

Российский государственный университет  
нефти и газа  
им. И. М. Губкина

# **ОБОСНОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ДЕПРЕССИИ**

Игревский Леонид Витальевич

Москва 2005

# Виды индикаторных линий

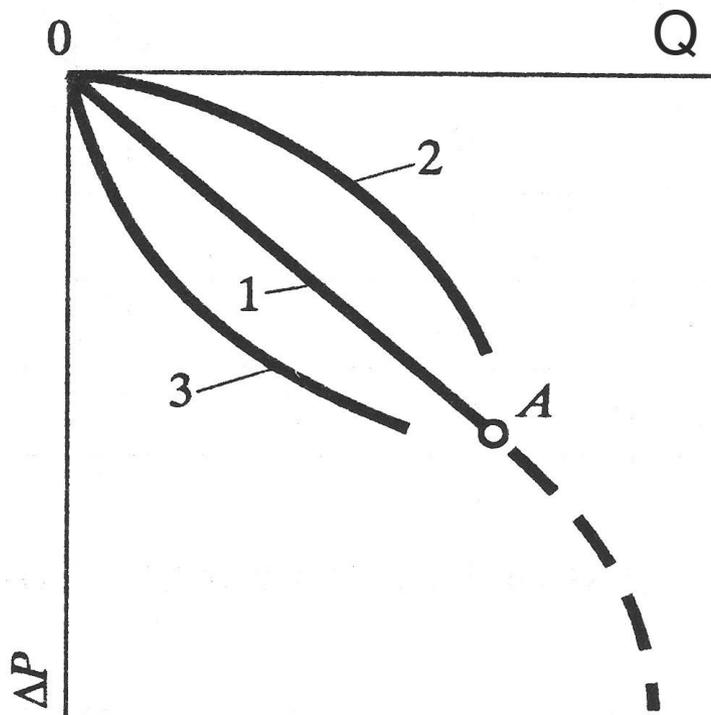


# Условия добычи

условиями нормальной выработки запасов из нефтяного месторождения являются

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{заб}} \geq P_{\text{нас}}, \\ P_{\text{заб.н}} < P_{\text{разр}} \end{array} \right\}$$

