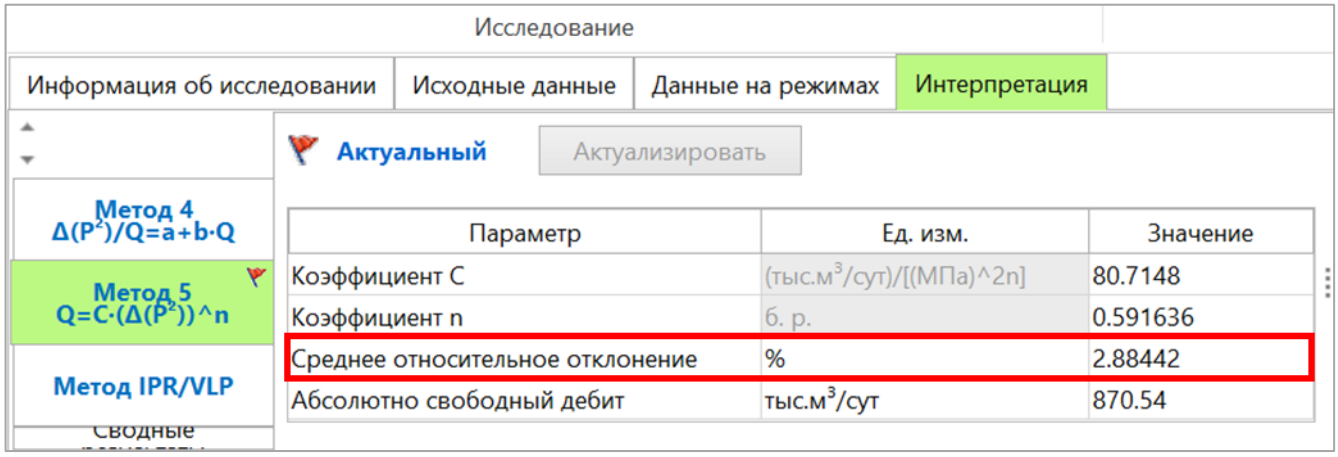
Np – количество режимов, коэффициенты C и N – коэффициенты аппроксимации ИД по 5-му методу.

Разброс по датам – среднее относительное отклонение расчетных значений дебита Q_{ji}, по коэффициентам C_j и N_j – коэффициенты аппроксимации ИД по 5-му (степенному) методу**,** полученным по данным исследования той же скважины в j-й дате, от расчетных значений Qp_i по коэффициентам C и N обрабатываемого исследования (за последнюю дату). Отклонение рассчитывается по формуле:

$$\delta Q_j = \frac{100}{N_p}\sum_{i=1}^{Np}\left|\frac{Q_{ji}}{Qp_i} - 1\right|, Q_{ji} = C_j(P_{ст}^2 - P_i^2)^{N_j} \quad \text{, где}$$

величина δQ_j определяется для каждого j-ой даты.

Расчетные значения КОО по каждой скважине за текущую дату отображаются в списке результатов интерпретации:

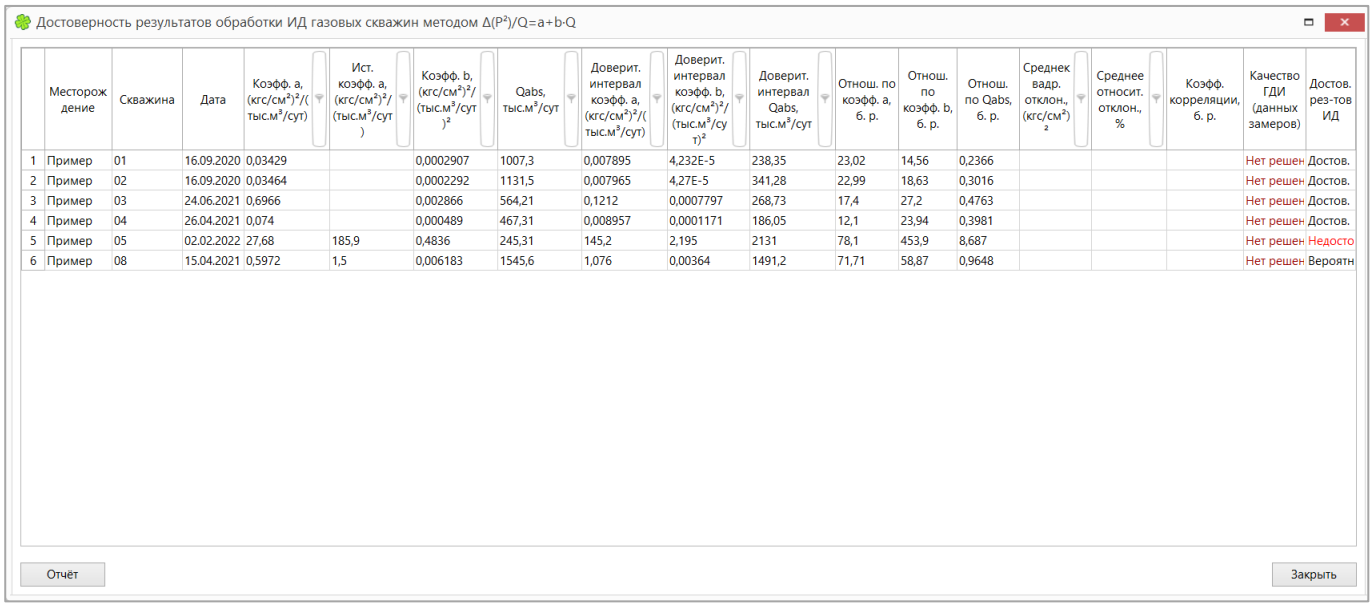


Расчетные значения КОО по каждой скважине по сравнению с исследованием за последнюю дату отображаются в нижней части окна ретроспективного анализа:

10.5. Статистическая обработка ИД

В диалоге **Поиск исследований** доступна функция сравнения нескольких индикаторных диаграмм. Сравнивать можно индикаторные диаграммы разных скважин, в том числе и ситуацию индикаторных диаграмм одной скважины для нескольких выбранных исследований, выполненных в разное время.

Для выполнения статистической обработки необходимо в диалоге **Поиск исследований** с зажатой клавишей **Shift** (для выделения подряд) или **Ctrl** (для выборочного выделения) выделить мышкой несколько исследований ИД и нажать кнопку **Статистическая обработка ИД**. При этом откроется соответствующий окно с таблицей:



	Месторождение	Скважина	Дата	Коэфф. a, (кгс/см²)²/(тыс.м³/сут)	Ист. коэфф. a, (кгс/см²)²/(тыс.м³/сут)	Коэфф. b, (кгс/см²)²/(тыс.м³/сут)²	Qabs, тыс.м³/сут	Доверит. интервал коэфф. a, (кгс/см²)²/(тыс.м³/сут)	Доверит. интервал коэфф. b, (кгс/см²)²/(тыс.м³/сут)²	Доверит. интервал Qabs, тыс.м³/сут	Отнош. по коэфф. a, б. р.	Отнош. по коэфф. b, б. р.	Отнош. по Qabs, б. р.	Среднеквадр. отклон., (кгс/см²)²	Среднее относит. отклон., %	Коэфф. корреляции, б. р.	Качество ГДИ (данных замеров)	Достов. рез-тов ИД
1	Пример	01	16.09.2020	0,03429		0,0002907	1007,3	0,007895	4,232E-5	238,35	23,02	14,56	0,2366				Нет решен	Достов.
2	Пример	02	16.09.2020	0,03464		0,0002292	1131,5	0,007965	4,27E-5	341,28	22,99	18,63	0,3016				Нет решен	Достов.
3	Пример	03	24.06.2021	0,6966		0,002866	564,21	0,1212	0,0007797	268,73	17,4	27,2	0,4763				Нет решен	Достов.
4	Пример	04	26.04.2021	0,074		0,000489	467,31	0,008957	0,0001171	186,05	12,1	23,94	0,3981				Нет решен	Достов.
5	Пример	05	02.02.2022	27,68	185,9	0,4836	245,31	145,2	2,195	2131	78,1	453,9	8,687				Нет решен	Недосто
6	Пример	08	15.04.2021	0,5972	1,5	0,006183	1545,6	1,076	0,00364	1491,2	71,71	58,87	0,9648				Нет решен	Вероятн

Таблица содержит значения ряда параметров с оценками качества и достоверности результатов выбранных исследований газовых скважин, обработанных 4-м методом ИД.

По каждому исследованию выводятся следующие параметры:

- идентификационная информация;
- коэффициенты **a** и **b**;
- истинный коэффициент **a** в случае изохронного метода;
- абсолютно свободный дебит;
- статистическая информация по достоверности результатов расчетов.

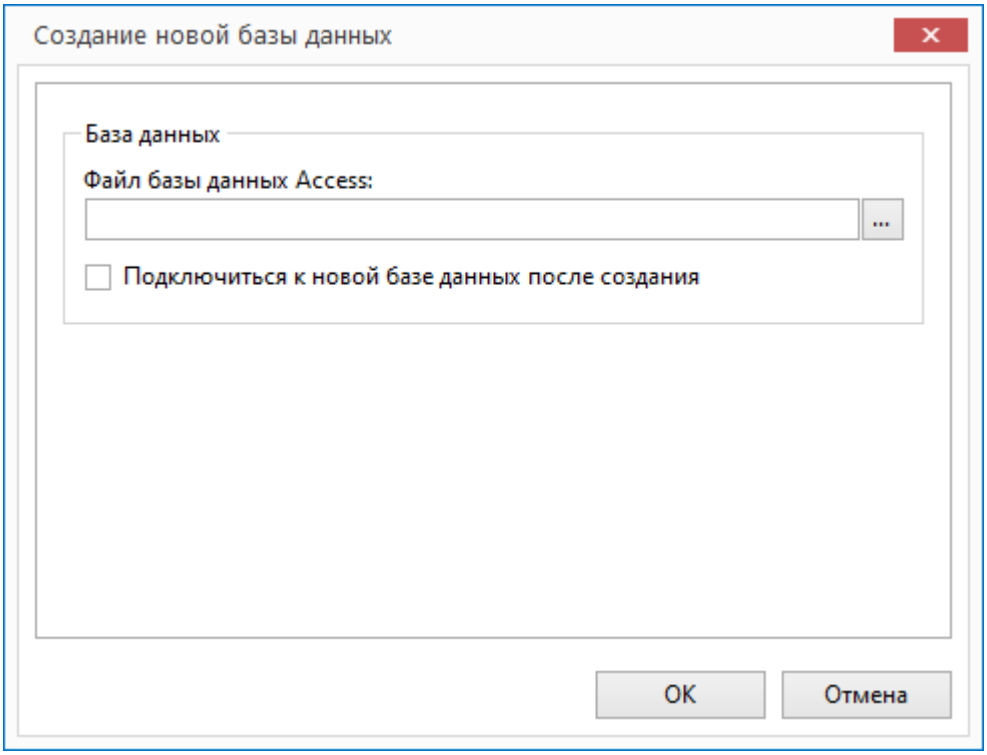
Статистическая обработка позволяет сравнить потенциальные продуктивные способности разных скважин или одной скважины в разные моменты времени, включая оценку эффективность геолого-технологических мероприятий. По выбранным исследованиям пользователь может сформировать отчёт, содержащий информацию окна **Статистическая обработка**.

11. Сервис

11.1. Создание БД

11.1.1. Создание базы данных Microsoft Access

Для создания нового файла БД в формате Access необходимо нажать на кнопку **Сервис | Создать БД**, при этом откроется диалог **Создание новой базы данных**:



В данном диалоге необходимо ввести в соответствующее поле или выбрать с помощью кнопки ... путь к файлу новой БД Access. После нажатия кнопки **OK** диалог закроется, а новая БД будет создана в указанном файле.

При установленном флаге **Подключиться к новой базе данных после создания** программа после создания БД автоматически подключится к новому файлу.

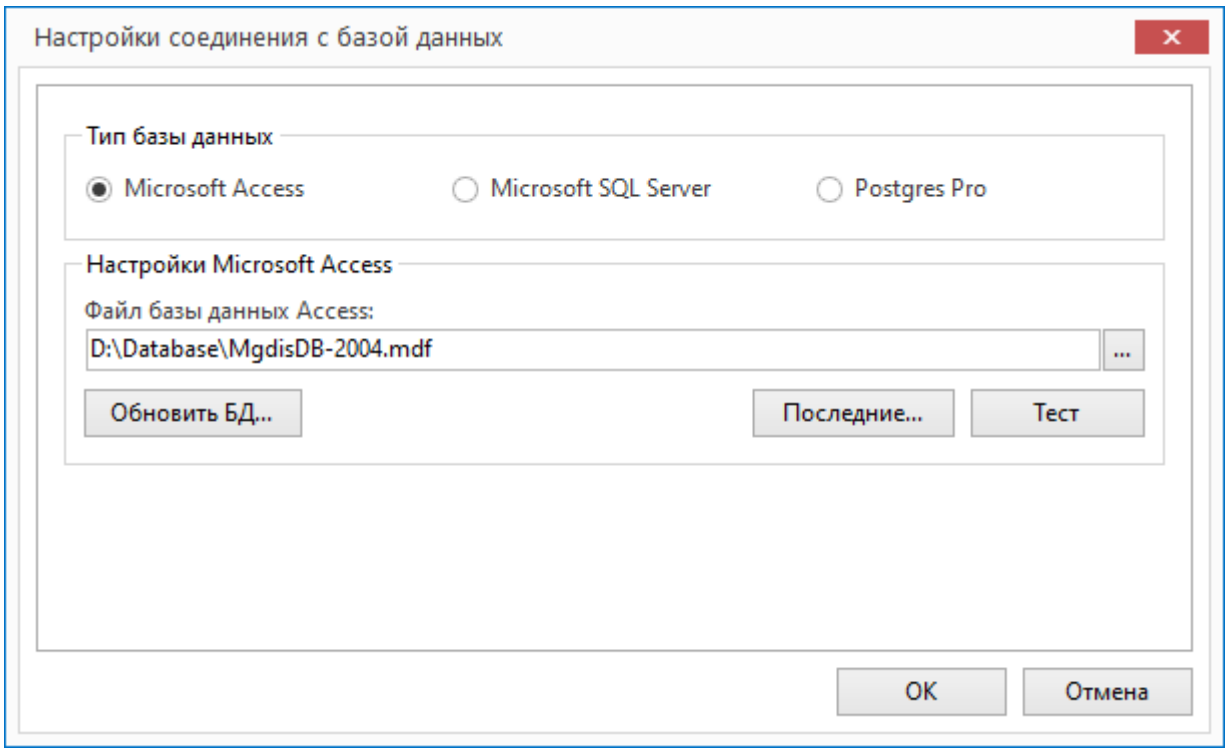
*ПРИМЕЧАНИЕ: При **открытом исследовании** опция **«Подключиться к новой базе данных после создания»** не доступна.*

11.1.2. Создание базы данных в формате Microsoft SQL Server или Postgres Pro

Для использования СУБД Microsoft SQL Server или Postgres Pro необходимо создать БД на сервере соответствующей СУБД. Создание БД осуществляется последовательным выполнением скриптов создания базы данных, создания таблиц и заполнения таблиц данными. Для получения скриптов создания и заполнения БД необходимо обратиться к Разработчику ПО МГДИС.

11.2. Настройка соединения с БД

Для настройки соединения с БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Настройка соединения**, при этом откроется диалог **Настройка соединения с базой данных**:



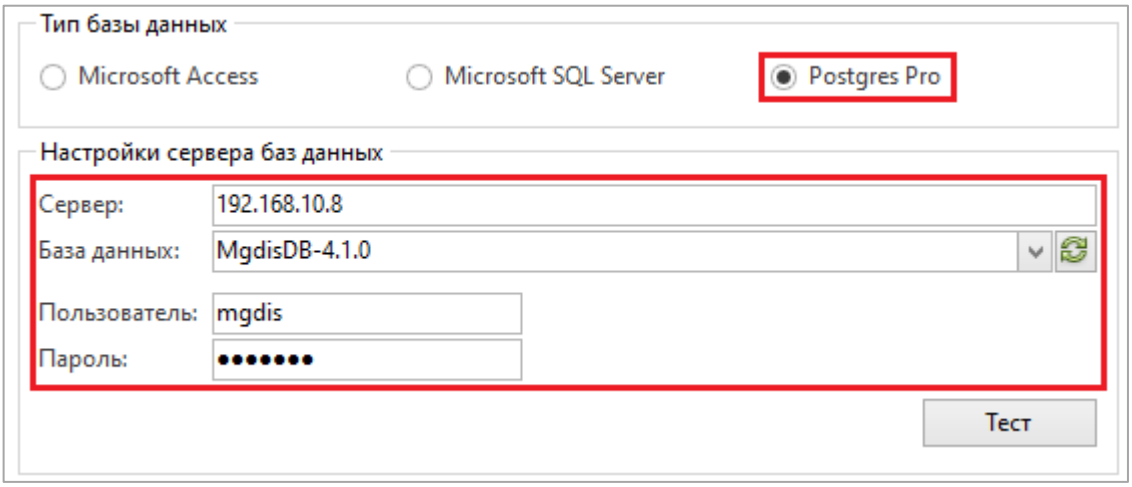
В группе **Тип базы данных** указываются типы БД, к которым подключается программа. Доступны следующие типы БД:

- **Microsoft Access** – локальная БД Microsoft Access. Представляет из себя файл с расширением MDB. Основной тип БД, использующийся в ПК МГДИС.
- **Microsoft SQL Server** – сетевая БД, подразумевающая подключение к удаленному серверу баз данных с установленной на нем СУБД Microsoft SQL Server.
- **Postgres Pro** – сетевая БД, подразумевающая подключение к удаленному серверу баз данных с установленной на нем СУБД Postgres Pro.

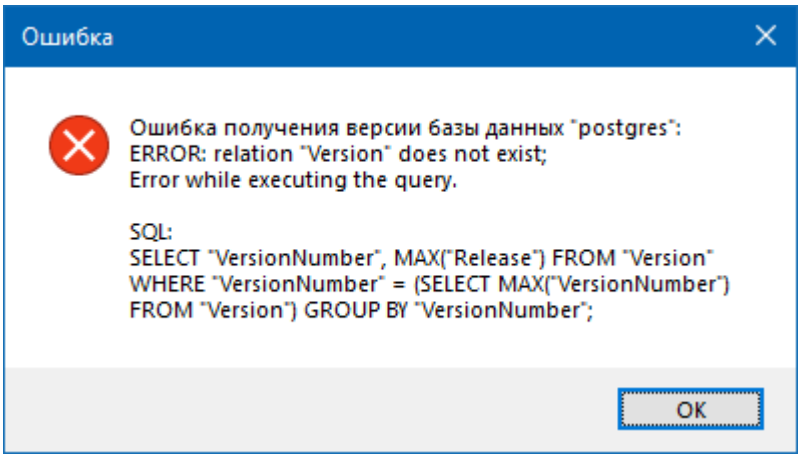
*ВНИМАНИЕ! Для использования баз данных **Postgres Pro** или **Microsoft SQL Server** необходимо наличие в локальной сети пользователя сервера с установленной соответствующей СУБД, на котором должна быть развернута "сетевая" база данных ПО МГДИС текущей версии. Установка и настройка СУБД должна выполняться специалистами собственной службы технической поддержки Заказчика. Для получения инструкций по установке сервера СУБД и сетевой базы данных ПО МГДИС обращайтесь к разработчику ПО МГДИС.*

11.2.1. Подключение к БД в формате Postgres pro

В случае выбора типа БД **Postgres Pro** состав полей для заполнения в диалоге состоит из параметров настройки сервера баз данных.



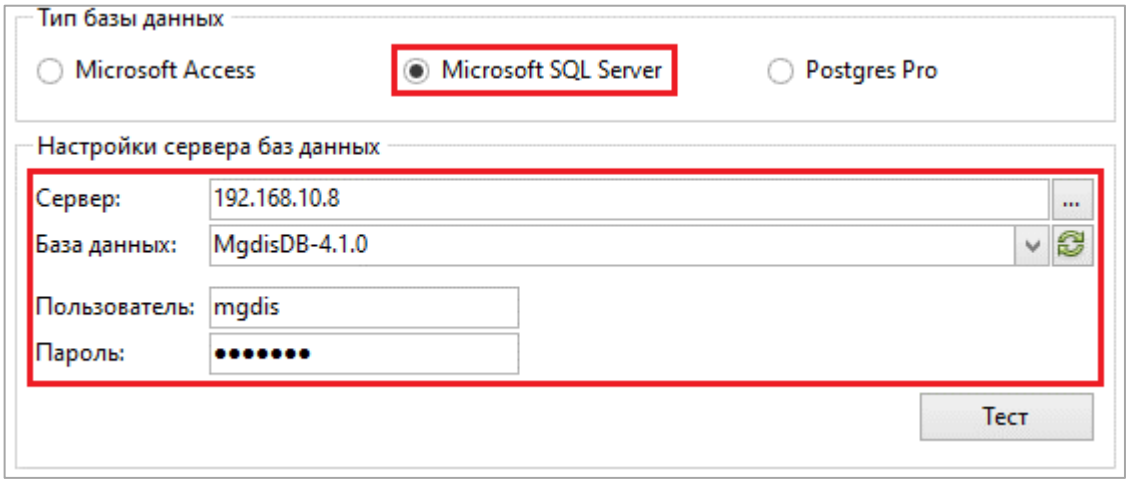
В поле **Сервер** необходимо прописать имя сетевого сервера. После ввода имени необходимо нажать на кнопку для обновления списка баз данных, развернутых на указанном сервере. Если доступ к указанному серверу установлен, поле **База данных** обновится. В данное поле необходимо ввести имя базы данных или выбрать его из списка. Если доступ к указанной базе данных отсутствует, на экране появится аналогичное сообщение:



Для обеспечения установки соединения с БД необходимо указать логин пользователя и пароль. Проверка соединения осуществляется нажатием на кнопку **Тест**. Для установки соединения по введенным параметрам необходимо нажать на кнопку **OK**. При этом диалог закроется, программа осуществит подключение к указанной БД и пропишет путь к серверу БД в системный реестр. Таким образом, при следующем запуске программа считает указанный путь к серверу БД из системного реестра и автоматически осуществит с ним соединение.

11.2.2. Подключение к БД в формате Microsoft SQL Server

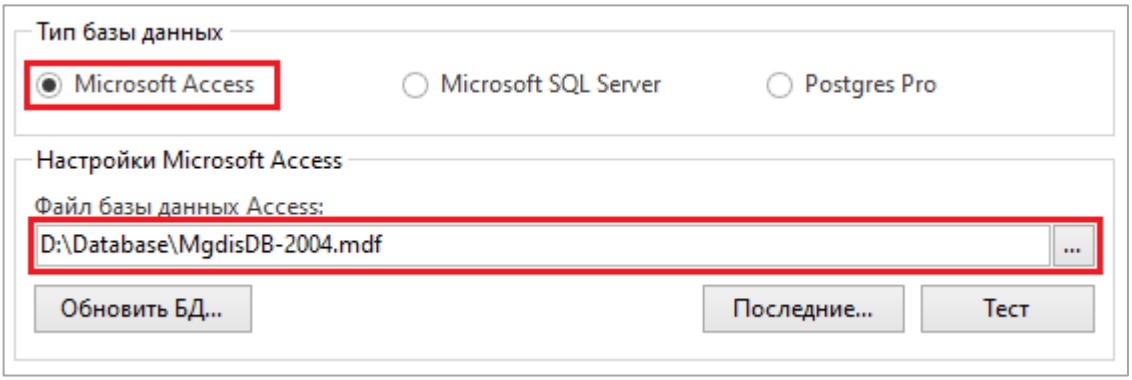
Для типа БД **Microsoft SQL Server** группа полей для заполнения аналогична типу. **Postgres Pro.**



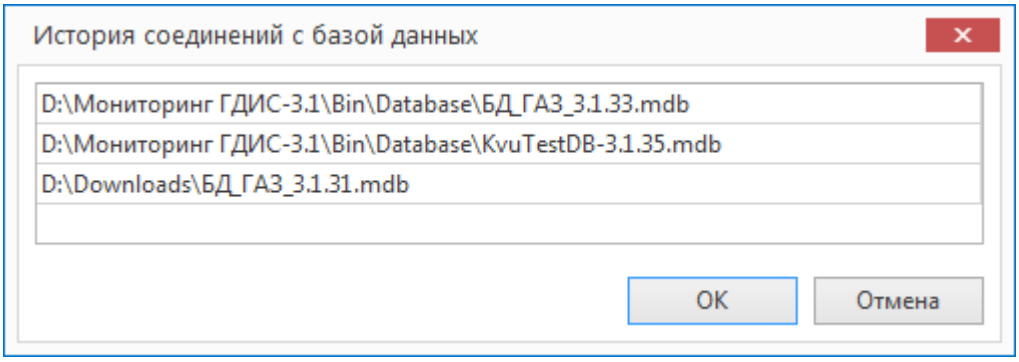
Подключение к СУБД Microsoft SQL Server идентично подключению к СУБД Postgres Pro, отличие состоит лишь в том, что для Microsoft SQL Server можно выбирать сервер для подключения с помощью кнопки ... в поле **Сервер.** Остальные параметры подключения пописываются аналогично Postgres Pro.

11.2.3. Подключение к БД в формате Microsoft Access

В случае выбора типа БД **Microsoft Access** необходимо ввести в соответствующее поле или выбрать с помощью кнопки ... путь к файлу БД Access:



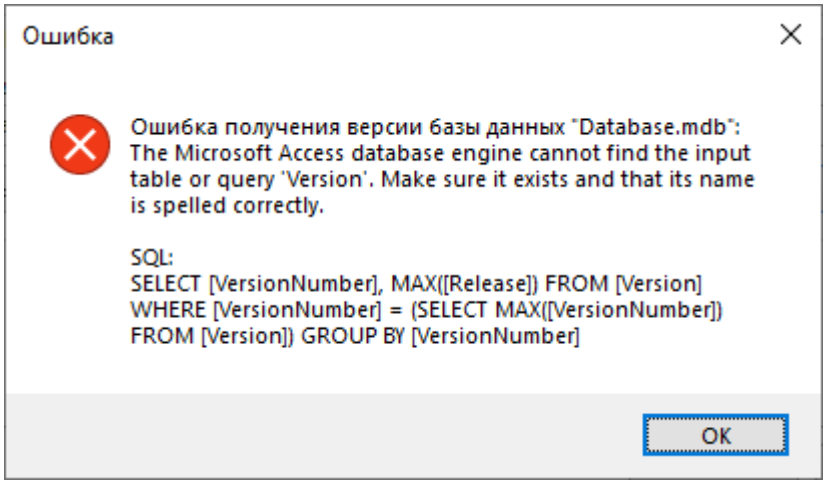
Для просмотра списка последних подключенных файлов БД Access необходимо нажать на кнопку **Последние**. При этом откроется диалог **История соединений с БД**:



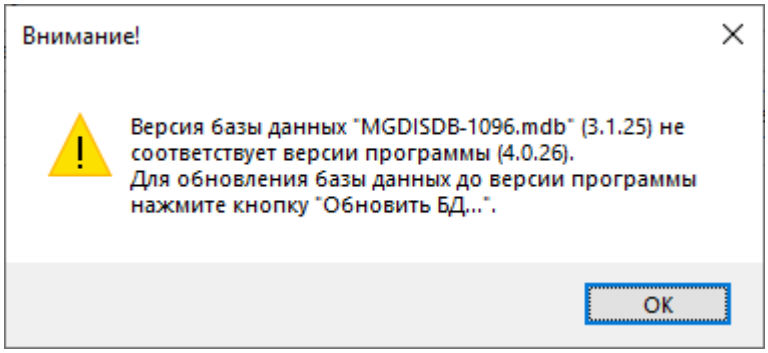
В диалоге **История соединений с БД** отображается список последних подключенных файлов БД Access в порядке убывания даты подключения. Для повторного подключения к БД из списка необходимо сделать двойной клик мышкой на требуемую запись в таблице, или же, кликнув правой клавишей мышки на требуемую запись, нажать кнопку OK. При этом диалог закроется, а запись перенесется в поле **Файл базы данных Access** в диалоге **Настройка соединения с базой данных**.

Для проверки файла БД на совместимость с текущей версией ПО МГДИС необходимо нажать кнопку **Тест**. При этом программа проверит файл БД и выдаст соответствующее сообщение с результатом проверки.

В случае, если структура подключаемой базы данных не соответствует структуре данных ПО МГДИС, на экране появится следующее или аналогичное сообщение:



В случае, если структура подключаемой базы данных соответствует структуре данных ПО МГДИС, но версия подключаемой БД ниже версии ПО МГДИС, на экране появится следующее сообщение:



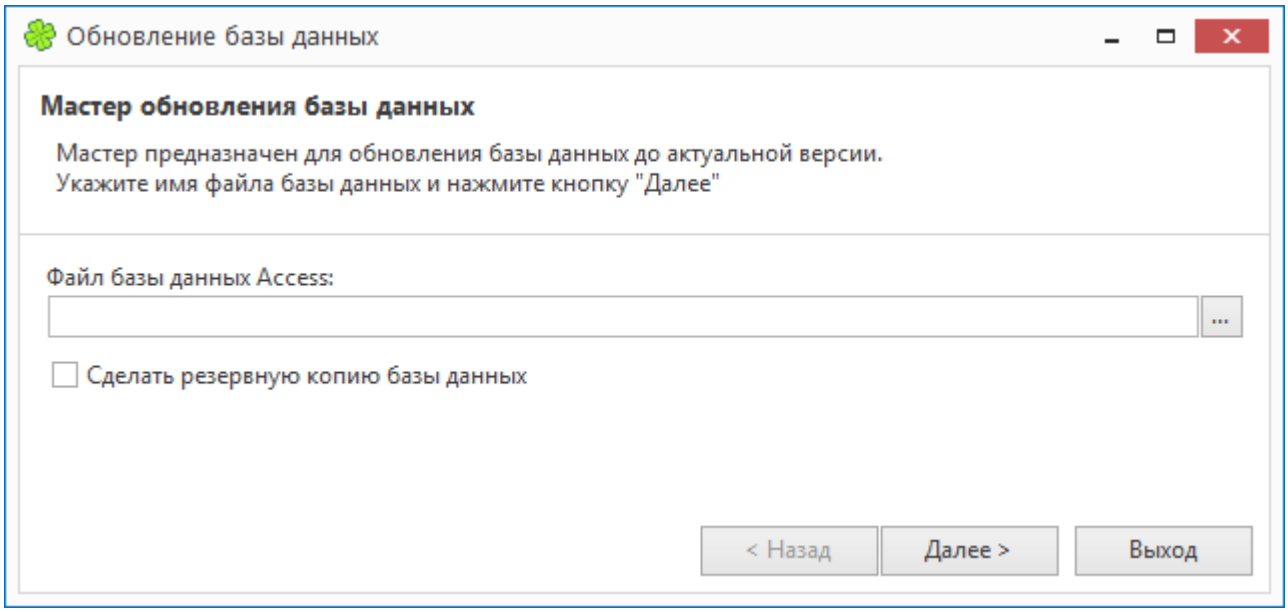
При этом до тех пор, пока подключаемая БД не будет обновлена до текущей версии, ее подключение осуществлено не будет. Для обновления БД необходимо нажать на кнопку **Обновить БД**. При этом откроется диалог обновления, который подробно описан в разделе **11.3. Обновление БД**.

Если проверка подключаемой БД была успешной, необходимо нажать на кнопку **OK**. При этом диалог закроется, программа осуществит подключение к указанной БД и пропишет путь к файлу БД в системный реестр. Таким образом, при следующем запуске программа считает указанный путь из системного реестра и автоматически осуществит соединение с указанной БД.

11.3. Обновление БД

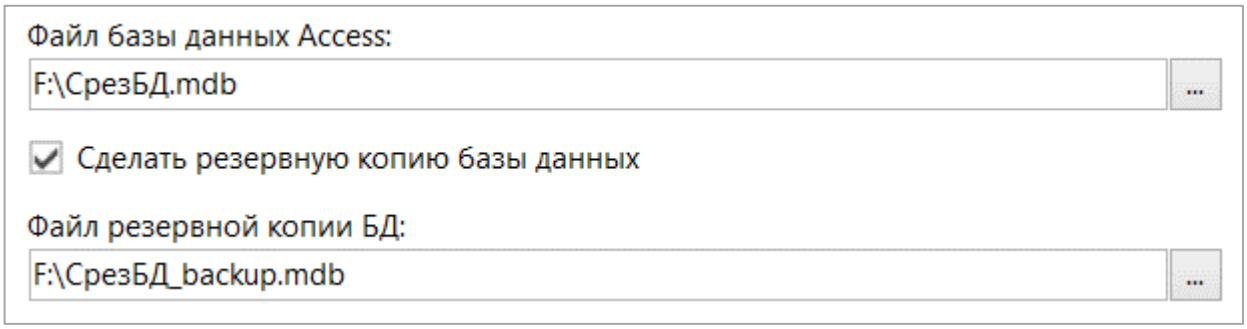
Обновление доступно для файлов БД в формате Access версии не ниже 3.0.1. Для более ранних версий БД необходимо использовать ПО "Конвертер БД ГДИС", входящего в состав поставки ПО. Работа конвертера описана в разделе **17. Конвертер БД ГДИС**.

Для обновления БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Обновление БД**, при этом откроется мастер обновления базы данных:

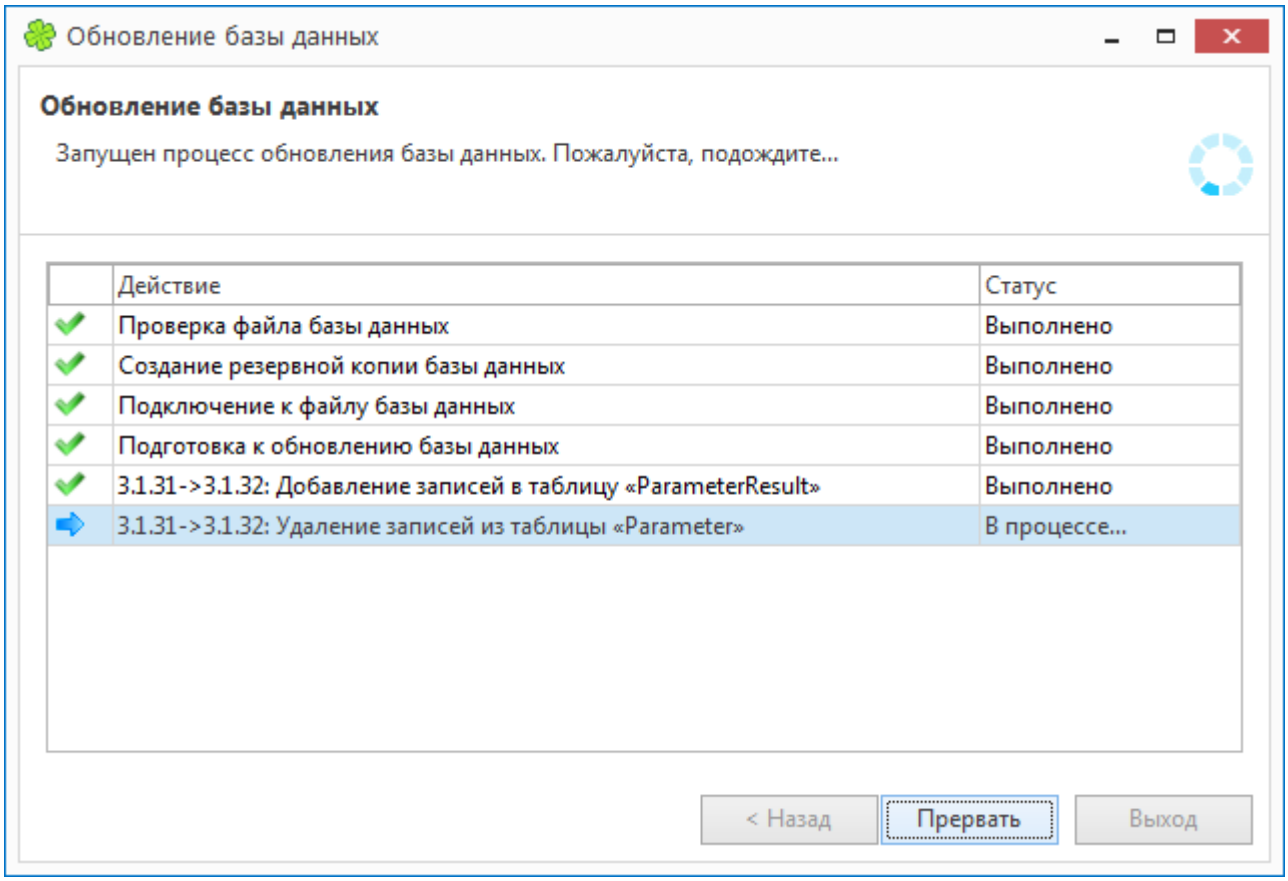


Имя файла БД, которое нуждается в обновлении, необходимо ввести в соответствующее поле, или же выбрать файл с помощью кнопки ....

Для создания резервной копии обновляемой базы данных (на случай ошибки при обновлении) необходимо установить флаг **Сделать резервную копию базы данных**. При этом появится дополнительное поле, в которое автоматически копируется содержимое предыдущего поля с добавлением к названию файла "_backup". Имя файла резервной копии можно отредактировать вручную или же выбрать файл копии с помощью кнопки ...:



После нажатия кнопку **Далее** произойдет проверка на существование указанного файла, проверка на соответствие версии обновляемого файла. В случае возникновения ошибок при проверке на экране появится соответствующее сообщение. В случае успеха откроется следующая страница мастера, на которой для запуска процесса обновления необходимо нажать на кнопку **Обновить**. При этом запустится процесс обновление, а шаги обновления будут отображаться в таблице действий:



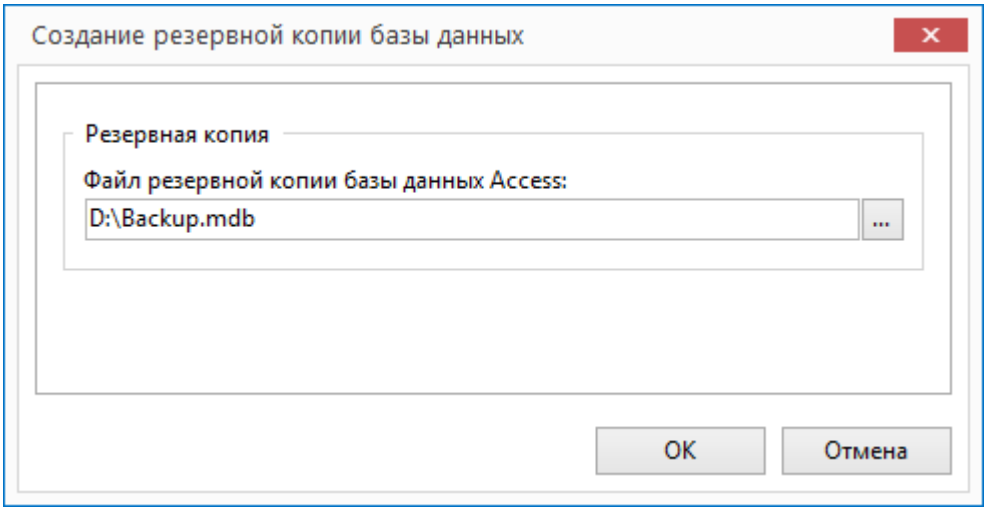
В случае, если на каком-то шаге произойдет ошибка, то на экране появится сообщение с причиной ошибки, обновление БД остановится, а в активной строке таблицы в поле **Статус** появится слово "Ошибка".

ВНИМАНИЕ! При возникновении ошибки в процессе обновления файла БД данный файл станет непригоден для использования, т.к. его структура не будет соответствовать текущей версии ПО МГДИС (обновление не закончилось полностью). Также этот файл нельзя подключать к старой версии ПО МГДИС (в которой этот файл был создан), т.к. в нем были произведены некоторые изменения при обновлении. В этой ситуации желательно снять скриншот сообщения с описанием причины ошибки (которое появляется в отдельном окне) и отправить данный скриншот и файл БД в службу сопровождения Разработчика ПО МГДИС по адресу support@res-tech.ru.

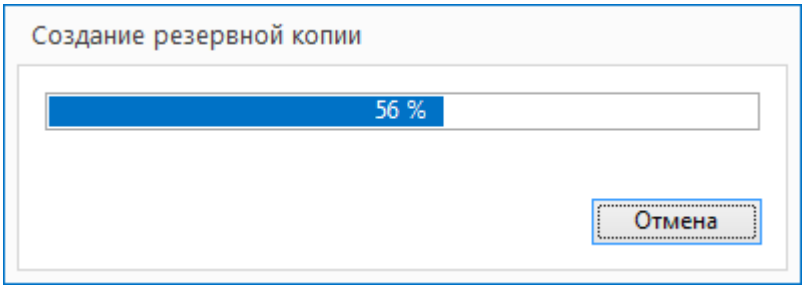
В случае успешного обновления на экране появится соответствующее сообщение, и мастер можно закрыть кнопкой **Выход**.

11.4. Создание резервной копии БД

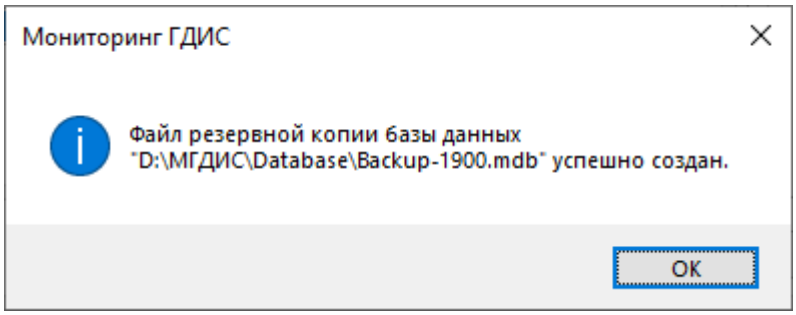
Для создания резервной копии БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Создать резервную копию БД**, при этом откроется соответствующий диалог:



В открывшемся окне необходимо ввести имя файла резервной копии БД и нажать кнопку OK. При этом запустится процесс создания резервной копии, а на экране отобразится индикатор выполнения:



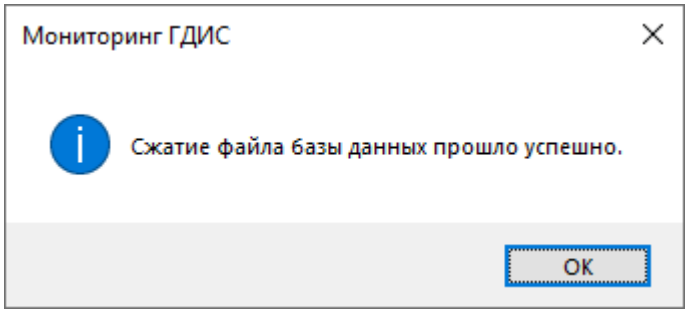
После окончания процесса создания резервной копии БД на экране появится информационное сообщение о результатах выполнения:



11.5. Сжатие БД

ПО МГДИС поддерживает функцию сжатия файла БД Access. Сжатие файла может потребоваться при подготовке файла БД к передаче для уменьшения его объема.

