



# Эволюция системы контроля работы нагнетательных скважин в ПАО «Сургутнефтегаз»

докладчик: М.А.Гашин  
Ведущий инженер группы гидродинамического мониторинга  
научно-исследовательского отдела  
гидродинамических исследований «СургутНИПнефть»  
ПАО «Сургутнефтегаз»

## Введение

Основная доля месторождений имеет промышленные запасы нефти, относящиеся к категории ТРИЗ

Активное внедрение системы поддержания пластового давления



Эксплуатация нагнетательных скважин с давлением близким или выше давления образования трещин



Трещины авто-ГРП могут достигать 350-400м (в зависимости от давления нагнетания)



Эффект от авто-ГРП в нагнетательных скважинах и его влияния на выработку запасов недостаточно изучен



## Последствия развития трещин «авто-ГРП»



### Негативные факторы

Кинжальные прорывы воды

Развитие трещин в нецелевые интервалы

Нарушение герметичности цементного камня

### Положительный фактор

Рациональная разработка месторождения

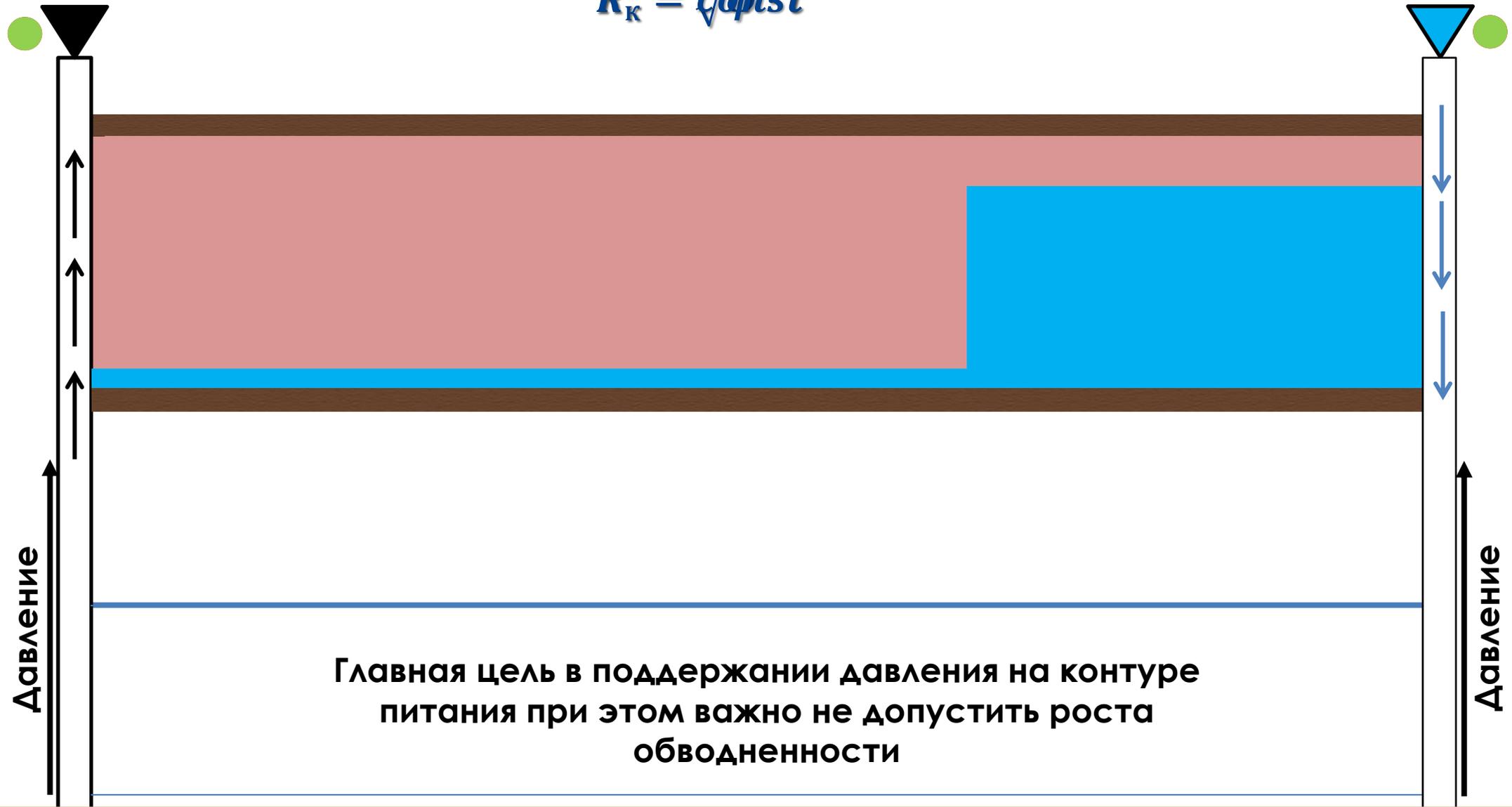
Корректное планирование

Контроль развития трещин

Добывающая скважина

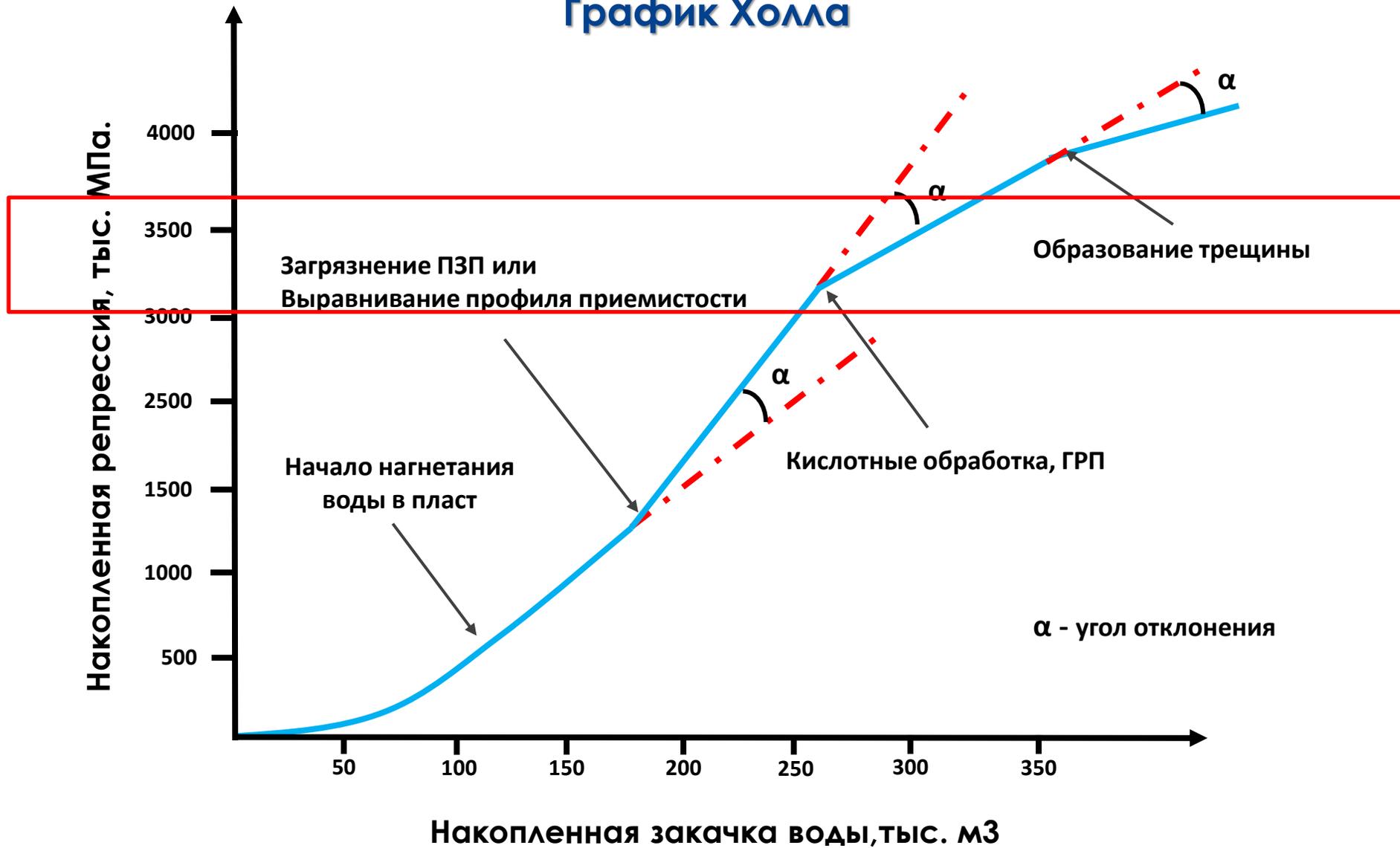
$$R_k = \sqrt{c \mu \pi s t}$$

Нагнетательная скважина

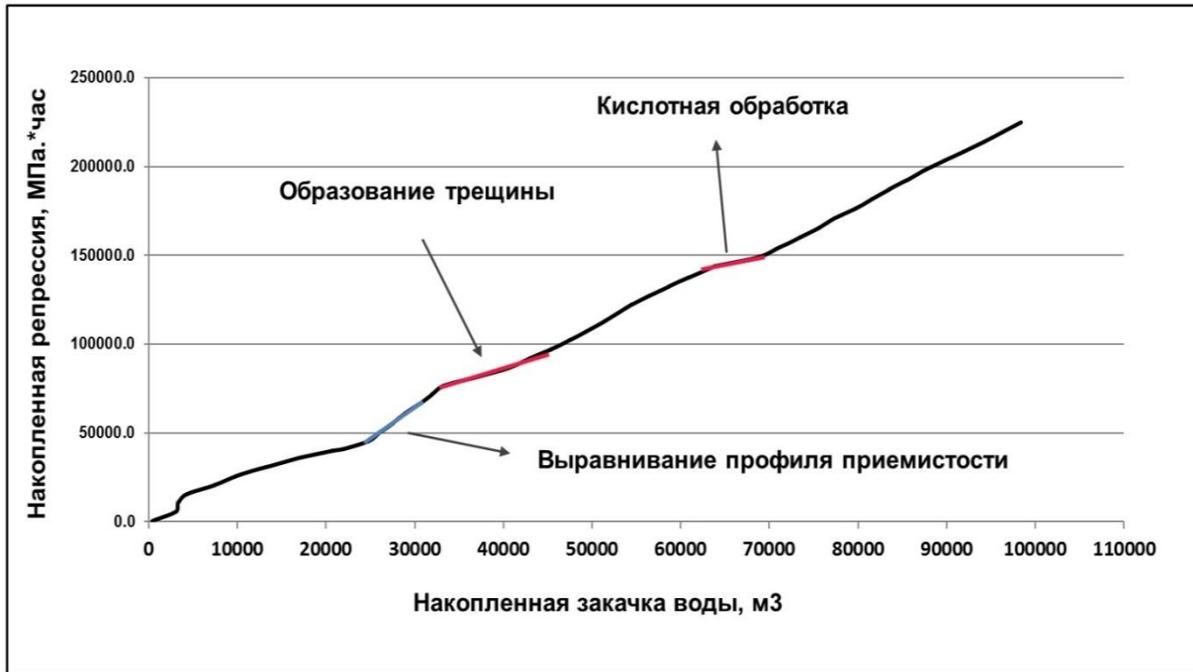


Главная цель в поддержании давления на контуре питания при этом важно не допустить роста обводненности

