



Weatherford®

Программное обеспечение для моделирования и оптимизации процессов добычи ReO®



Программные продукты для моделирования и оптимизации систем добычи углеводородного сырья.

Программное обеспечение для моделирования и оптимизации процессов добычи ReO®

Компания Weatherford предлагает самый полный в отрасли рабочий пакет программных инструментов для оптимизации технологии и процессов нефте- и газодобычи. Программное обеспечение *ReO* входит в программный комплекс *Field Office™*, разработанный компанией Weatherford, и признано уникальным программным продуктом, предназначенным для моделирования и оптимизации добычи.



Введение

Программное обеспечение *ReO* включает в себя целый ряд решений, предназначенных для моделирования и оптимизации наземного промышленного оборудования и технологической инфраструктуры, включающих в себя практически все позиции, начиная с устьевого оборудования и заканчивая перерабатывающими мощностями. Приложение моделирует работу всей системы добычи в целом и одновременно оптимизирует производственный процесс с учетом экономической модели, определенной пользователем. Результат – значительное увеличение объемов добычи и/или сокращение эксплуатационных затрат.

Стандартный срок окупаемости пакета *ReO* может варьироваться от двух недель до нескольких месяцев в зависимости от условий эксплуатации и параметров добычи.

В основу программы положены ведущие технологии в сфере моделирования газонефтяных систем и процессов, оптимизации и проектирования программных средств, что является залогом эффективного применения самых точных технических и экономически обоснованных решений. Гибкость программы позволяет инженерам создавать сложнейшие сетевые модели с высокой степенью эффективности. Уникальный подход, сочетающий в себе задачи моделирования и оптимизации, реализованный в приложении, дает пользователю возможность работать с крупномасштабными и комплексными сетями с поразительной легкостью.

Программа была разработана с применением технологии, обеспечивающей ее интеграцию с существующими и будущими программными решениями компании Weatherford, предназначенными для оптимизации добычи. Программное обеспечение *ReO Forecast™* - мощная сопутствующая программа, которая предоставляет пользователю возможность использования данных *ReO* с приложениями для моделирования подземных процессов и систем, таких как симуляторы материального баланса или симуляторы пластов-коллекторов.

Это интегрированное решение позволяет оператору готовить точные прогнозы на протяжении всего срока разработки месторождения. Программный пакет обеспечивает беспрецедентную гибкость и доступ к мощнейшим инструментам для анализа и оптимизации, а также для бизнес-планирования на всех этапах проектирования, эксплуатации и прогнозирования. Поскольку данное приложение является частью пакета *Field Office* компании Weatherford, данные и результаты *ReO* полностью совместимы с приложениями *WellFlo®* и *MatBal®*.

Стандартные сферы применения

- **Оптимизация оборудования и сооружений для добычи нефти и газа:** более эффективное использование существующего оборудования для добычи нефти или газа является крайне действенным способом повышения объемов добычи углеводородного сырья. После проведения расчетов по оптимизации приложение выдает новые значения настроек для различного оборудования на площадке, что выражается в увеличении объемов добычи. Оптимизация оборудования для добычи способна обеспечить прирост добычи до пяти процентов без каких-либо капитальных вложений.
- **Оптимизация технологий извлечения:** повышение объемов добычи углеводородного сырья путем изменения «маршрутов» его транспортировки обеспечивает более эффективное использование существующих технологий извлечения сырья. Преимущества от оптимизации, проведенной благодаря использованию приложения ReO, как правило, зависят от мощности промысловых трубопроводов.
- **Оптимизация процесса газлифта в зависимости от месторождения:** это оптимизация добычи углеводородного сырья на месторождениях газлифта, включая ограничения по давлению систем добычи и пределы распределения газлифта в газлифтных скважинах. Алгоритм оптимизации газлифта рассчитывает показатели нагнетания для каждой скважины; данные показатели рассчитываются, исходя из доступного давления нагнетания в сети.
- **Распределение добычи:** отвечающие самым современным требованиям функции моделирования и отчетности позволяют пользователям пересчитать измеренную динамику добычи на месторождении с точки зрения отдачи отдельных скважин и нефтегазоносных пластов, что является существенным вкладом в дело планирования разработки месторождения и пласта.
- **Методики механизированной эксплуатации:** они служат для оценки пригодности выбранного способа механизированной добычи (газлифт или электроцентробежные погружные насосы) и его технологического исполнения для обеспечения ожидаемых объемов добычи.
- **Оптимизация процессов:** современные математические методы, эффективно осуществляющие гидродинамические расчеты, а также технологические расчеты оборудования предоставляют пользователю информацию для определения критических параметров той или иной системы с точки зрения затрат.
- **Конструкция технологического оборудования:** гибкость моделирования технологического оборудования позволяет пользователю тестировать различные варианты и конфигурации технологического оборудования.