Для сжатия БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Сжать БД**, при этом запустится процесс сжатия файла, по завершении которого на экране появится сообщение:

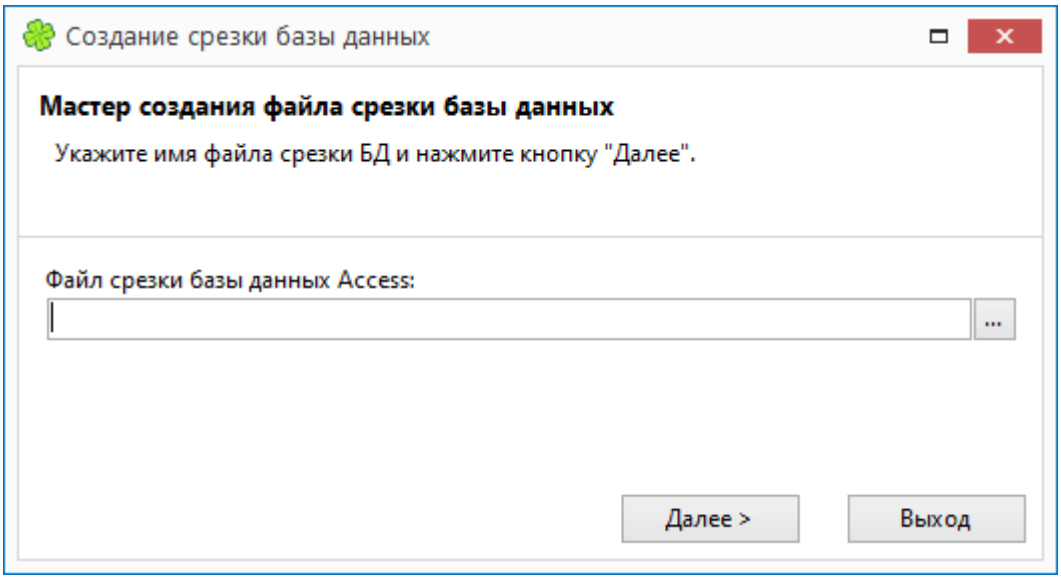


11.6. Создание срезки БД

ПО МГДИС имеет функциональность по созданию срезок базы данных. Срезка БД по структуре представляет собой обычную БД ПО МГДИС, в которой хранятся исследования по одному или нескольким идентификационным признакам (например, срезка БД по одному конкретному предприятию).

Наравне с единичными файлами исследований в формате XML, создание которых описано в разделе **5.3.4. Сохранение исследования в файл**, срезка БД может использоваться для обмена данными между пользователями или организациями.

Для создания срезки БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Создать срезку БД**, при этом откроется мастер создания срезки базы данных:

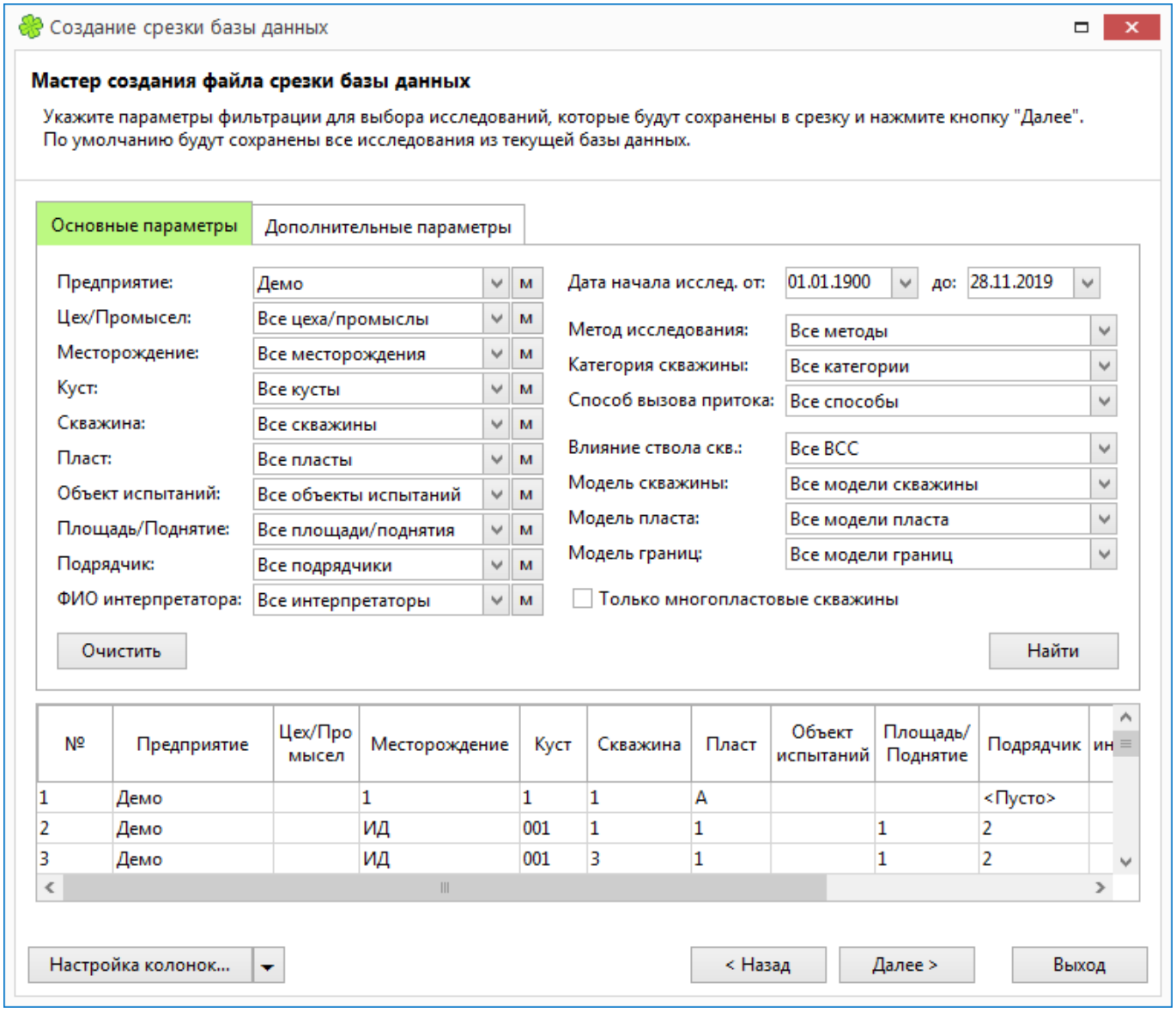


Имя файла срезки БД вводится в соответствующее поле, или же выбирается с помощью кнопки ...

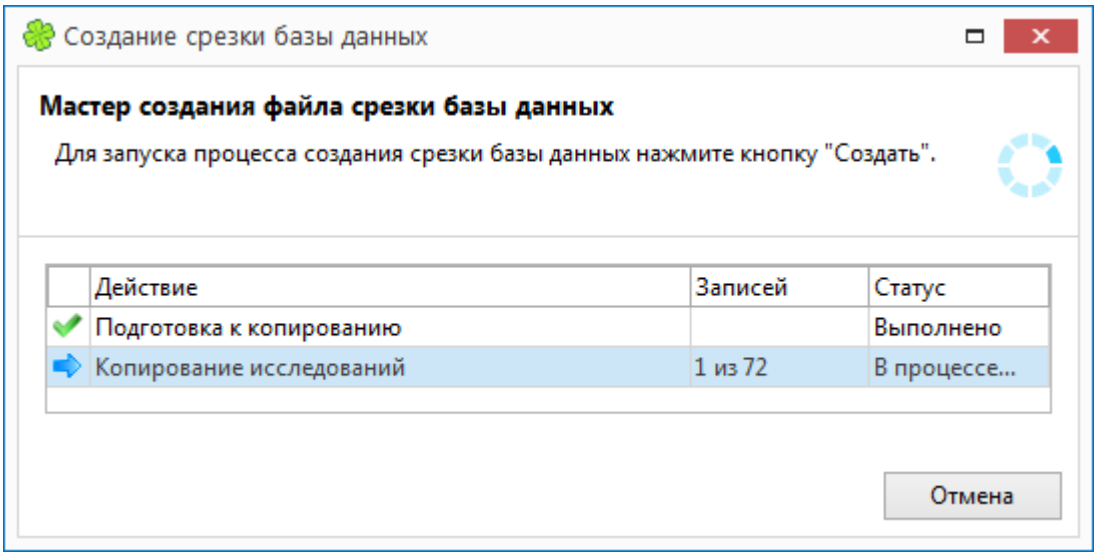
После нажатия кнопки **Далее** откроется следующая страница мастера, на которой необходимо осуществить выборку исследований, которые запишутся в срезку БД. Внешне данная страница мастера идентична диалогу поиска исследований, который подробно описан в разделе 10.1. Поиск исследований.

После настройки параметров фильтра и нажатия кнопки **Найти** в списке исследований отобразятся исследования, удовлетворяющие критериям выборки. Данные исследования, а также все справочники, связанные с выбранными исследованиями, запишутся в срезку БД.

Для перехода на следующую страницу мастера необходимо нажать на кнопку **Далее**.



На последней странице мастера необходимо нажать на кнопку **Создать**. При этом запустится процесс создания срезки, а в таблице действий появится строка с индикатором записи исследований в файл срезки:

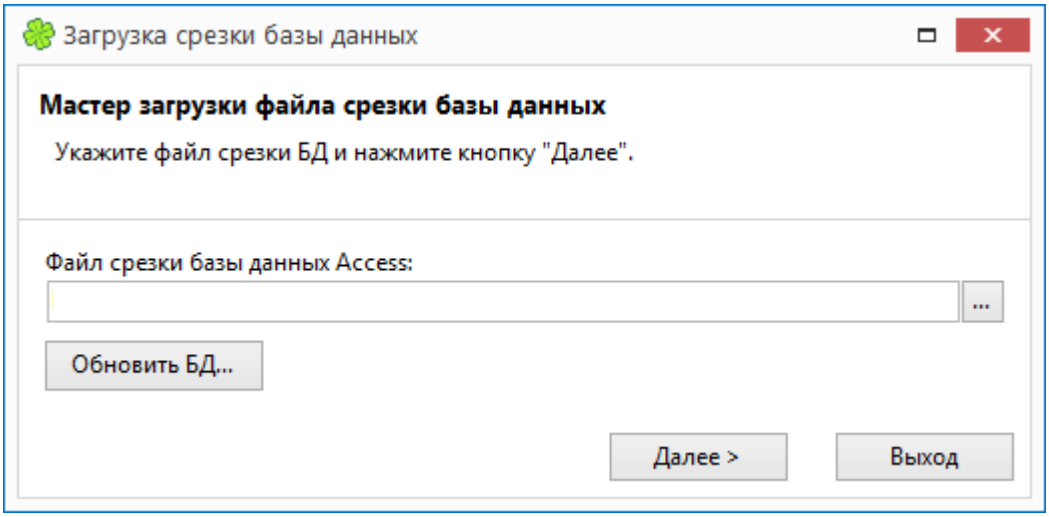


После создания срезки на экране появится соответствующее сообщение. После этого мастер можно закрыть кнопкой **Выход**.

11.7. Загрузка срезки БД

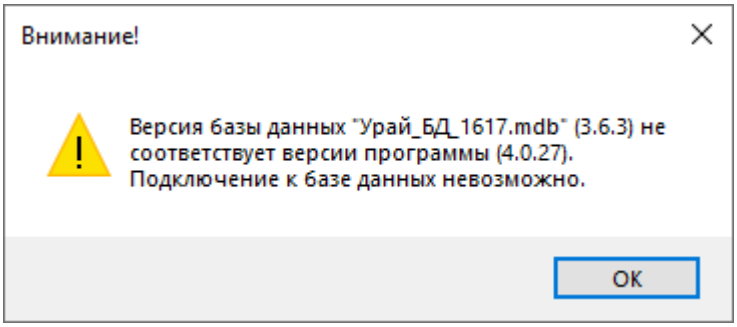
Процесс загрузки срезки БД представляет из себя загрузку исследований из файла срезки в текущую БД и всех справочников, связанных с выбранными исследованиями. Если в текущей БД при загрузке будут обнаружены идентичные исследования, программа запросит подтверждение на обновление данных в текущей БД, или же о пропуске данного исследования.

Для загрузки срезки БД необходимо нажать на кнопку **Сервис | Загрузить срезку БД**, при этом откроется мастер загрузки срезки базы данных:



Имя файла срезки БД вводится в соответствующее поле, или же выбирается с помощью кнопки ... .

В случае, если версия срезки ниже версии ПО МГДИС, на экране появится следующее сообщение:



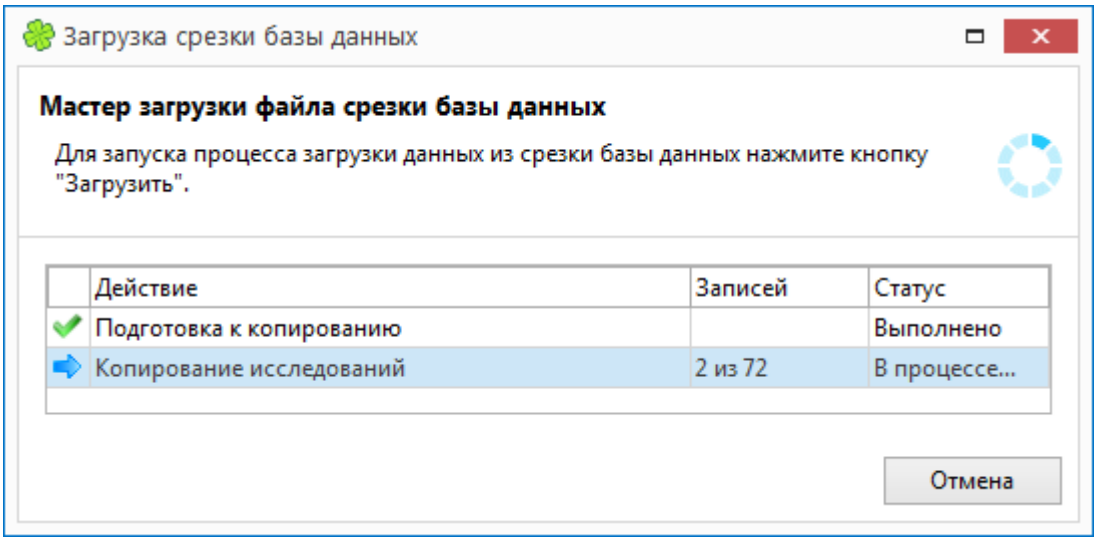
При этом до тех пор, пока срезка БД не будет обновлена до текущей версии, загрузка срезки осуществлена не будет.

После нажатия кнопки **Далее** откроется следующая страница мастера, на которой необходимо осуществить выборку исследований, которые будут загружены из срезки БД в

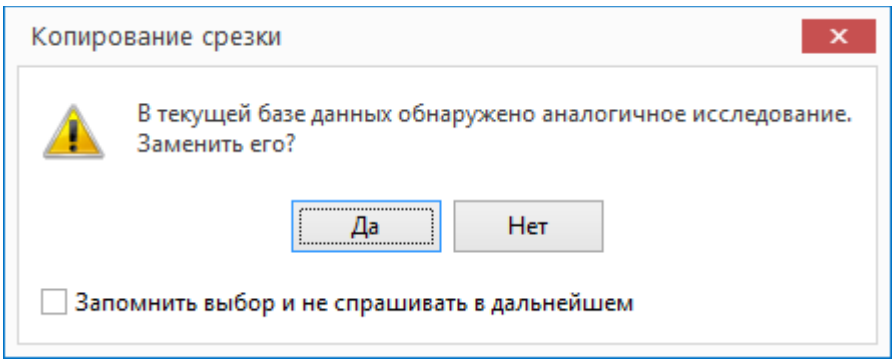
текущую БД. Если необходимо загрузить все исследования из срезки, необходимо без ввода параметров фильтрации нажать на кнопку **Найти**.

Внешне данная страница мастера идентична диалогу поиска исследований, который подробно описан в разделе 10.1. Поиск исследований.

Для перехода на следующую страницу мастера необходимо нажать на кнопку **Далее**. На последней странице мастера необходимо нажать на кнопку **Загрузить**. При этом запустится процесс загрузки срезки, а в таблице действий появится строка с индикатором загрузки исследований в текущую БД:



В случае, если в текущей БД при загрузке будут обнаружены аналогичные исследования, на экране появится следующее сообщение:



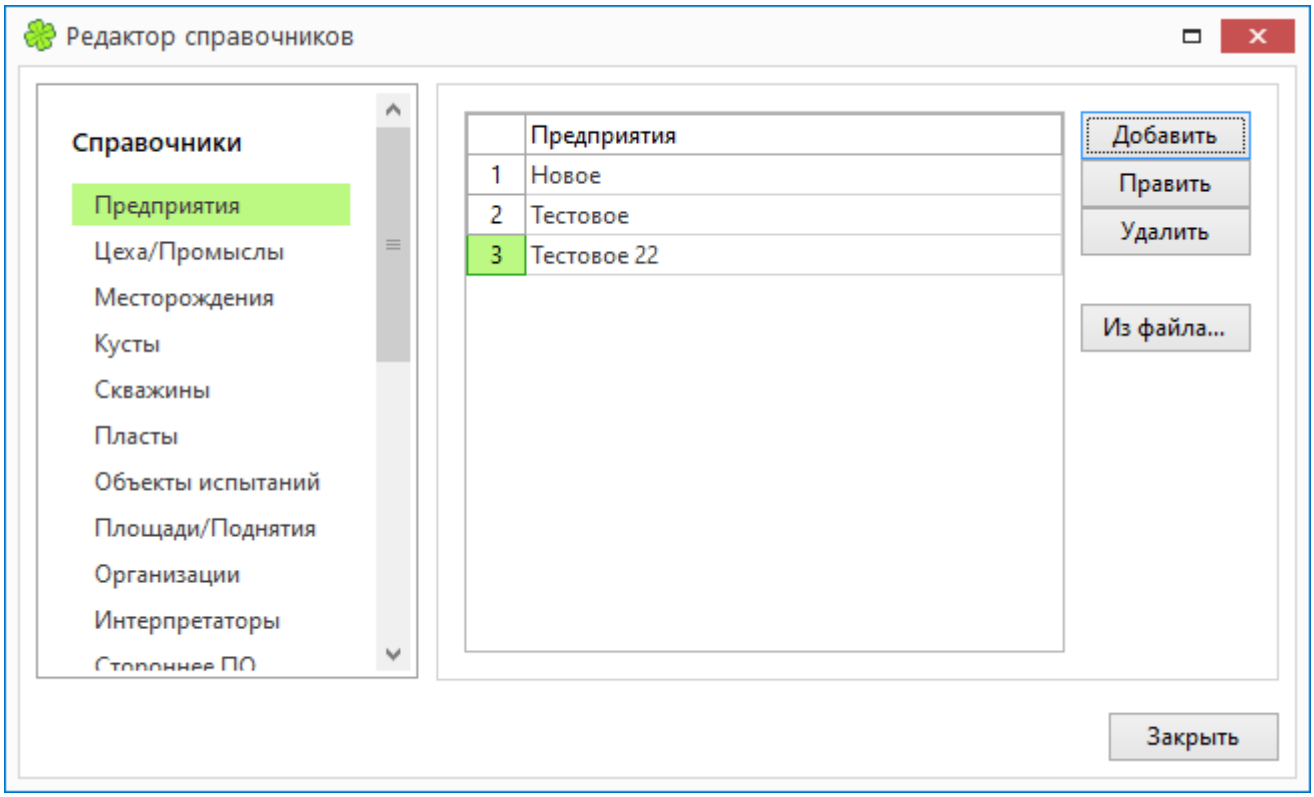
При нажатии кнопки **Да** исследование в текущей БД будет заменено исследованием из срезки. При нажатии кнопки **Нет** исследование из срезки будет проигнорировано. При установке флага **Запомнить выбор и не спрашивать в дальнейшем** программа запомнит, на какую кнопку было осуществлено нажатие (**Да** или **Нет**), и в случае обнаружения следующих аналогичных исследований применит к ним сохраненный выбор.

После загрузки исследований из срезки БД на экране появится соответствующее сообщение. После этого мастер можно закрыть кнопкой **Выход**.

11.8. Редактирование справочников

Редактор справочников предназначен для добавления, удаления и редактирования записей в справочниках БД.

Для запуска редактора необходимо нажать на кнопку **Сервис | Редактор справочников**, при этом откроется соответствующий диалог:



Перечень справочников БД перечислен в списке слева. Для перехода к соответствующему справочнику необходимо выбрать его в списке нажатием левой кнопки мышки. При этом название справочника подсветится салатовой, а в правой области окна отобразится список полей, соответствующий выбранному справочнику.

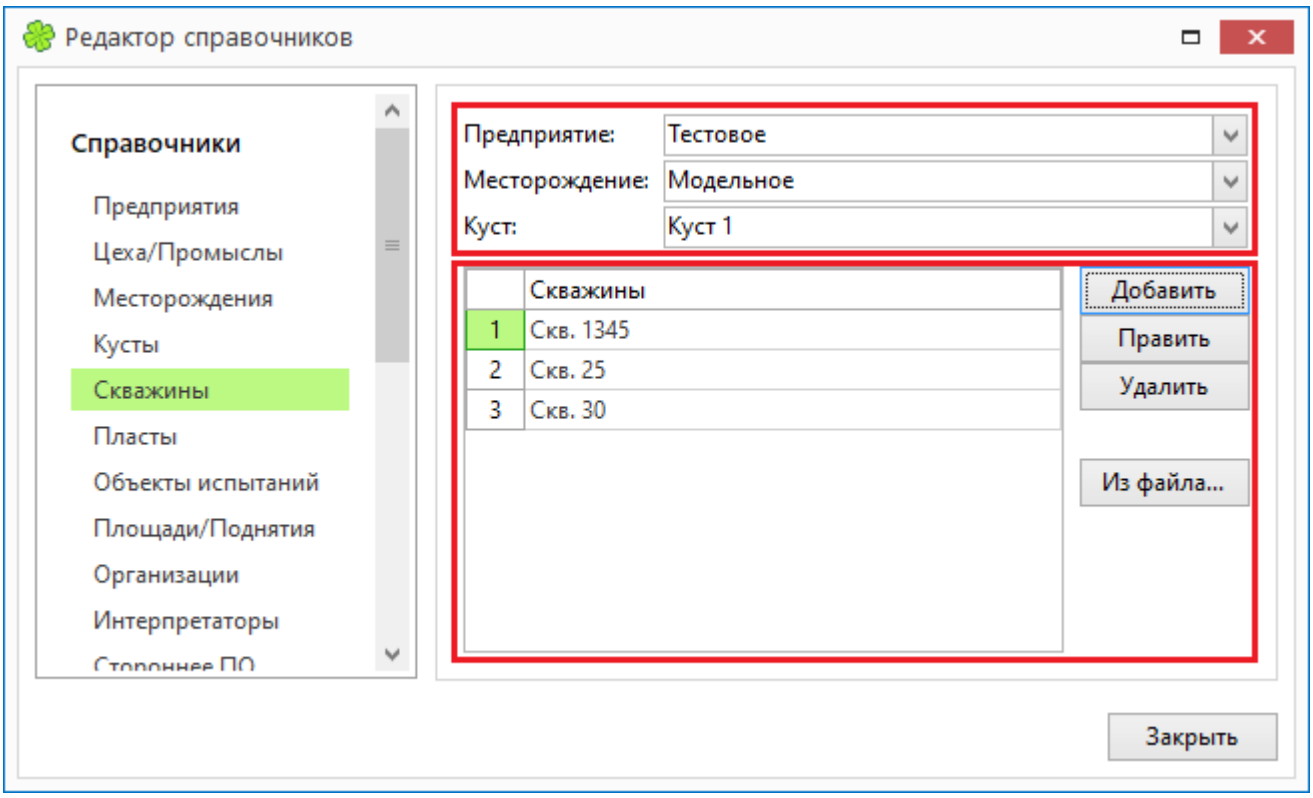
Часть справочников являются **идентификационными**, значения которых идентифицируют исследование. Остальные справочники – это **справочники с данными**.

Для большинства справочников для добавления, удаления и редактирования записей необходимо сначала указать его идентифицирующие параметры. Например, для справочника скважин необходимо заполнить следующие идентифицирующие поля: **Предприятие**, **Месторождение** и **Куст**.

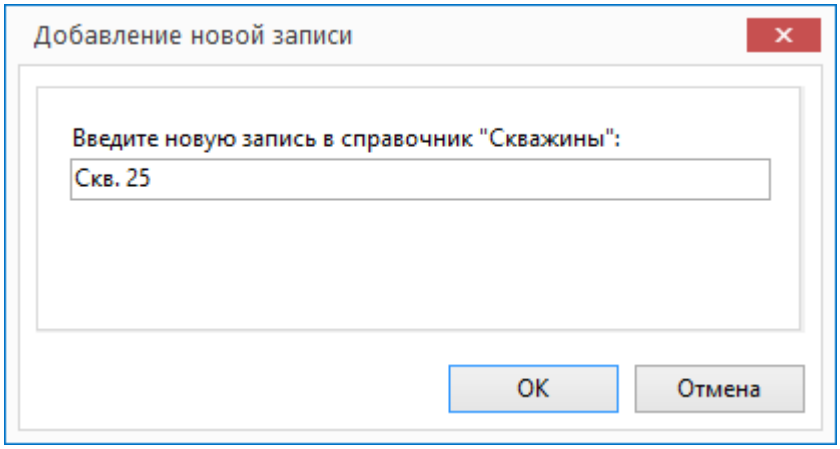
Пока идентифицирующие параметры не будут выбраны, функции редактирования записей у справочника будут недоступны. После выбора идентифицирующих параметров кнопки добавления, удаления и редактирования записей становятся активными.

Редактирование идентификационных справочников

К идентификационным справочникам относятся следующие: **Предприятия**, **Цеха/Промыслы**, **Месторождения**, **Скважины**, **Пласты**, **Объекты испытаний**, **Площади/Поднятия**, **Организации, Стороннее ПО и Интерпретаторы**. Экраны этих справочников представляют из себя списки (таблицы) с записями и кнопками для их добавления, редактирования, удаления и загрузки из текстового файла:



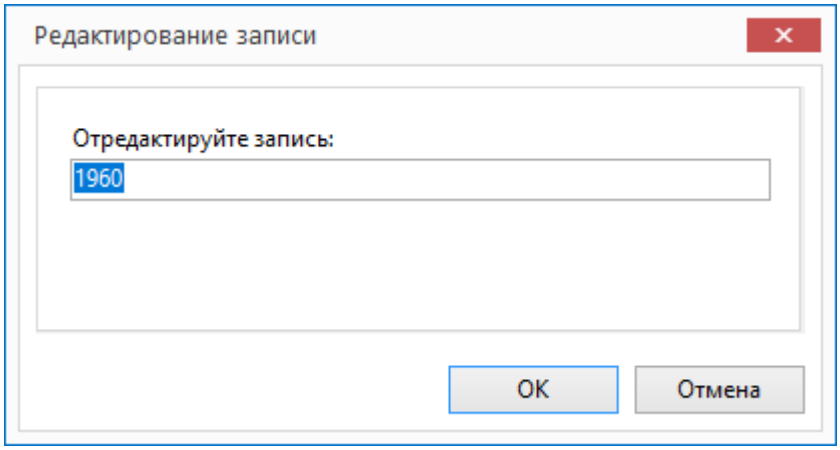
Для добавления записи в список необходимо нажать на кнопку **Добавить**. При этом появится диалог для ввода новой записи, в котором в соответствующем поле необходимо ввести новую запись и нажать **OK**:



В случае, если введенная запись уже присутствует в справочнике для выбранных идентификационных параметров, на экране появится соответствующее сообщение, и

запись добавлена не будет. Иначе запись добавится в БД и появится в списке на экране, а список будет отсортирован по алфавиту.

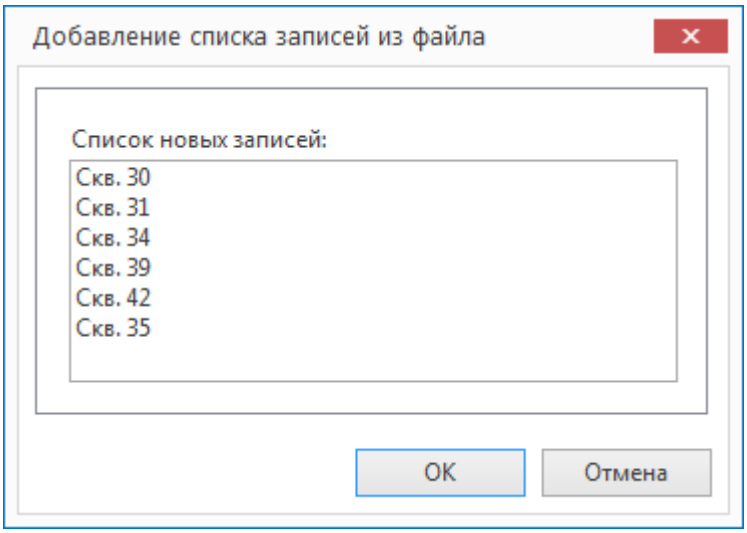
Для редактирования записи необходимо выбрать запись в списке и нажать на кнопку **Правка**. При этом появится диалог для редактирования записи, в котором выбранная запись будет введена и выделена в соответствующем поле:



После правки записи необходимо нажать **OK**, после чего запись обновится в списке, а список будет отсортирован по алфавиту.

Для удаления записи необходимо выбрать запись в списке, нажать на кнопку **Удалить** и подтвердить свои действия в появившемся сообщении нажатием кнопку **Да**. При этом запись удалится из БД и из списка на экране.

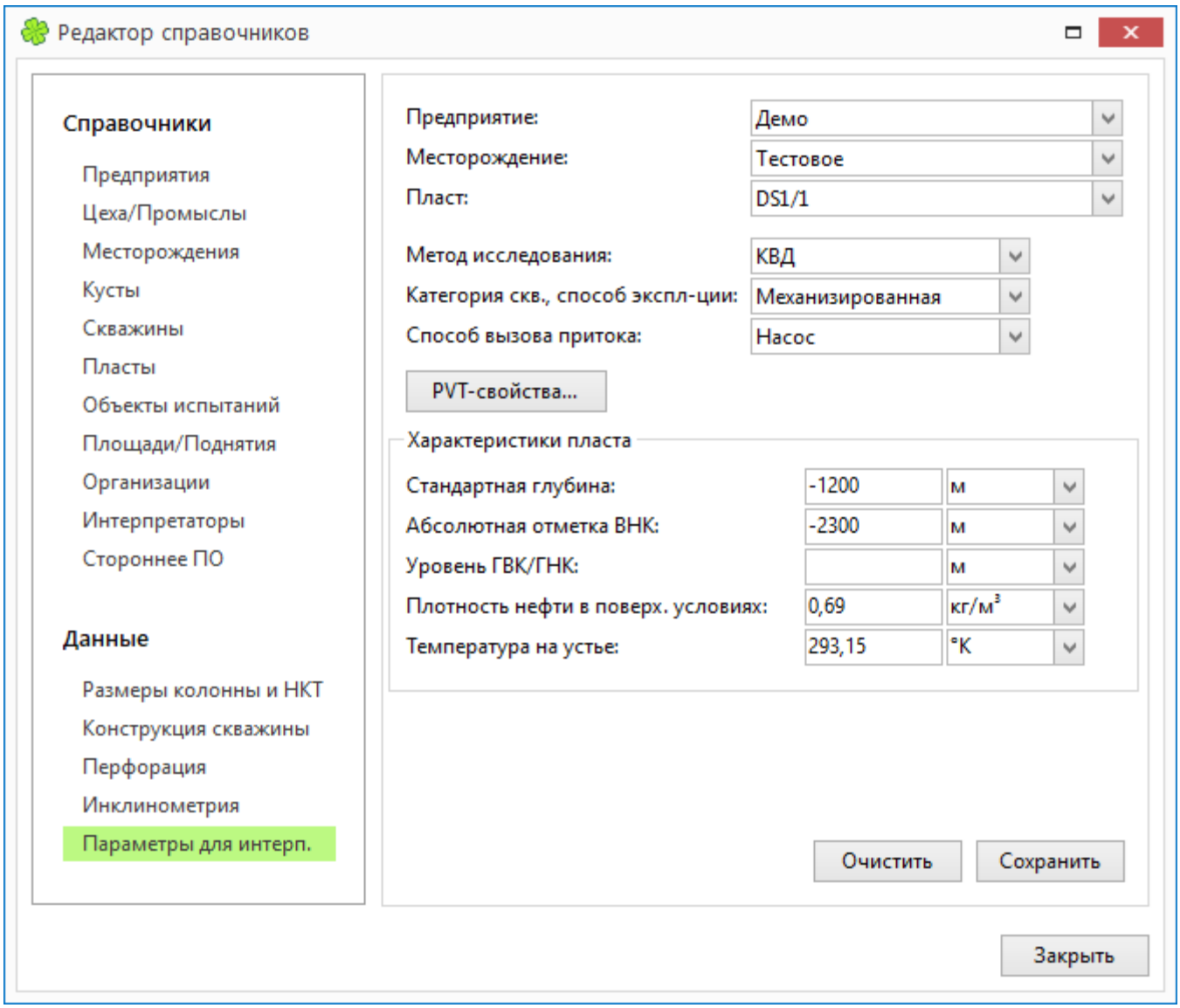
Для загрузки записей в справочник текстового файла необходимо нажать на кнопку **Из файла**. При этом откроется стандартный системный диалог **Открыть**, в котором необходимо выбрать файл со списком записей и нажать кнопку **OK**. После этого на экране появится диалог со списком записей, считанных из файла, и подготовленный для загрузки в справочник. Записи, дублирующиеся с существующими в справочнике, при чтении из файла игнорируются.



При нажатии на кнопку **ОК** записи добавятся в БД и появятся в списке на экране, а список будет отсортирован по алфавиту.

Редактирование справочников с данными

К справочникам с данными относятся следующие: **Размеры колонны и НКТ**, **Конструкция скважины**, **Перфорация**, **Инклинометрия** и **Параметры пласта**. Экраны этих справочников представляют из себя набор полей, идентичный наборам полей на соответствующих вкладках с данными в исходных данных исследования, а также 2 кнопки управления полями справочника: **Очистить** и **Сохранить**.



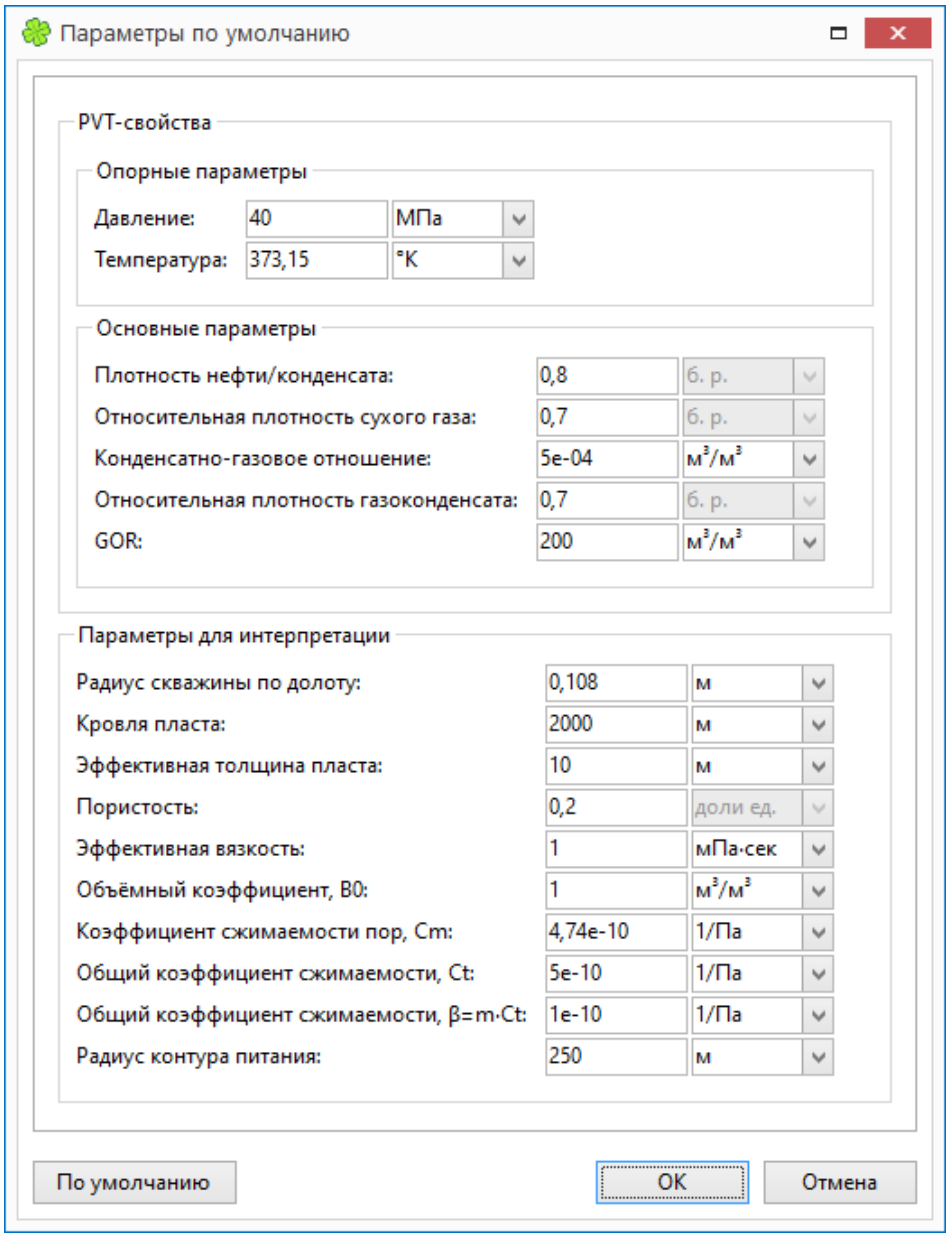
После внесения первого изменения в поля справочника кнопка **Сохранить** становится активной. При ее нажатии данные в полях сохраняются в БД, а кнопка **Сохранить** опять становится неактивной.

При нажатии на кнопку **Очистить** происходит очистка полей справочника.

11.9. Ввод параметров по умолчанию

МГДИС при создании нового исследования автоматически заполняет параметры для интерпретации значениями по умолчанию. Данная функция работает при установке соответствующего флага в окне настроек программы (см. раздел 11.11. Настройки программы).

Для изменения значений параметров по умолчанию необходимо нажать на кнопку **Сервис | Параметры по умолчанию**, при этом откроется соответствующий диалог:



После изменения значений параметров необходимо нажать на кнопку **OK**. При этом параметры сохранятся в системном реестре и будут применены при создании следующего нового исследования.

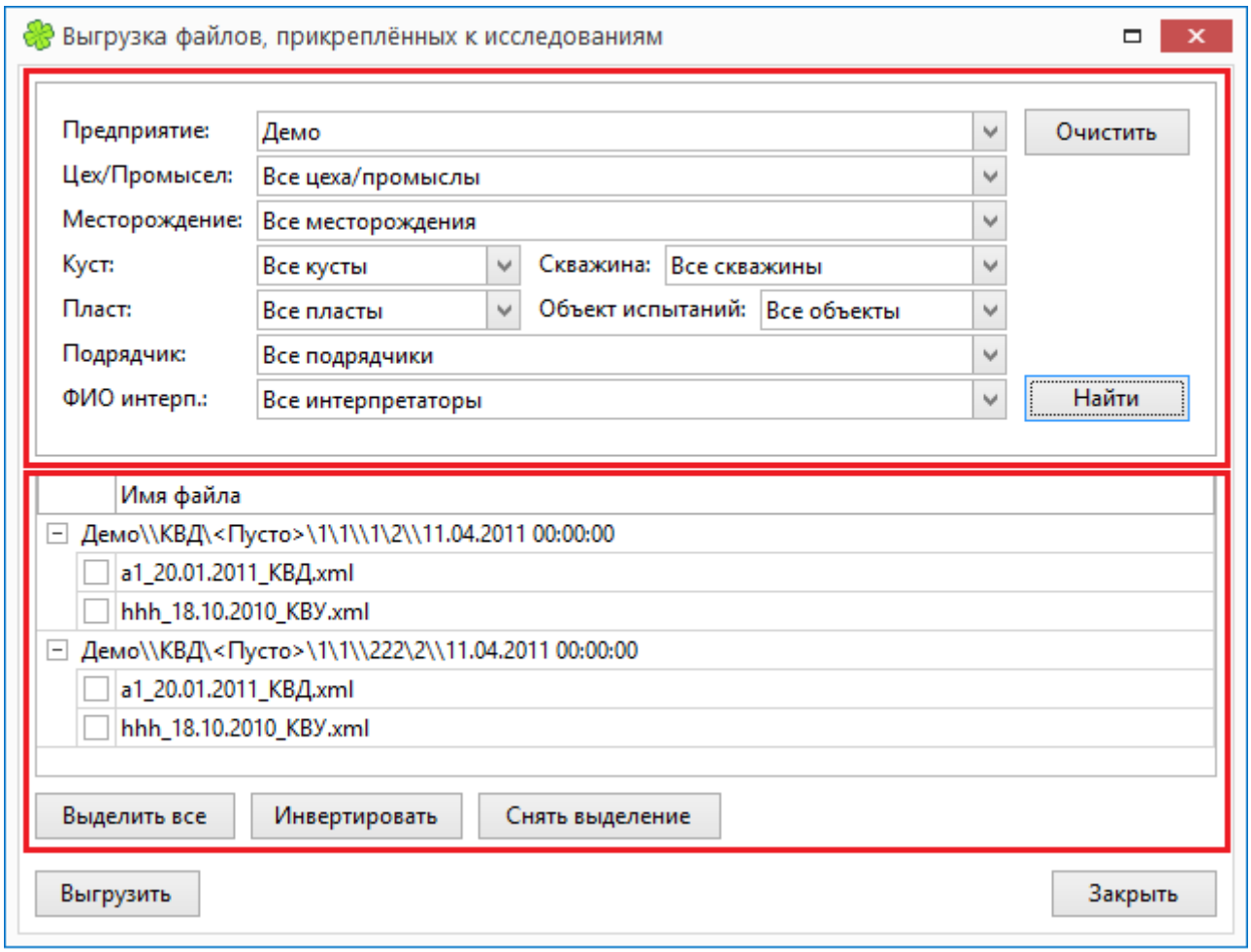
При нажатии кнопки **По умолчанию** значения будут сброшены до "заводских" настроек.

