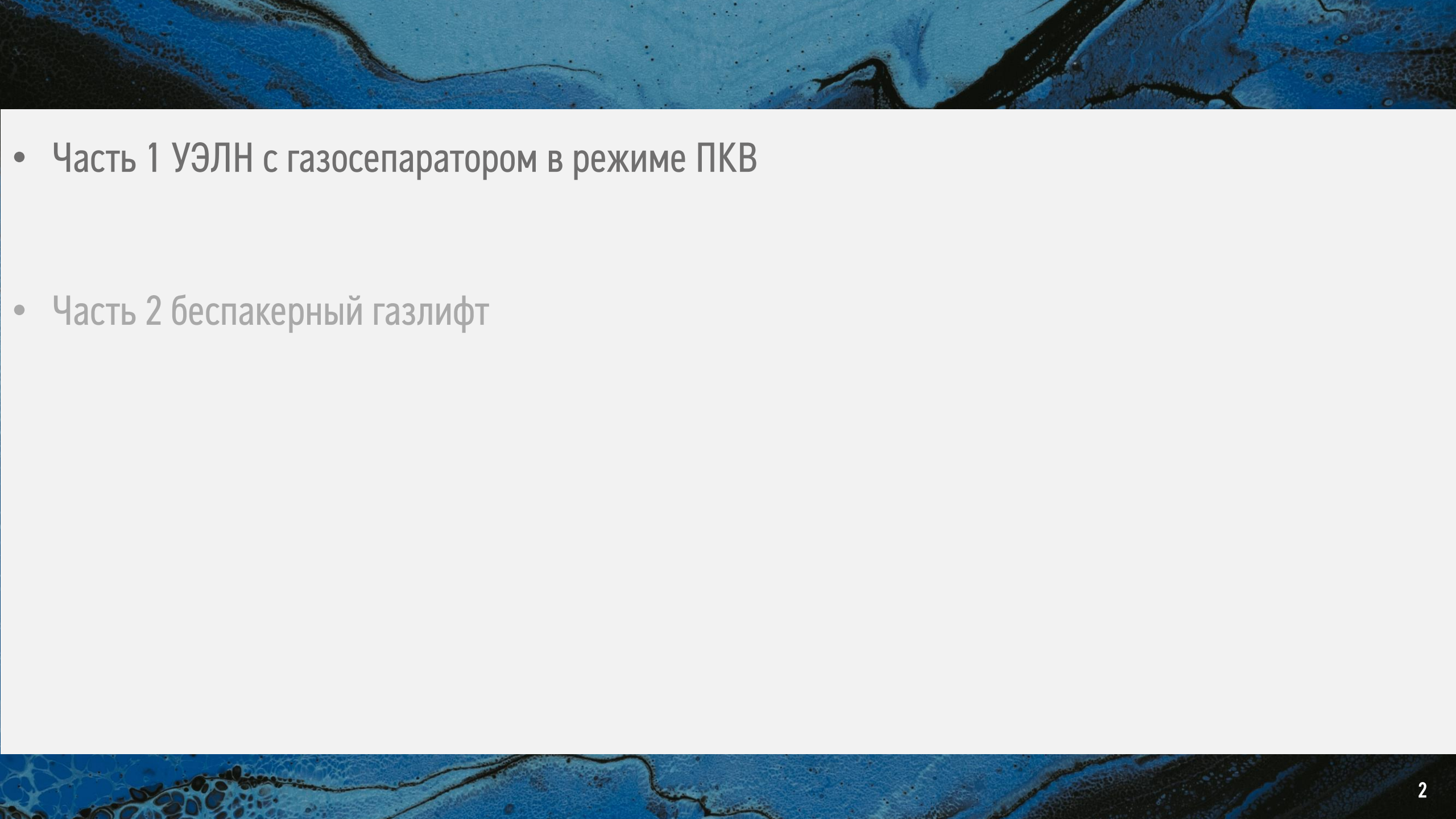
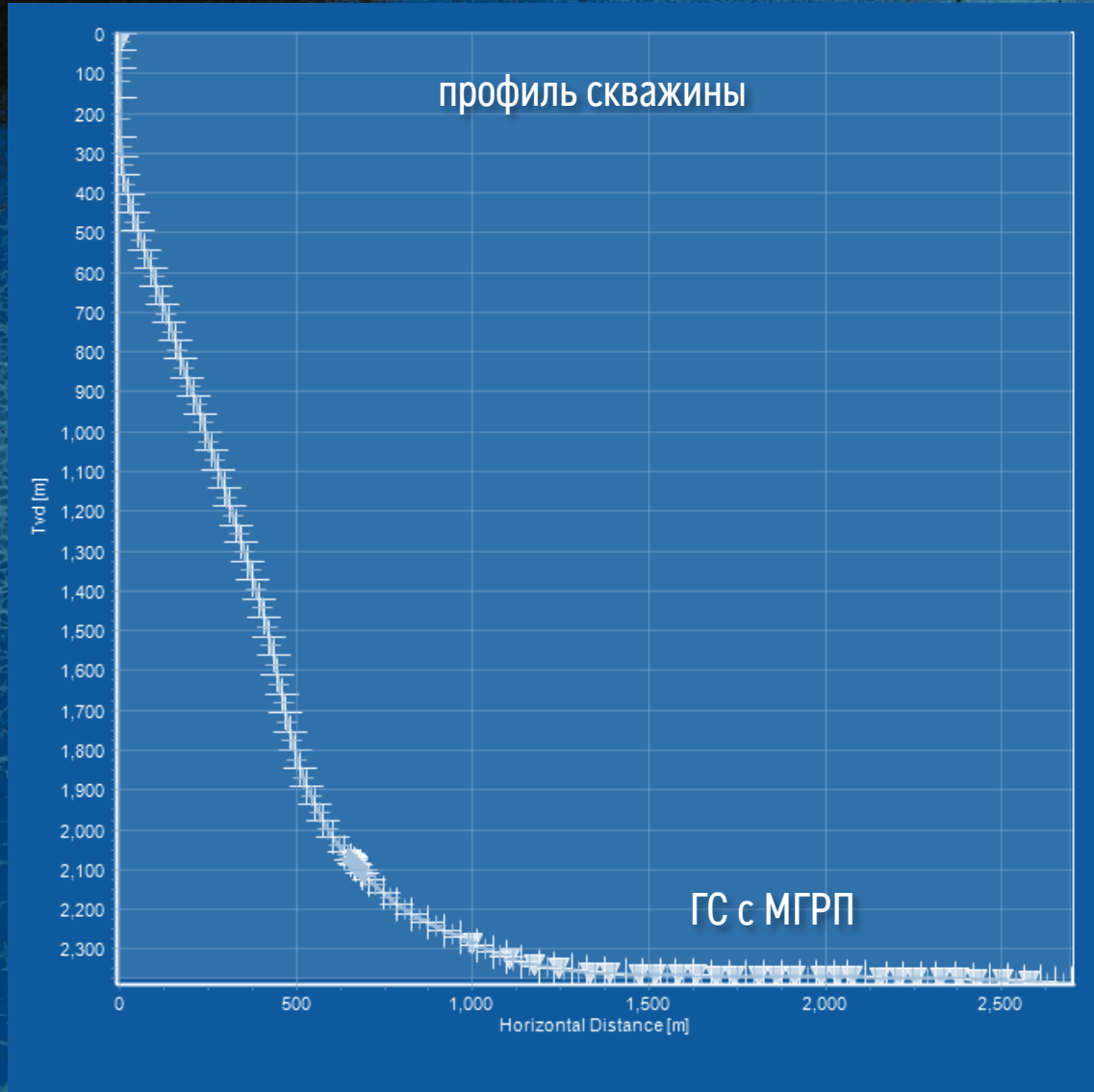


Динамическое моделирование механизированной добычи малодебитными скважинами с протяженным ГС и МГРП

