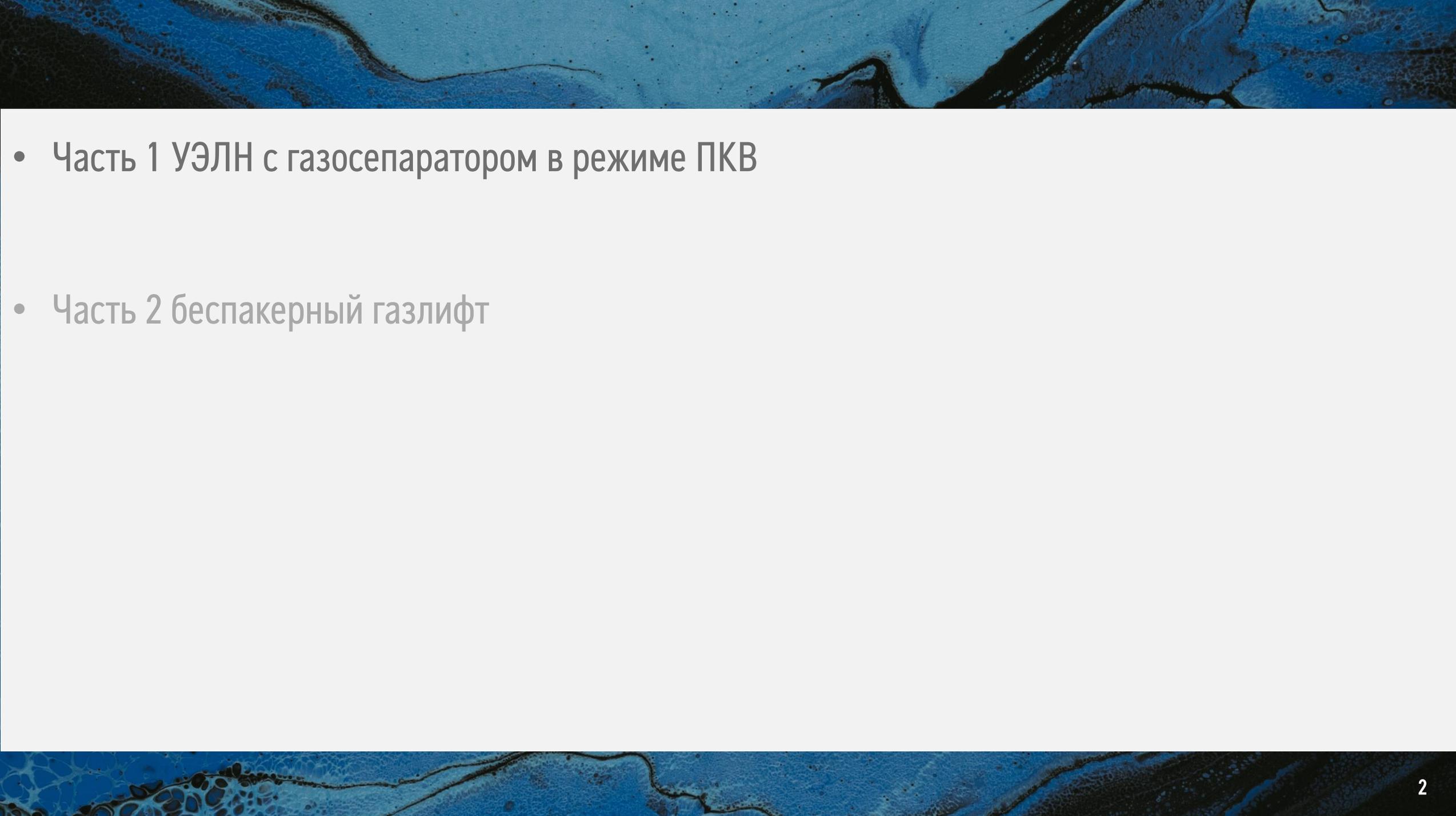
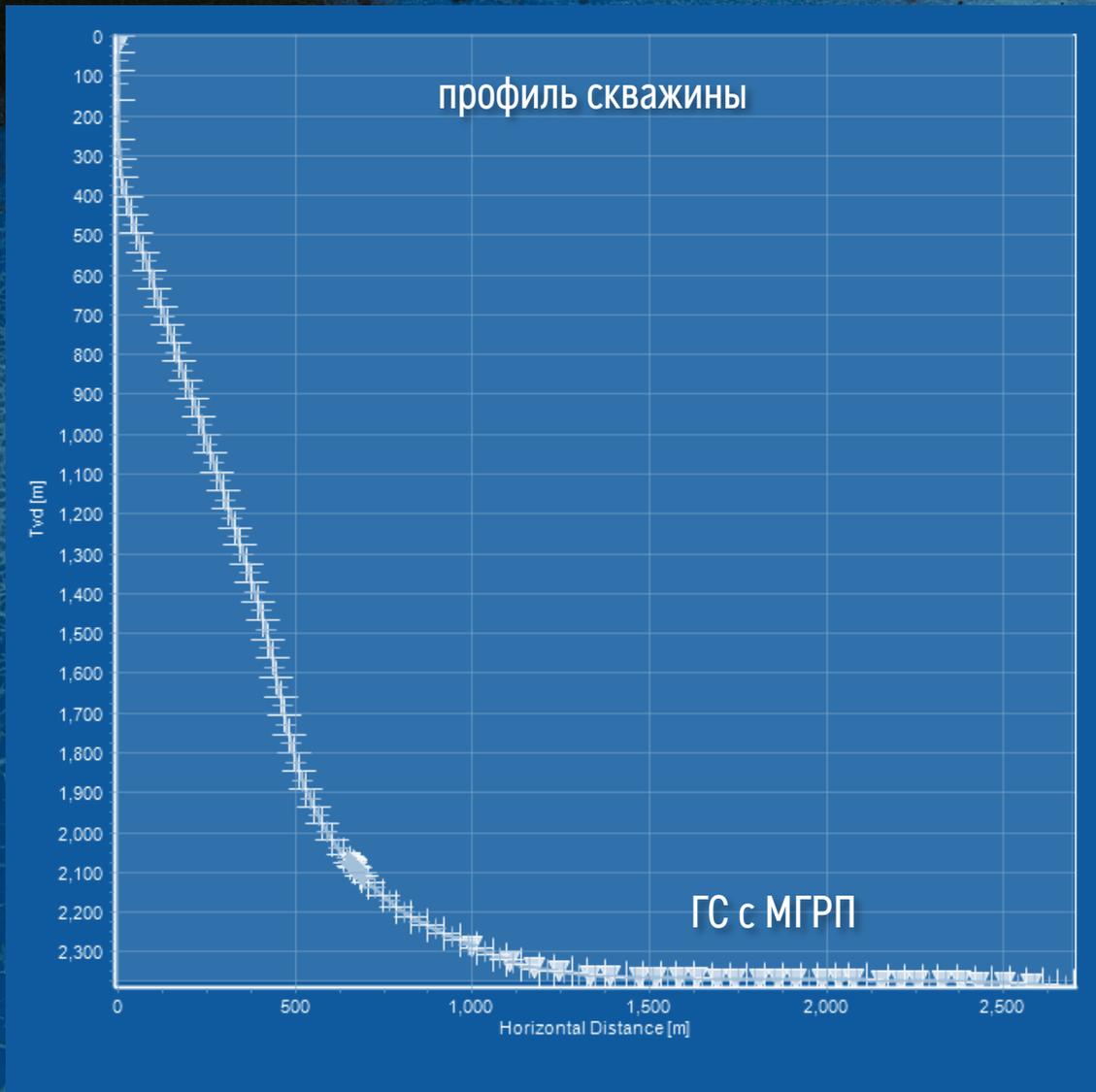


