Distinguished Lecturer Program

Primary funding is provided by
The SPE Foundation through member donations
and a contribution from Offshore Europe

Финансирование в основном осуществляется
Фондом SPE за счет пожертвований членов общества и средств,
выделяемых комитетом Offshore Europe

The Society is grateful to those companies that allow their professionals to serve as lecturers

SPE выражает благодарность тем компаниям, которые позволяют своим специалистам выступать с лекциями

Additional support provided by AIME

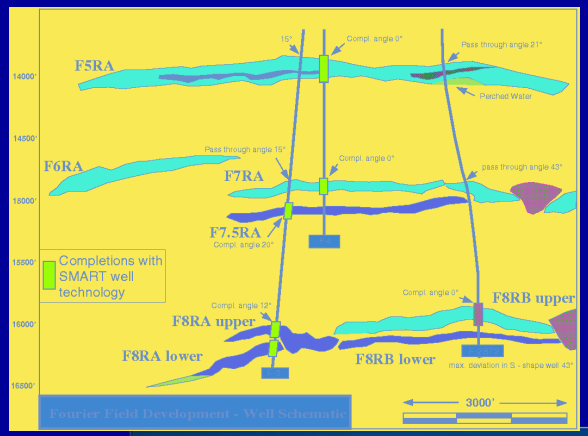
Дополнительную поддержку оказывает AIME

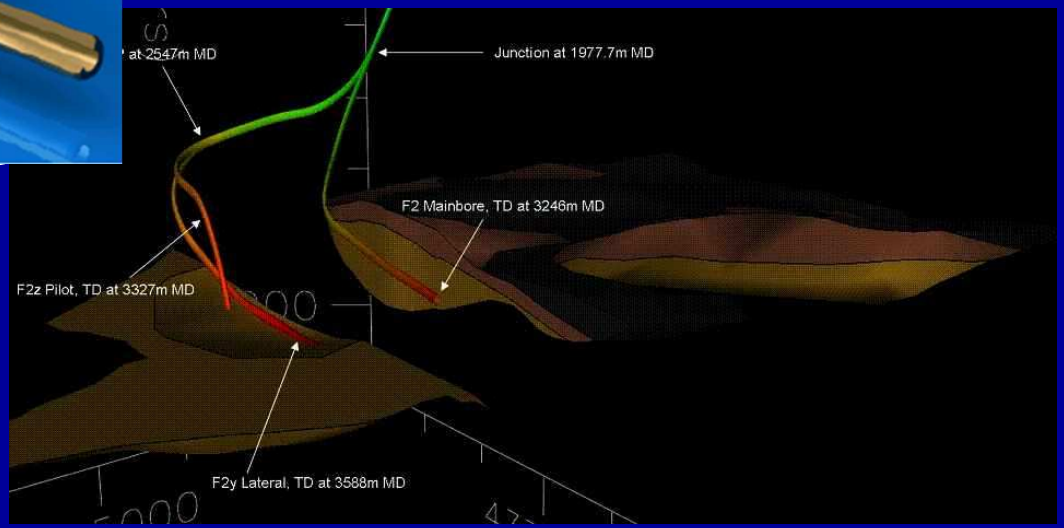
How Smart is the Intelligent Technology for Simulators and Field Production Management?

An Integrated Technology

Насколько интеллектуальные технологии подходят для симуляторов и управления разработкой месторождений?

Комплексная технология





Iberê N. Alves

Ибере Н. Альбес

PETROBRAS

Content Index – Содержание

- Motivation - Мотивирование
- Reservoir Management – Управление разработкой
- Smart Wells – advice – Умные скважины - совет
- Smart Wells - At Petrobras - Умные скважины - в Петробразе
  - (present and near future) - (сейчас и в ближайшем будущем)
- Big Questions – Большие вопросы
- What are Smart Wells – Что такое умные скважины
- Where Are We Now – Современное состояние вопроса
- What More We Need to Have? – Что еще нам нужно?
- ***The*** Interface Between RE and PE – Взаимодействие между технологией разработки и технологией добычи
- Conclusions – Выводы и заключение

Motivation – Мотивирование

- Have smart fields & intelligent wells worked to improve reservoir management? - Способствуют ли умные месторождения и интеллектуальные скважины повышению эффективности разработки месторождений?

- What more needs to be done? – Что еще необходимо сделать?

Reservoir Management – Управление разработкой

"Use of financial, technological and human resources, while minimizing capital investments and operating expenses to maximize economic recovery of oil and gas from a reservoir."

Ganesh Thakur

2012 SPE President

"Использование финансовых, технологических и человеческих ресурсов при минимизации капиталовложений и эксплуатационных расходов для максимизации рентабельной добычи нефти и газа".

Ганеш Такур

Президент SPE 2012 г.

Reservoir Management
Управление разработкой

- Reservoir management has evolved beyond the reservoir engineer into a multidisciplinary, integrated team effort. – Разработка месторождений перестала быть уделом отдельного инженера разработчика, теперь это дело комплексной многопрофильной команды.

- Key project decisions must encompass all disciplines. – Важнейшие проектные решения должны охватывать все дисциплины.

- Modern simulators need to go beyond just the reservoir, incorporating the completions, wells, subsea facilities and economics. – Современные симуляторы должны не просто моделировать пласт, но учитывать при этом скважины, схемы их заканчивания, подводно-устьевые комплексы и экономические показатели.

Smart Wells – Умные скважины

The dumbest, the better. – Чем глупее, тем лучше.

Be only as smart as you need. – Не будь умнее, чем нужно.

What's Happened Since 2000?
Что произошло с 2000 года?

At Petrobras – В Петробразе

- Installations in Brazil = 18 wells
- Всего в Бразилии было построено 18 скважин
  - Onshore 12 wells – 12 скважин на суше
    - 8 wells in operation – 8 действующих скважин
    - 2 wells shutoff – 2 скважины бездействуют
    - 2 removed installations – 2 ликвидированы
  - Offshore 6 wells – 6 скважин на шельфе
    - 1 dry completion – 1 скважина безрезультатная
    - 4 subsea completions – 4 с подводным заканчиванием
    - 1 removed installation – 1 ликвидирована
- International installations = 18 wells
- За рубежом – 18 скважин
    - 14 wells - Agbami (operated by Chevron)
    - 14 скважин – месторождение Агбами (оператор Шеврон)
    - 4 wells - Akpo (operated by Total)
    - 4 скважины – месторождение Акпо (оператор Тоталь)

At Petrobras – Near Future

В Петробразе – Ближайшие перспективы

- Near future plans = 27 wells
- Планы на ближайшую перспективу – 27 скважин
  - 5 onshore – 5 на суше
  - 4 dry completions – 4 скважины безрезультатные
  - 18 subsea completions (including pre-salt reservoir)
  - 18 скважин с подводным заканчиванием (в т.ч. на подсолевой пласт)

- And several others in appraisal phase
- И несколько скважин на этапе доразведки

- Pre-Salt reservoirs – Подсолевые залежи
  - Ultra Deepwater – Сверхглубоководные акватории
  - Thick salt layer (~ 2000 m) – Большая толщина соляного слоя (~ 2000 м)
  - Deep wells (> 5000 m) – Глубокие скважины (больше 5000 м)
  - High pressure – Высокое давление
  - CO_2 and H_2S – Углекислый газ и сероводород

Big Questions?
Важнейшие вопросы

- What do we mean by Smart Well ? – Что мы подразумеваем по умной скважиной ?
- Why do we make Smart Wells ? – Зачем мы строим умные скважины?
- What does it matter to me ? – Какое это имеет значение для меня?