Модель наземной сети.

Почему программное обеспечение ReO?

Устойчивость, надежность и гибкость

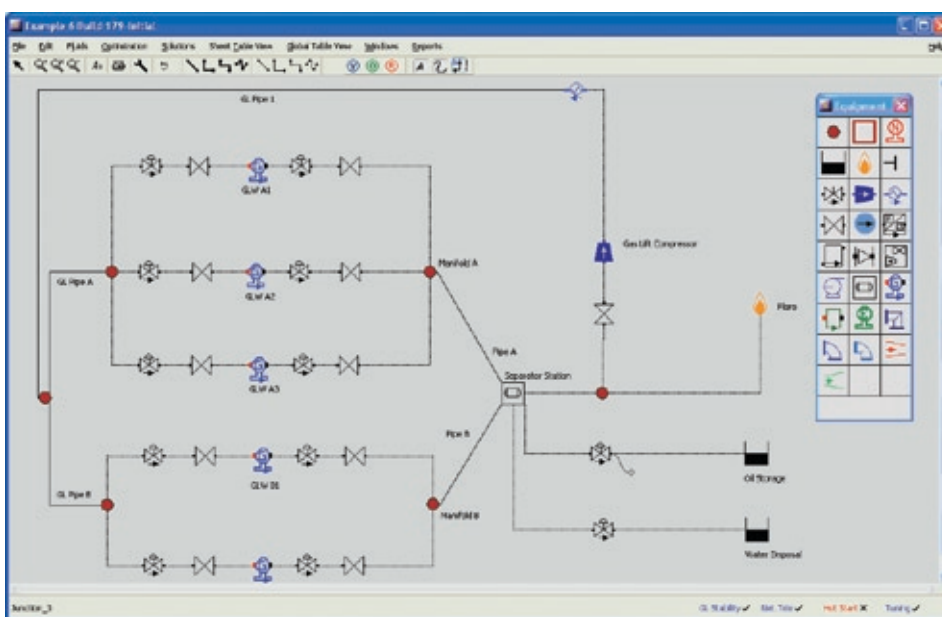
- Совершенные математические модели гарантируют, что все физические параметры будут учтены в расчетах решений по оптимизации для каждого оборудования.
- Компанией Weatherford уже разработаны модели ReO для месторождений разного уровня сложности: многие из них включают в себя сотни газлифтных скважин и тысячи трубопроводов. В программный модуль встроена уникальная система «памяти», позволяющей использовать накопленный опыт и работать с самыми сложными проектами.
- Модели ReO прошли испытания нагрузки на системах, работающих в режиме он-лайн, при этом они обрабатывали одновременно четыре различных сценария четыре раза в сутки; испытания проходили более года и за это время не было зарегистрировано ни одного отказа системы.

Эффективность, быстрота, простота использования

- Использование новейшей технологии программирования позволяет работать с широким диапазоном проблем, связанных с планированием добычи и управлением активами.
- Пользовательский интерфейс, работающий в режиме перетаскивания (режим «drag and drop») легок в использовании. Средства ввода и редактирования данных обеспечивают быстрое и эффективное построение моделей. Средства визуализации и отображения результатов в графической форме способствуют эффективной интерпретации результатов исследования.
- В отличие от многих других программных продуктов, существующих на рынке, пакет ReO предлагает мощный и высокоскоростной алгоритм решения задач оптимизации вне зависимости от сложности задания

Открытый интерфейс

- Интерфейс COM позволяет импортировать данные и отчеты ReO в любую программу для моделирования скважин и процессов переработки в формате Excel™.