# Динамическое моделирование механизированной добычи малодебитными скважинами с протяженным ГС и МГРП

С.А. Вознюк, Е.В. Демин, Р.А. Хабибуллин, Т.С. Ющенко

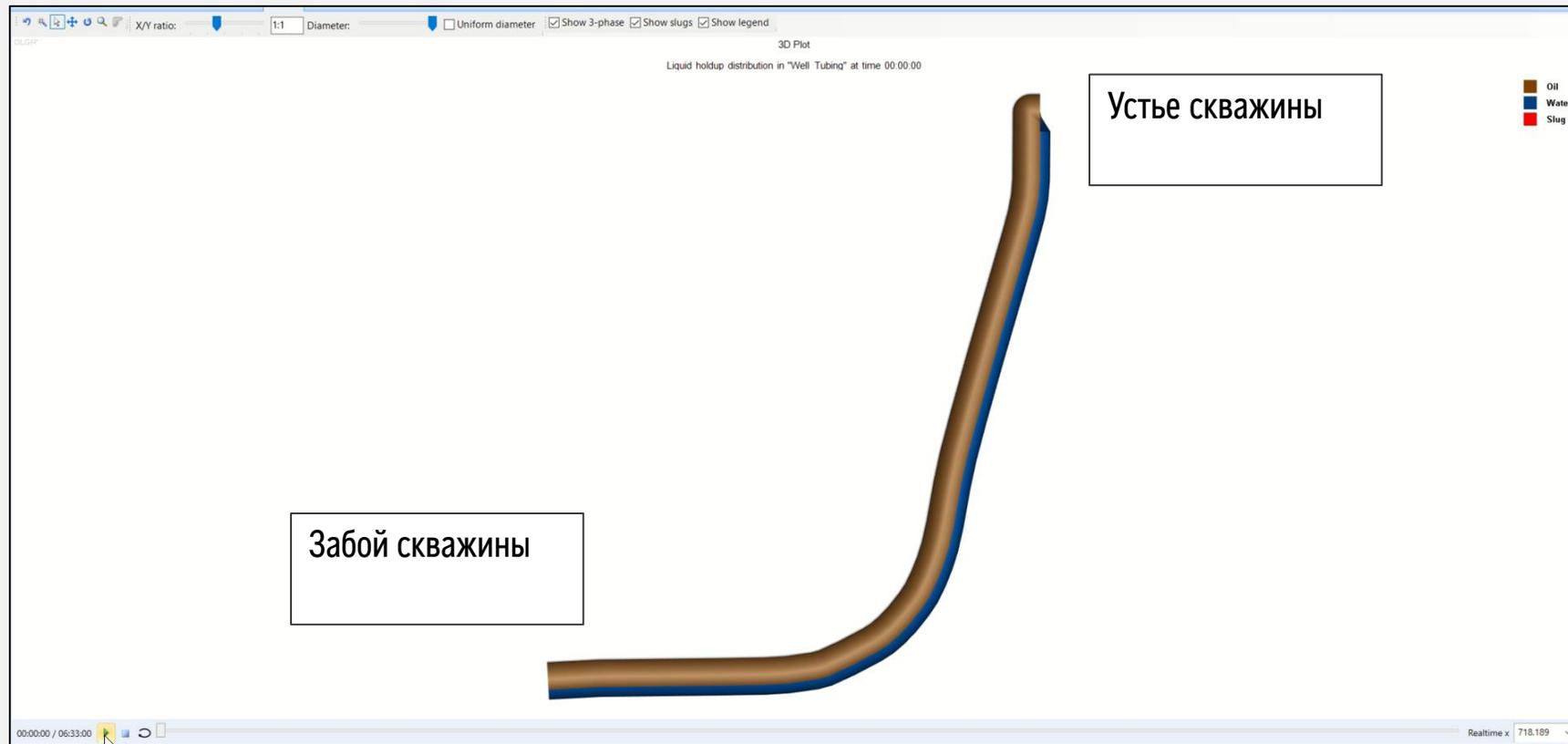
- 
- Часть 1 УЭЛН с газосепаратором в режиме ПКВ
  - Часть 2 беспакерный газлифт

# Типовая горизонтальная скважина с многостадийным заканчиванием

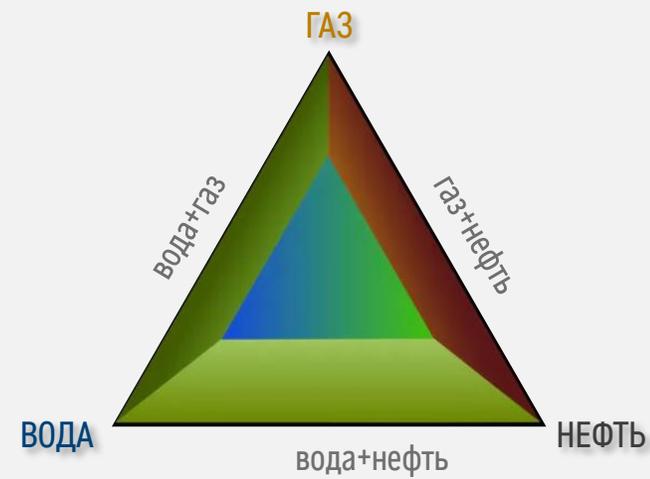
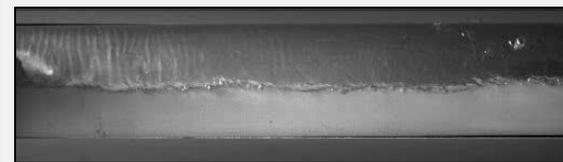




# Особенности работы скважин с протяженным ГС и МГРП



## ■ Пробковый режим



# Подход к моделированию режимов течения в скважине при работе ЭЦН



Задача – совершенствование режима эксплуатации УЭЛН

В рамках подбора и оптимизации режима работы ЭЦН

необходимо учитывать следующие изменяющиеся во времени показатели:

- Продуктивность пласта;
- Газовый фактор многофазного флюида;
- Режим течения, скорость потока и термодинамические показатели при остановке и запуске насоса;
- Частота ЭЦН

**Модель пласта** – адаптированная численная модель в спец ПО на результаты ГДИ (например, Карра)

**Модель флюида** – адаптированная PVT-модель пластовой нефти в спец ПО (например, PVTsim)

**Модель скважины** – модель нестационарного течения в скважине в спец ПО (например, OLGA)



Рост фонда  
с ГС и МГРП

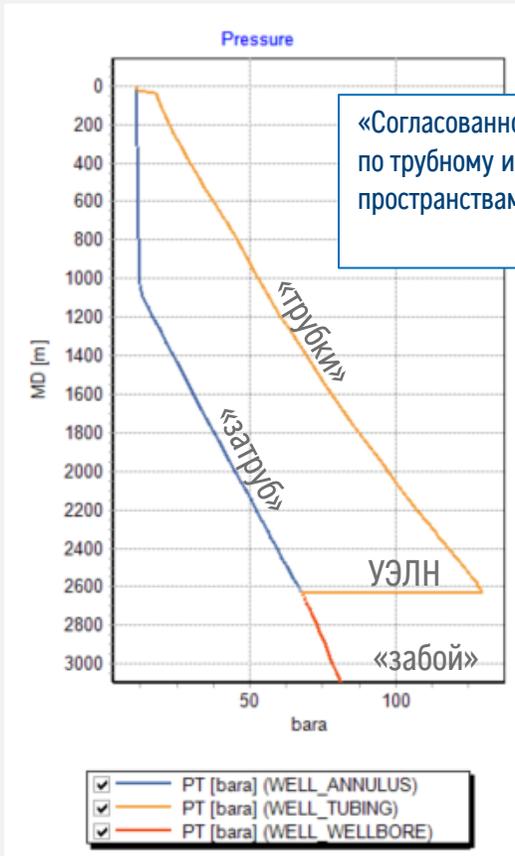


Рост фонда  
ПКВ

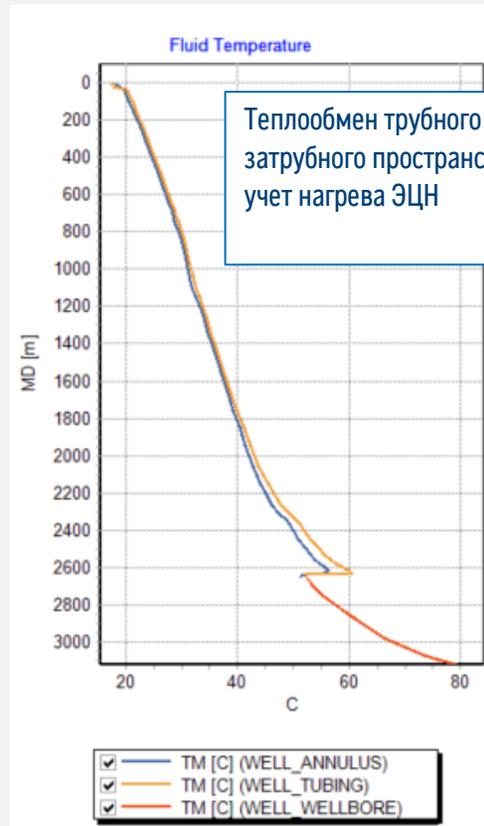


Моделирование переходных процессов с использованием динамического симулятора обеспечивает качественно иной уровень инженерных расчетов по сравнению с классическим стационарным подходом, позволяя прогнозировать изменение во времени множества параметров

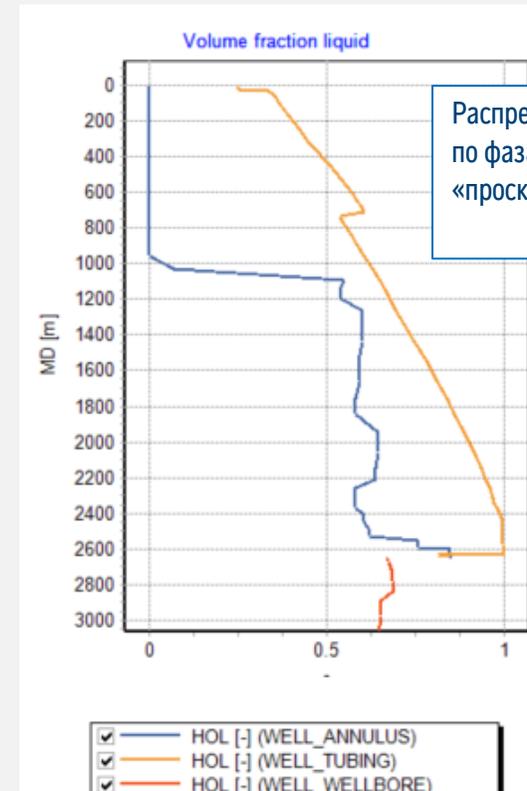
# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН ПДФ



