



**Weatherford®**

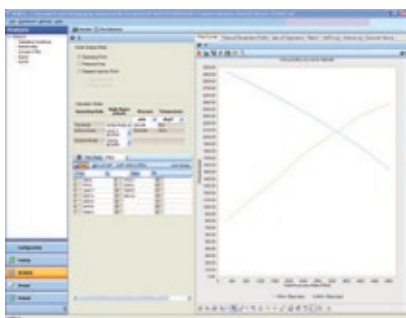
Программное обеспечение для  
нефтедобывающей отрасли

**WellFlo®**



Проектирование, моделирование, оптимизация добычи, выявление неисправностей скважин с фонтанным и механизированным способами добычи.

Комплекс программного обеспечения, оборудования и услуг, предлагаемый компанией Weatherford, позволяет увеличить добычу и снизить эксплуатационные расходы при всех способах добычи. Наше программное обеспечение, оборудование и комплекс услуг по заканчиванию скважин позволит вам работать лучше, разумней и быстрее.



Раздел WellFlo анализа.

### Введение

Программное обеспечение *WellFlo* – это мощное и простое в использовании приложение для проектирования, моделирования и выявления неисправностей нефтегазовых скважин, а также оптимизации затрат при фонтанном и механизированном способах добычи. С помощью данного программного обеспечения инженер может получить модели скважин, используя удобный пошаговый интерфейс.

Программой безошибочно и точно моделируется поведение притока жидкости в коллекторе, колонне и наземном трубопроводе. Использование программного обеспечения *WellFlo* способствует оптимизации капитальных затрат за счет улучшения конструкции скважины и системы заканчивания, снижает эксплуатационные расходы путем выявления неисправностей отдельных скважин и увеличивает прибыль, повышая производительность скважины.

### Приложения

Пакет программного обеспечения *WellFlo* – это инструмент для анализа одиночных скважин, а также моделирования интенсивности притока и дебита скважины. *WellFlo* может применяться для следующих целей:

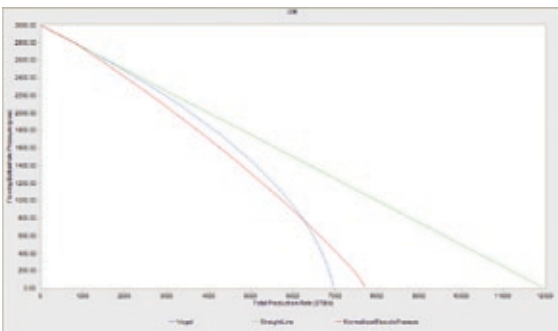
- Проектирование конфигурации скважины для достижения ее максимальной производительности в течение всего срока службы
- Проектирование заканчивания скважины для достижения максимальной производительности в течение всего срока службы
- Проектирование системы механизированной добычи
- Прогноз температур потока, давлений в скважинах, трубопроводах и в оборудовании на поверхности для оптимизации проектных расчетов
- Мониторинг состояния резервуара, скважины и трубопровода
- Создание графиков производительности насосного оборудования для последующего использования в моделях резервуара

Два ключевых приложения, входящие в программу, могут использоваться отдельно, предлагая пользователю превосходный инженерный инструментарий для:

- Подробного моделирования интенсивности притока резервуара на основе:
  - построения многочисленных моделей заканчивания и перфорации
  - подробного анализа проницаемости призабойной зоны
- Детального моделирования соотношения давления, объема и температуры жидкости для
  - моделей «нелетучей» нефти для нефти и газа
  - структурных моделей конденсатов и летучей нефти
  - сопоставления лабораторных данных
  - прогноза поведения жидкости

## Моделирование притока и заканчивания

Приток в скважину является важным фактором, влияющим на производительность скважины. Если вы не располагаете достаточной информацией, интерфейс *WellFlo* позволяет вводить данные датчиков давления, давления резервуара и модели притока (Vogel). Также можно вводить подробные данные по заканчиванию, включая данные по зонам риска, отклонению скважины, неполному вскрытию, технические условия перфорации, информацию о гравийной набивке и геометрии трещины для прогнозирования пропускной способности скважины (как для вертикальных, так и для горизонтальных скважин).



