

ОБЗОР ПРОДУКТОВ И СЕРВИСА

Содержание

О фирме Edinburgh Petroleum Services Ltd.	4
Контакты	6
Обзор технологии PanSystem	7
Введение	8
Компоненты PanSystem	8
Подготовка данных.....	10
Импорт и экспорт данных	11
Отчётность	11
Интерпретация данных	12
Выбор модели	13
Оценка параметров.....	13
Моделирование	14
Быстрая подгонка	15
Авто подгонка	16
Моделирование давления.....	16
PanMesh	17
Прогноз добычи	17
Техническая поддержка.....	18
Служба поддержки	18
Проводник (мастер или PanWizards в английской версии)	18
Система единиц	19
Документация	19
PanEnterprise и PanManager.....	19
Заключение	20
Обзор технологии PanMesh	21
Обзор технологии FloSystem	23
Введение	24
WellFlo	25
Моделирование притока и завершения	25
Моделирование флюида (PVT).....	26
Расчёты давления и температуры	28
Газлифт	28
Подбор и моделирование ЭЦН.....	29
Экспорт-Импорт данных	31
FieldFlo.....	31
Сравнение данных	32
Реконфигурация вручную	32
Оптимизация.....	33
Общая информация	33
Обзор технологии ReO	34

Введение	35
Цели создания оптимизатора ресурсов ReO	36
Особенности ReO	37
Технология решения задач оптимизации	37
Пример анализа газовой сети с помощью ReO	40
Компонентное моделирование флюида	41
Объектно-ориентированная стиль	41
Моделирование работы скважин	42
Графический интерфейс пользователя	42
Технологические модели	43
ReO для газовых сетей	43
Детализованная модель компрессора	45
ReO для многофазной сети	46
Пример анализа многофазной сети с помощью ReO	47
ReO для комплексного моделирования месторождения	47
ReO прогнозирование добычи	47
Заключение	48

О фирме Edinbурgh Petroleum Services Ltd.

Фирма Edinbурgh Petroleum Services Ltd. была основана в 1983 году в Эдинбурге, Шотландия. Наша фирма является одним из ведущих разработчиков технологического программного обеспечения для предприятий нефтегазового комплекса. Основной целью деятельности EPS является увеличение доходов своих клиентов и отдачи от использования их активов. Среди программных продуктов разработок EPS, имеются различные программы, необходимые инженеру нефтянику. Можно перечислить лишь несколько. Инструментарий для интерпретации данных гидродинамических исследований скважин. Программы для моделирования и оптимизации работы отдельных скважин, в том числе и с механизированной добычей: ЭЦН, газлифт. Программы для моделирования и оптимизации работы добывающих систем любой конфигурации.

Программные продукты нашей фирмы являются законченными и функционально полными приложениями, которые могут использоваться в отделах добычи и разработки. В то же время они могут использоваться как модули систем автоматического учета и распределения добычи, если таковые внедрены на местах. Имеются программные системы, которые, будучи интегрированы с системами телеметрии и промышленными базами данных, выступают в качестве ядра систем автоматизированного контроля и управления добычей с возможностью оптимизации технологических режимов в реальном времени. Такие системы внедрены на месторождениях Венесуэлы и Мексики, в Британском и Норвежском секторах Северного моря, на Ближнем Востоке.

За последние 10 лет международные и национальные нефтяные компании существенно изменили свой подход к добывающему сектору. Почти повсеместно гораздо большее внимание уделялось бизнес характеристикам использования индивидуальных активов, нежели вопросам функционального, целевого планирования и анализа. В это же время все более широко использовались автоматизированные системы контроля и сбора данных, которые обеспечивали доступ к первичным промышленным данным в реальном времени. В основном везде между системами замеров и контроля и "инструментами", используемыми для управления бизнес процессами, сохранялся разрыв.

EPS разработала новый подход, позволяющий заполнить этот разрыв. Мы называем его Intelligent Asset Management (в русском переводе лучше использовать не дословный перевод, а *Оптимальное Управление Активами*, сокращенно – *i-AM*). При этом подходе осуществляется интеграция достижений компьютерных и нефтяных технологий для оптимизации бизнес процессов, используемых в управлении нефти и газодобычей.

Ключевые бизнес процессы, к которым адресуется i-AM:

Оперативная деятельность

- Контроль скважин
- Диагностика скважин
- Управление пластом
- Оптимизация добывающей сети в реальном времени
- Интегрированная оптимизация добычи
- Учет добычи и управление промышленными данными

- Контроль потерь
- Экологический контроль

Планирование

- Планирование разработки месторождений
- Проектирование скважин и их диагностика
- Проектирование и подбор оборудования
- Прогнозирование добычи

«Знания»

- Компьютерные приложения
- Обучение и передача технологий

EPS понимает, что уникальная технология, предоставляемая в рамках Intelligent Asset Management, является критичной. EPS также подтверждает наличие иных возможностей, использование которых может иметь такой же результат.

Следующее высказывание Руководителя Проекта крупной компании, использующей EPS для реализации крупно масштабного решения, подтверждает это:

"....[regarding the] issue of oil and gas production optimization and control, I think a long-term relationship with EPS **would** be the best bet. Unless a customer prefers a different solution (sole source requirement from another supplier) I would immediately contact and form a partnership with EPS on any project where production optimization is required. Frankly, I think that their operating style (100% responsible, team players) and their strong knowledge of the field of petroleum engineering are their most important qualifications. I am sure their products are more or less as good as anyone else's - maybe superior, maybe not - but as long as they function effectively the technology is less important than the ability to integrate that technology into your scope of supply."

EPS как ни кто другой подходит для поставки Intelligent Asset Management решений.

В настоящее время EPS предлагает на Российском рынке руссифицированные версии своих продуктов PanSystem и FloSystem. При желании клиента иметь на русском языке программу ReO конвертация займет около трех месяцев.

PanSystem



Обзор технологии PanSystem

Введение

Исследование скважин – важная функция в нефтяной и газодобывающей промышленности. Результаты интерпретации данных, полученных в ходе гидродинамических исследований скважин (ГДИС), используются для принятия решений о многомиллионных инвестициях. Часто исследование скважин используется как основная технология контроля отдачи таких инвестиций или для диагностики непредвиденного поведения скважин и пластов.

PanSystem™ – лидирующее в промышленности программное обеспечение для интерпретации данных ГДИС. Данный продукт используется как корпоративный стандарт многими транснациональными и национальными нефтегазодобывающими компаниями. Этот документ содержит описание технологии, используемой в PanSystem™ и способ применения её для анализа данных ГДИС. Здесь и далее по тексту вместо термина *интерпретация* используется более подходящий для PanSystem™ термин *анализ*.

Компоненты PanSystem

Цель PanSystem™ - это предоставление пользователю системы, дающей возможность эффективно выполнять все задачи, связанные с проектированием, исследованием, анализом и моделированием данных. Этот процесс показан в приведённой ниже диаграмме.

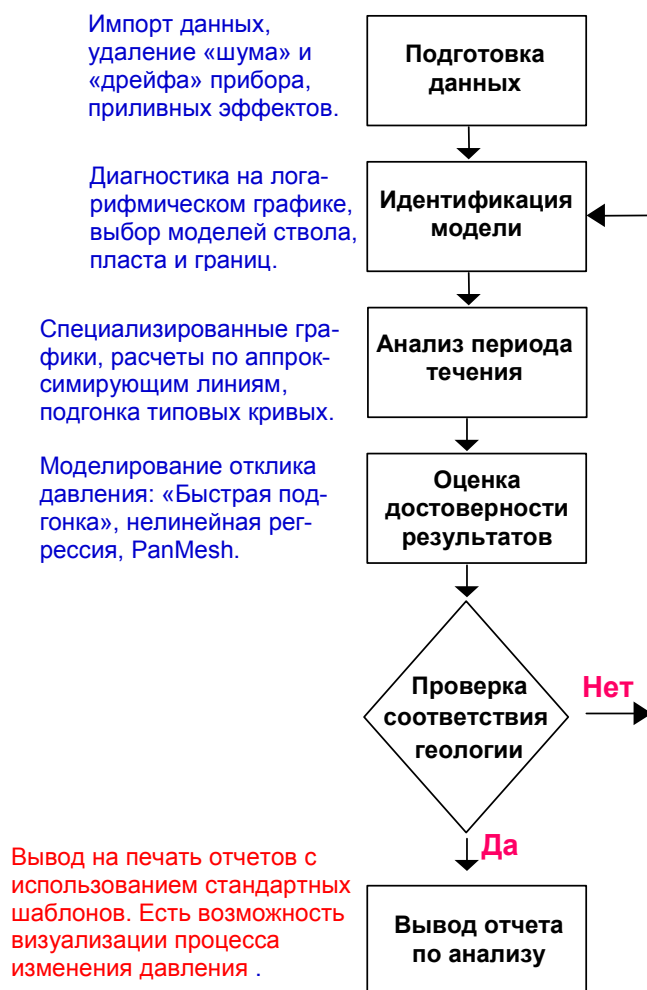


Рис. 1:- Схема анализа ГДИС



Диаграмма выше показывает последовательность действий специалиста в ходе выполнения анализа. Именно, в этом и заключается основное приложение PanSystem. Проектирование ГДИС - важная функция также реализованная в PanSystem и несколько ключевых свойств этого варианта приложения показаны на диаграмме.



Рисунок 2: Технологический процесс проектирования ГДИС

PanSystem™ дает возможность эффективно и точно выполнять проектирование и анализ. Это позволяет гарантировать, что полученные в ходе замеров данные будут соответствовать целям, ради которых проводится ГДИС.

Далее приводится более подробный обзор подходов в областях, указанных выше, , чтобы пояснить как реализуются функциональные возможности PanSystem.

Подготовка данных

Подготовка данных – одно из ключевых преимуществ PanSystem. В большинстве случаев одной из главных возможностей программного обеспечения по анализу ГДИС, является его способность работать с очень большими файлами данных и представление этих данных на экране для интерактивной их обработки.

PanSystem для анализа требуются данные различных типов. Во-первых, для анализа требуются статические данные. Это:

Параметры скважины

Параметры пласта

Параметры флюида

На снимке экрана внизу показано диалоговое окно ввода данных параметров флюида. Обязательные для ввода данные (без которых анализ невозможен) выделены красным цветом.

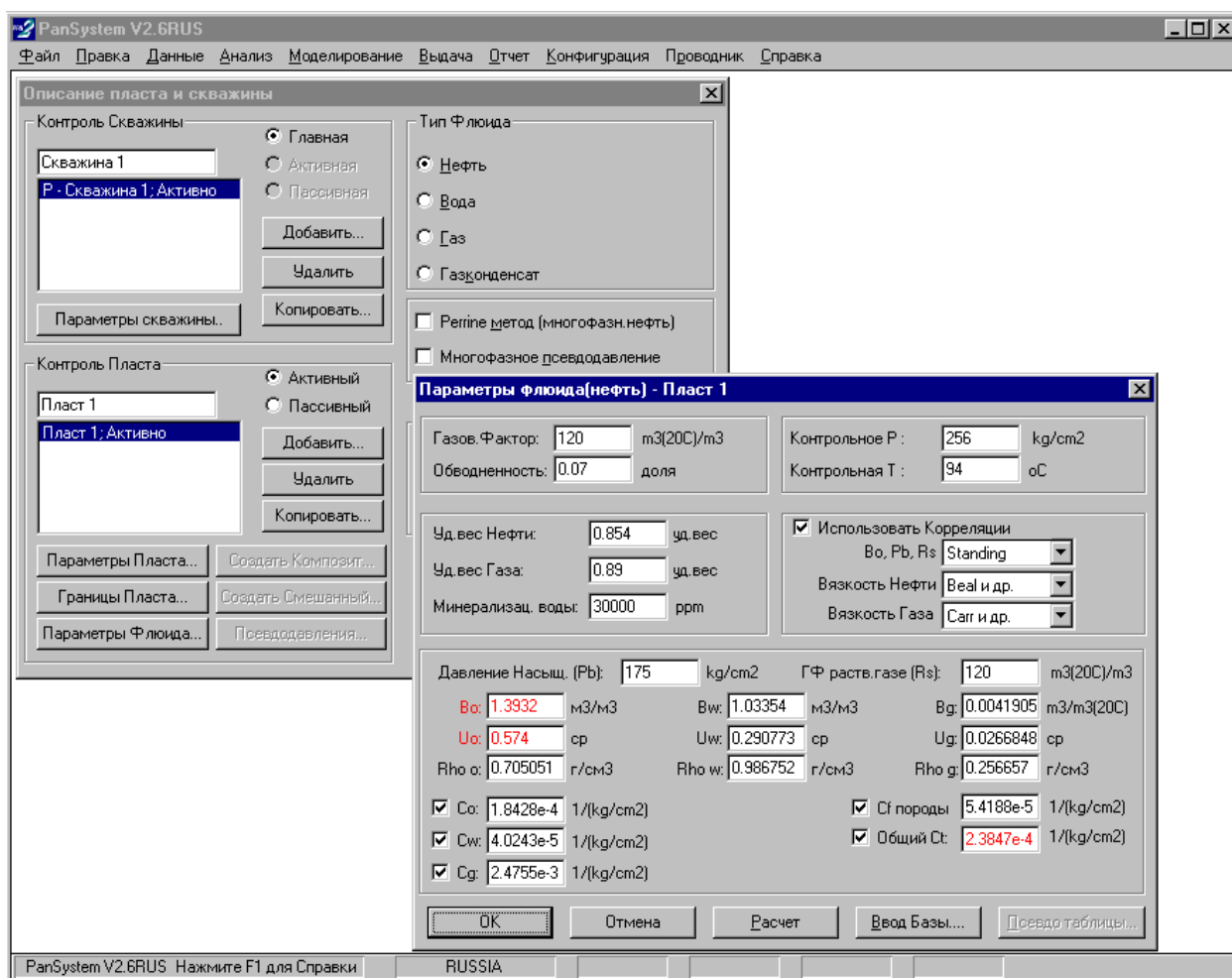


Рисунок 3: Ввод статических данных

В PanSystem включены корреляции для расчёта параметров, когда отсутствуют лабораторные данные.

Помощь и советы при работе можно получить при вызове системы 'Мастер'. «Мастера» предоставляют пользователю экраны, с помощью которых он, шаг за шагом может решить свою задачу. Для дополнительных деталей смотрите раздел Поддержка пользователя.

Импорт и экспорт данных

Наиболее мощный аспект ввода данных в PanSystem – это возможность загрузки ASCII файлов большого размера, которые обычно получаются при использовании современных электронных манометров (это второй тип данных, требуемых для анализа).

В PanSystem нет ограничений в отношении размера импортируемых файлов. Также существует возможность импортировать данные, полученные с нескольких манометров, спускаемых в одну скважину, что даёт возможность сравнения данных и контролировать их качество.

Можно определить шаблоны для импорта файлов одинакового формата.

Как только данные были импортированы в PanSystem, пользователю станут доступны инструменты для сглаживания и фильтрации данных. На некоторые исследования скважин влияют приливы. В таких случаях PanSystem даёт возможность импортировать таблицу прилива, чтобы корректно отфильтровать приливные эффекты.

Все функциональные возможности PanSystem в этой области были разработаны исключительно с целью ускорения процесса импорта и подготовки данных, чтобы дать пользователю возможность как можно скорее с момента получения «сырых» данных начать их анализ.

