SIS бюллетень в Каспийском Регионе

SIS Астана / Казахстан / Q1 2017

Читайте в этом выпуске:

Прибор импульсной спектроскопии высокого разрешения Litho Scanner

Думан Исаев
Петрофизик

Применение прибора Litho Scanner для определения точного минералогического состава в сложных коллекторах.

Стр. 2

Расширенные средства моделирования ГТМ с использованием 3D модели

Багдад Амангалиев
Инженер по разработке

На базе стандартных пакетов гидродинамического моделирования в ECLIPSE предусмотрен ряд инструментов для моделирования эффектов, связанных с геолого-техническими мероприятиями (ГТМ)

Стр. 5

PIPESIM: Моделирование PVT-свойств флюидов

Андрей Цой
Инженер по добыче

PIPESIM позволяет создавать композиционную модель потока любого типа флюида от тяжелой нефти до сухого газа, на основе любых имеющихся данных

Стр. 6

В этом выпуске мы объявим победителей Новогоднего конкурса !
Проверьте свое имя!

SIS Global Forum 2017

Сентябрь 13-15. Париж.

Испытайте новую среду Разведки и Добычи от Schlumberger, сочетающую лидирующий опыт в отрасли и передовые цифровые технологии для оптимизации производительности.

Подавайте заявки и принимайте участие в Глобальном Форуме SIS.
http://www.sisforum2017.com/

Открытые семинары (бесплатные) в 2017	
Март 31	Моделирование единой модели сбора газлифтных скважин и модели распределения газлифта
Апрель 6	Моделирование ГРП при помощи создания дополнительных вскрытий
Апрель 20	Использование данных LithoScanner для высокоточной оценки литологии резервуара
Апрель 28	OFM – Создание плагинов API
Май 18	Примеры применения workflow (рабочего процесса) для автоматизации работы инженера по Разработке
Май 26	PIPESIM – Расчёт перфорации
Июнь 9	Практические примеры автоматизации рабочих процессов и создания отчетов в Petrel
Ближайшие открытые курсы в 2017	
Апрель 3-7	Petrel Геофизика
Апрель 10-14	Petrel для инженеров-разработчиков
Май 15-19	Основы Petrel и Petrel Геология
Май 22-26	Петрофизическая интерпретация с использованием Quanti.Elan
Май 29 – June 2	Композиционное моделирование в ECLIPSE и PVTi
Июнь 5-9	Комбинированный курс PIPESIM (Основы + Мех. добыча и Оптимизация + Добыча газа)

Расписание предварительное, в течение года возможны изменения. Полное расписание смотрите на http://sis.slb.ru/sis_in_central_asia/

Для регистрации, пожалуйста, свяжитесь с нами через QA-SIS-Astana@slb.com, указав интересующие Вас курсы/семинары

Schlumberger
CustomerCareCenter@slb.com
QA-SIS-Astana@slb.com
+7 7172 70-75-86 (Офис в Астане)

Прибор импульсной спектроскопии высокого разрешения Litho Scanner

Думан Исаев
Петрофизик

Увеличение сложности структуры резервуара требует точных знаний о слагающих его породах и минералах. Данные прибора импульсной спектроскопии высокого разрешения Litho Scanner позволяют получить детальные характеристики сложного резервуара.

Применение прибора для количественной оценки минералогического состава:

- ✓ Концентрации элементов Ca, Fe, Mg и S для определения литологии карбонатов.
- ✓ Концентрации Al, Fe, Si для определения литологии терригенных пород
- ✓ Al, Ca, Fe, K, Si для сложных коллекторов
- ✓ Количественная оценка общего содержания органического углерода (далее ОУ) и насыщения углеводородом.

Физические основы нейтрон-гамма спектроскопии

Есть два вида первичного взаимодействия нейтронов импульсного источника с элементами горной породы: неупругое рассеяние и термальный (радиационный) захват нейтронов. В результате каждого взаимодействия происходит эмиссия гамма-квантов, обладающих специфическими энергетическими характеристиками.

Рис. 1. Новый прибор объединяет в себе мощный импульсный источник нейтронов (ИГН), уникальный детектор гамма-квантов на основе легированного церием бромида лантана (LaBr3:Ce), а также — специальную высокопроизводительную электронную схему для регистрации и обработки получаемых спектров гамма-излучения.