11.10. Выгрузка прикрепленных файлов

В ПО МГДИС есть функциональность выгрузки из БД прикрепленных к файлам исследований и сохранение их на жесткий диск. Выгрузка файлов осуществляется в соответствующем диалоге, для вызова которого необходимо нажать на кнопку **Сервис | Выгрузить файлы**.

Диалог **Выгрузка файлов** состоит из группы полей фильтра исследований, расположенных в верхней части окна, и списка файлов, прикрепленных к исследованиям, найденным по указанным критериям выборки:

Список исследований можно ограничить, заполнив соответствующие поля в фильтре. В фильтре объекты выбираются сверху вниз, начиная от поля **Предприятие**.



Содержимое следующих полей фильтра является зависимым от выбранного значения вышестоящего поля: **Цех/Промысел**, **Месторождение**, **Куст**, **Скважина**, **Пласт**, **Объект испытаний**. Остальные поля являются независимыми и могут заполняться независимо друг от друга.

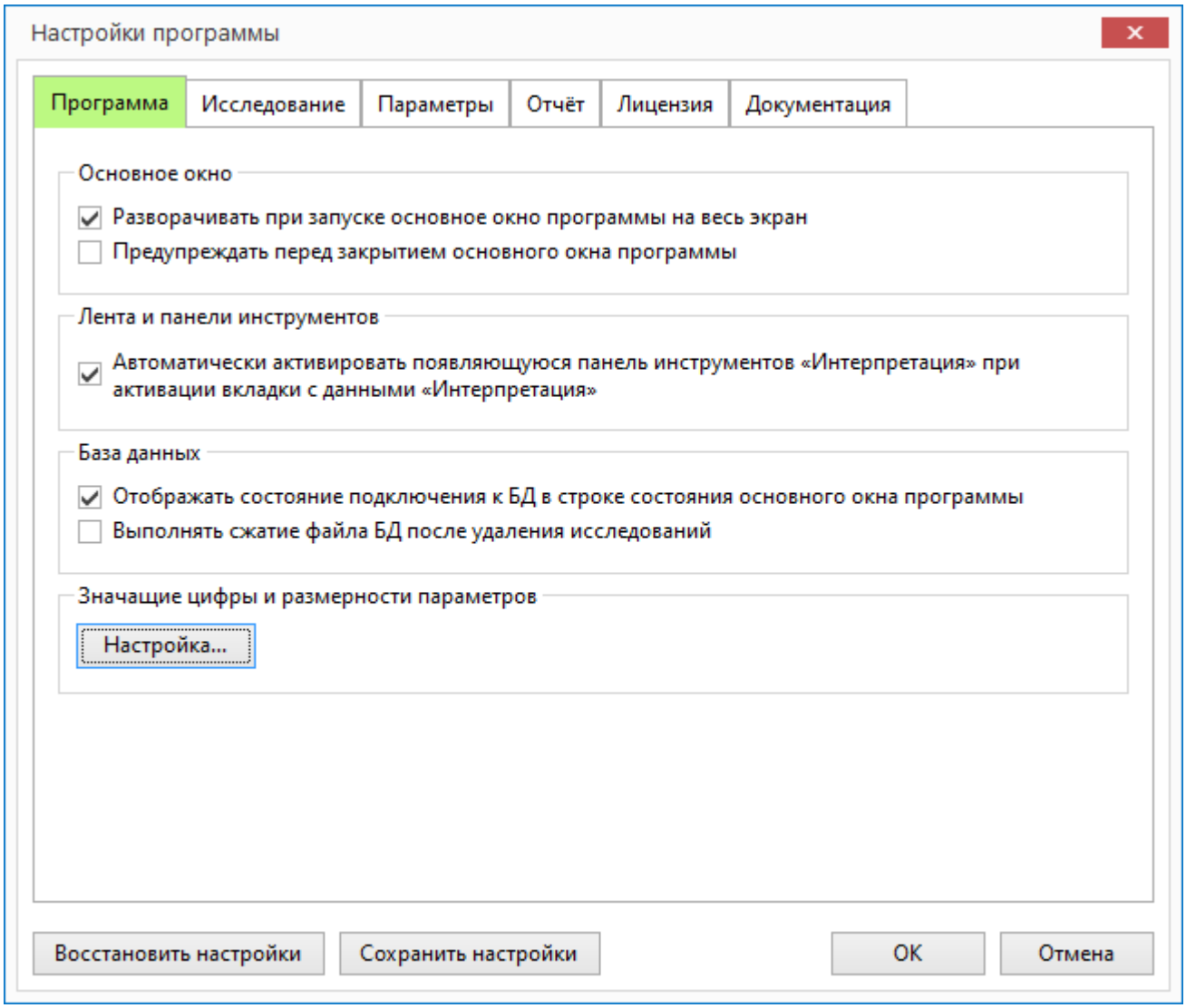
Для обновления списка файлов, прикрепленных к исследованиям, необходимо нажать на кнопку **Найти**. Для сброса настроек полей фильтра необходимо нажать **Очистить**.

Файлы, которые должны быть выгружены, должны быть отмечены флагами в списке. Кнопки **Выделить все**, **Инвертировать** и **Снять выделение** управляют установкой и снятием флагов в списке.

Для выгрузки отмеченных файлов необходимо нажать на кнопку **Выгрузить**. При этом откроется стандартный диалог выбора папки, в котором необходимо указать папку для выгрузки и нажать кнопку **OK**. После этого, в указанной папке создастся иерархия папок, аналогичная идентификационным параметрам исследований, к которым привязаны выделенные файлы, и в самой нижней в иерархии папке (с названием пласта) сохранятся прикрепленные файлы.

11.11. Настройки программы

Для вызова диалога настройки программы необходимо нажать на кнопку **Сервис | Настройки программы**. Диалог состоит из нескольких вкладок и кнопок сохранения и восстановления настроек пользователя:



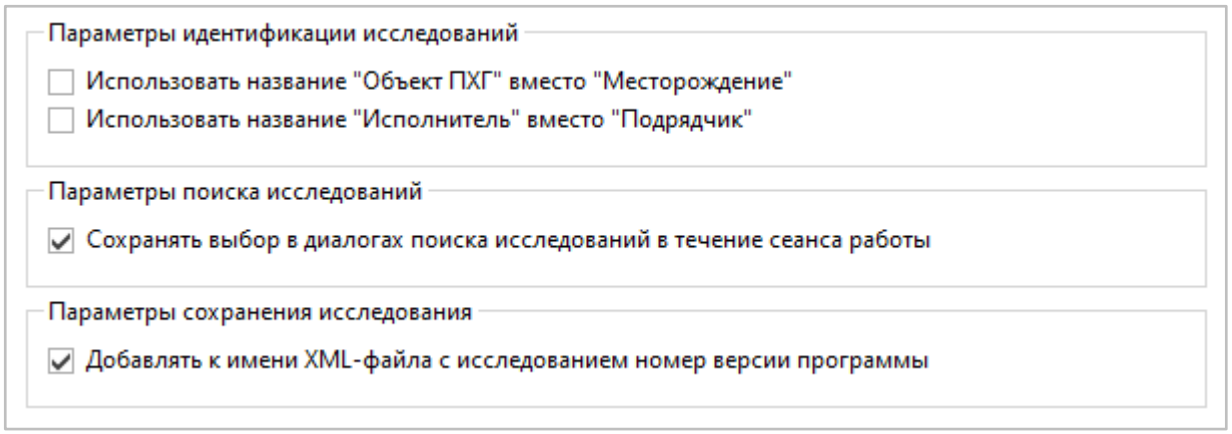
Вкладка "Программа"

На данной вкладке настраиваются опции, касающиеся основного окна программы, панели инструментов и параметры выбора в диалогах поиска исследований.

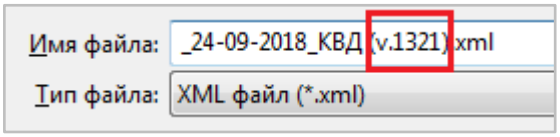
- **Разворачивать при запуске основное окно программы на весь экран** – при установке данной опции в момент запуска программы основное окно будет разворачиваться на весь экран.
- **Предупреждать перед закрытием основного окна программы** – если опция установлена (по умолчанию опция выключена), то при нажатии на кнопку **Выход** в меню МГДИС или кнопки закрытия основного окна программа потребует подтверждения данного действия, отобразив на экране соответствующий запрос.
- **Автоматически активировать появляющуюся панель инструментов "Интерпретация" при активации вкладки с данными "Интерпретация"** – если установить опцию, то при активации вкладки с данными Интерпретация вкладка Интерпретация на панели инструментов будет активироваться автоматически.
- **Отображать состояние подключения к БД в строке состояния основного окна программы** – при включённой опции внизу основного окна МГДИС в строке состояния будет отображаться состояние подключения и путь к подключенной БД.
- **Выполнять сжатие файла БД после удаления исследований** – если опция установлена (по умолчанию опция выключена), то после удаления исследований в диалоге **Открытие исследований** будет автоматически запущен процесс сжатия файла текущей БД. Это необходимо для освобождения неиспользуемого пространства внутри файла БД, что приводит к небольшому уменьшению размера файла БД, но может выполняться некоторое время (несколько секунд и более).
- **Значащие цифры размерности параметров** – описано в следующем разделе.

Вкладка "Исследование"

На данной вкладке настраиваются опции, касающиеся данных исследований:

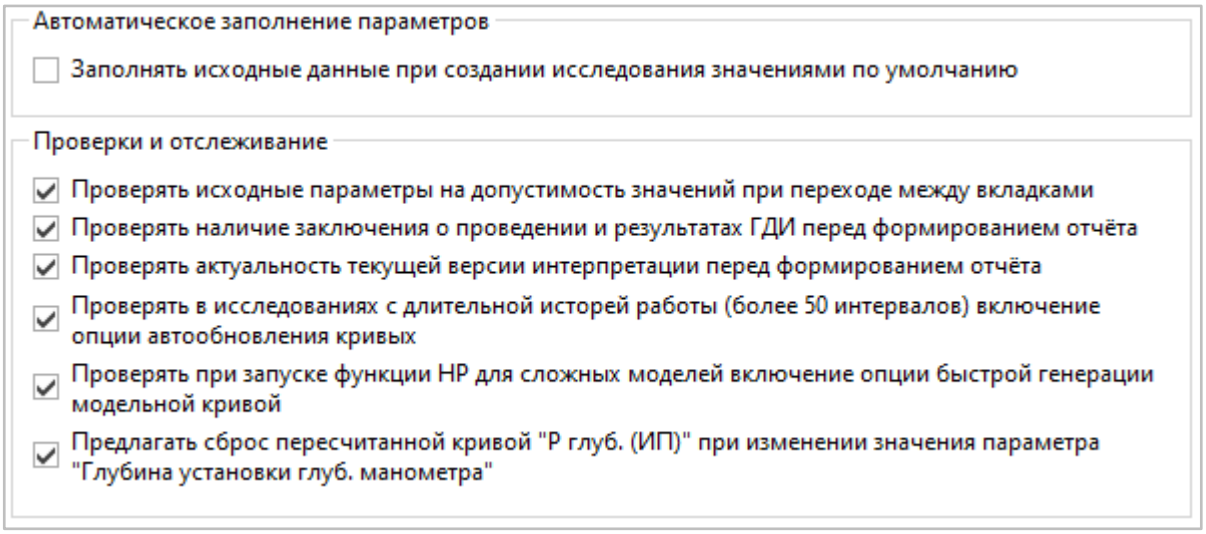


- **Использовать название «Объект ПХГ» вместо «Месторождение»** – при включённой опции в качестве идентификационного параметра будет использовано название «Объект ПХГ»
- **Использовать название «Исполнитель» вместо «Подрядчик»** – при включённой опции в качестве идентификационного параметра будет использовано название «Исполнитель»
- **Сохранять выбор в диалогах поиска исследований в течение сеанса работы** – при установке данной опции, в диалогах **Открытие исследования** и **Поиск исследований** в течение сеанса работы программы параметры выборки, установленные в фильтре соответствующего диалога, будут сохраняться. По умолчанию опция включена.
- **Добавлять к имени XML-файла с исследованием номер версии программы** – при установке данной опции при сохранении исследования в файл к имени файла будет добавлен номер сборки версии ПО МГДИС:



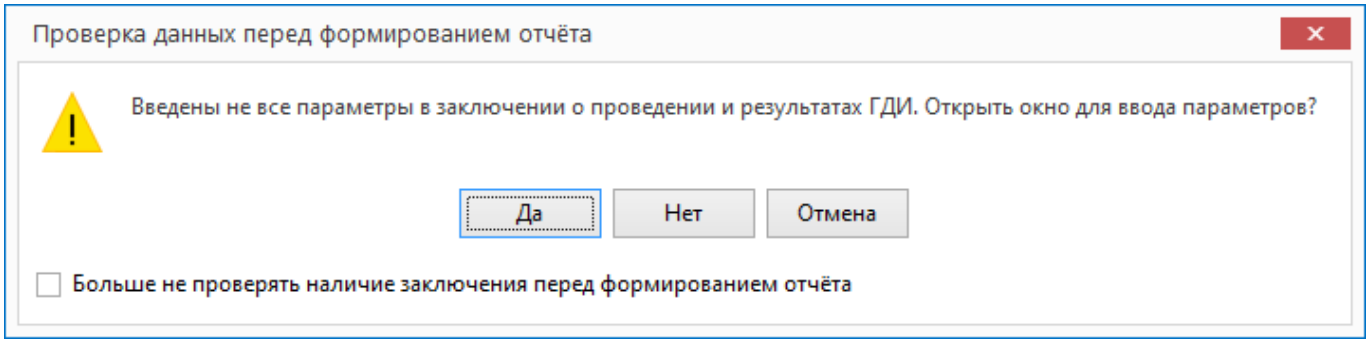
Вкладка "Параметры"

На данной вкладке настраиваются опции, связанные с параметрами исследований

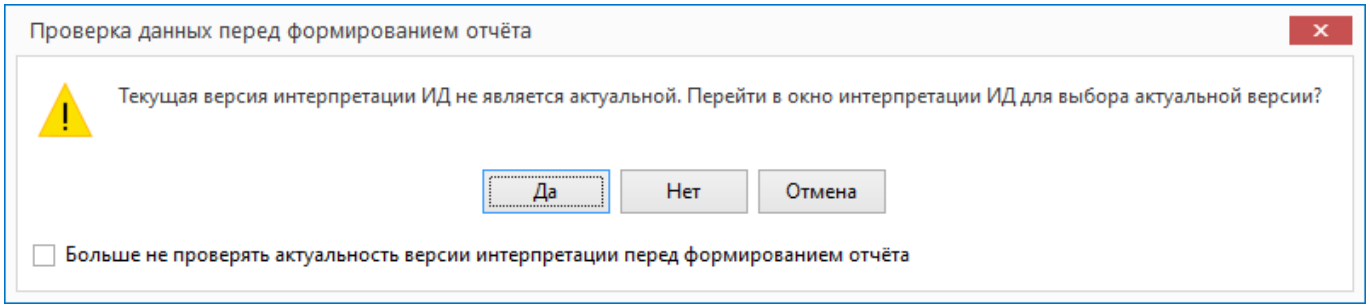


- **Заполнять исходные данные при создании исследования значениями по умолчанию** – при включении данной опции и при создании нового исследования на вкладке исходных данных параметры для интерпретации будут заполняться значениями по умолчанию. Изменение параметров по умолчанию описано в разделе 11.9. Ввод параметров по умолчанию.

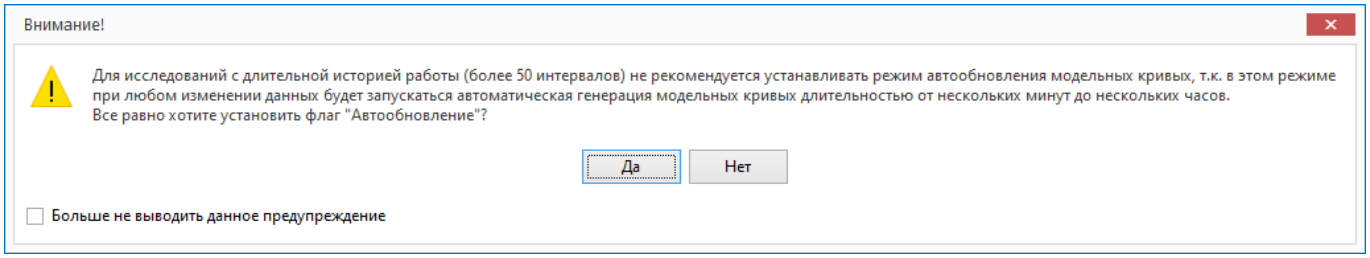
- **Проверять исходные параметры на допустимость значений при переходе между вкладками** – если данная опция установлена, при переходе между вкладками, расположенными на вкладке **Исходные данные** или **Индикаторная диаграмма**, будет происходить проверка на допустимость значений параметров, введенных на активной вкладке (вхождение введенного значения в допустимый диапазон значений для параметра). По умолчанию опция включена.
- **Проверять наличие заключения о проведении и результатах ГДИ перед формированием отчёта** – если установить данную опцию (по умолчанию опция включена), то при нажатии на кнопку **Отчёт** (формирование отчёта по форме МГДИС) или **Краткий отчёт** (формирование отчёта по форме предприятия) программа будет проверять, введены ли для текущего исследования заключение о проведении и результатах ГДИС, и, если заключение не введено, на экране будет появляться следующее предупреждающее сообщение:



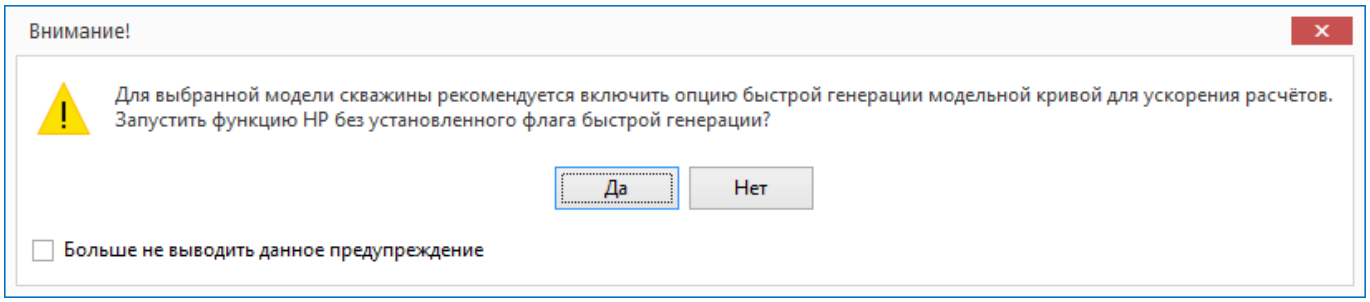
- **Проверять актуальность текущей версии интерпретации перед формированием отчёта** – если данная опция установлена, то перед формированием отчета программа будет проверять актуальность текущей выбранной версии интерпретации. В случае, если текущая выбранная версия не является актуальной, будет отображаться следующее предупреждающее сообщение:



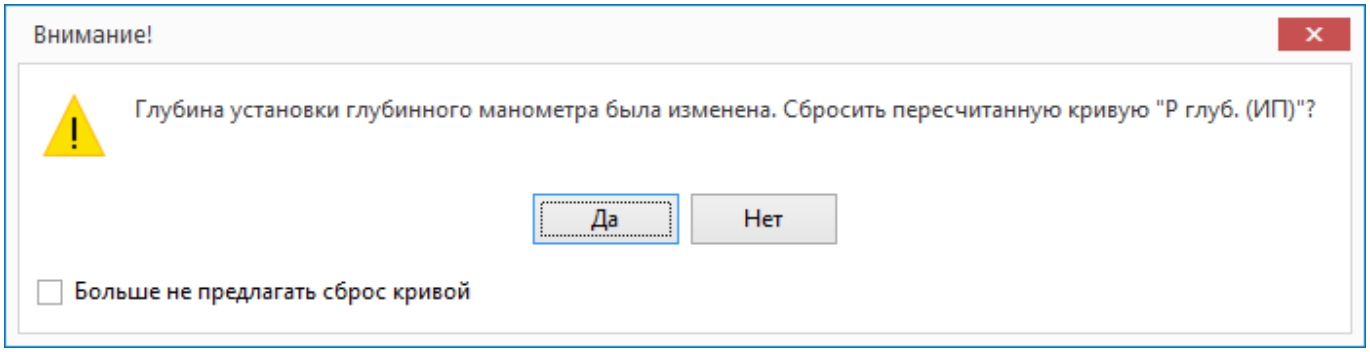
- **Проверять в исследованиях с длительной историей работы (более 50 интервалов) включение опции автообновления кривых** – данная опция включает проверку при установке флага **Автообновление** в окне интерпретации и в случае, если текущее исследование содержит более 50 интервалов, будет появляться следующее предупреждающее сообщение:



- **Проверять при запуске функции HP для сложных моделей включение опции быстрой генерации модельной кривой** – данная опция включает проверку отсутствия флага **Быстрая генерация модельной кривой** для сложных моделей скважины. В случае, если флаг быстрой генерации не установлен, будет появляться следующее предупреждающее сообщение:

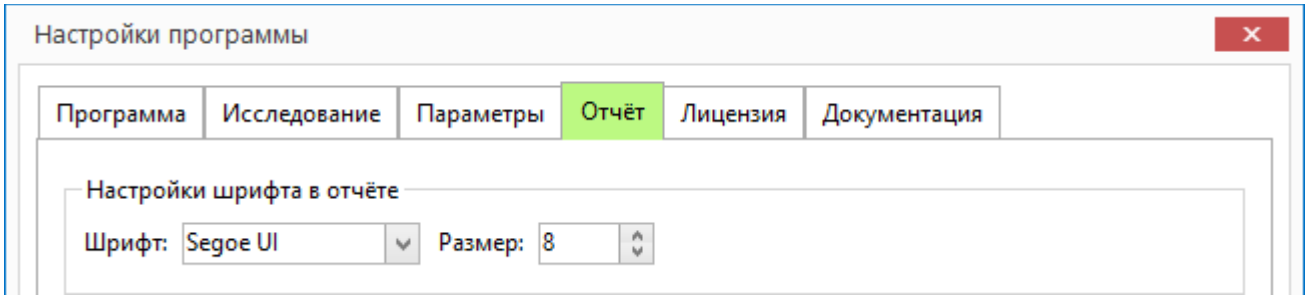


- **Предлагать сброс пересчитанной кривой «Рглуб. (ИП)» при изменении значения параметра «Глубина установки манометра»** – если опция включена, то при наличии пересчитанной кривой Рглуб (ИП) и изменении параметра «Глубина установки манометра» программа предложит сбросить пересчитанную кривую:



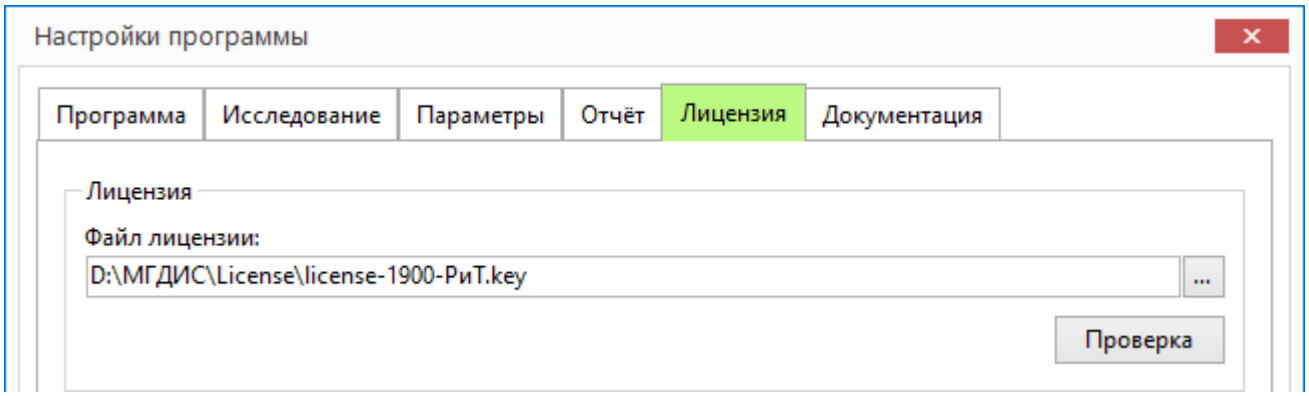
Вкладка "Отчет"

На данной вкладке настраиваются тип и размер шрифта, используемого для создания отчетов. Размер шрифта ограничен значениями от 6 до 12.



Вкладка "Лицензия"

На данной вкладке настраивается путь к файлу лицензии:

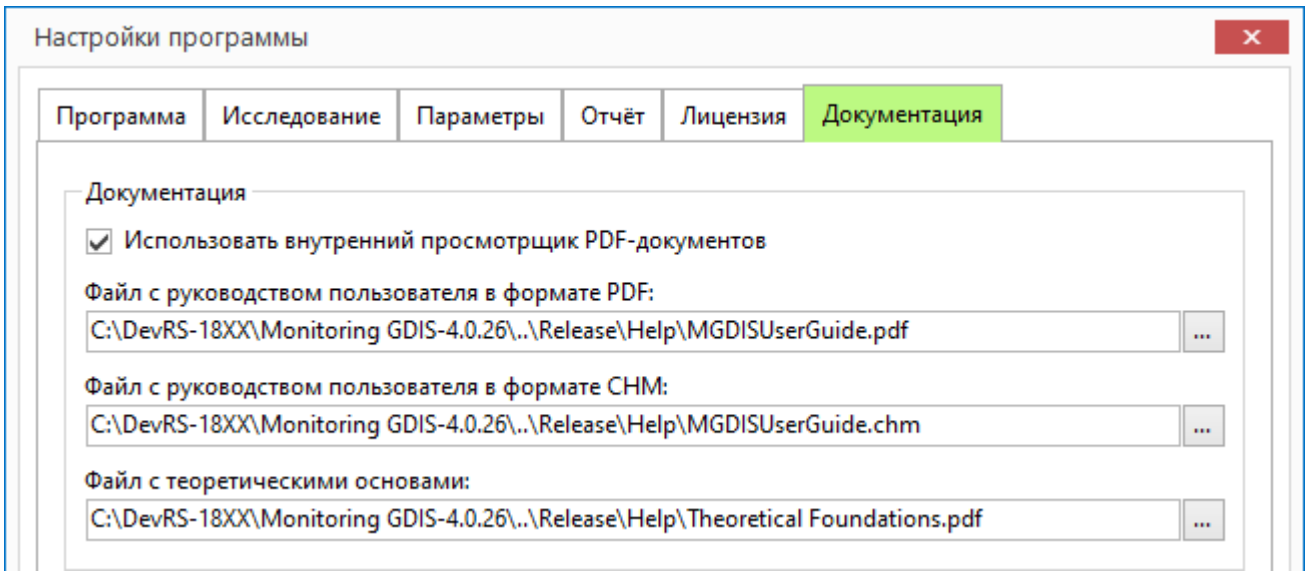


Первоначально файл лицензии указывается при первом запуске программы на компьютере пользователя. В диалоге настройки можно поменять путь к файлу лицензии, для этого необходимо ввести путь в соответствующем поле или выбрать файл с помощью кнопки ... .

Для проверки лицензии можно нажать кнопку **Проверка**. При этом программа проверит указанный файл лицензий и выдаст соответствующее сообщение с результатом проверки.

Вкладка "Документация"

На данной вкладке настраиваются пути к файлам руководства пользователя и другой документации:

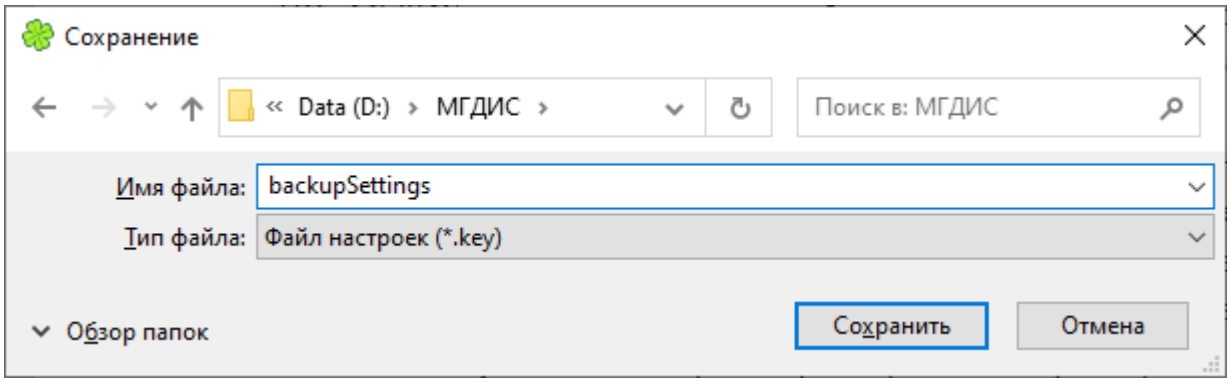


Поменять путь к любому файлу документации можно ручным вводом пути в соответствующем поле или выбором файла с помощью кнопки ... .

При установленном флаге **Использовать внутренний просмотрщик PDF-документов** при открытии файлов с документацией будет использоваться внутренний просмотрщик, при снятом флаге – внешний просмотрщик, установленный на компьютере пользователя (например, Acrobat Reader).

Сохранение настроек пользователя

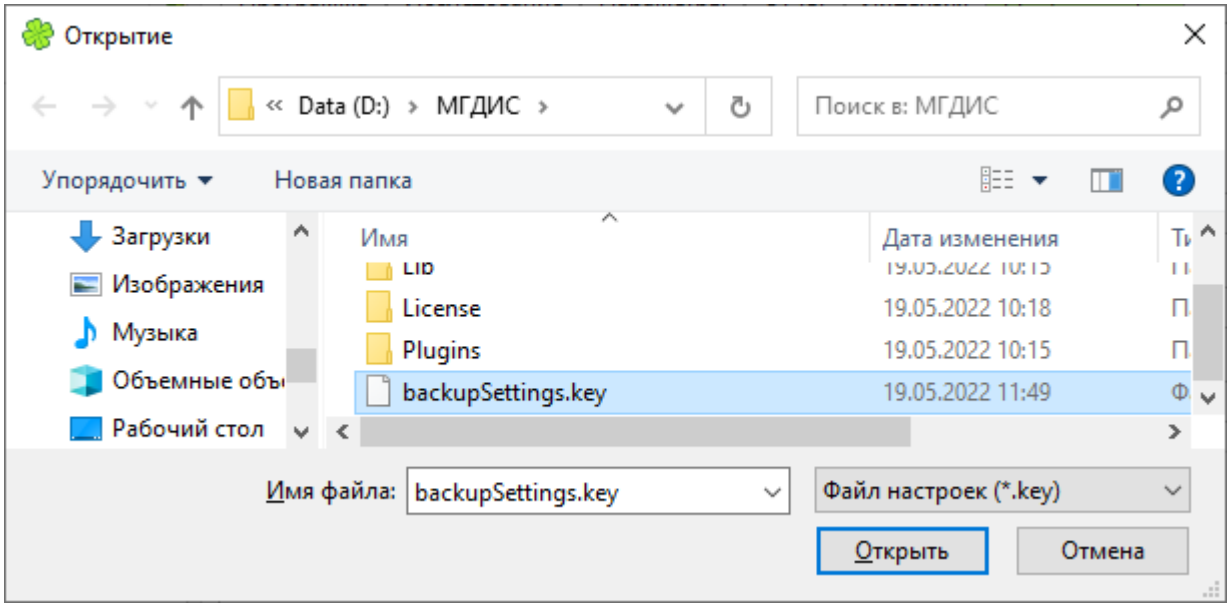
Для сохранения настроек необходимо в диалоге **Настройки программы** нажать на кнопку **Сохранить настройки**. При этом откроется окно, в котором необходимо выбрать путь и ввести имя файла, в который будут сохранены настройки пользователя, и нажать кнопку **Сохранить**:



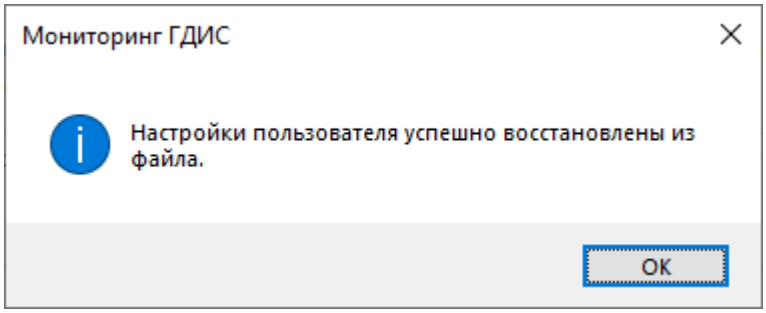
После сохранения появится соответствующее информационное сообщение.

Восстановление настроек пользователя

Для восстановления настроек необходимо в диалоге **Настройки программы** нажать на кнопку **Восстановить настройки**. При этом откроется окно, в котором необходимо выбрать путь и ввести имя файла, из которого будут восстановлены настройки пользователя, и нажать кнопку **Открыть**:



После восстановления на экране появится информационное сообщение:

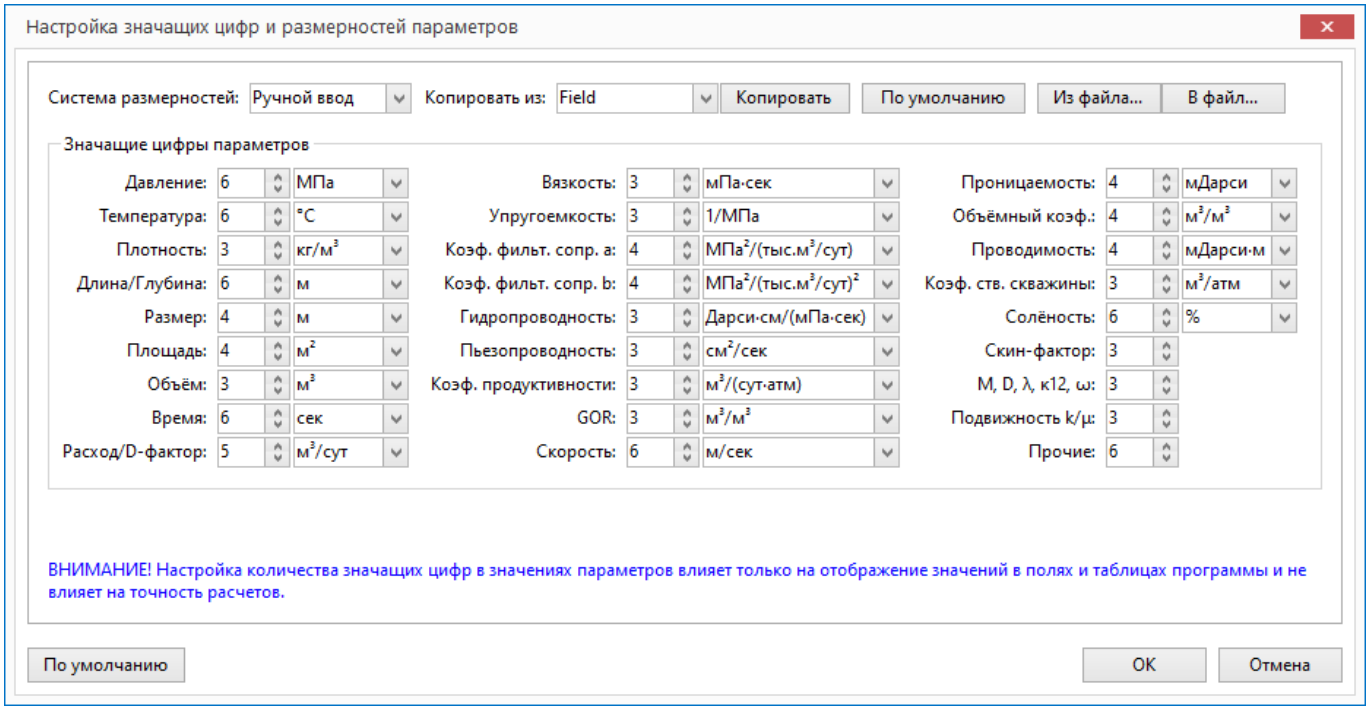


Настройки лицензионного файла и настройки соединения с базой данных не включаются в резервную копию, и, соответственно, не восстанавливаются.

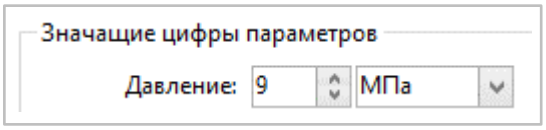
11.12. Настройки значащих цифр и размерностей параметров

ПО МГДИС поддерживает настройку количества значащих цифр в значениях параметров и выбор необходимой размерности параметра. Для удобства предусмотрена возможность выбора системы размерностей параметров (Metric, SI Field, Field) или настройка Пользовательской системы (Ручной ввод) размерностей. Настройка количества значащих цифр в значениях параметров применяется для всех параметров на всех экранах и во всех отчётах в МГДИС и подключаемых модулях. Настройка размерности параметра применяется во всех таблицах, списках параметров и осей графиков в МГДИС и подключаемых модулях. Для настройки размерностей параметров в отчетах необходимо использовать шаблоны формирования отчетов. Настройку количества значащих цифр в значениях параметров и выбор размерности параметров возможно сохранение и загрузка в файл используя кнопки **В файл...** и **Из файла...**

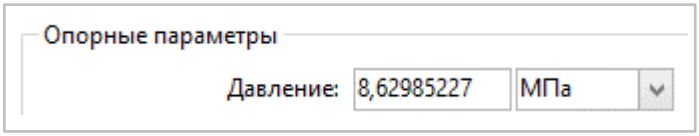
Для вызова диалога настройки значений количества значащих цифр и размерностей параметров необходимо зайти в диалог **Настройки программы** и на вкладке **Программа** нажать на кнопку **Настройка**:



Для каждого параметра указывается количество значащих цифр в значении, которое будет отображаться в поле на экране или в отчете, а также размерность параметра будет отображаться в поле на экране. Например, если для параметра **Давление** указать 9 значащих цифр и размерность МПа:



то для всех полей с давлением будет отображаться максимум 9 цифр и размерность МПа:



Параметры, для которых можно настроить размерность, и перечень вариантов размерностей представлены в таблице ниже

Таблица 12. Варианты настройки размерностей для значений параметров

Параметр	Доступные размерности					
Давление	МПа	атм	psi	Па	bar	кгс/см^2
Температура	C	F	K	R		
Плотность	кгс/м^3	т/м^3	lbm/ft^3	кг/л	г/см^3	
Длина/Глубина	м	ft	мм	см	км	in
Размер	м	ft	мм	см	км	in
Площадь	м^2	см^2	км^2	ft^2	мм^2	
Объём	м^3	stb	л	см^3		
Время	сек	мин	ч	сут		
Расход/D-фактор	м^3/сут	м^3/ч	м^3/мин	м^3/сек	л/ч	stb/сут
Вязкость	мПа*сек	Па*сек	спз			
Упругоемкость	1/МПа	1/атм	1/psi	1/Па	см^2/кгс	10^{-4}/МПа
	1/кПа			1/bar		
Коэф. фильт.сопр. a	МПа^2/(тыс.м^3/сут)	атм^2/(тыс.м^3/сут)	psi^2/(тыс.м^3/сут)	Па^2/(тыс.м^3/сут)	bar^2/(тыс.м^3/сут)	(кгс/см^2)^2/(тыс.м^3/сут)
Коэф. фильт.сопр. b	МПа^2/(тыс.м^3/сут)^2	атм^2/(тыс.м^3/сут)^2	psi^2/(тыс.м^3/сут)^2	Па^2/(тыс.м^3/сут)^2	bar^2/(тыс.м^3/сут)^2	(кгс/см^2)^2/(тыс.м^3/сут)^2
Гидропроводность	Дарси*см/(мПа*сек)	мДарси*см/(мПа*сек)	мкм^2*см/(мПа*сек)	D*ft/ср	м^3/(Па*сек)	
Пьезопроводность	см^2/сек	ft^2/сек	м^2/сек			
Коэффициент продуктивности	м^3/(сут*атм)	м^3/(сут*МПа)	м^3/(сут*bar)	м^3/(сут*psi)	stb/(сут*psi)	м^3/(сут*кгс/см^2)
	тыс.м^3/(сут*атм)	тыс.м^3/(сут*МПа)	тыс.м^3/(сут*bar)	тыс.м^3/(сут*psi)	тыс.stb/(сут*psi)	тыс.м^3/(сут*кгс/см^2)
GOR	м^3/м^3	ft^3/м^3	м^3/stb	ft^3/stb		
Скорость	м/сек	км/ч	ft/сек			
Проницаемость	мДарси	мкм^2	м^2	Дарси		
Объёмный коэфф.	м^3/м^3	см^3/м^3	мм^3/м^3	ft^3/ft^3	тыс.м^3/сут	scf/stb
Проводимость	мДарси*м	Дарси*мм	Дарси*см	мкм^2*мм	md*ft	м^3
Коэфф. ствола скважины	м^3/атм	м^3/МПа	м^3/bar	ft^3/psi	м^3/Па	м^3/(кгс/см^2)
Солёность	%	ppm	г/л			

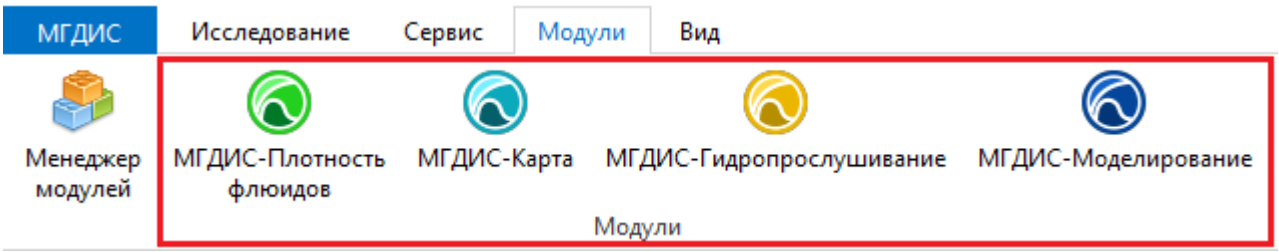
12. Подключаемые модули

Механизм подключаемых модулей, реализованный в ПО МГДИС, позволяет подключать к программе совместимые с ней модули с дополнительной функциональностью.