Также легко можно экспортировать большие ASCII файлы из PanSystem. Может так случиться, что подготовленные вами данные могут нужно будет передать другой организации, не имеющей доступа к PanSystem. В этом случае данные могут быть экспортированы в файл ASCII (формат текста может быть с разделителем в виде запятой или табуляции).

Часто различным компаниям требуется совмещать в отчётах графическую и текстовую информацию. В PanSystem для этих целей предусмотрены операции по копированию (Copy) и вставке (Paste) объектов, а также специальные опции, облегчающие создание отчётов. Представление данных на графиках может быть сохранено в отдельных файлах в ряде графических форматов, включая GIF, BMP, JPG и TIF.

Канадская электронная система отчётов EUB является поддерживаемым PanSystem форматом, представление которого требуется в соответствии с Канадским законодательством для всех проведенных ГДИС.

Отчётность

PanSystem способна создавать детализованные отчёты, совмещая текст и графику, подразделяя отчёты на секции и позволяя пользователю создавать собственные шаблоны отчётов. В отчётах хранятся подробные аннотации к графикам, созданным PanSystem, данные и результаты анализа ГДИС, а также исходные данные, на которых базировался анализ. Если возникнет необходимость, то на основе исходных данных можно легко сгенерировать отчёт повторно.

Если существует необходимость редактирования или форматирования отчёта, его можно экспортировать в текстовый редактор Word и там осуществить необходимые операции.



Функции PanSystem по работе с данными позволяют пользователю импортировать данные из различных источников, экспортировать данные в различных форматах, форматировать, сравнивать данные, фильтровать, выводить на график и осуществлять другие операции по эффективной обработке данных. Гибкость и лёгкость работы с исходными данными, предоставляемая PanSystem, является одним из главных преимуществ этого программного обеспечения.

Интерпретация данных

Процесс анализа данных ГДИС развивался на протяжении многих лет. Инженерами различных нефтяных компаний было разработано много методов интерпретации данных ГДИС, основанных на их опыте исследования скважин. В PanSystem собраны лучшие из этих технологий, что позволяет использовать выбор подходов для анализа процессов изменения давления.

Наиболее широко распространённая стартовая позиция начала анализа – это представление процесса изменения давления в логарифмических координатах. Пример такого графика показан внизу.

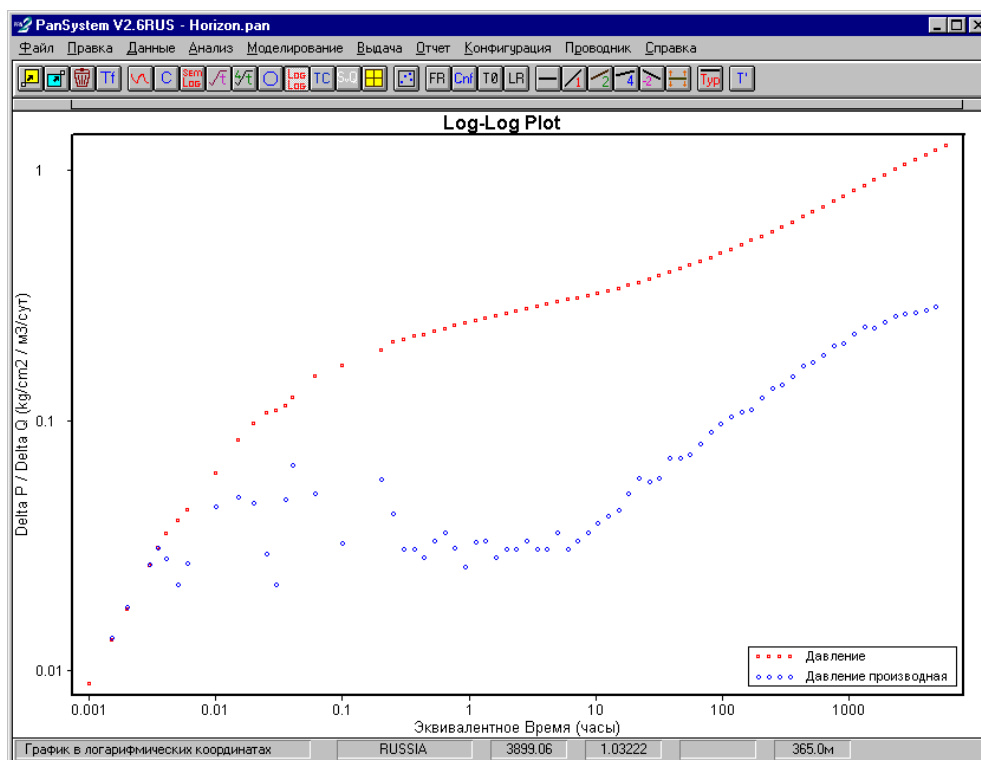


Рисунок 4: Логарифмический график

Этот график строится с использованием подходящей функциональной зависимости между давлением и временем, что позволяет устранять на графике влияние определенной хронологии добычи. Это позволяет сравнивать процессы восстановления и спада давления с использованием той же «основы», тех же характеристик пласта, которые нашли отражение в определенной форме кривой производной. Т.е. инженер имеет возможность сравнивать имеющийся отклик давления с «библиотекой» типовых кривых давления и производной, что позволяет идентифицировать наиболее подходящую модель, которая и будет использоваться для анализа данных.

Выбор модели

Это самая ответственная стадия процесса, так как ошибки, сделанные здесь, приведут к большим ошибкам при расчёте параметров резервуара.

Помощь при выборе соответствующей модели резервуара предоставляется программами - мастерами (PanWizards). Мы называем данное средство «проводник». Как только модель выбрана, пользователь может начать оценку параметров резервуара.

Оценка параметров

Пользователь может выбрать для расчётов вариант наложения аппроксимирующей линии на логарифмическом графике или на специальных графиках (иногда необходимы для оценки локального пластового давления). Подгонка типовой кривой также может использоваться для оценки параметров. Это часто полезно при анализе не вполне представительного набора данных.

После выбора моделей и предварительной оценки параметров пользователь может затем определить модель и выполнить оценку соответствующих ей параметров для каждой из составных частей, таких как: ствол скважины, пласт и его внешние границы.

Модели учета влияния ствола скважины ("послепритока")

Модель с постоянным коэффициентом влияния ствола

Модель Fair (переменный коэффициент ствола)

Модель Hегетан (переменный коэффициент ствола)

Модель со ступенчатым во времени коэффициентом

Модели пласта (фильтрационного потока)

Радиальный гомогенный (однородный) пласт

Вертикальная трещина – неограниченная проводимость

Вертикальная трещина – равномерный поток

Вертикальная трещина – ограниченная проводимость

Вертикальная трещина – ограниченная высота

Двойная пористость (псевдостационарный режим)

Двойная пористость (переходный режим)

Газовая шапка / заводнение (подпор воды)

Основная модель с пересекающимися границами

Трёх пластовая залежь с перетоками (пласты однородные)

Радиально составной -2 зоны

Радиально составной - 3 зоны



Радиально составной - 4 зоны

С выклиниванием (замкнутая модель)

Частично проницаемый экран / Линейная составная модель

Наклонная скважина

Модели внешних границ

Модель неограниченного пласта

Одна граница

Параллельные границы

Пересекающиеся границы (30 градусов)

Пересекающиеся границы (45 градусов)

Пересекающиеся границы (60 градусов)

Пересекающиеся границы (90 градусов)

Пересекающиеся границы (120 градусов)

П-образная граница

Закрытая система

Двухкамерная залежь (два блока с проницаемой границей)

Гексагональная граница (закрытая)

Обширный список доступных моделей, а также возможность их комбинации, позволяет интерпретировать данные моделей со сложной структурой.

Во всех этих случаях решение «модели» означает аналитическое решение уравнения диффузии. С развитием быстрых и эффективных численных методов, позволяющих выполнять расчеты изменения давления для объектов любой сложности и геометрии, разработка новых аналитических моделей постепенно прекращается.

PanSystem предлагает стандартные и дополнительные методы анализа данных ГДИС, полученных при всех видах исследований. Эта функциональность, благодаря вкладу ведущих специалистов в области исследования скважин, превратила PanSystem во всеобъемлющий набор инструментов для анализа ГДИС.

Моделирование

Завершив процесс оценки параметров, пользователь имеет отдельные модели, которые достоверно отражают поведение системы в различные временные периоды исследования, как-то: своя модель для раннего времени, своя - для среднего и своя - для позднего. Моделирование позволяет объединить эти модели для подтверждения, что общий отклик давления, сгенерированный на основе суперпозиции этих моделей, совпадает с замером переходного процесса изменения давления. При помощи моделирования можно также воссоздать полную последовательность периодов течения, проверяя правильность интерпретации всех замеренных данных.



Часто на этой стадии моделирования наблюдается такие свойства данных, как, например, эффекты истощения при том, что по виду данных можно судить об отсутствии обнаруженных границ. Это подчеркивает значение интеграции результатов анализа отдельных периодов течения и анализа общей последовательности.

Быстрая подгонка

Быстрая подгонка, как следует из названия, позволяет пользователю быстро сгенерировать теоретический отклик давления, вычисляемый на основе используемых параметров. Это способ быстрого анализа соответствия данных и результатов с помощью сравнения их на графике. Часто результаты модели и реальные данные довольно близки и простое уточнение параметров модели является финалом в подгонке.

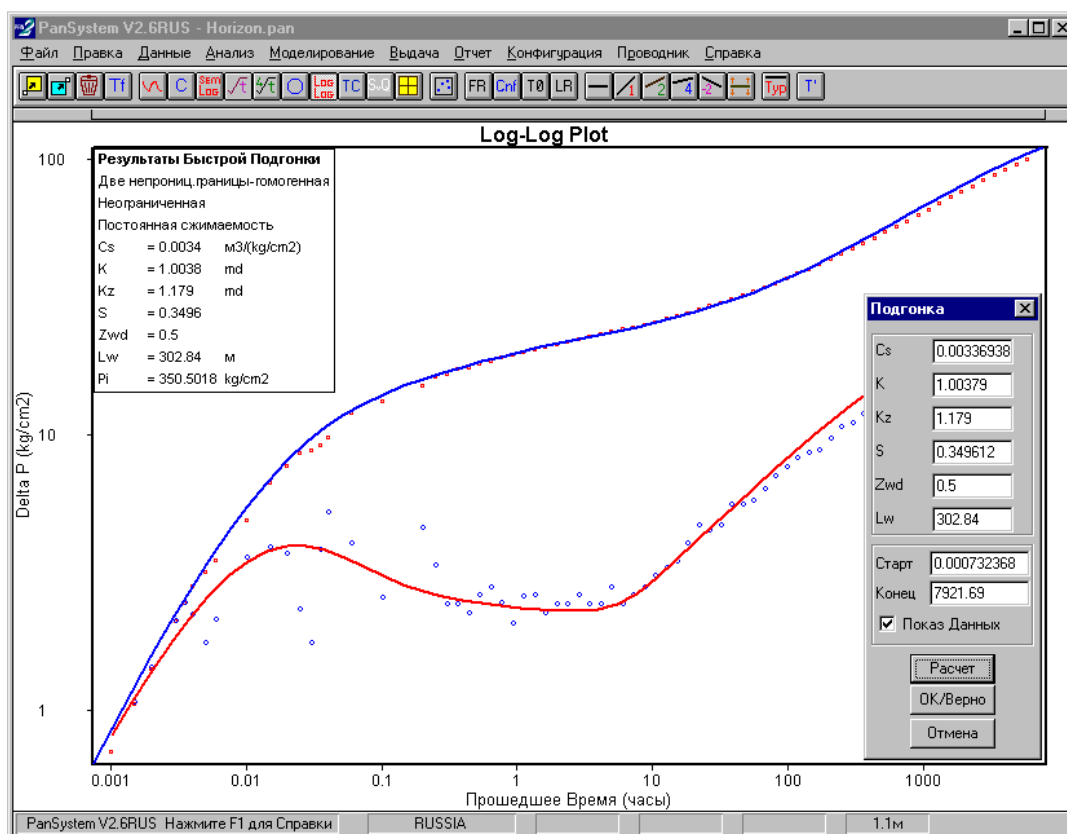


Рисунок 5: Быстрая подгонка

Другой выигрыш от использования данной опции состоит в том, что это очень хороший тренировочный инструмент. Пользователь может быстро изучить воздействие изменений параметров модели на поведение изменения давления. Это даёт понимание того, как чувствителен результат интерпретации данных к изменениям входных данных, и помогает увидеть как взаимосвязаны между собой некоторые параметры модели.

Пользователь может просмотреть результаты полного моделирования периода исследования на специальных графиках и одновременно удостоверится в непротиворечивости результатов анализа.

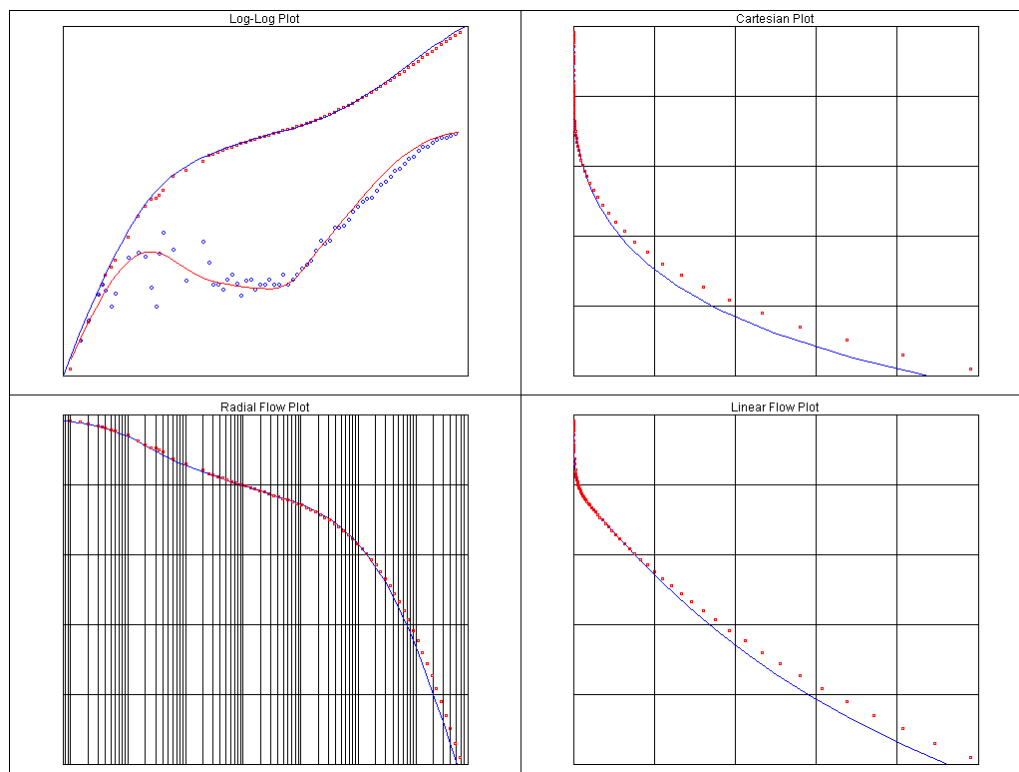


Рисунок 6: Смоделированные и замеренные данные, представленные на специальных графиках

Авто подгонка

Дополнением к Быстрой является Автоматическая подгонка. Эта опция дает возможность, выбрав определенные точки из набора данных замеров, применить к ним метод нелинейного регрессионного анализа. Результатом чего будет набор параметров модели, лучшим образом совместивший расчетную кривую с реальными данными. Этот подход рекомендуется как «тонкая настройка» более-менее определенной модели, а не как альтернативный вариант получения решения.