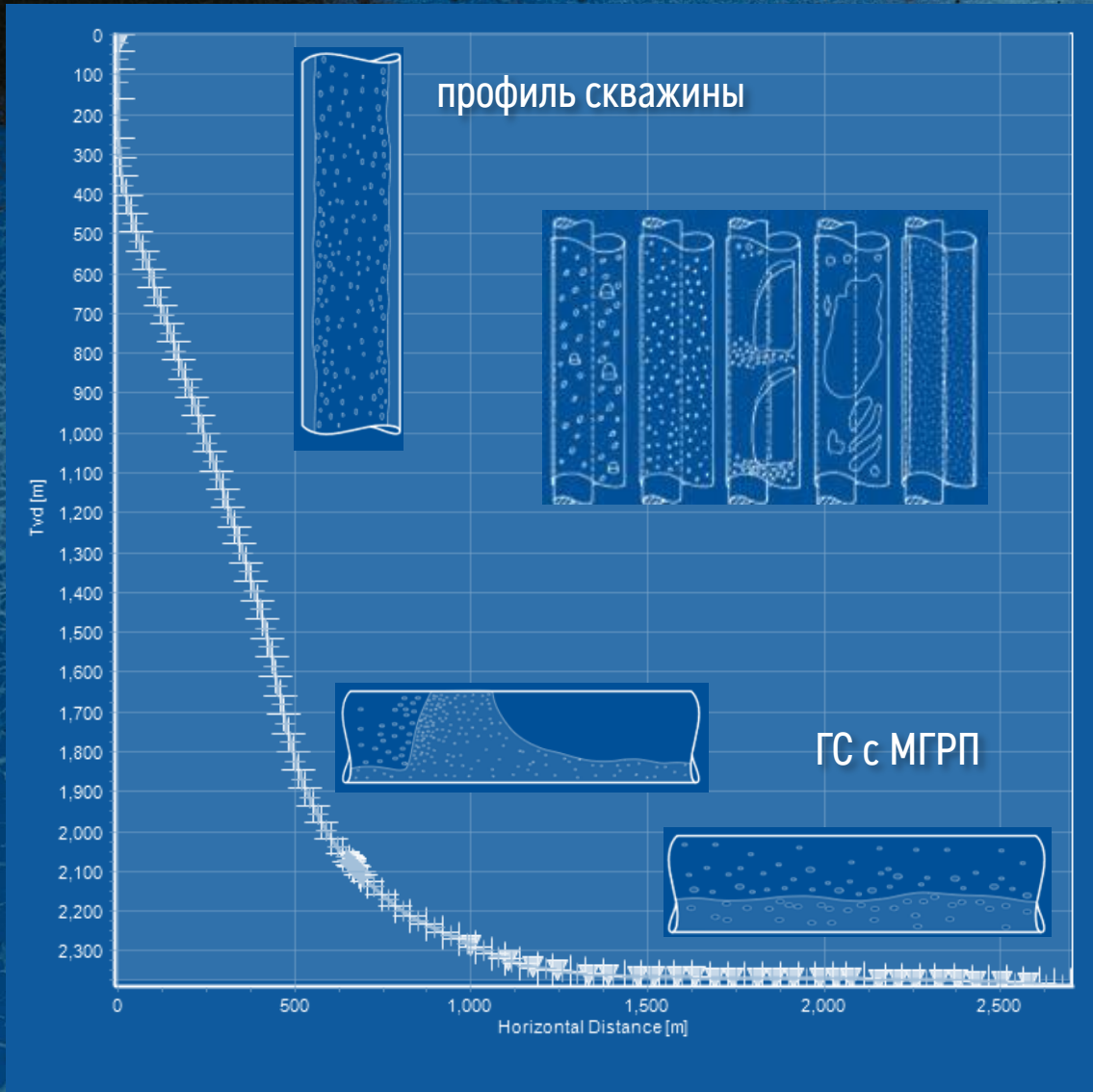
С.А. Вознюк, Е.В. Демин, Р.А. Хабибуллин, Т.С. Ющенко

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

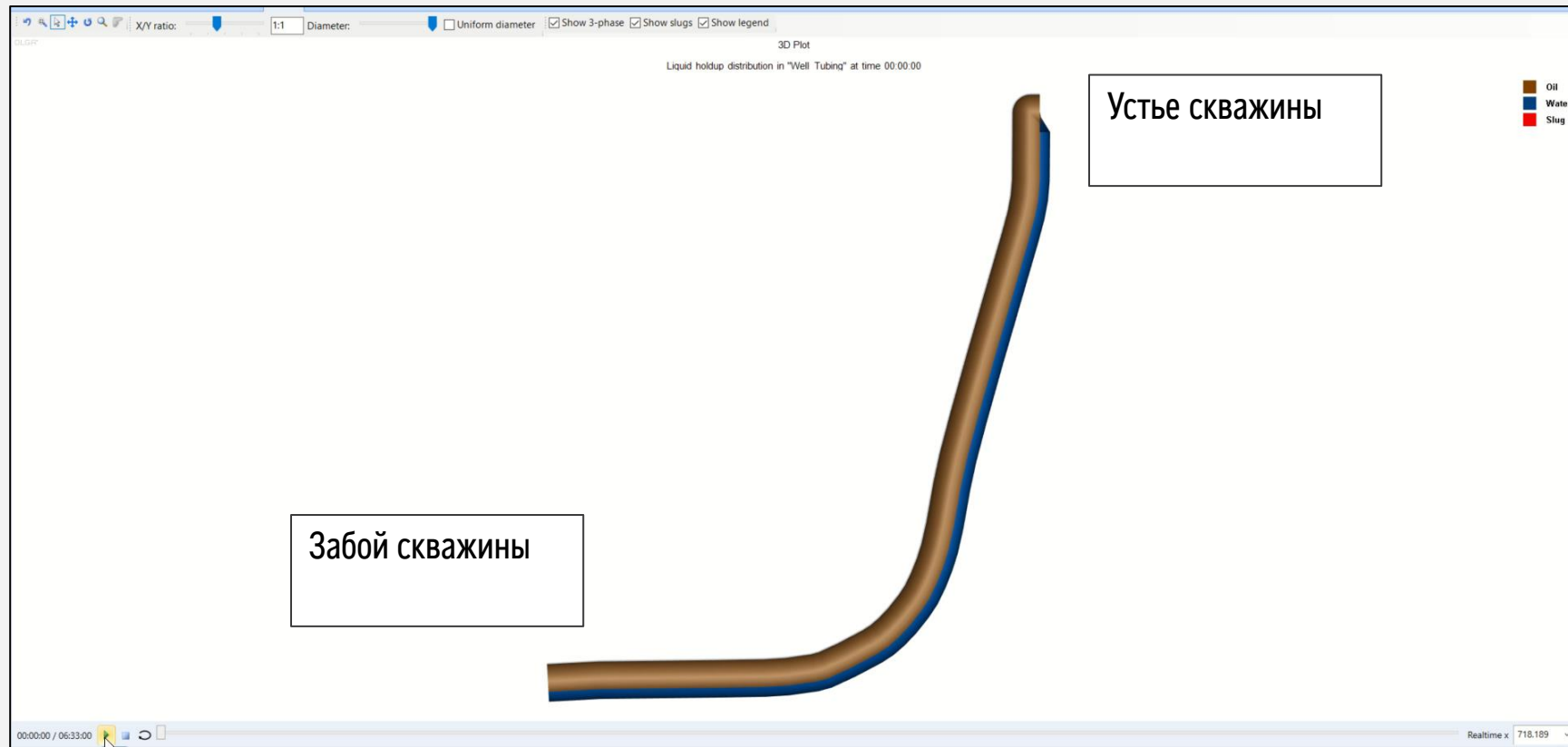
Типовая горизонтальная скважина с многостадийным заканчиванием



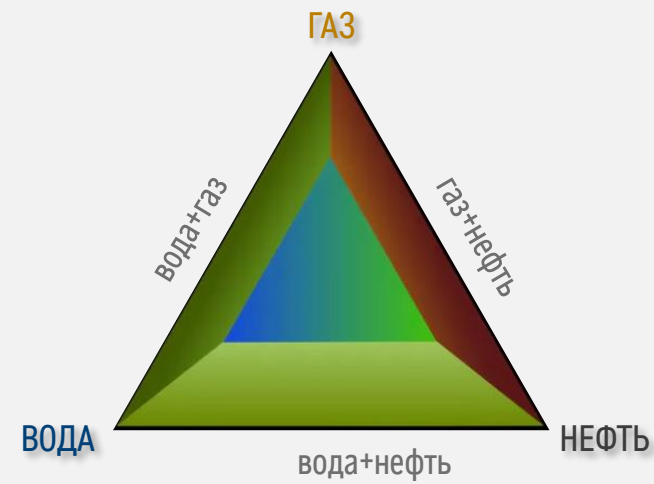
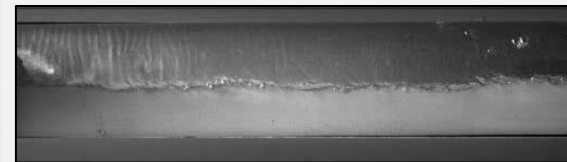
Типовая горизонтальная скважина с многостадийным заканчиванием