Кривые продуктивности скважины, построенные с использованием разных методов.

Программа может моделировать и проводить диагностику неисправностей системы одновременно - как раздельной эксплуатации с несколькими продуктивными пластами, так и сложной системы заканчивания. Применение современной поточной измерительной системы, основанной на массовом методе, дает дополнительную возможность получать данные по относительной фазовой проницаемости (ОФП), которые можно вводить в программу в виде таблицы или с помощью коэффициентов Кори. Эти данные особо эффективны для прогноза производительности резервуаров с конденсатной или газовой шапкой и при изменении параметров резервуара и флюидов.

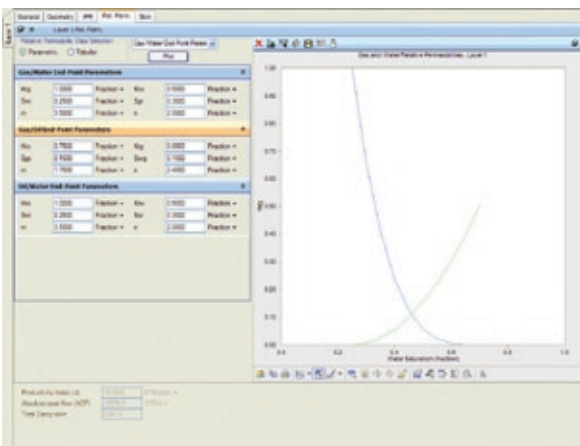
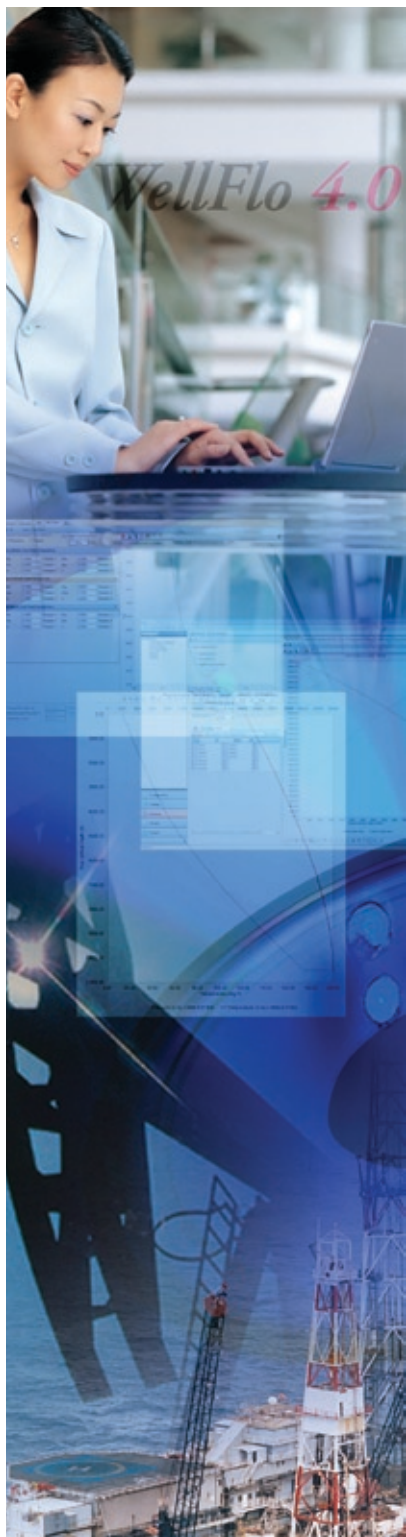


График относительной фазовой проницаемости (ОФП).