Smart Well [smahrt wel], noun

Умная скважина, имя существительное

A well that has *measurement* and/or *control* capabilities in the region of its completion(s). – Скважина, способная выполнять измерения и контрольные функции в зоне (-ах) заканчивания.

A well systems could be called Intelligent if, and only if, it adds value to the project during its life cycle. – Законченные скважины могут считаться интеллектуальными в том случае и только в том случае, если они повышают экономические показатели проекта в течение его жизненного цикла.

Smart Wells: Why?
Умные скважины: Для чего?

- Reservoir Management (NPV)
- Управление разработкой (ЧДД)
  - Recovery increase – Повышение КИН
  - Cost decrease – Снижение затрат
  - Production acceleration – Ускоренный отбор

- Subordinate drives – Второстепенные цели
  - Risk management – Управление рисками
  - Value of information – Ценность информации
  - Regulatory / stakeholder value – Ценность для надзорных и регулирующих органов и для заинтересованных сторон

What are Smart Wells?

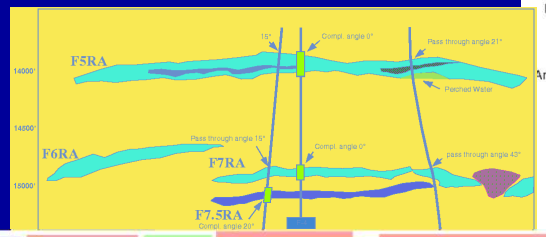
A few illustrative examples.

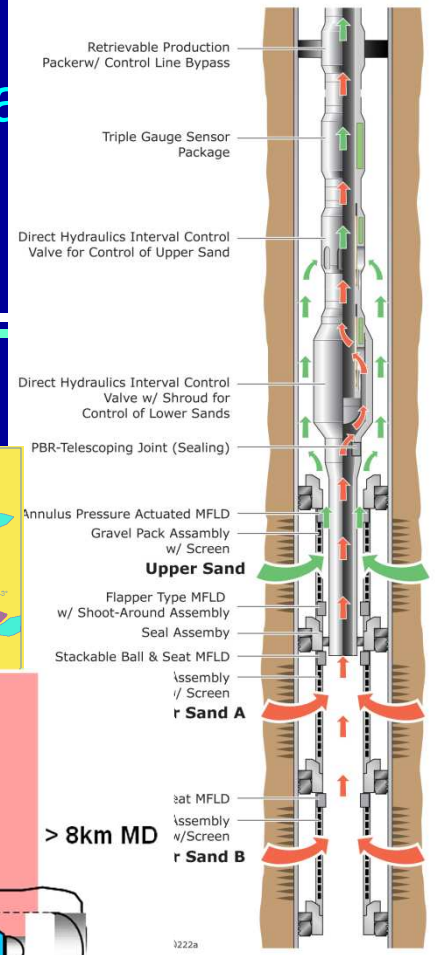
Что такое умные скважины?

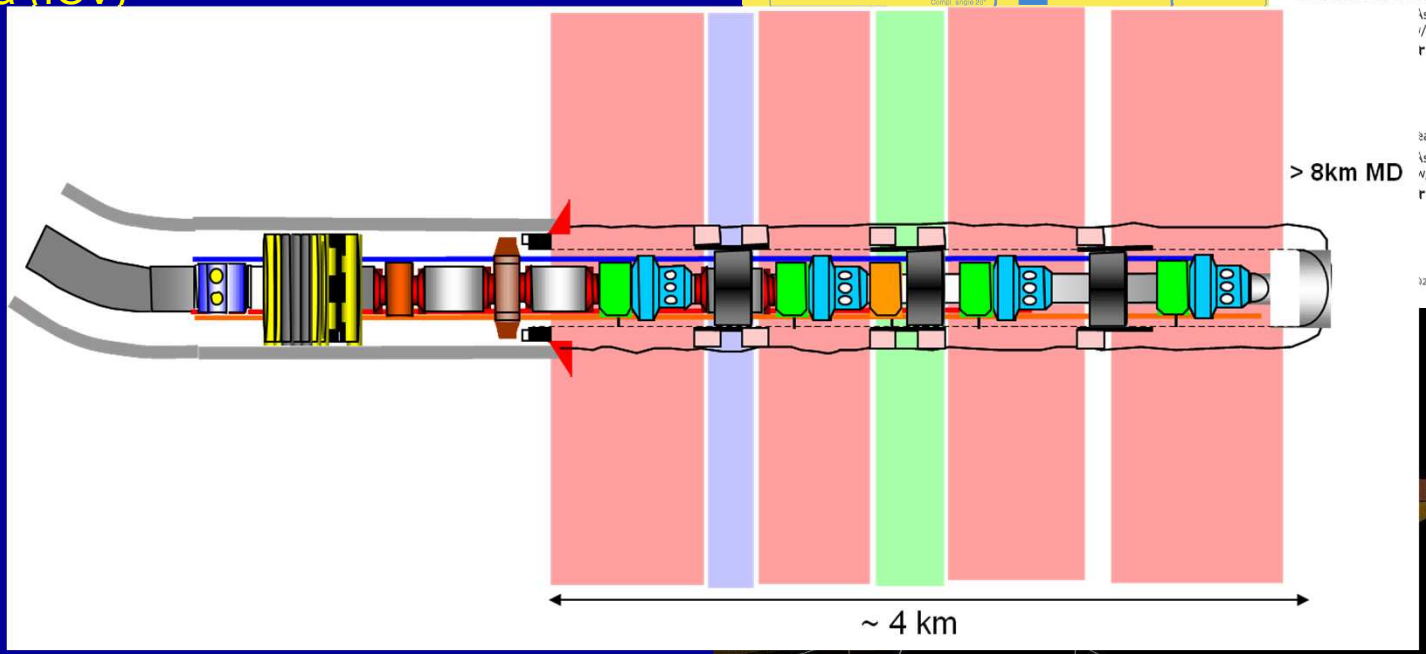
Несколько наглядных примеров.

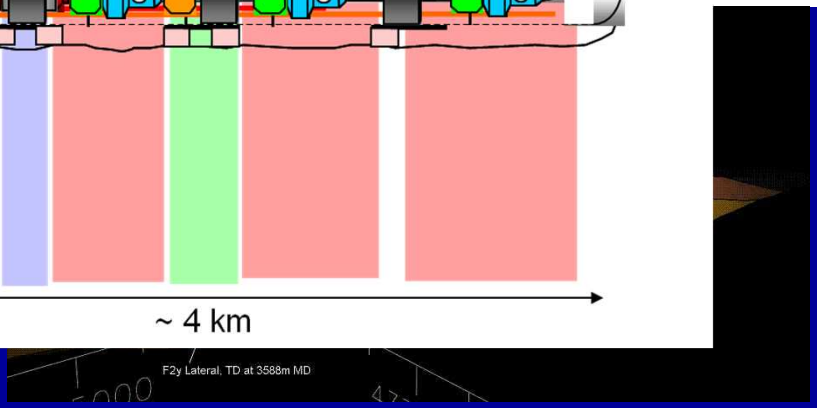
Access and Control of Multi-Horizon and Multi-Latera
Доступ и управление многопластовой и многозабойной скважиной

- Smart wells enable flow isolation and control from multiple zones, using ICVs
- Умные скважины позволяют отсекать и регулировать притоки при многопластовом заканчивании с помощью регуляторов притока (ICV)