Анализатор определяет амплитуду импульса (пропорциональную энергии гамма-квантов) каждого регистрируемого гамма-кванта, суммирует сигналы в гистограммы распределений амплитуд - энергетические спектры гамма-излучения. Спектр измеряется во время и после каждой эмиссии нейтронов, что позволяет осуществить разделение спектров неупругого рассеяния и радиационного захвата нейтронов. Каждый спектр разделяется на линейную комбинацию стандартных элементных спектров.

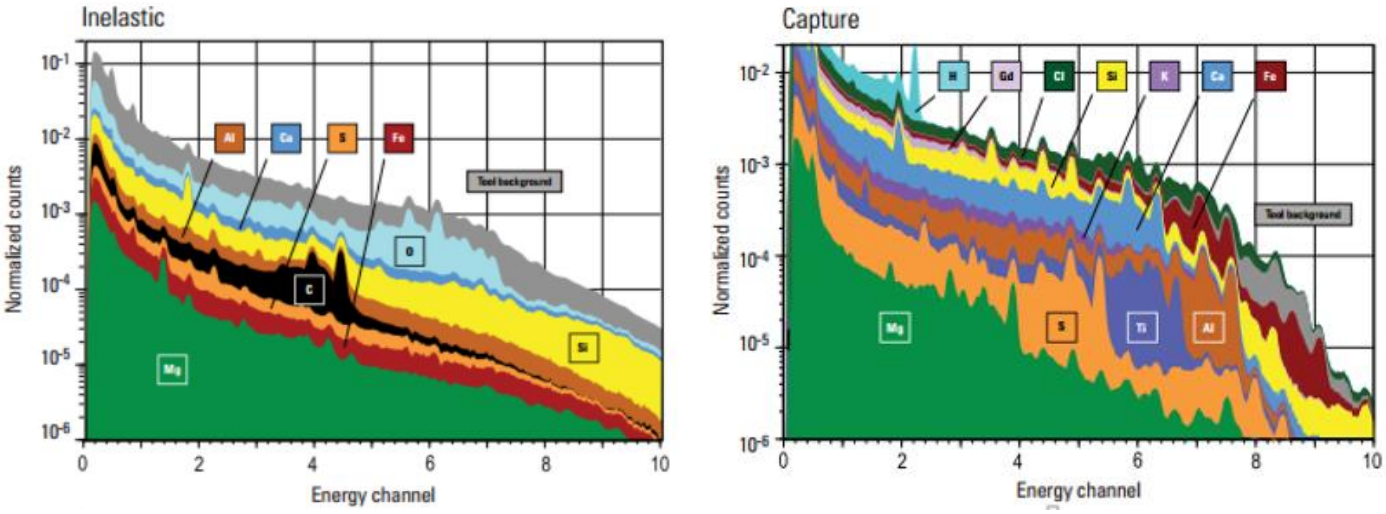


Рис. 3 и 4. Спектры гамма-излучений неупругого рассеяния и захвата.

Комбинация линейных сумм стандартного спектра преобразуются в весовые доли элементов с помощью модифицированной геохимической модели оксидов или путем инверсии измерений.

Для дальнейшей оценки минералогического состава из концентраций элементов могут использоваться два метода. Первый метод – последовательная обработка SpectroLith*, основанная на эмпирических соотношениях между концентрациями элементов и концентрациями минералов. Второй метод – использование итеративного инверсионного алгоритма, например применение многокомпонентной одновременной инверсии комплекса ГИС в программном модуле Techlog* Quanti ELAN*.

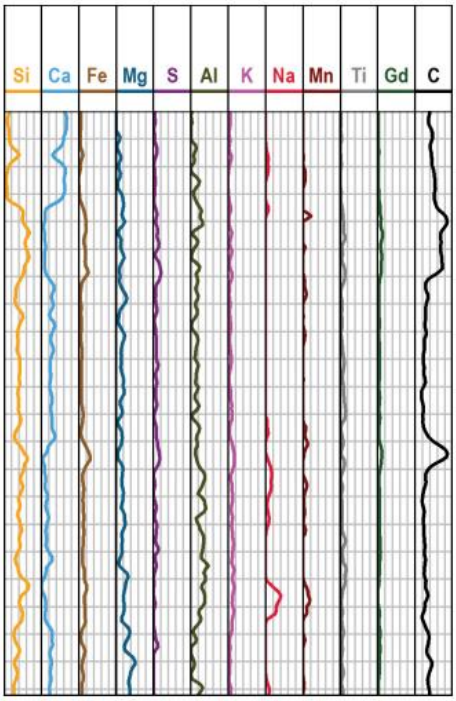


Рис. 5. Индивидуальные спектры преобразуются в весовые доли элементов, представляемые в виде диаграмм.