Основные характеристики

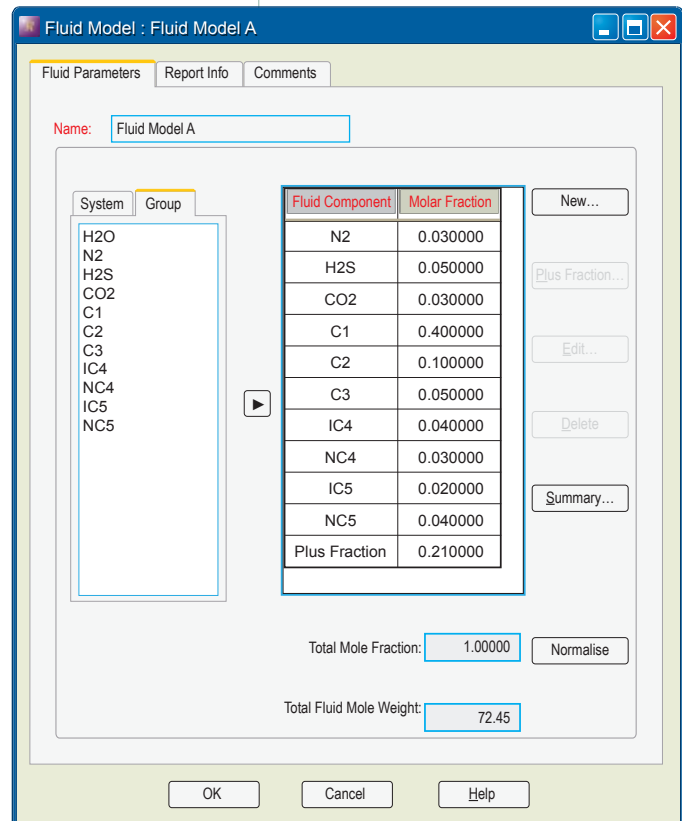
Моделирование газожидкостной системы

Программный пакет *ReO* моделирует поведение любой пластовой жидкости с учетом ее фракционного состава и в широком диапазоне температур и давления. Для тяжелой нефти предусмотрен набор стандартных промышленных соотношений давления/объема/температуры (ДОТ), таких как соотношения Стендинга, Гласо, Петроски-Фаршада и др. Для смешанных сред модель ДОТ строится с помощью уравнения состояния. Шесть уравнений состояния, включая уравнения Пенга-Робинсона и Соава Редлиха Квонга, включены в пакет *ReO*. База данных пластовых флюидов, поставляемая с приложением, содержит характеристики компонентов вплоть до C45, включая типовые неорганические элементы, которые в них могут быть обнаружены. Все это позволяет пользователю быстро вводить данные по ДОТ.

Смешение флюидов играет важную роль для наземной технологической инфраструктуры, а программное обеспечение *ReO* с высокой эффективностью работает с такими жидкостями различного состава. Для их анализа приложение использует анализ состава флюида и характеристики перехода от пластовых к стандартным условиям.

Новый алгоритм перевода из моделей для тяжелой нефти в композиционные позволяет пользователю комбинировать наборы данных для моделирования соответствующих ДОТ и использовать уравнения состояния в целях оптимизации.

Программа *ReO* сообщает о составе флюида во всех узлах сети. Данная функция крайне полезна при мониторинге состава основных неорганических компонентов, таких как CO₂ или H₂S. Также эта функция облегчает мониторинг состава нагнетаемого газа, особенно при использовании поочередной закачки воды и газа.



Пример моделирования компонентов флюида.