Моделирование давления

Функция моделирования давления расширяет возможности аналитического моделирования в PanSystem. С помощью этой опции можно описать систему, состоящую из нескольких скважин, дренирующих многопластовую залежь, и вычислить отклик давления в любой точке, выбранной в пределах описанной системы. Данный подход – метод моделирования исследований на взаимодействие, например, гидропрослушивания. А также является хорошим подспорьем для анализа данных исследования многопластовых объектов.

PanMesh

PanMesh – это инструмент численного моделирования, использующий метод конечных элементов. Данный «модуль» не является частью стандартной конфигурации PanSystem, а отдельным продуктом, добавляющим PanSystem возможность осуществлять процесс моделирования изменения давления для, практически, любой конфигурации, как скважины, так и пласта. PanMesh обладает средствами визуализации процесса изменения давления. Это позволяет пользователю видеть как изменения геометрии или параметров модели влияет на процессы изменения давления в резервуаре.

Инженерное совершенство PanMesh является следствием интеграции в одном продукте средств таких дисциплин, как исследование скважин и геологии. Результатом явилось взаимодействие средств в тех областях, которые более глубоко в них проработаны.

Этот мощный инструмент моделирования обеспечивает функциональность, требуемую для работы с любыми гидродинамическими исследованиями, какие могут встретиться в нефтегазовой индустрии.

Прогноз добычи

Проанализировав данные и получив непротиворечивые результаты, PanSystem может дать пользователю возможность оценить уровни добычи конкретной скважины в будущем. Для этого предназначена опция «Прогнозирование». PanSystem является альтернативой пластовых симуляторов и не предназначена для планирования и моделирования добычи. Однако, во многих случаях, например, скважина после ГРП в пласте с низкой проницаемостью или горизонтальная скважина в пласте с низкой проницаемостью могут иметь очень протяжённый переходный период. В этих случаях любая «дополнительная добыча» может иметь важное экономическое значение.

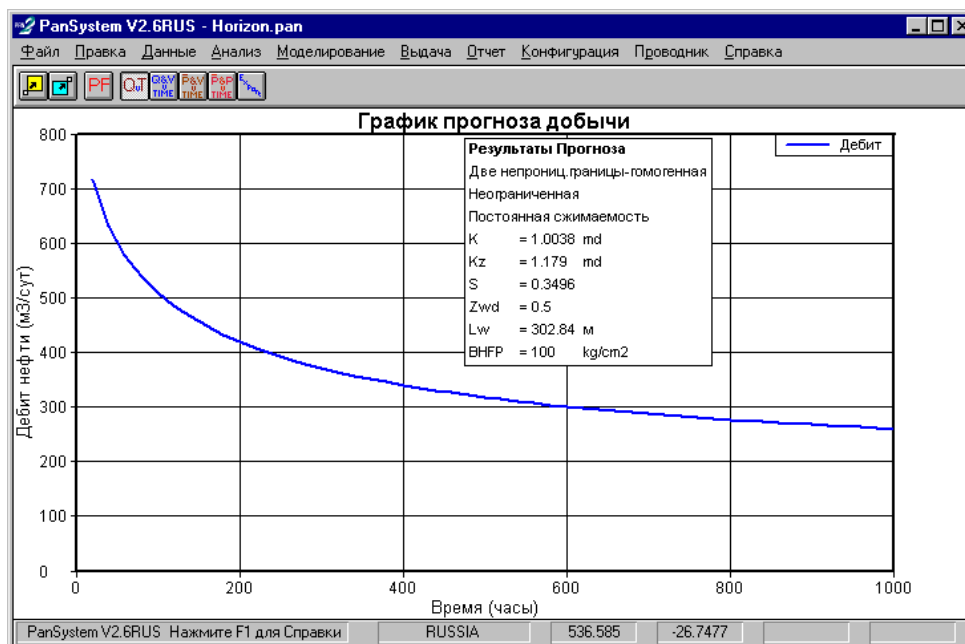


Рисунок 7: График прогнозирования добычи

Техническая поддержка

PanSystem предоставляет самую передовую технологию для проектирования и анализа ГДИС. Другие программные продукты также могут претендовать на использование высоких технологий, однако, ни в каком из них не представлена такая мощная поддержка пользователя, как в PanSystem. Это помогает пользователю эффективнее использовать PanSystem при решении своих конкретных задач.

Служба поддержки

В компании EPS работают одни из лучших в мире специалистов в области исследований скважин. Компания гордится тем, что способна выполнять проектирование и проводить интерпретацию самых сложных исследований скважин. Что очень важно, специалисты компании могут определить случаи, когда данные невозможно интерпретировать, или после разработки проекта выдать заключение, что конкретное исследование не принесёт результатов. Контакты для связи со службой поддержки пользователей в PanSystem указаны в приложении к программному обеспечению.

Проводник (мастер или PanWizards в английской версии)

В PanSystem имеется набор «мастеров» ‘PanWizards’, которые являются руководством при работе с PanSystem и помогают разобраться в отдельных процессах анализа и моделирования данных.

Что дальше? Этот «мастер» определяет, на какой стадии процесса находится пользователь и указывает, какие ещё операции осталось выполнить. «Мастер» также контролирует правильность выполнения пользователем всех предыдущих операций.

Описание пласта – это «мастер», который помогает правильно вводить данные и указывает на параметры, значения которых обязательно должны быть введены перед началом интерпретации.

Ввод данных с манометра. Решает проблемы, связанные с вводом данных неизвестных форматов.

Изменение дебита. Помогает пользователю корректно вводить историю добычи, соответствующую данным давления, которые будут интерпретироваться.

Сокращение набора данных. Уменьшает количество точек данных, что особенно полезно при вводе очень больших объёмов данных замеров, например, с электронного манометра.

Выбор модели. Помогает пользователю при выборе наиболее подходящей для анализа ГДИС модели.

Оценка результата. Является путеводителем по разнообразным средствам моделирования в PanSystem.

Проектирование исследования. Этот «мастер» нужно постоянно использовать при планировании исследований скважин. Он помогает корректно спланировать проведение исследований, с тем, чтобы они отвечали поставленным задачам. Также позволяет увидеть, способна

ли скважина фонтанировать при расчётных дебитах и хватит ли разрешения манометра для замеров расчётных изменений давления.

Отчётность. Помогает создавать требуемые выходные формы.

PanWizards («проводник» в русской версии) являются мощным инструментом, который помогает эффективнее использовать PanSystem при планировании исследований, интерпретации данных исследований, а также при решении других вопросов моделирования работы скважин.

Система единиц

PanSystem используется во всех известных нам нефтяных и газовых провинциях мира, где применяются различные системы единиц измерений. Поэтому PanSystem имеет очень удобное средство для создания настройки и преобразования единиц измерений. Для внутренних расчетов PanSystem использует нефтяную систему единиц (oil-field units), но имеет также большой набор метрических систем. Пользователь может создавать также гибридные (смешанные) системы, которые требуются для удовлетворения его практических потребностей.

Документация

Для пользователей PanSystem имеется исчерпывающая контекстно-ориентированная подсказка. В последней версии доступ к руководству доступен через меню Справка. Руководство поставляется в PDF формате с оптимизацией для экранного просмотра и, отдельно, для печати. Вариант руководства для просмотра на экране может использоваться независимо от PanSystem. Если вы являетесь лицензированным пользователем, то можете свободно распечатывать материалы руководства.

PanEnterprise и PanManager

Всё в большей степени процедуры, программное обеспечение и данные имеющие отношение к исследованиям скважин, рассматриваются как активы предприятия. По мере снижения себестоимости и с развитием новых технологий, таких как интернет, чётко прослеживается смена акцента в запросах, принимаемых EPS от своих клиентов, использующих PanSystem. Всё более важное значение приобретает практичность программного обеспечения и доступность данных в организации по сравнению с новыми технико-аналитическими возможностями продукта. Это, вероятно, основано на том факте, что PanSystem (и другие программные продукты по исследованию скважин) обладают предельно развитыми техническими возможностями и возможностями решающих устройств и, практически, не осталось места для дальнейших исследований в области разработки аналитических моделей.

PanManager и PanEnterprise являются продуктами, которые сделают использование PanSystem более удобным и практичным.

PanManager позволяет открывать несколько файлов PanSystem и сравнивать один тест с другим, проведённым на той же скважине, или одну скважину с другой скважиной.

PanEnterprise – это целый ряд функциональных возможностей PanSystem, позволяющих значительно облегчить усилия различных предприятий при проведении, проектировании и анализе данных ГДИС. PanSystem разработана как сетевая программа, которая может быть доступна на внутреннем web-сервере организации. Это значит, что EPS может создать внутренний web-сервер организации, который будет поддерживать пользователей PanSystem, служащих в этой организации, но находящихся на разных континентах. Сервер, представляет собой базу данных, в которой специалист компании сможет найти все необходимые данные по исследованию скважин, информацию о выполнении исследований, обучающие материалы и др..

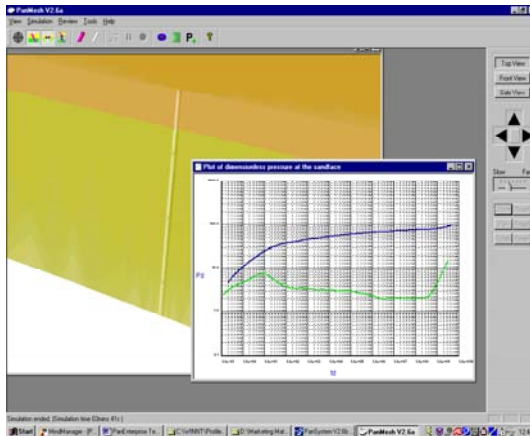
Этот способ поддержки пользователя продолжает развиваться, становится более эффективным и экономически выгодным.

Заключение

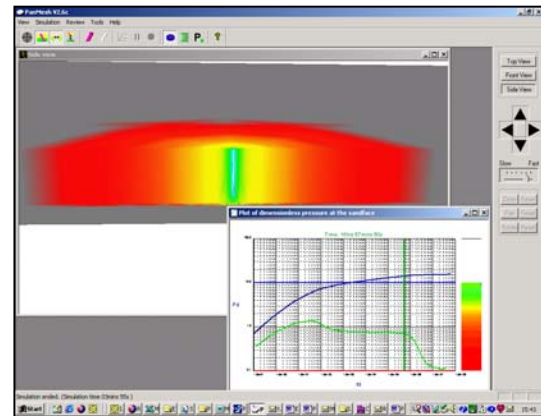
PanSystem изначально разрабатывалась для оказания помощи инженерам-нефтяникам в интерпретации данных ГДИС. Это происходило во времена, когда технология не находилась на таком высоком уровне, как сейчас. Но развитие технологий проектирования и интерпретации данных исследований скважин, как и развитие информационных технологий, привело к возрастанию требований инженеров в этой области, что, в свою очередь, потребовало усовершенствовать PanSystem. В итоге, PanSystem превратился в мощный аналитический инструмент с системой поддержки пользователей.

PanSystem остаётся лучшим продуктом на рынке программного обеспечения, помогая инженерам проектировать и интерпретировать исследования скважин. Компания EPS продолжает вкладывать средства в усовершенствование технологии PanSystem. И, благодаря этому, PanSystem ещё долгое время сможет сохранять свои лидирующие позиции на рынке программного обеспечения для исследования скважин.

Обзор технологии PanMesh



Простой интерфейс PanMesh позволяет специалистам создавать широкий диапазон моделей, отражающих сложность геологического строения. Четкая визуализация процесса изменения давления во времени обеспечивает ин-



туитивное понимание данных и является мощным инструментом для интерпретации данных исследований скважин в многофункциональных рабочих группах управления проектом.

Точная интерпретация там, где не работают традиционные аналитические методы

PanMesh является дополнением PanSystem и дает возможность интерпретации моделей за пределами возможностей более простых аналитических методов. PanMesh обеспечивает возможность трёхмерного представления и использование в анализе и моделировании сложных границ, многопластовых объектов, изменяющейся проницаемости и иных неоднородностей структуры залежи.

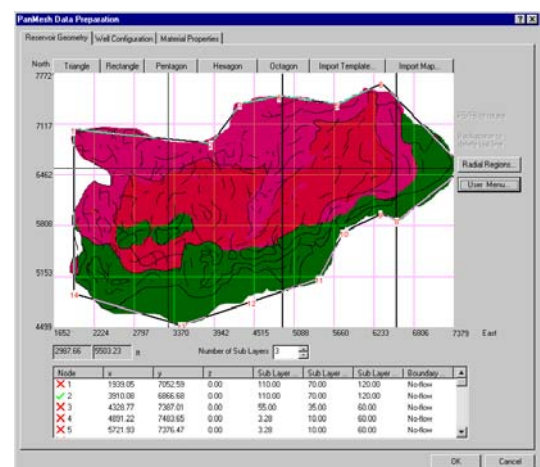
В качестве математического аппарата PanMesh использует метод конечных элементов – наиболее точный численный метод дискретного описания процессов фильтрации в пласте и представления вариаций границ и свойств.

PanMesh позволяет точно моделировать анизотропию проницаемости для направленной проницаемости. Использование сетки элементов с многоузловой структурой дает возможность использования в модели тензоров направленной проницаемости.

Ключевые возможности

- Гибкое определение геометрии границ позволяет интегрировать геологические данные
- Полное трёхмерное моделирование профиля ствола и структуры залежи
- Для многопластовых объектов можно задавать до 15 пластов
- Неполное вскрытие – до 6 интервалов на пласт
- Моделирование анизотропии

- Возможность моделирования границ, состоящих из областей постоянного давления и непроницаемых экранов
- До 100 зон с различными свойствами на пласт
- Точные и быстрые расчетные методы
- Эффективная общая производительность и интеграция с PanSystem
- Простота использования результатов без дополнительного обучения.
- Исключительная визуализация модели и результатов.