### Что нового в программном обеспечении *WellFlo* 4.0

Новая версия – это большой шаг вперед в анализе систем, новый уровень возможностей, детализации, гибкости и простоты использования. И все это в современном, интуитивно понятном интерфейсе автоматизированной системы. Преимущества использования нового программного обеспечения:

- Совершенно новый графический интерфейс
- Ввод данных отделен от создания ячеек
- Улучшенный температурный модуль
- Обновленный каталог оборудования
- Поддержка в переводе интерфейса на любой язык
- Новый инструмент для проектирования газлифта на основе показателей отдачи пласта
- Легкое составление отчетов и графиков
- Возможность сохранять предыдущие отчеты и графики
- Панель обзора параметров скважины и модели
- Модель заглушки Сагдева
- Поддержка многофазного потока в устойчивом состоянии OLG A 2000.
- Усовершенствованный расчет объема заполнения, включая новый метод Коулмана
- Сопоставление данных о давлении и температуре
- Настройка параметров притока по отношению к данным, полученным в результате измерений давления на устье и забое
- Настройка параметров давления, объема и температуры
- Настройка параметров скважины в соответствии с измерениями
- Возможность импорта данных из программы Excel
- Интерфейс COM для обслуживающих программ (утилит) и инженерных приложений
- Возможность создания специальных схем, включая распределение потока в стволе скважины



## Моделирование соотношения давления, объема и температуры (ДОТ)

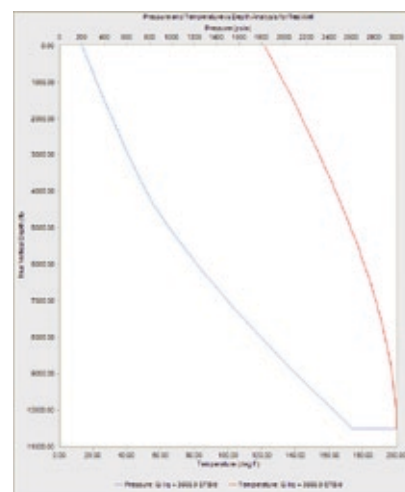
Моделирование давления и потока для углеводородных систем зависит от правильно заданных свойств флюида. Пакет WellFlo содержит стандартные соотношения давления, объема и температуры для «нелетучей» нефти, что позволяет выбрать наиболее оптимальную настройку параметров для конкретных условий. Важно выбрать верное соотношение этих параметров для получения точного расчета параметров текучей среды.

Преимуществом программы является то, что с помощью специальных обслуживающих программ (утилит) параметры флюидов можно задавать вручную.

## Расчет распределения давления и температуры в стволе

Падение давления и изменение температуры по длине ствола является самым важным фактором для анализа системы. В WellFlo введены все важные соотношения параметров для анализа падения давления. Моделирование температуры включает в себя определение температуры на каждом узле, расчет и проверку потерь тепла, а также модель взаимосвязи температуры/давления. В свою очередь это позволяет определять факторы потерь автоматически, при этом также существует возможность задавать их вручную.

Графики измерений и прогнозов могут отображаться на экране одновременно, обеспечивая синхронное сравнение. Во время расчетов давления в стволе можно одновременно задавать другие параметры: плотность, скорость, режим потока, гравитационные параметры и условия ускорения падения давления. Эти данные могут быть полезны, к примеру, для определения скорости превышения пределов эрозии.



Давление и температура в стволе при газлифтной эксплуатации.

## Режим настройки

Для проверки результатов анализа пользователи должны иметь возможность настройки моделей поведения скважины на основе полученных измерений. При использовании других программных пакетов эта задача может стать трудоемкой и сложной. В обновленной версии WellFlo 4.0 задача значительно упрощается за счет разработки нового режима - «Режима настройки» («*tuning mode*»). Он дает возможность редактировать:

- соотношения ДОТ - для моделирования расхода нефти и газа;
- параметры скважины на устье и забое - для моделирования притока;
- гидродинамические расчеты - для редактирования параметров скважины.