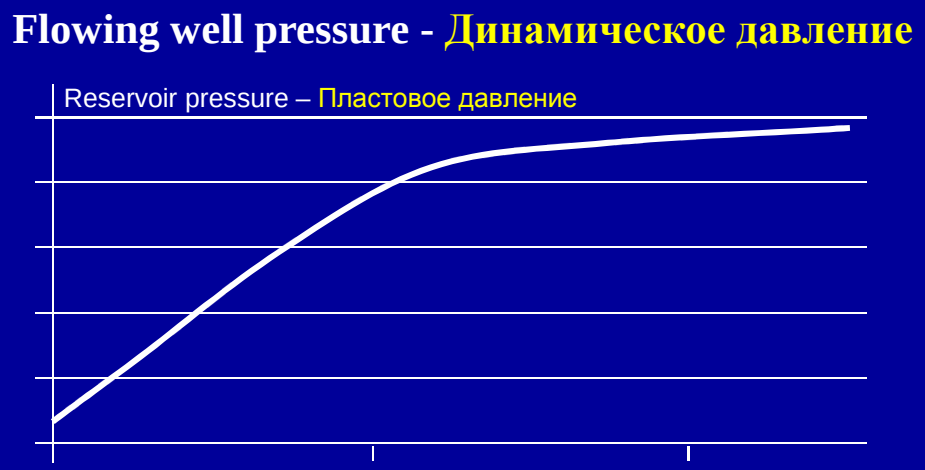


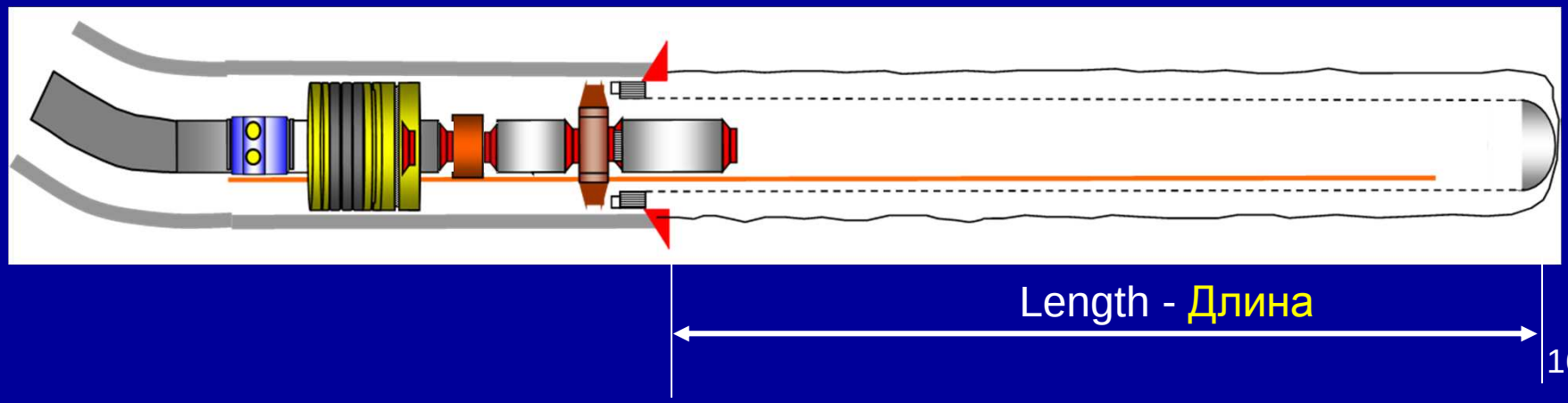


Schiehallion Oil Field, Offshore Technology
Na Kika Smart Wells Design and Construction, Stair, et al., AAPG, 2004.

Horizontal Well – Горизонтальная скважина

- To control and equalize the drawdown of a horizontal well
- Регулирование и выравнивание депрессии в горизонтальной скважине

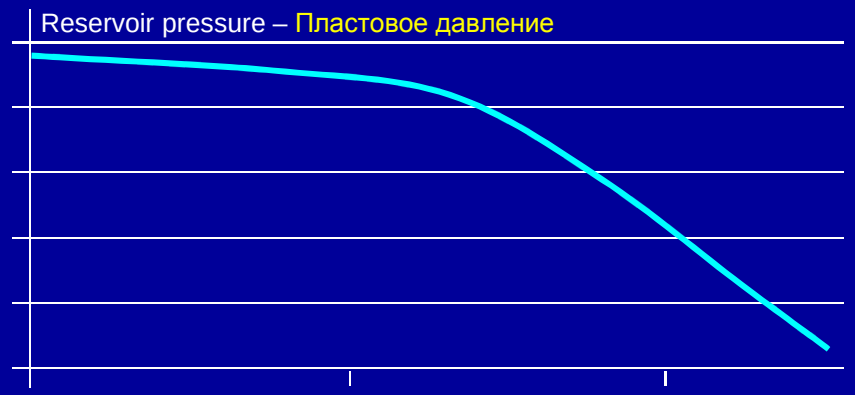


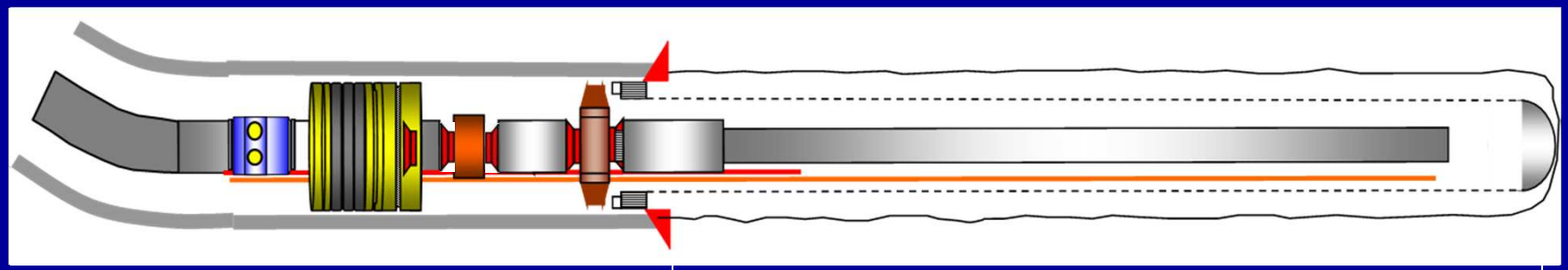


Horizontal Well – Горизонтальная скважина

- To control and equalize the drawdown of a horizontal well
- Регулирование и выравнивание депрессии в горизонтальной скважине