«Согласованность» потерь по трубному и затрубному пространствам



Теплообмен трубного и затрубного пространств, учет нагрева ЭЦН

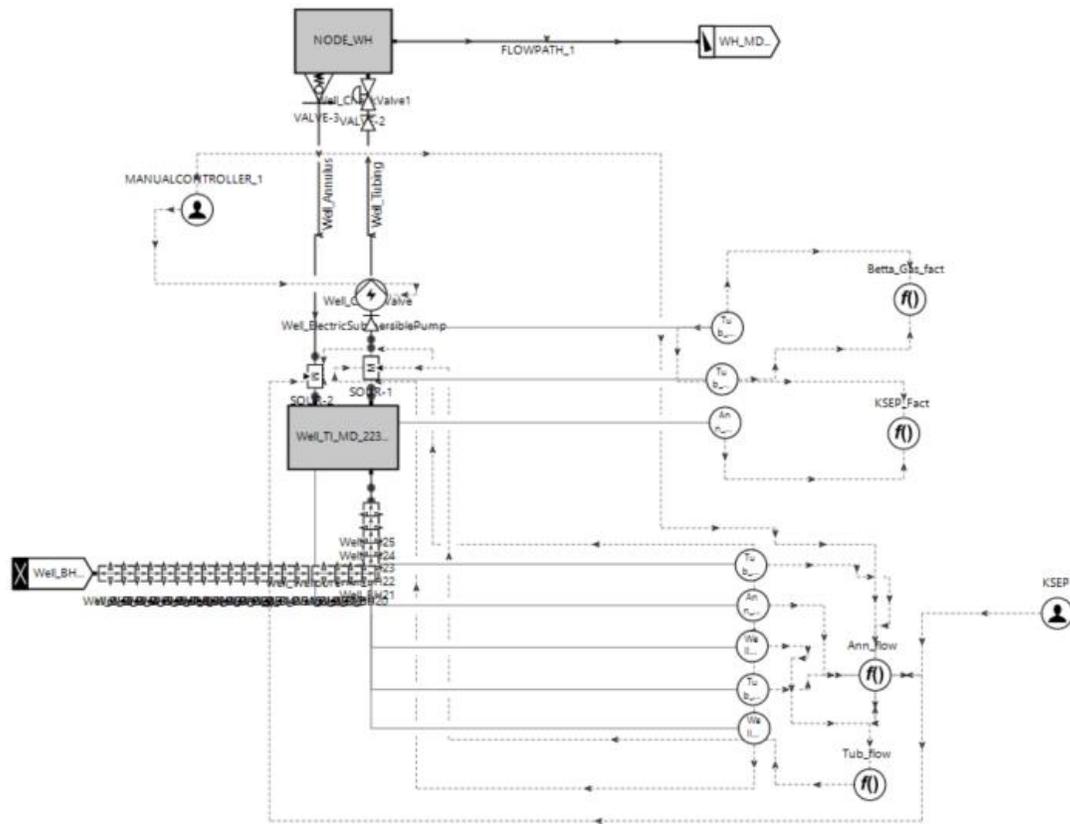


Распределение hold up по фазам и учет «проскальзывания» фаз



# Моделирование сепаратора в ПО OLGA, один из подходов\*

\*Ринат Альфредович Хабибуллин



Суть подхода:

Используя транзмиттеры, алгебраические контроллеры, массовые источники, перенаправить газовую фазу с учетом коэффициента сепарации с НКТ в затрубное пространство

Базовая формула без учета дополнительных условий:

$$X = (GG_{tub} + GG_{ann}) * K_{sep} - GG_{ann}$$

$$\text{MASSFLOW source tub} = -X \text{ (GASFRACTION=1)}$$

$$\text{MASSFLOW source ann} = +X \text{ (GASFRACTION=1)}$$

где

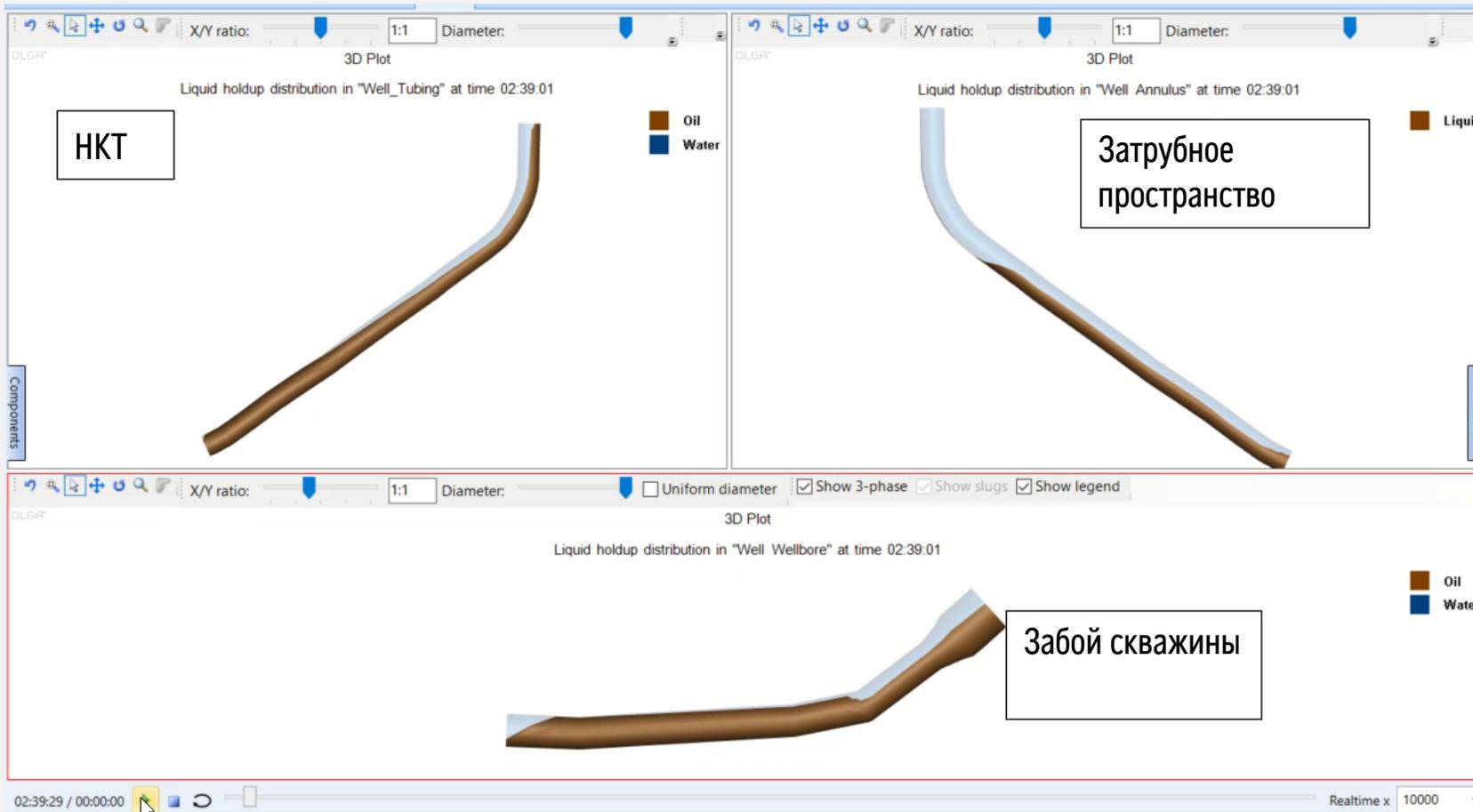
$X$  – массовый расход по газу, который будет перенаправляться

$GG_{tub}$  – массовый расход по газу [кг/с] перед массовым источником в НКТ

$GG_{ann}$  – массовый расход по газу [кг/с] перед массовым источником в затрубье