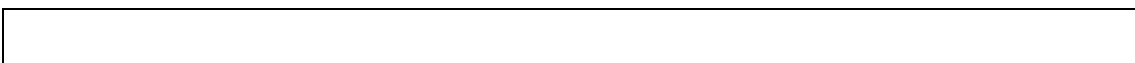
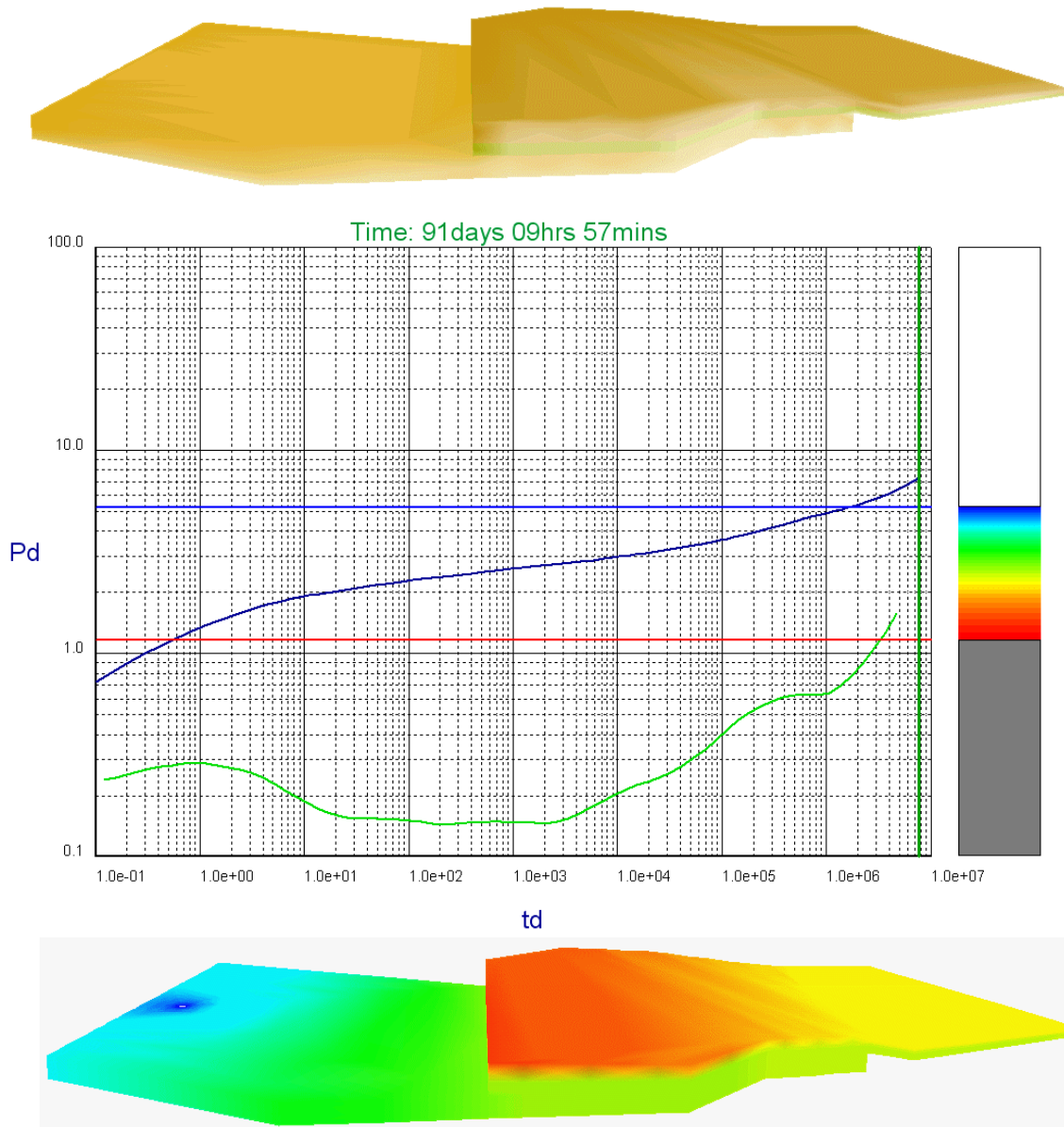


PanMesh включает возможности импортирования картографических данных, которые затем могут масштабироваться и использоваться для определения как внешних границ, так и внутренних разломов и барьеров..

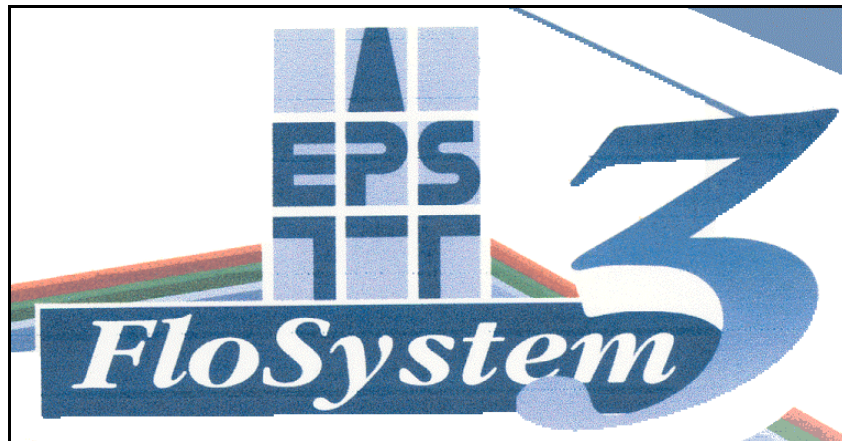
Возможность определения зональных изменений толщины пластов является мощным средством, позволяющим использовать реальное трёхмерное

представление при моделировании динамики давления.

После создания модель автоматически разбивается на элементы. Результаты моделирования выводятся на знакомый логарифмический график с цветовой шкалой справа, показывающей распределение давления.



FloSystem



Обзор технологии FloSystem

Введение

Инженерам-нефтяникам, завершающим окончательное оформление конструкторской разработки, прогнозирующим эффективность работы, осуществляющим диагностику проблем скважины или оптимизирующим использование существующих производственных мощностей, версия 3 программы *FloSystem* предоставляет новый уровень совершенства, скорости и точности. В то же время, программа легка для быстрого освоения и обеспечивает высокую степень производительности, что является важным фактором в современной нефтяной и газовой промышленности.

FloSystem 3 включает в себя две программы : *WellFlo* и *FieldFlo*. *WellFlo* позволяет инженеру построить гидродинамическую модель скважины, как добывающей системы, либо графическим способом, либо, используя данные, представленные в виде таблиц. Все важные параметры могут обрабатываться как переменные чувствительности. Это позволяет инженеру моделировать изменения рабочего режима скважины на фоне изменения внешних и внутренних факторов для того, чтобы, к примеру, определить оптимальный темп подачи газа в скважину с газлифтом, оптимальный интервал перфорации или преимущества использования погружного электрического центробежного насоса на более высокой (либо низкой) частоте.

После того, как в программе *WellFlo* созданы модели скважин и выполнена их настройка по данным промысловых замеров, эти модели можно объединить в модель месторождения с помощью программы *FieldFlo*. Условия работы скважин оптимизируются для всего месторождения, включая трубопроводную сеть системы сбора. Инженер-нефтяник найдет очень простым процесс изменения конфигурации системы сбора с помощью графического интерфейса. Скважины могут “переключаться” от одного сепаратора или коллектора к другому с помощью “мыши”, посредством перемещения иконки скважины. Программа позволяет просмотреть множество различных “сценариев” с целью определения наиболее оптимальной структуры добывающей сети месторождения.

С использованием новых, более мощных, возможностей моделирования инженерное исследование, на которое раньше уходило до недели, можно выполнить за утро. Таким образом преимущества использования *FloSystem 3* заключаются в улучшении эффективности работы инженеров, направленной на повышение добычи углеводородного сырья.

WellFlo

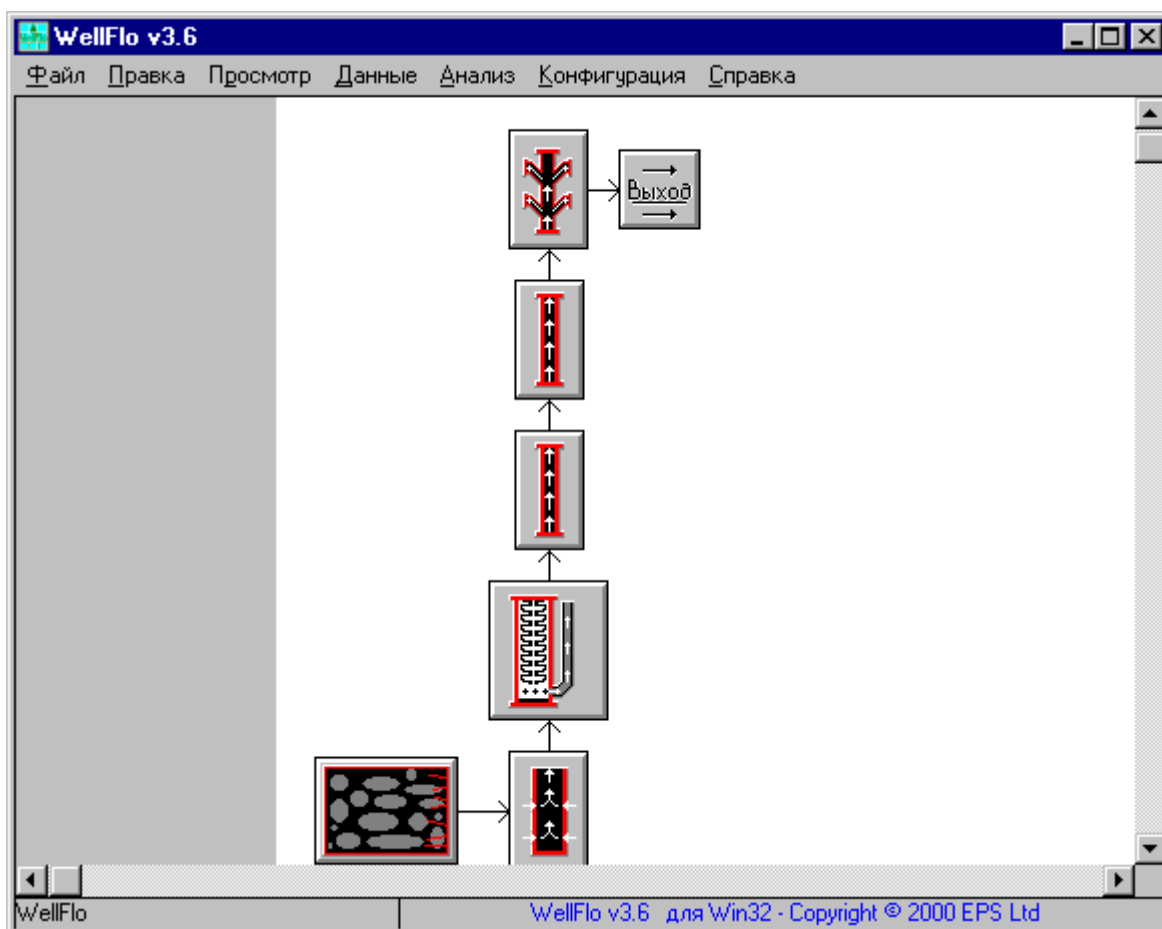


Рис. 1 - Пример экрана WellFlo с моделью скважина с ЭЦН

WellFlo соединила в одной программе множество превосходных конструкторских возможностей, позволяющих осуществить быстрое сравнение различных конструкторских “сценариев”. Следовательно, можно быстро установить какие технические параметры скважины являются наиболее важными, определяющими её работу. Ведь, нет смысла оптимизировать газлифт, если реальная проблема в низком коэффициенте продуктивности, который можно улучшить изменением перфорации или посредством стимулирования.

Моделирование притока и завершения

Приток скважины является важным фактором, определяющим её работу. WellFlo позволяет Вам описать приток, задав коэффициент продуктивности и пластовое давление, выбрав модель притока, например, типа Vogel, если отсутствует полная информация. Либо, можно ввести полные данные по пласту и завершению, включая проницаемость призабойной зоны, отклонение скважины, характеристики неполного вскрытия, параметры перфорации. Геологические данные, могут быть введены в программу для прогнозирования их влияния на производительность скважины (это может быть сделано как для вертикальных, так и для горизонтальных скважин).

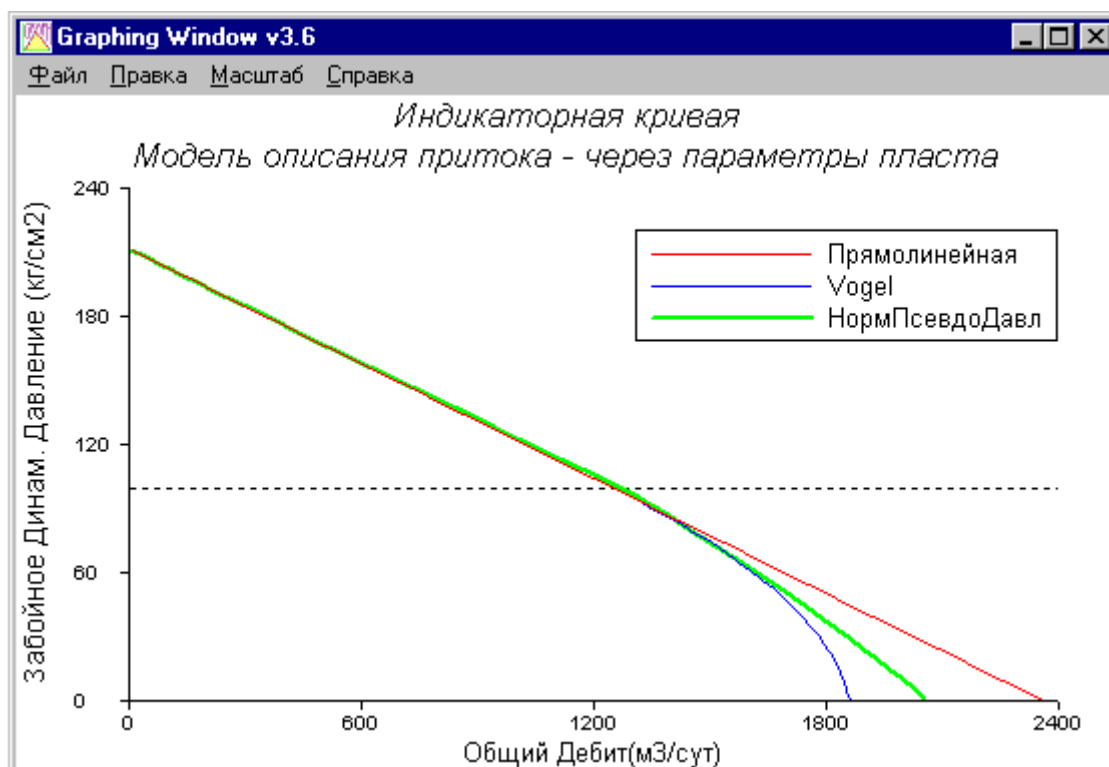


Рис. 2 - Пример графического представления результатов секции описания притока

Модель многопластовой залежи включена для анализа эксплуатации скважин, дренирующих нескольких объектов, где каждый пласт имеет свою модель флюида, завершения и притока. Это окажет помощь инженерам, разрабатывающим новые завершения или выполняющим диагностику эксплуатационной неполадки или проблемы.

Модель описания притока с использованием многофазного псевдодавления дает возможность учитывать эффекты изменения относительной проницаемости, которая задаётся через таблицы или коэффициент So_{rel} . Этот более точный метод позволяет прогнозировать поведение газоконденсатных пластов, пластов с газовой шапкой или нефтяных с давлениями ниже насыщения, и особенно полезен при прогнозировании поведения таких резервуаров в случае изменения пластовых условий.

Моделирование флюида (PVT)

Любые расчеты давления и течения в добывающих системах базируются на точном моделировании свойств жидкости, зависящих от давления и температуры. PVT пакет, поставляемый в составе *WellFlo* содержит все стандартные типовые корреляции для чёрной нефти, а также даёт возможность их уточнения и настройки по реально полученным лабораторным данным. Такая уточненная корреляция используется затем в программе для расчёта свойств конкретного флюида.