Flowing well pressure - Динамическое давление



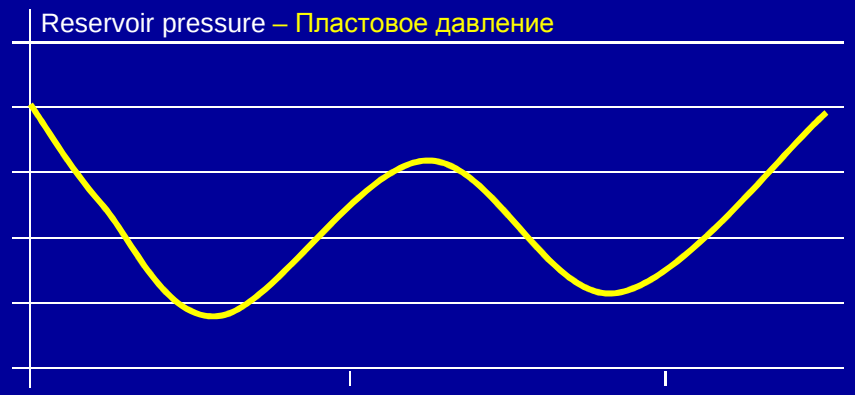


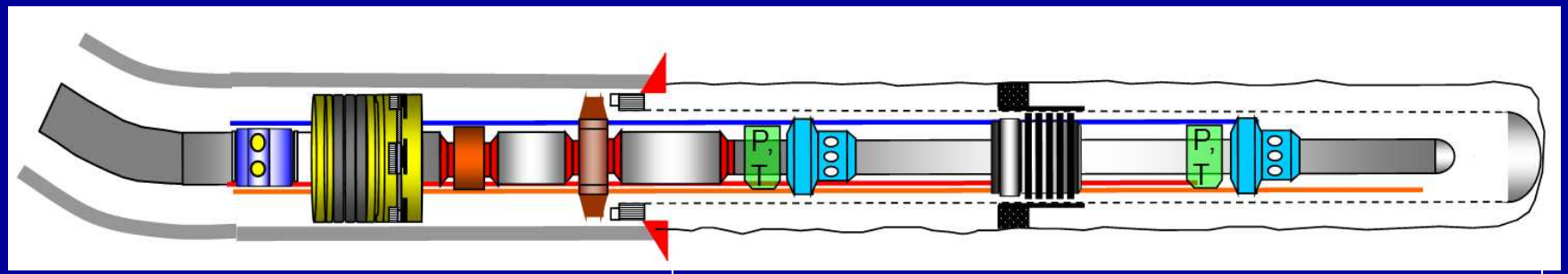
Length – Длина

Horizontal Well (multiple ICVs)
Горизонтальная скважина (несколько регуляторов притока)

- To control and equalize the drawdown of a horizontal well
- Регулирование и выравнивание депрессии в горизонтальной скважине

Flowing well pressure - Динамическое давление





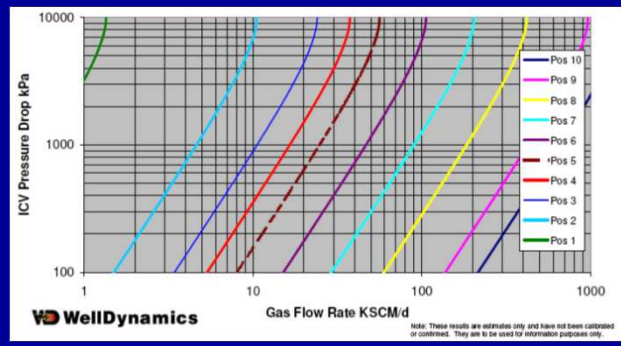
Length - Длина

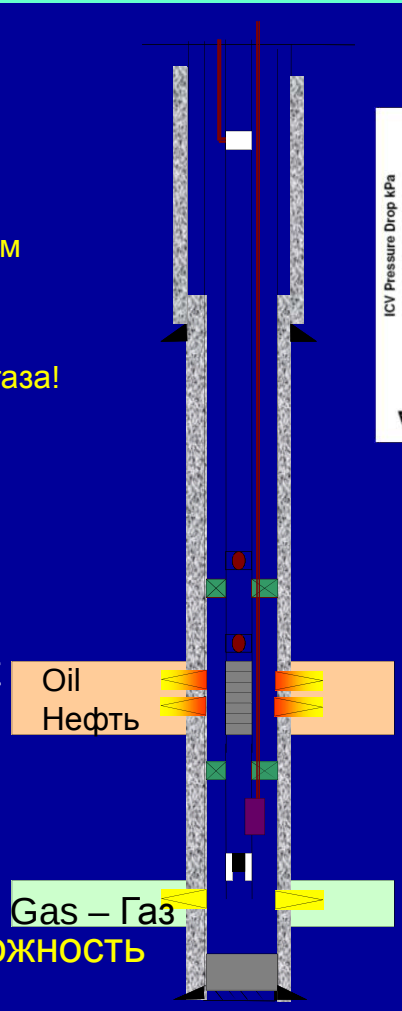
Inflow control devices (ICD)

Интервальные регуляторы притока

Auto Gas-Lift
Авто газлифт

- Low cost gas-lift
- Низкозатратный газлифт
  - Well complexity similar to conventional gas-lift
  - Тот же уровень сложности что и при традиционном газлифте
  - No gas delivery equipment !
  - Нет необходимости в оборудовании по доставке газа!
  - No compression !
  - Без компримирования!
  - Additional reserves !
  - Прирост запасов!





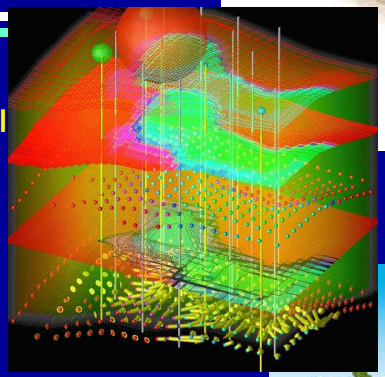
- Nowadays, we often look for gas zones that can be reached from an oil well – Теперь мы часто ищем газовые залежи, которые можно было бы вскрыть из нефтяной скважины
- Many re-development opportunities - Возможность повторной разработки многих залежей

Where Are We Now – Современное состояние дел

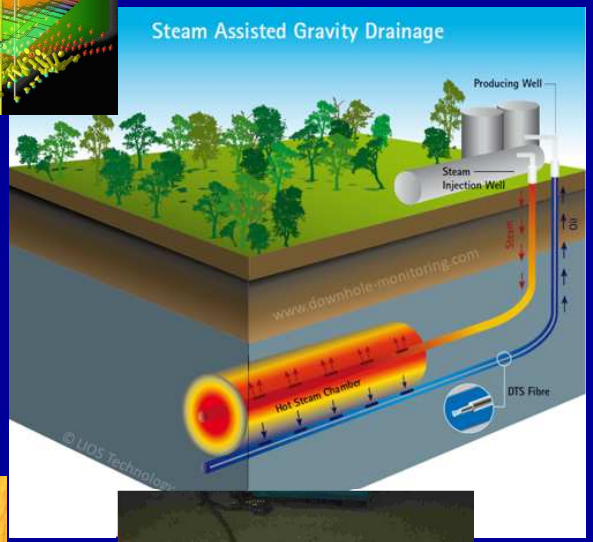
- **Capabilities - Возможности**
  - Permanent down-hole gauge monitoring systems (PDG)
  - Непрерывный мониторинг скважинными измерительными приборами
  - Distributed temperature sensing (DTS) for instance for steam injection monitoring – Распределенное измерение температуры (DTS), например, для мониторинга закачки пара
  - Use interval control valve (ICV), on multi-zone or multi-lateral wells – Применение интервального регулирующего клапана (ICV) в многопластовых и многоствольных скважинах
  - Inflow control devices (ICD) and ICV, to equalize the horizontal well drawdown – Регуляторы притока (ICD) и ICV для выравнивания депрессии в горизонтальных скважинах
  - Artificial Lift Optimization – Surface control system – Оптимизация механизированной добычи – Наземная система управления

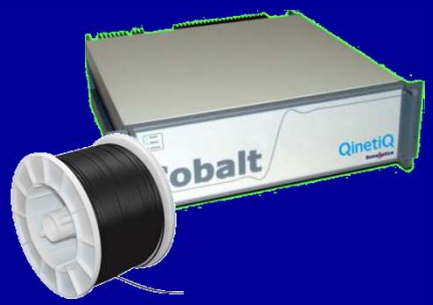
- **Scenarios - Сценарии**
  - Offshore Environment – В условиях шельфа
  - Brownfield – Low Cost Applications – Месторождения на поздней стадии разработки - Низкозатратные варианты
  - Remote Environment – Удаленные участки

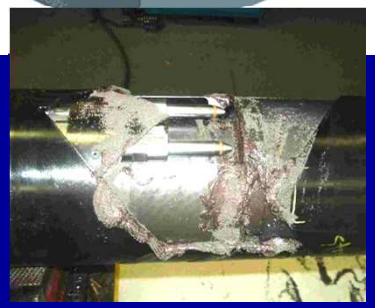
What More We Need to Have?
Что еще нам нужно?