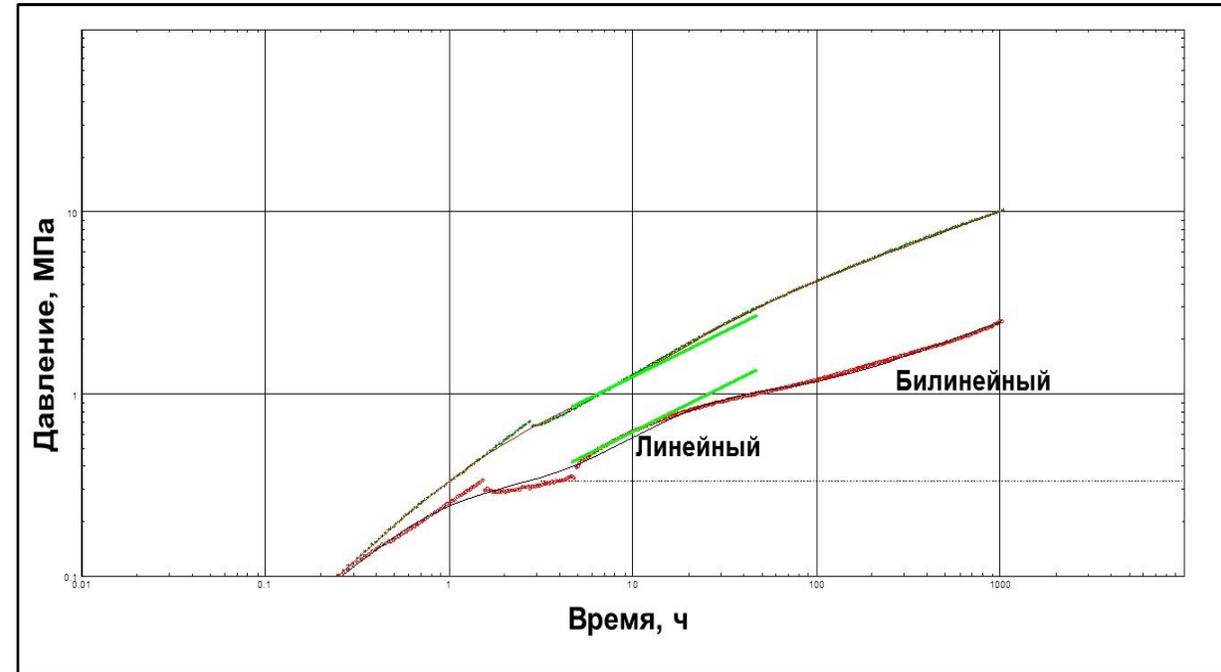
График Холла



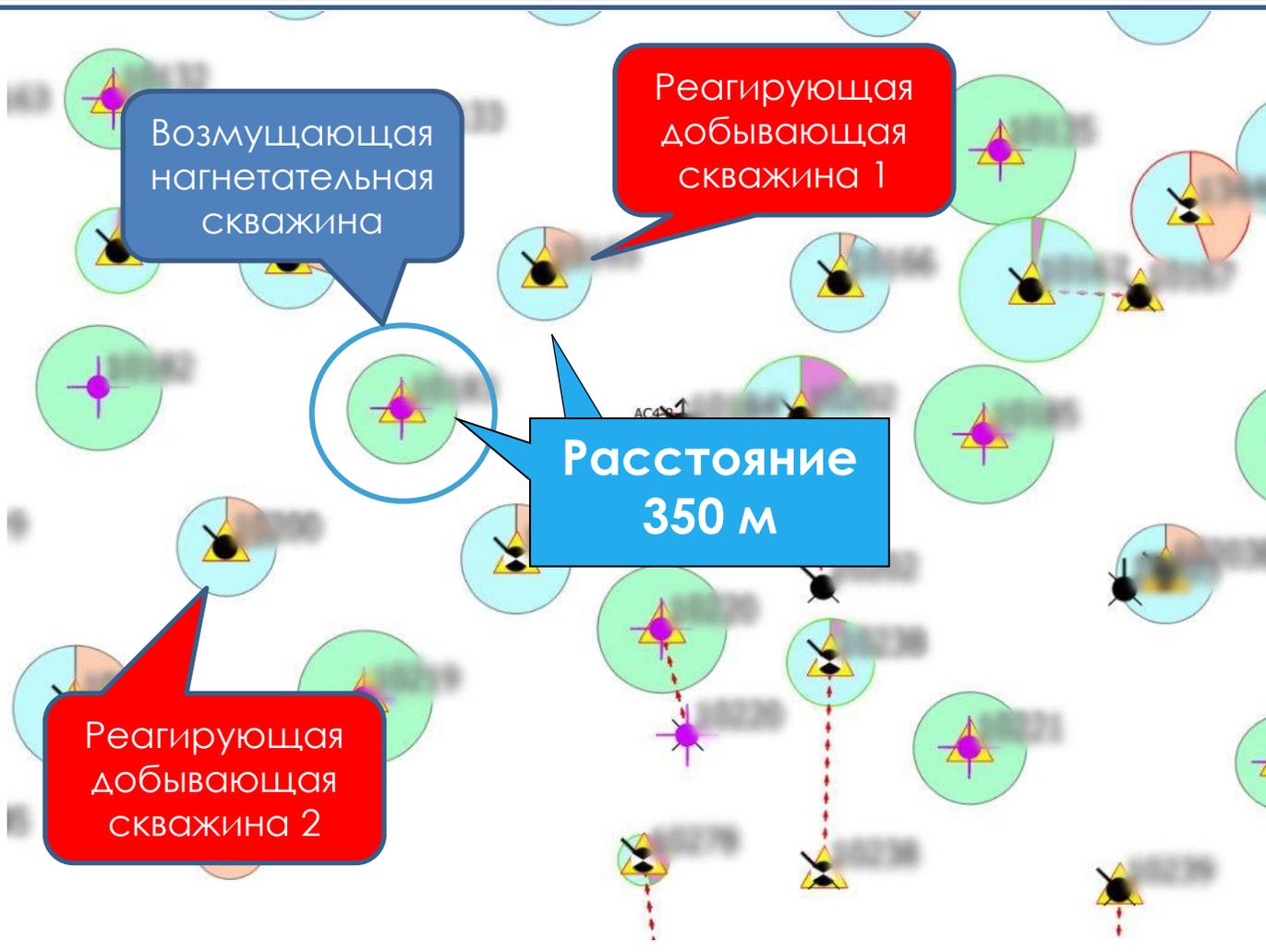
## График Холла по нагнетательной скважине