В каждом из этих случаев данные можно ввести вручную или импортировать из внешнего источника с помощью «Мастера импорта данных». Как только данные будут введены, их можно использовать для редактирования многих параметров на основании мощного алгоритма нелинейной регрессии. В свою очередь это гарантирует максимальную точность модели при минимальных усилиях со стороны пользователя.

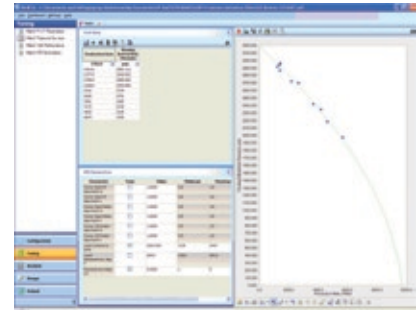
## Экспорт и импорт данных

Экспорт данных осуществляется в операционные системы DOS или UNIX, а также может использоваться во многих программных пакетах, моделирующих коллектор (Eclipse™, VIP®). Это позволяет удобно профилировать каждую конкретную скважину месторождения. Без этой прямой связи с программами моделирования используется «типичная» таблица для всех скважин из-за непрактичности создания одной таблицы для каждой скважины.

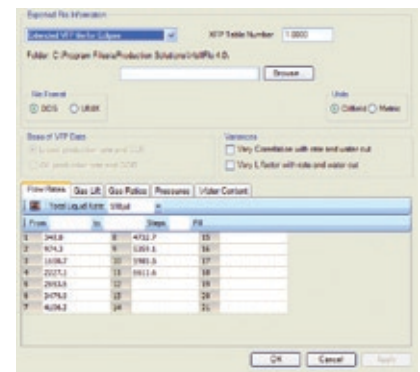
Отчеты в виде файлов можно создавать в форме закладок для облегчения экспорта данных в программные пакеты обработки текстов и электронных таблиц. Наличие функции 'вырезания и вставки' в операционной системе Windows® позволяет эффективно генерировать отчеты, включая графики и снимки с экрана. Кроме того, опция экспорта графика позволяет сохранять планы непосредственно в файлы различных форматов.

- Экспорт данных осуществляется в операционные системы DOS или UNIX для Eclipse, VIP, CHEARS™, SimBest™ I и II, IMEX™, MoReS™, GCOMP, COM4; в некоторых случаях также доступен режим моделирования коллектора и пакетной обработки нескольких скважин.
- Экспорт различных файлов и таблиц в другие приложения.
- Экспорт графиков в формате BMP, GIF, JPG и TIF.
- Отчеты можно открывать непосредственно в программах Word, Excel и других.

Графики, отражающие давление на забое/скорость изменения давления, импортируются в архив WellFlo. Для сравнения исходных и прогнозных данных их можно накладывать друг на друга. Опция «авторегрессии» определит оптимальное соотношение параметров.

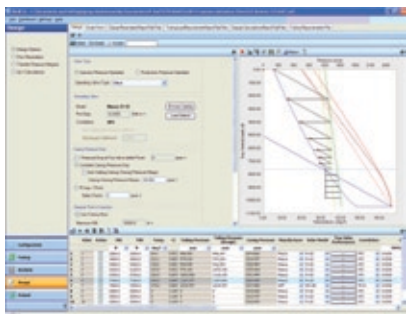


Редактирование полученных данных по моделированию притока.



Интерфейс экспорта данных.

Eclipse - торговая марка компании SIS, одного из отделов компании Schlumberger.  
 VIP - зарегистрированная торговая марка Landmark, одного из отделов компании Halliburton.  
 CHEARS - торговая марка компании Chevron.  
 MoReS - торговая марка компании Royal Dutch Shell.  
 IMEX - торговая марка компании Computer Modeling Group.  
 SimBest - торговая марка компании Scientific Software Intercomp.  
 Windows - зарегистрированная торговая марка компании Microsoft®.