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

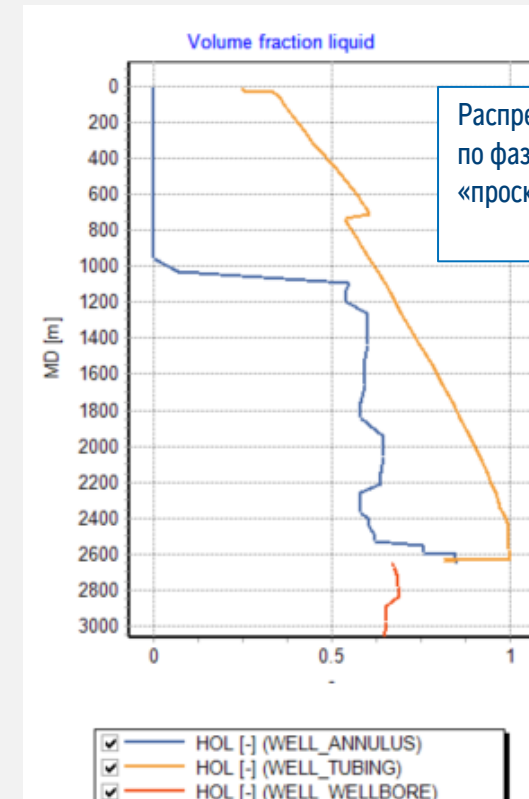
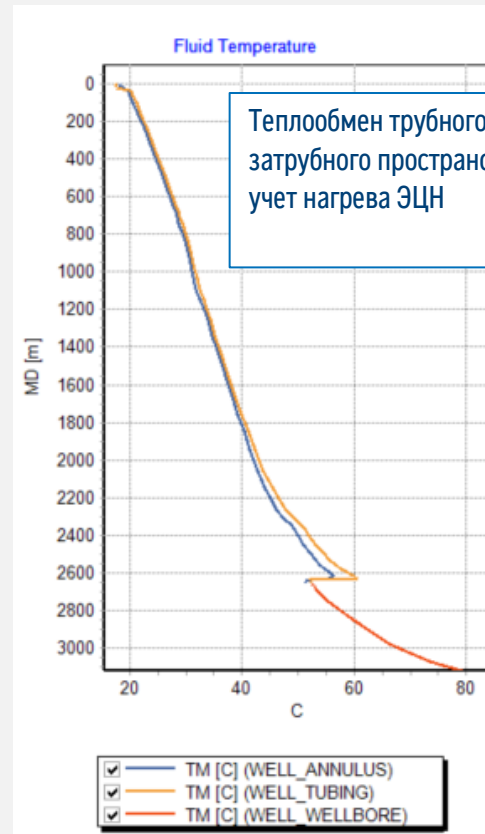
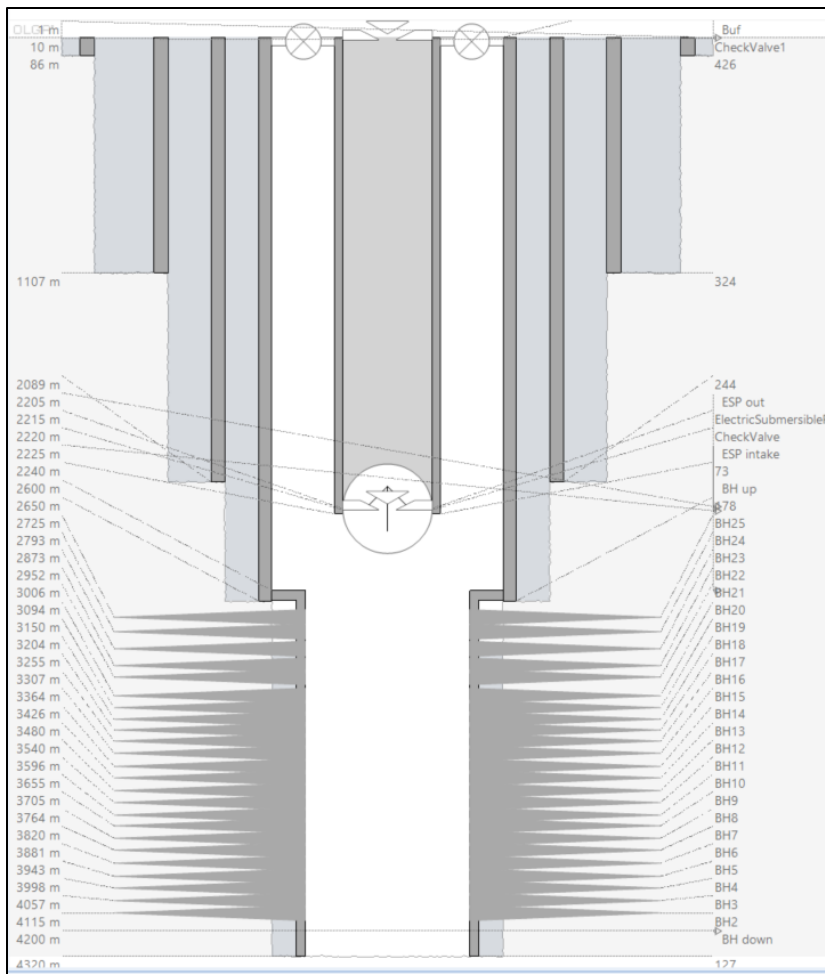