## Диагностический график КПД нагнетательной скважины в двойных координатах



**Операция гидравлического разрыва пласта на скважине не производилась**

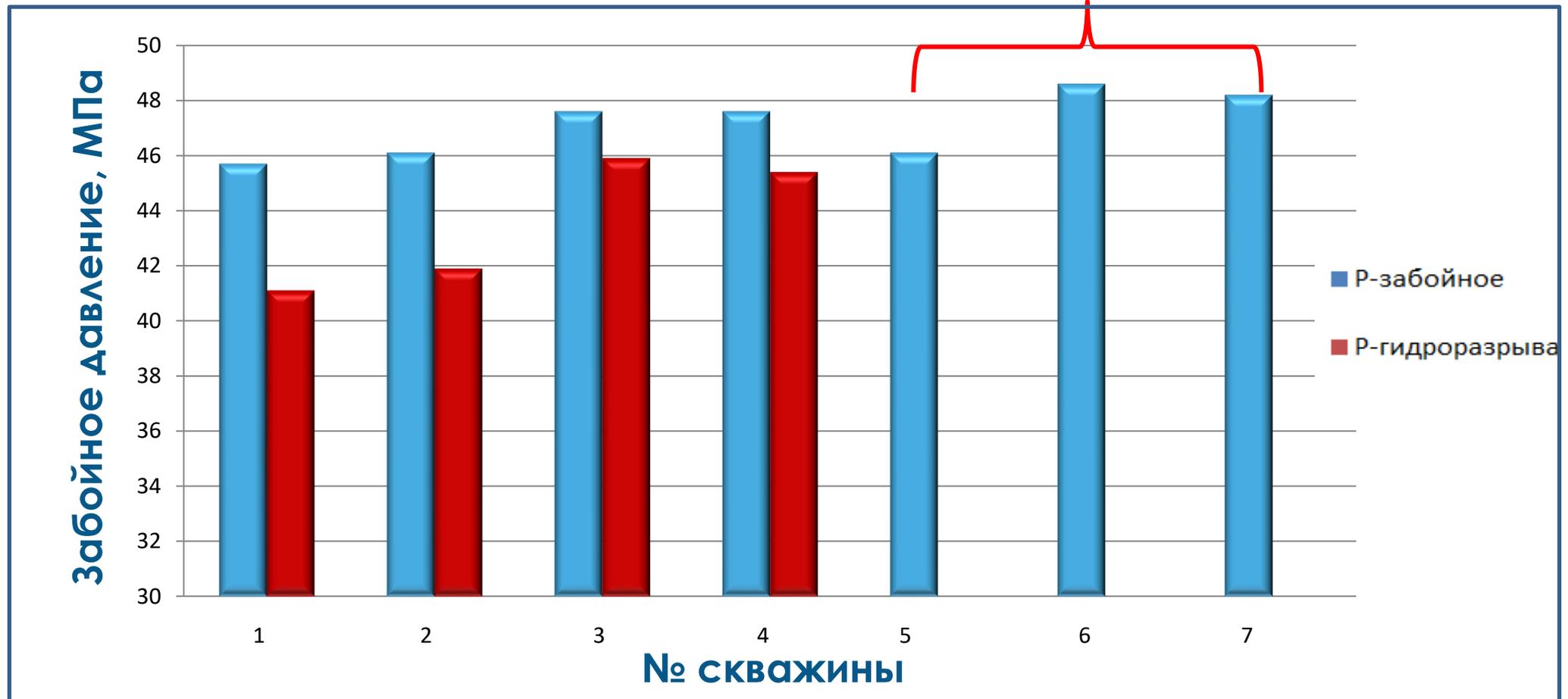


№	Реагирующие скважины	Расстояние до забоя возмущающей нагнетательной скважины, м	Пьезопроводность, $X$ , $\text{см}^2/\text{с}$
1	1	350,0	319,9
2	2	380,0	168,8

- На возмущающей скважине осуществляется смена режимов: закачка-остановка.
- Отмечается однозначная реакция в реагирующей скважине 1 на расстоянии 350м
- **Ориентация развития трещины на юго-запад и северо-восток**

## Диаграмма сравнения забойного давления на ВНК с давлением ГРП в нагнетательных скважинах

Операция ГРП не проводилась



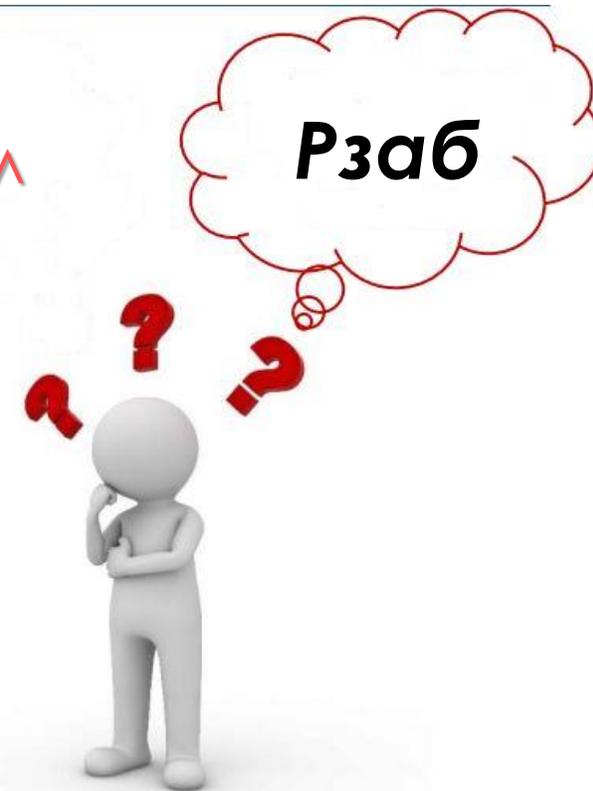
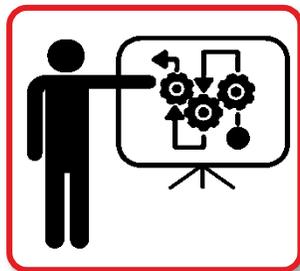


Приемистость (Q)

Репрессия ( $\Delta P$ )