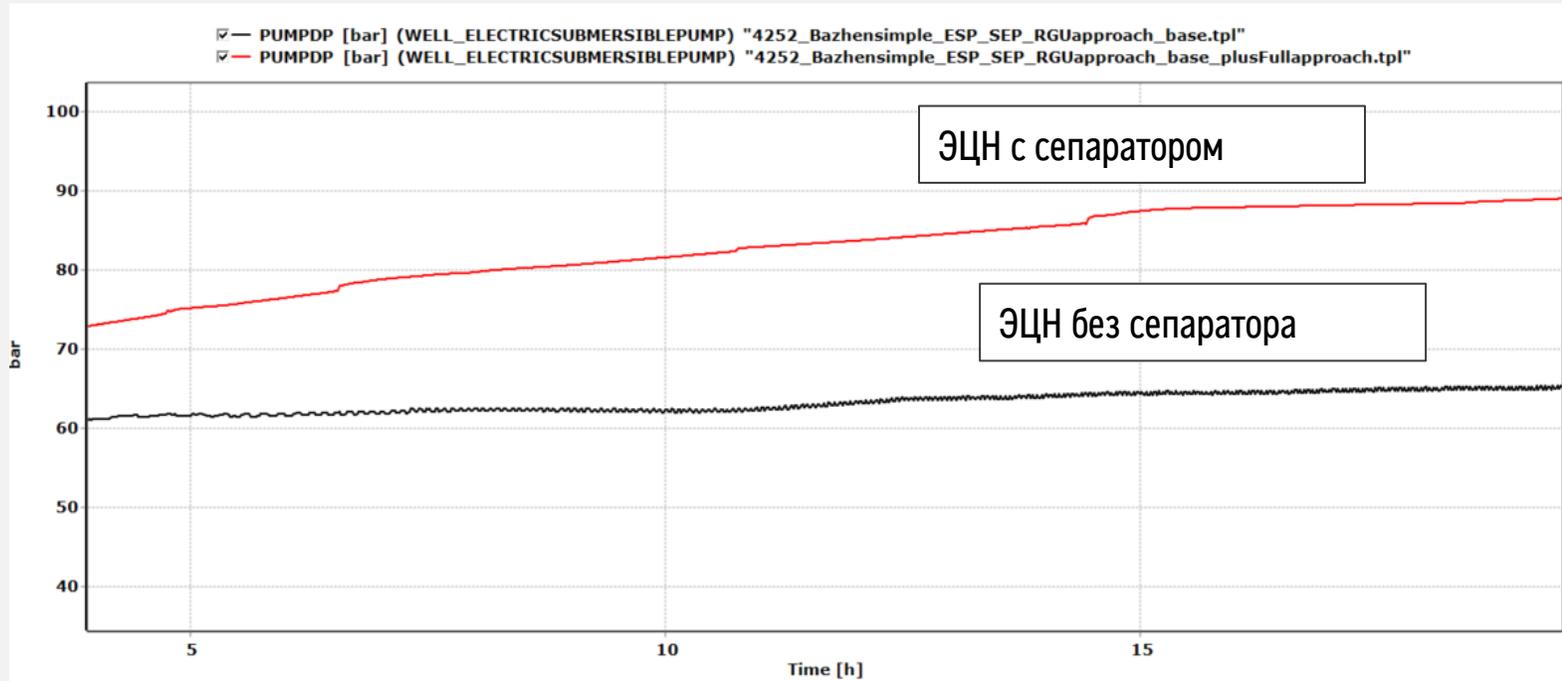
$K_{sep}$  – коэффициент сепарации

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН ПДФ



- Режим работы ЭЦН - ПДФ
- Учет потока и динамического уровня в затрубном пространстве

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН ПДФ без и с учетом сепаратора



Частота ЭЦН – 60 Гц

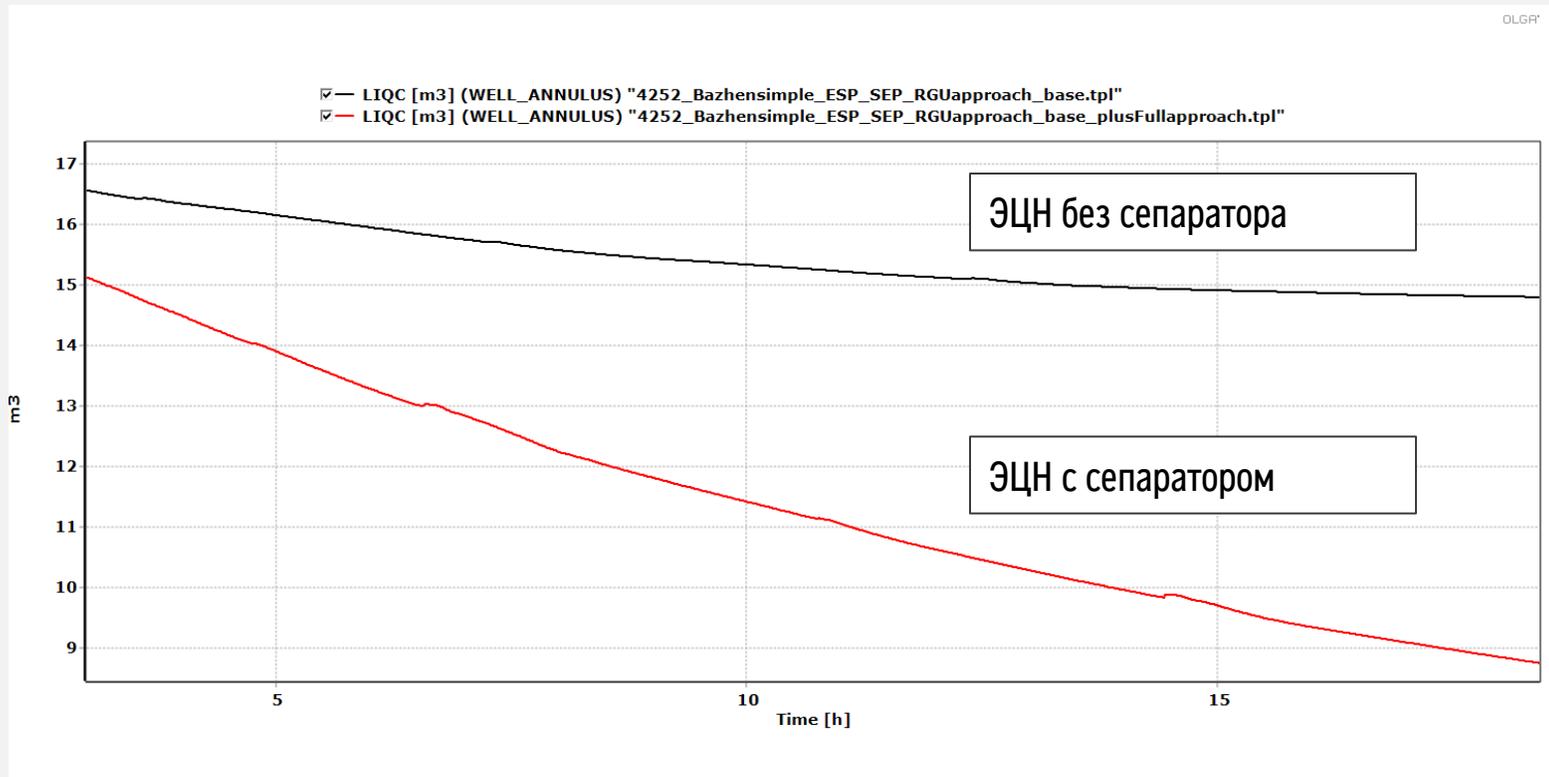
GOR 160 см<sup>3</sup>/см<sup>3</sup>

Коэф. Сепарации = 1

— Перепад давления на ЭЦН с учетом сепаратора

— Перепад давления на ЭЦН без учета сепаратора

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН ПДФ без и с учетом сепаратора



Оценка динамического уровня – один из основных критериев оптимизации режима работы ЭЦН

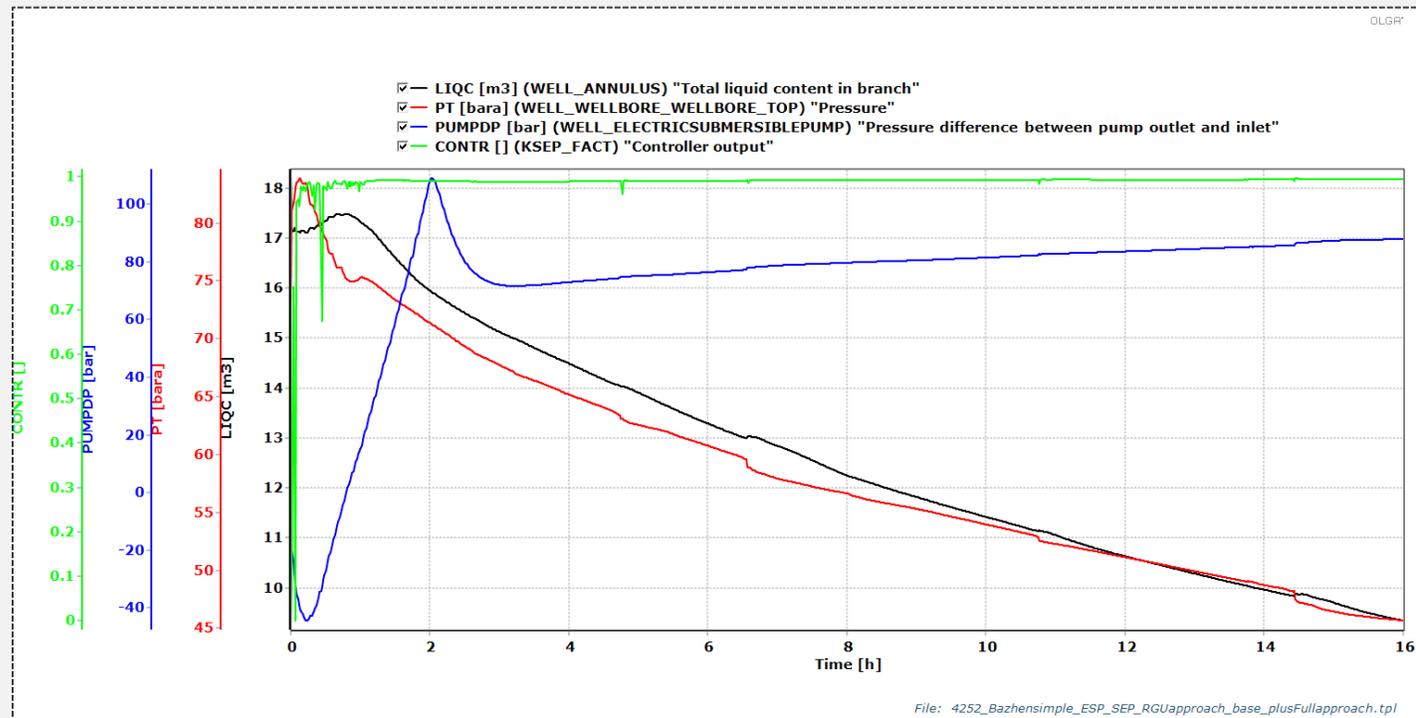
— Объем жидкости за затрубном пространстве при работе ЭЦН с учетом сепаратора

— Объем жидкости за затрубном пространстве при работе ЭЦН без учета сепаратора

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН с учетом сепаратора в режиме ПКВ

Задача подобрать такой режим ЭЦН ПКВ, чтобы держать давление на забое на уровне 45 бар.