Проектирование газлифта с указанием расположения клапана и расчетами для него.

## Проектирование и анализ газлифта

Используя специальные возможности программы для газлифта, инженеры могут проектировать и моделировать установки газлифта, а также определять количество и расположение клапанов. Кроме того, определяется оптимальный объем закачиваемой жидкости с учетом давления закачки.

Проектирование и диагностика газлифта являются сильной стороной программы, превращая ее в уникальный и мощный инструмент для работы с данной системой (программа сопоставима с единственным существующим динамичным имитатором газлифта - программой **DynaLift™** компании Weatherford). Это важнейший инструмент для моделирования и оптимизации системы газлифта.

Программа позволит Вам установить нужный объем и условия закачки газа или газожидкостной системы. Наряду с устьевым давлением эти параметры вводятся как дискретные величины. Для любого заданного объема программа с высокой достоверностью определит условия работы клапана при закачивании газа.

Возможности *WellFlo* включают следующие режимы работы:

- Непрерывное проектирование газлифта: самая глубокая точка закачки
- Проектирование газлифта: размещение клапанов на установках непрерывного и переменного газлифта
- Проектирование газлифта: размер клапанов
- Анализ модели газлифта: для непрерывного газлифта
- Продвинутое моделирование клапана газлифта (AGVM): для непрерывного газлифта с определением точных параметров клапана

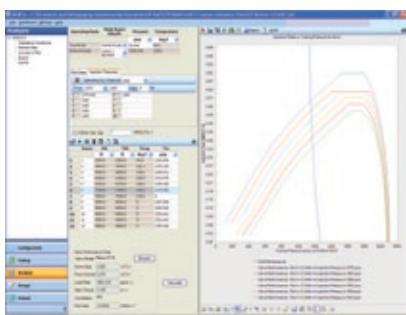
## Углубленное моделирование клапана газлифта

Пропускное давление клапана и объемы газа, которые он способен пропускать, зависят от его конструктивного исполнения.

Клапаны с регулируемым сечением просты: при достаточном давлении в клапане ограничения на количество пропускаемого газа зависят от входного отверстия и давления внутри обсадной колонны.

Управляемые клапаны открываются благодаря механизмам преодоления силы сопротивления (за счет пневматического амортизатора или пружины). Они регулируют частичное или полное открытие клапана в зависимости от размера отверстия клапана и баланса давлений в трубопроводе и обсадных колоннах.

Истинное значение параметров клапана вводится в AGVM для вычисления эксплуатационного режима.



Режим AGVM: график чувствительности давления на клапан (IPO).

## Электроцентробежные погружные насосы (ЭЦН)

Помимо газлифтовых систем программа позволяет моделировать работу ЭЦН в скважине с помощью приложения *WellFlo-ESP*. При его создании инженеры компании Weatherford плотно взаимодействовали с поставщиками насосного оборудования. Программа оснащена полным набором параметров существующих ЭЦН ведущих производителей, которые используются как база для основных расчетов. Настройка нужных показателей плотности текучей среды, частоты насоса, режимов работы и других переменных позволяет производить точные расчеты производительности насоса для любых операционных условий, тем самым моделируя работу насоса с учетом конкретных характеристик реальной скважины (горизонтальной или вертикальной).

## Генератор файла псевдодавления (PPFG)

Многофазный генератор файла PPFG – дополнительное приложение, которое дает возможность заказчику использовать данные ДОТ для создания таблиц многофазовых псевдодавлений, которые затем можно импортировать и использовать в программе WellFlo для расчета давления нагнетания.

Данные ДОТ генерируются пакетом PVT по выбору пользователя и вносятся в программу в виде ASCII файла. Файл содержит таблицу фазовых характеристик в сопоставлении с давлением и температурой в резервуаре. Вводные параметры отображают вязкость, плотность и (для нефтяных и газоконденсатных систем) массовую долю газа.