# Виды индикаторных

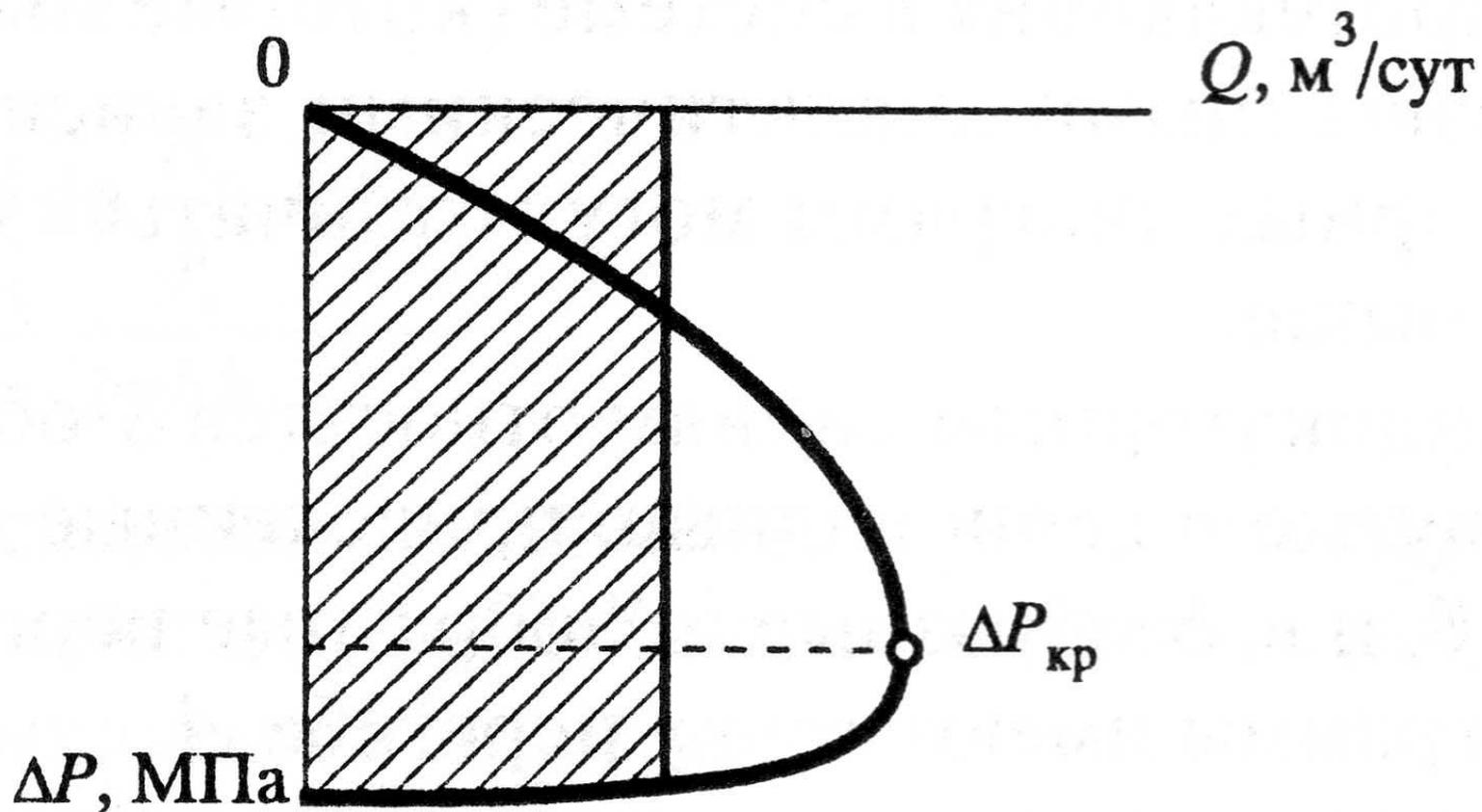


1. Обычная индикаторная
2. Режимы истощения
3. Подключение пропластков, самоочистка ПЗС, формирование новых трещин, некачественные результаты исследования

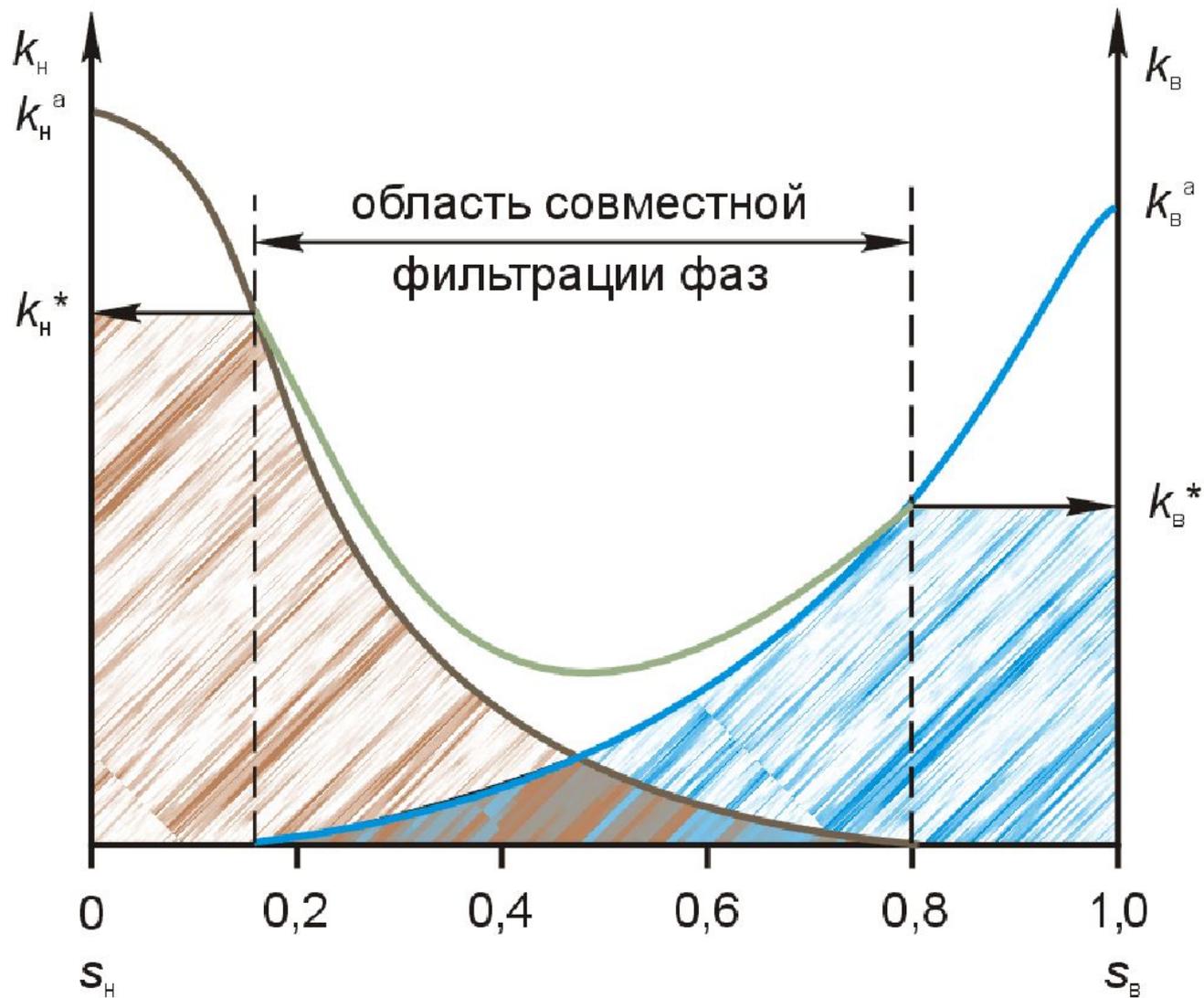
# Нелинейность индикаторной линии

- силы инерции при движении жидкости,
- движение двухфазной («нефть - газ», «нефть - вода») или трехфазной смеси («нефть – газ - вода»),
- процессы облитерации при течении продукции в пористой среде, связанные с разрушением цементирующего вещества терригенной породы или самого скелета породы со снижением фильтрационных свойств.