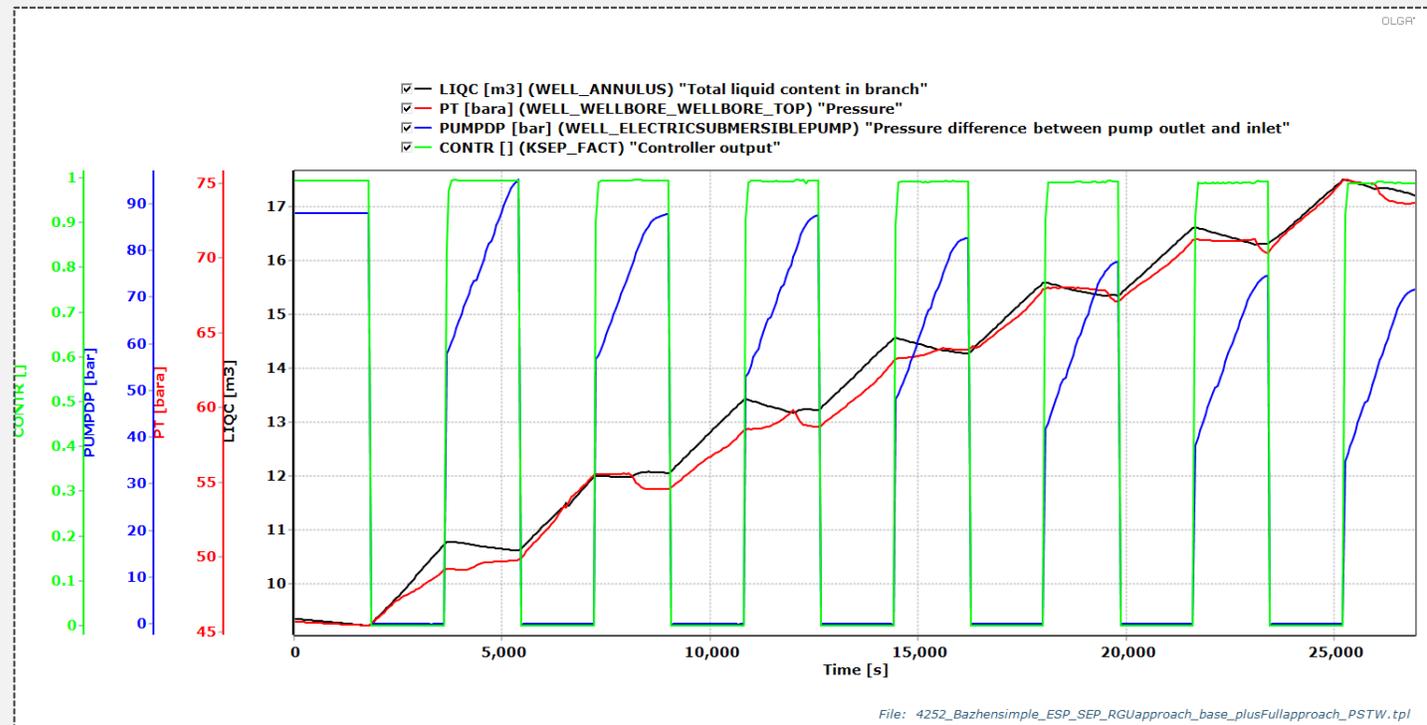
Режим ПКВ включается после работы ЭЦН в ПДФ с учетом сепаратора.



- Объем жидкости за затрубном пространстве
- Давление на забое
- Перепад давления на ЭЦН
- Коэффициент сепарации

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН с учетом сепаратора в режиме ПКВ

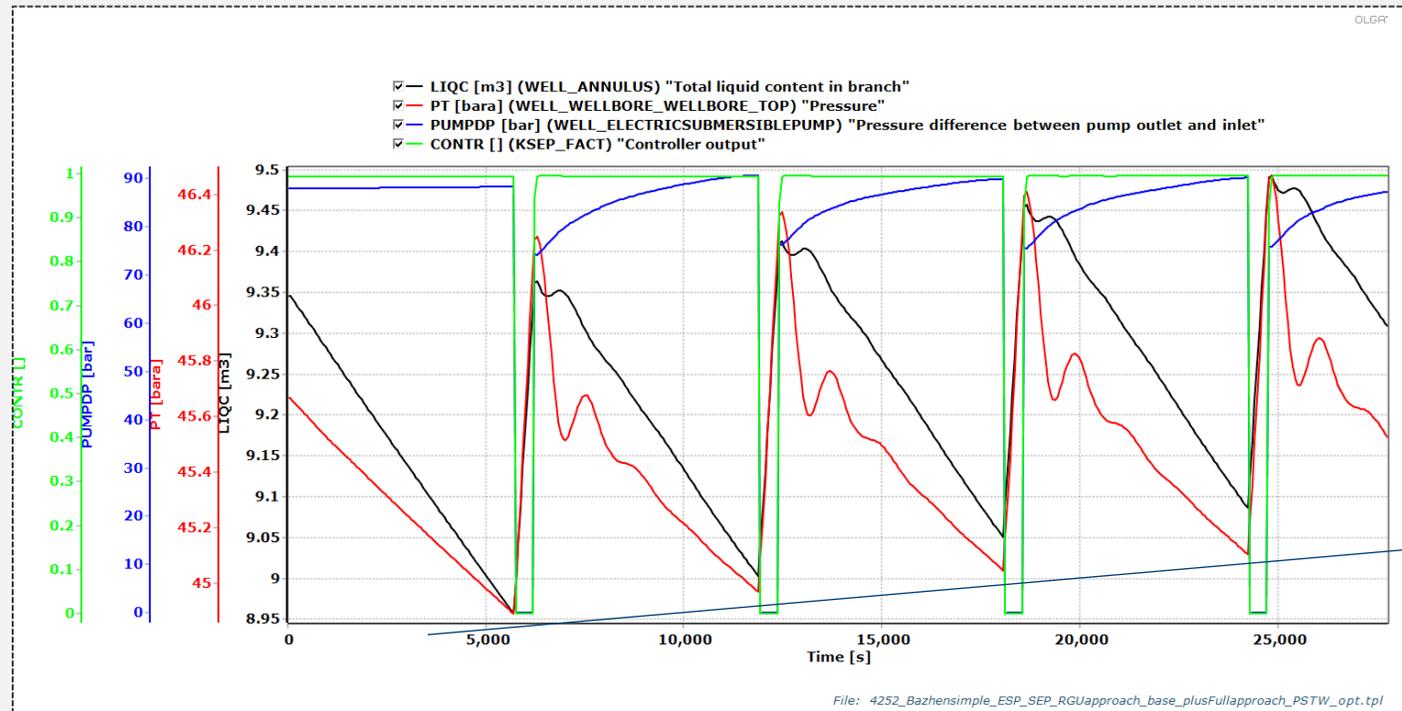
Режим ПКВ 30мин работы на 30мин простоя – рост жидкости в «затрубье» - есть потенциал



- Объем жидкости за затрубном пространстве
- Давление на забое
- Перепад давления на ЭЦН
- «Сигнал станции управления»

# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН с учетом сепаратора в режиме ПКВ