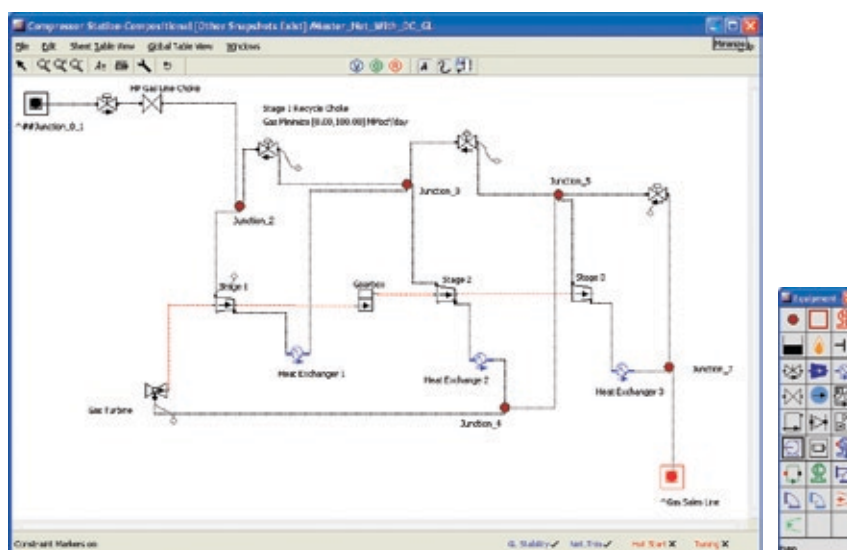
Основные характеристики (продолжение)

Моделирование процессов

Программное обеспечение поддерживает все основное оборудование, используемое в стандартных системах добычи нефти и газа, а именно: дроссели, промышленные трубопроводы, райзеры, трубопроводную арматуру, манифольды, многофазные сепараторы, теплообменники, газовые компрессоры, насосы, поглотители H_2S и CO_2 и т.д.

Для каждого типа оборудования предлагается целый диапазон стандартных промышленных корреляций для точного соответствия требованиям степени сложности конкретного проекта. Математические модели представляются пользователю таким образом, чтобы он фокусировался на основных целях анализа и не тратил времени на те сферы, которые повлияют незначительно или не окажут никакого воздействия на общие расчеты по оптимизации.

- **Дроссели:** программа содержит как критические, так и пограничные соотношения (Сачдева и Гилберта) для точного моделирования расчета критического расхода и перепада давления в дросселе.
- **Компрессоры:** моделирование компрессорной станции осуществляется на базе простой газовой КС с турбиной, ступенями компрессора, редукторами, теплообменниками и т.д. Для начала расчетов пользователю остается лишь ввести необходимые исходные данные: коэффициент напора, кривые КПД для ступеней компрессора, мощность, скорость работы турбины и т.п.



Пример моделирования процессов.

Моделирование процессов (продолжение)

- **Промысловые трубопроводы, райзеры и вертикальные спускные трубы:** программное обеспечение ReO предлагает широкий выбор стандартных корреляций притока флюида для прогнозирования перепада давления, а именно: Беггса и Бриля, Даклера-Итона-Фланигана и т.п. Совмещенные модели притока флюида и теплообмена способствуют точности моделирования изменений температуры. Приложение также позволяет пользователю регулировать коэффициенты для повышения точности прогнозирования.
- **Поглотители H_2S и CO_2 :** приложение позволяет моделировать объекты очистки газа от H_2S и CO_2 . Для этого в программе предусмотрена специальная опция. Как и ранее, для начала расчетов пользователь должен указать исходные данные (эффективность и мощность технологического оборудования).
- **Теплообменники:** аналогичная по простоте опция предусмотрена в ReO для быстрого и эффективного моделирования изменения температур в технологическом потоке теплообменника. Для более детальной модели процесса теплообмена также имеется соответствующая опция, которая предлагает множество типов теплообменного оборудования, включая наиболее часто применяемые кожухо-трубные теплообменные аппараты.
- **Трубопроводная арматура:** влияние различной трубной арматуры в общем перепаде давления в наземной части может быть довольно ощутимым для системы. Приложение предлагает все наиболее часто используемые виды трубопроводной арматуры, а именно – отводы, переходники на увеличение и на уменьшение диаметра, коленчатые патрубки и т.д. Для расчета перепадов давления используется стандартная промышленная методика. Обычно пользователи имеют возможность редактировать настройки для соблюдения нужного регистра давления.
- **Насосы:** поддерживаются опции как для центробежных (ЭЦН), так и для поршневых насосов. Пользователь может ввести технические характеристики насоса, предоставленные производителем. Данная информация наряду с затратами на компрессию используется блоком оптимизации для вычисления оптимальной скорости и максимальной производительности.
- **Сепараторы:** ПО ReO способно оптимизировать блок многоступенчатого сепаратора как на газовом, так и на нефтяном потоке. Для каждой ступени сепаратора пользователь может смоделировать процесс разделения, указав коэффициенты сепарации.