Схема скважины с ЭЦН в ПО OLGA

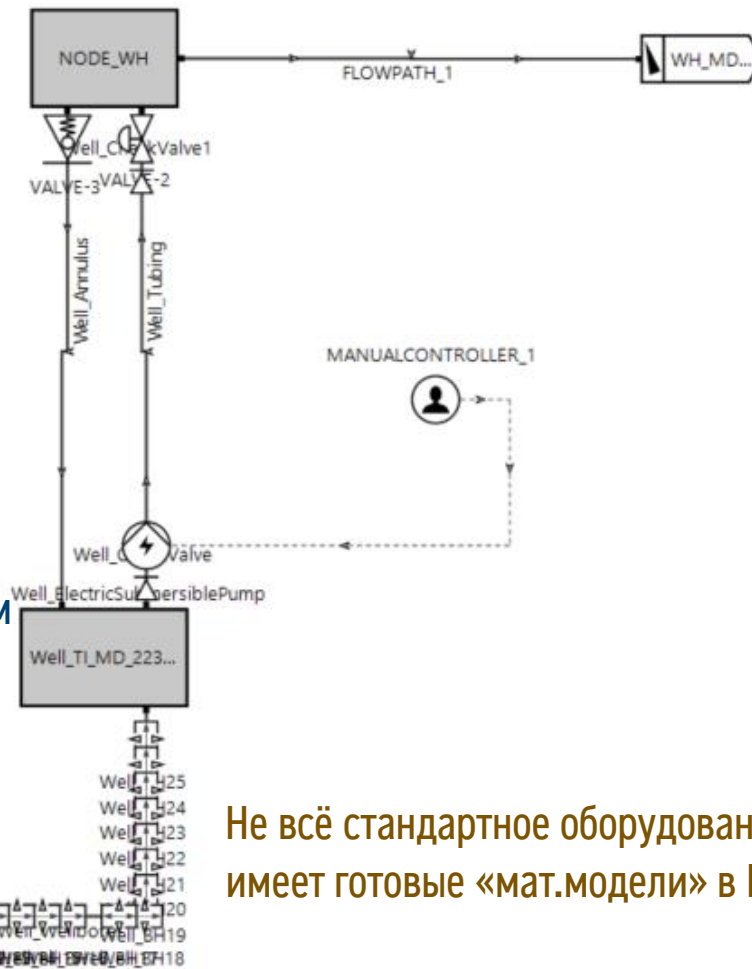


Обратные клапана и задвижки на устье скважины

Поток по НКТ и затрубному пространству

ЭЦН под управлением контроллера с обратным клапаном

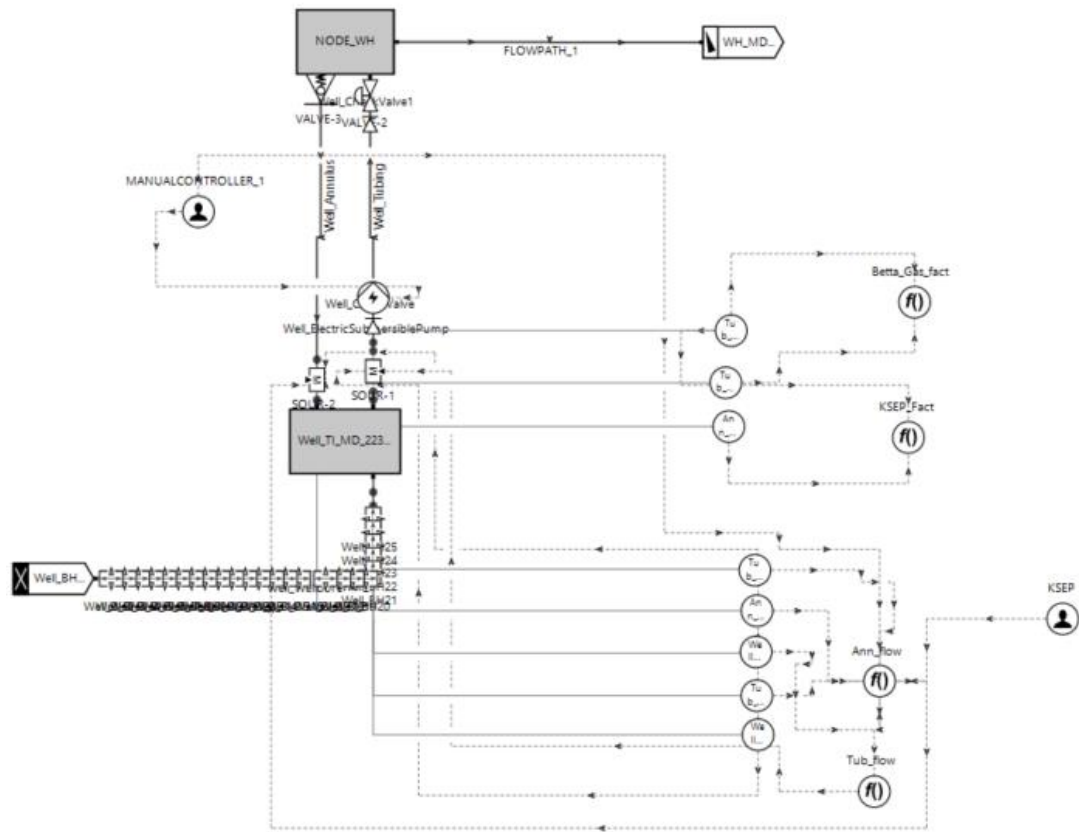
Многостадийный ГРП



Не всё стандартное оборудование имеет готовые «мат.модели» в ПО

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

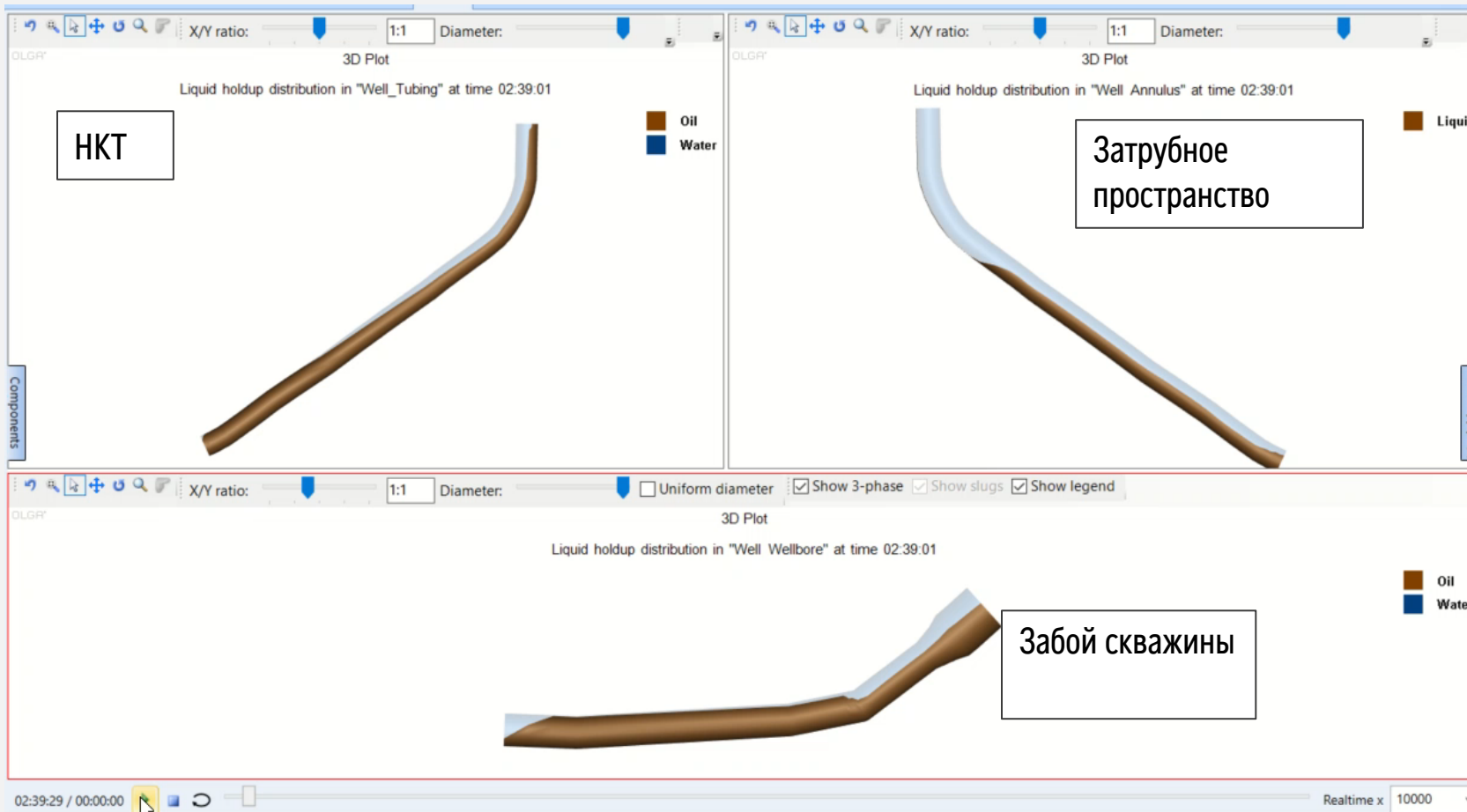
X – массовый расход по газу, который будет перенаправляться