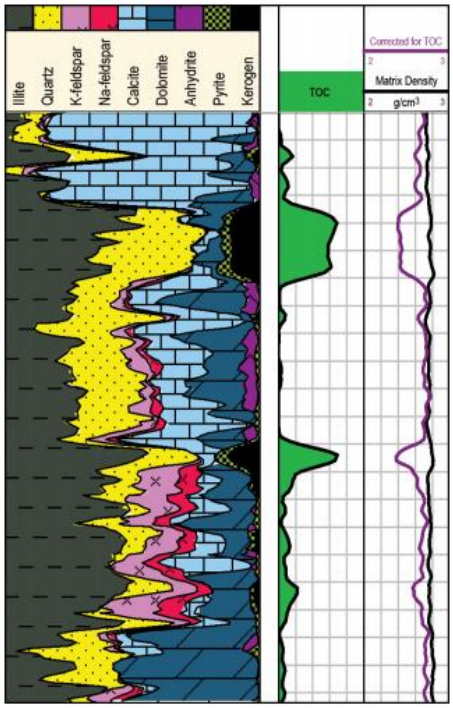


Рис. 6. Интерпретация весовых долей элементов определяет минералогический состав, свойства матрицы, общее содержание органического углерода.

Оценка минералогического состава

Измерения спектра неупругого рассеяния прибором Litho Scanner представляют особый интерес, обусловленный чувствительностью к C, Mg и другим элементам.

Применение для карбонатных резервуаров:

- Магний: сопоставление характеристических пиков Mg в обоих спектрах позволяет повысить точность измерений путем определения средневзвешенного содержания Mg в сухом весе, рассчитанного по обоим спектрам. В карбонатах определение Mg может применяться для точного разделения кальцита и доломита при стандартной скорости каротажа даже при использовании барита в буровом растворе. Образование доломитов в карбонатных породах является результатом осуществления системы с длинной цепочкой переменных, включающей фильтрацию растворов и последующее выщелачивание и растворение, а затем перекристаллизацию породы. И этот процесс зачастую сопровождается образованием вторичной пустотности в карбонатах. Таким образом, дифференциация кальцита и доломита поможет классифицировать литофации и выделить интервалы с наилучшими коллекторскими свойствами. Это особенно актуально для Каспийского региона, где на долю карбонатных резервуаров приходится львиная доля запасов. Усовершенствованный метод определения S также обеспечивает возможность количественной оценки содержания ангидрита и кальцита.

Применение для терригенных резервуаров:

- Два других важных измерения – K и Al. Прямое измерение Al используется для количественной оценки объемной глинистости и типизации глинистых минералов. Результаты оценки концентраций каждого элемента по данным гамма-спектрометрии естественного излучения позволит построить правильные петрофизические зависимости и оценить влияние каждого литотипа на пористость.

Применение для определения концентрации ОУ:

- Углерод - элемент, присущий всем карбонатным минералам. Из общего содержания углерода (полученного по спектру неупругого рассеивания) можно посчитать количество органического и неорганического углерода. Измерения S позволяют оценивать содержание пирита в богатых органическим веществом глинах.

До недавнего времени для определения общего содержания органического углерода ($C_{орг.вес,\%}$) использовались различные сложные модели интерпретации, требовавшие комплексирования измерений различных методов ГИС, а также – результатов лабораторных исследований образцов керна. Подобная неконтролируемая изменчивость результатов интерпретации данных ГИС сказывается на точности фильтрационно-емкостных свойств коллекторов. Разница между показателями общего содержания углерода и углерода в структуре карбонатов и есть искомое значение $C_{орг.вес,\%}$, получаемое независимо от геолого-технологических и пластовых условий. $C_{орг.вес,\%}$ представляется в виде непрерывной диаграммы, получаемой при полевой обработке данных прямо на скважине.