Для больших сетевых моделей пользователи могут быстро менять входные данные всего оборудования, используя функцию «Общий вид» или таблицу. Закладки помогают пользователю управлять большими объемами данных и гарантируют лучшую визуализацию сети.



Основные характеристики (продолжение)

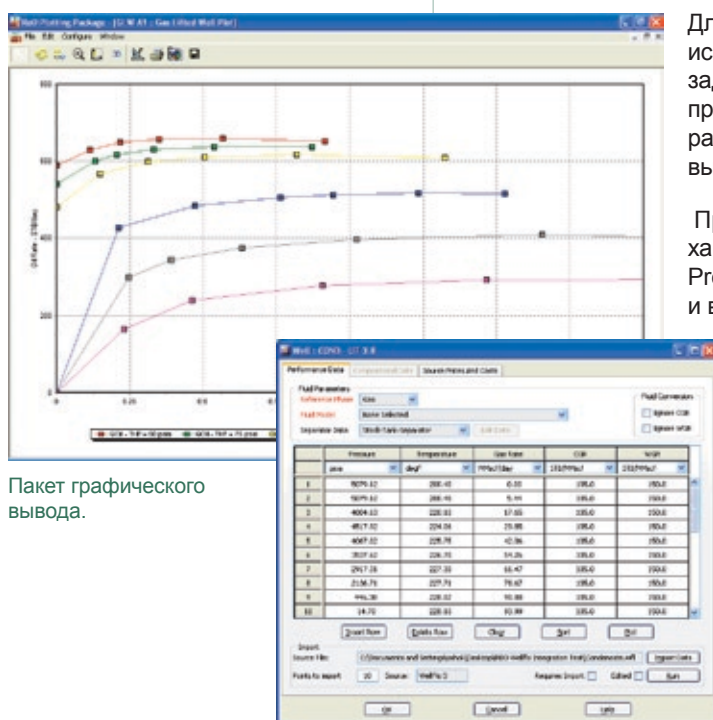
Моделирование скважин

Программное обеспечение *ReO* полностью интегрируется с программным модулем *Field Office™ WellFlo®* для моделирования скважин, что позволяет получать детальную информацию о рабочих характеристиках скважины, которая играет ключевую роль в расчетах вариантов оптимизации. Данная функция доступна как для эксплуатационных, так и для нагнетательных скважин.

Для фонтанных скважин программное обеспечение *ReO* использует кривые производительности на устье скважины, основанные на устьевом давлении, температуре и дебитах газа, нефти и воды. Для газлифтных скважин генерируется двухмерная таблица с использованием расхода материала, нагнетаемого для газлифта, и давления в насосно-компрессорных трубах в зависимости от температуры устья, производимых флюидов и давления устьевого оборудования. Опция продвинутого моделирования клапанов (AGVM) *WellFlo* используется для расчета оптимального давления на устьевом оборудовании при указанном расходе нагнетания.

Для скважин с ЭЦН во время расчетов также используются данные по мощности, соответствующие заданному дебиту скважины. При оптимизации программное обеспечение *ReO* учитывает диапазон расхода, рекомендованный производителем для выбранной частоты.

Приложение позволяет импортировать рабочие характеристики скважин из программного модуля *Prosper™* через *OpenServer™* или копировать и вставлять данные из другой программы моделирования скважин. Для газлифтных скважин пользователь может импортировать рабочие характеристики через внешне созданный PCD файл.



Пакет графического вывода.

Пример моделирования скважины.

Технология моделирования

Используемая в ПО ReO технология основана на последовательном линейном программировании. В отличие от многих программных продуктов для наземных сетей добычи она моделирует и оптимизирует сеть одновременно. Моделирование определяет значения давления и температуры, расходы в системе, а блок оптимизации - наиболее эффективную стратегию добычи с учетом технических и экономических ограничений. Возможность экономического моделирования, заложенная в программе, учитывает прибыль от реализации углеводородов совместно с расходами на добычу для оптимизации чистой прибыли, получаемой от месторождения.