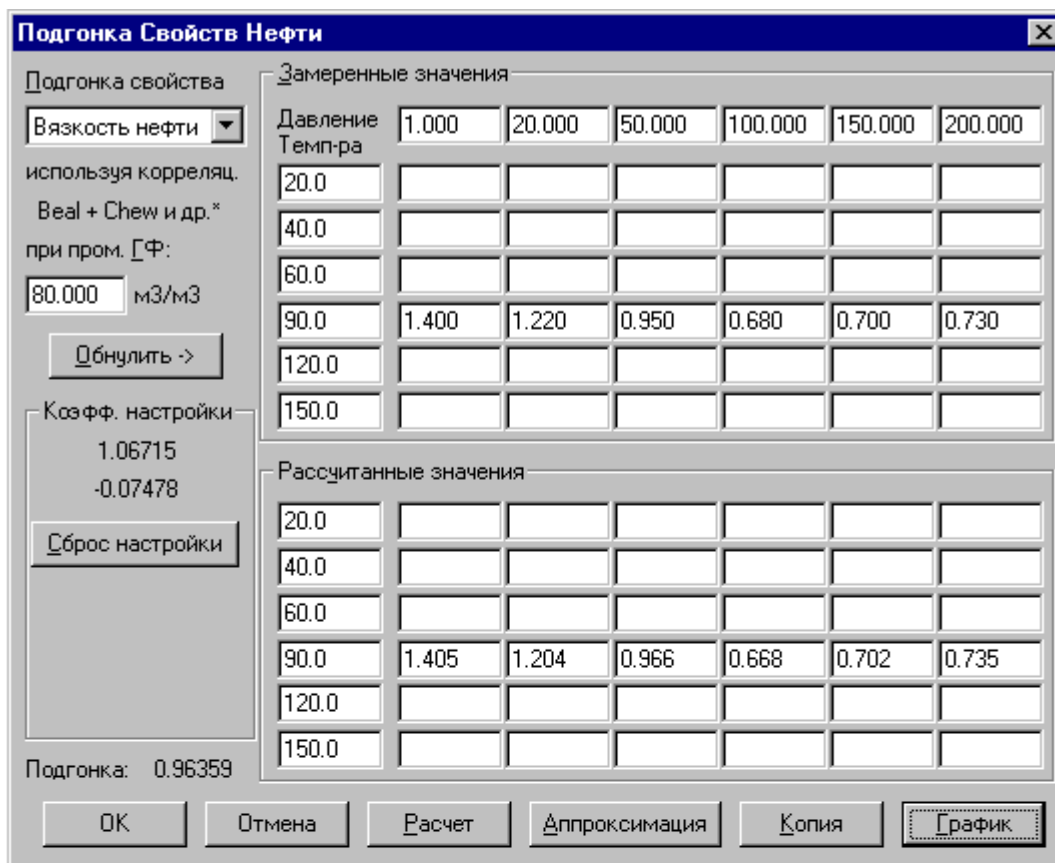


Рис. 3 - Пример экрана настройки параметров флюида и графическое представление результатов подгонки.

Вследствие такого подхода можно быть уверенным в точности выполнения FloSystem прогнозирования и операций оптимизации, которые зависят от точности расчёта свойств жидкости. Для около критических жидкостей, где зависимости чёрной нефти не надёжны, WellFlo предлагает использование уравнения состояния с воз-



возможностью настройки для более точного моделирования параметров такого рода жидкостей. Такой подход имеет огромное преимущество, так как он не требует всех данных, необходимых для моделирования чёрной нефти, но в то же время обеспечивает высокую точность расчётов сложной углеводородной системы.

Расчёты давления и температуры

Падение давления и изменения температуры между забоем скважины и устьем, обычно, является наибольшим перепадом в системе. *FloSystem* располагает всеми стандартными гидродинамическими корреляциями для расчёта профиля давления по стволу и трубопроводам. Варианты моделирования температуры включают : возможность ручного ввода температуры для каждого узла, расчетные и калибровочные модели потерь тепла, а также комбинированную модель «температура-давление». Это позволяет определять теплотери либо с помощью расчётов, либо посредством прямого ввода данных. Графики анализируемых (исходных) данных и полученных результатов могут выводиться на экран одновременно для быстрой оценки и сравнения.

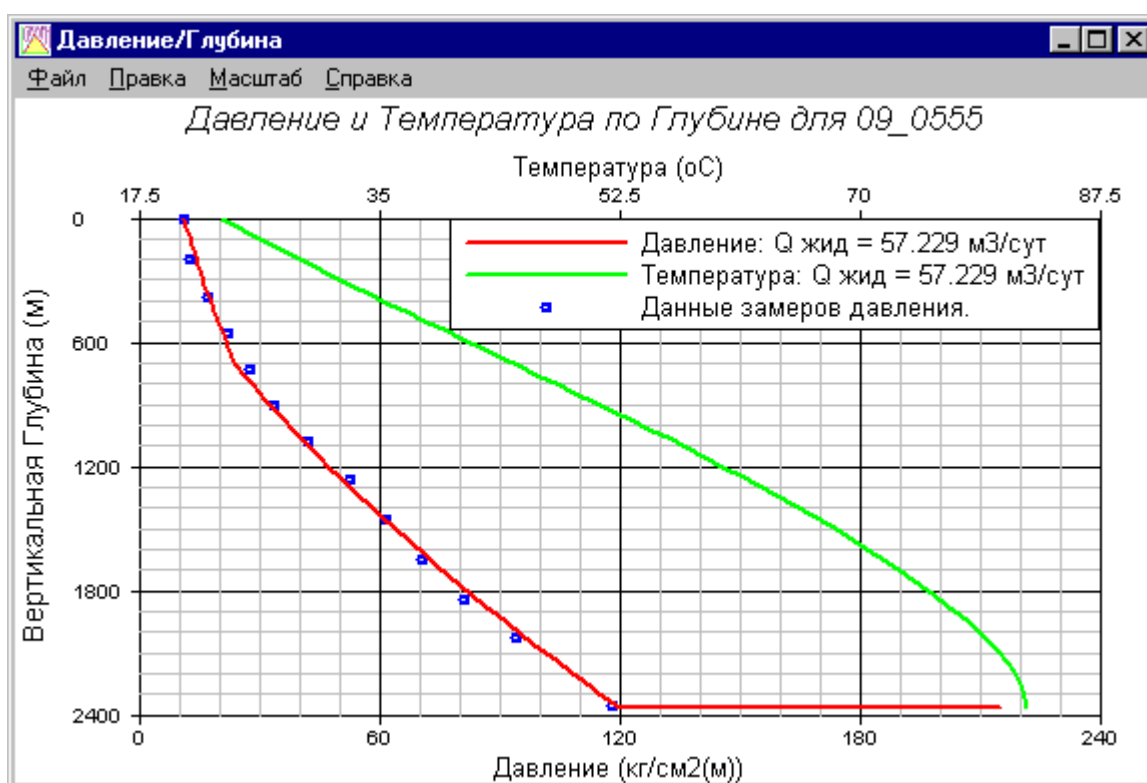


Рис. 4 - Пример сравнения результатов расчета с замерами

Помимо температуры и давления на графики можно выводить кривые изменения по стволу или трубопроводу других параметров: локальную плотность фаз, скорости фаз, режимы течения, фазосодержание и прочее.

Газлифт

Множество скважин во всём мире являются кандидатами для применения газлифта. *WellFlo* позволяет проектировать и моделировать газлифт, определять число и расположение пусковых клапанов, а также оптимальный темп нагнетания с учётом того, какое давления можно реально иметь на трубной головке.



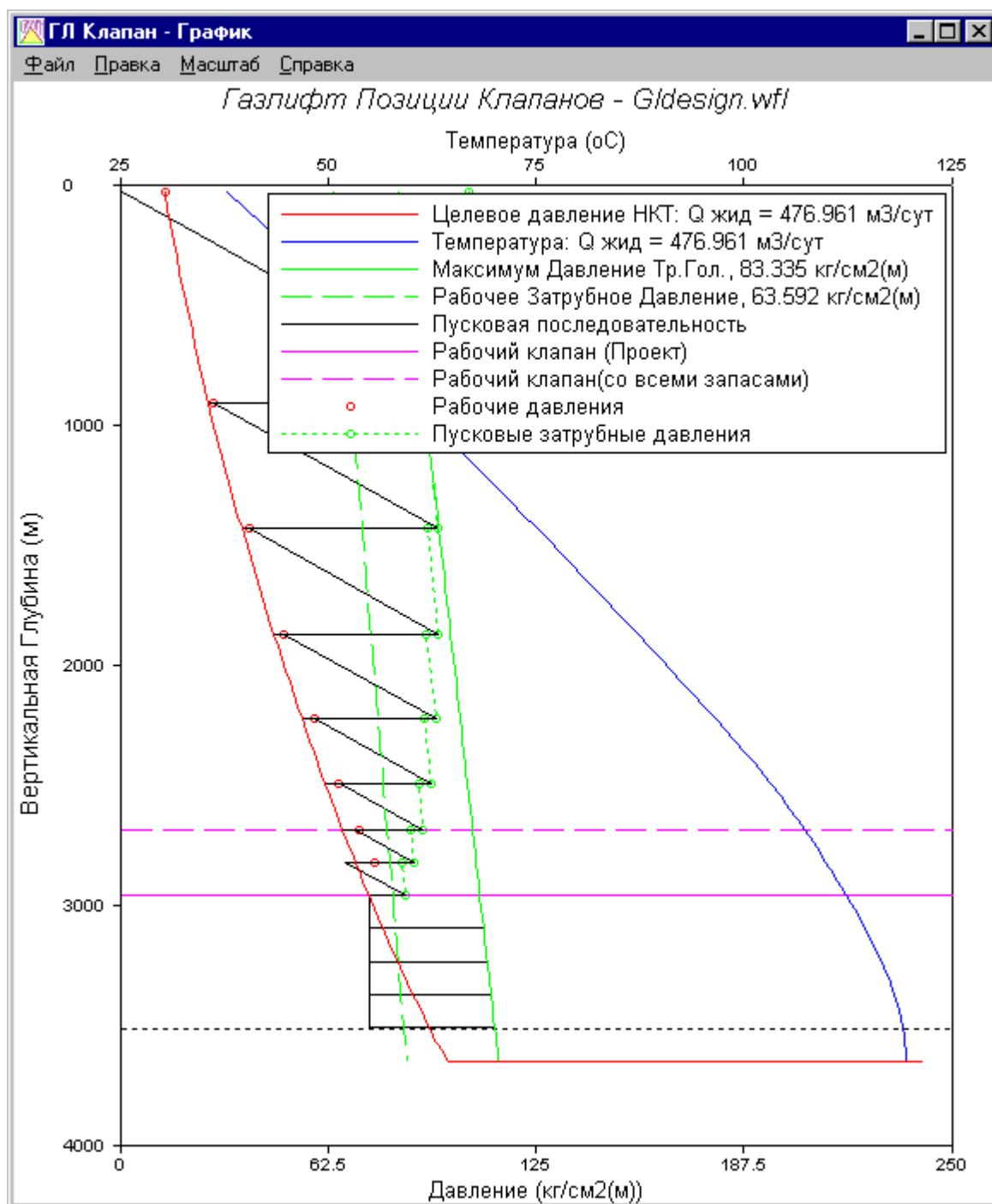


Рис. 5 - Графическое представление результатов расчета пусковой последовательности

WellFlo даёт возможность задавать темп нагнетания или отношение газ-жидкость в качестве входного параметра. Эти факторы, совместно с давлением на трубной головке, могут использоваться как переменные чувствительности. Для каждого расчетного темпа нагнетания программа определяет тип клапанов, что всегда обеспечивает точность расчётов всей системы.

Подбор и моделирование ЭЦН

Некоторые скважины требуют применения механизированной добычи, но являются непригодными для газлифта. В таких случаях используются электрические центро-



бежные насосы. Инженеры *Edinburgh Petroleum Services* провели большую работу с поставщиками насосов для разработки модуля *WellFlo-ESP*, обеспечивающего строгий и аккуратный расчёт ЭЦН. Программа располагает большой базой данных с рабочими кривыми насосов и двигателей всех крупнейших производителей. Эти кривые используются в качестве основы расчётов с последующей поправкой на плотность жидкости, частоту питания погружного электродвигателя, число ступеней и другие параметры системы. Это означает, что для всех эксплуатационных условий выполняется точный расчёт рабочего режима насоса.

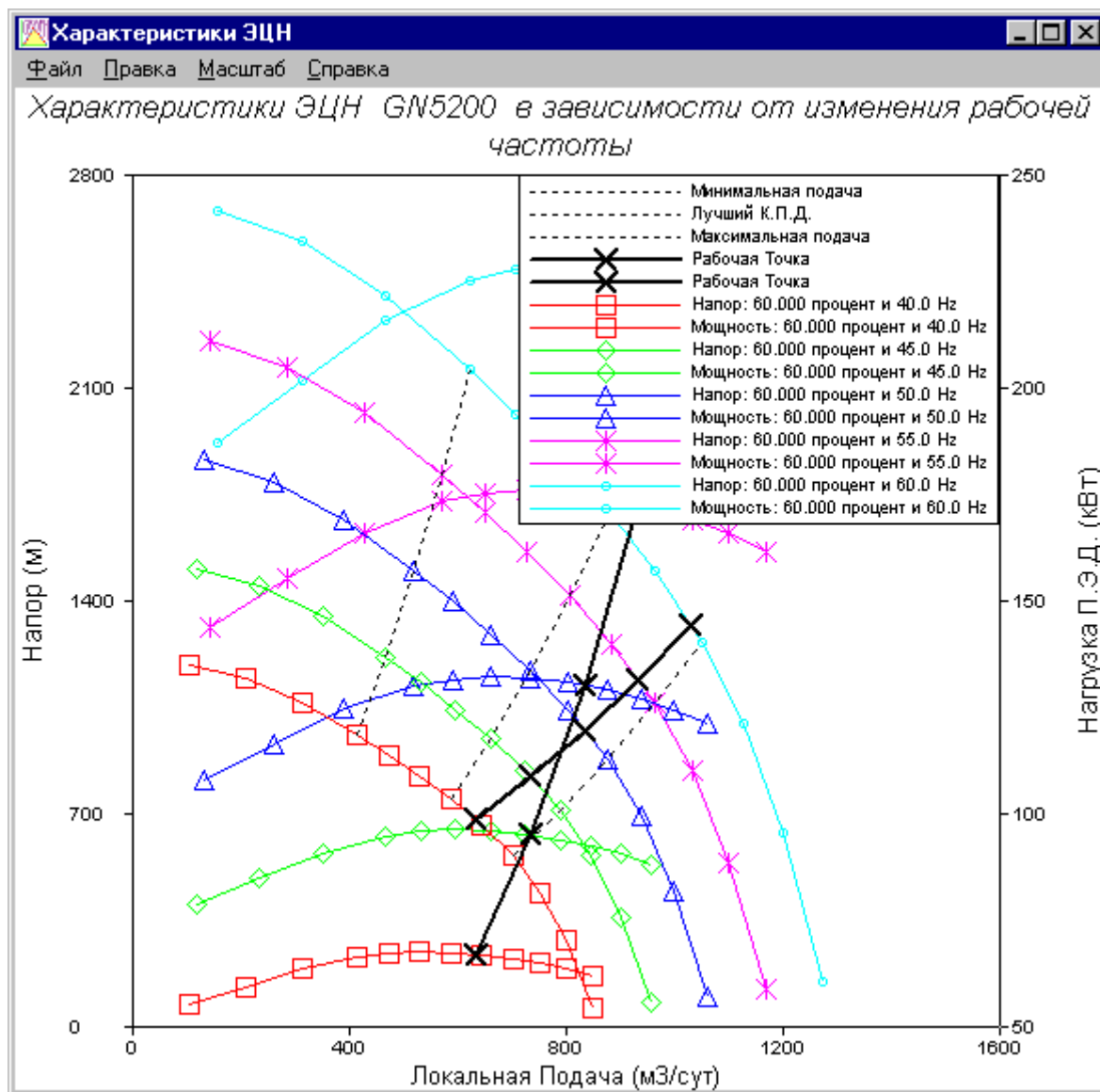


Рис. 6 - Пример анализа рабочих характеристик ЭЦН при изменении частоты питания ПЭД

Преимущества использования моделирования работы насоса с помощью *WellFlo* заключаются в том, что программа позволяет выполнить моделирование насоса, устанавливаемого на реальной скважине, например, горизонтальной скважине под конкретный тип жидкости (например, расчет пуска с жидкостью глушения!). Это обеспечивает высокую точность моделирования, так как система учитывает и все остальные параметры скважины.