Таким образом, становится возможным получить количественную оценку ОУ без построения сложных моделей, требующих наличия повторных расчетов по данным каротажей и лабораторных исследований.

Данные прибора Litho Scanner являются частью необходимого спектра параметров для построения модели осадочных бассейнов и углеводородных систем. Создание комплексной цифровой геологической модели, пригодной для дальнейших расчётов показателей нефтегазоносности территории могут служить достоверным инструментом для осуществления прироста запасов нефти и газа.

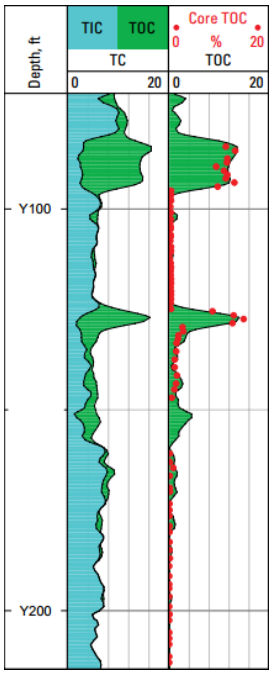


Рис. 8. Содержание органического углерода получают по следующему уравнению:
Содержание углерода в породе – Углерод в составе карбонатов = Органический углерод

Высокоточная оценка пористости и объемного содержания керогена по результатам литологического анализа, количественного определения $C_{орг.вес,\%}$ и плотности матрицы пород

Для точной оценки пористости по данным плотностного каротажа, необходимо использовать корректные значения плотности матрицы пород. Плотность матрицы, рассчитанная из концентраций химических элементов не включает в себя объем керогена, что делает ее значения завышенными по сравнению с аналогичной характеристикой, оцененной на керне (трек 2 на нижнем планшете). Для поправки плотности матрицы за содержание керогена было использовано $C_{орг.вес,\%}$, полученное по данным Litho Scanner. После ввода поправки результат оценки плотности матрицы имеет хорошую сходимость с определениями на керне. Таким образом, оценки плотности матрицы были получены по результатам обработки данных лишь одного прибора. Результаты расчета пористости по данным ГГК-п при использовании плотности матрицы, скорректированной за содержание твердого органического вещества (трек 5) имеют лучшую сходимость с результатами оценки пористости на образцах керна, нежели при использовании плотности матрицы без введения данной поправки (трек 4).

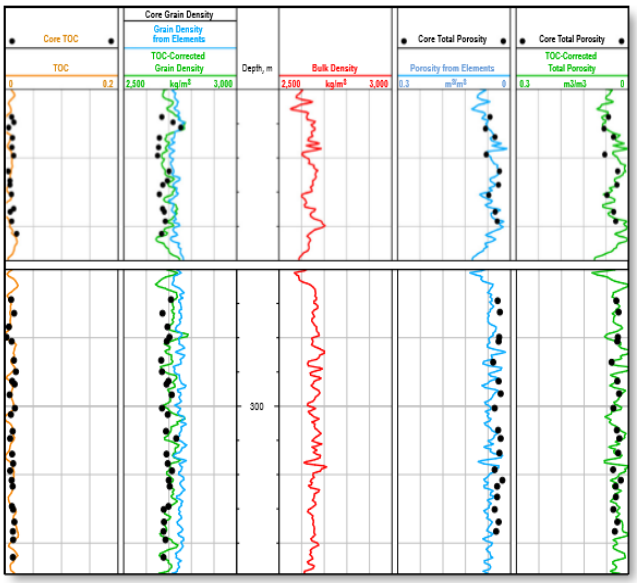
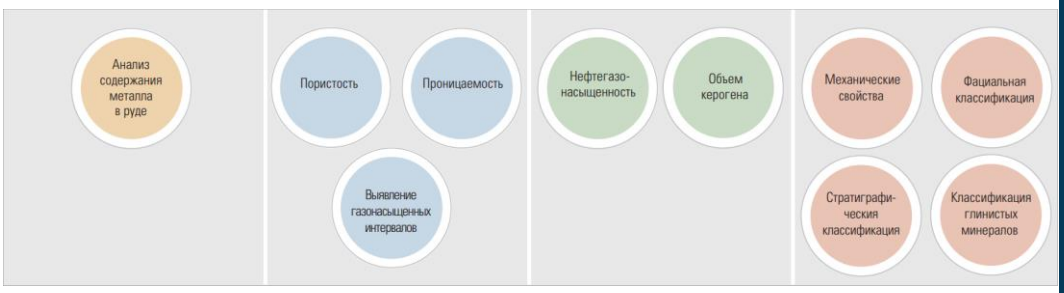