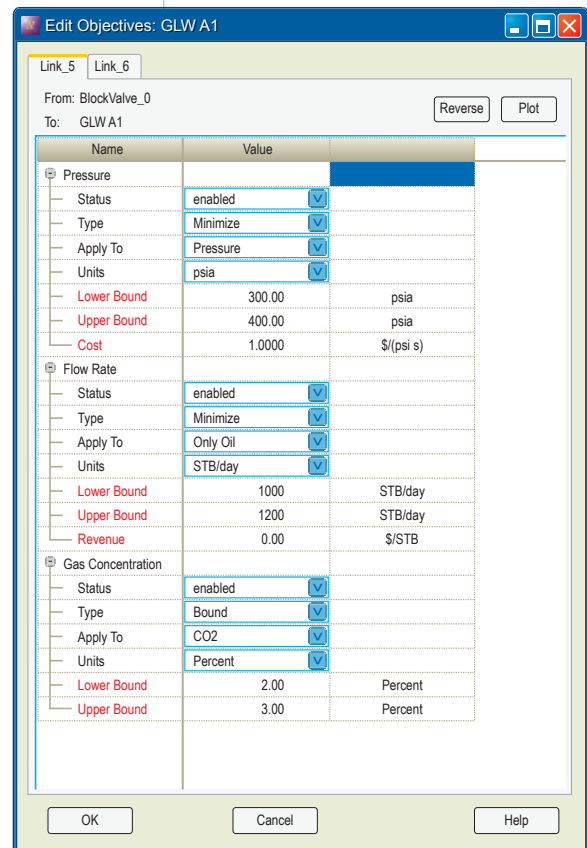
Программное обеспечение ReO предлагает решение широкого диапазона задач: максимизация, минимизация, установление предельных и целевых значений для давления, расхода и концентрации H₂S и CO₂. Пользователи могут ставить эти задачи практически в любой точке сети. В случае, если эксплуатационные ограничения и цели, определенные пользователем, конфликтуют, оптимизированное решение все-таки будет предложено (настолько эффективное, насколько это позволяют технические ограничения). При невозможности же его нахождения блок оптимизации прерывает выполнение задачи, поставленной пользователем, соответствующим образом уведомляя его об этом.

Масштабность - программное обеспечение ReO способно оптимизировать сети, содержащие тысячи скважин, и сделать это надежно и эффективно.

Топологическая сложность - программное обеспечение может работать в условиях любой степени сложности, включая обводные контуры и трубопроводы, а также распределительные и нагнетательные сети.

Общее моделирование системы - работа с нагнетательными сетями и сетями добычи может осуществляться и оптимизироваться одновременно.

Уникальная функция сетевой надстройки помогает пользователю сконцентрироваться на первоочередных компонентах сети. Интеллектуальный алгоритм сканирования определяет секции сети, которые недоступны в связи с блокировкой различных клапанов, и отключает эти участки от расчетов по оптимизации. Функция «горячего запуска» позволяет пользователям запустить расчеты оптимизации, применяя результаты решения, оптимизация по которому уже была проведена ранее.



Технология моделирования.

Основные характеристики (продолжение)

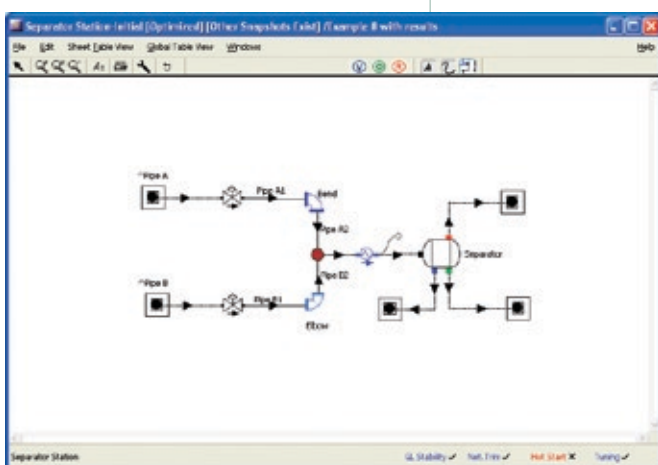
Архитектура программы

Программа разработана с применением объектно-ориентированных технологий. Встроенная объектно-ориентированная база данных ObjectStore® хранит все конфигурации производственных систем и сетей вместе с рассчитанными результатами. Это позволяет создавать, оценивать и с легкостью сравнивать различные сценарии. Все процессы моделирования и анализа реализованы посредством графического интерфейса с функцией перетаскивания, что гарантирует легкость в создании производственных сетей. Встроенная функция закладки помогает

инженерам углубляться в детали, не загружая при этом экран для крупных систем добычи.