Экспорт-Импорт данных

WellFlo может генерировать таблицы напорных характеристик скважин в формате DOS или UNIX для использования этих данных в программах-симуляторах типа VIP™ (фирмы Landmark), используемых для динамического моделирования резервуаров. Для гидродинамического моделирования пласта лучше всего создать таблицу напорных характеристик для каждой отдельной скважины месторождения. Если нет прямой связи с симулятором, “типичная” таблица используется для всех скважин, так как составление отдельной таблицы для каждой скважины не является практичным.

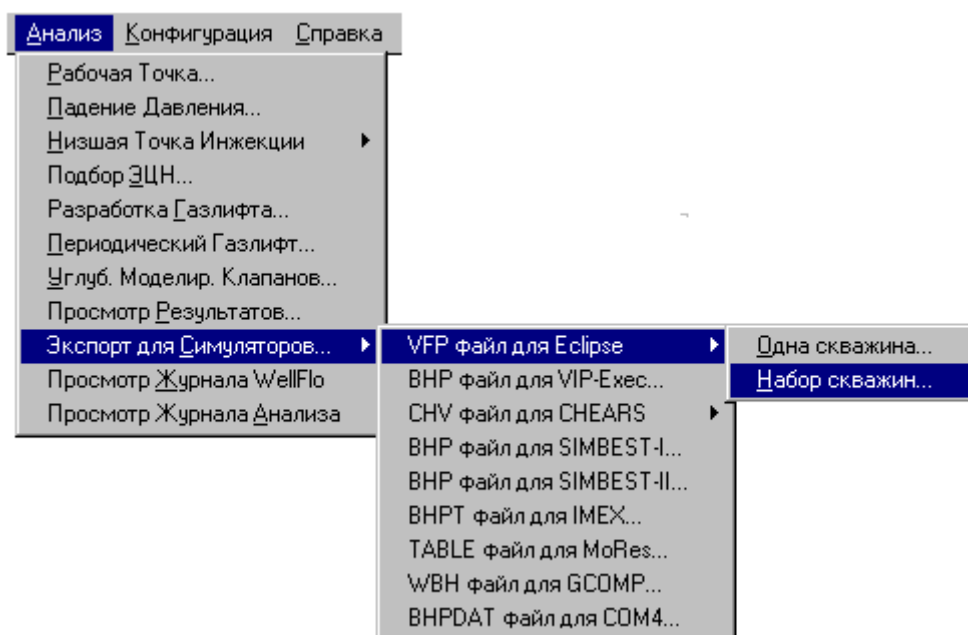


Рис. 7 - Меню экспорта данных для симуляторов пласта

Файлы могут иметь табулированный формат, что облегчает экспортирование данных в программы редактирования текста или системы управления базами данных. Возможности “выделения” и “копирования” в среде Windows™ позволяет эффективно составлять отчёты, с включением графических фрагментов.

Результаты замеров профиля “давление-глубина” и другие промысловые или лабораторные данные могут быть импортированы в *WellFlo* и выведены на экран в виде графиков вместе с результатом моделирования. Это значительно сокращает время проведения оценки моделей и достоверности результатов расчетов.

FieldFlo

После того, как в *WellFlo* были созданы модели отдельных скважин и трубопроводов, *FieldFlo* даёт пользователю возможность соединить скважины и трубопроводы в единое целое для моделирования целого месторождения. Таким образом *FloSystem* исследует добывающую систему как единое целое с учётом сложного взаимодействия скважин через систему сбора при анализе поведения всего месторождения. Данная интеграция обеспечивает выполнение ряда ключевых функций, что невозможно осуществить при работе по типу “скважина за скважиной”.

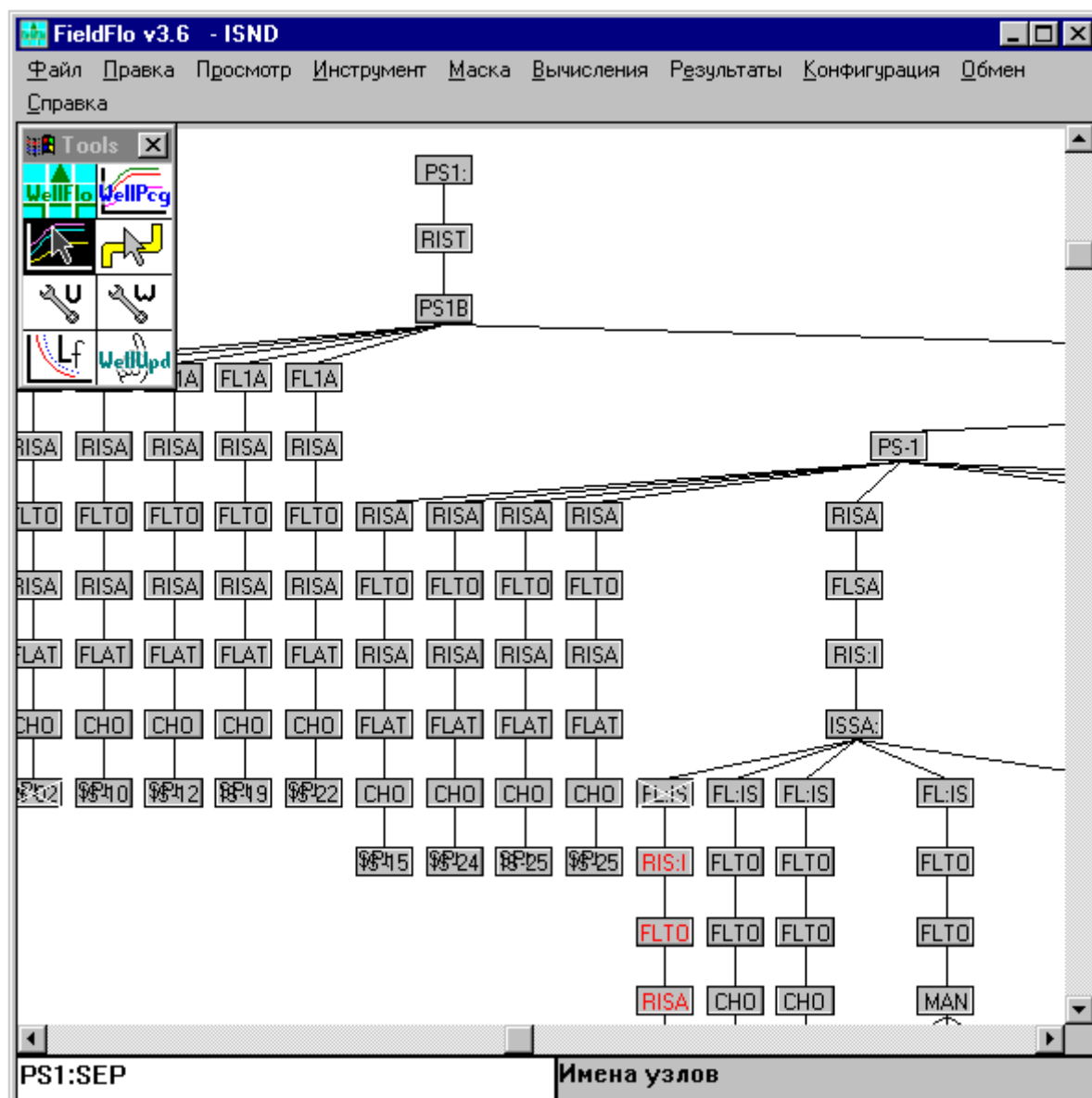


Рис. 8 - Пример представления месторождения в FieldFlo (фрагмент)

Сравнение данных

Поскольку скважины взаимодействуют через выкидные, кусты - через коллекторы, работа системы в целом может прогнозироваться только с помощью такой программы, как *FieldFlo*, которая рассчитывает параметры для всей "сети". Программа позволяет установить распределение газа для скважин с газлифтом и включить фонтанирующие скважины и скважины с ЭЦН. Программа рассчитывает параметры по всей системе, которые затем можно сравнить с реально наблюдаемыми. В процессе расчёта *FieldFlo* показывает давление и дебиты для всех узловых точек сети сбора. При помощи процесса сравнения можно определить распределение добычи для всего месторождения, а это большое преимущество.

Реконфигурация вручную

Часто оценка результатов выявляет «критические» скважины, отрицательно влияющие на работу всей системы. Инженер может легко отключить выявленные

скважины или посредством “выделения” и “перемещения” подсоединить их к другому коллектору для оценки работы системы с альтернативной конфигурацией.

Оптимизация

Оптимизация отдельной скважины, обычно, не представляет особой сложности - особенно при использовании *WellFlo*. Однако, оптимизация всего месторождения зависит от взаимовлияния хорошо работающих оптимальных скважин и менее хорошо работающих скважин. Например, оптимизация газлифта на одной скважине может потребовать повышения давления подачи газа, что приведёт к повышению давления в коллекторе. А это, в свою очередь, отразится на других скважинах, подсоединённых к этому коллектору. В результате, повышение производительности одной скважины, может снизить производительность других. *FieldFlo* учитывает такую взаимозависимость и правильно распределяет ресурсы для оптимизации всей системы.

Критерии оптимизации определяются самим пользователем: он может выбирать между максимизацией добычи газа, нефти или прибыли (можно задать цену каждой единице нефти и газа). Результаты оптимизации используются для прогнозирования работы месторождения в качестве упражнения или для реальной оптимизации разрабатываемого месторождения. Лёгкость “удаления” или “перемещения” скважин делает *FieldFlo* идеальным инструментом для ежедневной оптимизации производственных операций.

Общая информация

FloSystem работает под управление Windows™, Windows9x™, Windows NT™ и Windows2000™. Также имеются версии продукта для работы в среде NovellWare™. Это позволяет использовать программу на портативных персональных компьютерах для работы в полевых условиях или на мощных стационарных компьютерах для решения крупных задач моделирования.

Документация по программному обеспечению содержит большое количество информации, а в саму программу включена система контекстно-ориентированной подсказки.

Одним из важных вопросов, с точки зрения пользователей, является техническая поддержка. Edinburgh Petroleum Services обеспечивает такую поддержку на основании контрактов по обслуживанию. Офисы EPS имеют в штате экспертов по нашим программам, которые решают все инженерные проблемы пользователей. Информационные бюллетени регулярно рассылаются в соответствии с программой услуг по обслуживанию и включают техническую информацию высокого качества с описанием новых решений с использованием нашего программного обеспечения. Подготовка по работе с программным обеспечением предоставляется на наших курсах в Эдинбурге, но может осуществляться и на местах, если это необходимо.

Оптимизатор Ресурсов



Обзор технологии ReO



Введение

Программная система ReO™ является главным новым программным продуктом, разработанным и представленным на рынок фирмой EPS в 1999. Этот продукт предназначен для моделирования и оптимизации систем добычи углеводородного сырья. Настоящий обзор представляет ключевые технологии, реализованные в ReO, и дает информацию о некоторых уникальных возможностях этого продукта.

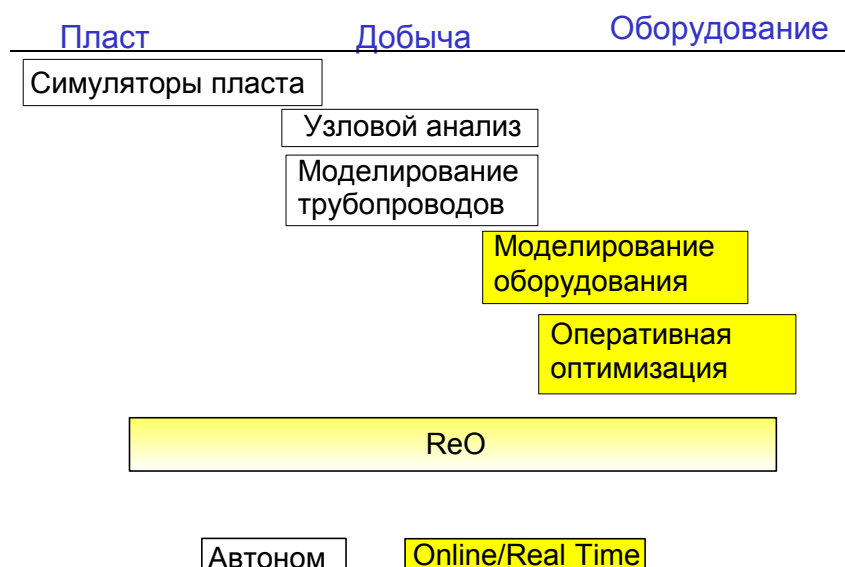
Для моделирования и оптимизации различных аспектов добычи нефти и газа используются различные технологии. Для реализации этих технологий используются различные методы и были разработаны различные программные продукты, использующие эти методы. Например, симуляторы пласта представляют удобный обзор динамики «жизненного цикла» месторождения. В то время, как оперативная оптимизация в реальном времени предназначена для максимизации дохода от добычи сырья.

ReO как система предназначена для удовлетворения потребностей клиентов в оптимизации добычи с учетом всех компонентов добывающей сети от пласта до наземного оборудования в двух основных областях:

Для помощи в проектировании новых добывающих мощностей. Проектирования как концептуального, так и детального плана.

Для оптимизации добывающих систем либо в автономном режиме, либо в режиме реального времени.

Для определения оптимальной конфигурации добывающей системы ReO одновременно сочетает в себе сложные инженерные расчеты, учет целей и реальных ограничений, а также экономические факторы. Схема приложений ниже показывает роль и место ReO в процессе добычи.





ReO является интегрированным продуктом, позволяющим выполнять моделирование всей добывающей системы в целом, от пласта до оборудования подготовки и распределения товарной продукции. Его модульная структура позволяет клиентам изменять конфигурацию и функциональные возможности используемого приложения для обеспечения своих специфических требований. ReO является новым подходом к моделированию добычи. Данный подход призван заменить общепринятые пакеты, использующие методы узлового анализа, широко используемые в промышленности (например, программа фирмы EPS FloSystem)

Цели создания оптимизатора ресурсов ReO

Причиной разработки ReO явилось желание создать такой программный инструмент, который можно использовать на всех стадиях эксплуатации («жизни») месторождения. От планирования разработки и до возможности совместной работы инженеров нефтяников различного профиля с одной и той же интегрированной моделью месторождения (или нескольких месторождений) с целью выполнения различного рода анализа и поиска проектных решений:

Концептуальное проектирование разработки новых месторождений

Проектирование, анализ и выбор оборудования

Ежедневная оптимизация добычи в автономном и неавтономном режимах

Выявление и диагностика проблем и «узких мест»

Прогнозирование добычи

Контроль пласта

Контроль и управление данными

Начало исследований и старт разработки ReO относятся к середине 90-ых годов. Первая коммерческая версия увидела свет в 1999. Пятая версия выпущена в сентябре 2002. Шестая ожидается в начале 2003.