Функциональные модули МГДИС могут быть подключены пользователем к базовой программе вручную с помощью диалога **Управление модулями**. При подключении таких модулей на панели инструментов **Модули** добавляется соответствующая кнопка вызова. Файлы модулей, подключаемых вручную, могут находиться в любой папке на компьютере пользователя. Как правило, папка **Plugins** находится в корневом каталоге программы. В настоящее время программный комплекс работает со следующими подключаемыми вручную модулями: **"МГДИС-Гидропрослушивание"** и **"МГДИС-Плотность флюидов"**.

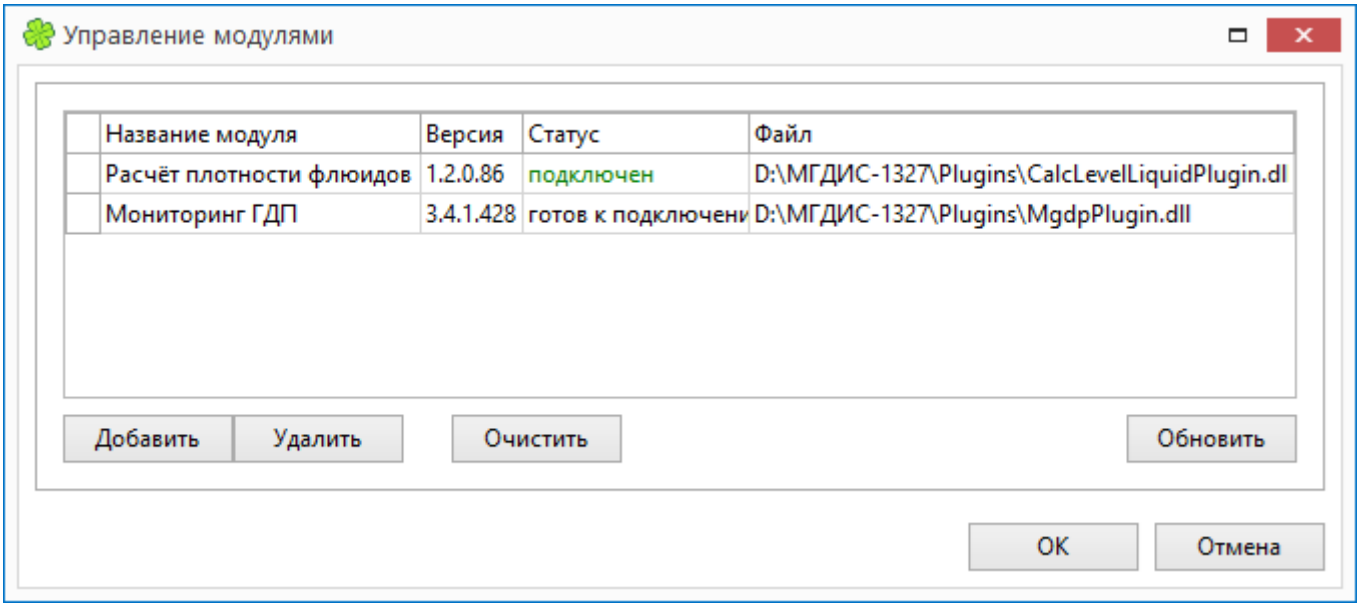
*ПРИМЕЧАНИЕ: Модуль **МГДИС-Узловой анализ** является неотъемлемой частью базовой программы **Мониторинг ГДИС** (метод IPR/VLP в окне **Интерпретация**), и не требует специального подключения.*

Кнопки подключаемых модулей располагаются на вкладке **Модули**:



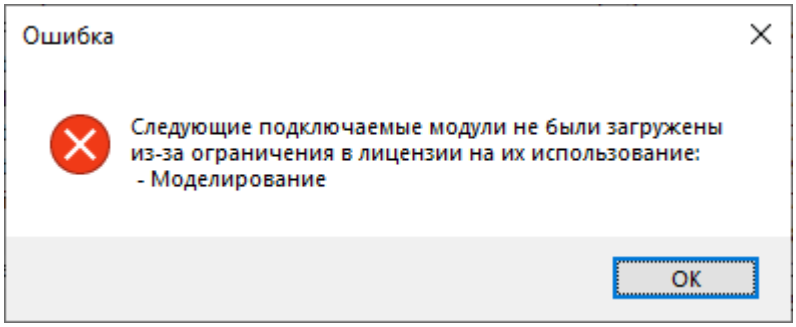
К ПО МГДИС **вручную** могут быть подключены только модули, разрешение на запуск которых прописано в файле лицензий. В противном случае при подключении на экране появится соответствующее предупреждение, а модуль подключен не будет. Для получения файла лицензий с поддержкой дополнительных модулей обращайтесь к Разработчику ПО МГДИС.

Для подключения дополнительных модулей к ПО МГДИС необходимо нажать на кнопку **Модули | Менеджер модулей**, при этом откроется диалог **Управление модулями**:

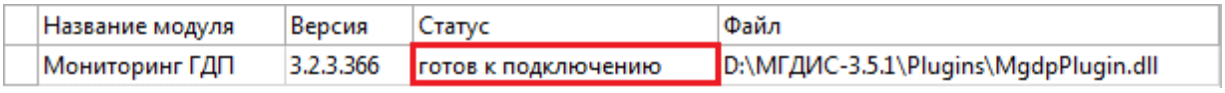


Для подключения модуля необходимо нажать на кнопку **Добавить**. При этом откроется стандартный системный диалог **Открыть**, в котором необходимо выбрать файл модуля (файл с расширением *.DLL) и нажать кнопку **OK**.

В случае, если разрешение на использование для подключаемого файла не прописано в файле лицензий, на экране появится следующее сообщение:



В случае, если нет ограничений в лицензии на использование для подключаемого файла, модуль будет загружен (но пока не подключен), а в списке появится запись с загруженным модулем:



*ПРИМЕЧАНИЕ: Загруженный модуль со статусом **Готов к подключению** еще не является подключенным к ПО МГДИС. Для подтверждения подключения загруженных модулей необходимо выйти из диалога по кнопке **OK**.*

Для удаления (отключения) модуля необходимо нажать на кнопку **Удалить**. По кнопке **Очистить** происходит удаление (отключение) всех модулей в списке.

Для проверки статусов всех модулей из списка необходимо нажать на кнопку **Обновить**. При этом в поле статус напротив каждого модуля появится запись, соответствующая текущему состоянию модуля:

- **ошибка загрузки** – статус появляется у модуля, который был подключен ранее, но файл которого был перемещен или поврежден. В этом случае рекомендуется переподключить модуль;
- **запрещен лицензией** – статус появляется у модуля, который был подключен ранее (в период действия предыдущей лицензии), а действующая лицензия не разрешает использовать указанный модуль. В этом случае рекомендуется обратиться к поставщику ПО для получения лицензии, включающей разрешение на использование данного модуля;
- **готов к подключению** – модуль загружен, но пока еще не подключен к ПО МГДИС;
- **подключен** – модуль успешно подключен к программе.

Для подтверждения подключения/удаления модулей в диалоге **Управление модулями** необходимо нажать на кнопку **ОК**.

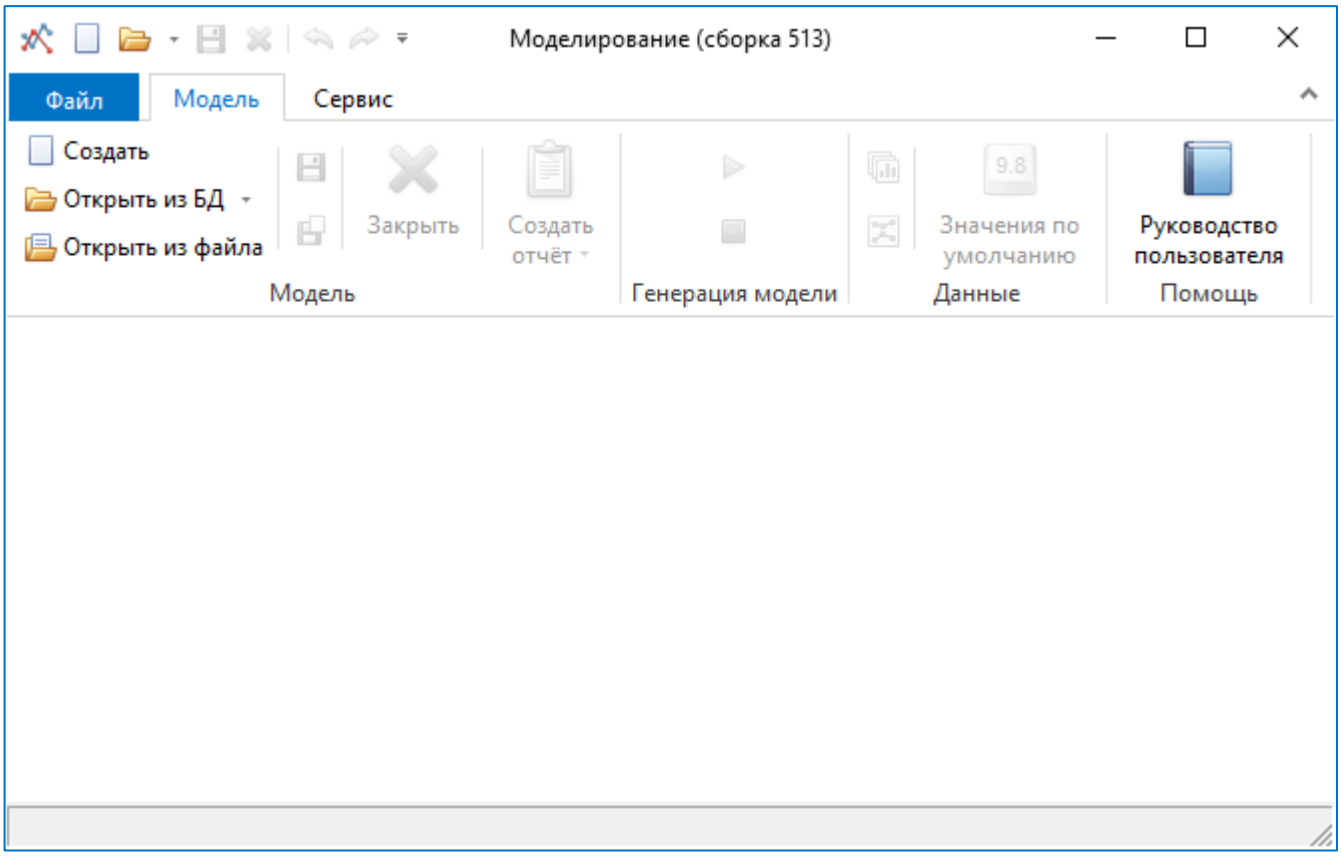
Список подключенных к программе модулей сохраняется в системном реестре, и при следующем запуске программы все ранее подключенные вручную модули будут автоматически подключены.

13. Модуль "МГДИС-Моделирование"

Модуль **МГДИС-Моделирование** является подключаемым к МГДИС функциональным модулем, входящем в ПК МГДИС. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется **Моделирование**.

Модуль предназначен для многовариантного моделирования ГДИ на неустановившихся режимах путем генерации модельных кривых давления по заданным параметрам. Кривая давления моделируется в соответствии с заданной историей дебитов, параметров пласта и выбранной интерпретационной моделью. В модуле можно генерировать серию кривых давления для набора параметров, в том числе с учетом работы соседних скважин.

Для запуска модуля необходимо нажать на кнопку **Модули | Моделирование** панели инструментов ПО МГДИС, при этом откроется главное окно модуля:



13.1. Интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя в модуле (меню, панель инструментов, панель быстрого доступа, стиль программы, плавающие окна и инструменты работы с графиками, окно предпросмотра отчёта) аналогичен интерфейсу ПО МГДИС, описание которого приведено в разделе **4. Интерфейс пользователя**.

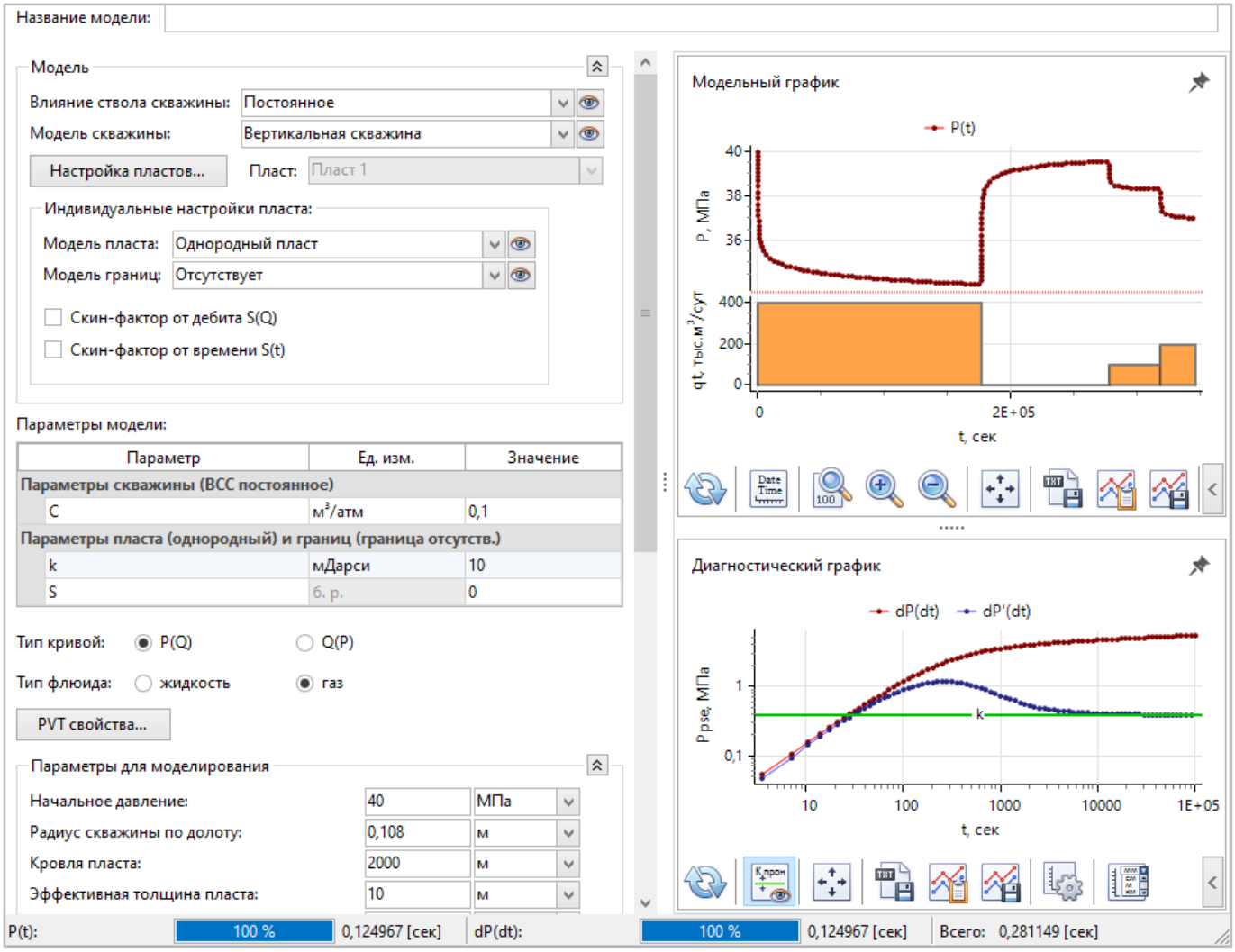
13.2. База данных

При запуске модуль автоматически подключается к общей БД МГДИС, своей БД модуль не имеет.

13.3. Работа с моделью

В модуле "Моделирование" основные операции с моделями, такие как создание, открытие, сохранение, закрытие, удаление, идентичны аналогичным операциям с исследованиями в ПО МГДИС. Так же возможна загрузка XML-файла исследования МГДИС в модуль «Моделирование». При этом высветится оповещение о том, что выбранный файл был создан в МГДИС и данные из этого файла могут загрузиться некорректно. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **5. Работа с исследованием**.

13.3.1. Ввод исходных данных



Окно ввода исходных данных содержит следующие группы полей: **Модель**, **Параметры модели**, **Тип кривой**, **Тип флюида**, **Параметры скважины и пласта**, **Параметры манометра**, **Параметры кривой** и **Параметры серии**.

Все поля с исходными данными автоматически заполняются значениями по умолчанию при создании новой модели. Для сброса текущих значений исходных данных до значений по умолчанию необходимо нажать на кнопку **Модель | Значения по умолчанию** на панели инструментов.

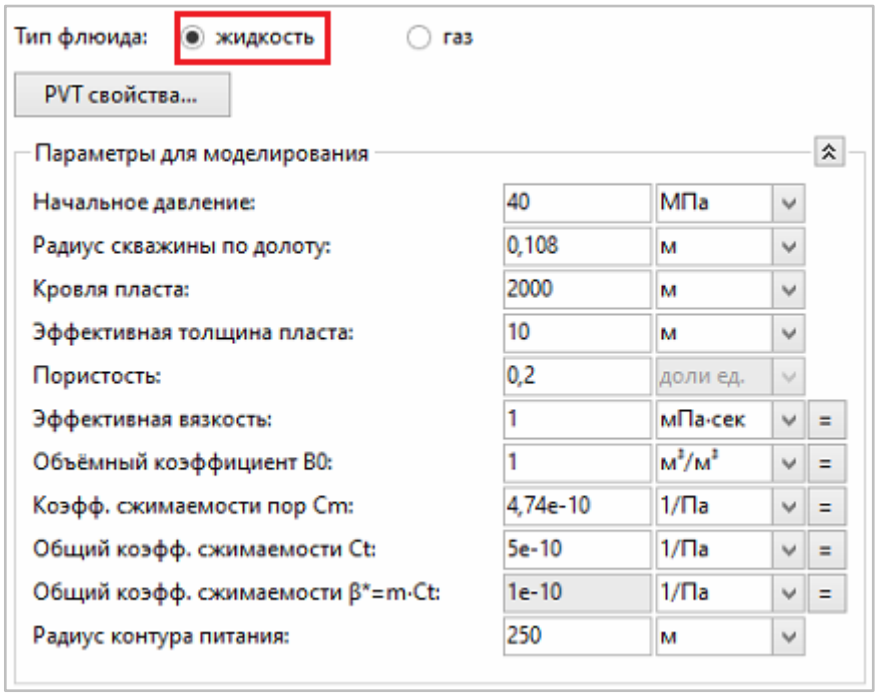
ПРИМЕЧАНИЕ: Значения по умолчанию "зашиты" в код программы и не доступны для редактирования. Данные по умолчанию основного модуля МГДИС не влияют на данные в модуле Моделирования.

Выбор модели, ввод параметров модели и параметров многопластовых скважин, ввод PVT-свойств и ввод истории работы соседних скважин осуществляется аналогично вводу таких-же опций на вкладке **Интерпретация** ПО МГДИС (см. раздел **6.4. Вкладка "Интерпретация"**).

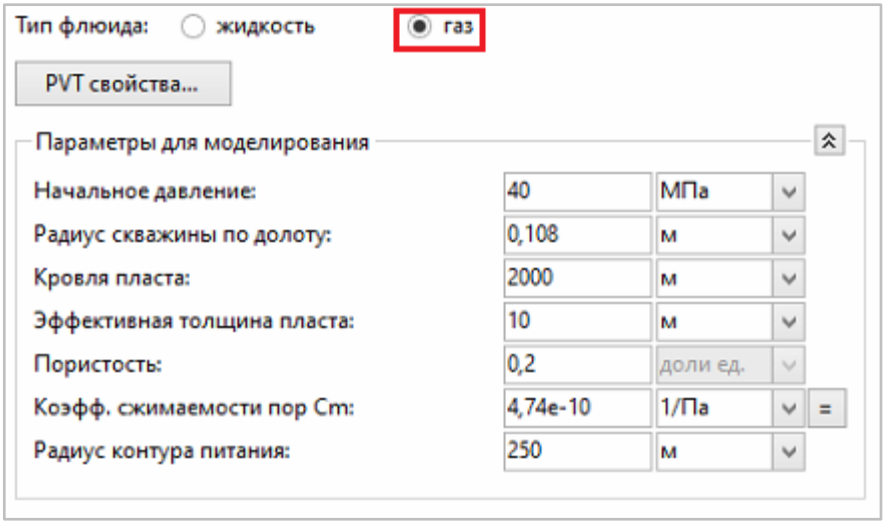
Поле **Тип кривой** предназначено для выбора типа зависимости: для моделирования неустановившегося режима следует установить тип кривой **P(Q)**, для установившегося – тип кривой **Q(P)**.

В поле **Тип флюида** устанавливается флюид пласта. В зависимости от выбранного типа флюида, состав полей в группе **Параметры скважины и пласта** автоматически изменяется.

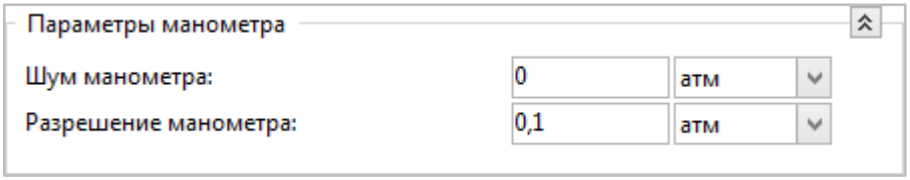
Состав полей для типа флюида **Жидкость**:



Состав полей для флюида **Газ**:



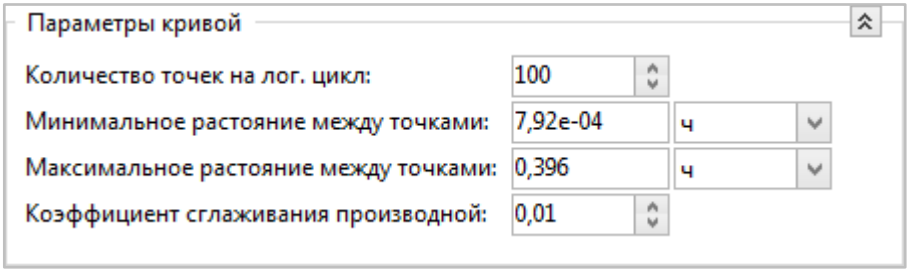
Группа полей **Параметры манометра** предназначены для имитации случайных разбросов значений из-за флуктуационных процессов в пласте и месте установки манометра (поле **Шум манометра**) и имитации работы реальных манометров с ограниченной дискретностью показаний (поле **Разрешение манометра**):



Параметры манометра доступны только для типа кривой **P(Q)**.

Группа параметров **Параметры кривой** определяют количество точек модельной кривой на интервале dP(dt) и включают следующие:

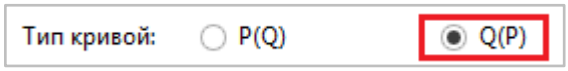
- **Количество точек на логарифмический цикл** – в соответствии с этим параметром вычисляется логарифмическая производная давления;
- **Минимальное расстояние между точками** – определяет минимальное расстояние между точками модельной кривой на участке истории работы;
- **Максимальное расстояние между точками** – определяет максимальное расстояние между точками модельной кривой на участке истории работы;
- **Коэффициент сглаживания производной** (в единицах логарифмического интервала).



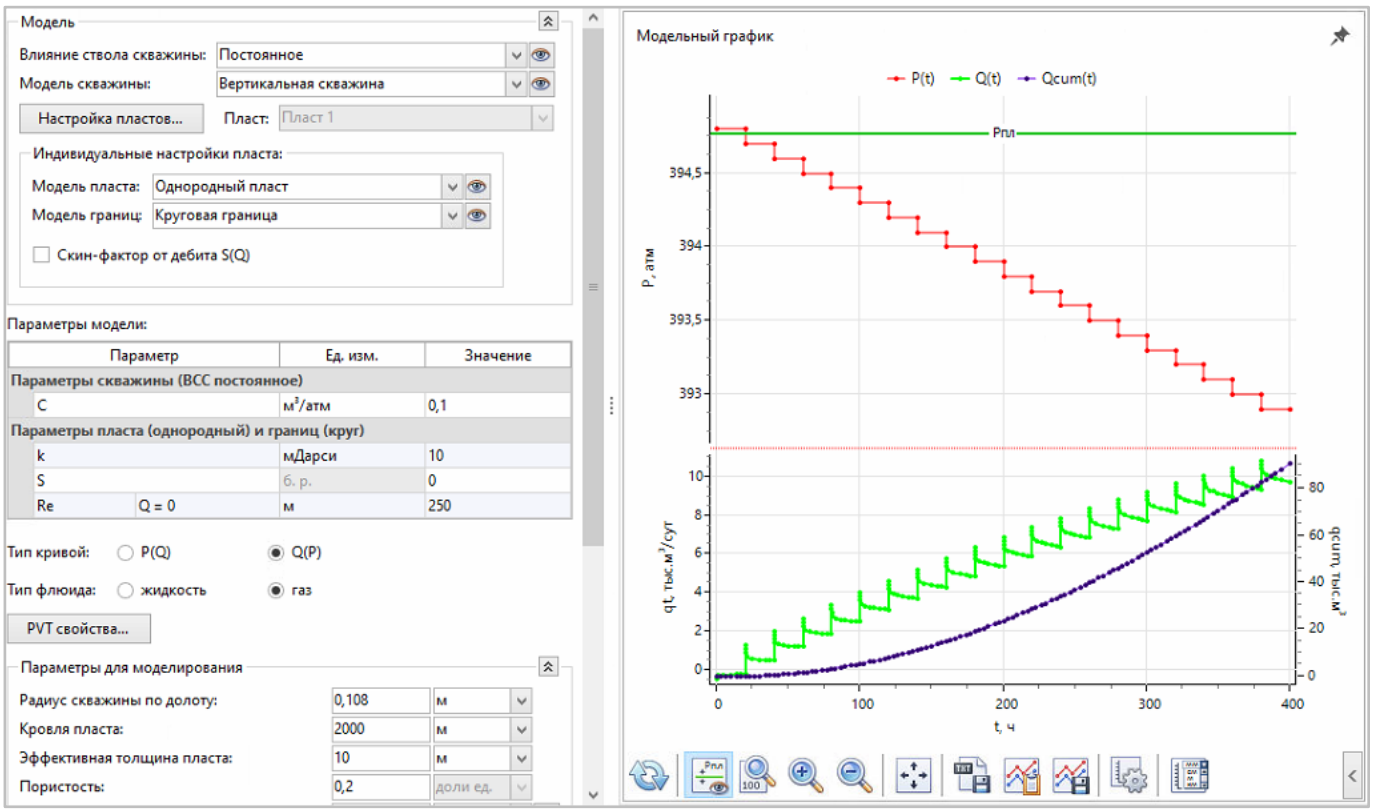
Моделирование зависимости дебита от давления Q(P)

Целью моделирования зависимости дебита от давления является длительный прогноз дебита скважины в зависимости от изменения забойного давления в процессе эксплуатации скважины с учетом ее конструкции и граничных условий.

Расчёт выполняется в блоке моделирования при выборе типа кривой Q(P):



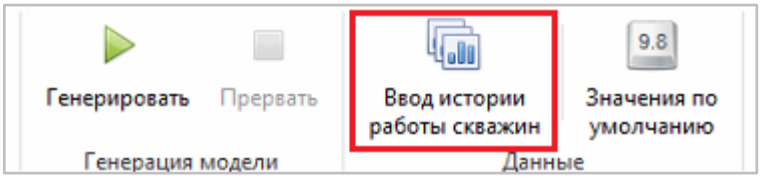
Ввод данных для расчета аналогичен вводу данных при моделировании зависимости давления от дебита. Отличие состоит в том, что вместо дебитов вводится длительность режимов и забойное давление. В качестве пластового давления автоматически применяется опорное давление из PVT-данных.



Результатом моделирования зависимости **Q(P)** является зависимость дебита скважины от времени совместно с историей забойного давления.

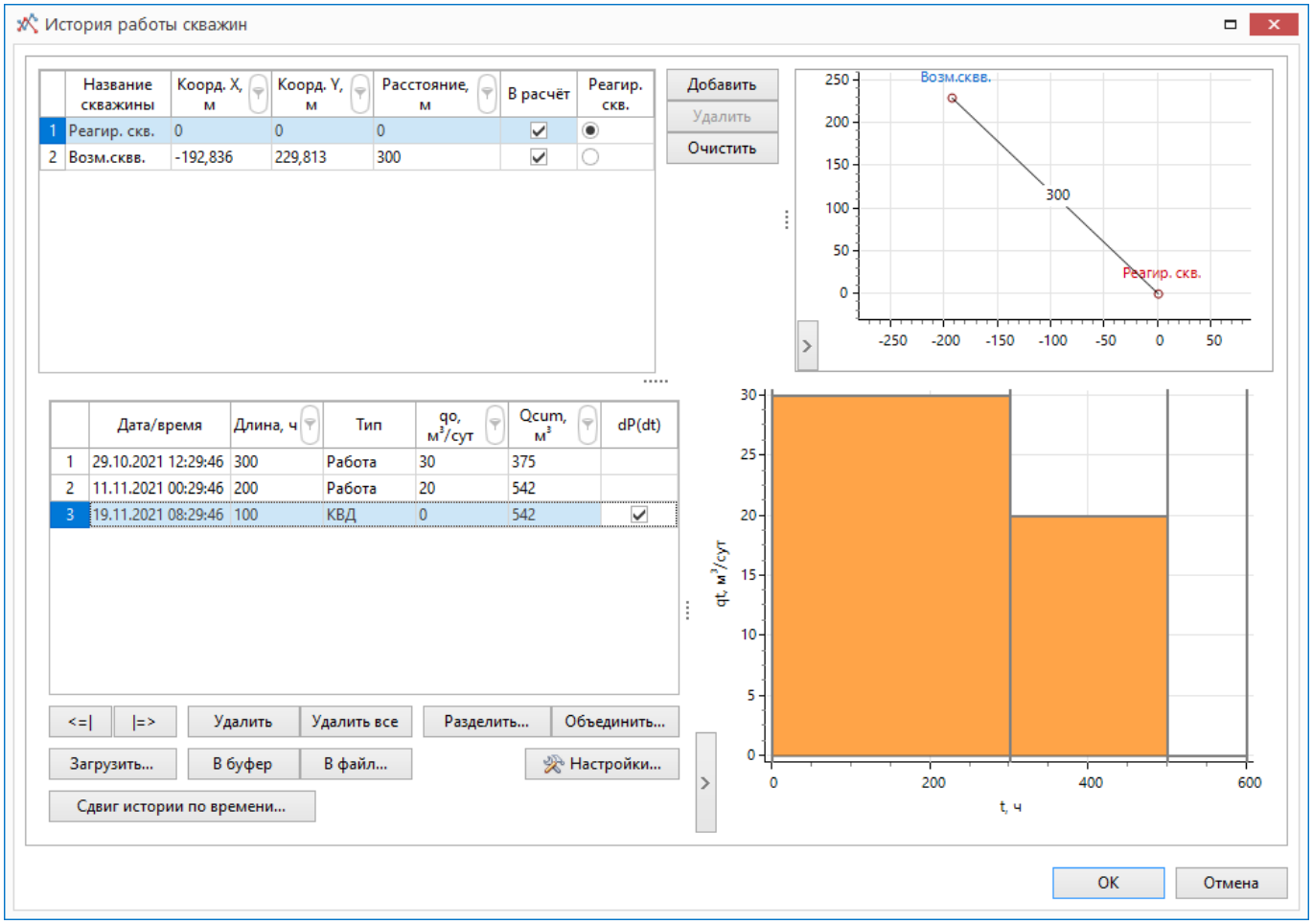
13.3.2. Ввод истории работы скважин

Вводи истории работы скважин осуществляется в диалоге, вызываемом при нажатии на соответствующем кнопку на панели инструментов:

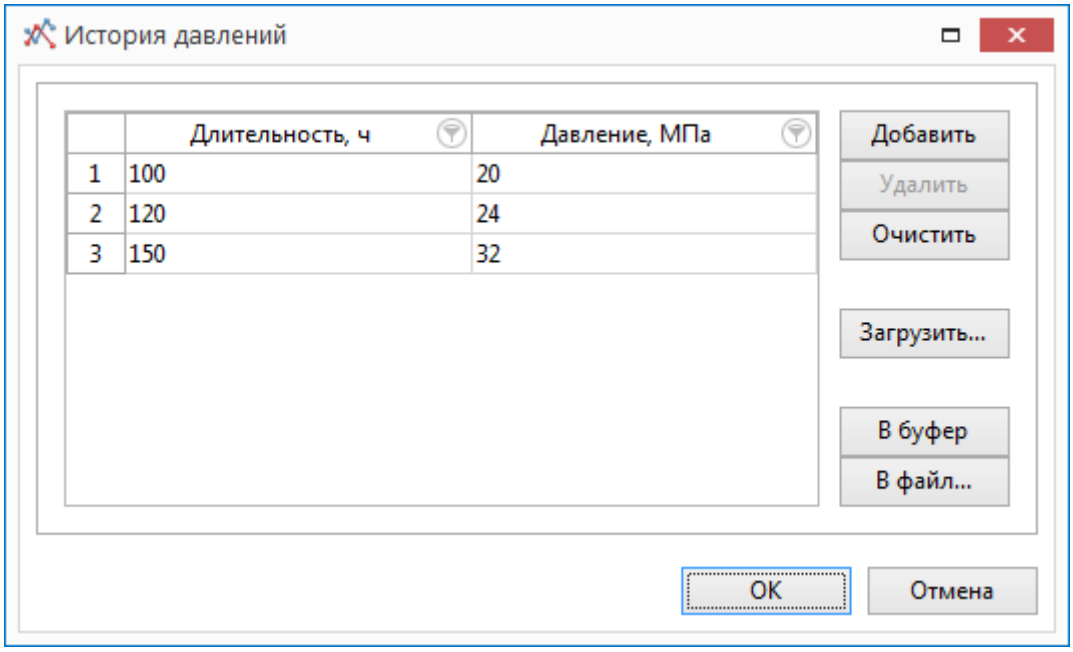


Для разных типов зависимости (**P(Q)** или **Q(P)**) открываются разные окна для ввода истории работы.

При моделировании неустановившегося режима (тип зависимости **P(Q)**) история работы вводится аналогично истории работы соседних скважин, вызываемого с вкладки **Интерпретация** ПО МГДИС (см. раздел [6.4.3. История работы соседних скважин]).

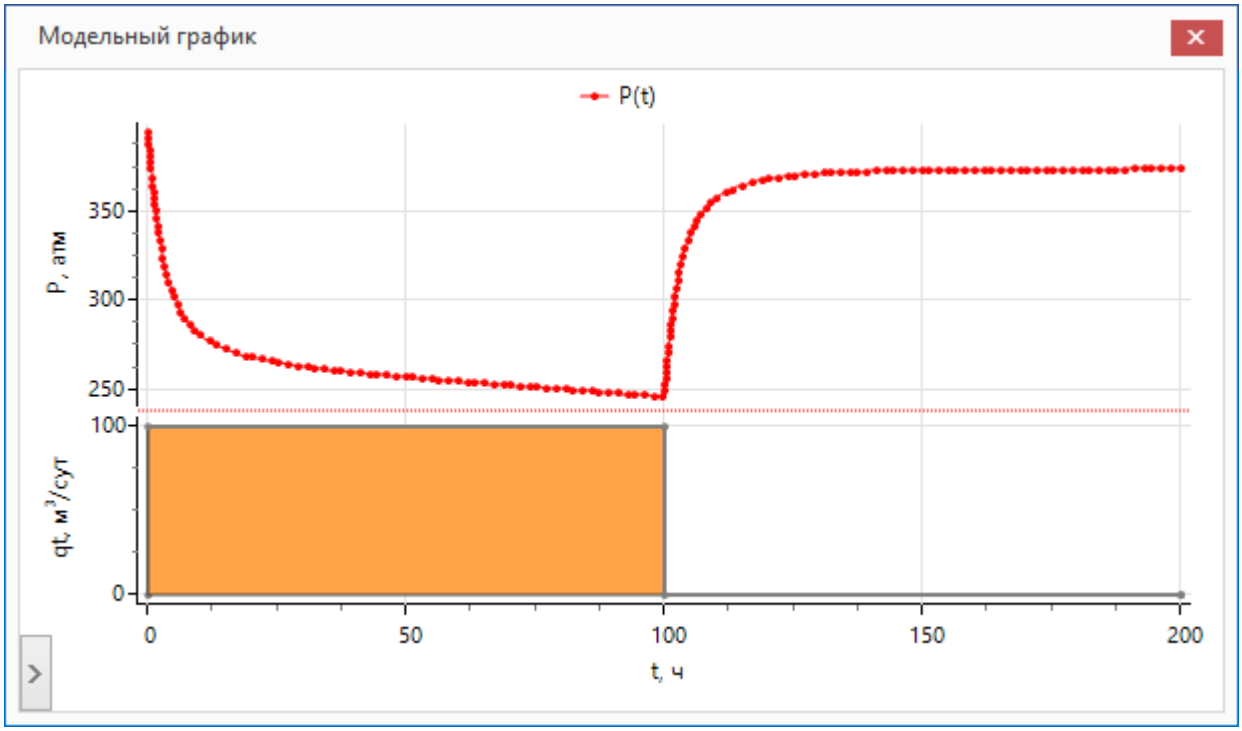


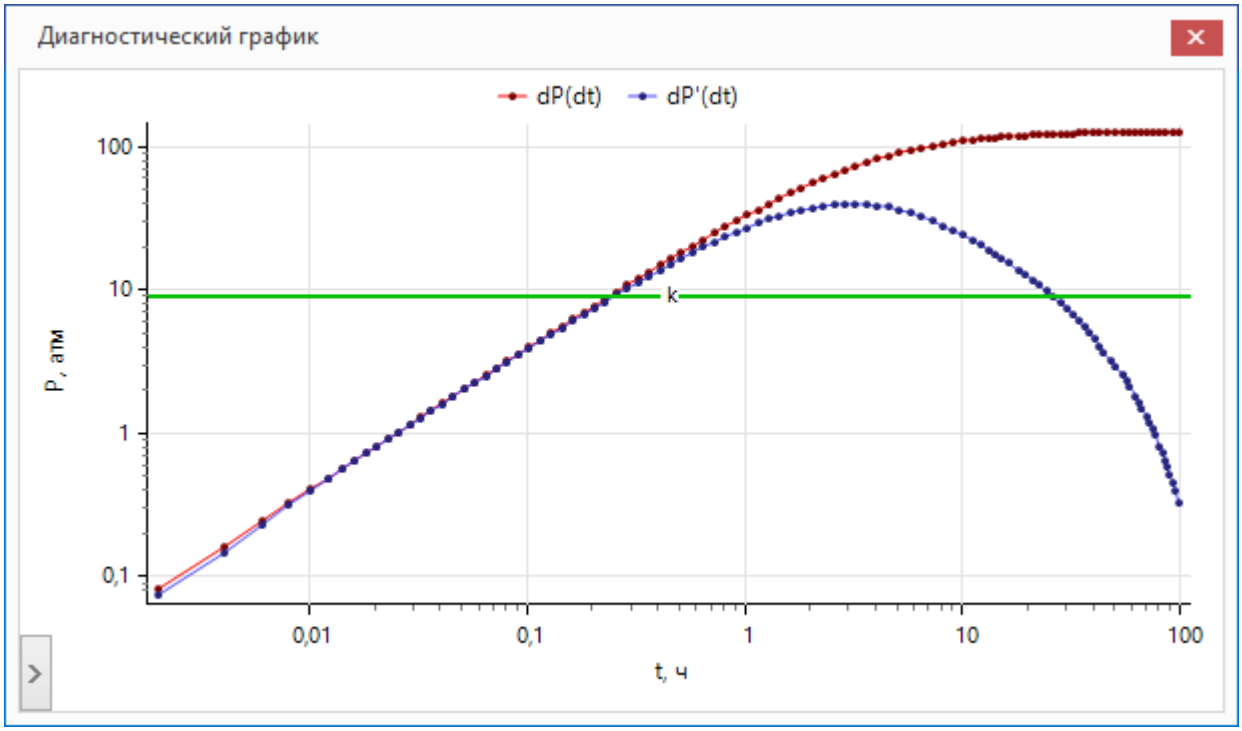
При моделировании установившегося режима (тип зависимости **Q(P)**) окно для ввода истории работы отличается и содержит только таблицу для ввода длительности-расхода:



13.3.3. Генерация модели

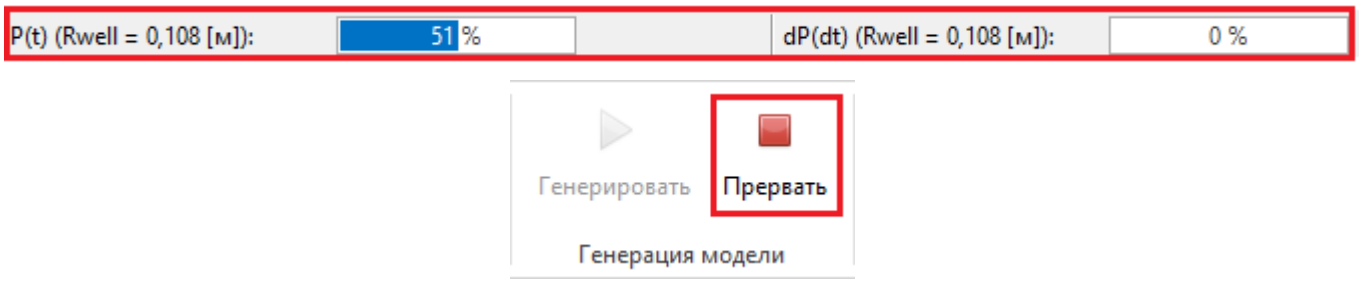
После заполнения исходных данных и данных о работе скважин для генерации модельных кривых необходимо нажать на кнопку **Модель | Генерировать**. Если исходные данные и история работы скважин заполнены корректно, на графике давления и диагностическом графике появятся модельные кривые:





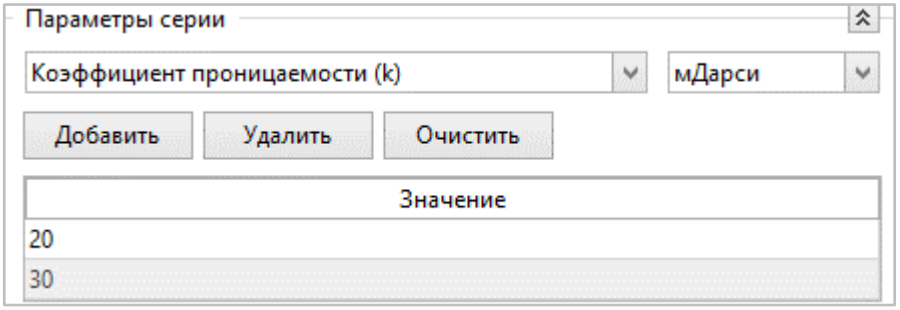
Если в исходных данных или истории работы присутствуют некорректные значения (или значения не введены), на экране появится соответствующее сообщение.