Единицы оборудования можно выбирать и изменять в соответствии с требованиями. Карты или иные диаграммы могут быть импортированы, что позволит сконфигурировать модели добычи корректно и в кратчайшие сроки.

Программа не имеет ограничений по сложности добывающих систем, за исключением их физической невозможности и логических ошибок. Сложная сеть, включающая обводные контуры, отводы, переводники, параллельные подводящие промышленные трубопроводы и контуры рециркуляции, может быть смоделирована без каких-либо ограничений и в разумные сроки.



Архитектура программы.

Модуль ReO Forecast™

Модуль *ReO Forecast* расширяет возможности программного обеспечения *ReO*, добавляя к ним возможность разбивки по времени модели добывающих систем - на долгосрочный и краткосрочный период добычи. Данный модуль позволяет пользователю построить комплексную модель подземной и наземной сети для точного прогнозирования. Он связывает программу *ReO* со скважинной моделью ПО *WellFlo™*. Скважинная модель представляет собой программный модуль компании *Weatherford*, используемый для определения материального баланса. Также *ReO* может взаимодействовать с программным продуктом *Matbal™* и прочими симуляторами коллекторов. Это идеальный инструмент для прогнозирования добычи, подбора и проектирования оборудования и планирования разработки пласта.

ObjectStore - зарегистрированная торговая марка компании Progress® Software.

Модуль ReO Forecast™ (продолжение)

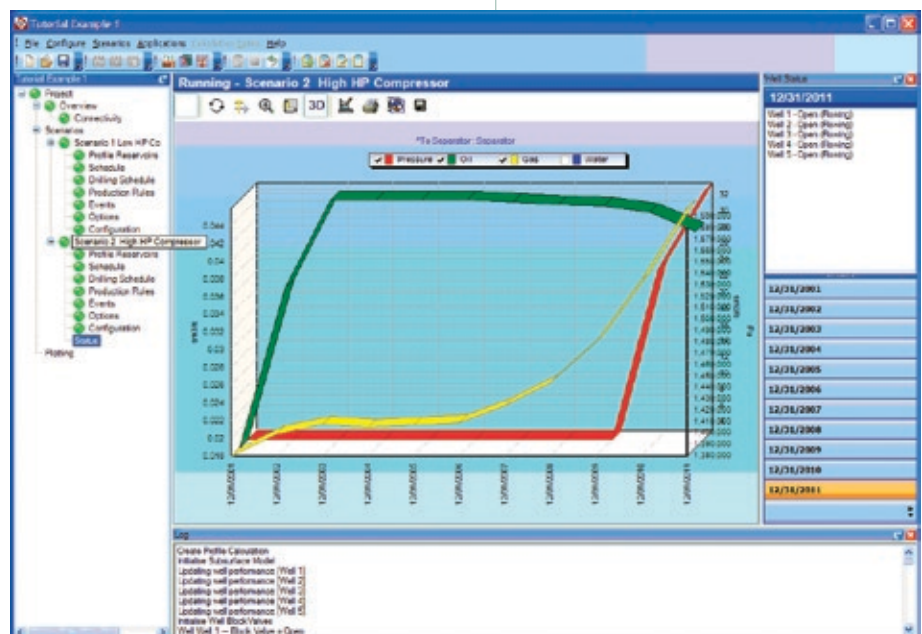
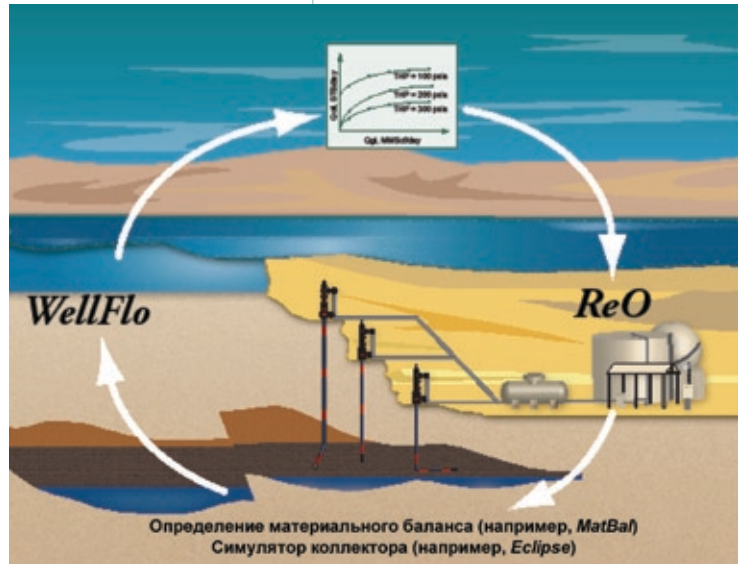
Результаты прогнозирования симулятора коллектора или приложения, определяющего материальный баланс, могут использоваться в качестве исходных данных для интегрированной модели WellFlo®/ReO на уровне связи «пласт/скважина». Для систем Eclipse™ 100 и 300 доступна взаимосвязь с приложением ReO в динамическом режиме: модели пласта, скважины и наземной сети прогоняются последовательно, с прямым обменом данными между этими приложениями. В систему встроен интерактивный алгоритм для устранения расхождений между симулятором коллектора и программным обеспечением ReO.