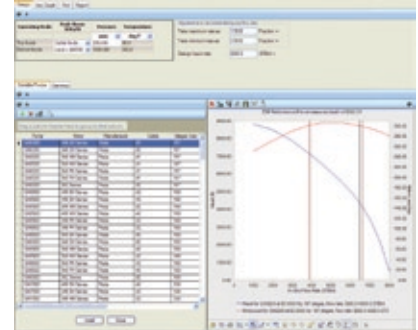
Через внешнюю API связь интерфейс PPFG взаимодействует с файлами «Скважина»/«Модель скважины и резервуара», позволяя извлекать данные по проницаемости.

Далее генератор создает файл многофазовых псевдодавлений. Его можно импортировать в программу и использовать как базу для расчетов давления нагнетания. В качестве альтернативы ДОТ в приложении можно использовать внутренние ДОТ-модели (4-компонентная EoS, модель «нелетучей» нефти и др.).

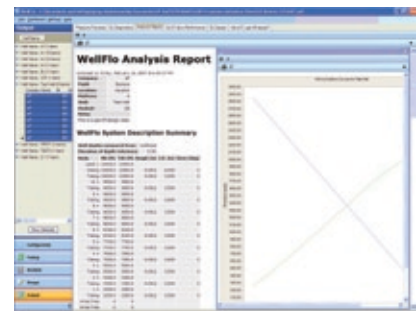
Для каждого пласта в модели WellFlo может быть сгенерирован файл псевдодавления из разных наборов данных ДОТ, что дает возможность точно моделировать различные параметры текучей среды с учетом глубины и их влияния на давление нагнетания.

## Управление документацией

Новейшая версия программного обеспечения решает одну из важнейших задач, зачастую упускаемую из вида. Это разработка уникальной системы управления документацией. По завершении анализа проекта пользователи, как правило, хотят отобразить и сохранить свою работу в виде схемы или отчета. К сожалению, большинство программных пакетов не предоставляют простого пути для осуществления этой задачи. В большинстве случаев схема или отчет доступны для просмотра только пока они отображаются на экране. Создатели платформы *WellFlo* разработали новую функцию «Output» («Вывод»), которая и решает обозначенную проблему. Теперь пользователи могут сохранять и совмещать любые схемы или отчеты, создаваемые в программе. Сохраненный объект можно просмотреть в разделе «Output», где его можно легко найти, используя функцию управления документами. Это означает, что пользователи могут легко отображать, печатать или отправлять по электронной почте результаты анализов любой модели скважины, независимо от того, какая модель в данный момент активна. Это позволит пользователю сократить время и усилия, а также предоставит возможность отображать на экране результаты предварительных анализов.



Режим проектирования ЭЦН.



Режим вывода.

Пакет *WellFlo* для анализа является сложным инструментом моделирования с широким спектром применения для всех производительных или закачиваемых нефтяных скважин. Обновленная версия включает в себя результаты 10-летнего использования программы во всех основных нефтедобывающих регионах и параметры всех технических сред, для которых применялись предыдущие версии. Основываясь на этом опыте, *WellFlo 4.0* обеспечивает новый уровень гибкости и простоты использования. На сегодняшний день этот прибор представляет собой самый надежный инструмент анализа, моделирования скважин и оптимизации добычи.

Помимо *WellFlo 4.0*, пакет программных услуг, предлагаемых компанией Weatherford для оптимизации производства, включает в себя:

- **DynaLift™** - динамический имитатор 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
- **ReO®** - программное обеспечение для оптимизации управления сетью
- **ReO Forecast™** - программное обеспечение для прогнозирования добычи и планирования месторождения
- **RigPlanT™** - программное обеспечение для планирования ресурсов
- **VERGE™** - программное обеспечение для мониторинга добычи
- **Well Service Manager™** - программное обеспечение для оптимизации добычи
- **WellScribe™** - программное обеспечение для сбора данных с передвижных устройств



# Weatherford®

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.