В модуле реализована процентная индикация процесса генерации в строке состояния. Процесс генерации можно прервать, нажав соответствующую кнопку на панели инструментов:

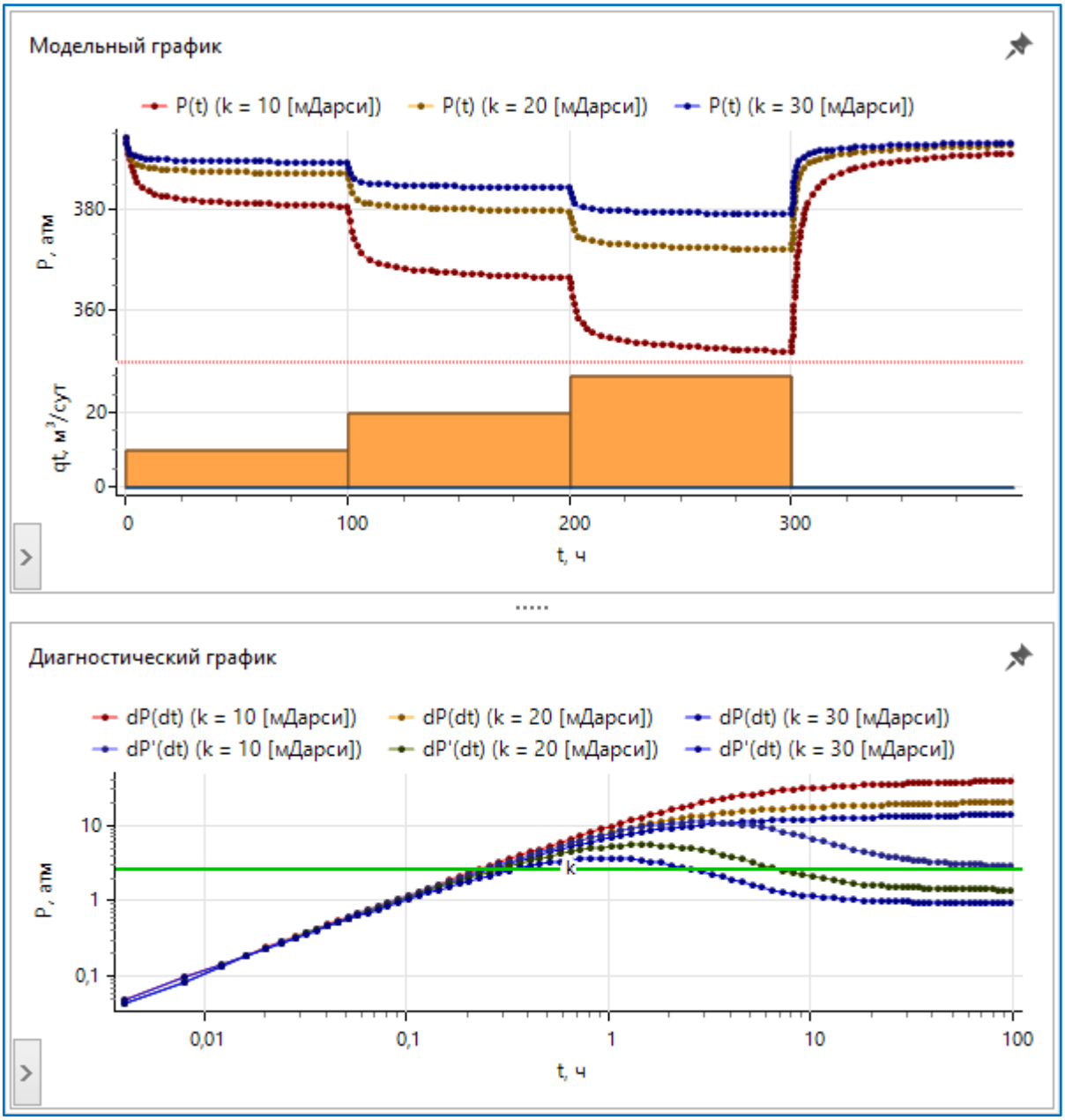


13.3.4. Генерация серии модельных кривых

Выбор параметра, по которому будет строиться серия модельных кривых, осуществляется в группе **Параметры серии**. Для этого необходимо в выпадающем списке выбрать параметр, указать его размерность и добавить в таблицу значений параметра те значения, в зависимости от которых должна строится кривая в серии:



После ввода значений выбранного параметра необходимо нажать на кнопку **Модель | Генерировать**. При этом графики обновятся и на них, кроме основной модельной кривой, появится серия модельных кривых, каждая из которых будет соответствовать введенным значениям выбранного параметра:



13.4. Настройка и формирование отчёта

В модуле "Моделирование" процедуры настройки и формирования отчёта идентичны аналогичным операциям в ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **6.8. Формирование отчета**.

14. Модуль "МГДИС-Гидропрослушивание"

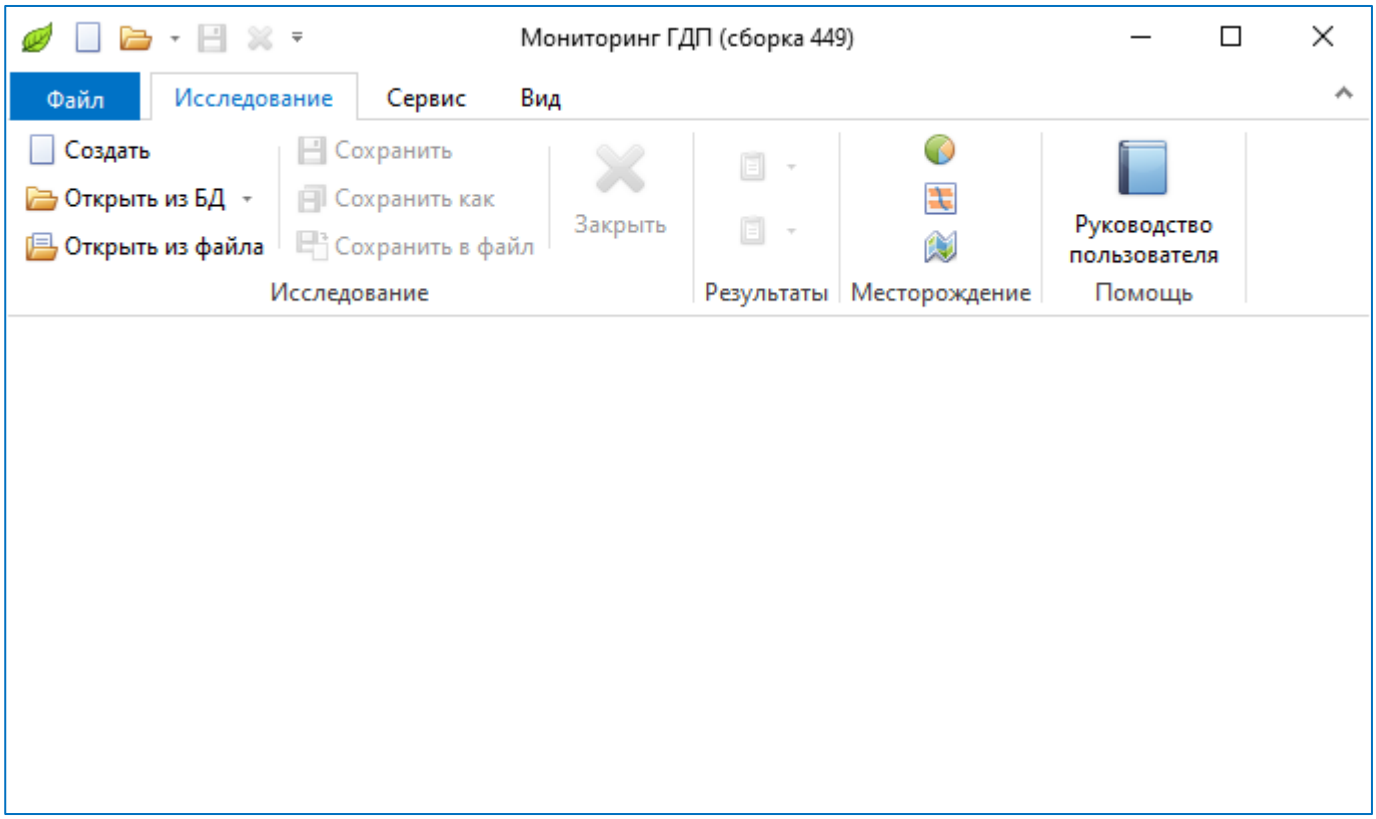
Модуль **МГДИС-Гидропрослушивание** является подключаемым к МГДИС функциональным модулем, входящем в ПК МГДИС. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется **Мониторинг ГДП**.

Модуль предназначен для моделирования и интерпретации гидродинамических исследований по гидропрослушиванию пласта: установления гидродинамической связи, определения фильтрационных свойств пласта (пьезопроводности, проницаемости) по площади и разрезу месторождений углеводородов, установления наличия непроницаемых барьеров между скважинами и отдельными участками залежи, определения коэффициента охвата пласта вытеснением.

Функциональные возможности модуля:

- интерпретация исследований межскважинного пространства;
- моделирование исследований с заданием параметров пласта и участка исследований (расстояние между возмущающей и реагирующей скважинами, координат скважин), характеристик возмущающего сигнала (цикличность, продолжительность и интенсивностью возмущения), PVT-свойств флюида.

Для запуска модуля необходимо нажать на кнопку **Модули | Мониторинг ГДП** панели инструментов ПО МГДИС, при этом откроется главное окно модуля:



14.1. Интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя в модуле (меню, панель инструментов, панель быстрого доступа, стиль программы, плавающие окна и инструменты работы с графиками, окно предпросмотра отчёта) аналогичен интерфейсу ПО МГДИС, описание которого приведено в разделе **4. Интерфейс пользователя**.

14.2. База данных

При запуске модуль автоматически подключается к общей БД МГДИС, своей БД модуль не имеет. В целом, инструменты управления базами данных модуля ГДП и ПК МГДИС аналогичны и расположены в обоих случаях на вкладке Сервис. Подробное описание вкладки сервис для ПК МГДИС приведено в разделе **11. Сервис**.

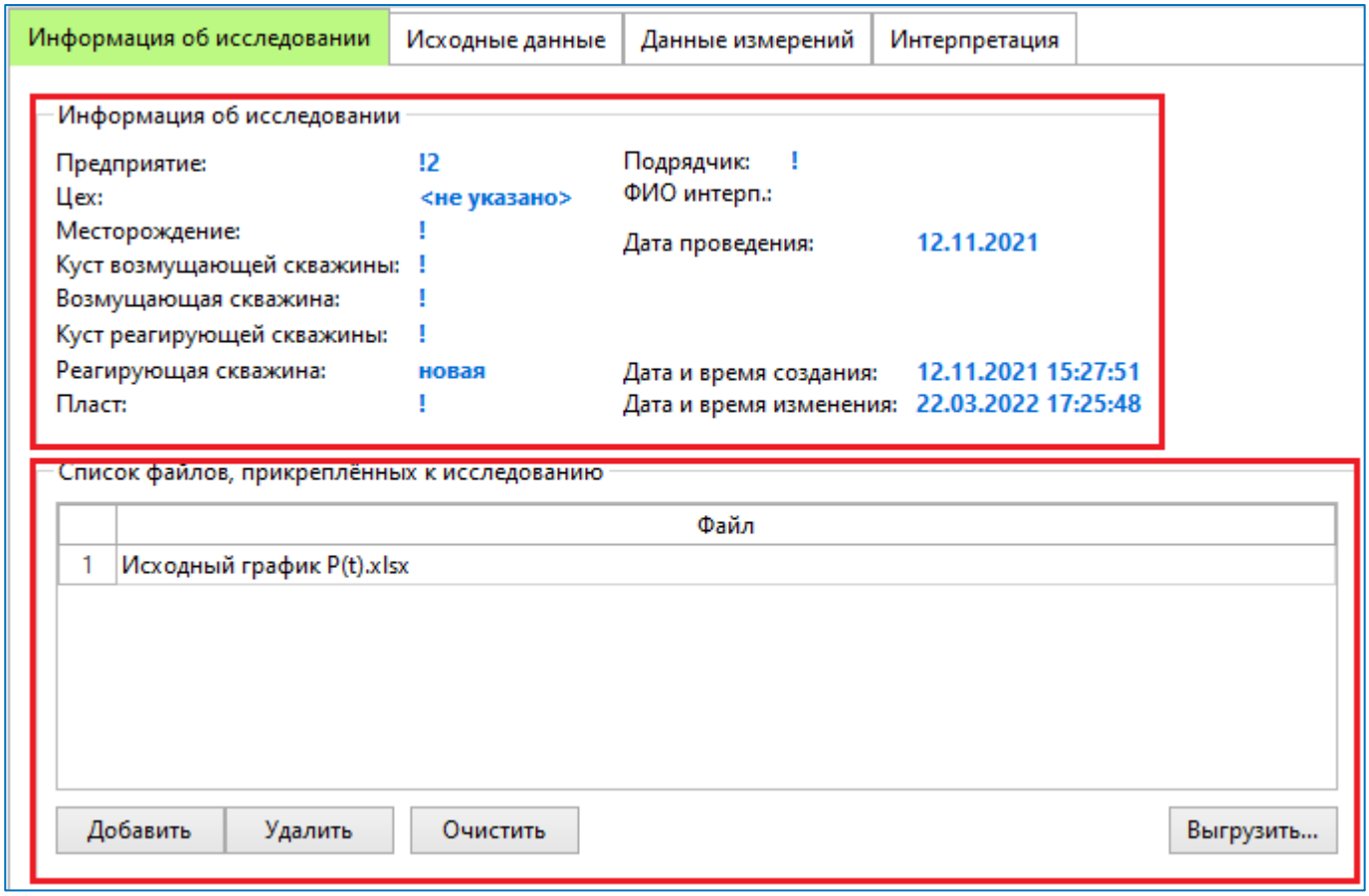
14.3. Операции с исследованиями

В модуле основные операции с исследованиями, такие как создание, открытие, сохранение, закрытие, удаление исследования идентичны аналогичным операциям ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **5. Работа с исследованием**.

14.4. Работа с данными

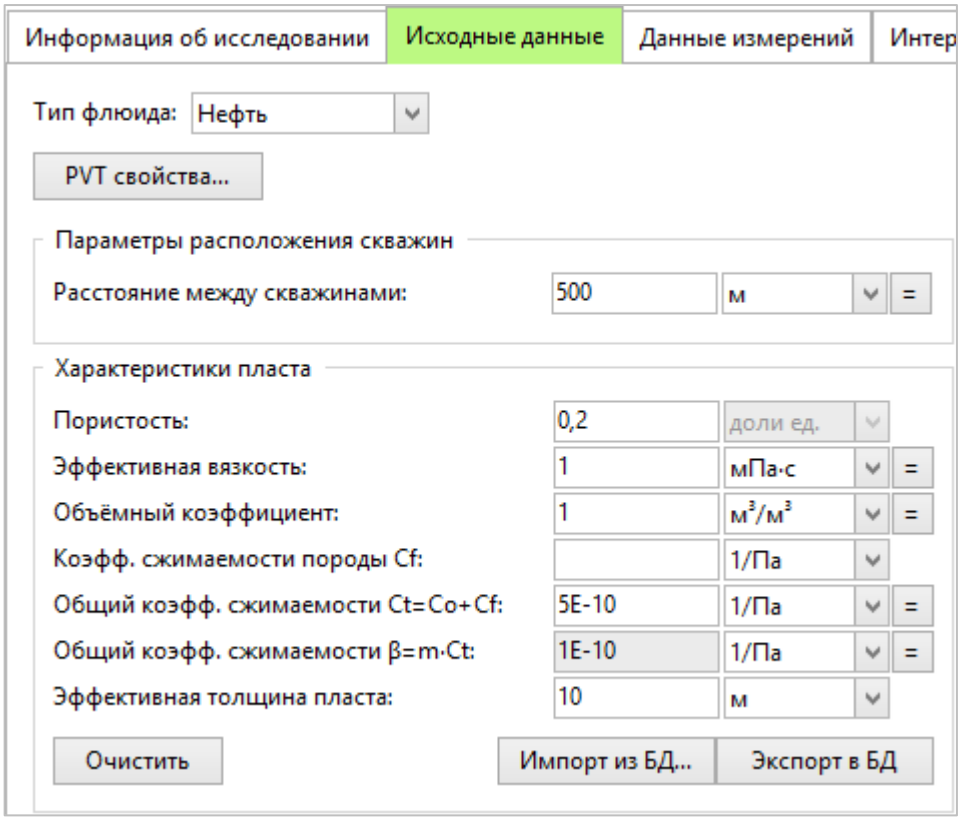
14.4.1. Вкладка "Информация об исследовании"

Вкладка **Информация об исследовании** появляется при создании/открытии любого исследования, независимо от метода исследования. Внешний вид вкладки идентичен аналогичной вкладке в ПО МГДИС и описан в разделе **6.1. Вкладка "Информация об исследовании"**:



14.4.2. Вкладка "Исходные данные"

Вкладка **Исходные данные**, также, как и вкладка **Информация об исследовании,** появляется при создании/открытии любого исследования. На вкладке **Исходные данные** расположены поля для ввода информации, набор которых зависит от выбранного типа флюида:



14.4.3. Окно "PVT-свойства"

Окно PVT-свойств идентично аналогичному окну в ПО МГДИС и описано в разделе **6.3. Окно "PVT-свойства"**.

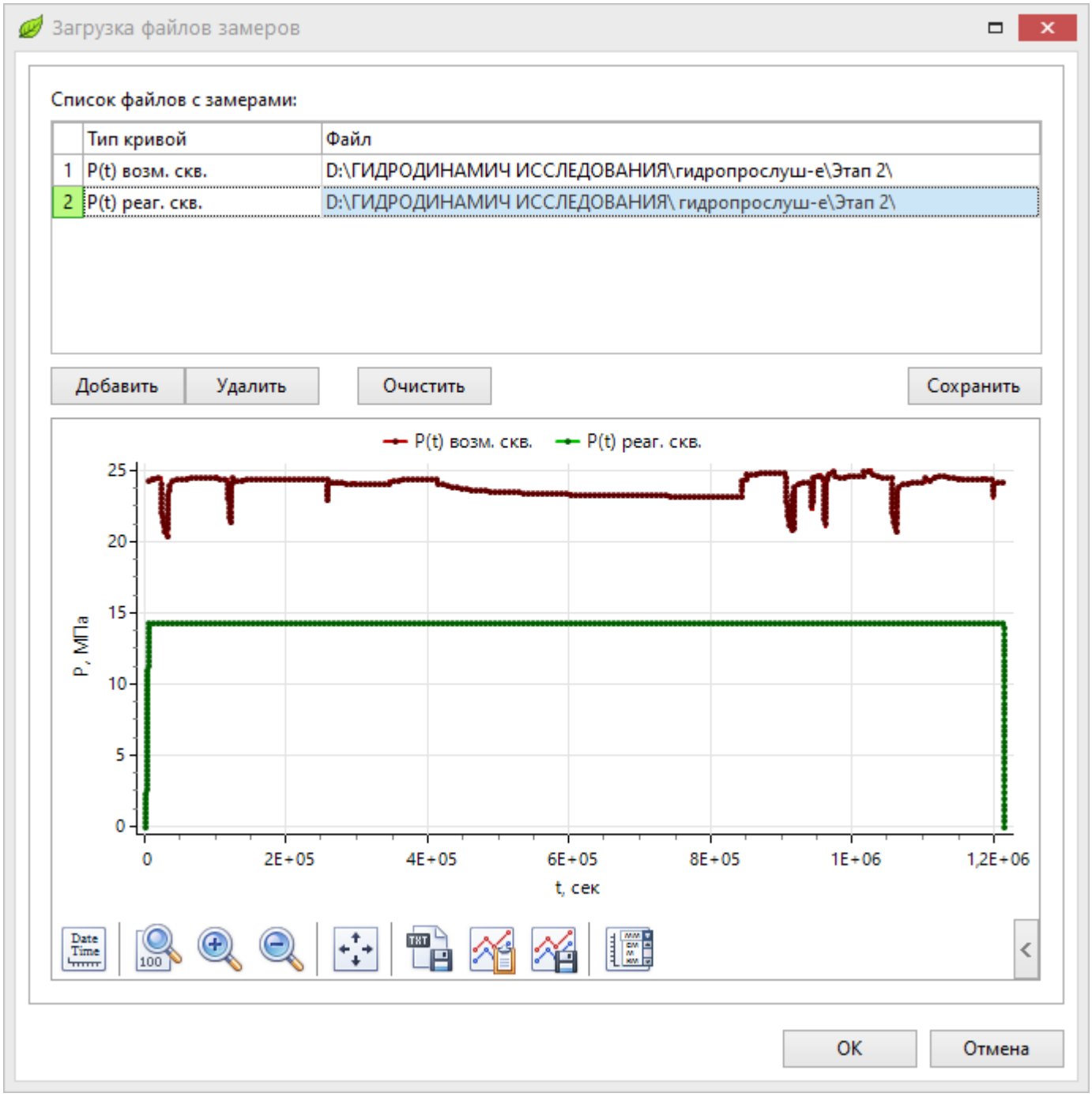
14.4.4. Вкладка "Данные измерений"

В этой вкладке осуществляется:

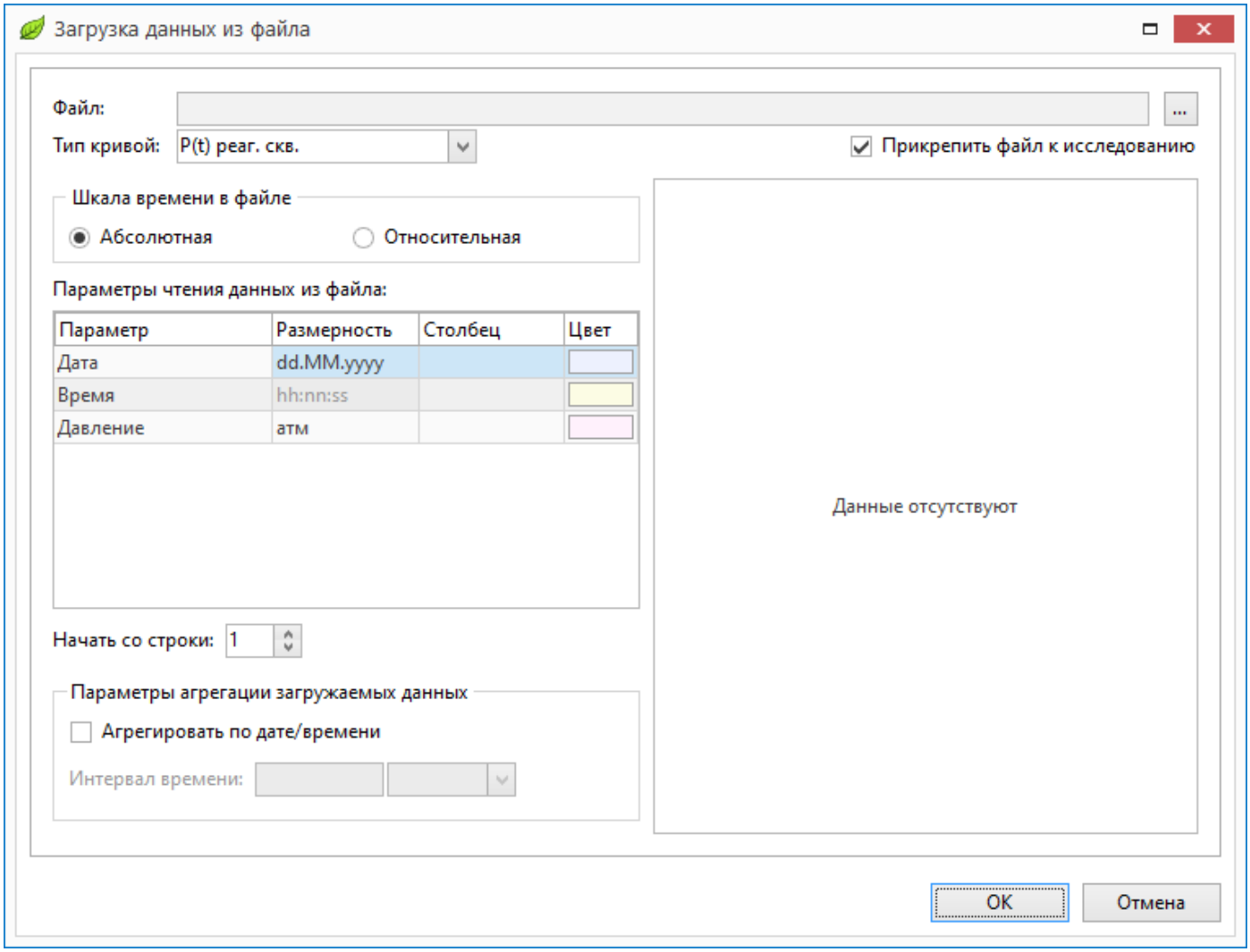
- Загрузка, фильтрация и редактирование данных замеров давлений в реагирующей и возмущающей скважинах;
- Аппроксимация давления;
- Ввод истории работы реагирующей скважины и выбор интервала dP(dt).

Загрузка данных измерений

Для загрузки файлов с измерениями необходимо нажать на кнопку **Загрузить**. В открывающемся диалоге **Загрузка файлов замеров** отобразится список ранее загруженных файлов и график с кривыми замеров:



Для загрузки данных из файла замера необходимо нажать на кнопку **Добавить**. При этом откроется диалог **Загрузка данных из файла**:



Диалог **Загрузка данных из файла** используется для загрузки содержимого файла замера. Для этого необходимо:

a) указать путь к файлу замеров;

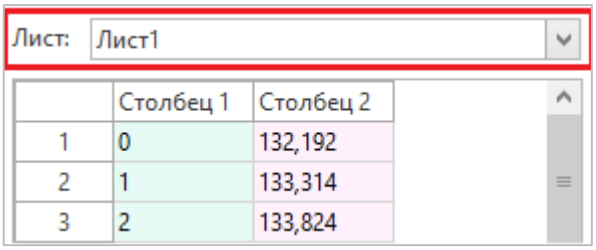
b) указать тип кривой, к которому относятся данные из файла;

c) указать, в каком формате записаны значения времени в файле: абсолютные или относительные;

d) указать параметры чтения данных (размерности значений и столбцы с данными);

e) указать номер 1-й строки с данными.

В диалоге поддерживается загрузка данных из файлов в формате TXT (текстовый файл) и XLS, XLSX (файлы Microsoft Excel). При загрузке файла в формате Excel в диалоге появится поле **Лист**, в котором необходимо указать лист с данными в файле Excel:

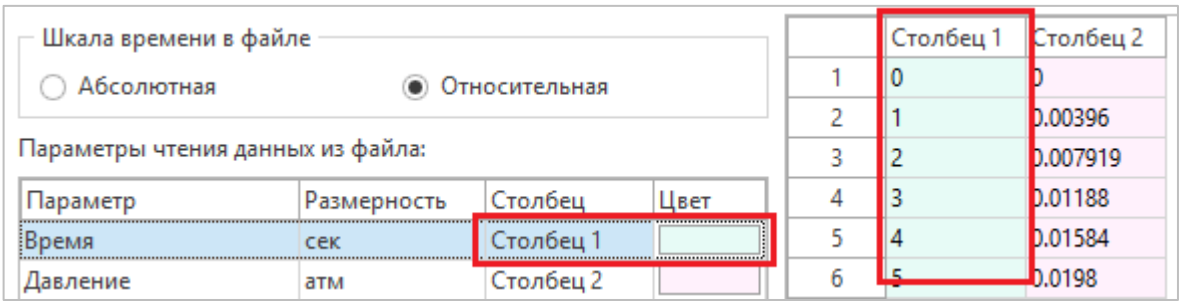


Установка флага **Прикрепить файл к исследованию** позволяет прикрепить загружаемый файл к исследованию.

После ввода файла с замерами его содержимое (первые 100 строк) отобразится в области предпросмотра.

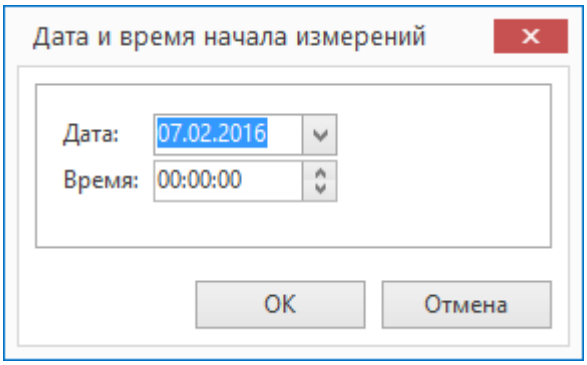
Указание номера 1-й строки с данными можно осуществить как вводом числа в поле, так и кликом на строку с данными в области предпросмотра.

При установке соответствия считываемого параметра и столбца с данными из файла выбранный столбец в области предпросмотра подсвечивается цветом параметра. Цвет параметра можно изменить в таблице загружаемых параметров:

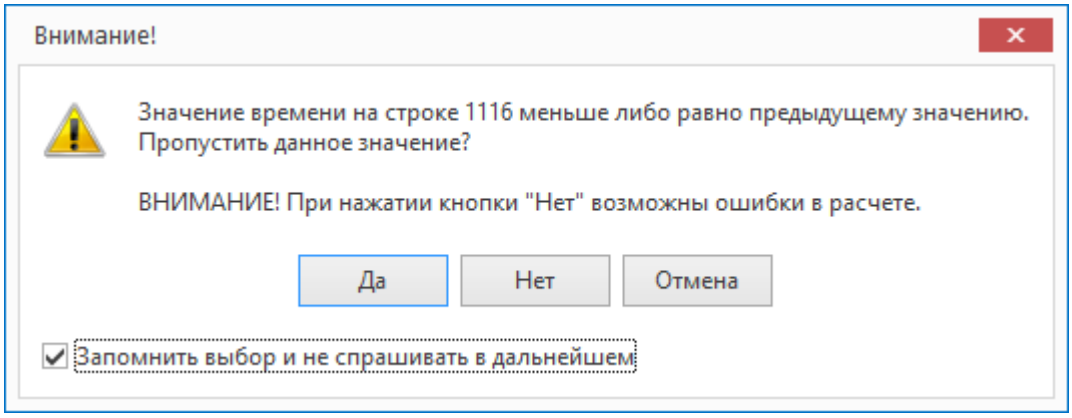


После того, как все параметры для загрузки данных будут введены, необходимо нажать на кнопку **OK**.

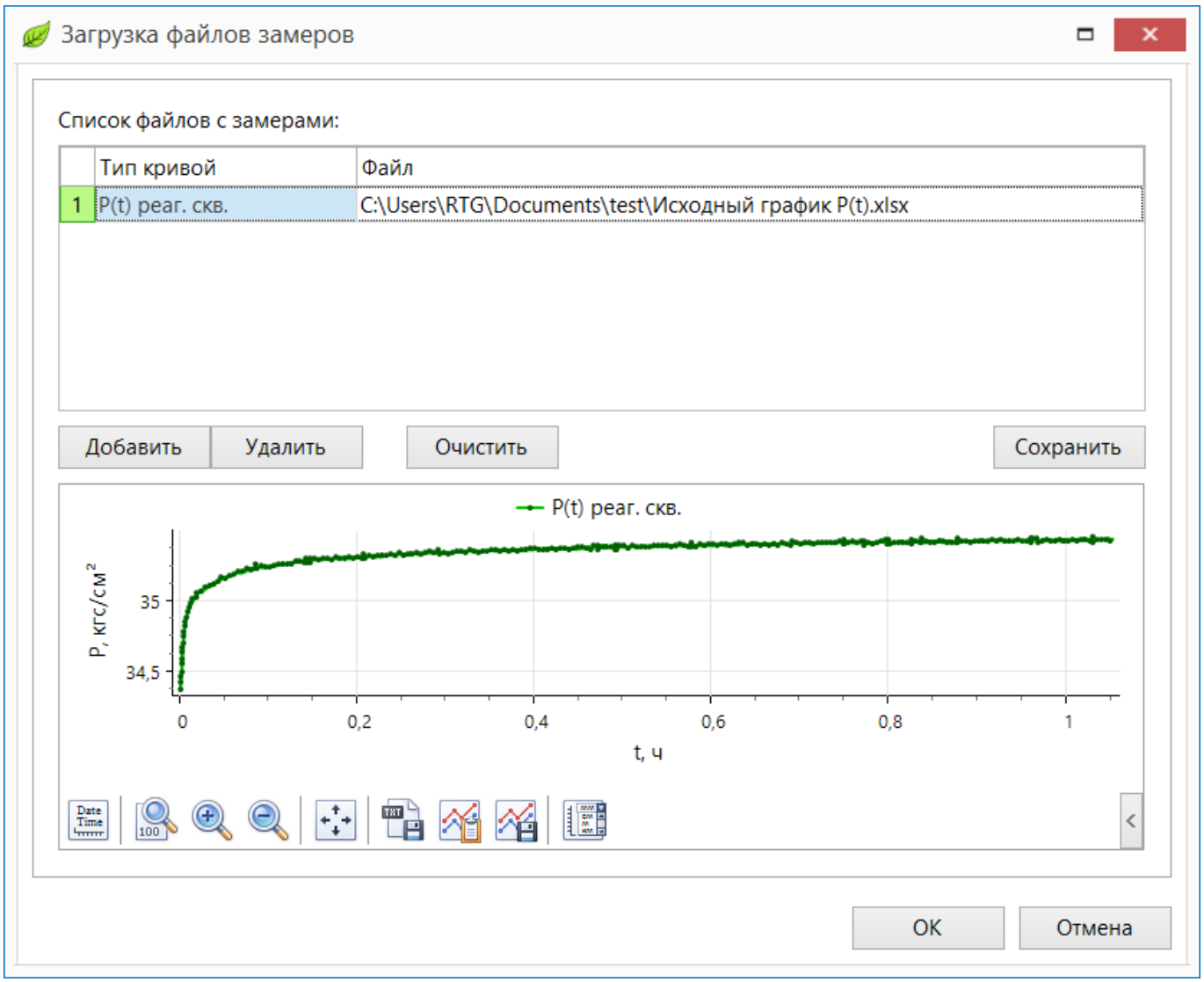
Если данные времени загружаются в относительной шкале, в момент загрузки на экране появится диалог для ввода абсолютного значения 1-й точки времени:



В случае, если в файле присутствуют какие-либо ошибки, на экране появится соответствующее сообщение, а загрузка будет прервана. Если же в файле обнаружится какое-либо несоответствие в данных, пользователю будут предложены варианты решения этой проблемы:



После окончания загрузки диалог **Загрузка данных из файла** закроется, а в диалоге **Загрузка файлов замеров** появится соответствующая запись, а график кривых обновится:

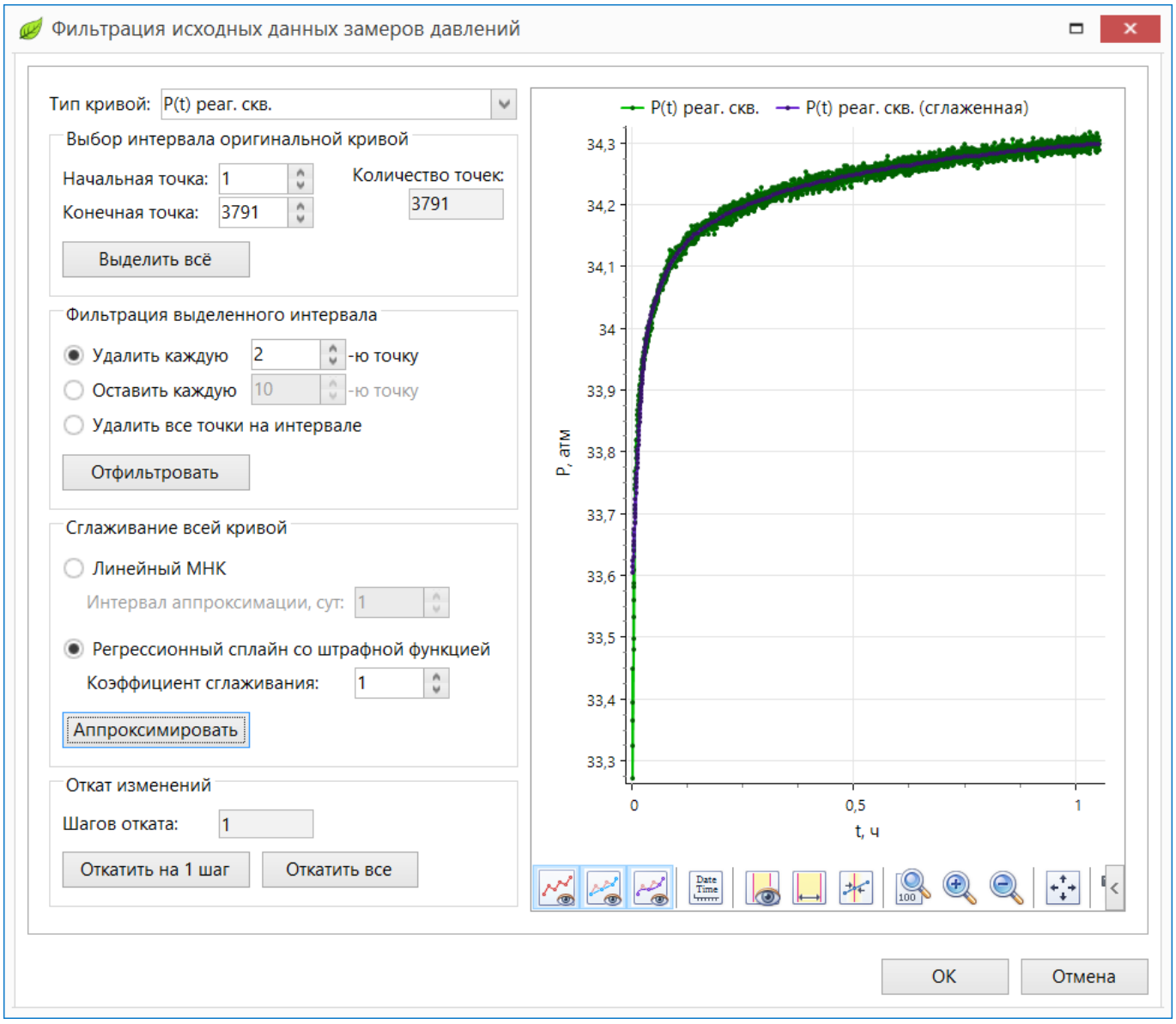


Кнопка **Удалить** в диалоге **Загрузка файлов замеров** предназначена для удаления данных из определенного загруженного файла, а кнопка **Очистить** – для удаления всех загруженных данных из файлов. По кнопке **Сохранить** можно сохранить данные загруженного файла в текстовый файл.

При нажатии кнопки **ОК** диалог **Загрузка файлов замеров** закроется, а данные, загруженные из файлов, отобразятся на **Графике давления**.

Фильтрация данных измерений

Нажатие кнопки **Фильтровать** открывает диалог **Фильтрация исходных данных замеров давлений**:



Для фильтрации данных необходимо:

Шаг 1. Указать тип кривой в соответствующем поле.

Шаг 2. Выбрать интервал фильтрации. Установка интервала может быть осуществлена путем ввода номеров точек замеров начала и конца интервала, либо установкой границ интервала на графике с помощью курсора. Для этого на графике нужно по кнопке **Показать/скрыть интервал** включить отображение интервала и переместить левую и правую границу интервала до необходимого положения. Для выделения всей кривой

необходимо нажать на кнопку **Выделить все**. Количество точек на выделенном интервале отображается в соответствующем поле.

Шаг 3. Указать действия. Выделенный интервал можно фильтровать с заданной частотой путем установки значения в поле **Удалить каждую N-ю точку**, либо значения в поле **Оставить каждую N-ю точку**, либо удалить на выделенном интервале все точки.

После выполнения всех 3-х шагов на графике станет видно, что число точек уменьшилось, или что они исчезли, если выбран режим удаления всех точек.

Также в этом диалоге можно выполнить сглаживание кривой на интервале или во всем диапазоне. Для выбора доступны 2 метода: метод линейного МНК и метод регрессионного сплайна со штрафной функцией. После выбора типа кривой, интервала и метода сглаживания необходимо нажать на кнопку **Аппроксимировать**.