- Distributed Sensing – Распределенные замеры
  - All parameters – Всех параметров
  - All times (continuous) – Постоянно (непрерывно)
  - Everywhere – Повсюду
- Multiphase flow meter – Многофазный расходомер
- Water cut and GOR sensors – Датчики обводненности продукции и газового фактора
- Acoustic, chemical sensors coming – Скоро должны появиться акустические и химические датчики
- Wireless systems ? – Беспроводные системы?







What does it matter to me?

Differentiation opportunities of Smart Wells.

Что это значит для меня?

Отличительные особенности умных скважин

The use of the intelligent technology to Increase the value of a project

Повышение экономических показателей проекта за счет применения интеллектуальных технологий

“Use of financial, technological and human resources, while minimizing capital investments and operating expenses to maximize economic recovery of oil and gas from a reservoir.”

Ganesh Thakur

2012 SPE President

"Использование финансовых, технологических и человеческих ресурсов при минимизации капиталовложений и эксплуатационных расходов для максимизации рентабельной добычи нефти и газа".

Ганеш Такур

Президент SPE 2012 г.

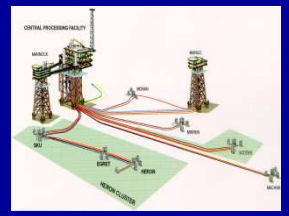
The Areas of a Project – Направления проекта

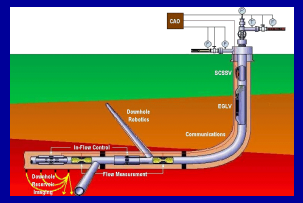
Smart Field Optimization
Оптимизация умных месторождений

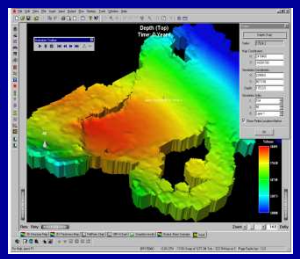
Advanced (IOR/EOR) methods (Современные методы (МПН/МУН)

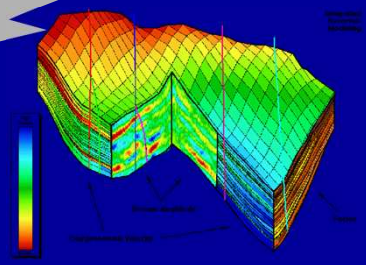
Basic (input) rock and fluid data –
Исходные данные о породе и флюидах

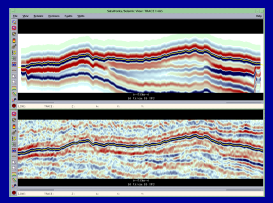
4D Seismic
Сейсмика 4D











Facilities
Обустройство

Smart Wells
Умные скважины

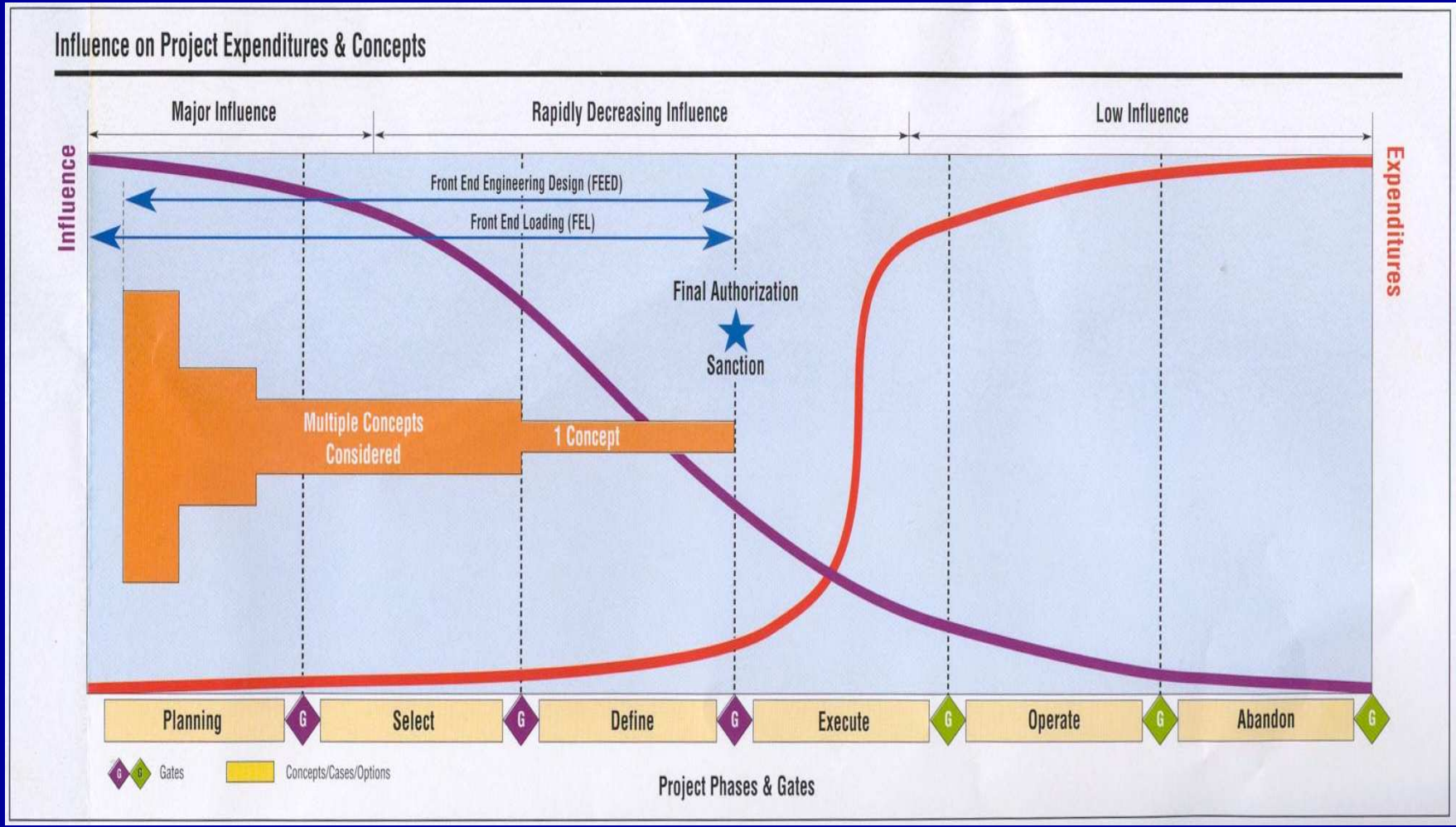
Dynamic
Гидродинамическое моделирование

Static
Геологическое моделирование

Inversion
Инверсия

Integration – Комплексный подход

Decision gates and the different phases of project development
Этапы принятия решений и различные этапы разработки проекта