$$(\Delta P) = P_{заб} - P_{пл}$$

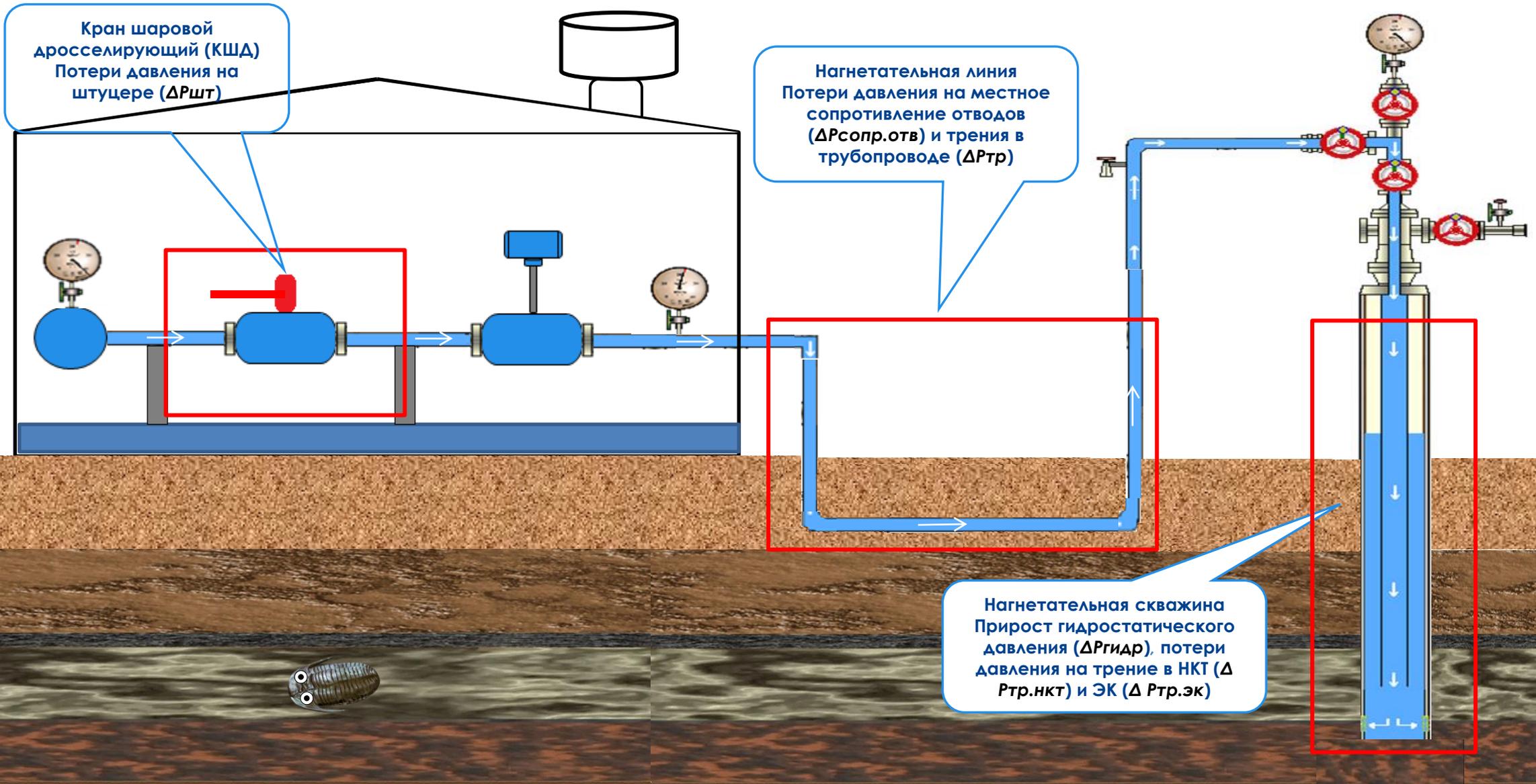
График Холла



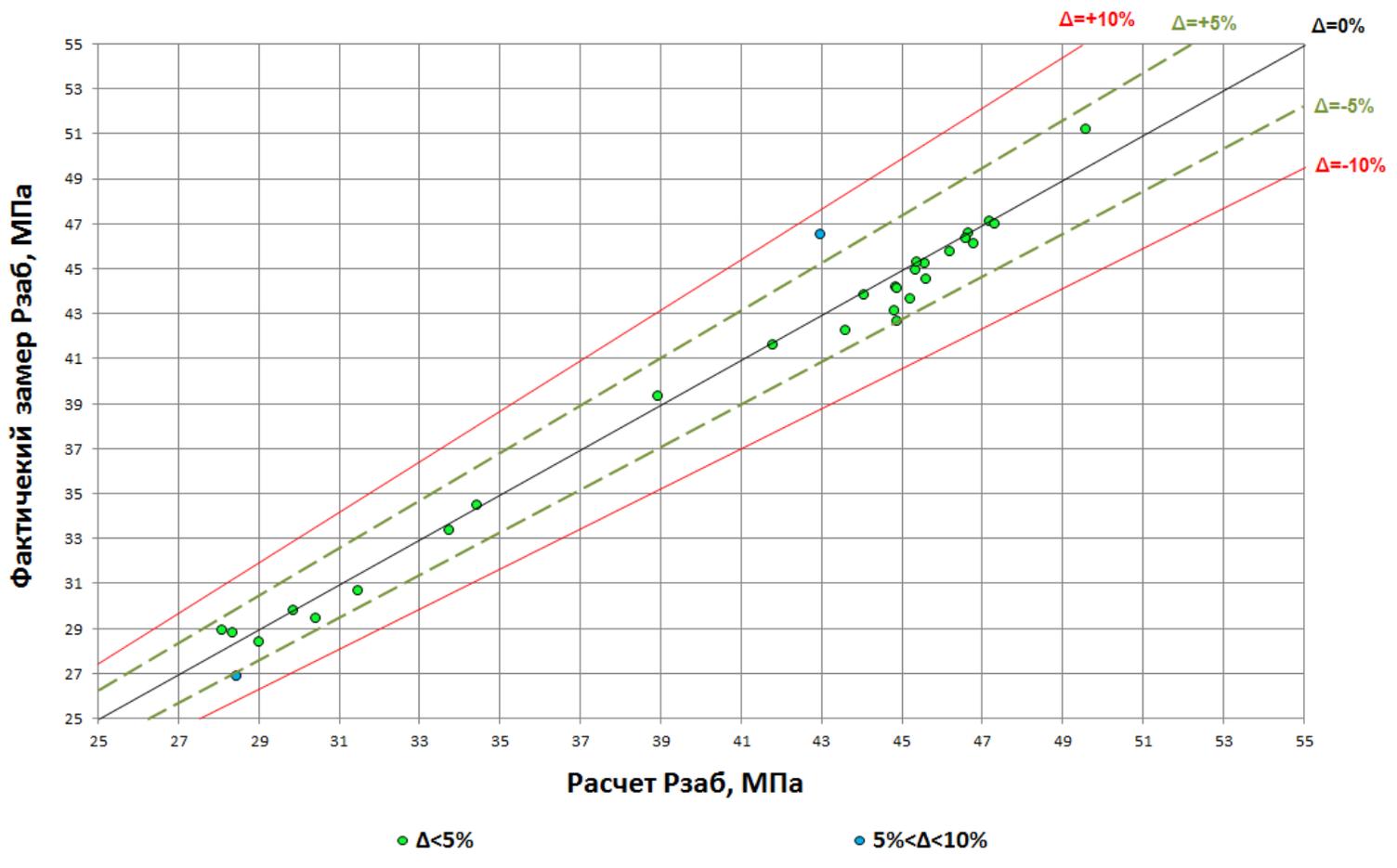
Определение забойного давления на нагнетательных скважинах осуществляется при помощи установки на устье манометров или спуском глубинного преобразователя давления и температуры