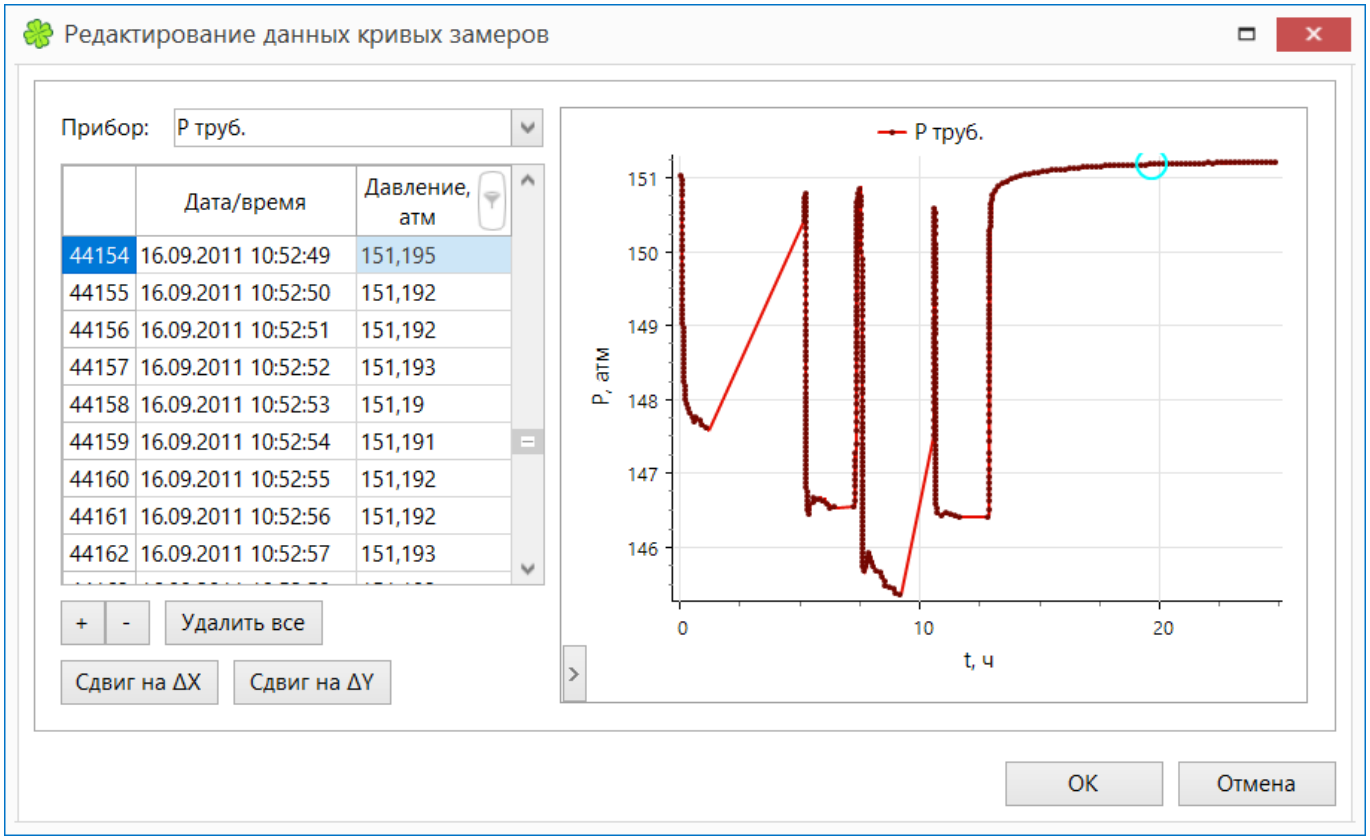
Выполнять фильтрацию и аппроксимацию данных можно столько раз, сколько потребуется. При этом каждый шаг записывается в память для возможности отката изменений. Количество шагов отката отображается в соответствующем поле. Для отката изменений необходимо нажать на кнопку **Откатить**.

При нажатии кнопки **ОК** диалог **Фильтрация исходных данных замеров давлений** закроется, а отфильтрованные данные отобразятся на графике **График давления**.

Редактирование данных измерений

Нажатие кнопки **Редактировать** открывает диалог **Редактирование исходных данных замеров давлений**.

В диалоге отображается таблица с замерами давлений и график с кривой замеров.



Начинать редактирование нужно с указания типа кривой в соответствующем поле.

Для редактирования точки замера необходимо выделить ее в таблице, при этом выделенная точка подсветится на кривой на графике. Также точку можно выделить на графике, кликнув левой клавишей мышки на точку кривой. При этом выбранная точка выделится в таблице замеров. После любого изменения даты/времени или давления в таблице кривая на графике автоматически перерисуется.

Также в диалоге можно добавить или удалить точку замера. Для этого используются соответствующие кнопки **Плюс** и **Минус**. По кнопке **Очистить** можно удалить все точки замеров для выбранного прибора.

При нажатии кнопки **OK** диалог **Редактирование исходных данных замеров давлений** закроется, а отредактированные данные отобразятся на графике **График давления.**

Сброс изменений данных измерений

Для сброса всех изменений данных замеров необходимо на вкладке **Данные измерений** нажать на кнопку **Сбросить изменения**. При этом все данные изменений вернутся к первоначальному состоянию (сразу после загрузки), а кривые на **Графике давления** обновятся.

Аппроксимация давления

Данная функция позволяет учитывать динамику поведения давления в реагирующей скважине перед исследованием, вызванную изменением режима работы реагирующей скважины.

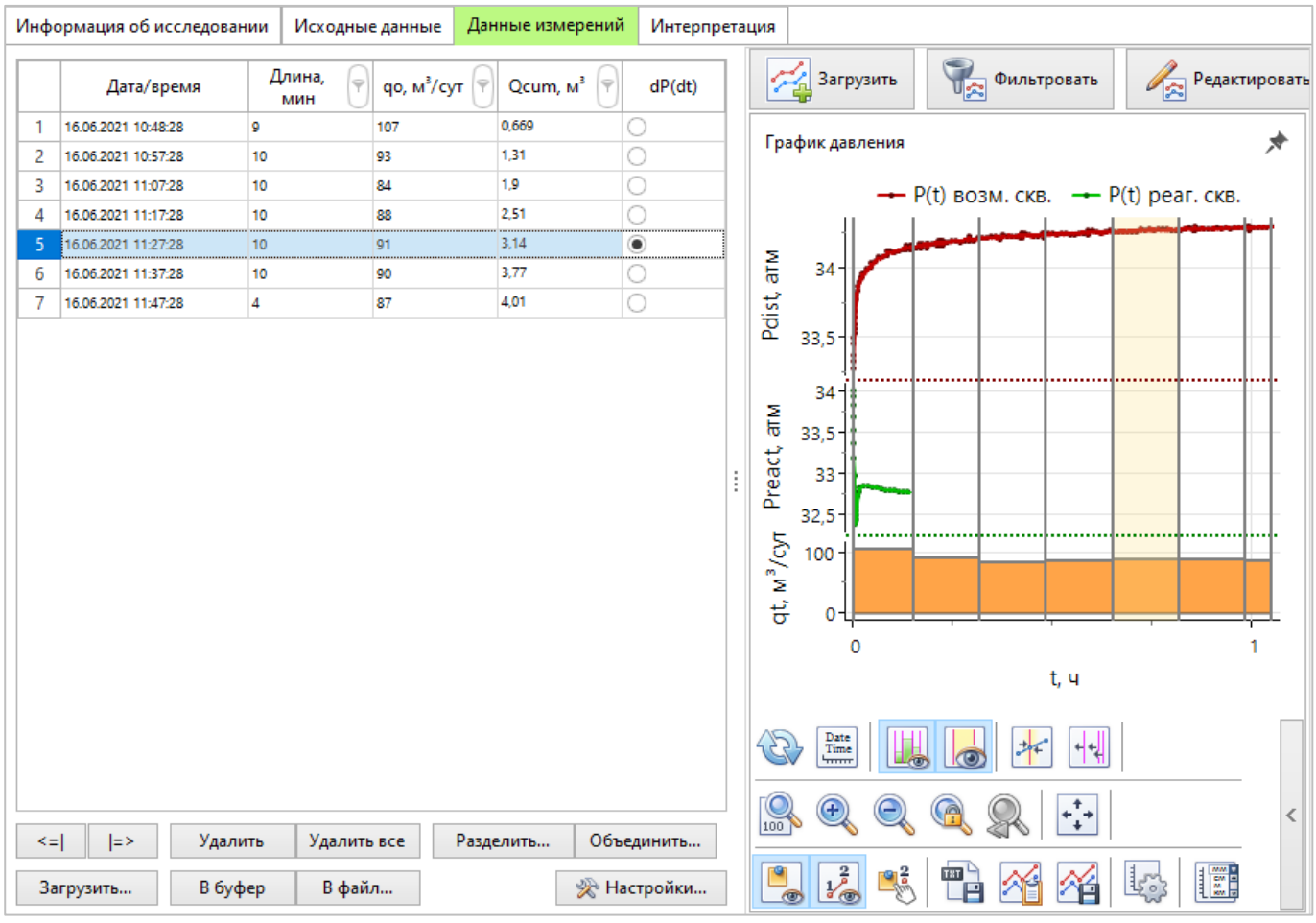
Нажатие кнопки **Аппроксимация** открывает диалог **Аппроксимация давления**, в котором на графике отобразится кривая давления в реагирующей скважине за период, предшествующий интервалам интерпретации:

В окне можно выбрать интервал аппроксимации. Установка интервала может быть осуществлена перетягиванием мышкой границ интервала на графике. При этом кривая аппроксимации автоматически будет пересчитана.

При установке флага **Учитывать в интерпретации** параметры рассчитанного линейного тренда аппроксимации будут учтены при расчете модельной кривой в интерпретации.

Ввод истории работы возмущающей скважины

На вкладке **Данные измерений** осуществляется ввод и редактирование истории работы возмущающей скважины (ввод дебитов) и выбор участка dP(dt):



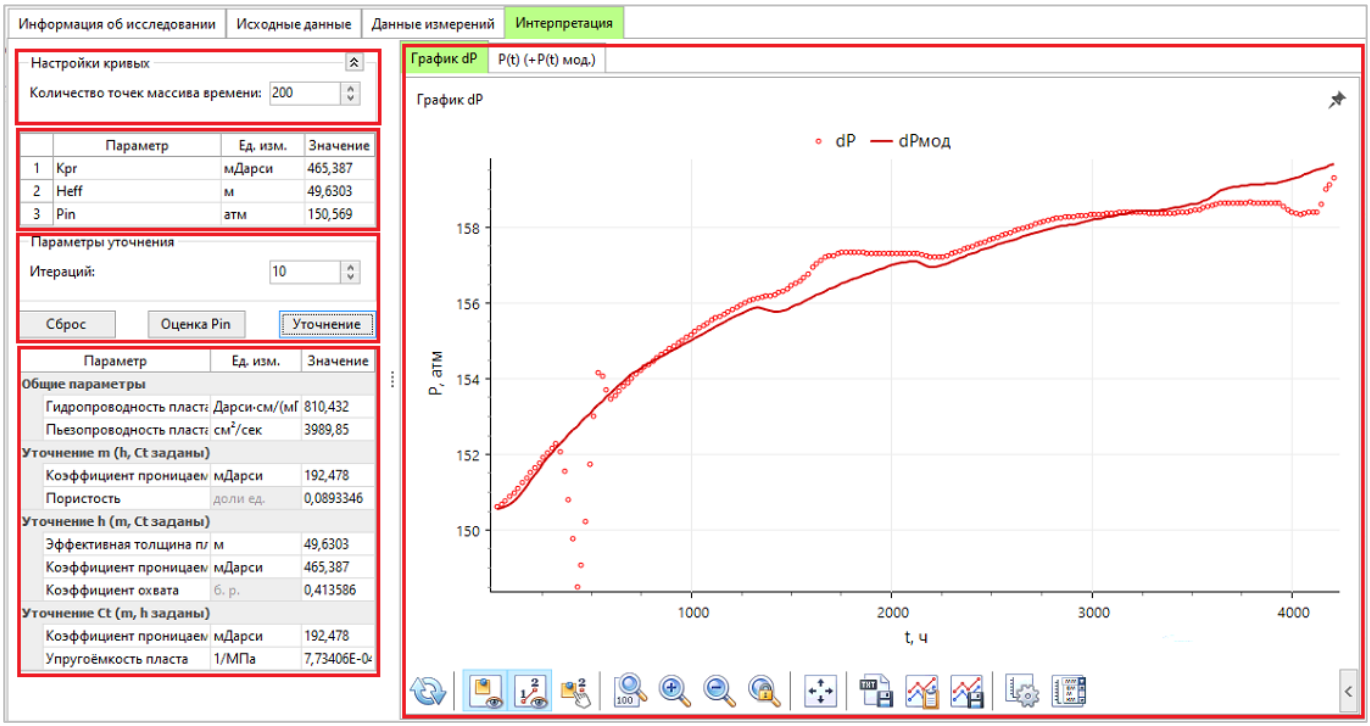
Ввод данных истории работы аналогичен вводу данных в ПО МГДИС и описан в разделе [6.2.4. Вкладка "Дебиты (Q)"](#).

Состав колонок в таблице истории работы зависит от типа флюида (устанавливается в окне PVT-свойств), который указывается на вкладке **Исходные данные**, а также от выбранного типа нефти или газа в окне PVT-свойств.

14.4.5. Вкладка "Интерпретация"

На вкладке **Интерпретация** производится построение модельной кривой по заданным исходным данным и совмещение её с фактическими замерами методом нелинейной регрессии.

Вкладка состоит из таблицы с параметрами модели, области с параметрами уточнения, области настройки модельных кривых, таблицы с результатами интерпретации и области с графиками:



Настройка модельных кривых

Группа параметров **Настройки кривых** предназначена для настройки параметров модельных кривых. Параметры настройки кривых в настоящее время содержит только один параметр – **Количество точек массива времени**, по которому вычисляется логарифмическая производная давления.

Группу **Настройки** можно сворачивать/разворачивать, используя кнопки и .

Параметры модели

При интерпретации используется метод нелинейной регрессии, заключающийся в сопоставлении кривой замера с модельной кривой и автоматическим поиском набора интерпретационных параметров, обеспечивающих наилучшее совмещение кривых.

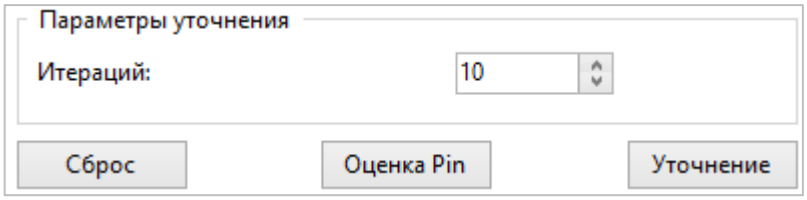
Процедура HP использует 3 параметра: **коэффициент проницаемости Kpr**, **эффективная работающая толщина Heff** и **начальное давление Pin**:

	Параметр	Ед. изм.	Значение
1	Kpr	мДарси	96,8712
2	Heff	м	10,5873
3	Pin	МПа	10,1325

Для каждого параметра модели можно установить размерность и значение параметра. Установленная размерность сохраняется в реестр и восстанавливается при следующем сеансе работы программы.

Параметры уточнения

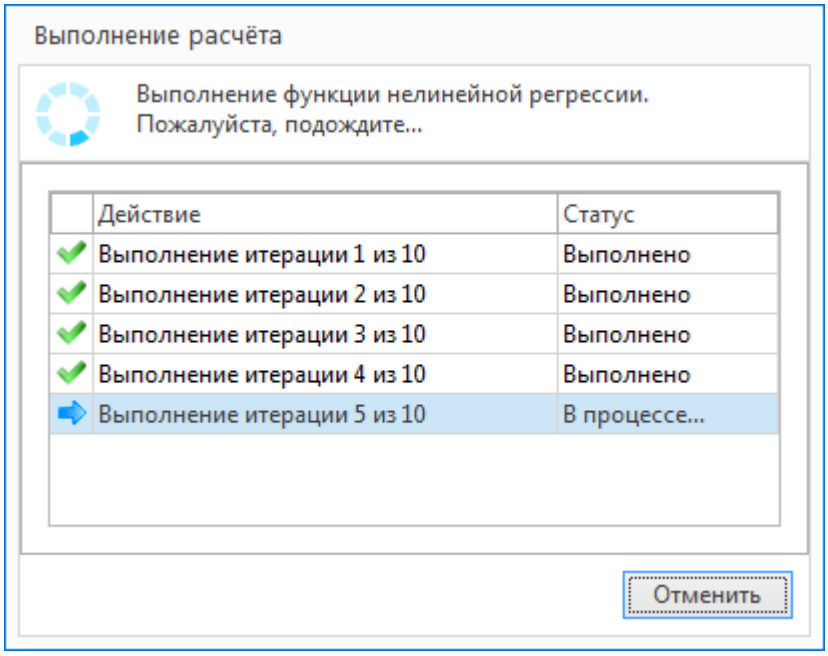
Группа параметров уточнения состоит из соответствующих кнопок и поля с количеством итераций (по умолчанию 10):



При нажатии кнопки **Сброс** происходит откат всех рассчитанных параметров модели к значениям по умолчанию (до состояния данных перед первичной оценкой).

Предварительное (оценочное) значение параметра модели **Pin** кривой рассчитывается при нажатии на кнопку **Оценка Pin**.

Для запуска процесса выполнения HP необходимо нажать на кнопку **Уточнение.** При этом на экране появится окно **Выполнение расчета** с индикатором выполнения:



Если процедура выполнения HP осуществляется слишком долго, ее можно прервать нажатием кнопки **Отменить**.

После завершения процедуры уточнения:

- в таблице параметров модели обновятся значения параметров модели;
- в таблице результатов интерпретации обновятся значения результирующих (отчетных) параметров;
- на графиках обновятся (перестроятся) модельные кривые с наилучшим приближением.

При необходимости решение можно уточнить несколько раз.

Результаты интерпретации

Параметр	Ед. изм.	Значение
Общие параметры		
Гидропроводность пласта	Дарси·см/(мПа·с	8327,49
Пьезопроводность пласта	см²/сек	6218,06
Уточнение m (h, Ct заданы)		
Коэффициент проницаемости	мДарси	238,975
Пористость	доли ед.	0,550638
Уточнение h (m, Ct заданы)		
Эффективная толщина пласта	м	88,5546
Коэффициент проницаемости	мДарси	26,9861
Коэффициент охвата	б. р.	8,85546
Уточнение Ct (m, h заданы)		
Коэффициент проницаемости	мДарси	238,975
Упругоёмкость пласта	1/МПа	0,132173

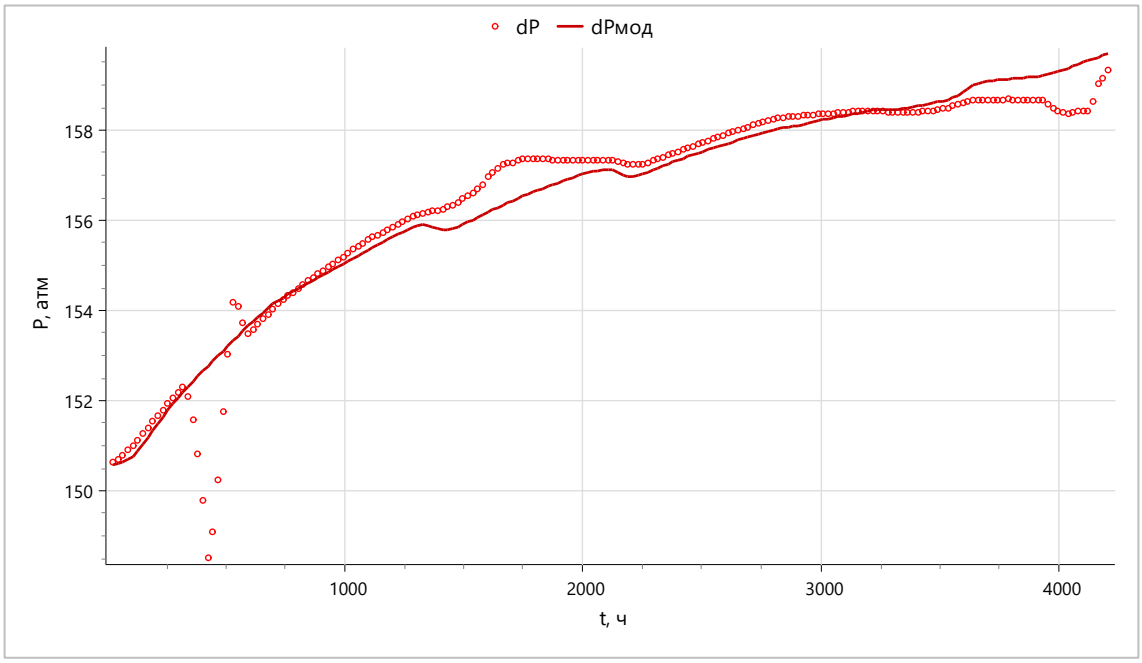
Результаты интерпретации распределяются на четыре группы: **Общие параметры**, **Уточнение m**, **Уточнение h** и **Уточнение Ct**.

В таблице для каждого результирующего параметра можно установить размерность путем выбора значения из выпадающего списка. Установленная размерность сохраняется в реестр и восстанавливается при следующем сеансе работы программы.

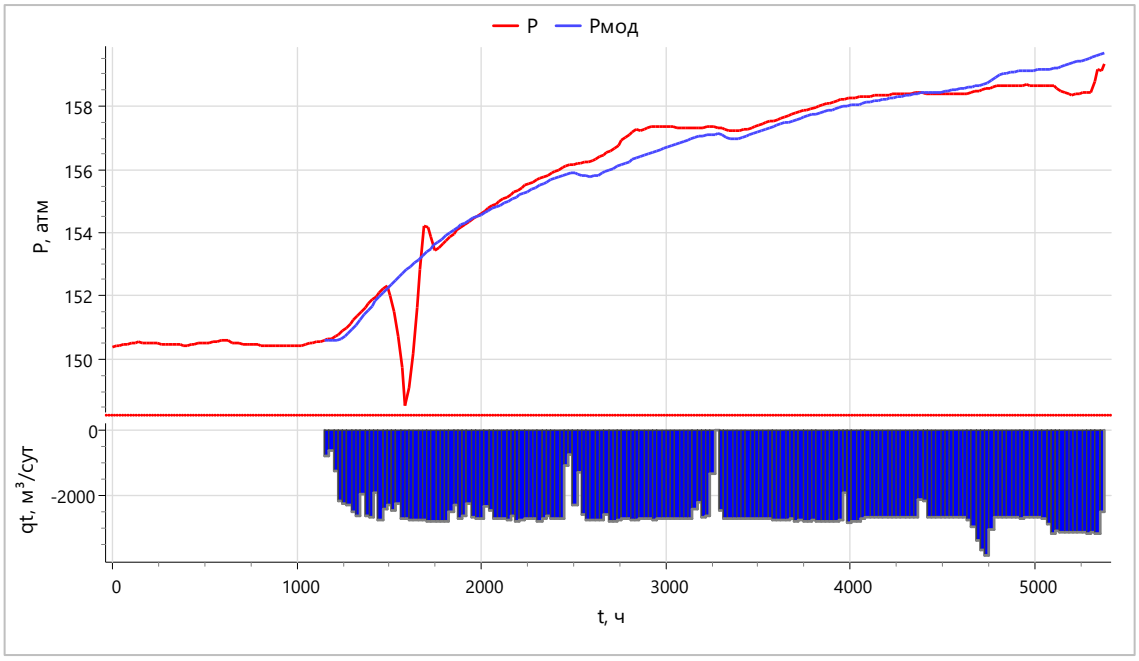
Графики

В правой части размещаются вкладки с **Графиком dP** и **Графиком P(t) (+ P(t) мод.)**.

На графике dP отображаются фактическая и модельная кривые давления:



На графике **P(t) (+ P(t) мод.)** отображаются фактическая и модельная кривые давления в линейных координатах с историей давлений, а также гистограмма расхода флюида:



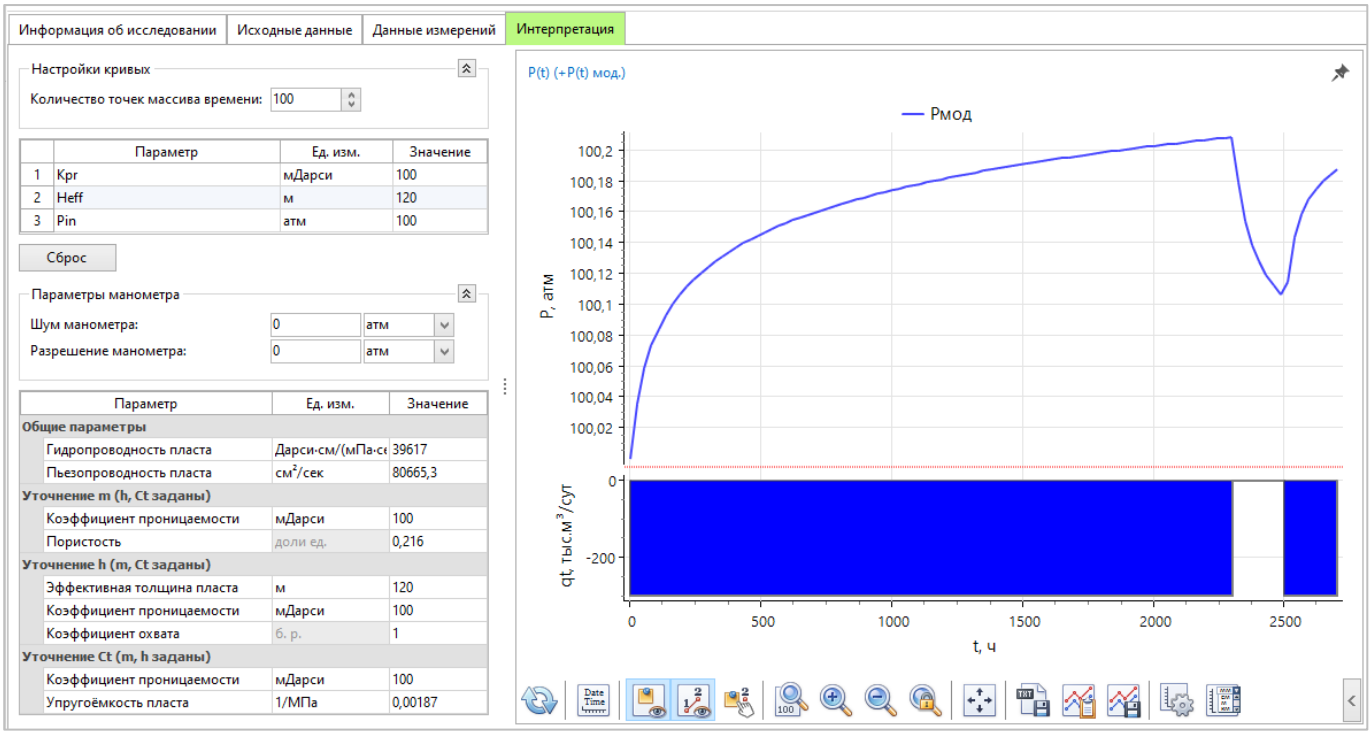
Режим моделирования

В модуле реализована возможность моделирования реакции реагирующей скважины при заданной истории дебита (приемистости) возмущающей скважины и характеристиках пласта.

Режим моделирования автоматически включается при соблюдении условий:

- отсутствие кривой замеров давлений;
- введение истории работы возмущающей скважины;
- задание характеристик пласта.

В режиме моделирования на вкладке **Интерпретация** появляется группа параметров манометра и отображается только один **График P(t) (+ P(t) мод.)**:

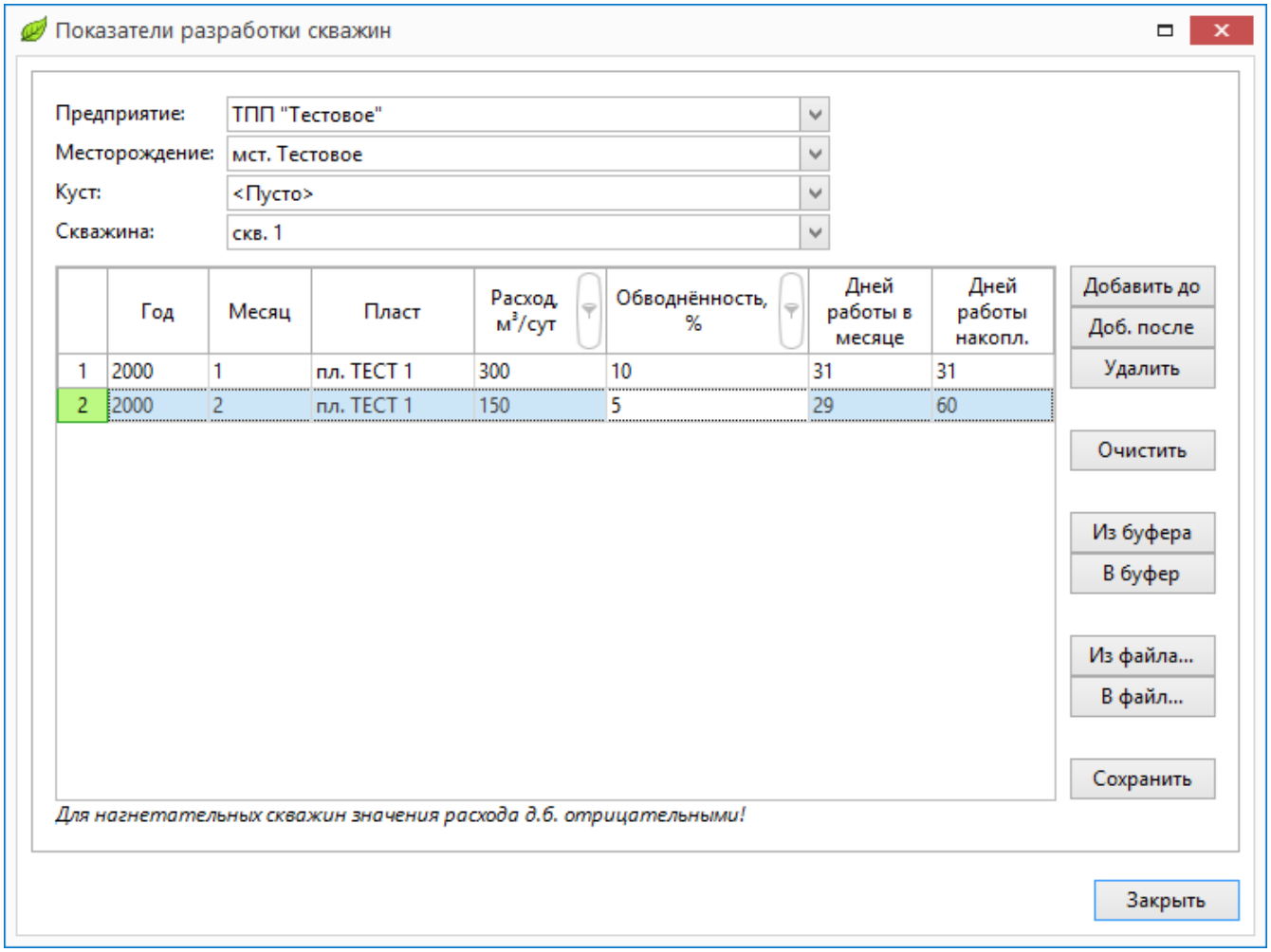


Для проведения моделирования достаточно ввести значения параметров модели, при этом на графике автоматически отобразится модельная кривая давлений, которая строится в линейном масштабе для всей заданной истории дебитов возмущающей скважины. Результаты моделирования позволяют предварительно оценить время и уровень ожидаемых возмущений.

14.4.6. Окно "Показатели разработки скважин"

Диалог вызывается по нажатию кнопки **Показатели разработки** и предназначен для ввода и редактирования показателей разработки скважин, которые отображаются на карте месторождения.

Диалог содержит идентификационные поля для выбора скважины и таблицы с показателями разработки выбранной скважины:



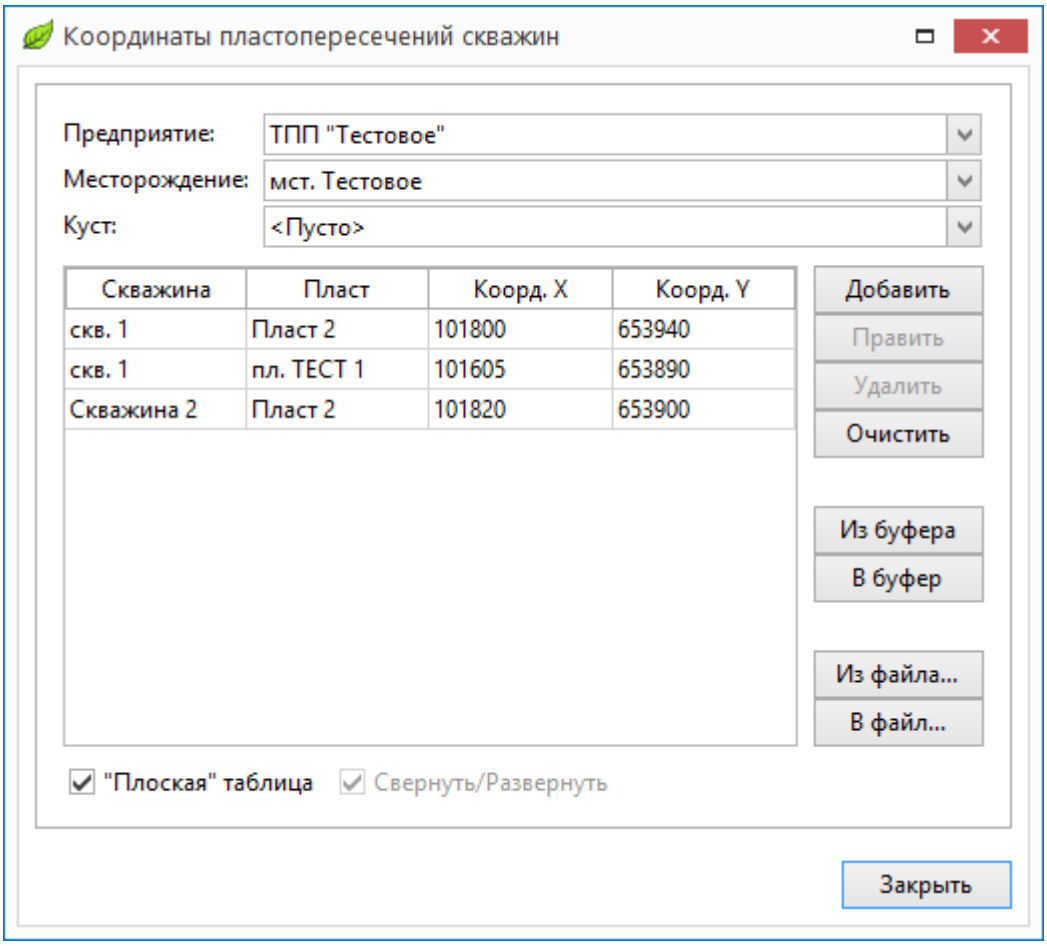
Ввод показателей разработки может быть осуществлен как вручную (кнопки **Добавить до**, **Доб. после**, **Удалить**), так и загрузкой из буфера или из файла (кнопки **Из буфера** и **Из файла**).

Введенные показатели можно скопировать в буфер обмена (кнопка **В буфер**) или сохранить в файл (кнопка **В файл**). Сохранение введенных или отредактированных показателей в БД осуществляется кнопкой **Сохранить**.

14.4.7. Окно "Координаты пластопересечений скважин"

Диалог вызывается нажатием кнопки **Пластопересечение** и предназначен для ввода и редактирования координат пластопересечений скважин, которые используются для отображения скважин на карте месторождения.

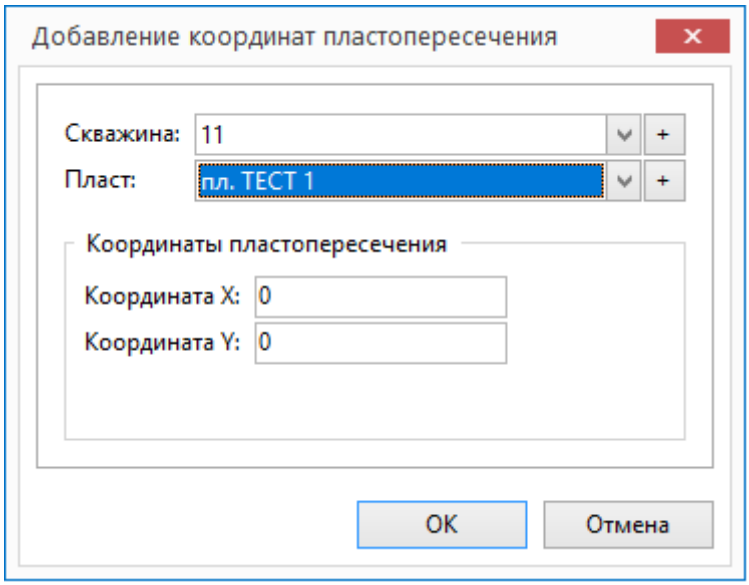
Диалог содержит идентификационные поля для выбора куста скважин и таблицы с координатами пластопересечений скважин в пределах выбранного куста:



Отображение таблицы координат пластопересечений возможно в двух режимах: в виде "дерева" и в виде "плоской" таблицы. Для отображения в виде "дерева" необходимо снять флаг в поле **"Плоская" таблица**. При этом таблица перестроится, и координаты пластопересечений будут сгруппированы по скважинам:

Пласт	Коорд. X	Коорд. Y
Скважина : Скважина 2		
Пласт 2	101820	653900
Скважина : скв. 1		
Пласт 2	101800	653940
пл. ТЕСТ 1	101605	653890

Добавление координат осуществляется по кнопке **Добавить**. При ее нажатии появится диалог **Добавление координат пластопересечения**, в котором необходимо выбрать скважину, пласт и ввести координаты X и Y:



Для удобства пользователя в диалоге допускается добавление новых скважин и пласта в справочник БД. Для этого предназначены кнопки **Плюс** напротив полей выбора скважины и пласта. Новая скважина или пласт добавляется в соответствующий справочник, указанный в диалоге **Координаты пластопересечений скважин**. После нажатия кнопки **ОК**, координаты будут добавлены в таблицу диалога **Координаты пластопересечений скважин**.

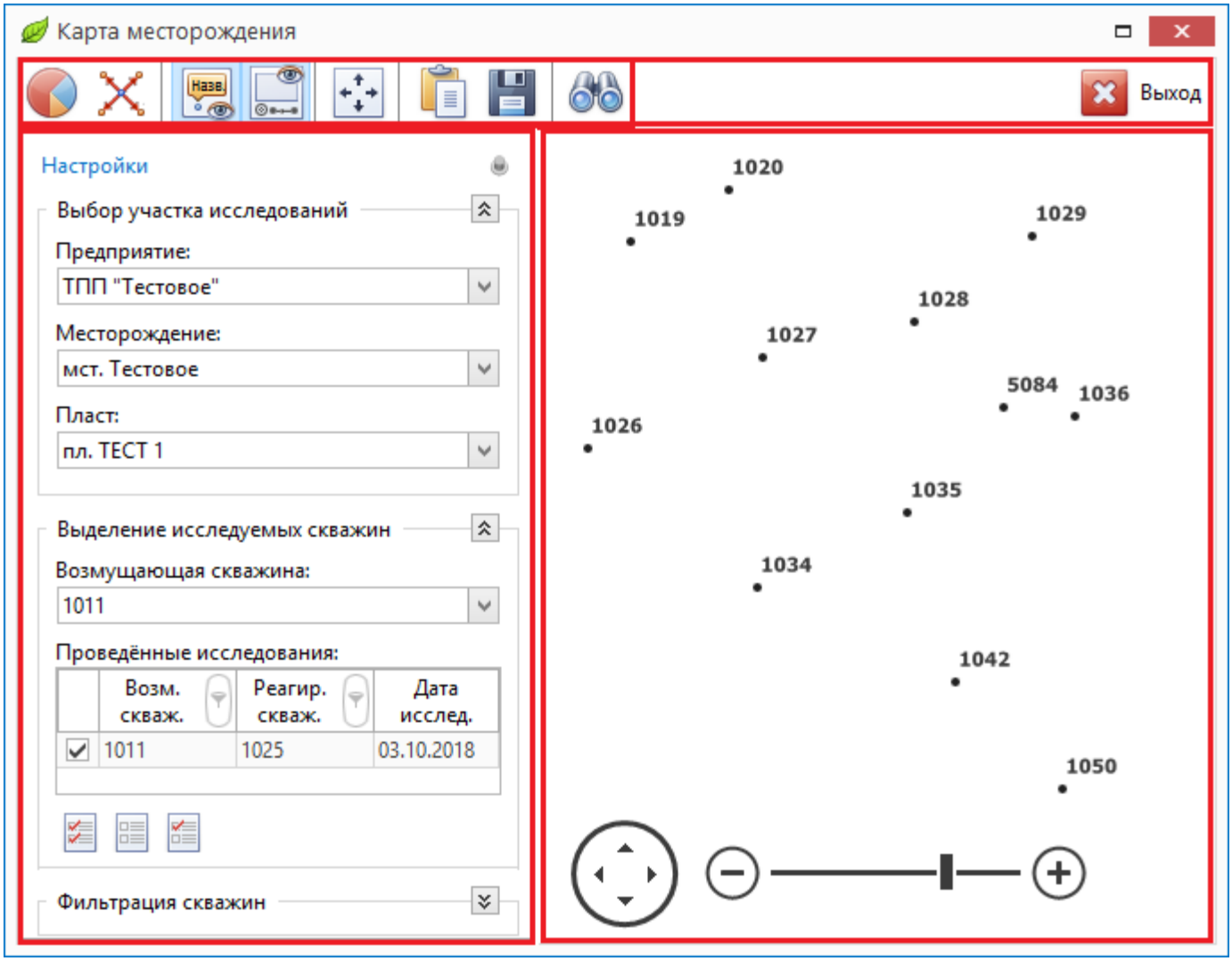
Для редактирования ранее добавленных координат предназначена кнопка **Править**. Для удаления координат нужно выделить строку и нажать кнопку **Удалить**. Кнопка **Очистить** полностью очищает таблицу пластопересечений.