Differentiators - Дифференциаторы

- Integrated modeling of reservoirs, wells, production networks, and geomechanics – Совмещенное моделирование пластов, скважин, систем нефтесбора и геомеханическое моделирование
- Multidiscipline and multi-user collaboration - Совместная работа экспертов разных специальностей и разных пользователей
- Integrated uncertainty and design parameterization analysis – Комплексный анализ неопределенности и параметризации проекта
- Customization and Extensibility – Индивидуализация и возможности расширения

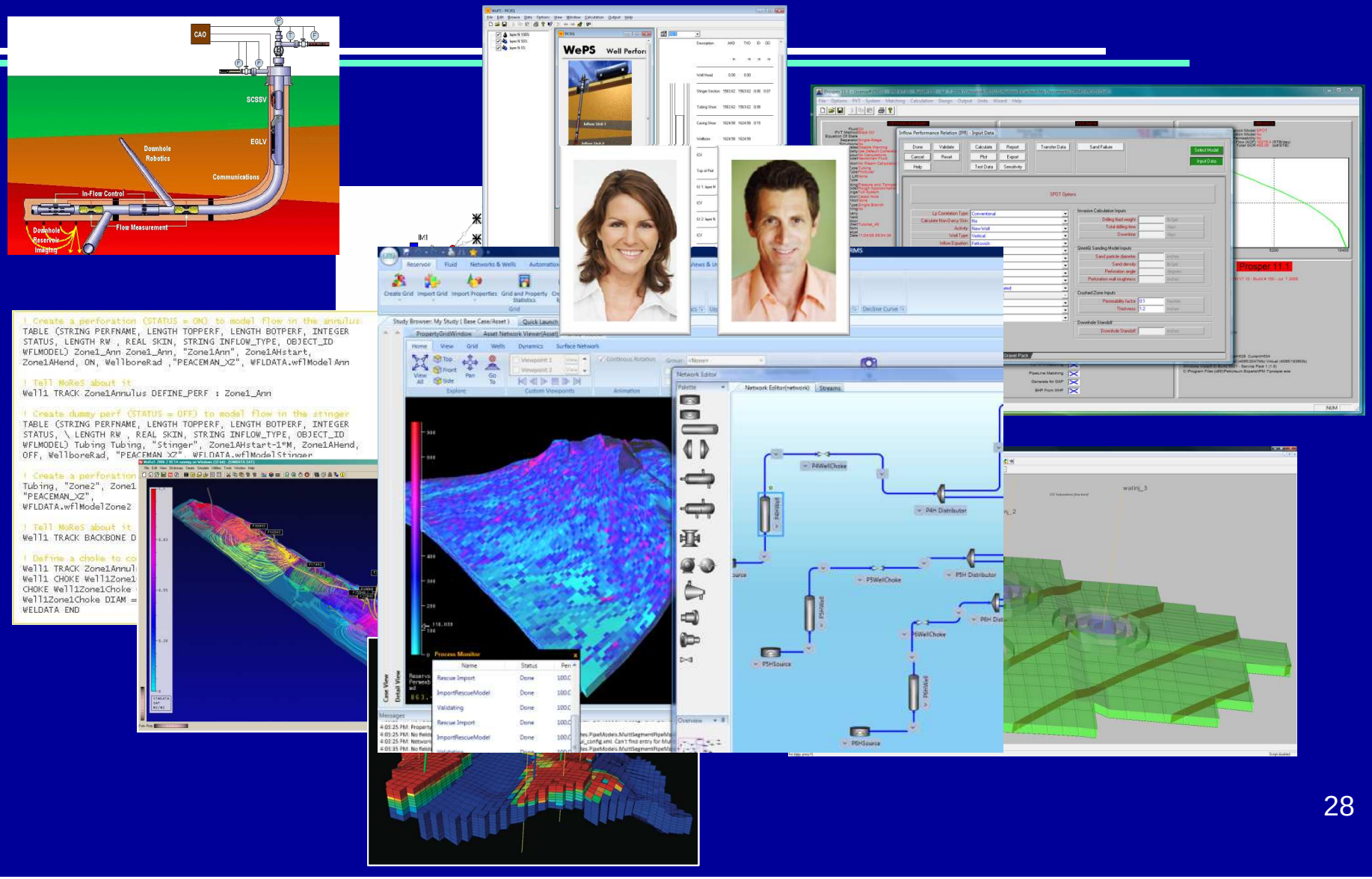
Success Criteria
Критерии успешности

For any simulation type of work is:

Для оценки успешности любого моделирования необходимо:

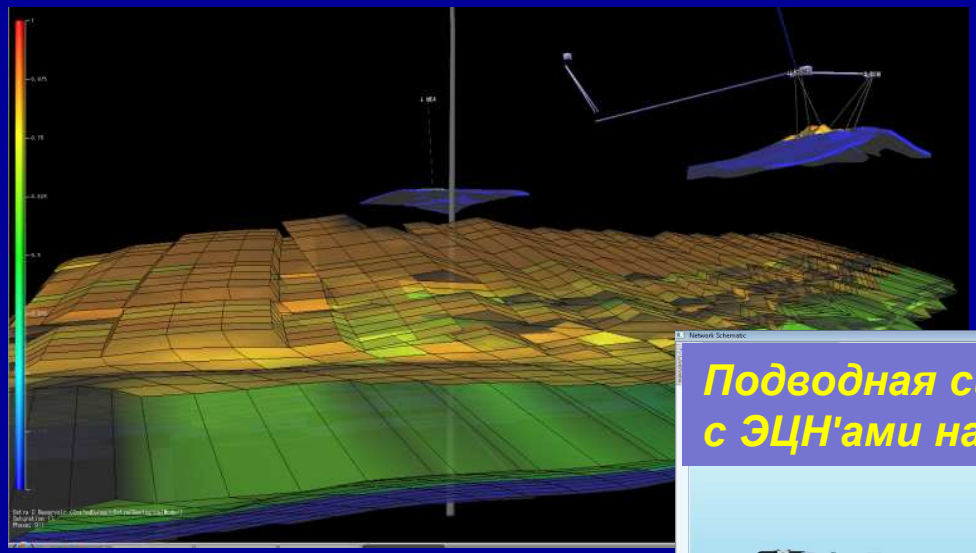
Compare simulation results with real experimental data bank (lab data and field data, if available) – Сравнить результаты моделирования с базой экспериментальных и фактических данных (результатов лабораторных исследований и промысловых данных при наличии таковых).