**Отсутствует дистанционный контроль** (не реализован инструмент расчета текущих параметров устьевого и забойного давления в реальном времени, не требующего ручного замера на устье)





Кросс-плот отклонения расчетного забойного давления от фактического



Сравнение расчетного значения с фактическими зарегистрированными значениями устьевого и забойного давления, полученными при спуске геофизических приборов

## 30 скважин

-  Давление нагнетания на сравниваемых скважинах от 7,99 до 22,56 МПа
-  Приемистость на сравниваемых скважинах от 20 до 333 м<sup>3</sup>/сут
-  Диаметры штуцеров установленных на скважинах от 3 до 8 мм

Критерии оценки:

$\Delta < 5\%$  - Достоверное расчетное значение  
 $5\% < \Delta < 10\%$  - Допустимое расчетное значение

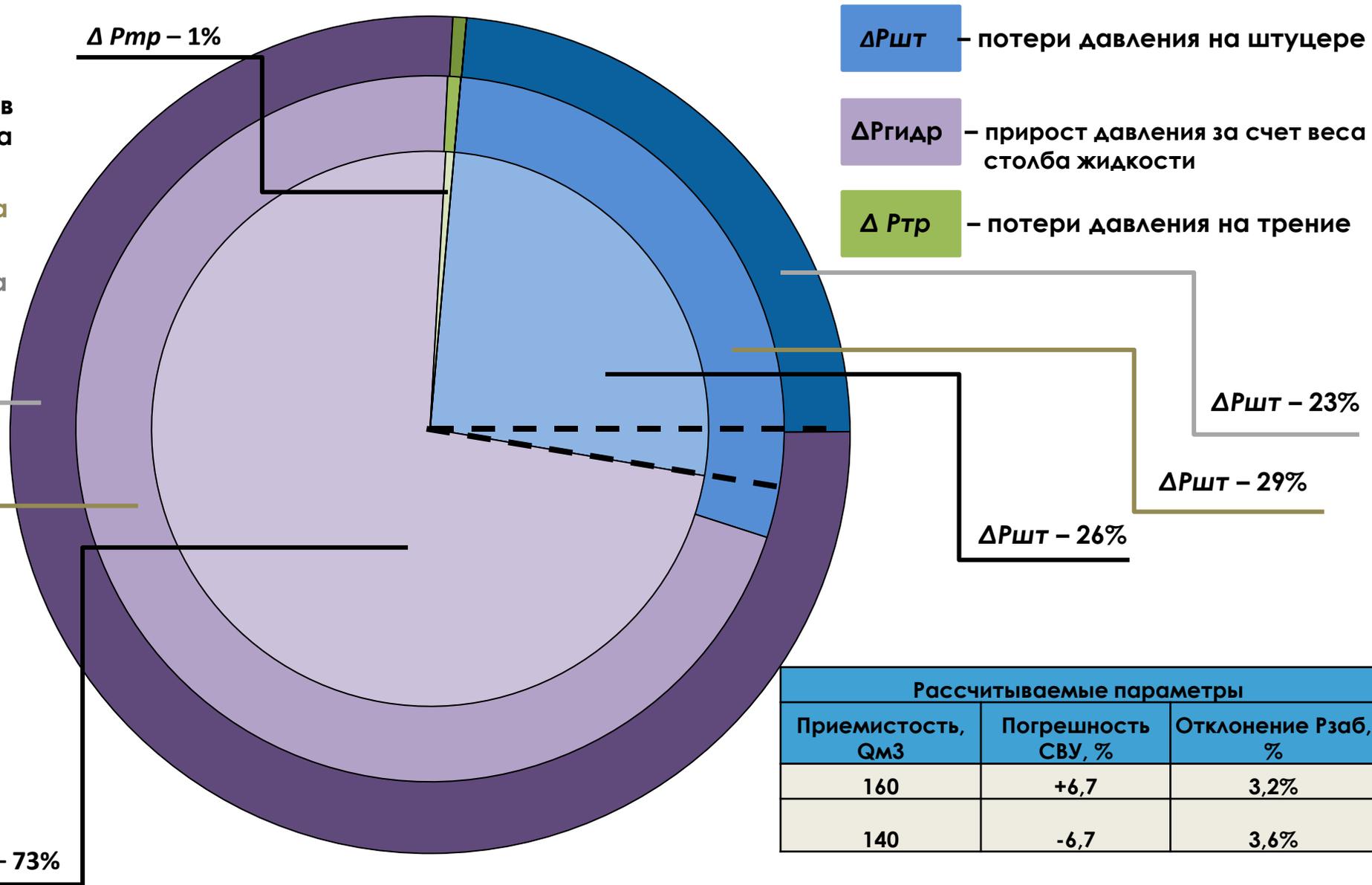
	$\Delta < 5\%$	$5\% < \Delta < 10\%$
Количество скважин	28	2

### Анализ чувствительности расчета от показаний СВУ

Первоначальное значение параметров  
 $Q=150 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d=4 \text{ мм}$ ;  $P_{заб}=35,79 \text{ МПа}$

Расчет 1  
 $Q=160 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d=4 \text{ мм}$ ;  $P_{заб}=34,63 \text{ МПа}$

Расчет 2  
 $Q=140 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d=4 \text{ мм}$ ;  $P_{заб}=37,11 \text{ МПа}$