Разработка программной системы ReO была спланирована как серия нескольких стадий. Последовательность версий продукта - следующая:

ReO Gas Network (*выпуск Q1, 1999*). Оптимизация скважин и наземного оборудования газовых и газо-газоконденсатных месторождений, процессов нагнетания и добычи, систем транспортировки и распределения, компрессоров газоперекачивающих станций и энергетических генераторов.

ReO Gas Network with Gas Lift Optimization (*выпуск Q4, 1999*). К возможностям первой версии добавлена возможность оптимизации использования газа скважинами с газлифтной добычей.





ReO Multiphase Network (*выпуск Q1, 2000*). Оптимизация скважин и наземного оборудования нефтяных и газоконденсатных месторождений, трубопроводов с многофазными потоками, многоступенчатых сепараторов. Также имеет все возможности версии ReO Gas Network.

Интеграция оптимизации газлифта с ReO Multiphase Network (оба выпуска описаны выше). Дополнительно включено моделирование многофазных насосов и теплообменников. Этот интегрированный продукт именуется просто ReO v.3 (*выпуск Q3, 2000*).

ReO Field Modeling. Полномасштабное моделирование месторождения, включая характеристики пласта, кратко и долгосрочное прогнозирование добычи. (*выпуск Q1, 2001*).

Дальнейшее развитие продукта будет происходить в направлениях управления промысловыми данными, прогнозирования проблем с гидратами, интеграции с пластовыми симуляторами, анализа переходных режимов течения и прочее.

Особенности ReO

ReO использует передовые технологии в областях термодинамического моделирования флюида, математического моделирования, нелинейной оптимизации и программирования. Это обеспечивает наиболее точное решение задач в инженерном и экономическом плане. Инженер легко может моделировать как поведение одной скважины или трубопровода, так и более сложные добывающие сети, насчитывающие тысячи скважин. Гибкость данного инструмента сочетается с простотой и легкостью его использования.

Технология решения задач оптимизации

Ядро системы ReO – оптимизатор – использует методы последовательного линейного программирования.

Этот подход фундаментально отличается от решений, используемых в других коммерческих продуктах, предназначенных для оптимизации добычи, так как большинство из них – просто симуляторы, а не оптимизаторы.

Модуль оптимизации в ReO обсчитывает сеть не последовательно «узел за узлом», что свойственно для методов узлового анализа, а одновременно. Система может оптимизировать и моделировать реальную сеть, учитывая целевые функции и ограничения, которые можно задать для любого узла сети.

Ключевое отличие и преимущество ReO в том, что это инструмент одновременно и для моделирования, и для оптимизации. Моделирование дает давления, температуры, дебиты (расходы) флюида по добывающей сети. В это время оптимизатор определяет наиболее экономичную стратегию добычи, базируясь на технологических или экономических ограничениях. Возможности экономического моделирования, заложенные в ReO, учитывают доход от продажи углеводородно-





го сырья в сочетании со стоимостью процесса добычи для оптимизации чистого дохода.

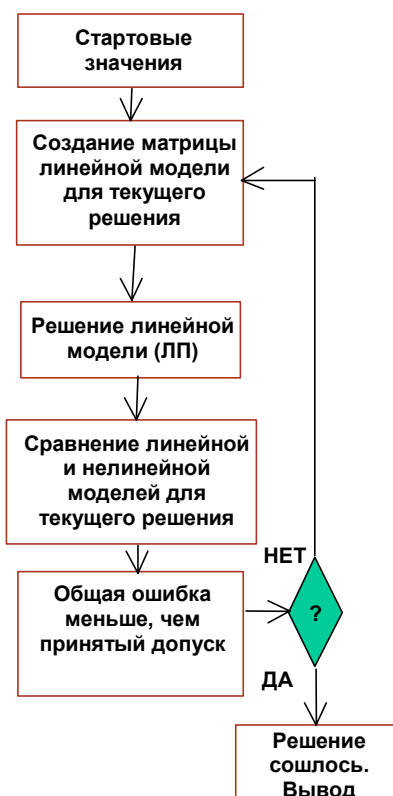
Другие преимущества - это:

Масштабируемость – ReO может использоваться для создания моделей небольших блоков. Эти модели могут использоваться как готовые элементы при создании модели месторождения. Модели месторождений можно объединить в модель всех добывающих мощностей крупной компании. ReO может обрабатывать добывающие сети, насчитывающие тысячи скважин.

Сложность топологии – любой уровень сложности может быть обработан этим программным продуктом, включая обводные трубопроводы и разветвления, так же как и сети распределения и нагнетания.

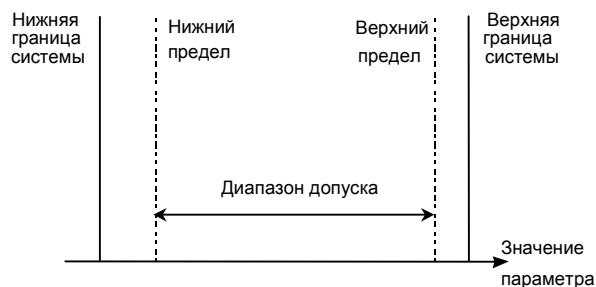
Комплексное моделирование системы добычи – подсистемы сбора и нагнетания одного или нескольких месторождений могут моделироваться и оптимизироваться одновременно.

Основная логика решения представлена на диаграмме ниже.



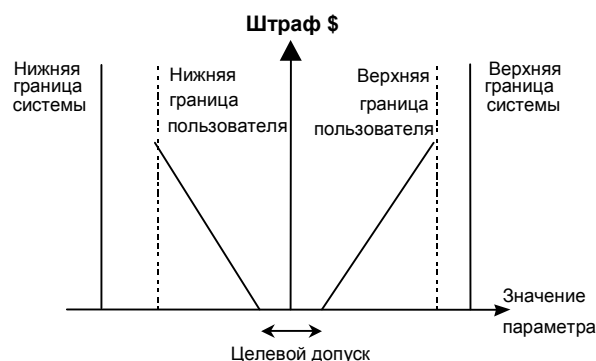
Реальные добывающие сети имеют как рабочие ограничения, так цели для многих составляющих ее элементов. Ограничения и цели одних элементов сети часто находятся в противоречии с ограничениями и целями других. ReO позволяет задать ограничения и цели хоть для каждой точки системы и выдать оптимальное решение с их учетом, если таковое физически существует. Типичное ограничение показано ниже.



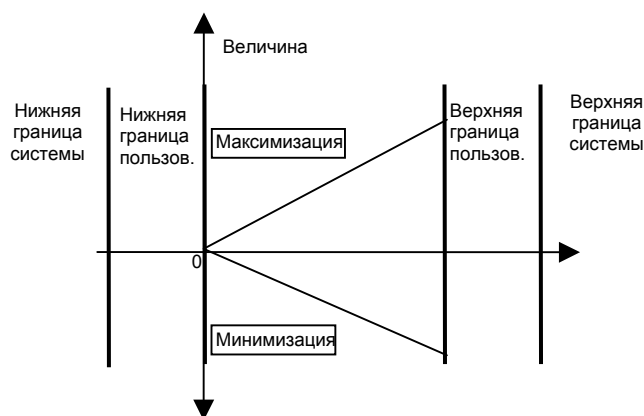


Такое ограничение может использоваться, например, чтобы быть уверенным, давление на приеме сепаратора будет держаться в поле определенного допуска. Это случай жестких ограничений.

В случае ниже цель ассоциирована с неким «штрафом», который применяется при решении в случае нарушения целевого допуска.



Такой тип «цели» требуется для нахождения наилучшего компромисса при наличии в системе элементов с конфликтующими целевыми функциями. Например, можно увеличивать добычу на газовом промысле, снижая давления на устье скважин, пока на приеме компрессорной станции поддерживается пусть и не оптимальное, но технически допустимое давление.



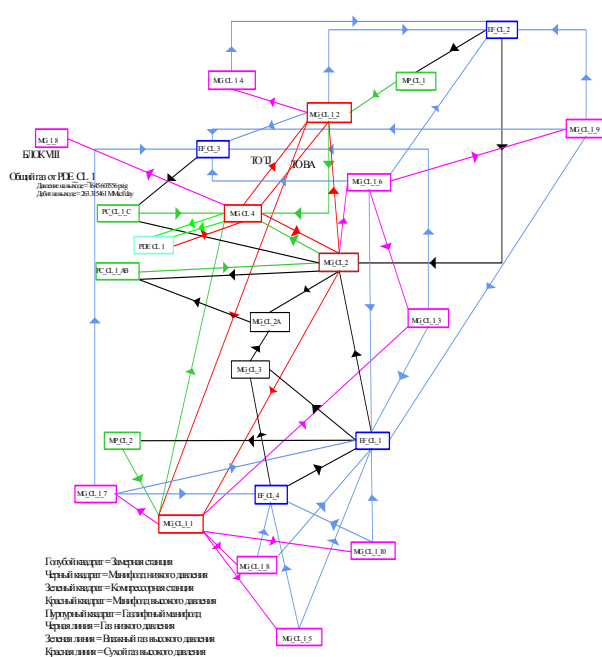


Показанные примеры применяются для различных ограничений и целей. На практике часто возникают задачи максимизации или минимизации какого-либо определенного параметра. Определение «цели» максимизация/минимизация в ReO показано на рисунке выше.

Комбинация целевых функций максимизации и минимизации в сочетании с возможностью обрабатывать сети любой сложности составляет ядро уникальной технологии ReO.

Пример анализа газовой сети с помощью ReO

Экранный «кадр» ниже демонстрирует уровень сложности реальных систем, которые могут обрабатываться с помощью ReO.



В этом примере сеть сбора нефти и газа была объединена с сетью подготовки и распределения газа высокого давления, используемого для газлифта. Система также включает сепараторы, дожимные насосы и компрессоры, представляя интегрированную модель всей реальной добывающей системы в целом. Оператор данного месторождения использует ReO, интегрированную с автоматизированной системой управления, которая работает в реальном времени. Это позволяет оптимизировать рабочие характеристики и режимы на ежедневной основе с учетом как стоимости экспортируемого газа, так и стоимости газа используемого для газлифта и для привода газоперекачек и энергогенераторов. Каждый из прямоугольников на диаграмме выше представляет собой блок общей системы. Любой из этих блоков может быть открыт в отдельном окне для представления группы скважин, многоступенчатого сепаратора или компрессора. Каждый такой блок кроме скважин и оборудования может содержать блоки нижнего уровня. Стрелки показывают направления потоков, определенные в ходе расчетов ReO.





Системы такой сложности могут быть удовлетворительно обработаны лишь с использованием технологий ReO.

Компонентное моделирование флюида

Один из наиболее важных аспектов моделирования добывающих систем состоит в необходимости корректного расчета термодинамических свойств флюида (PVT параметров).

Часто PVT параметры, доступные инженеру, изменяются как по значениям, так и по качеству. ReO была разработана с учетом этого факта.

Если был выполнен компонентный анализ, то его результаты (с хроматомасс спектрометра, например) могут использоваться напрямую. Если имеются параметры лишь для модели Черной Нефти, ReO применяет технику расщепления на компоненты и подбора их соотношения, чтобы определить тот компонентный состав флюида, который будет соответствовать полученным параметрам. Этот подход означает, что различные флюиды с различным уровнем детализации описания могут объединяться в рамках того же базового набора компонентов.

Там, где скважины дают продукцию различного состава, смешивание этих флюидов в системе сбора будет аккуратно моделироваться системой. Состав вычисляется и сообщается для всех узлов сети. Это очень важно и ценно для месторождений, где скважины или блоки скважин дают продукцию различного состава.

Использование в ReO полнокомпонентного моделирования флюида создает серьезную основу для дальнейших исследований химии углеводородов (планируется реализовать в будущих версиях ReO).

«Библиотека» компонентов в ReO содержит характеристики 45 углеводородов и неорганических примесей. Эта библиотека может использоваться «как есть» либо настроена для подгонки к результатам замеров, если таковые имеются. Пользователь может определять собственные поднаборы компонентов (композиции) в зависимости от разрешающей способности анализаторов. Эти поднаборы могут использоваться наряду со стандартным набором компонентов. Время вычислений является зависимым от количества выбранных компонентов.

Эти характеристики используются в уравнениях состояния Peng Robinson, Soave Redlich Kwong, Patel Teja или Valderrama–Patel–Teja для точного расчета фазового состава и свойств флюида по всей сети. Уточненные уравнения состояния также могут использоваться, если таковые есть.

Объектно-ориентированный стиль

ReO разрабатывалась с использованием объектно-ориентированных методов программирования. Интегрированная объектно-ориентированная база данных (лидер рынка ObjectStore™) хранит данные по конфигурации всей добывающей сети вместе с результатами расчетов. Это дает возможность создания различных сценариев





для оценки и сравнения вариантов. Интерфейс и технологические модели также являются объектно-ориентированными.

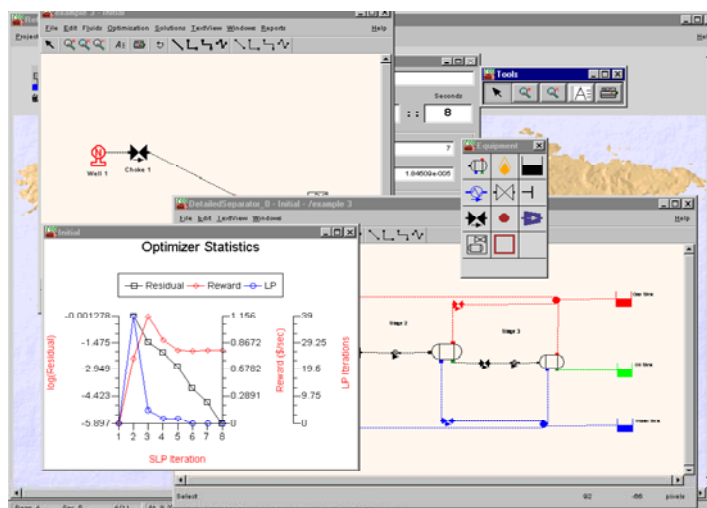
Моделирование работы скважин

Для детального и точного моделирования работы скважин ReO использует программу WellFlo, также разработанную EPS. WellFlo широко используется в промышленности. Отдача от инвестиций, сделанных в ее внедрение, может быть существенно увеличена использованием ReO.

Этот инженерный инструмент можно использовать для всех типов добывающих и нагнетательных скважин. Создание и настройка детальных моделей скважин формирует базис комплексной модели всей добывающей системы.

Графический интерфейс пользователя

Ключевое свойство ReO состоит в том, что все действия по моделированию и анализу выполняются через графический интерфейс с помощью привычных манипуляций «мышью», типа «перетащил-бросил». Модель добывающей системы может быть создана быстро. Электронные таблицы обеспечивают быстрый ввод и просмотр информации. Возможность выделять блоки оборудования в подсистемы и работать с ними в отдельных окнах позволяет создавать модели очень большой сложности с простым и быстрым доступом ко всем узлам и элементам.



Такое «гнездовое» многоуровневое представление очень удобно для больших добывающих сетей.

Входные данные и результаты могут быть выведены либо в окне представления модели, либо в табличном диалоговом окне, либо детально объект за объектом в виде электронной таблицы. Системы единиц измерений могут выбираться и изменяться по требованию.