С помощью соответствующих кнопок в диалоге возможна загрузка координат из буфера обмена или из файла, а также копирование данных в буфер обмена или сохранение в файл.

14.4.8. Окно "Карта участка месторождения"

В модуле предусмотрена возможность отображения карты месторождения. Диалог **Карта месторождения** вызывается по нажатию соответствующей кнопки на панели инструментов **Исследование**. Диалог состоит из следующих элементов:

- панель инструментов;
- панель настройки фильтрации и выбора отображаемых объектов;
- область отображения карты.



Панель инструментов

Работа с картой осуществляется с помощью кнопок на панели инструментов, расположенных в верхней части окна:

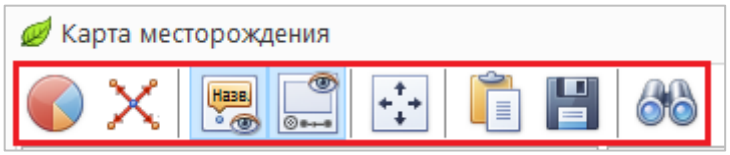


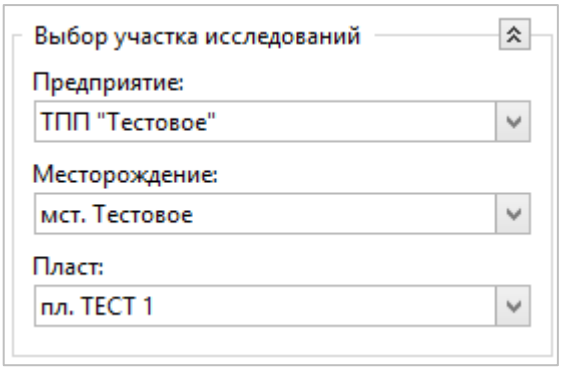
Таблица 13. Кнопки панели инструментов карты месторождения

Кнопка	Название	Описание
	Показать/скрыть показатели разработки скважин	Включает/отключает отображение показателей разработки скважин в виде диаграмм
	Показать/скрыть направление фильтрационных потоков	Включает/отключает отображение направления фильтрационных потоков в виде стрелок на карте

	Показать/скрыть подписи скважин	Включает/отключает отображение названия скважин
	Включить/отключить панель навигации	Включает/отключает панель навигации, расположенную в нижней части карты
	Центрировать карту	Устанавливает максимально допустимый масштаб, чтобы отобразить все скважины в области просмотра
	Скопировать карту в буфер	Копирует карту в буфер обмена в виде изображения
	Сохранить в файл	Сохранение изображения графика в файл
	Поиск скважины	Поиск скважины на карте по ее полному или частичному наименованию
	Выход	Закрытие окна

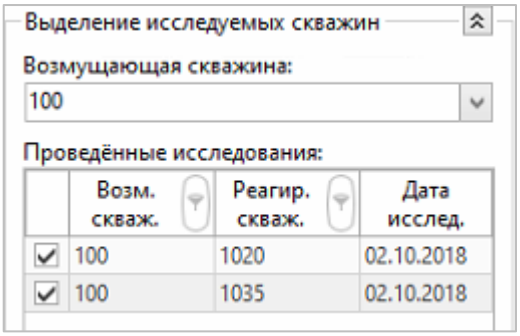
Панель настройки фильтрации и выбора отображаемых объектов

Для выбора участка необходимо в группе **Выбор участка исследований** выбрать соответствующие параметры: **Предприятие**, **Месторождение** и **Пласт**:

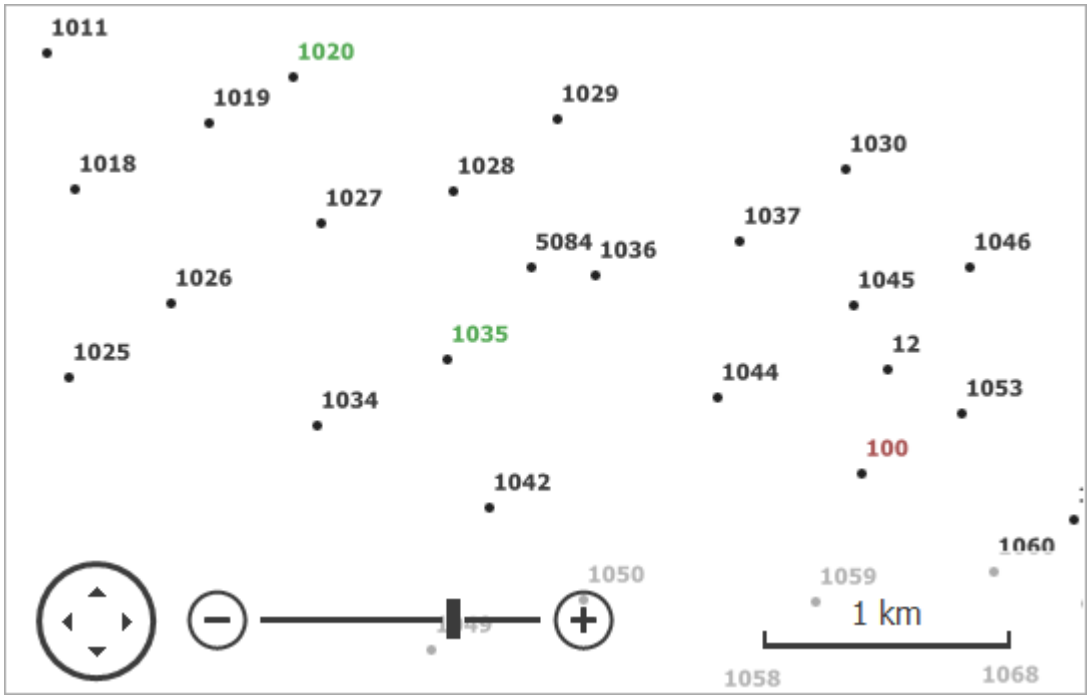


После их выбора карта автоматически обновится и, в случае наличия в БД координат пересечений скважин с выбранным пластом, они отобразятся на карте. Скважины автоматически масштабируются по всей видимой части карты.

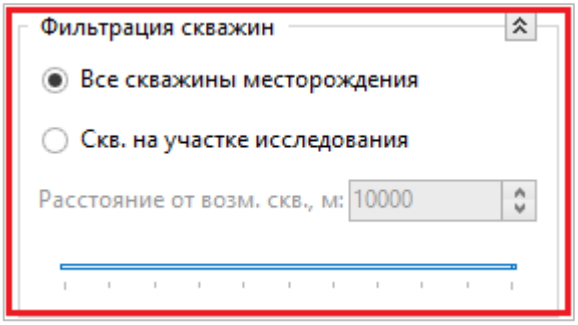
Группа **Выделение исследуемых скважин** позволяет выбрать возмущающую скважину и/или пару возмущающей и реагирующей скважин, на которых проводились исследования:



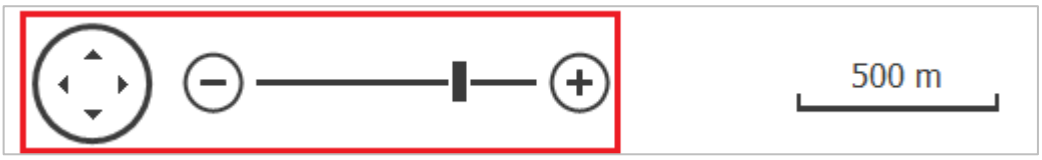
При этом на карте наименования выбранных скважин будут выводиться коричневым (для возмущающих) или зеленым (для реагирующих) цветами:



Если в поле **Возмущающая скважина** выбрана какая-либо скважина, то активируется группа **Фильтрация скважин**. Данная группа предназначена для дополнительной фильтрации отображаемых скважин. Предусмотрено два режима отображения: отображение всех скважин месторождения или скважин в заданном радиусе от выбранной возмущающей скважины:



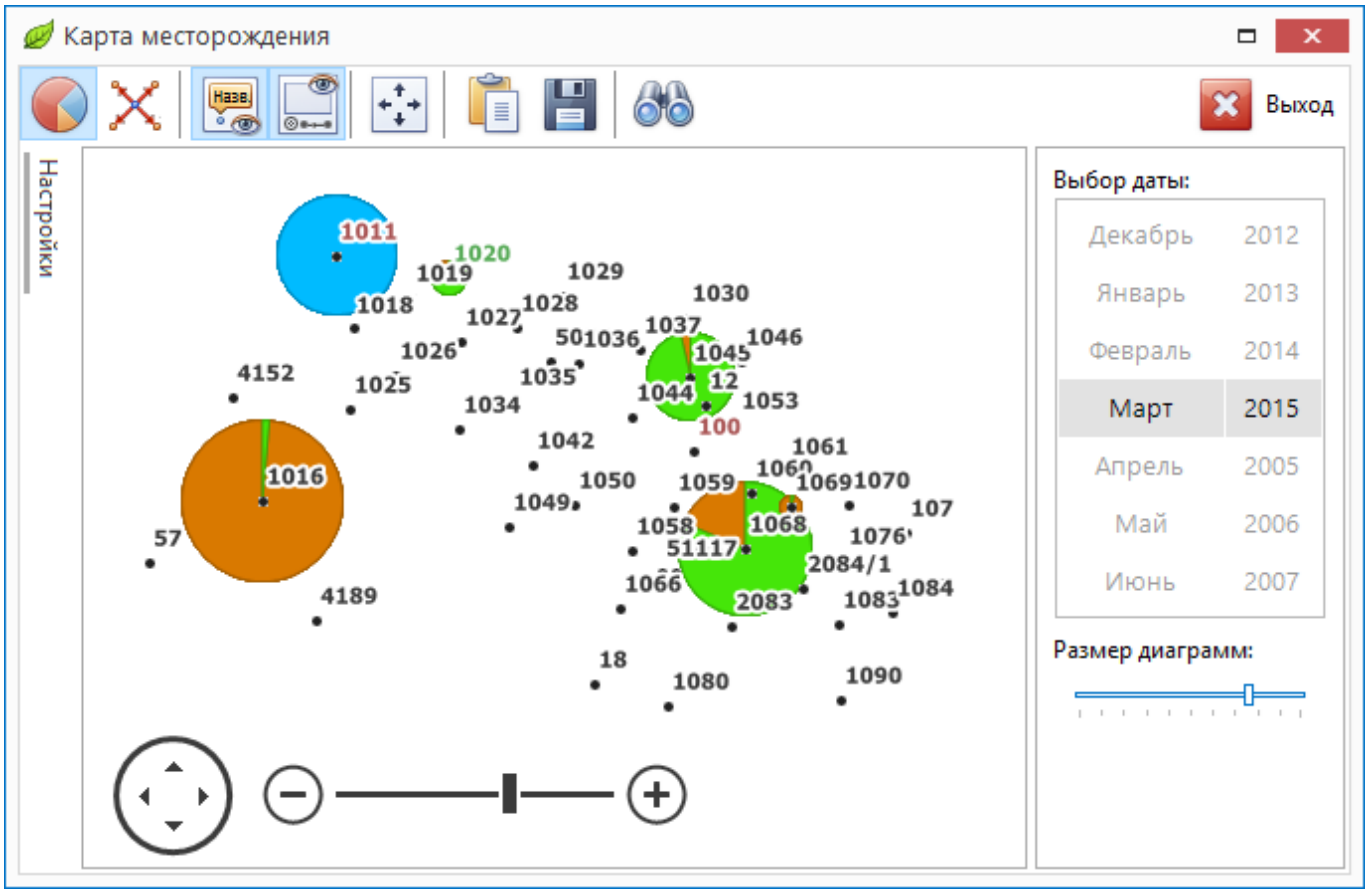
Масштабирование карты может осуществляться как колесом мышки, так и с помощью навигационных кнопок:



Показатели разработки

Для перевода карты в режим отображения показателей разработки скважин предназначена кнопка **Показать/скрыть показатели разработки**. При ее нажатии в правой части окна появляется панель выбора даты показателей разработки, а у скважин,

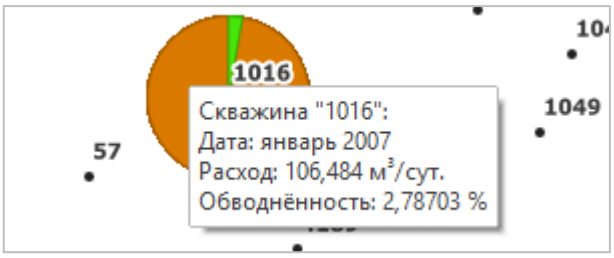
отображаемых на карте, появляется круговая диаграмма продуктивности (в случае наличия загруженных данных показателей разработки в БД):



Установив фокус на поле с выбором даты и прокручивая колесо мышки, можно в динамике увидеть изменение продуктивности скважин, в том числе в период проведения исследований. Поле **Выбора даты** допускает диапазон в соответствии с датами загруженных показателей отображаемых скважин.

Размер диаграмм можно регулировать с помощью ползунка **Размер диаграмм**.

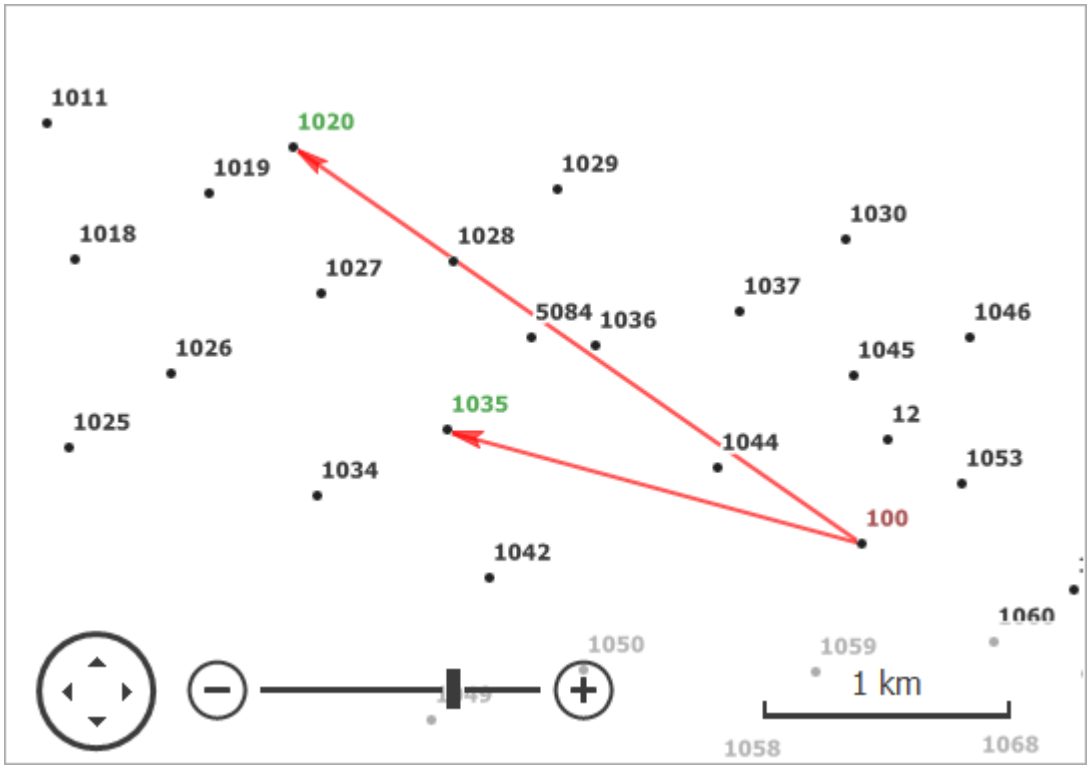
При наведении курсора на область круговой диаграммы появится всплывающая подсказка с информацией о работе скважины в установленном месяце:



Коричневый цвет круговой диаграммы обозначает добываемую нефть, зелёный – добываемую воду, синий – закачиваемую воду.

Направления фильтрационных потоков

Для перевода карты в режим отображения направлений фильтрационных потоков предназначена соответствующая кнопка на панели инструментов. При ее нажатии на карте стрелками будут отображены направления фильтрационных потоков от возмущающих (выделенных коричневым цветом) к реагирующим скважинам (выделенных зеленым цветом), выбранным в группе **Выделение исследуемых скважин**:



14.4.9. Настройка и формирование отчёта

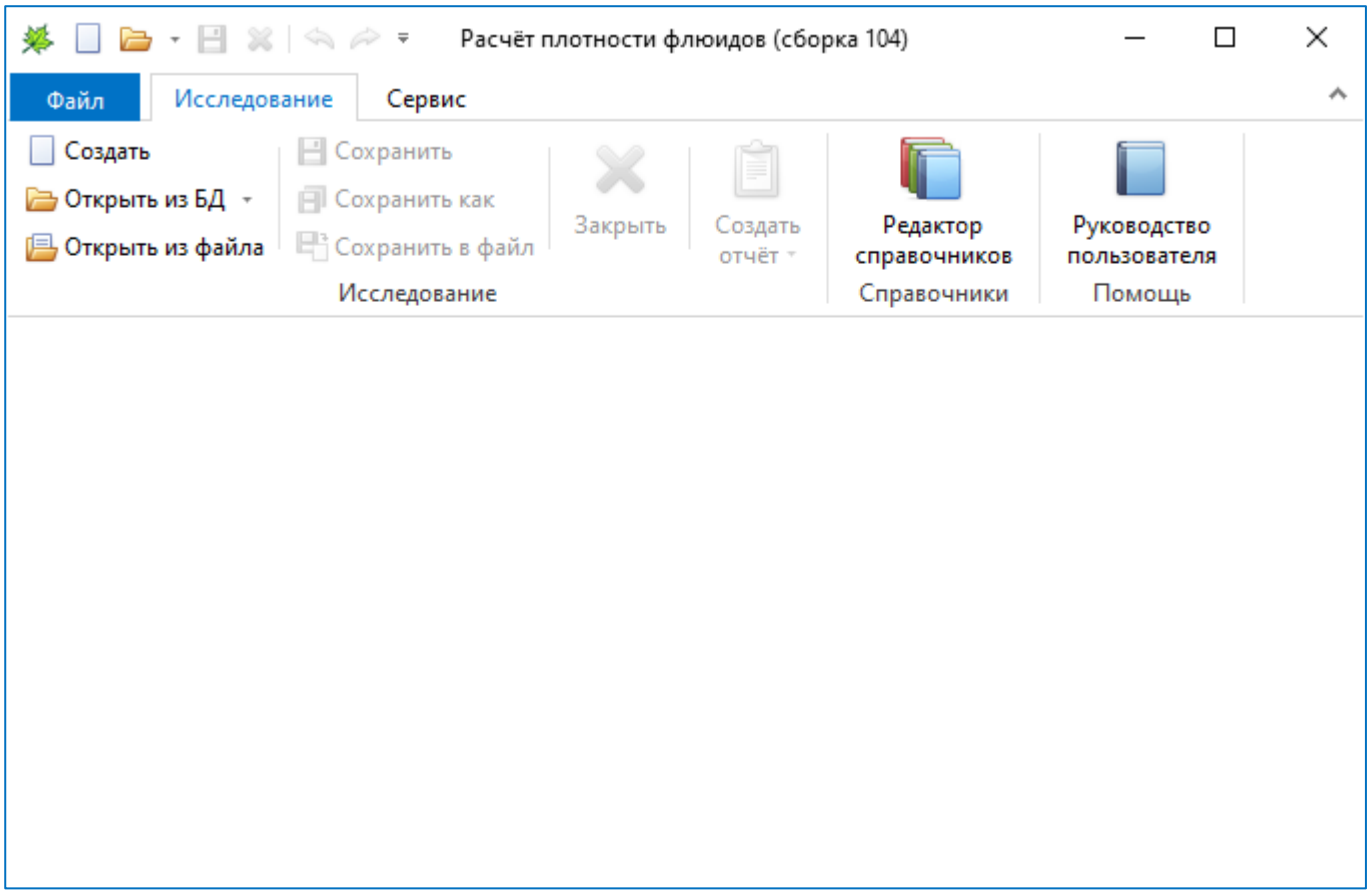
В модуле процедуры настройки и формирования отчёта идентичны аналогичным операциям в ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **6.8. Формирование отчета**.

15. Модуль "МГДИС-Плотность флюидов"

Модуль **МГДИС-Плотность флюидов** является подключаемым функциональным модулем, входящем в ПК МГДИС. В интерфейсе ПО МГДИС модуль называется **Расчёт плотности флюидов**.

Модуль предназначен для расчета плотности флюидов по стволу по данным глубинных замеров давления в остановленной (Статика) и работающей (Динамика) скважине, определения отметки раздела фаз, относительной плотности газа и гидравлических сопротивлений в лифтовых трубах.

Для запуска модуля необходимо нажать на кнопку **Модули | Расчёт плотности флюидов** панели инструментов ПО МГДИС, при этом откроется главное окно модуля:



15.1. Интерфейс пользователя

Интерфейс пользователя в модуле (меню, панель инструментов, панель быстрого доступа, стиль программы, инструменты работы с графиками, окно предпросмотра отчёта) аналогичен интерфейсу ПО МГДИС, описание которого приведено в разделе **4. Интерфейс пользователя**.

15.2. База данных

При запуске модуль автоматически подключается к общей БД МГДИС, своей БД модуль не имеет.

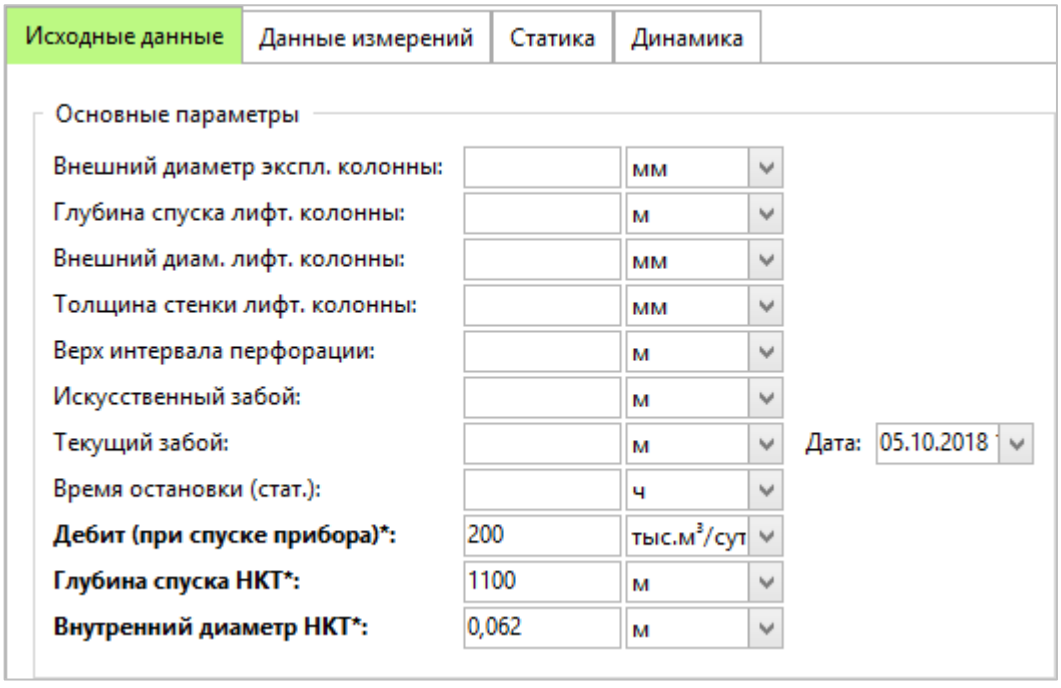
15.3. Операции с исследованиями

В модуле "Расчёт плотности флюидов" основные операции с исследованиями, такие как создание, открытие, сохранение, закрытие, удаление исследования идентичны аналогичным операциям ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **5. Работа с исследованием**.

15.4. Работа с данными

15.4.1. Вкладка "Исходные данные"

Вкладка **Исходные данные** появляется при создании/открытии любого исследования. На этой вкладке вводятся необходимые для расчета параметры скважины:



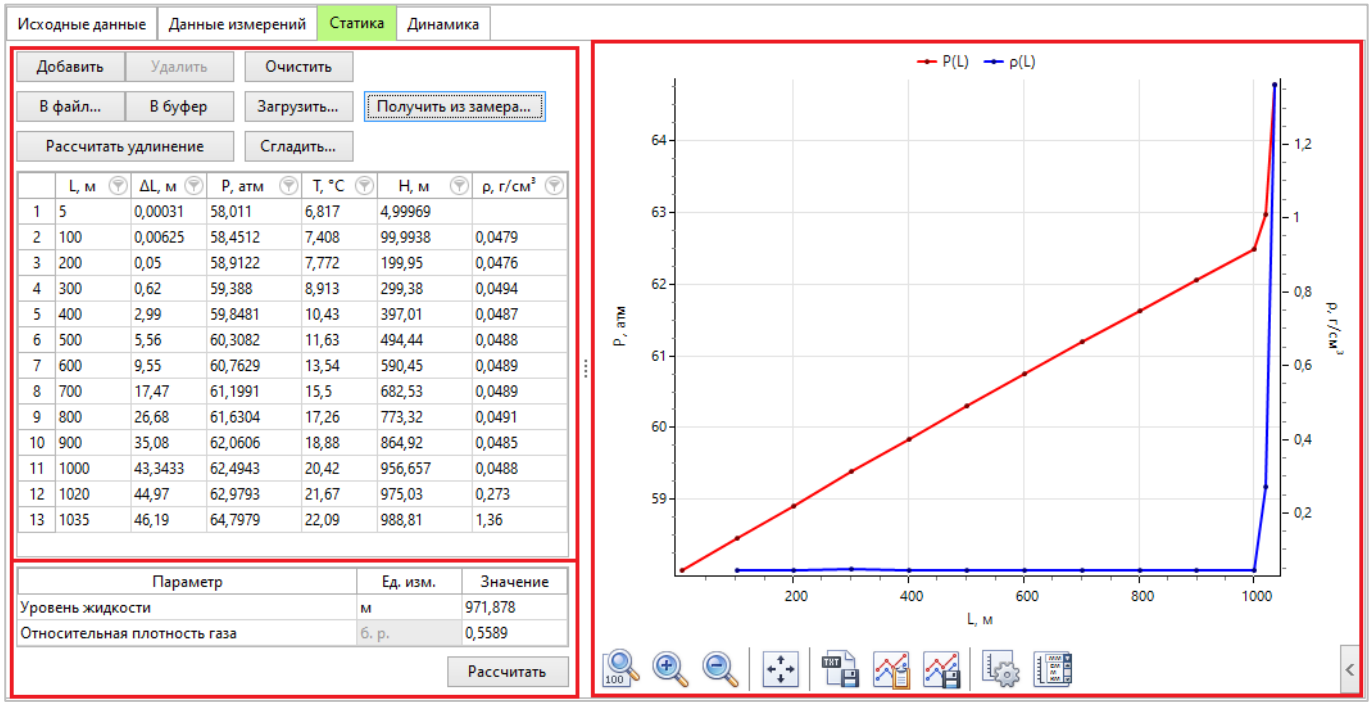
15.4.2. Вкладка "Данные измерений"

Вкладка **Данные измерений** идентична аналогичной вкладке в ПО МГДИС, которая описана в разделе **6.2.3. Вкладка "Давление (P)"**.

15.4.3. Вкладка "Статика"

Вкладка **Статика** предназначена для ввода данных замеров давления, температуры и удлинения при остановке геофизического прибора на указанных глубинах замера в остановленной скважине.

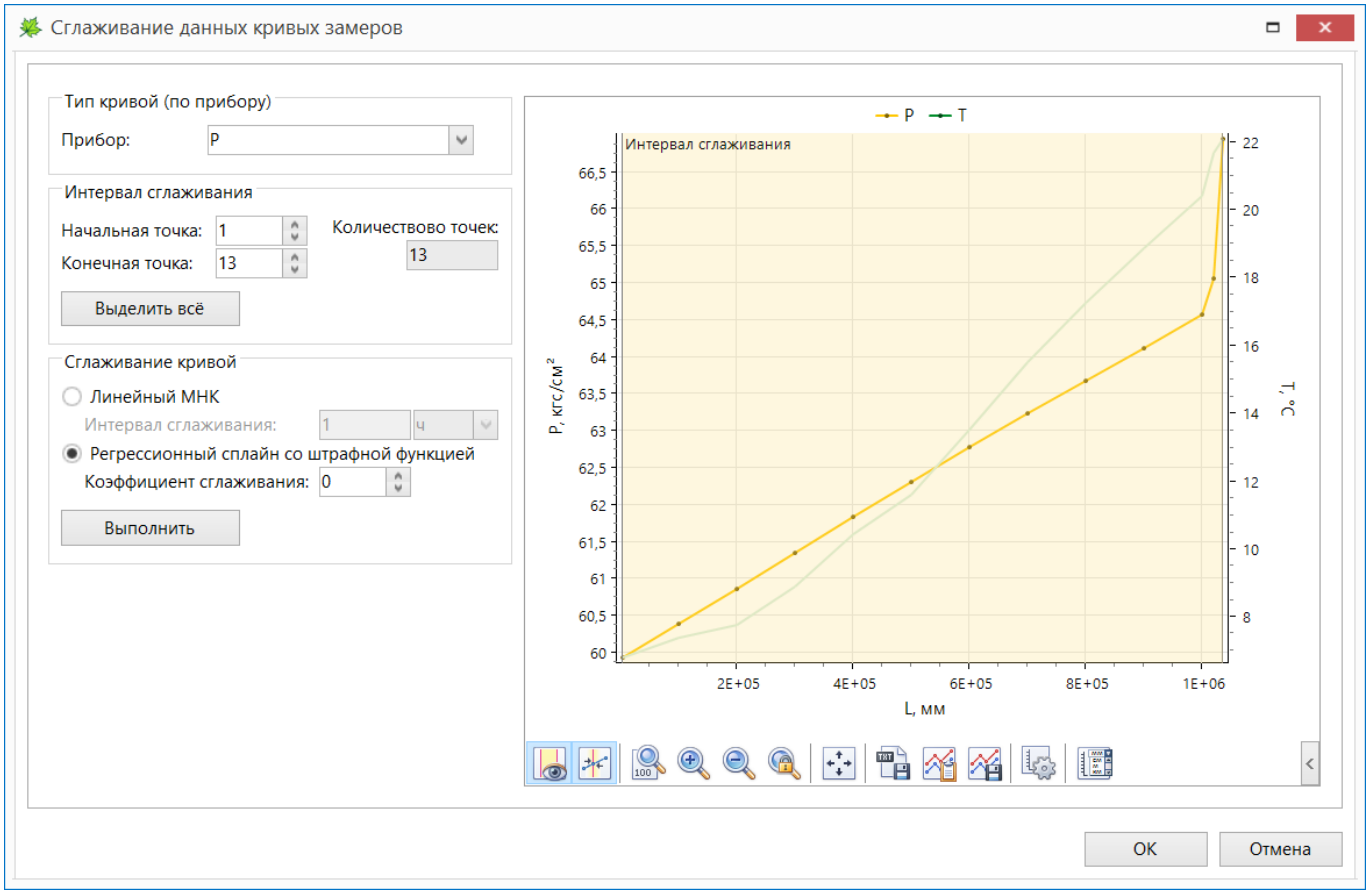
Вкладка состоит из таблицы с данными замеров, таблицы с результатами расчета и области с графиком:



Функционал большинства кнопок является типовым и описан в других разделах (напр., 15.4.1. Вкладка "Исходные данные"). Исключением являются кнопки **Рассчитать удлинение** и **Сгладить**, чей специфический функционал описан ниже.

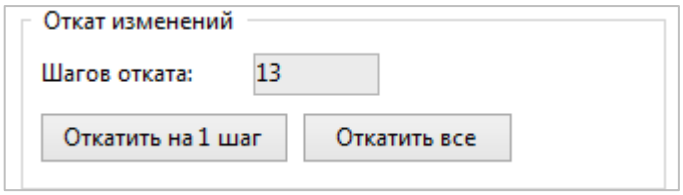
При отсутствии данных удлинения **ΔL** необходимо пользоваться кнопкой **Рассчитать удлинение,** которая произведет расчет на основании данных инклинометрии скважины.

Нажатие кнопки **Сгладить** открывает окно, интерфейс которого позволяет сгладить загруженные кривые давления и температуры во всем диапазоне или на выбранном интервале точек:



Для сглаживания необходимо выбрать алгоритм (**Линейный МНК** или **Регрессионный сплайн со штрафной функцией**), ввести необходимый параметр и нажать кнопку **Выполнить**. При этом на графике станет видно, что траектория кривой изменилась согласно выбранному алгоритму сглаживания.

После первой операции сглаживания внизу появляется группа **Откат изменений**, в котором располагаются элементы управления откатами действий:



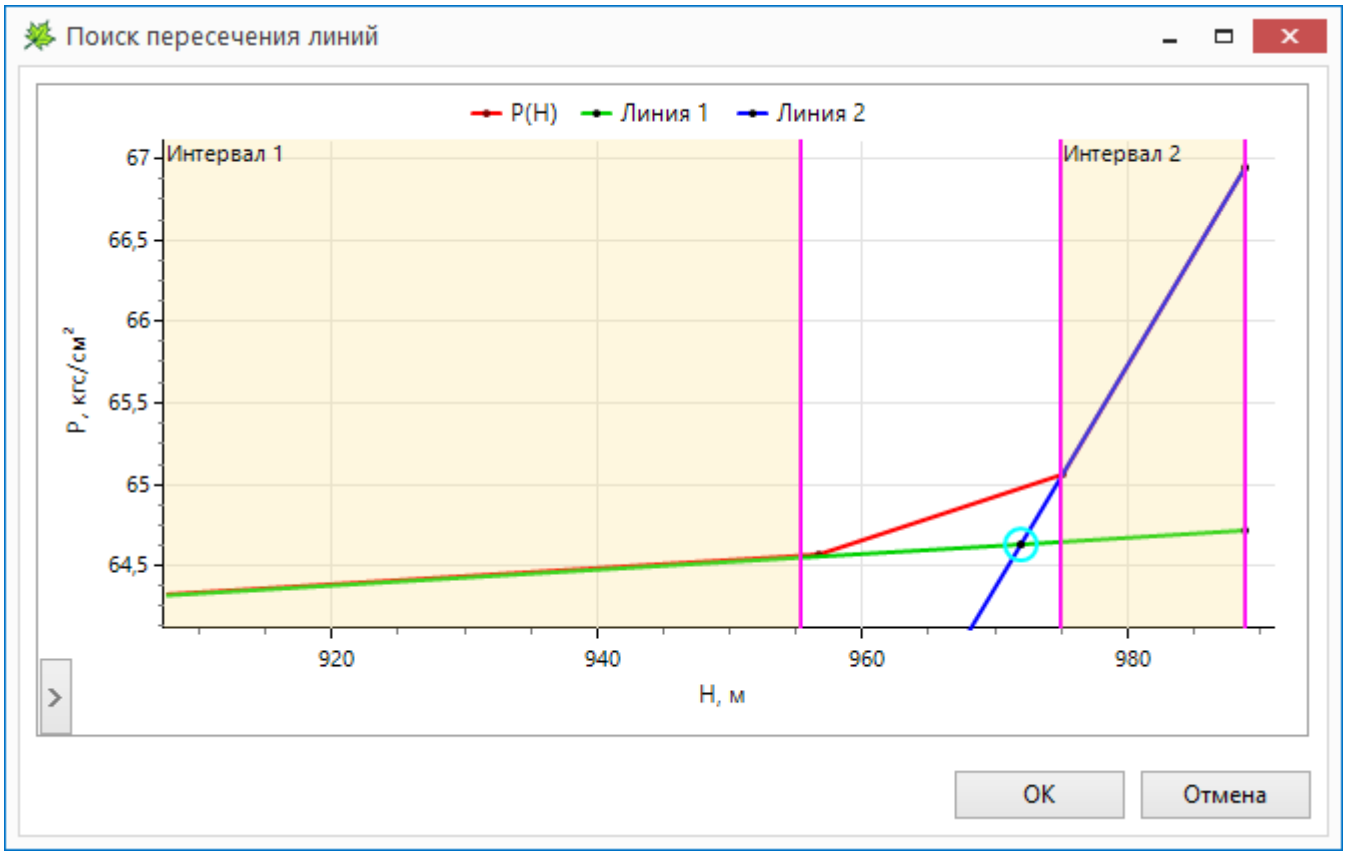
Выполнять сглаживание данных в диалоге можно столько раз, сколько потребуется. При этом каждый шаг записывается в память для возможности отмены изменений. Количество шагов отката отображается в поле **Шагов отката**. Для отмены изменений необходимо нажать на кнопку **Откатить на 1 шаг** или **Откатить все**.

При нажатии кнопки **OK** диалог **Сглаживание данных кривых замеров** закроется, а сглаженные данные отобразятся на графике **Исходный график P(t)** на вкладке **Давление (P)**.

После заполнения таблицы замеров для расчета плотности флюида на глубинах замера необходимо нажать на кнопку **Рассчитать**, при этом откроется окно **Поиск**

пересечения линий, в котором отображается график зависимости P(H) с профилем давления от глубины замера.

Задачей интерпретатора является выделение двух интервалов на профиле давления P(H) с разными углами наклона. Выделение выполняется перемещением границ интервалов с помощью курсора. Границы интервалов могут совмещаться, но не пересекаться. На правом интервале должно быть не менее двух точек замера. Уровень жидкости определяется точкой пересечения линий аппроксимации, рассчитанных для обоих интервалов:



Если наклон кривой P(H) правого участка не отличается от наклона левого участка, то жидкость в стволе отсутствует.

После выделения интервалов и нажатия кнопки **OK** окно **Поиск пересечения линий** закроется, а на вкладке **Статика** в таблице с результатами расчета появятся рассчитанные значения уровня и плотности жидкости:

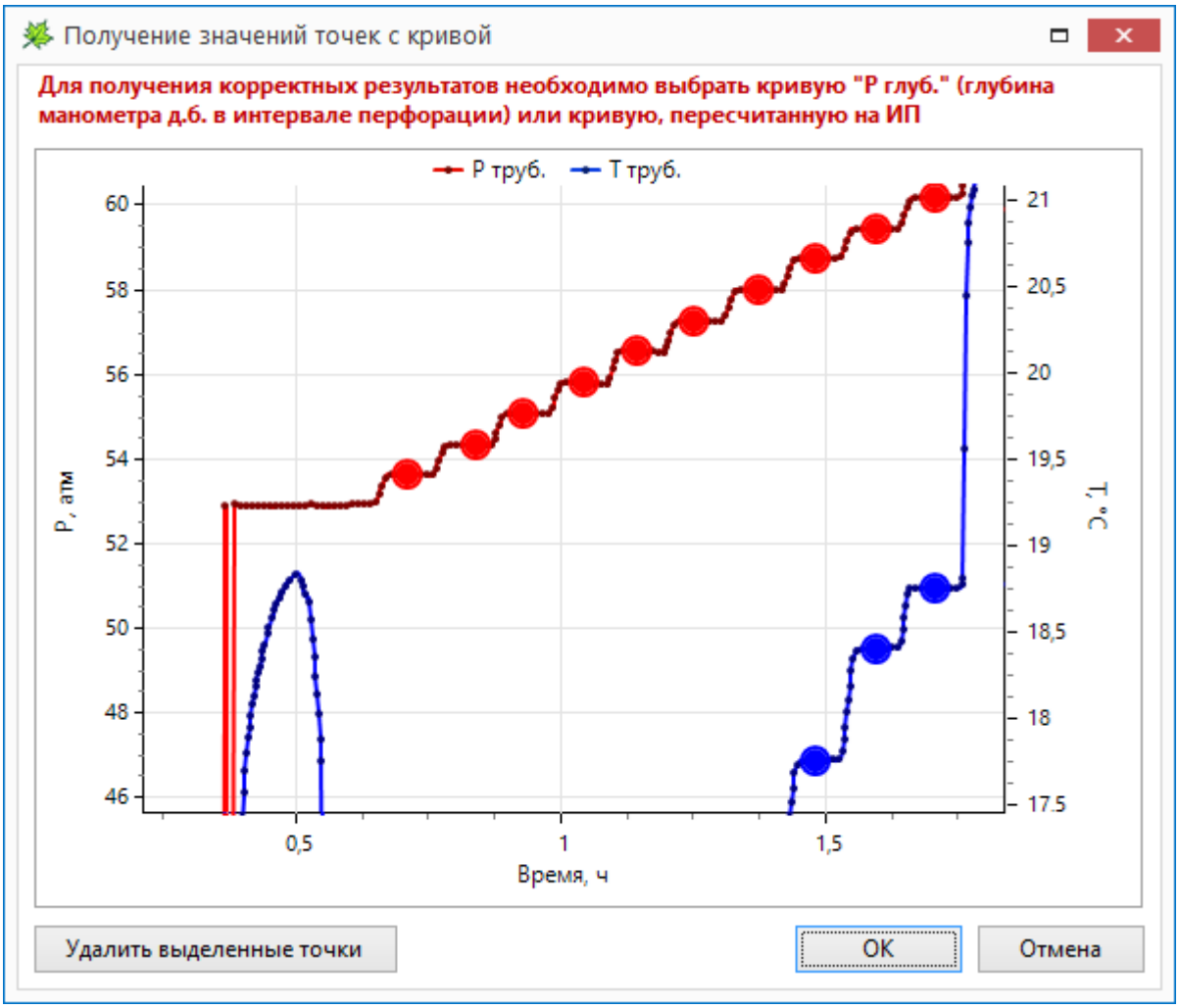
Показатель	Ед. изм.	Значение
Уровень жидкости	м	971,885
Относительная плотность газа	б. р.	0,5589

Получение данных из замера

Данные давления и температуры можно получить непосредственно с кривой давления. Для этого предназначена кнопка **Получить из замера**. Если в таблице

присутствуют данные, то перед получением данных из замера таблица будет очищена автоматически.

Диалог **Получение значений точек с кривой** представляет из себя окно с графиком, на котором отображаются кривые, загруженные на вкладке **Данные измерений**. В данном диалоге для выбора точек, которые будут импортированы в таблицу с данными замеров, необходимо выбрать точки на кривых давления и температуры путем нажатия на точке кривой средней кнопкой мыши. Выбранные точки на кривой отмечаются "жирной" заливкой:



В случае, если точка выбрана неверно, необходимо повторно нажать на ней средней кнопкой мыши для удаления.