Applications Used for a Certain Smart Well Development - Прикладные программы, применяемые при проектировании умных скважин



Integration: Reservoir and Production – Интеграция: Разработка и добыча

Customizable Workflows for Model Building
Настраиваемые рабочие процессы построения моделей

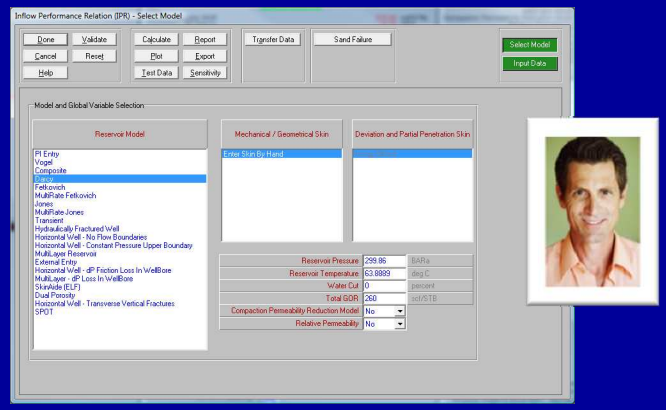


Multi-Field Dynamic Modeling,
Гидродинамическое моделирование нескольких месторождений

Подводная система нефтесбора с ЭЦН'ами на морском дне

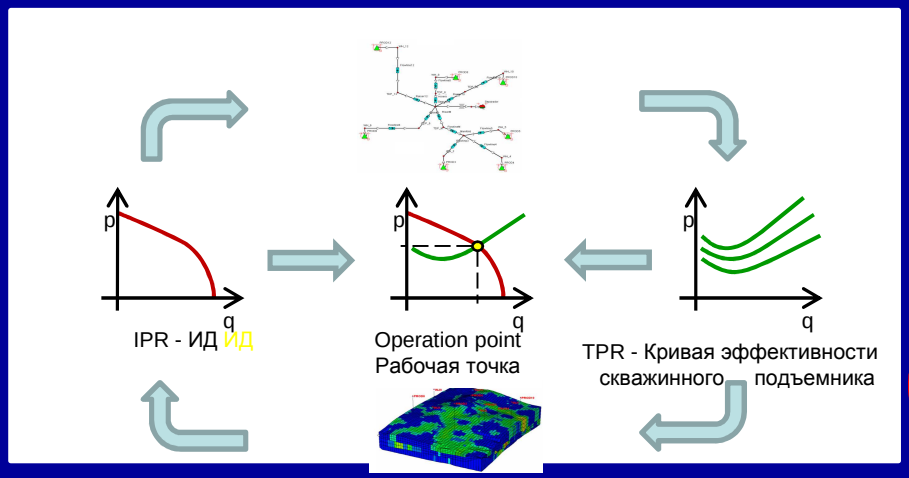
A Subsea Gathering System with Mud-line ESPs

The Interface Between RE and PE – Взаимодействие разработчиков и технологов по добыче




```
! Create a perforation (STATUS = ON) to model flow in the annulus
TABLE (STRING PERFNAME, LENGTH TOPPERF, LENGTH BOTPERF, INTEGER
STATUS, LENGTH RW , REAL SKIN, STRING INFLOW_TYPE, OBJECT_ID
WFLMODEL) Zone1_Ann Zone1_Ann, "Zone1Ann", Zone1AHstart,
Zone1AHend, ON, WellboreRad ,"PEACEMAN_XZ", WFLDATA.wflModelAnn

! Tell MoReS about it
Well1 TRACK Zone1Annulus DEFINE_PERF : Zone1_Ann

! Create dummy perf (STATUS = OFF) to model flow in the stinger
TABLE (STRING PERFNAME, LENGTH TOPPERF, LENGTH BOTPERF, INTEGER
STATUS, \ LENGTH RW , REAL SKIN, STRING INFLOW_TYPE, OBJECT_ID
WFLMODEL) Tubing Tubing, "Stinger", Zone1AHstart-1*M, Zone1AHend,
OFF, WellboreRad, "PEACEMAN_XZ", WFLDATA.wflModelStinger

! Create a perforation to model the inflow in zone2
Tubing, "Zone2", Zone1AHend, TD_of_the_well, ON, WellboreRad,
"PEACEMAN_XZ",
WFLDATA.wflModelZone2

! Tell MoReS about it
Well1 TRACK BACKBONE DEFINE_PERF : Tubing

! Define a choke to control the annulus
Well1 TRACK Zone1Annulus DEFINE_CHOKE Well1Zone1Choke
Well1 CHOKE Well1Zone1Choke AHDEPTH = Zone1AHstart-0.5*M Well1
CHOKE Well1Zone1Choke CHOKEMODEL : WFLDATA.chokeModel Well1 CHOKE
Well1Zone1Choke DIAM = X*INCH
WELDATA END
```

- The completion is the interface and the collaboration focus for the RE and PE – Заканчивание скважин – это стык и основная область совместной работы разработчиков и технологов по добыче
- Smart Wells require a more complex and more coupled interface between the reservoir and the well – Для умных скважин необходим более сложный и более взаимоувязанный стык между пластом и скважиной



Integrated Uncertainty Management – Комплексное управление неопределенностью

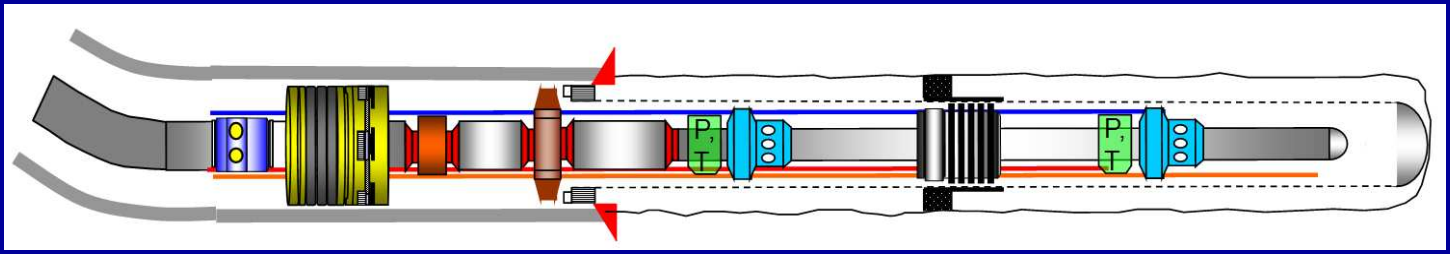
Smart Wells design variables can be considered along with other uncertainties, development options and design variables, within the context of optimizing asset present value.

При оптимизации текущих экономических показателей активов параметры проектирования умных скважин можно учитывать наряду с другими неопределенностями, вариантами разработки и проектными параметрами.

Integration of Field Data – Привлечение промысловых данных

- We need to simplify the process whereby users consume field data to validate and calibrate models – Нам необходимо упростить процесс использования промысловых данных для обоснования и привязки моделей

- Users will increasing face a data rich environment with much of the new information coming from Smart Wells – Пользователям придется иметь дело с возрастающим потоком информации, большая часть которой будет поступать от умных скважин.