Рис. 9. Оцененная по результатам обработки данных Litho Scanner плотность матрицы, скорректированная за содержание органического углерода (трек 2) и полученная в результате интерпретации пористость (трек 5) гораздо лучше согласуются с результатами оценки соответствующих характеристик на образцах керна нежели плотность матрицы (трек 2) и пористость без применения поправки за содержание органики (трек 4).

Таким образом, минералогический состав пород, полученный по результатам оценки концентраций химических элементов имеет хорошую сходимость с результатами оценки минералогического состава, выполненной на образцах керна. Использование моделей зависимости петрофизических параметров поможет избежать несоответствия параметров, определенных по данным ГИС вследствие различной вертикальной разрешающей способности методов.

Рис . 10. Применение высокоточной оценки минералогического состава пород по результатам обработки данных Litho Scanner позволяет получать наиболее достоверные петрофизические характеристики коллекторов.



Расширенные средства моделирования ГТМ с использованием 3D модели

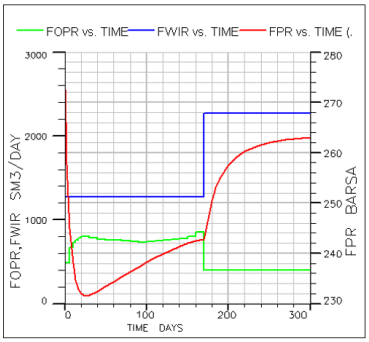
Багдад Амангалиев
Инженер по разработке

На базе стандартных пакетов гидродинамического моделирования в ECLIPSE предусмотрен ряд инструментов для моделирования эффектов, связанных с геолого-техническими мероприятиями (ГТМ):

- **Автоматический перевод проектных скважин под закачку**

В процессе разработки месторождения необходимо реализовать задачу по переводу добывающей скважины под закачку в зависимотси от времени работы скважины на добыче. Для решения этой задачи можно использовать следующий функционал ECLIPSE:
- ключевое слово UDQ (User Defined Quantities) для расчета пользовательских векторов.
- ключевое слово ACTIONX – для задания алгоритма действий при выполнении нескольких условий.

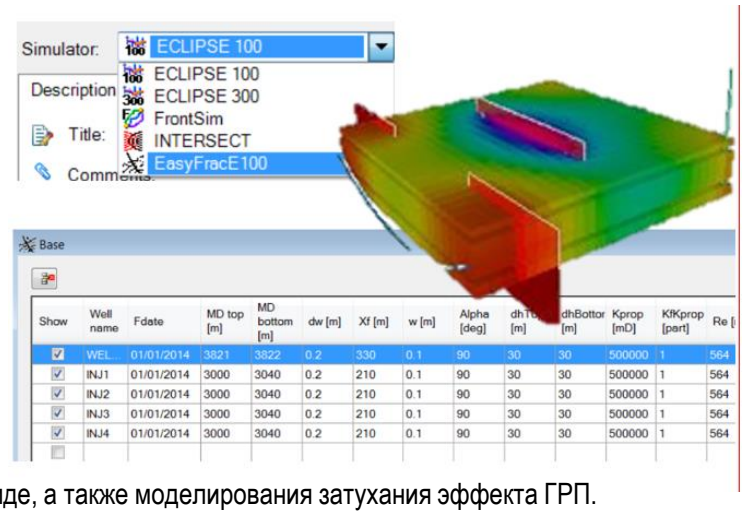
```
UDQ
 ASSIGN WUTIME 0 /
/

ACTIONX
CALC 100000 1 /
WSTAT 'P*' = 1 /  -- в отработке
/
UDQ
DEFINE WUTIME WUTIME UADD (TIMESTEP * (WSTAT 'P*' == 1)) /
 /
ENDACTIO

ACTIONX
SWITCH 100000 1 /
WUTIME 'P*' >= 165 AND /
WSTAT 'P*'  <  2  / -- еще не переведена
 /
WCONINJE
 '?' 'WATER' 'OPEN' 'BHP'  1000 1*  400 /
 /
ENDACTIO
```



Семейство ключевых слов ACTION позволяет более гибко управлять действиями, производимыми при выполнении определённого условия, тогда как UDQ позволяет добавлять новые вектора для расчета величин, которых нет в стандартном наборе. Эти инструменты позволяют моделировать такие задачи как автоматическая смена режима скважин, автоматическая доперфорация и др.