После выбора точек на графике замера необходимо нажать кнопку **OK**. При этом диалог закроется, а данные выбранных точек импортируются в таблицу замера на вкладке **Статика** в соответствующие колонки давления и температуры:

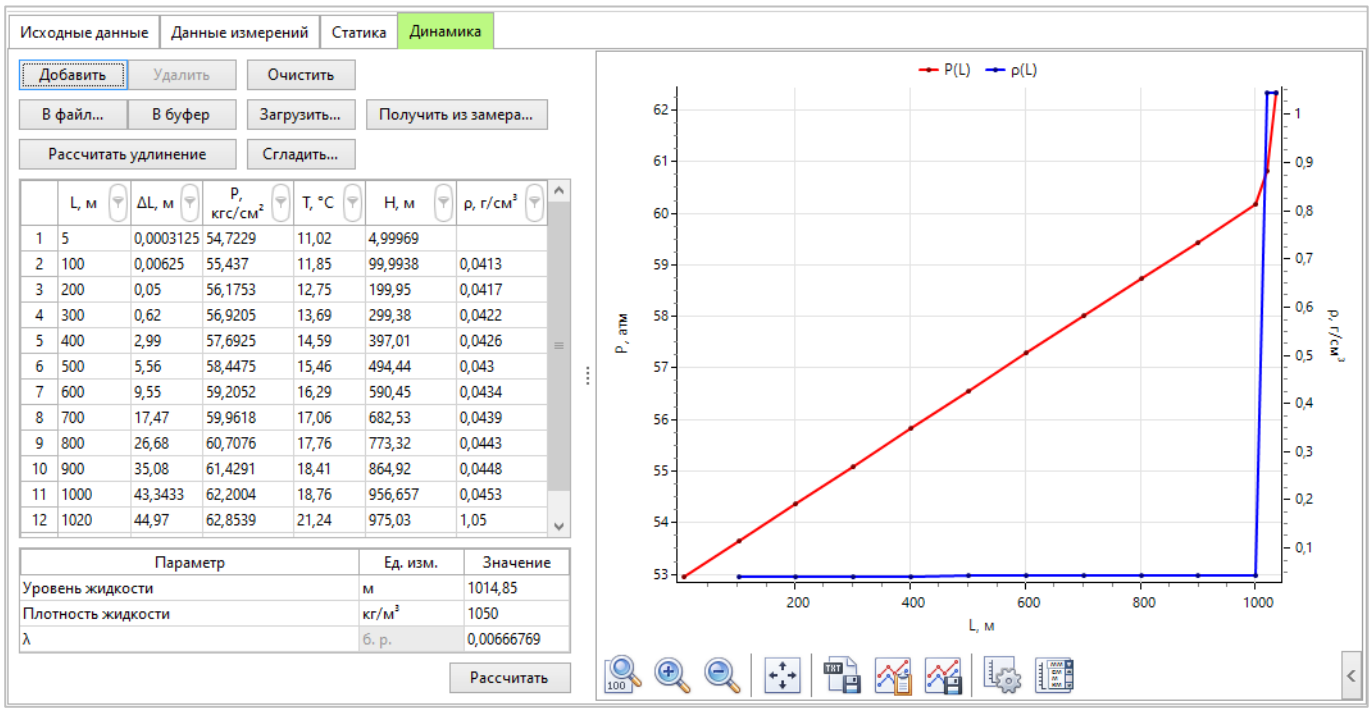
	L, м	ΔL, м	P, кгс/см²	T, °C	H, м	ρ, г/см³
1			55,4371	11,85		
2			56,1697	12,75		
3			56,9195	13,69		
4			57,6901	14,6		
5			58,4499	15,47		
6			59,2049	16,29		
7			59,9652	17,0741		
8			60,7067	17,7635		

После этого необходимо в соответствующие колонки таблицы замера ввести данные глубины и удлинения. Сделать это можно как ручным вводом, так и вставкой из буфера обмена нажатием комбинации клавиш CTRL+V.

ПРИМЕЧАНИЕ: Вставка данных в таблицу из буфера обмена по комбинации CTRL+V может осуществляться в любое место таблицы, начиная с активной ячейки. Например, если установить курсор в ячейку таблицы [2, 3] (2-я строка, 3-й столбец) и вставить из буфера по CTRL+V структуру данных, состоящую из 2-х столбцов и 2-х строк, то будет заполнен диапазон данных в таблице начиная от ячейки [2, 3] (левая верхняя ячейка диапазона) и заканчивая ячейкой [3, 4] (правая нижняя ячейка диапазона).

15.4.4. Вкладка "Динамика"

Вкладка **Динамика** предназначена для ввода данных замеров давления, температуры и удлинения при остановке геофизического прибора на указанных глубинах замера в работающей скважине.Внешний вид вкладки **Динамика**, а также ввод данных, получение данных из замера и расчет параметров идентичен вкладке **Статика**:



15.4.5. Настройка и формирование отчёта

В модуле "Расчёт плотности флюидов" процедуры настройки и формирования отчёта идентичны аналогичным операциям в ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **6.8. Формирование отчета**.

15.4.6. Редактирование справочников

Редактор справочников предназначен для добавления, удаления и редактирования записей в справочниках БД.

ВНИМАНИЕ! Т.к. справочники в модуле «Расчет плотности флюидов» подгружаются из общей БД МГДИС, изменение справочников в модуле может повлиять на идентификацию всех исследований в общей БД, поэтому редактировать справочники в модуле нужно с осторожностью!

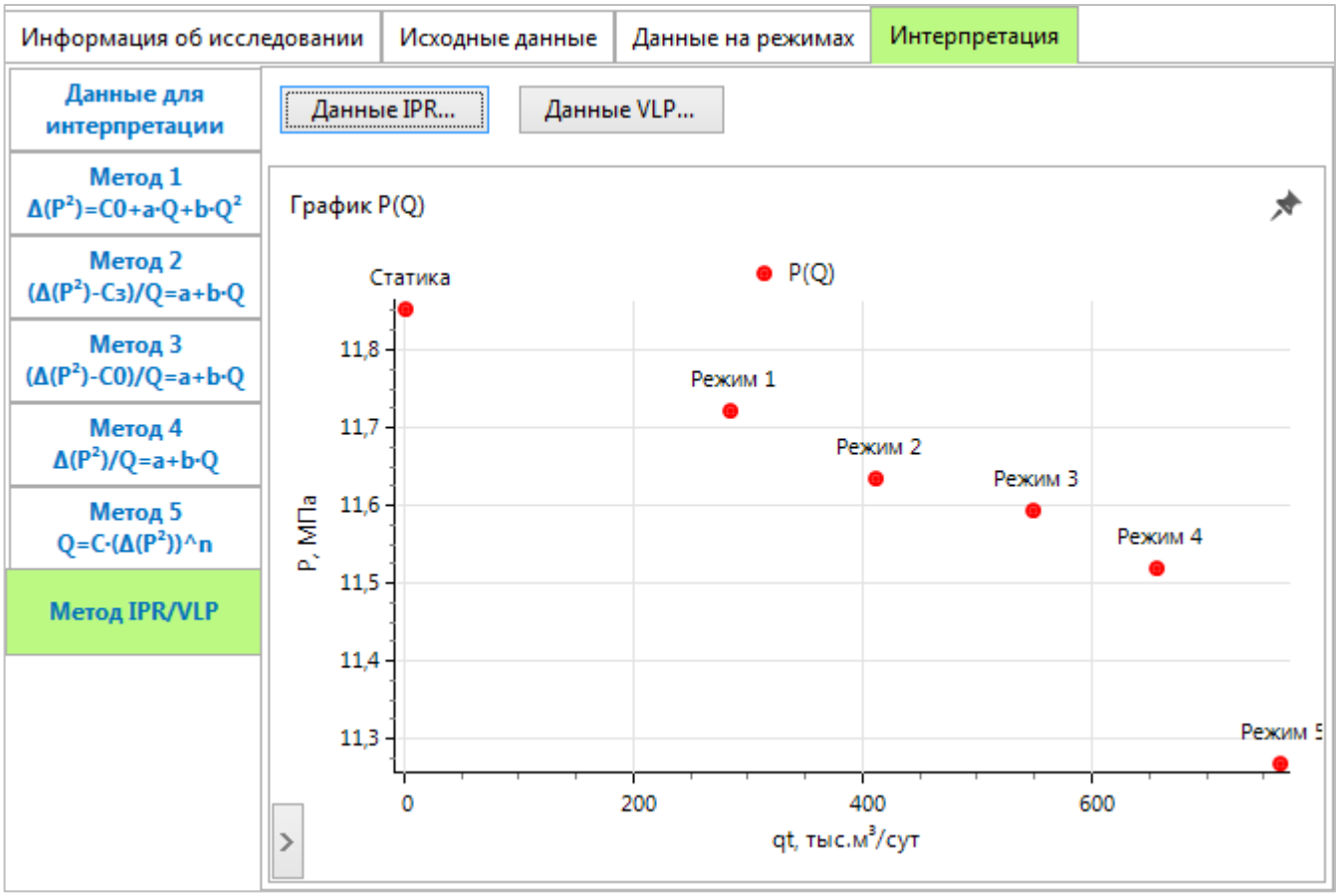
В модуле "Расчёт плотности флюидов" процедуры редактирования справочников идентичны аналогичным операциям в ПО МГДИС. Подробное описание перечисленных операций приведено в разделе **11.8. Редактирование справочников**.

16. Модуль "МГДИС-Узловой анализ"

16.1. Назначение модуля

Модуль узлового анализа в системе "пласт-скважина" предназначен для определения рабочего (оптимального) режима работы скважин – построения совместной зависимости давления от дебита (кривая IPR) на указанной отметке ствола (подъемника) и кривой потерь давления на заданных отметках ствола скважины (кривая VLP), обычно на устье, пересечение которых указывает на рабочий (оптимальный) режим работы скважины. Отсутствие пересечения означает отсутствие возможности эксплуатации скважины при данном устьевом давлении и конструкции скважины.

Модуль находится неотъемлемой частью базовой программы ПО МГДИС и располагается на подвкладке **Метод IPR/VLP** вкладки **Интерпретация** раздела интерпретации индикаторных диаграмм газовых скважин:



Модуль обеспечивает проведение расчетов с учетом следующих показателей:

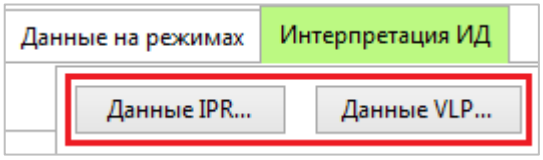
- Фильтрационных свойств пласта, продуктивных характеристик скважины, потерь давления в пласте и призабойной зоне (скин-факторов загрязнения призабойной зоны и геометрических скин-факторов скважины с неполным вскрытием, наклонной, горизонтальной, с трещинами ГРП и др.);

- PVT-свойств пластовых флюидов;
- Профиля скважины и параметров заканчивания – инклинометрии по стволу, радиуса скважины, перфорации, длины и диаметра лифтовых труб, шероховатости стенок лифтовых труб или безразмерного коэффициента гидравлического сопротивления.

16.2. Функциональные возможности модуля и порядок расчетов

После проведения интерпретации гидродинамических исследований на установившихся и неустановившихся режимах выполняется загрузка данных продуктивности скважины (в случае обработки индикаторной диаграммы) или данных обработки КВД (PSS) в модуль узлового анализа.

Для ввода данных для построения кривых IPR и VLP предназначены соответствующие кнопки, при нажатии на которые открывается соответствующий диалог для ввода данных:



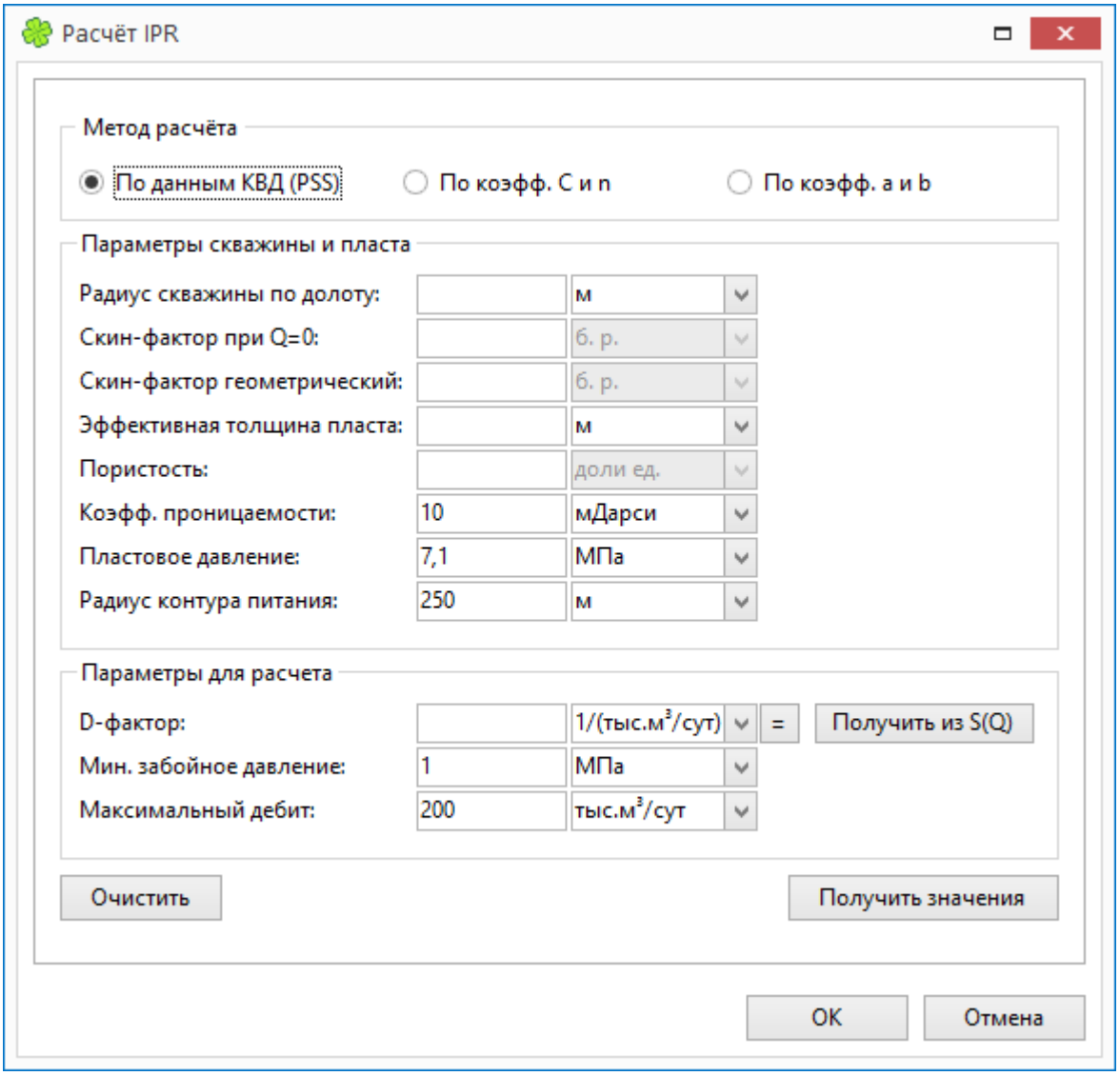
Кривая IPR

Расчет кривой IPR выполняется на основании обработки индикаторной диаграммы (данных дебитов и давлений на режимах) и может осуществляться по одному из 3-х методов:

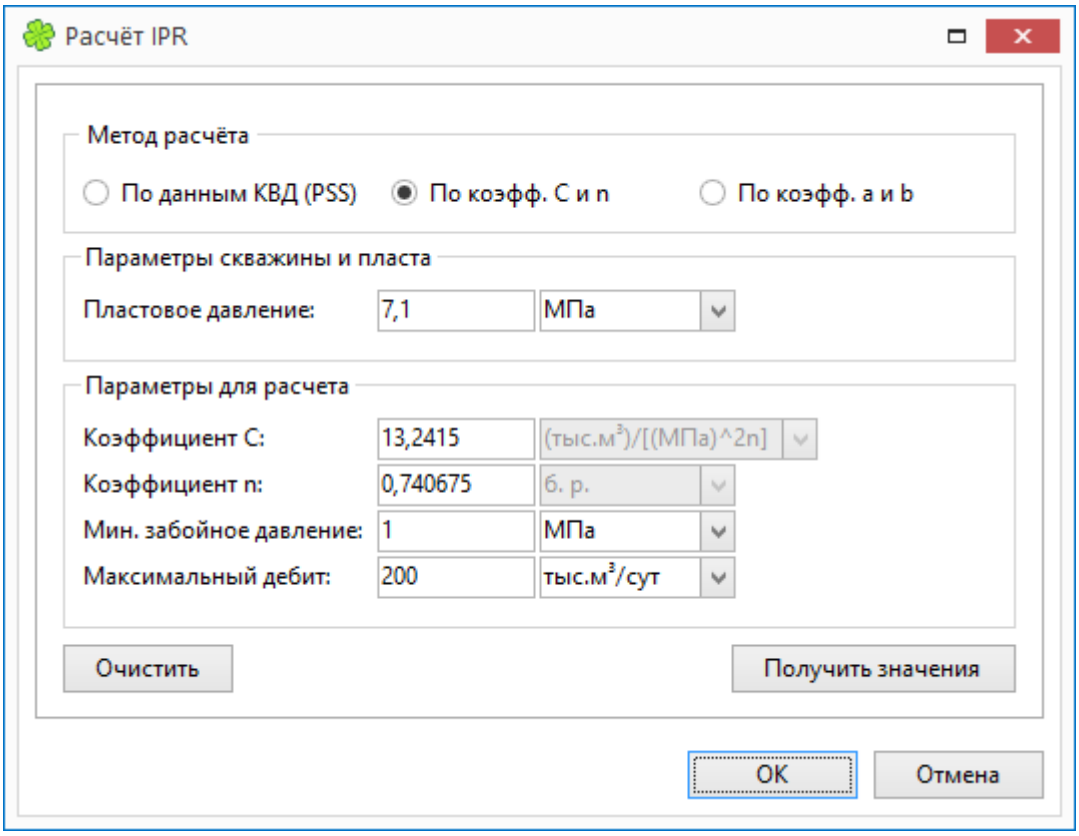
- по данным КВД (PSS)
- по коэффициентам C и n
- по коэффициентам a и b

Значения коэффициентов a и b или C и n (в зависимости от метода) могут быть введены вручную.

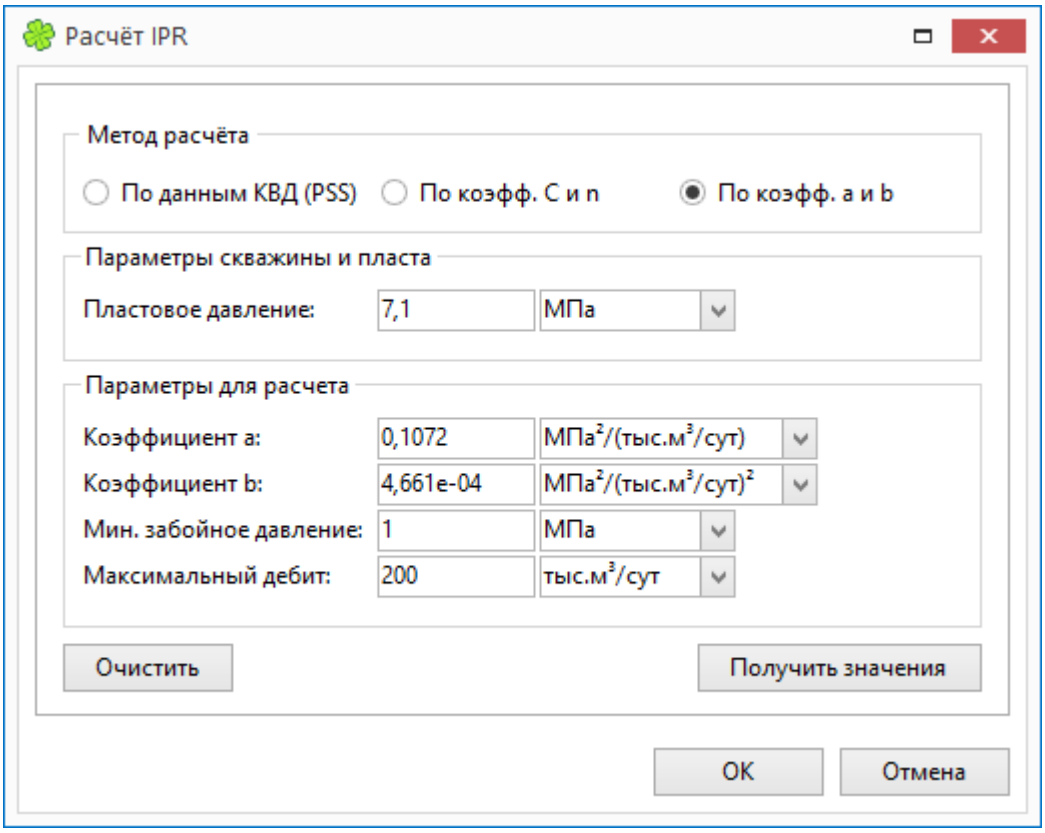
При построении кривой IPR по данным обработки КВД для построения кривой IPR вводятся следующие исходные параметры:


Расчёт IPR
Метод расчёта
По данным КВД (PSS)
По коэфф. C и n
По коэфф. a и b
Параметры скважины и пласта
Радиус скважины по долоту:
м
Скин-фактор при Q=0:
б. р.
Скин-фактор геометрический:
б. р.
Эффективная толщина пласта:
м
Пористость:
доли ед.
Коэфф. проницаемости:
10
мДарси
Пластовое давление:
7,1
МПа
Радиус контура питания:
250
м
Параметры для расчета
D-фактор:
1/(тыс.м³/сут)
=
Получить из S(Q)
Мин. забойное давление:
1
МПа
Максимальный дебит:
200
тыс.м³/сут
Очистить
Получить значения
OK
Отмена

При выборе метода расчета по коэффициентам C и n список исходных данных для построения кривой IPR следующий:



В случае расчета по коэффициентам a и b список исходных данных для построения кривой IPR следующий:



Кривая VLP

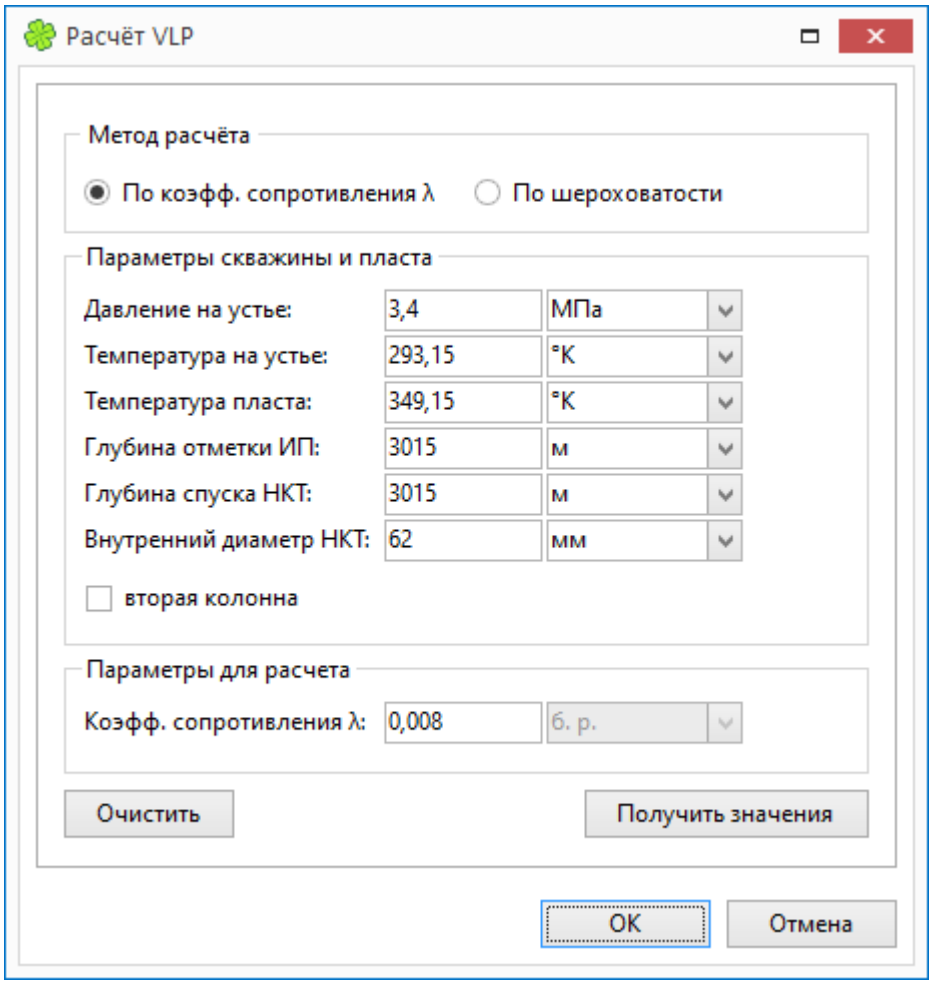
Расчет кривой VLP может осуществляться по одному из 2-х методов:

- по коэффициенту сопротивления λ
- по шероховатости

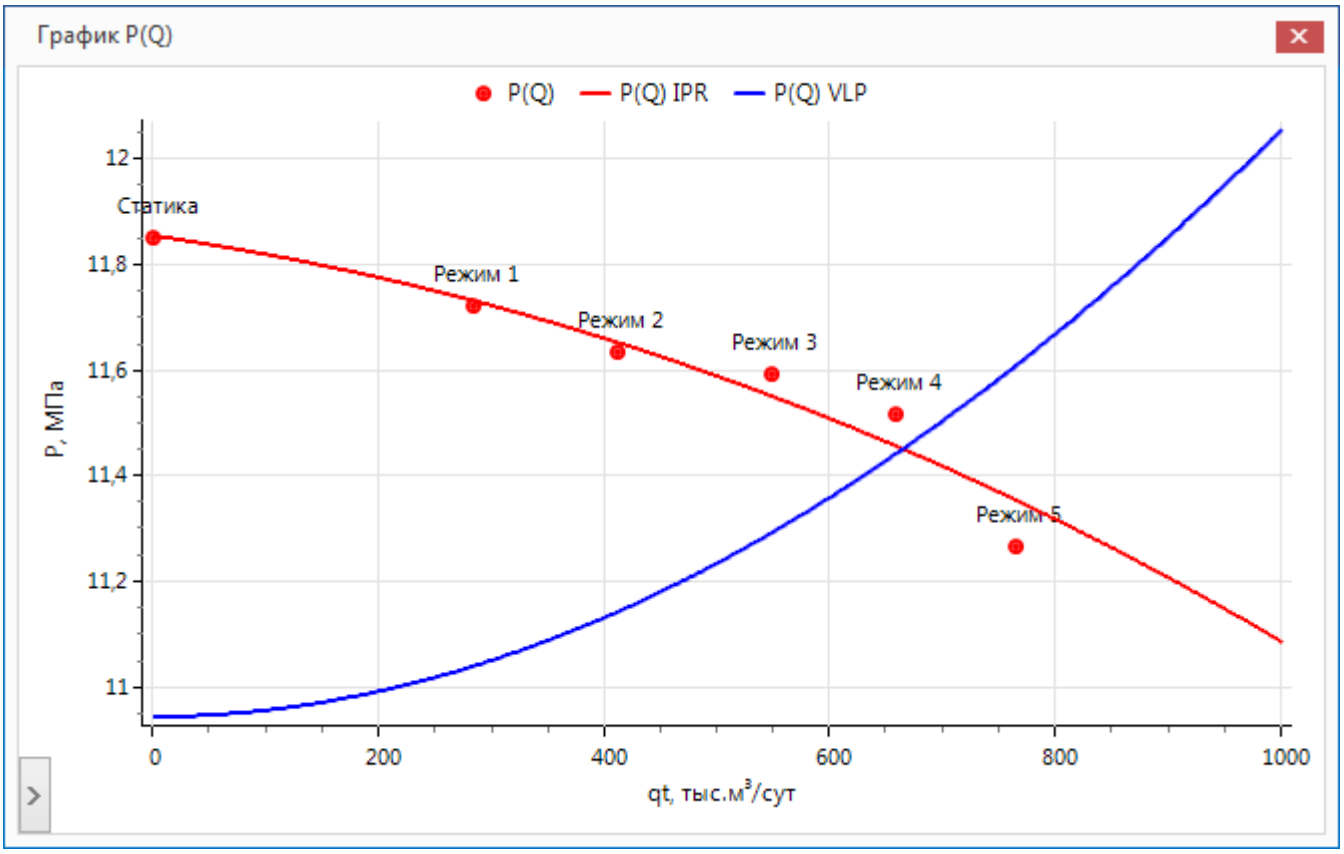
Кривая VLP стоится путем пересчета давления с устья на ИП по данным давления и температуры на устье с учетом конструкции скважины и PVT-данных.

Исходными данными для построения кривой VLP являются конструкция скважины (инклинометрия, размеры и глубины установки колонн, шероховатость стен или безразмерный коэффициент гидродинамического сопротивления).

Окно для ввода исходных данных для построения кривой VLP по коэффициенту сопротивления λ:



После ввода исходных данных на одном графике будут построены кривые IPR и VLP. Точка пересечения кривых показывает оптимальный режим работы скважины:

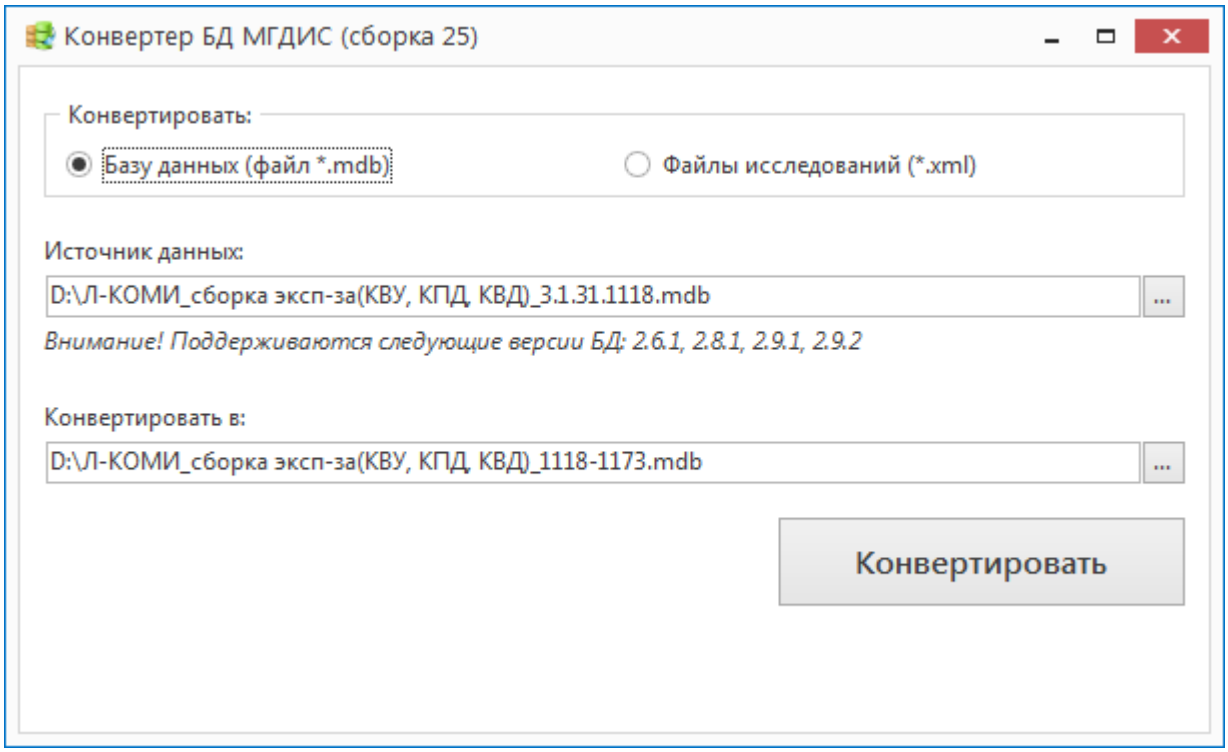


17. Конвертер БД ГДИС

Конвертер БД_МГДИС предназначен для конвертирования и обновления файлов "старых" версий файлов БД ПО МГДИС в формате Microsoft Access до версии программы 3.2.5. Дальнейшее обновление БД до текущей версии БД МГДИС должно осуществляться внутренним средством ПО МГДИС – мастером обновления БД, описанным в разделе 11.3. Обновление БД. Для версий БД 3.0.1 и выше также необходимо использовать мастер обновления БД.

Для открытия окна конвертера необходимо запустить файл **Конвертер_БД_МГДИС.exe**, входящий в комплект поставки ПО МГДИС, и расположенный в архиве **Конвертер_БД_МГДИС.rar**.

Окно конвертера представлено на рисунке:



Конвертер поддерживает два режима функционирования: конвертирование файлов БД и конвертирование XML-файлов исследований.

Конвертирование файлов БД

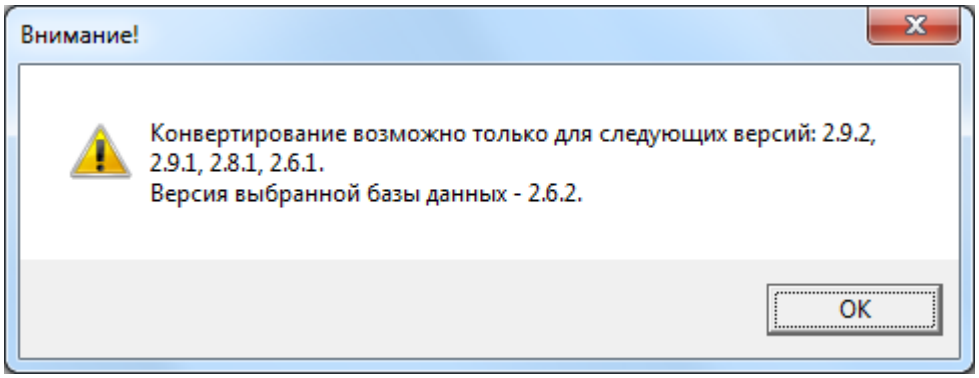
В поле **Источник данных** необходимо ввести абсолютное имя файла конвертируемой БД (файл-источник), или же выбрать файл с помощью кнопки ...

В поле **Конвертировать в** необходимо ввести абсолютное имя файла, в котором будет создана обновленная БД (файл-приемник), или же выбрать файл с помощью кнопки ...

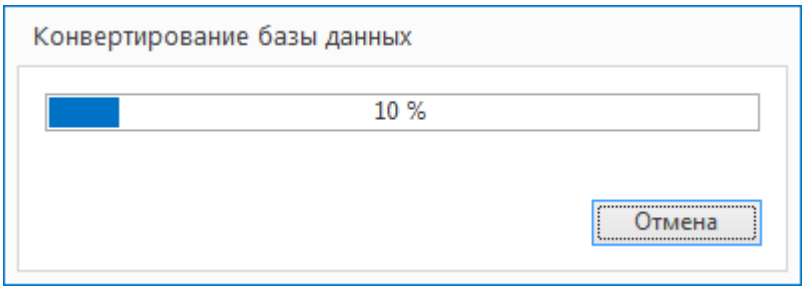
Для запуска процесса конвертирования необходимо нажать на кнопку **Конвертировать**. При этом произойдет проверка на существование конвертируемого файла и проверка на совместимость.

Если версия конвертируемой БД не поддерживается конвертером, на экране появится соответствующее сообщение, а процесс конвертирования не будет запущен.

ВНИМАНИЕ! При необходимости конвертирования именно этого файла БД, необходимо обратится в службу сопровождения Разработчика ПО МГДИС по адресу support@res-tech.ru.



Если версия конвертируемой БД поддерживается конвертером, запустится процесс конвертирования, и на экране появится индикатор процесса:



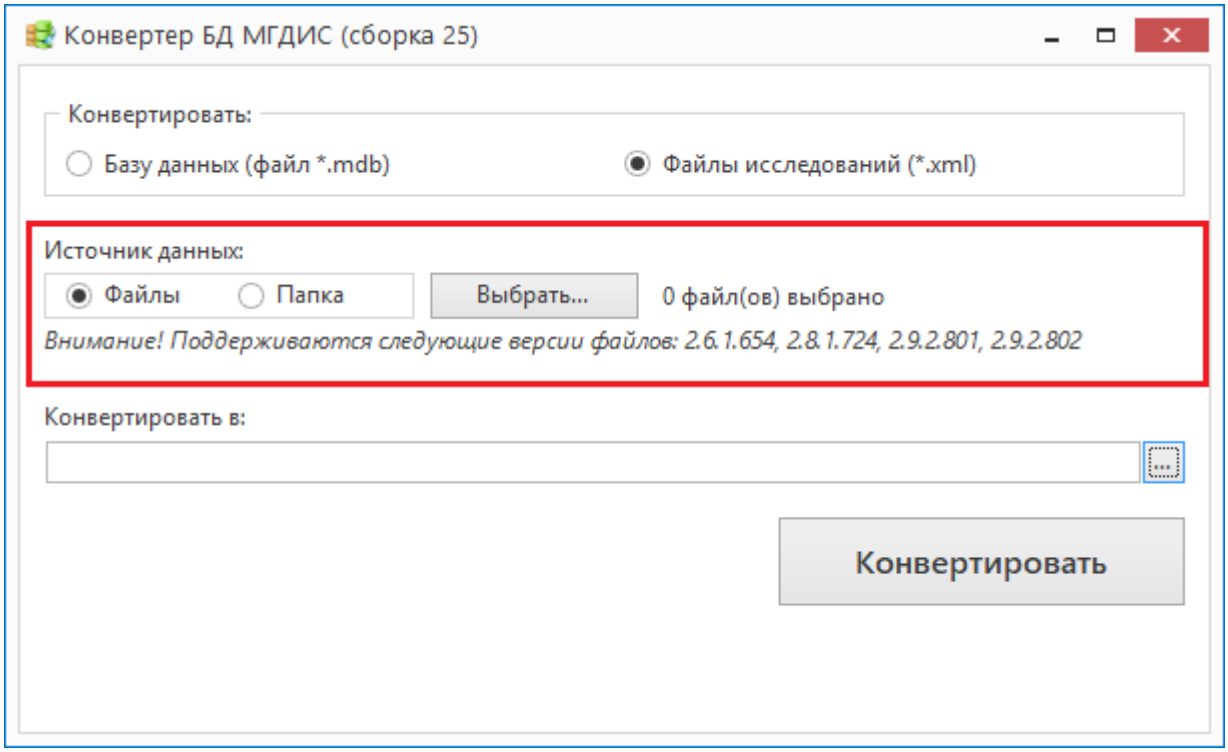
В случае, если на каком-то шаге произойдет ошибка, то на экране появится соответствующее сообщение с причиной ошибки, а конвертирование БД остановится.

ВНИМАНИЕ! При возникновении ошибки в процессе конвертирования файла БД желательно снять скриншот сообщения с описанием причины ошибки и отправить данный скриншот и конвертируемый файл БД в службу сопровождения Разработчика ПО МГДИС по адресу support@res-tech.ru.

В случае успешного конвертирования на экране появится соответствующее сообщение.

Конвертирование XML-файлов исследований

Для конвертации единичных файлов исследований в группе **Конвертировать** необходимо установить флажок **Файлы исследований (*.xml)**. После этого в группа полей **Источник данных** изменится следующим образом:



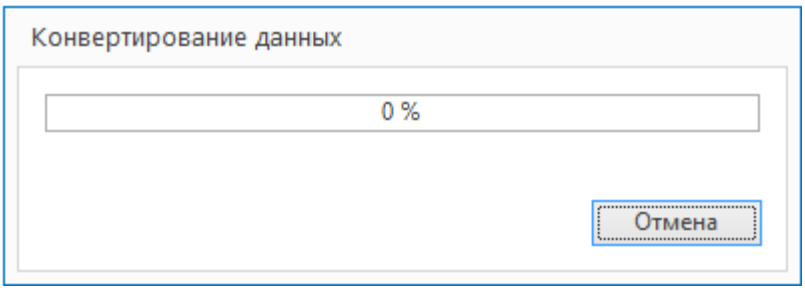
В качестве источника данных для конвертации файлов исследований можно выбрать как отдельные файлы, так и папку с файлами (поле **Источник данных**). В случае выбора источника данных **Файлы** выбор данных для конвертирования осуществляется кнопкой **Выбрать**.

В поле **Конвертировать в** необходимо ввести абсолютное имя файла, в котором будет создана обновленная БД (файл-приемник), или же выбрать файл с помощью кнопки ...

Для запуска процесса конвертирования необходимо нажать на кнопку **Конвертировать**. При этом произойдет проверка на существование конвертируемых файлов и проверка на совместимость.

Если файлы исследований созданы в версии программы, не поддерживаемой конвертером, на экране появится соответствующее сообщение, а процесс конвертирования не будет запущен.

Если версия конвертируемой БД поддерживается конвертером, запустится процесс конвертирования, и на экране появится индикатор процесса:



В случае, если на каком-то шаге произойдет ошибка, то на экране появится соответствующее сообщение с причиной ошибки, а конвертирование данных остановится.

В случае успешного конвертирования на экране также появится соответствующее сообщение.

Дополнительные действия после конвертирования

Для основного объёма исследований конвертация осуществляется автоматически и не требует никаких дополнительных действий от пользователей. Однако, для некоторых типов исследований в связи с усовершенствованием алгоритмов расчёта в более поздних версиях МГДИС (версии 3.1 и выше) необходимо осуществлять дополнительные действия после конвертации.

Для всех исследований методом КВД с применением модели мгновенной депрессии (способ вызова притока **Компр. мгновенное**), а также для всех исследований с моделями пласта **Трещина бесконечной проводимости** и **Трещина однородный поток**, после конвертации БД необходимо осуществить следующие действия:

1. Запустить ПО МГДИС.
2. Осуществить настройку соединения с сконвертированной БД (см. раздел 11.2.3).
3. Открыть исследование.
4. Перейти на вкладку **Интерпретация**.
5. Снять флаг у параметра модели **Коэффициент проницаемости**.
6. Нажать кнопку **Уточнение**.
7. Закрыть исследование с сохранением.

Шаги 3-7 необходимо последовательно осуществить для каждого исследования.