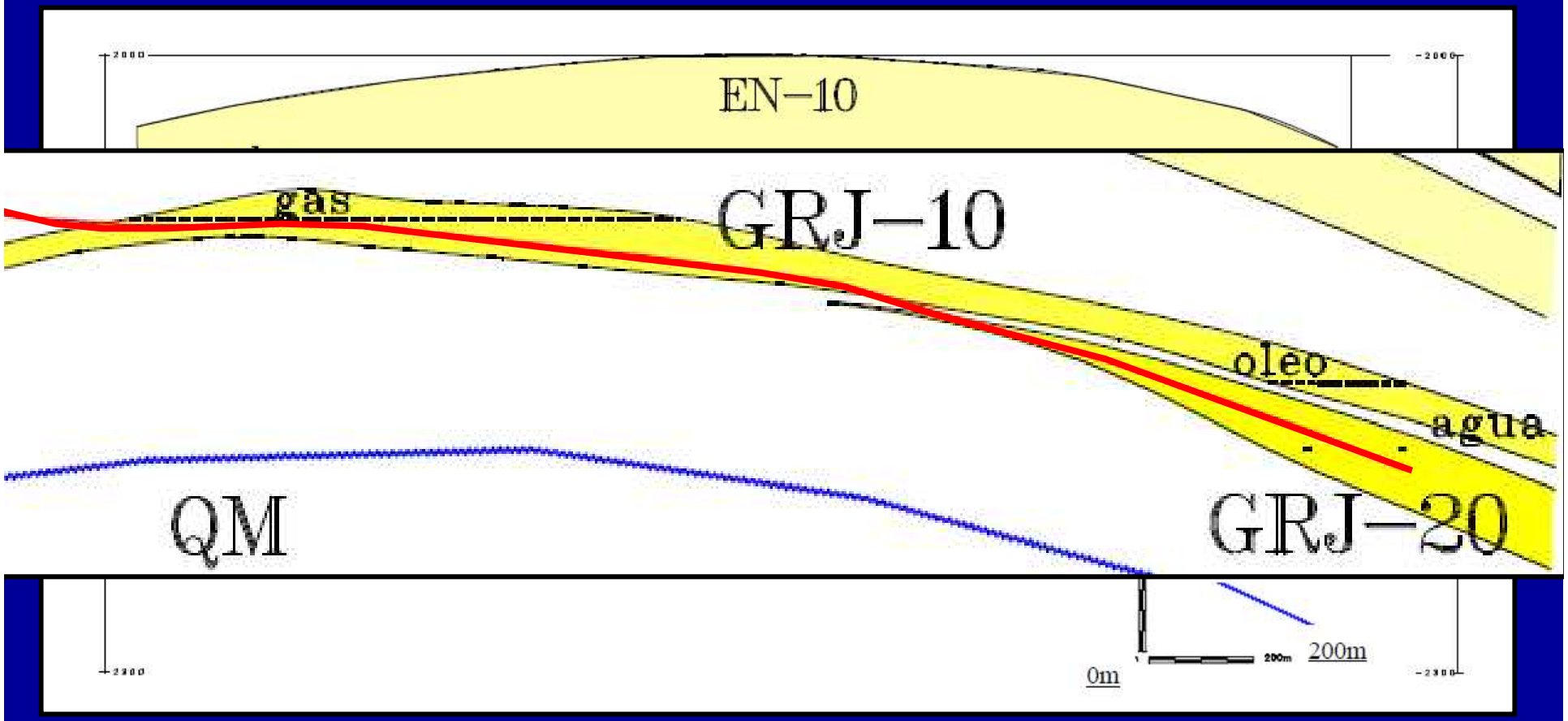
An Example – A Actual Case
Пример из реальной практики

Intelligent Well Completion enables producing oil field in mature Campos Basin 7-BI-21HA-RJS

Интеллектуальная скважина позволяет эксплуатировать нефтяное месторождение в давно разрабатываемом бассейне Кампос 7-BI-21HA-RJS

- **Augusto Albano Teles**
- **José Augusto da Silva Neto**
- **Sergio Luis de Almeida Netto**
- **Victor Ribeiro Nazareth**

Challenge: the drainage of two sands GRJ-10 and GRJ-20
Проблема: дренирование двух пластов GRJ-10 и GRJ-20



How To Win The Challenge
Как решить проблему

- Conventional Solution: two directional wells draining each zone - NPV unfeasible.
- Традиционное решение: пробурить две наклонно-направленные скважины по одной на каждую зону – Экономически нерентабельный вариант

- Alternatively: a horizontal well draining both zones together - NPV feasible.
- Альтернативное решение: горизонтальная скважина, совместно эксплуатирующая обе зоны – Экономически целесообразный вариант
  - Demand: how to monitor the exploitation of both zones without intervention
  - Вопрос: как осуществлять мониторинг эксплуатации обеих зон без ремонта скважины

Advantages of a Well Draining Both Areas – Преимущества дренирования обеих зон одной скважиной

NPV with far superior results: lower CAPEX and OPEX;

Намного выше экономические показатели: ниже капитальные затраты и эксплуатационные расходы

Release of a opening in the manifold to another project.

Освобождение одной линии манифольда для другого проекта

Intelligent Completion
Интеллектуальное заканчивание

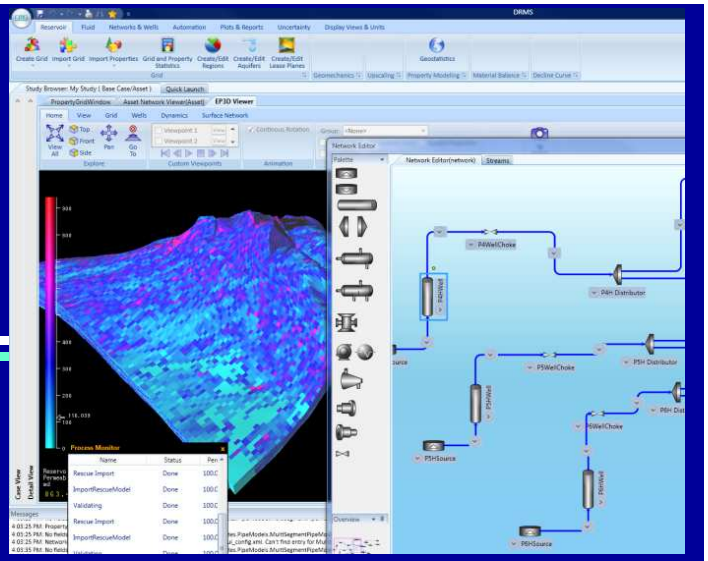
- Monitoring P and T in both zones;
- Мониторинг давления и температуры в обеих скважинах

- Valve actuator for remote isolation
  upper zone (Guarajuba 10) allow one to infer the flow of each zone and make well test.
- Дистанционное управление приводом клапана позволяет отключать верхнюю зону (Guarajuba 10), определять приток по каждой зоне и проводить ГДИ.

Conclusions

Выводы и заключения

Conclusions
Выводы и заключения



- Smart Wells have matured from “technology demonstration” to a normal and robust part of the business
- Из экспериментальной технологии умные скважины превратились в обычный и надежный способ добычи нефти
- Well Intelligent Systems are an irreversible process on Well Engineering.
- Интеллектуальные скважины становятся неотъемлемой частью технологии проектирования скважин
- The new simulators needs to provide a differentiating capability for supporting Smart Wells
- Необходимы новые симуляторы, отличительной особенностью которых будет возможность отображать информацию, поступающую от умных скважин
  - Integrated modelling of RE and PE workflows – Совмещенное моделирование рабочих процессов разработки месторождений и технологии добычи
  - Support for complex and coupled behaviour – Поддержка сложной и взаимосвязанной динамики
  - Integrated uncertainty management – Комплексное управление неопределенностью
  - Integrated use of field data - Комплексное использование промысловых данных

Thank you

Questions?

Спасибо

Вопросы?

Distinguished Lecturer Program

Your Feedback is Important

Для нас важны ваши отзывы и замечания

Enter your section in the DL Evaluation Contest by completing the evaluation form for this presentation

Введите название вашей секции в разделе DL Evaluation Contest. Для этого заполните бланк по оценке настоящей презентации:

Click on: Section Evaluation

Кликните на: Section Evaluation

Society of Petroleum Engineers
Distinguished Lecturer Program
www.spe.org/dl