- **Моделирование гидроразрыва пласта**

Модуль EasyFrac разработан для моделирования эффекта от гидроразрыва пласта (в.т.ч. авто-ГРП) на больших моделях. Трещина моделируется путем создания в пласте дополнительных соединений со скважиной. Расчет проходит быстрее альтернативных методов моделирования, поскольку данный алгоритм не изменяет сетку. В то же время точность вычислений сравнима с детальной моделью. Имеется возможность импорта и экспорта параметров ГРП в табличном виде, а также моделирования затухания эффекта ГРП.



- **Моделирование призабойной зоны скважины**

В 2014 версии ECLIPSE появилось новое ключевое слово CSKIN, предназначенное для динамического изменения скин-фактора соединения. Возможно использование внутри слова пользовательских аргументов (UDA), которые могут быть рассчитаны динамически (UDQ, UDT). Комбинация нового ключевого слова с пользовательскими величинами позволяет моделировать постепенное изменение проницаемости в ПЗП (призабойная зона пласта), будь то увеличение проницаемости (к примеру, вымывание бурового раствора, проникшего в ПЗП) или её уменьшение (например, снижение эффекта кислотной обработки, затухание эффекта ГРП). Также существуют другие инструменты по моделированию изменения продуктивности скважины (WPIMULT), уменьшения приемистости за счет отложений (SCDPTAB) и др.

Вышеперечисленные методы моделирования ГТМ обеспечивают существенно более реалистичное поведение математической модели месторождения, повышая ее прогнозные свойства.

PIPESIM: Моделирование PVT-свойств флюидов

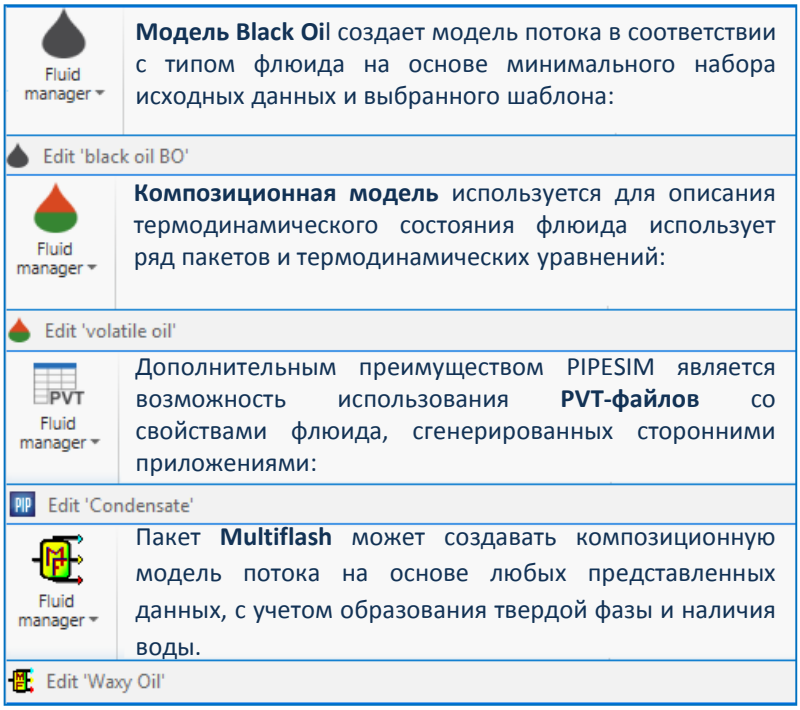
Андрей Цой
Инженер по добыче

Любые проектные решения по добыче и транспортировке нефтяных потоков строятся на прогнозировании фазового поведения флюида в тех или иных термобарических условиях. Важнейшей частью при моделировании рабочего процесса является моделирование поведения фаз нефтяных потоков. Применяемый для этих целей программный комплекс PIPESIM позволяет создавать композиционную модель потока любого типа флюида от тяжелой нефти до сухого газа, на основе любых имеющихся данных.