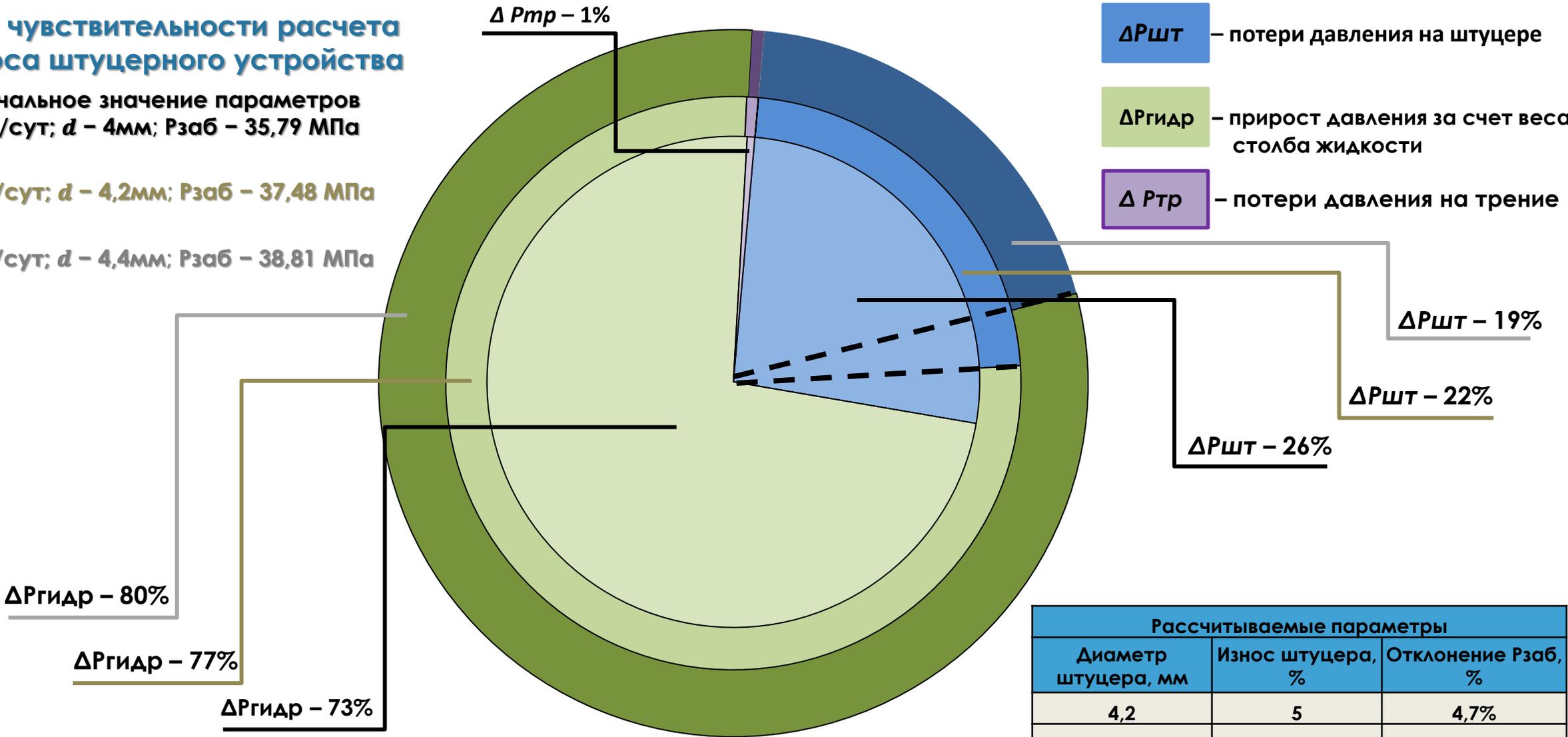


### Анализ чувствительности расчета от износа штуцерного устройства

Первоначальное значение параметров  
 $Q - 150 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d - 4 \text{ мм}$ ;  $P_{заб} - 35,79 \text{ МПа}$

Расчет 1  
 $Q - 150 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d - 4,2 \text{ мм}$ ;  $P_{заб} - 37,48 \text{ МПа}$

Расчет 2  
 $Q - 150 \text{ м}^3/\text{сут}$ ;  $d - 4,4 \text{ мм}$ ;  $P_{заб} - 38,81 \text{ МПа}$



Рассчитываемые параметры		
Диаметр штуцера, мм	Износ штуцера, %	Отклонение $P_{заб}$ , %
4,2	5	4,7%
4,4	10	8,4%

**Анализ чувствительности  
расчета к снижению  
проходного сечения НКТ**

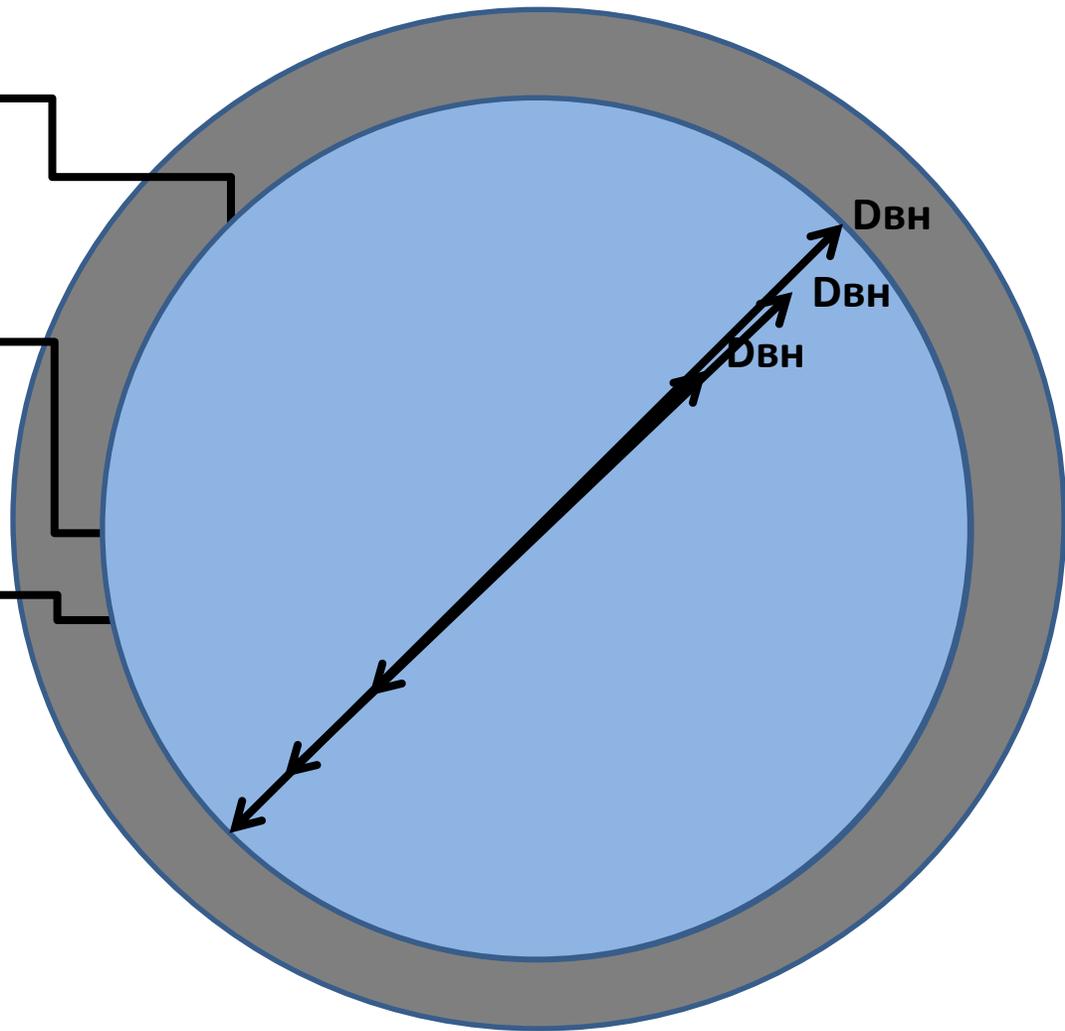
Первоначальное значение параметров:

$Q - 150 \text{ м}^3/\text{сут};$   
 $d - 4 \text{ мм};$   
 $P_{заб} - 35,79 \text{ МПа}$   
 $D_{НКТ \text{ вН}} - 62,0 \text{ мм}$

$D_{НКТ \text{ вН}} - 62,0 \text{ мм}$   
 ( 100%)

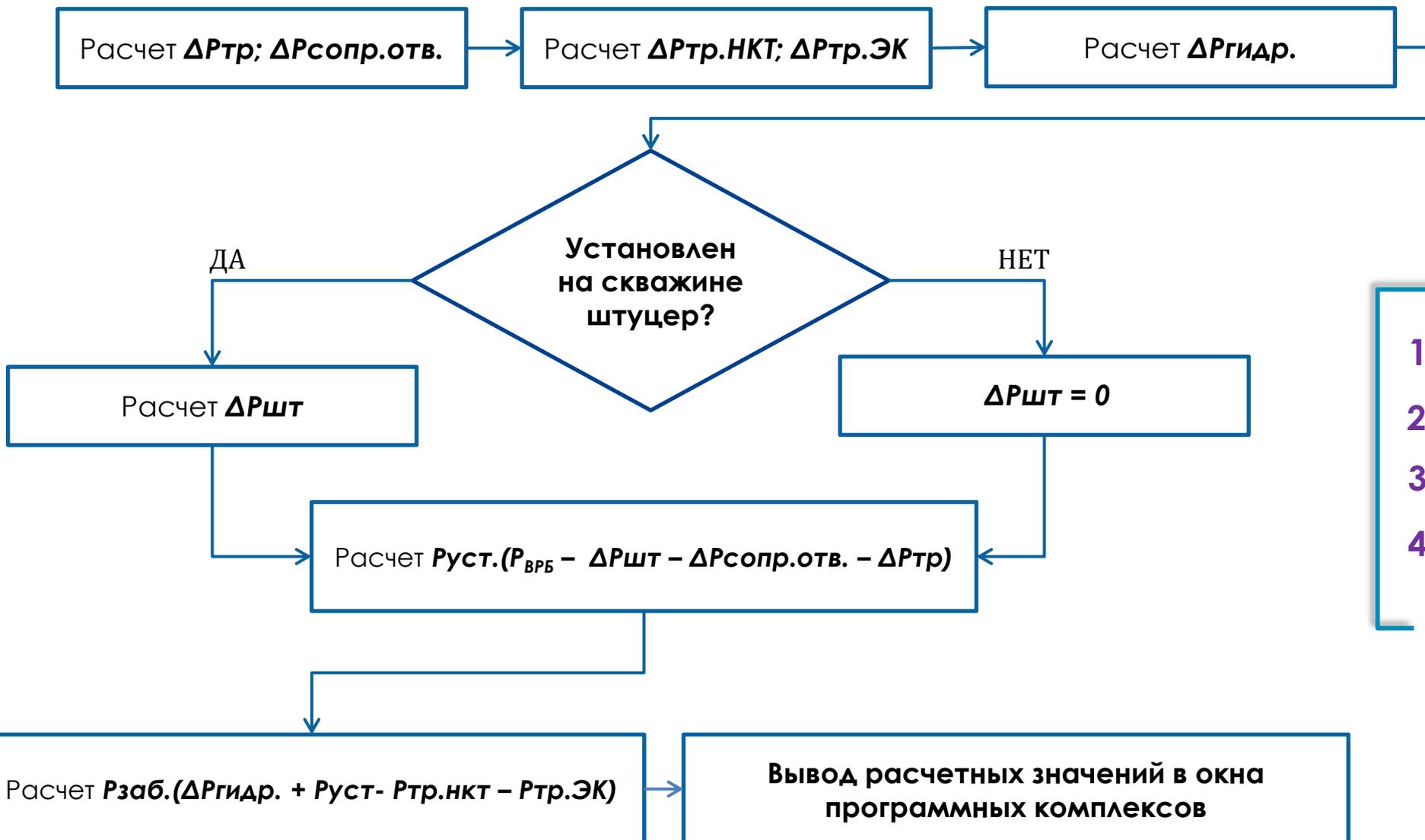
$D_{НКТ \text{ вН}} - 43,4 \text{ мм}$   
 ( 70%)

$D_{НКТ \text{ вН}} - 37,2 \text{ мм}$   
 ( 60%)



Рассчитываемые параметры		
Внутренний диаметр НКТ, мм	Снижение проходного сечения, %	Отклонение $P_{заб}$ , %
43,4	30	2,2%
37,2	40	5%

## Алгоритм автоматического расчета забойного давления в работающей скважине



Условия расчета:

- 1) Скважина в работе
- 2)  $Q$  (расход агента)  $> 0$
- 3)  $P_{БРВ} > 0$
- 4) Скважина без ЭЦН (перевернутого типа)

## Выводы:

Описанная система контроля работы нагнетательных скважин позволит оценить состояние ПЗП на качественном уровне и своевременно принять решение по регулированию работы любой нагнетательной скважины, оперативно запланировать ГДИС или ГИС, сократить негативное влияние «авто-ГРП» на разработку низкопроцинаемых коллекторов, тем самым улучшить технико-экономические показатели разработки



Спасибо за внимание!