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

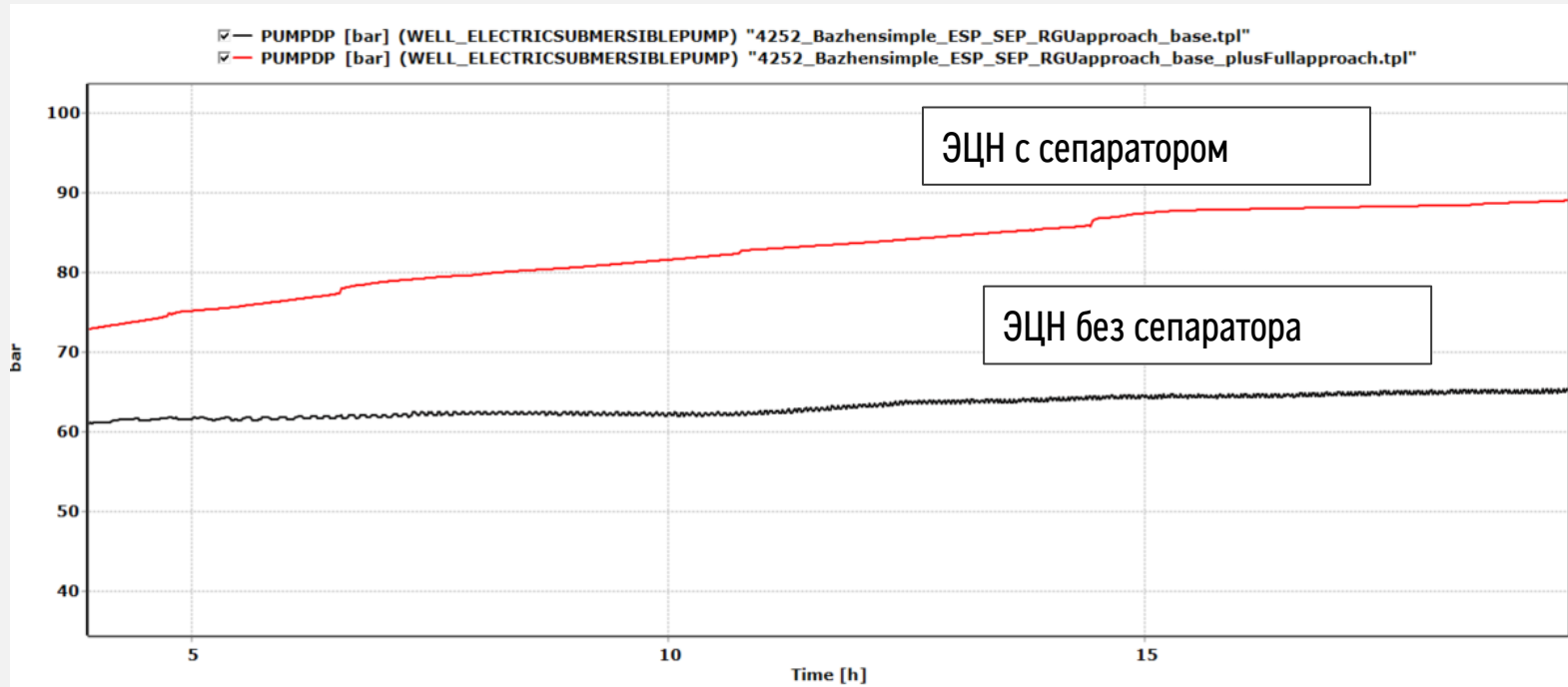
K_{sep} – коэффициент сепарации

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

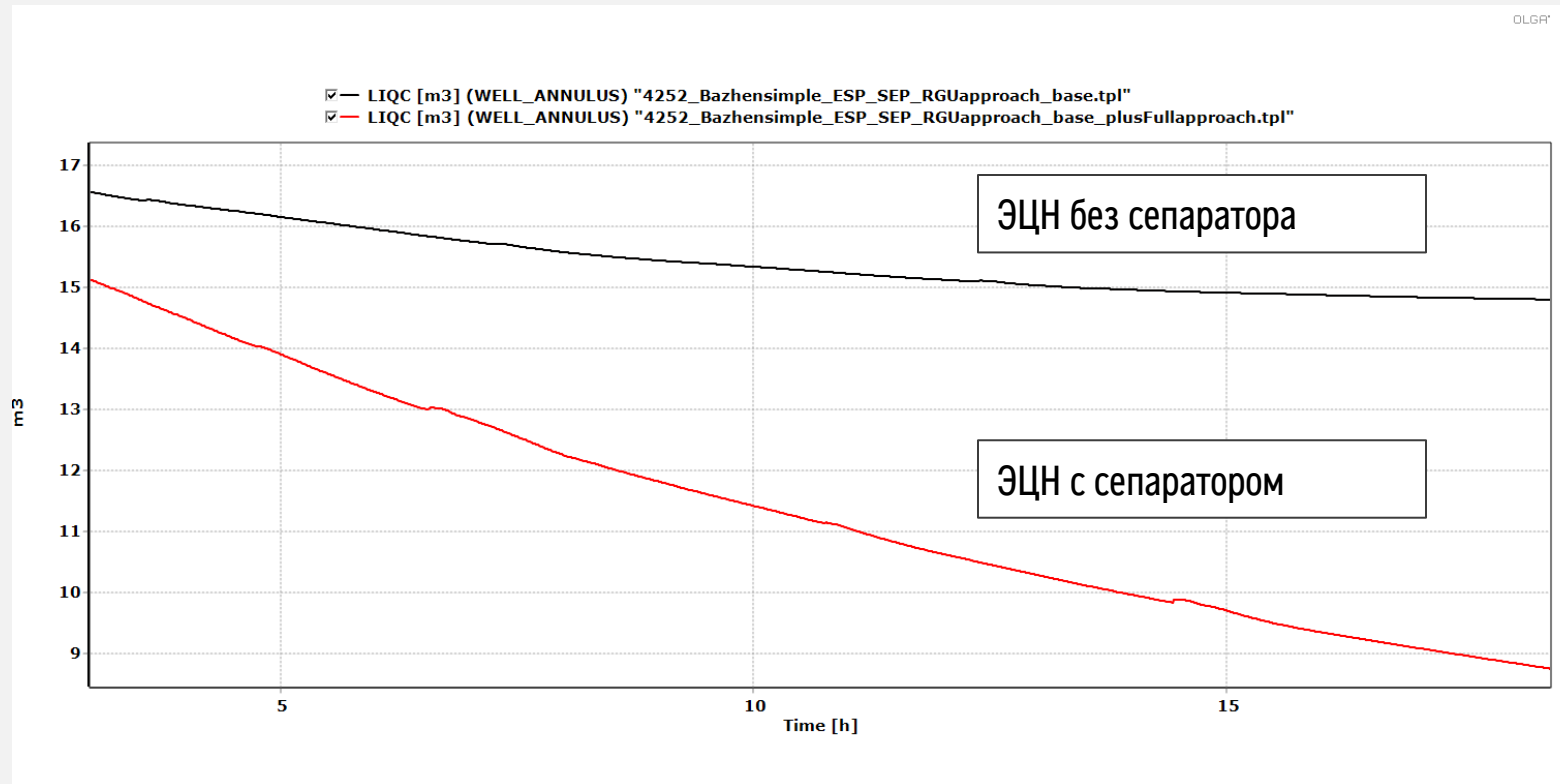
GOR 160 см³/см³

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

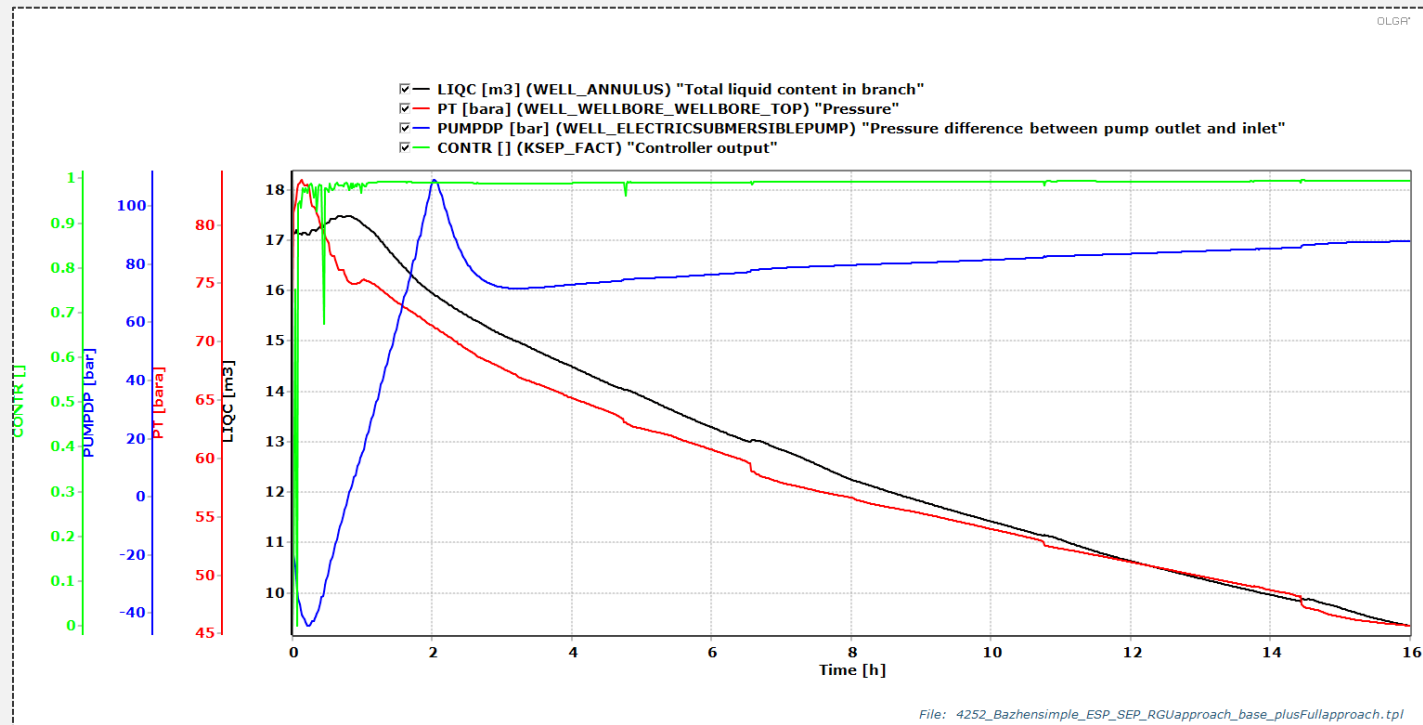
— Объем жидкости за затрубном пространстве при работе ЭЦН с учетом сепаратора

— 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.

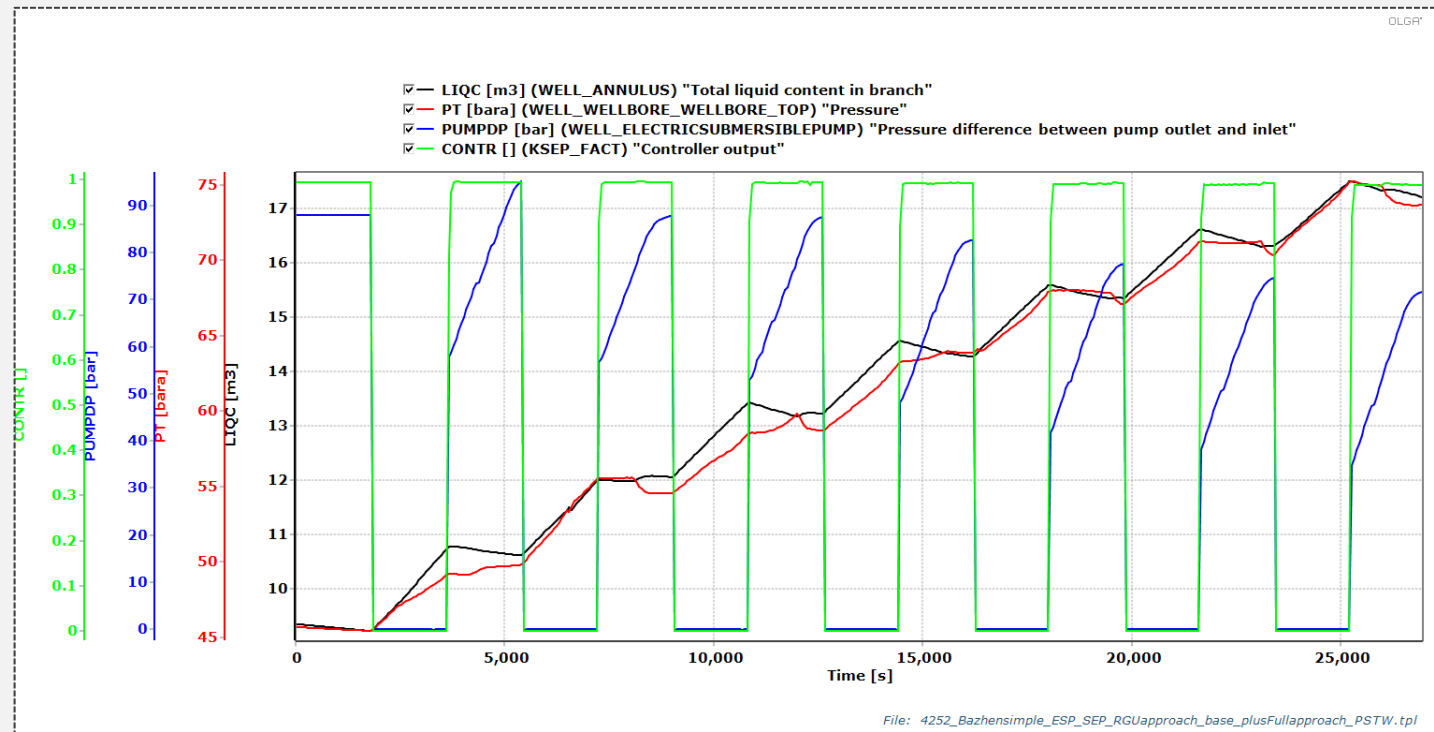
Режим ПКВ включается после работы ЭЦН в ПДФ с учетом сепаратора.



- 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

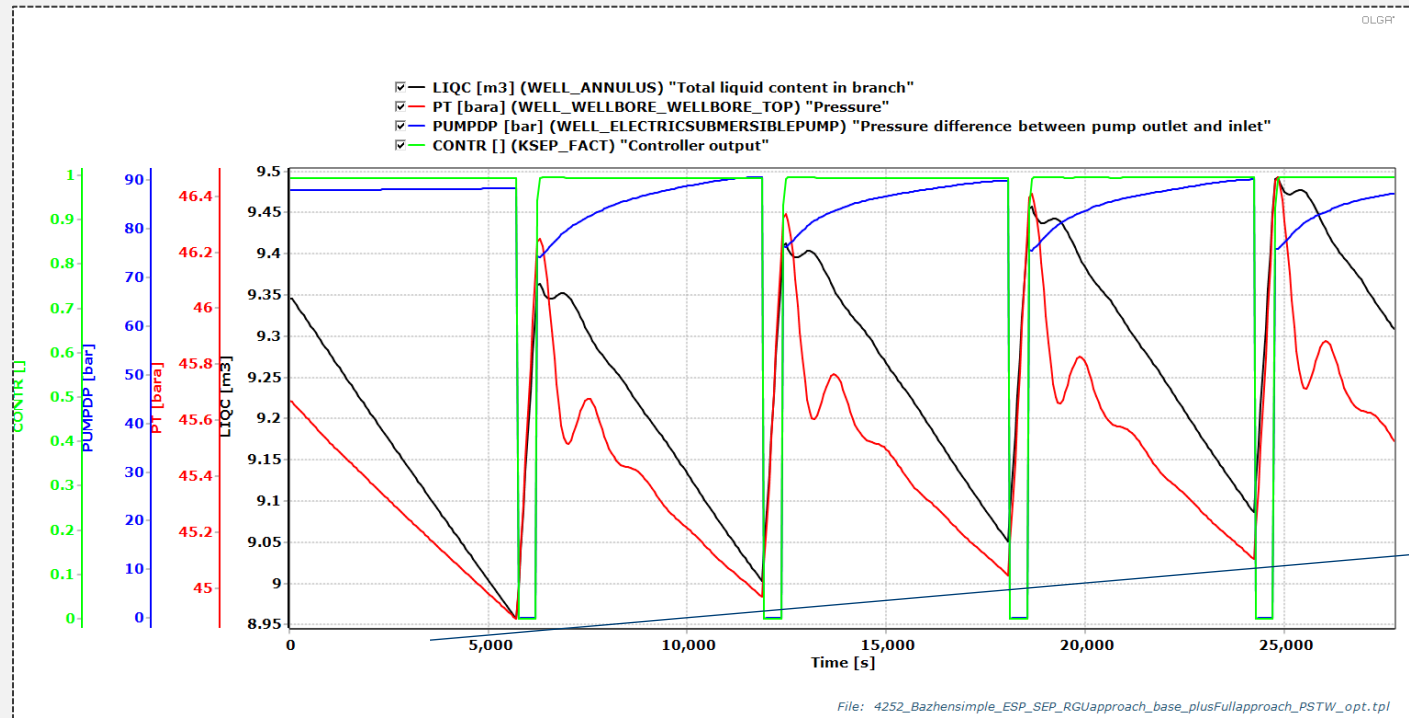
Режим ПКВ 30мин работы на 30мин простоя – рост жидкости в «затрубье» - есть потенциал