Модуль предлагает два основных варианта прогнозирования:

- Профиль добычи
- Контракт на поставку газа

Гибкое планирование позволяет пользователю редактировать любые факторы в наземной сети, а также открывать и закрывать скважины. Встроенные правила добычи гарантируют, что отдача для каждой скважины оптимизирована максимально возможным для данного актива способом. Опции ручного и автоматического бурения обеспечивают пользователям высокую гибкость при управлении планированием.

Для контракта на поставку газа пользователи могут указать ежедневное количество газа, соответствующее контракту, и задать коэффициент колебаний для моделирования сезонных изменений потребности в газе.



Пример ReO Forecast.

Программное обеспечение для моделирования и оптимизации процессов добычи ReO®

Пакеты программ *ReO* и *ReO Forecast™* осуществляют моделирование, оптимизацию и прогнозирование для наземных систем, включая практически все позиции, начиная с устьевого оборудования и заканчивая технологическими установками.

Помимо программ *ReO* и *ReO Forecast*, пакет программных услуг, предлагаемых компанией *Weatherford* для оптимизации производства, включает в себя:

- **DynaLift™** - динамический симулятор газлифта
- **Field Office™** - программное обеспечение для оптимизации добычи в реальном времени
- **i-DO®** - система наблюдения за операционной деятельностью
- **LOWIS™** - программное обеспечение для получения информации о сроке службы скважины
- **MatBal®** - программное обеспечение для анализа резервуара и прогнозирования добычи
- **PanManager™** - программное обеспечение для испытания нескольких скважин
- **PanMesh™** - цифровой имитатор для анализа испытания скважин
- **PanSystem®** - программное обеспечение для анализа результатов испытания скважины
- **RigPlanT™** - программное обеспечение для планирования ресурсов
- **VERGE™** - программное обеспечение для мониторинга добычи
- **Well Service Manager™** - программное обеспечение для оптимизации добычи
- **WellFlo®** - программное обеспечение технологии нефтегазодобычи
- **WellScribe™** - программное обеспечение для сбора данных с передвижных устройств



Weatherford®

Weatherford International Ltd.
125047, Москва, Россия
4-й Лесной переулок, 4
Тел.: +7 (495) 775 47 12
Факс: +7 (495) 775 47 13
info.cis@eu.weatherford.com
weatherford.com

Изделия и услуги компании *Weatherford* предоставляются на основании стандартных условий компании *Weatherford*. Для получения подробной информации, связанной с полным диапазоном изделий и услуг компании *Weatherford*, обратитесь, пожалуйста, к уполномоченному представителю компании *Weatherford*. Если это не оговорено отдельно, торговые марки и сервисные названия, указанные в настоящей брошюре, являются собственностью компании *Weatherford*. Все права сохранены. Компания *Weatherford* продает свои продукты и услуги в соответствии с условиями и положениями, содержащимися в соответствующем договоре между *Weatherford* и клиентом.