Для моделирования поведения фаз нефтяных потоков необходимо знать состав и физические свойства компонентов, составляющих этот поток. В зависимости от набора исходных данных пользователи могут сделать выбор из широкого набора функций для моделирования PVT- свойств флюида:

- ✓ **Модель «Черная нефть»;**
- ✓ **Композиционная модель;**
- ✓ **PVT- файлы сторонних приложений;**
- ✓ **Пакет Multiflash.**

Multiflash также используется для создания необходимых файлов для расчёта в ПК OLGA и в его дополнительных модулях (.tab, .wax, .hyd) Таким образом, использование PVT пакета Multiflash обеспечивает **комплексное решение поставленных задач при совместном использовании PIPESIM и OLGA.**



Модель Black Oil создает модель потока в соответствии с типом флюида на основе минимального набора исходных данных и выбранного шаблона:

Композиционная модель используется для описания термодинамического состояния флюида использует ряд пакетов и термодинамических уравнений:

Дополнительным преимуществом PIPESIM является возможность использования **PVT-файлов** со свойствами флюида, сгенерированных сторонними приложениями:

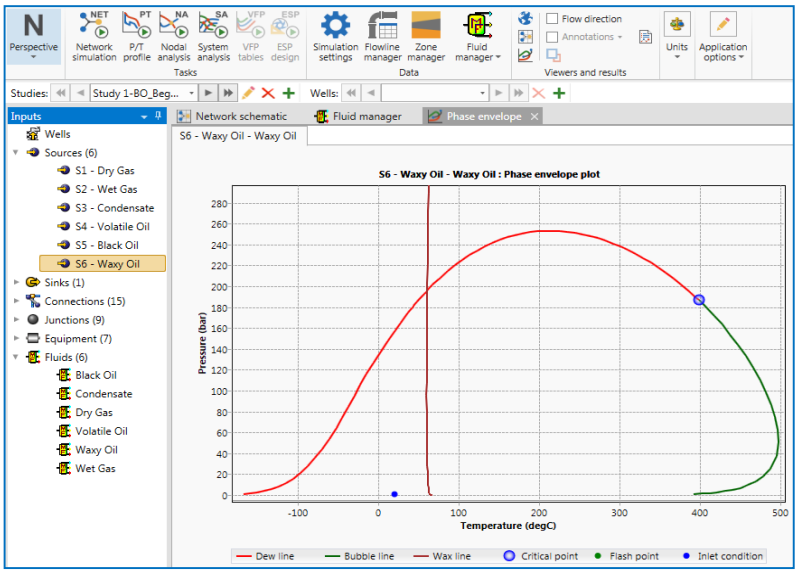
Пакет **Multiflash** может создавать композиционную модель потока на основе любых представленных данных, с учетом образования твердой фазы и наличия воды.

Multiflash – Определение характеристик нефтяного потока

Целью процедуры определения характеристик потока в Multiflash является получение оптимальной упрощенной модели состава потока с учетом имеющихся экспериментальных данных:

- ✓ Данные однократной сепарации пластового флюида в виде отдельного состава газа и жидкости вместе со значением газового фактора;
- ✓ Данные кривых ИТК или ASTM D86;
- ✓ Данные газовой хроматографии до C80 и более;
- ✓ Данные компонентно-фракционного состава;
- ✓ Минимальный набор данных (Модель «Черная нефть»).

Дополнительная информация, которая может быть принята во внимание, это содержание воды, содержание парафинов и асфальтенов (SARA анализ)



Победители конкурса от SIS!