- 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

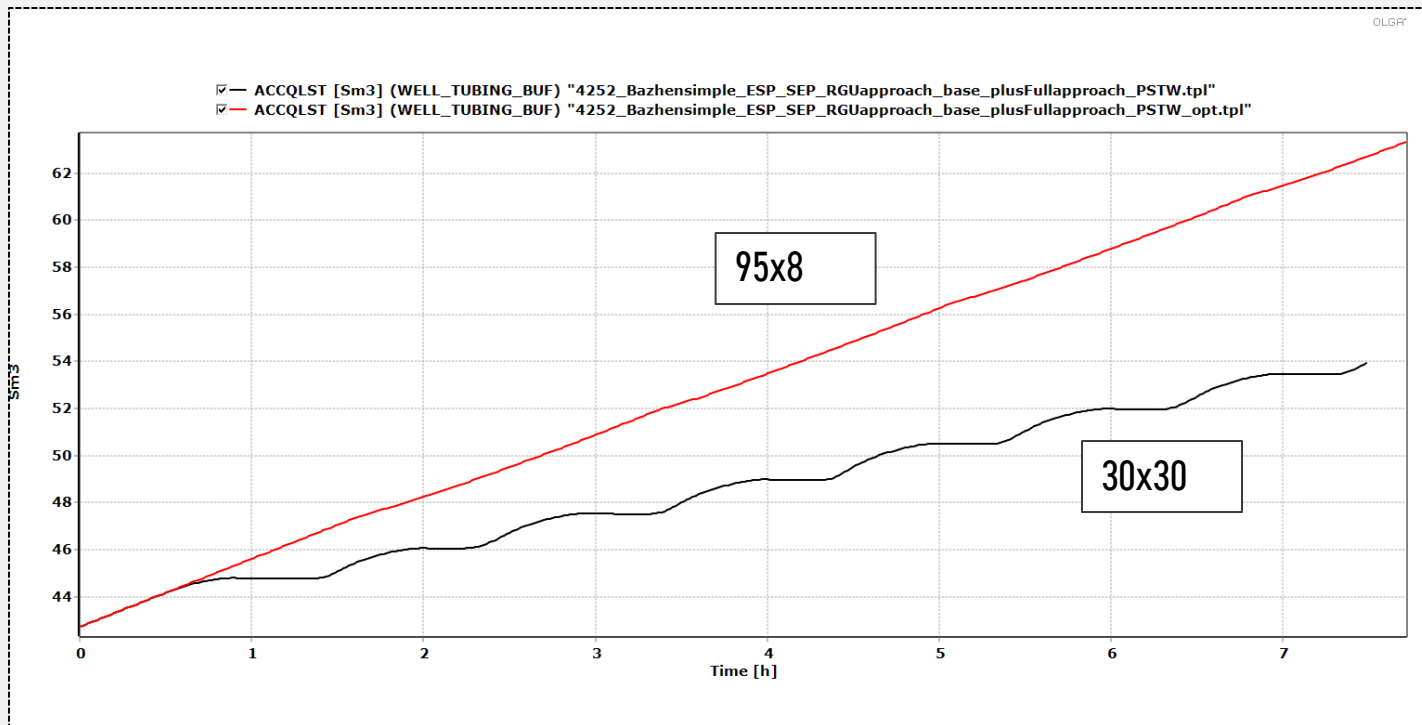
Режим 95 мин работы на 8 мин простоя – возможна работа на пониженной частоте



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

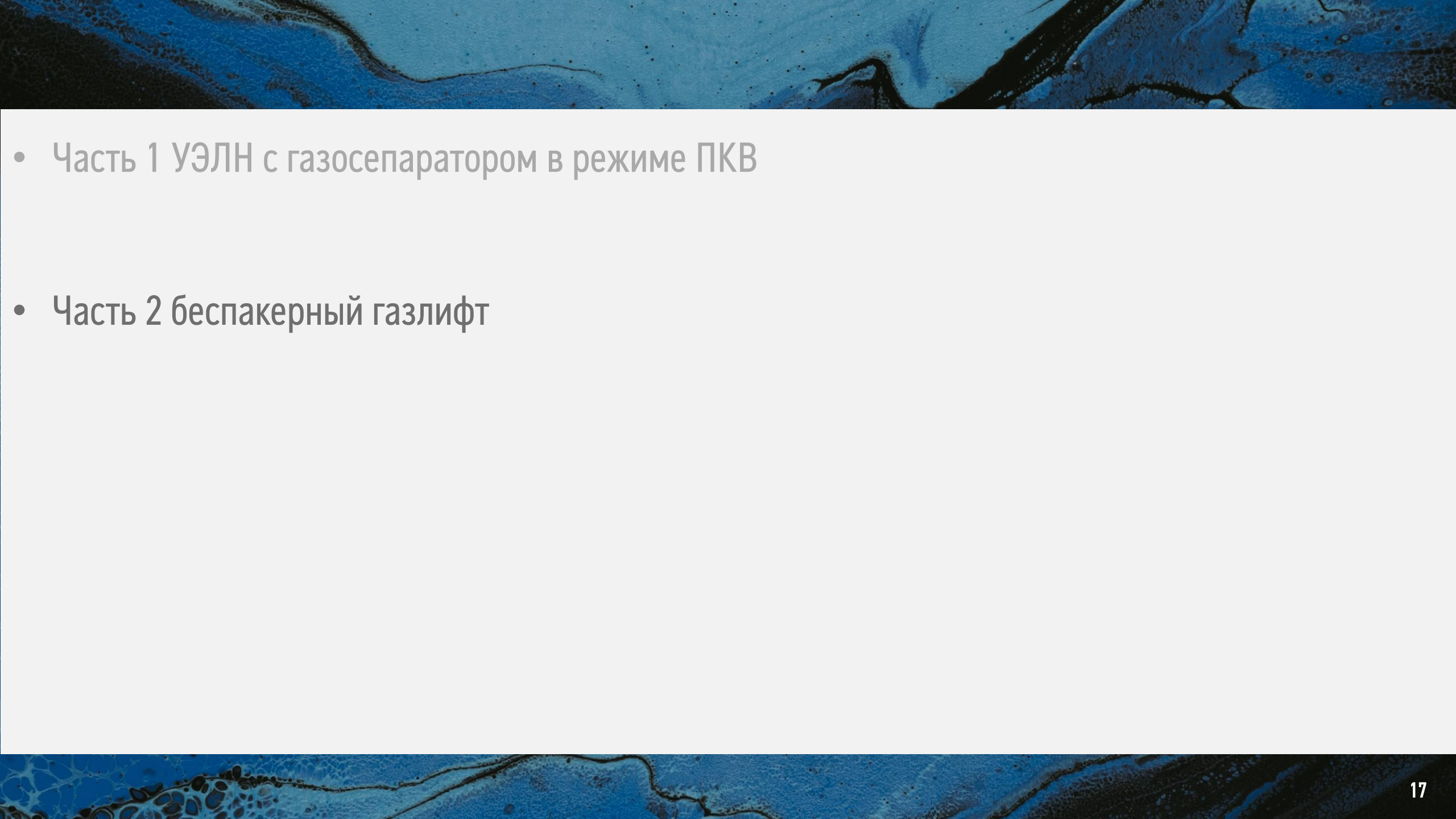
Моделирование режимов течения в скважине при работе ЭЦН с учетом сепаратора в режиме ПКВ