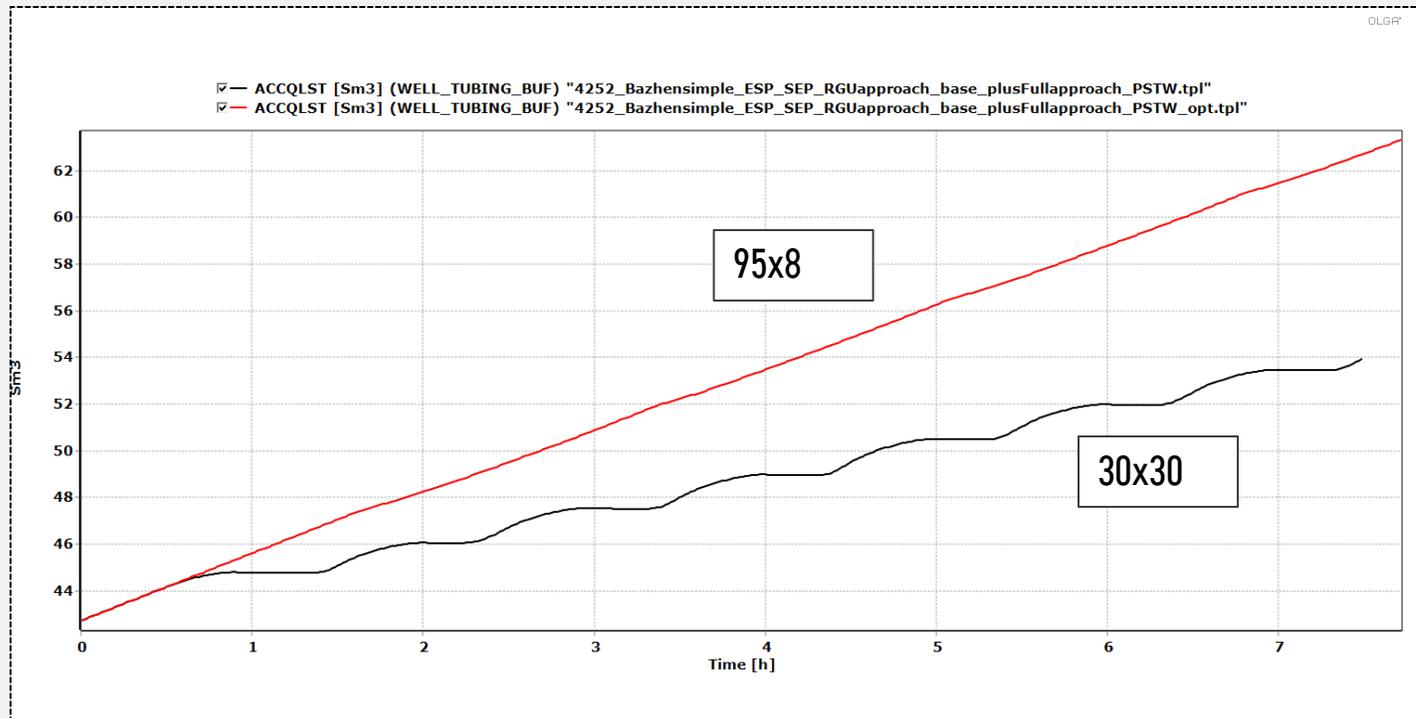
Режим 95 мин работы на 8 мин простоя – возможна работа на пониженной частоте



- Объем жидкости за затрубном пространстве
- Давление на забое
- Перепад давления на ЭЦН
- «Сигнал станции управления»

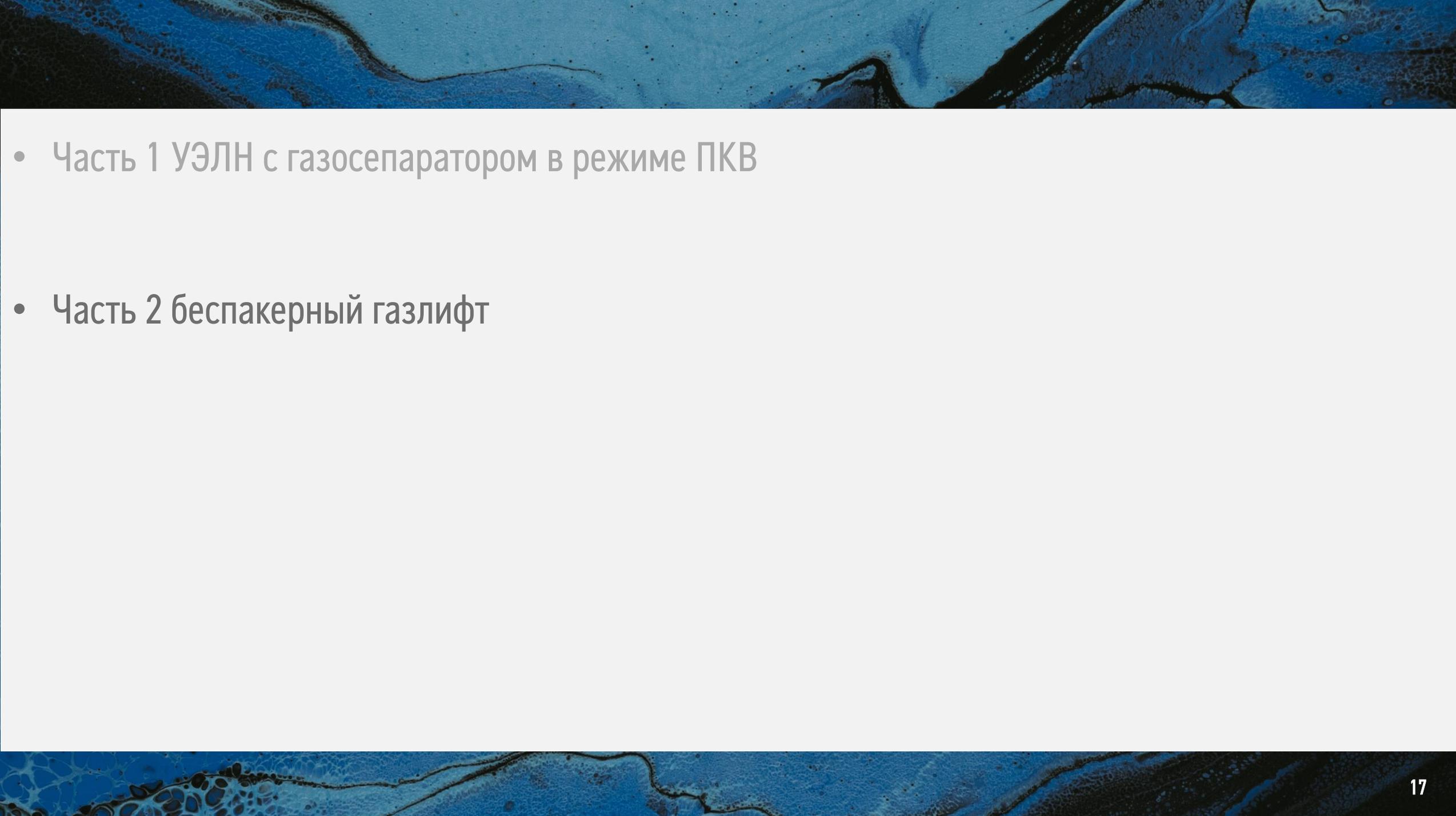
# Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН с учетом сепаратора в режиме ПКВ