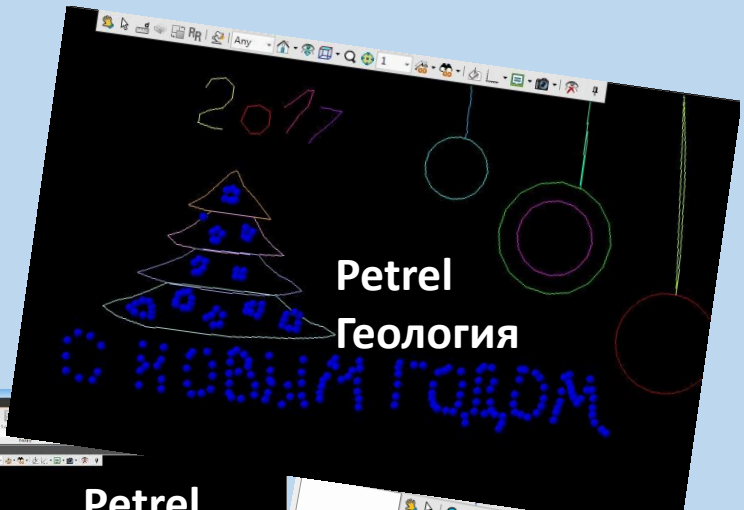
В прошлом выпуске мы попросили Вас использовать свою фантазию и создать что-то новогоднее в программном продукте от Шлюмберже.

Спасибо всем за участие!

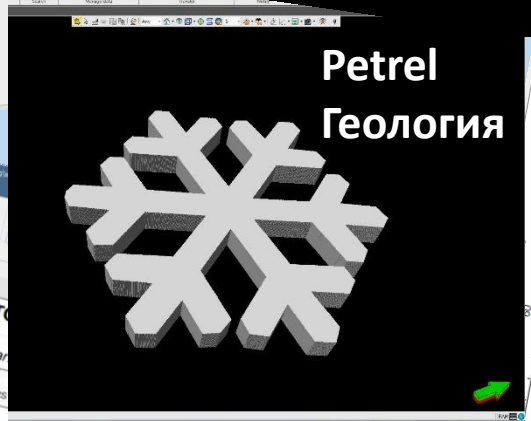
Наши поздравления победителям конкурса:
Абзал Кенесары *из Urikhtau Operating*
Асель Оспанова *из Maersk Oil*
И ***Гульдана Алимжанова*** *из КМГ НИИ*

Мы вскоре с Вами свяжемся и передадим Ваши призы!

Petrel Геофизика

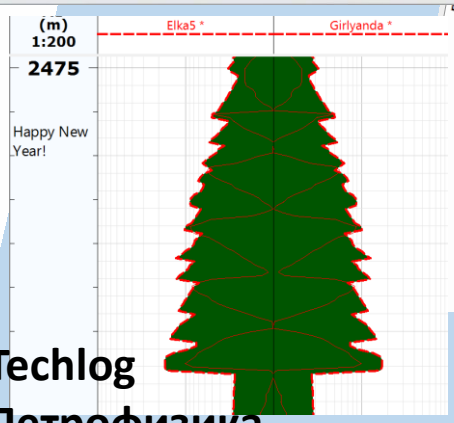


Petrel Геология

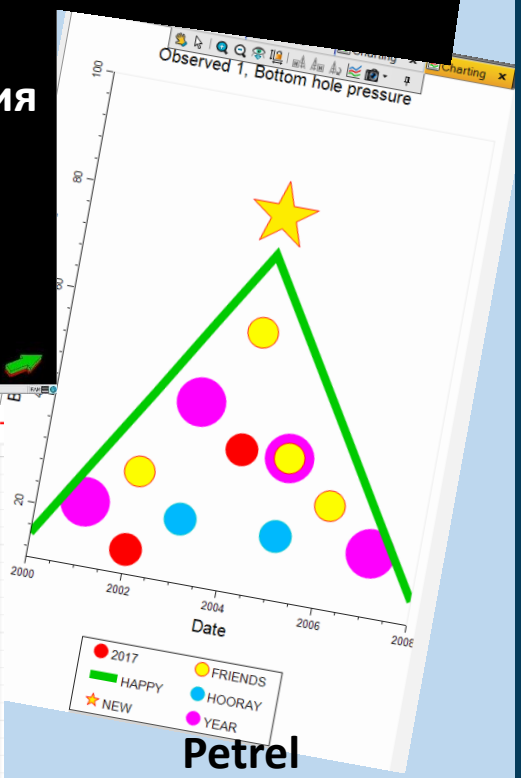


Petrel Геология

OFM Добыча



Techlog Петрофизика



Petrel Разработка