Анализ накопленной добычи жидкости

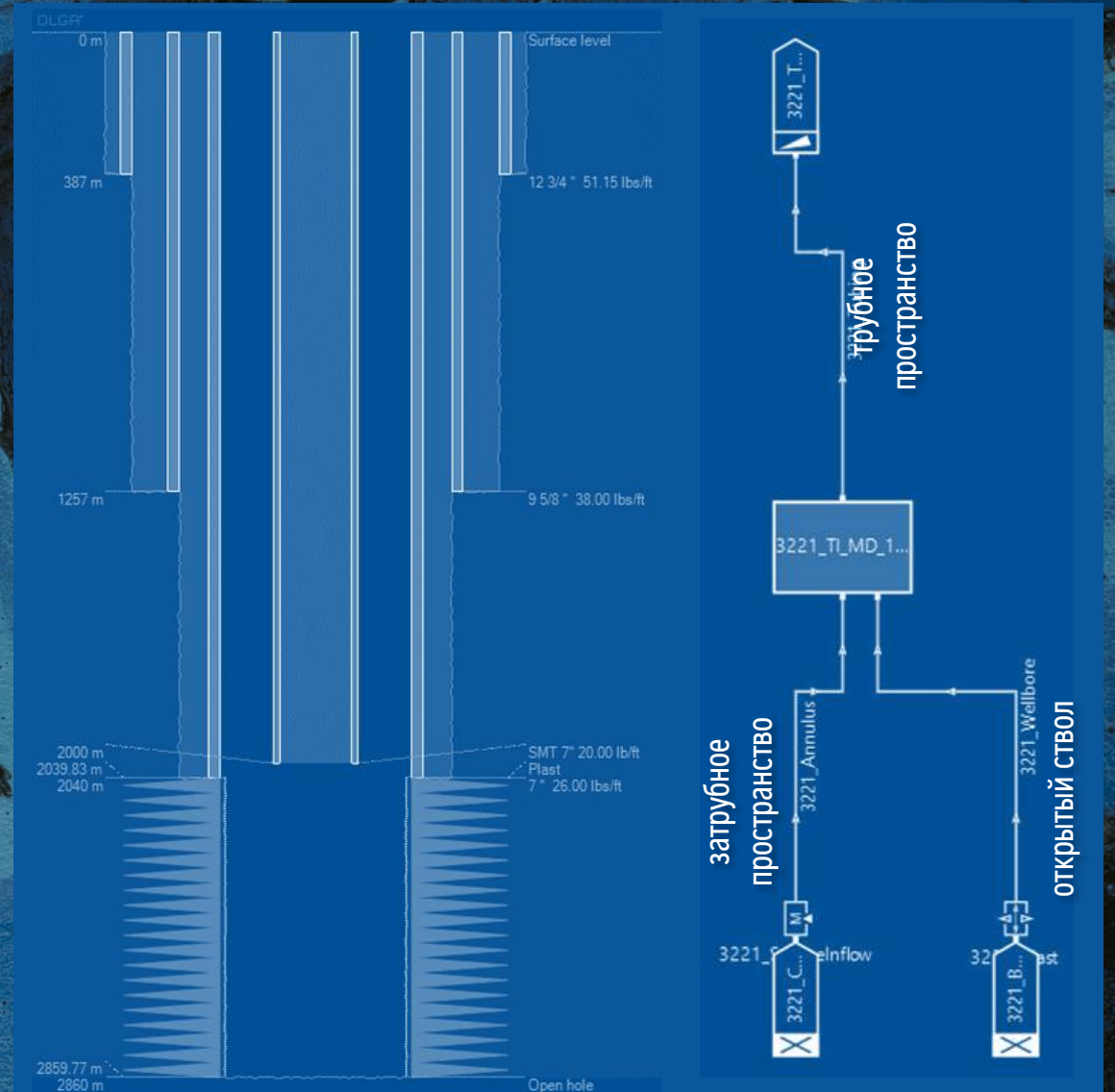
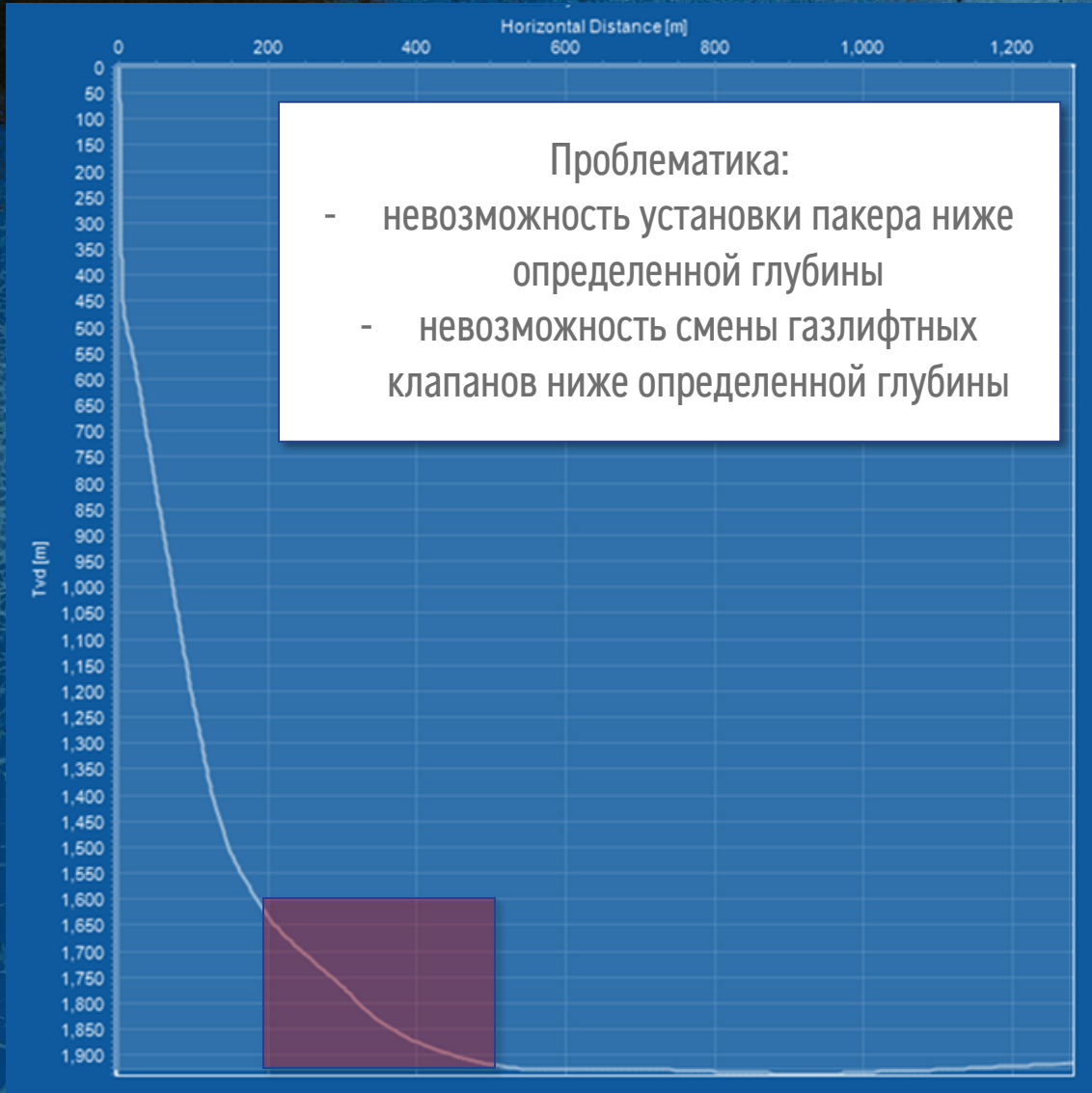


Выводы:
Возможность моделирования и изучения
режима работы ПКВ

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

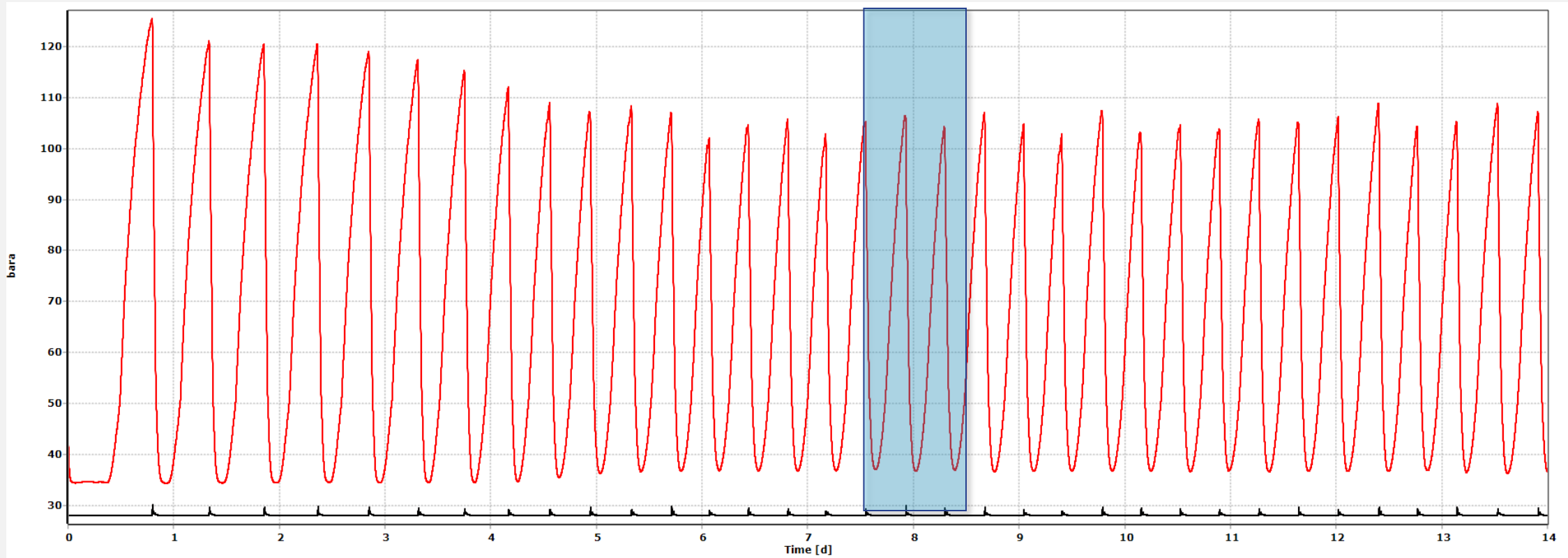
- 
- Часть 1 УЭЛН с газосепаратором в режиме ПКВ
 - Часть 2 беспакерный газлифт

Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте



Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

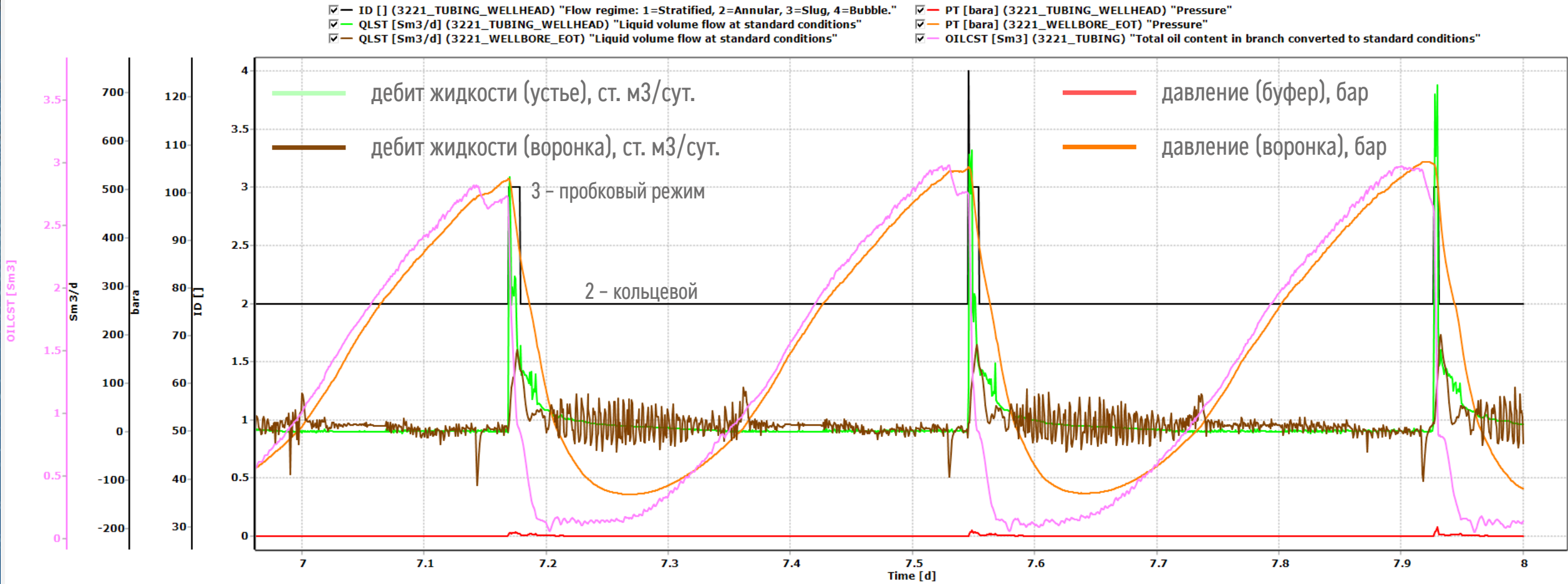
График изменения забойного и буферного давлений



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

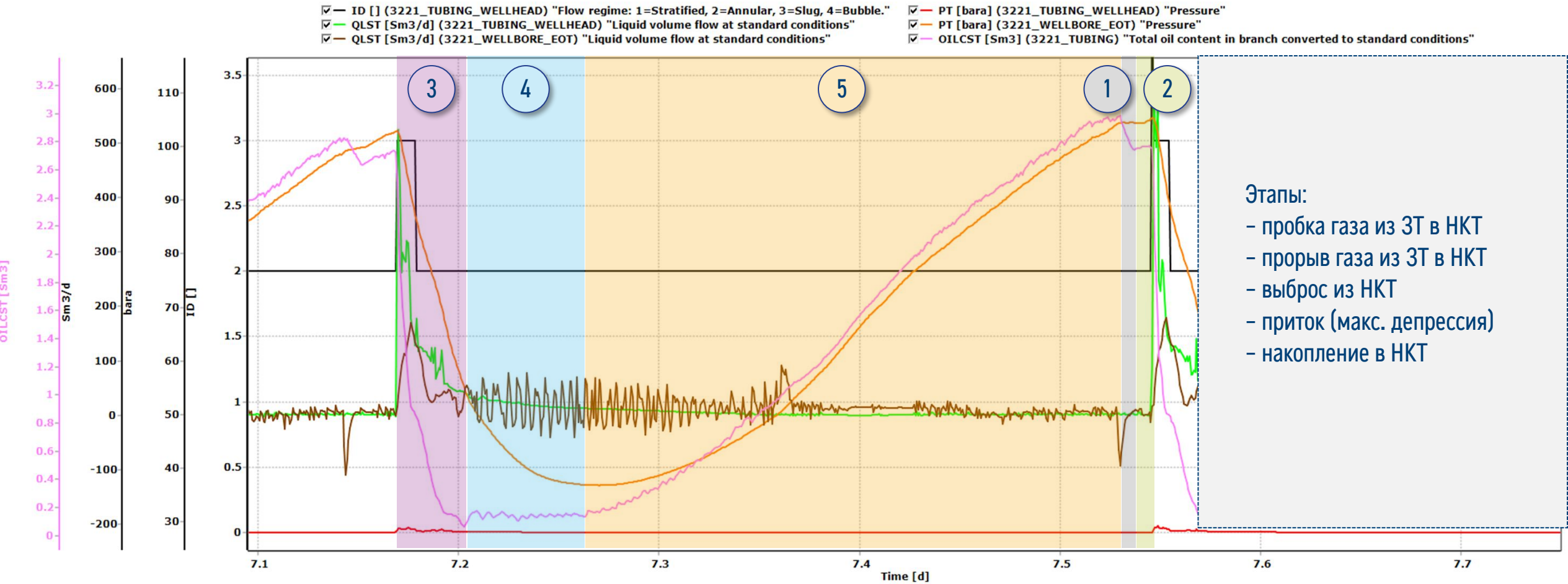
Моделирование режимов течения в скважине при беспакерном газлифте

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

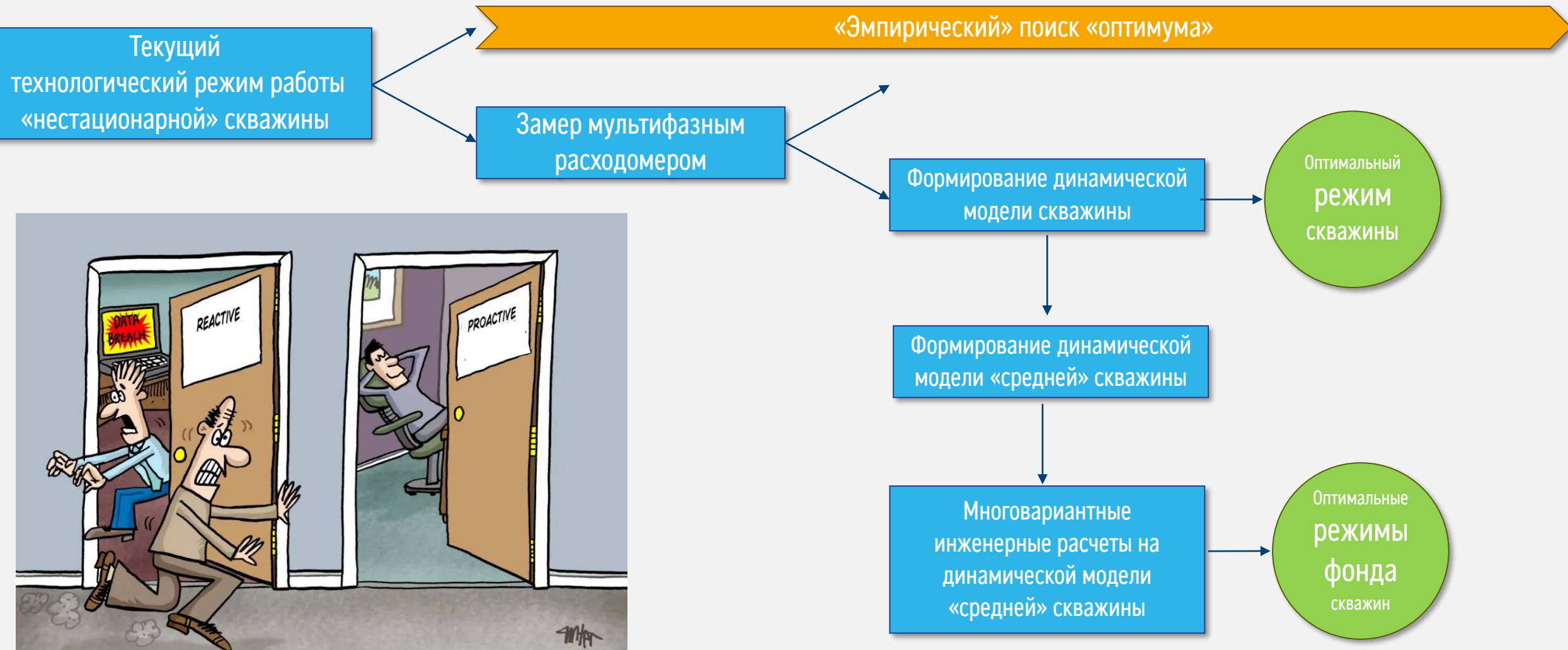
- Технологическая возможность эксплуатации **подтверждена на динамических моделях**
- Технологическая возможность эксплуатации **подтверждена в промысловых условиях**
- Фактический технологический режим зависит от множества факторов (WC, GOR, инклинометрия, объем затрубного пространства, диаметр «пусковой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