## Анализ накопленной добычи жидкости

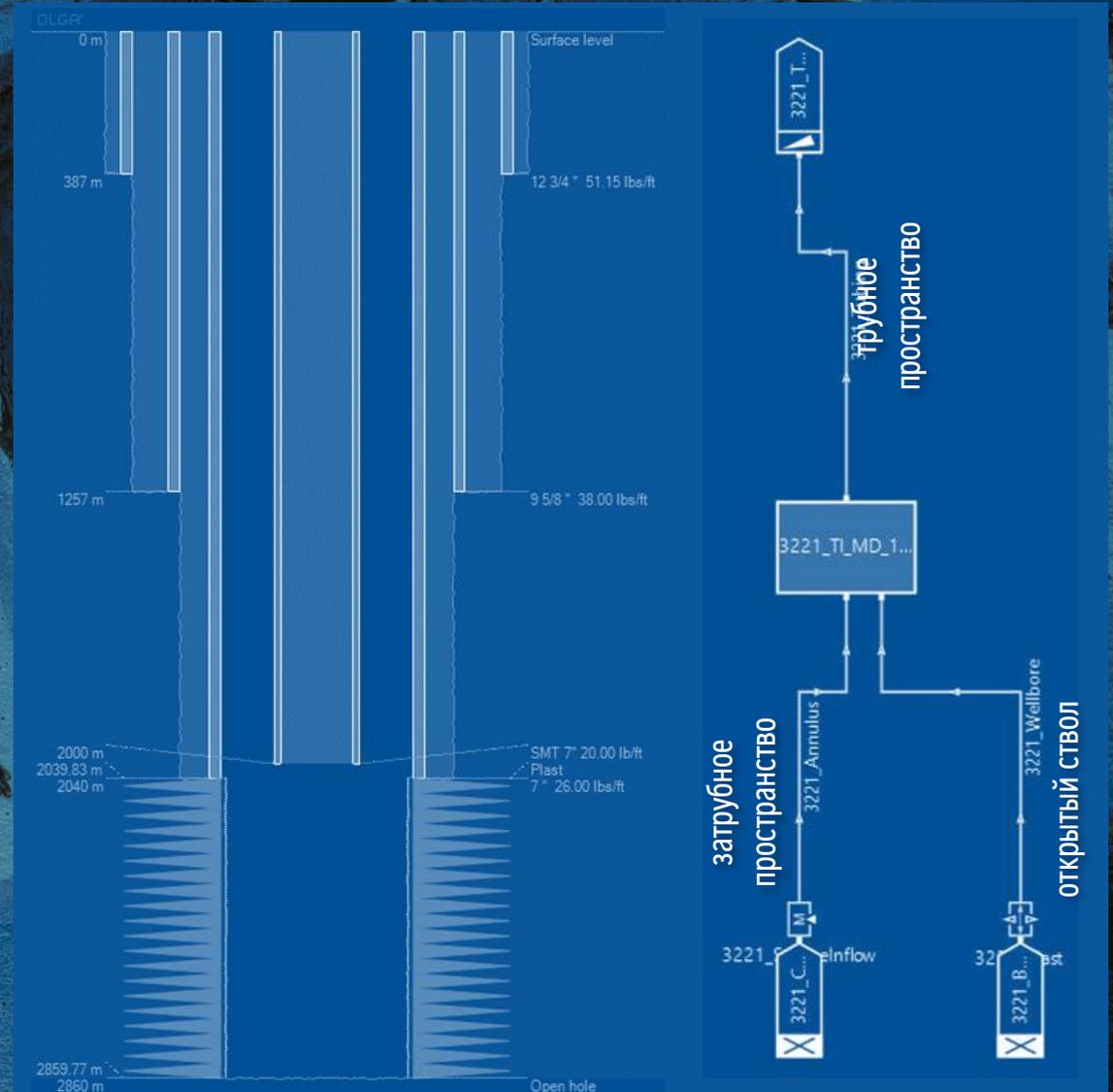
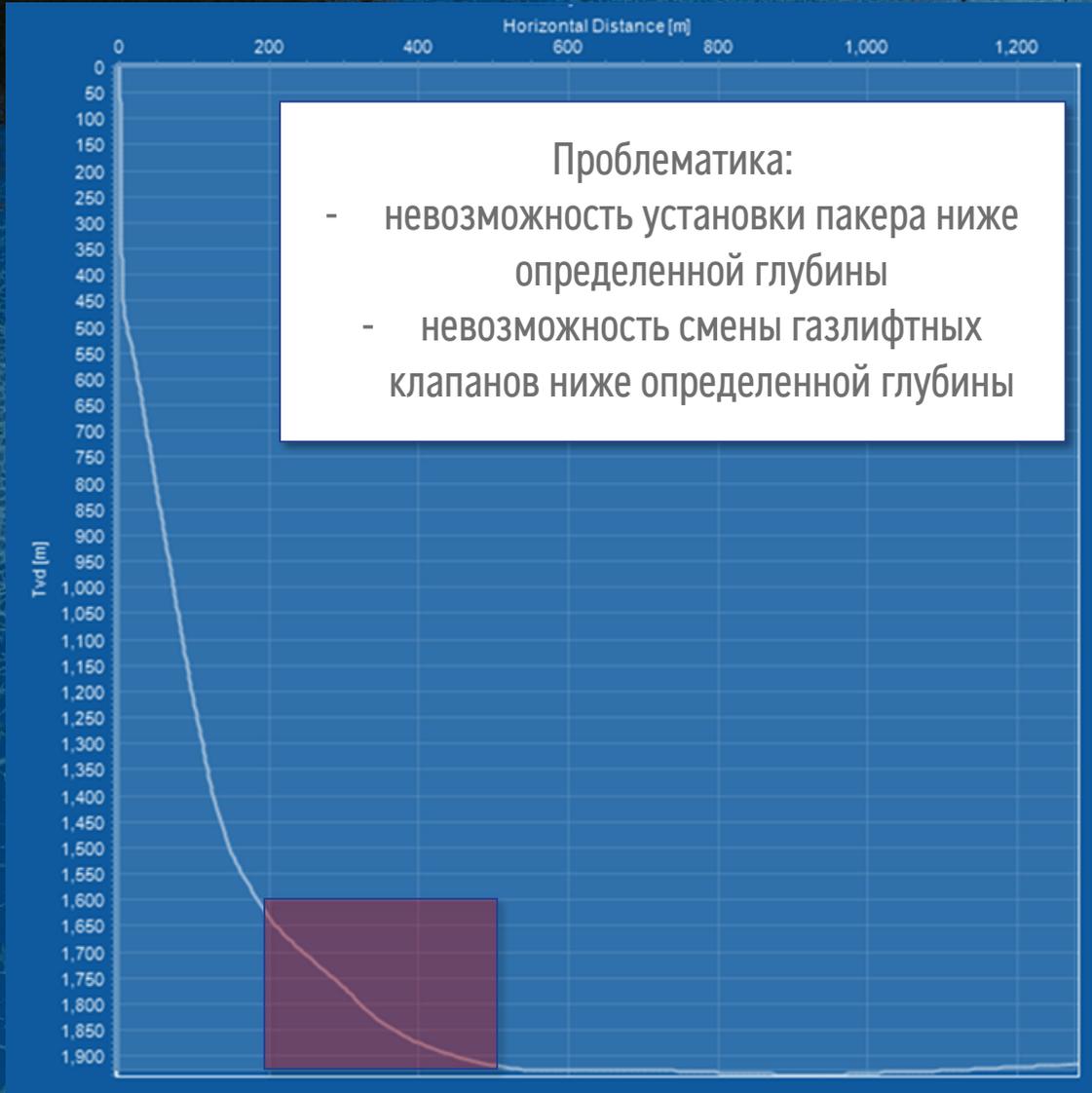


Выводы:  
Возможность моделирования и изучения  
режима работы ПКВ

- Режим ПКВ 30мин работы на 30мин простоя
- Режим ПКВ 95 мин работы на 8 мин простоя

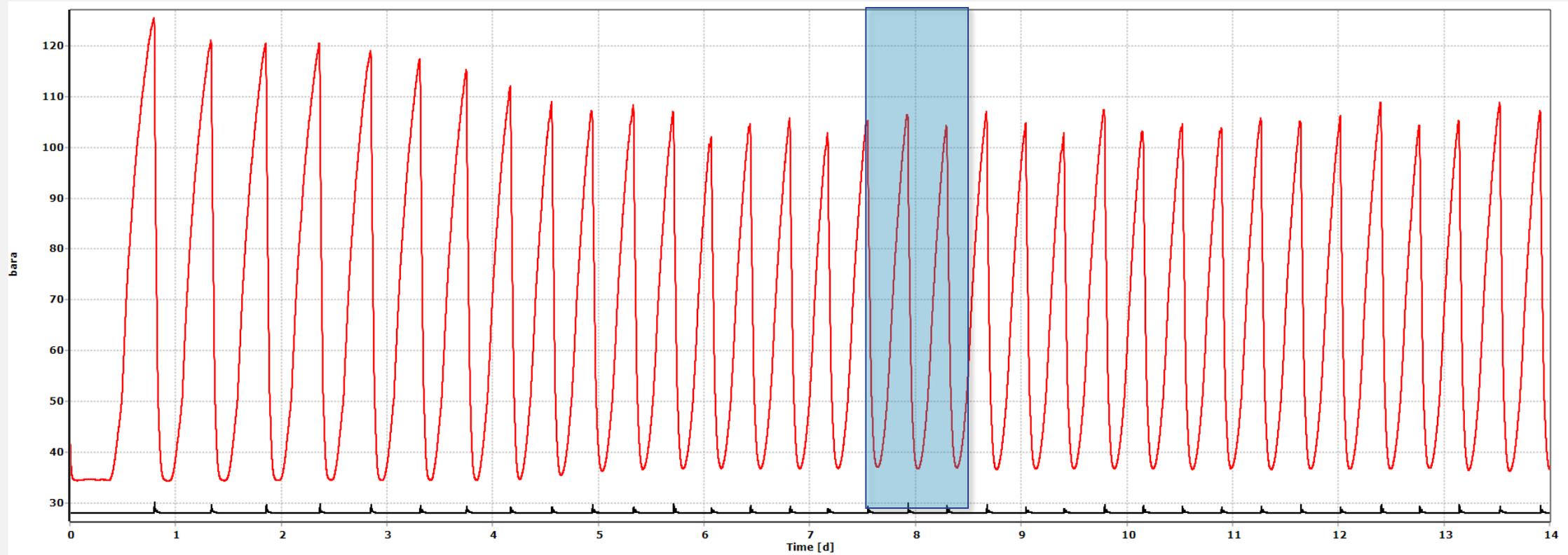
- 
- Часть 1 УЭЛН с газосепаратором в режиме ПКВ
  - Часть 2 беспакерный газлифт

# Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте



# Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

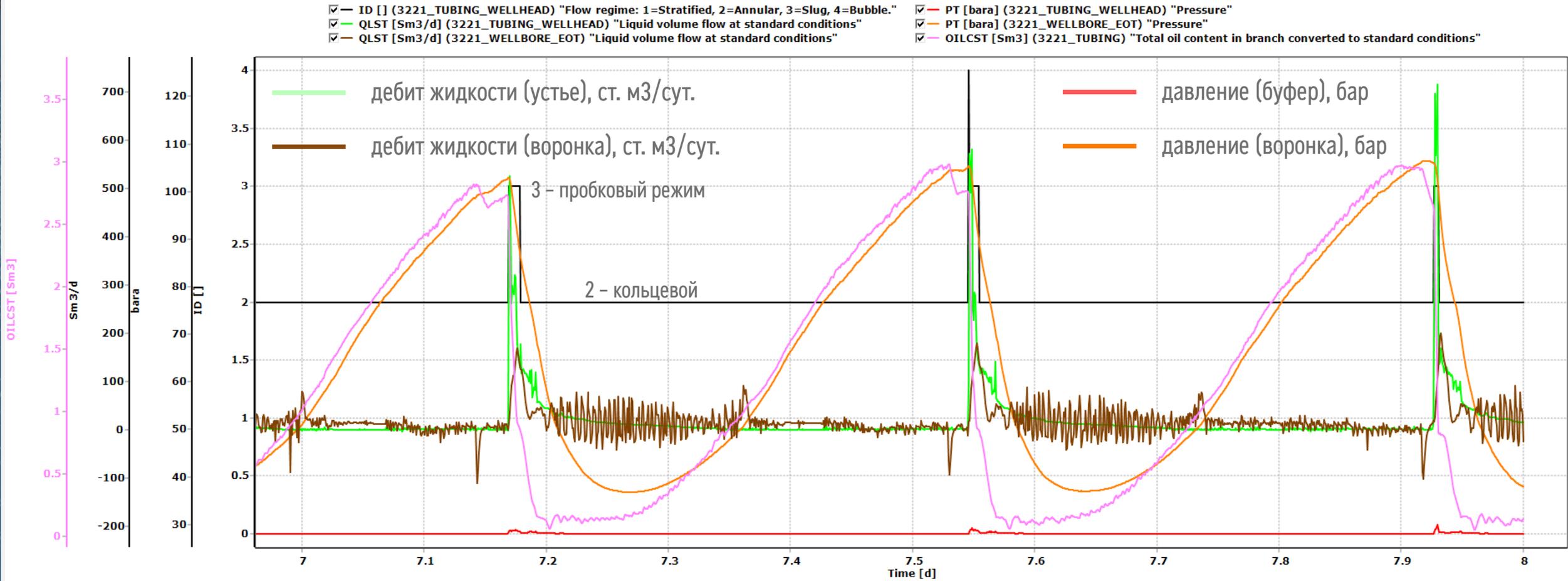
График изменения забойного и буферного давлений



- Давление на воронке НКТ, бар
- Давление на буфере, бар

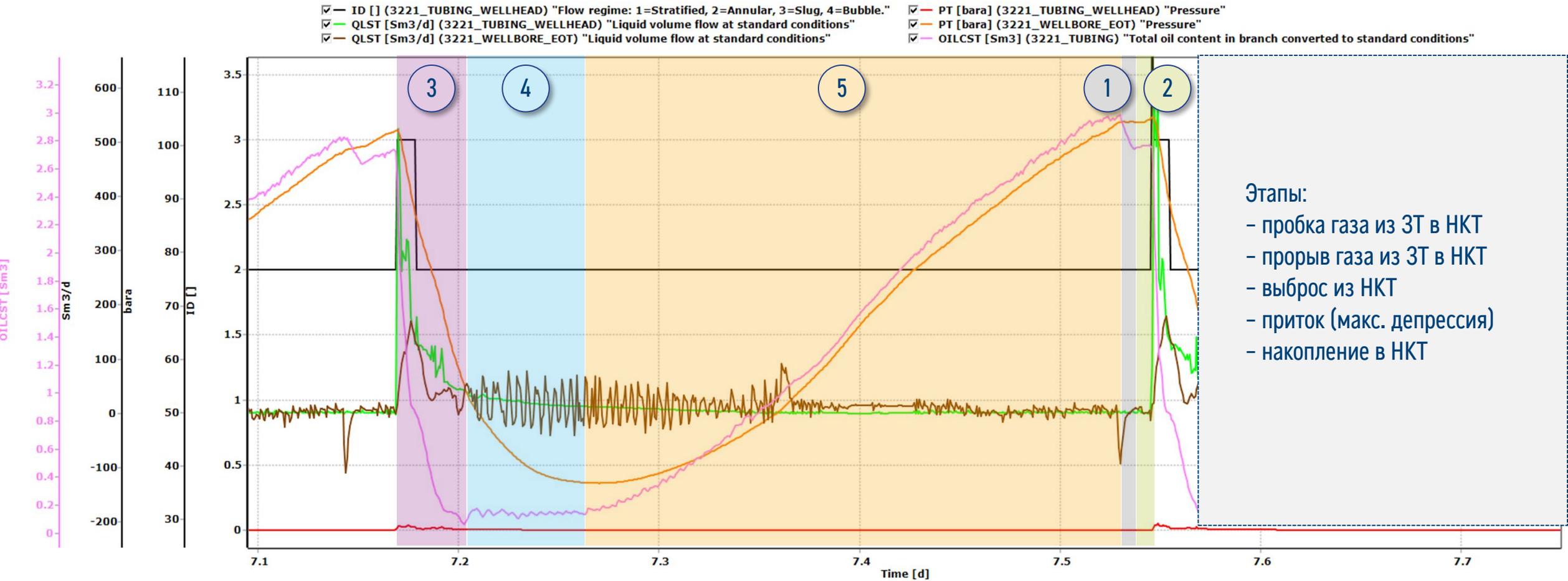
# Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

## График изменения забойного и буферного давлений



# Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

## График изменения забойного и буферного давлений



# Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

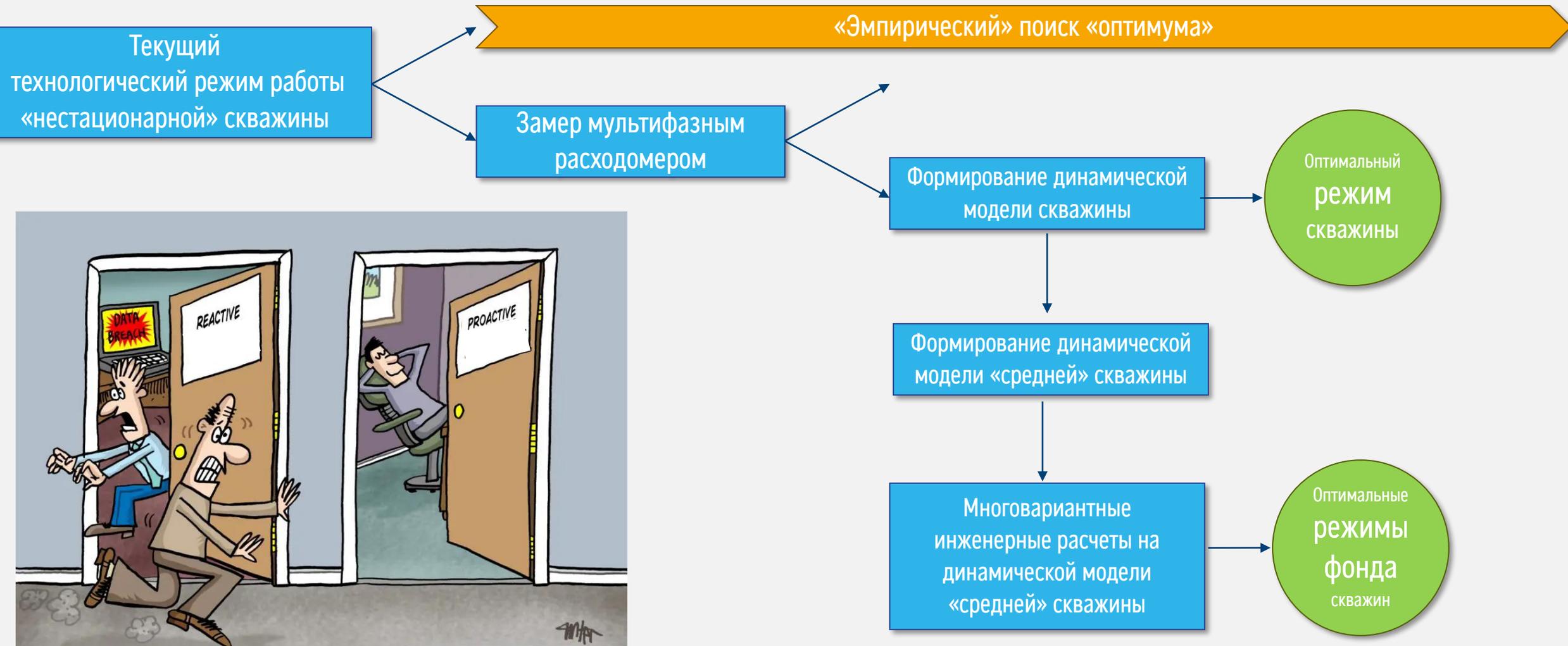
- Технологическая возможность эксплуатации **подтверждена на динамических моделях**
- Технологическая возможность эксплуатации **подтверждена в промысловых условиях**
- Фактический технологический режим зависит от множества факторов (WC, GOR, инклинометрия, объем затрубного пространства, диаметр «пусковой муфты» и др.)

## Промышленная безопасность

- Пункт 1191 ПБНиГП - запрещается эксплуатация скважин, вскрывших пласты, содержащие в продукции сернистый водород, фонтанным способом без забойного скважинного оборудования, включающего:
  - посадочный ниппель для приемного клапана и глухой пробки
  - пакер для предохранения эксплуатационной колонны
  - клапан циркуляционный
  - клапан ингибиторный
  - приустьевой клапан-отсекатель

**Для газлифтного способа эксплуатации ограничений нет**

# Динамическое моделирование механизированной добычи малодебитными скважинами с протяженным ГС и МГРП



# Выводы

1. Поиск оптимального режима на модельных примерах («ранняя добыча»)
2. Оценка подобранной компоновки ВСО на «динамическую IPR»
3. Сценарный анализ оптимального вывода скважины на режим
4. Совмещение работы погружного и устьевого оборудования, с изменяющимися параметрами (частота, диаметр штуцера, закрытие «затруба»)