Карты и другие диаграммы могут импортироваться в программу. Это позволяет быстро и корректно расположить элементы модели.





Технологические модели

ReO не предполагает ограничений по сложности конфигурации добывающей системы иных, чем физическая и логическая совместимость. Такие сети могут включать петли, обводные трубопроводы, разветвления, циклы рециркуляции. Все это может моделироваться и обрабатываться без ограничений и превышения компьютерного времени.

В распоряжении инженера ряд моделей устройств и оборудования, созданных с использованием промышленных, стандартных зависимостей. При этом требуется минимальный ввод данных. Большинство исчерпывающих моделей базируются на данных из спецификации производителя. Такая гибкость позволяет инженеру выбрать верный уровень детализации описания решаемой задачи. Модели оборудования могут быть «извлечены» из общей модели для анализа и настройки отдельно. После чего их можно вставить обратно в общую модель добывающей сети.

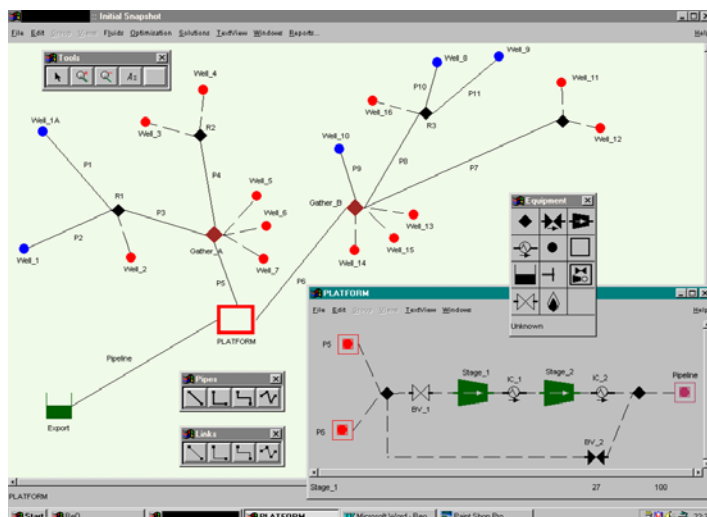
Давления, дебиты и температуры вычисляются и выдаются для каждой точки добывающей системы. Для расчетов используется термодинамическое моделирование.

Интерфейс, приведенный выше, иллюстрирует трех ступенчатый сепаратор, соединенный с простой системой сбора. График статистики оптимизатора показывает статистические данные сходимости процесса вычислений. Многооконный графический интерфейс делает возможным представление модели и результатов с различным уровнем детализации. Результаты могут быть показаны как в виде сводки, так и на уровне компонентов.

ReO для газовых сетей

ReO Gas Network является первым выпуском в семействе продуктов ReO и используется в настоящее время во всем мире рядом крупных нефтяных и газовых компаний. Данная версия объединила в себе все ключевые свойства, описанные выше. В основном предназначено для моделирования систем нагнетания газа и систем добычи газа и газа-газоконденсата. Включена возможность моделирования компрессорного оборудования. Типовой экран ReO для простой газодобывающей сети показан ниже. Детали компрессорной станции показаны в отдельном окне. Плавающая инструментальная панель для создания структуры сети также показана на рисунке.





Список устройств, модели которых доступны в рамках ReO для газовых сетей, включает трубопроводы, штуцеры (с регулируемым и фиксированным диаметром), задвижки, стандартные компрессора (политропная модель цикла), теплообменник (промежуточный) газовые и газоконденсатные скважины, узлы приема (сепараторы, точки экспорта и доставки, факела или вытяжки), манифольды, «связи» (трубы без потерь), заглушки.

Ограничения могут быть определены для любой точки добывающей системы в терминах давления и/или дебита вместе с целевыми функциями максимизации/минимизации в терминах дохода или затрат.

ReO тесно связано с приложением WellFlo. WellFlo можно запускать прямо из ReO в случае, если необходимо создать модель новой скважины или рассчитать приток и напорную кривую для уже имеющейся модели.

Наиболее сложный проект по внедрению системы ReO Gas Network к настоящему времени реализован в Латинской Америке. Добывающая сеть в том проекте имела несколько сотен скважин, оптимизация работы которых производилась на ежедневной основе с использованием системы SCADA (пример на Рис. 6 иллюстрирует эту сеть). Эта система включает сеть сбора газа низкого давления, несколько компрессорных станций, сеть нагнетания и распределения газа высокого давления. ReO Gas Network модель была связана с системой SCADA через собственную интерфейсную программу - Interface Control Program (ICP).

Данная добывающая система показала прирост добычи нефти на уровне 4% вследствие оптимизации распределения газа, используемого для газлифтных скважин на этом месторождении. Высокая экономия была достигнута также по газу, используемому в качестве топлива для привода газлифтных компрессорных станций и станций, перекачивающих экспортируемый газ. Это позволило пускать на продажу большее количество газа. Компания оператор данного месторождения в настоящее время ведет внедрение этой технологии на всех своих промыслах.

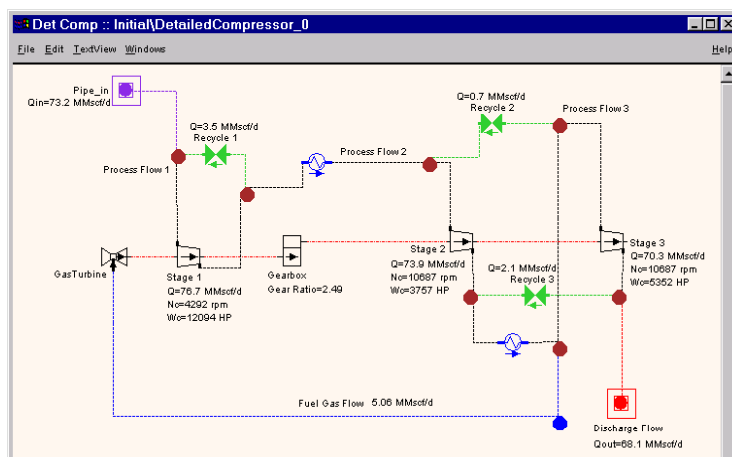




Детализованная модель компрессора

Стандартная модель компрессора, упомянутая в секции выше, обычно используется для расчетов, связанных с определением основных характеристик (типоразмера) компрессора. Детализованная модель компрессора, описываемая в данной секции, обеспечивает значительно более всестороннее представление процессов получения энергии (в турбине) и сжатия (в компрессоре).

Схема ниже показывает возможности, включенные в вариант с детализованным компрессором. Ряд компонентов предлагается инженеру для создания модели компрессорного оборудования, включая газовую турбину, компрессорные ступени (одна или много), редуктор/мультипликатор и теплообменники. Газ, потребляемый турбиной привода, может отбираться из любой точки сети. Параметры модели, требуемые для ввода в данном случае, поставляются большинством производителей оборудования вместе с их изделиями. Условия помпажа и запираания потока могут быть определены при расчете. Перепускная линия, управляемая различными клапанами, автоматически пропустит необходимое для устойчивой работы количество газа, если подача на приеме падает ниже предела по помпажу. Модели турбины и ступеней компрессора могут быть настроены для соответствия реальным рабочим характеристикам, если имеются соответствующие замеры.



Эта детальная модель компрессора может обрабатываться в одиночном режиме или быть интегрирована в общую систему добычи и/или нагнетания.





ReO для многофазной сети

ReO Multiphase Network расширяет функциональные возможности ReO Gas Network до моделирования многофазных флюидов. Данный продукт был выпущен в январе 2000 года. ReO Multiphase network имеет средства для моделирования скважин с механизированной добычей, включая оптимизацию газлифта, насосное оборудование и многоступенчатые сепараторы.

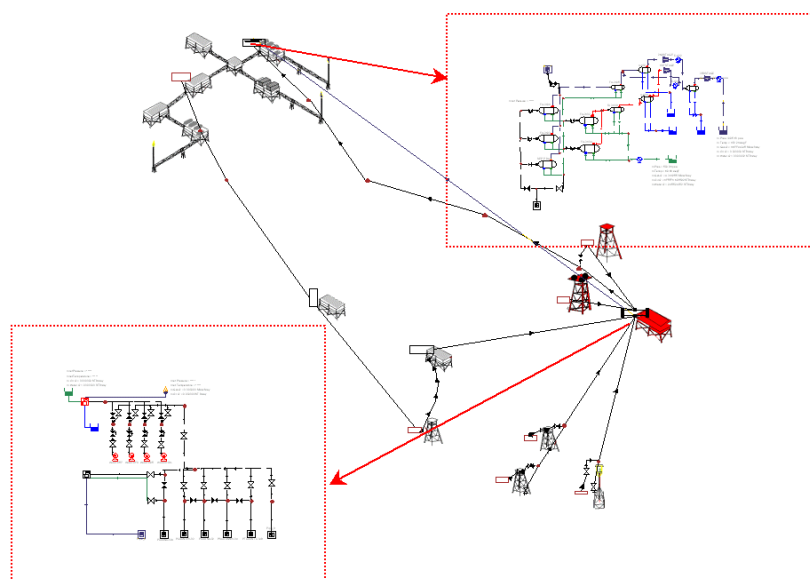
Рабочие характеристики скважины моделируются с использованием приложения EPS WellFlo, которое включает возможность расчета, как газлифта, так и электрических центробежных насосов. Доступны для использования несколько корреляций для расчета течения флюида по трубам и другим устройствам, включая общие промышленные стандарты.

Многоступенчатая сепарация включает модель основного сепаратора, которая точно рассчитывает 3-фазную нефть-вода-газ сепарацию при условиях давления и температуры сепаратора. Ступени сепаратора можно соединять в серии с промежуточными контрольными клапанами между ними и получать различные конфигурации. Для процесса сепарации можно моделировать унос одних фаз потоками других.

Отсепарированный газ может быть введен в ReO Gas Network, где могут моделироваться компрессоры, нагнетание для газлифта и трубопроводы транспортировки газа.

Сейчас все эти продукты объединены в единое приложение. ReO в состоянии полностью моделировать и оптимизировать системы комплексной добычи и подготовки нефти и газа.

Ограничения могут быть заданы для дебитов по нефти, газу и воде, равно как и для давлений, и для дебита общей жидкости. Экономическая модель разрешает назначать различные независимые цены для нефти и газа.





Пример анализа многофазной сети с помощью ReO

В одном из исследований, выполненных с помощью ReO, оператору было нужно проанализировать целесообразность установки сепаратора и прокладки отдельной трубы для газа выше по потоку от трубы с многофазным потоком. Предполагалось, что это может снизить обратное давление и увеличить отбор со скважин.

Схема выше показывает новую газовую трубу в темно синем цвете. По ней газ с нового сепаратора будет поставляться на красную платформу перед подачей на главную платформу.

Для этого случая сделана модель, позволяющая проверить оба сценария. Во-первых, проверить существующие рабочие характеристики, во-вторых – рабочие характеристики при добавлении нового сепаратора и трубопровода.

Использование ReO обеспечило выигрыш через оценку экономической отдачи от предполагаемых капиталовложений.

ReO для комплексного моделирования месторождения

ReO Field Modelling дополняет предыдущие выпуски ReO поэтапным во времени моделированием добывающих систем для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования добычи и режимов работы.

Экономическая модель может включать предсказанные на будущее цены на нефть и газ, что позволит быть уверенным в оптимальности стратегии разработки через какой-то период времени.

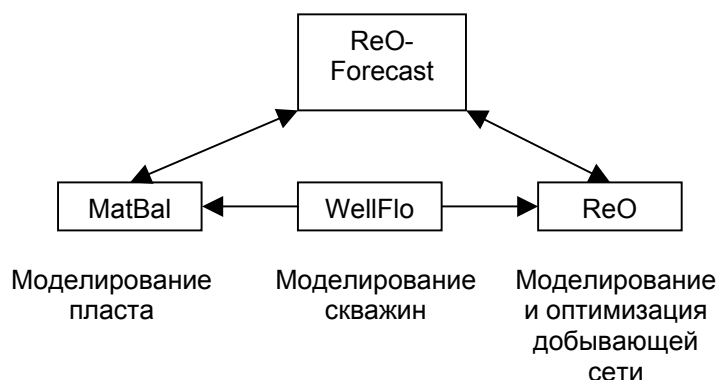
Статус скважин и оборудования, а также конфигурация могут быть изменены в ходе прогнозируемого периода. Планы бурения, выхода из строя, профилактических и ремонтных работ могут быть определены и заданы в рамках экономической модели.

Пластовые характеристики могут моделироваться посредством использования кривых снижения давления или с использованием интегрированной модели материального баланса.

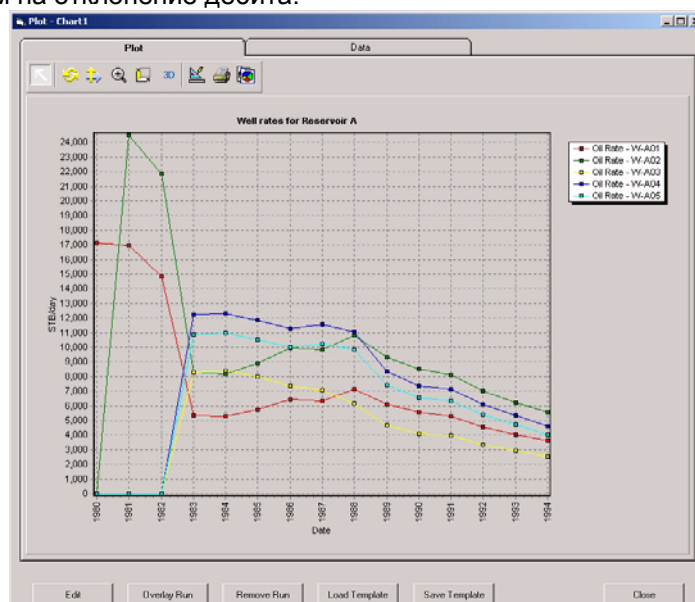
ReO прогнозирование добычи

ReO Forecast расширяет функциональность ReO до возможностей расчета изменения добычи в масштабе добывающей системы во времени для кратко или долгосрочных прогнозов. ReO Forecast объединяет вместе приложения WellFlo, MatBal и ReO, создавая инструмент прогнозирования.





ReO Forecast применим как для нефтяных, так и для газовых месторождений. А также для газовых месторождений, разрабатываемых на условиях обеспечения контрактного дневного дебита с определенным допуском на отклонение дебита.



Статус оборудования, каждой скважины, конфигурация наземной сети сбора могут быть изменены на любом временном шаге в соответствии с изменением экономических параметров или накладываемыми ограничениями. Логика ввода-вывода скважин может быть либо экономическая, либо в терминах добычи.

Более подробно о продукте MatBal и других можно посмотреть на сайте EPS по адресу: www.e-petroleumservices.com

Заключение

ReO в настоящее время является хорошо зарекомендовавшей себя технологией, число пользователей которой растет во всем мире. Уникальные возможности этой технологии были продемонстрированы в приложениях от проектного моделирования планов разработки до





проектов оптимизации работы месторождений в реальном масштабе времени. Продолжающиеся инвестиции фирмы EPS в разработку этой технологии позволяют охватывать решение дополнительных задач и обеспечивают внедрение данной системы все новыми и новыми компаниями отрасли. ReO является новым мощным инструментом. Этот инструмент обеспечивает компаниям максимизацию доходов от их активов через снижение себестоимости добычи и увеличение ее объемов, что точно является основным требованием сегодняшней промышленности.