# Загибающаяся индикаторная



# Фазовая проницаемость



# Область эксплуатации скважины

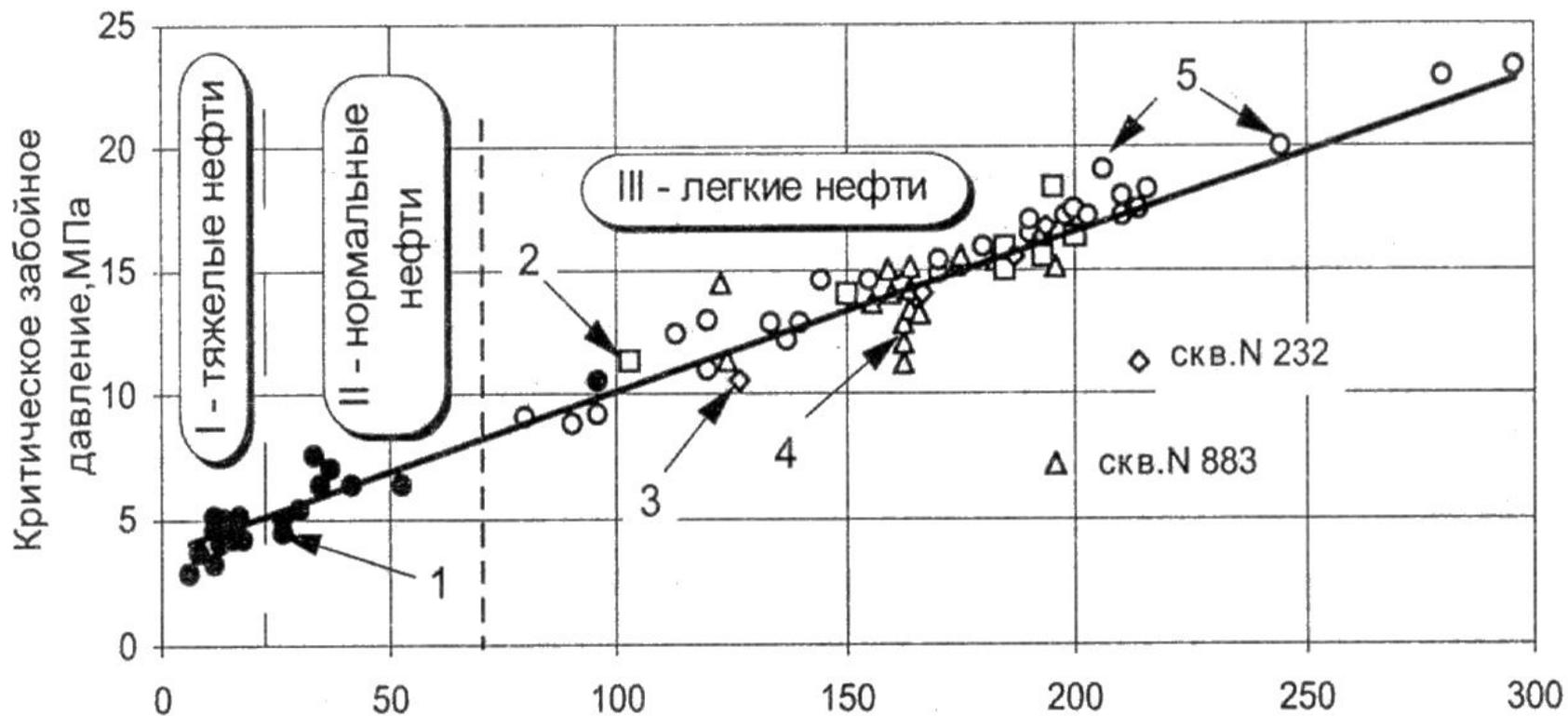


# Критическое давление

критическое забойное давление, при котором дебит скважины по нефти является максимально возможным (потенциальным дебитом)

$$P_{\text{заб.кр}} = 3,5 + 68,33 \cdot 10^{-3} G'_0 \frac{P_{\text{нас}}}{P_{\text{пл}}} [\text{МПа}]$$

# Обоснование Рзаб.кр.



- 1 - месторождения Урало-Поволжья
- 2 - Вынгапуровское месторождение
- 3 - Северо-Варьеганское месторождение
- 4 - Варьеганское месторождение
- 5 - Талинское месторождение

$$G'_0 \frac{P_{нас}}{P_{пл}}$$

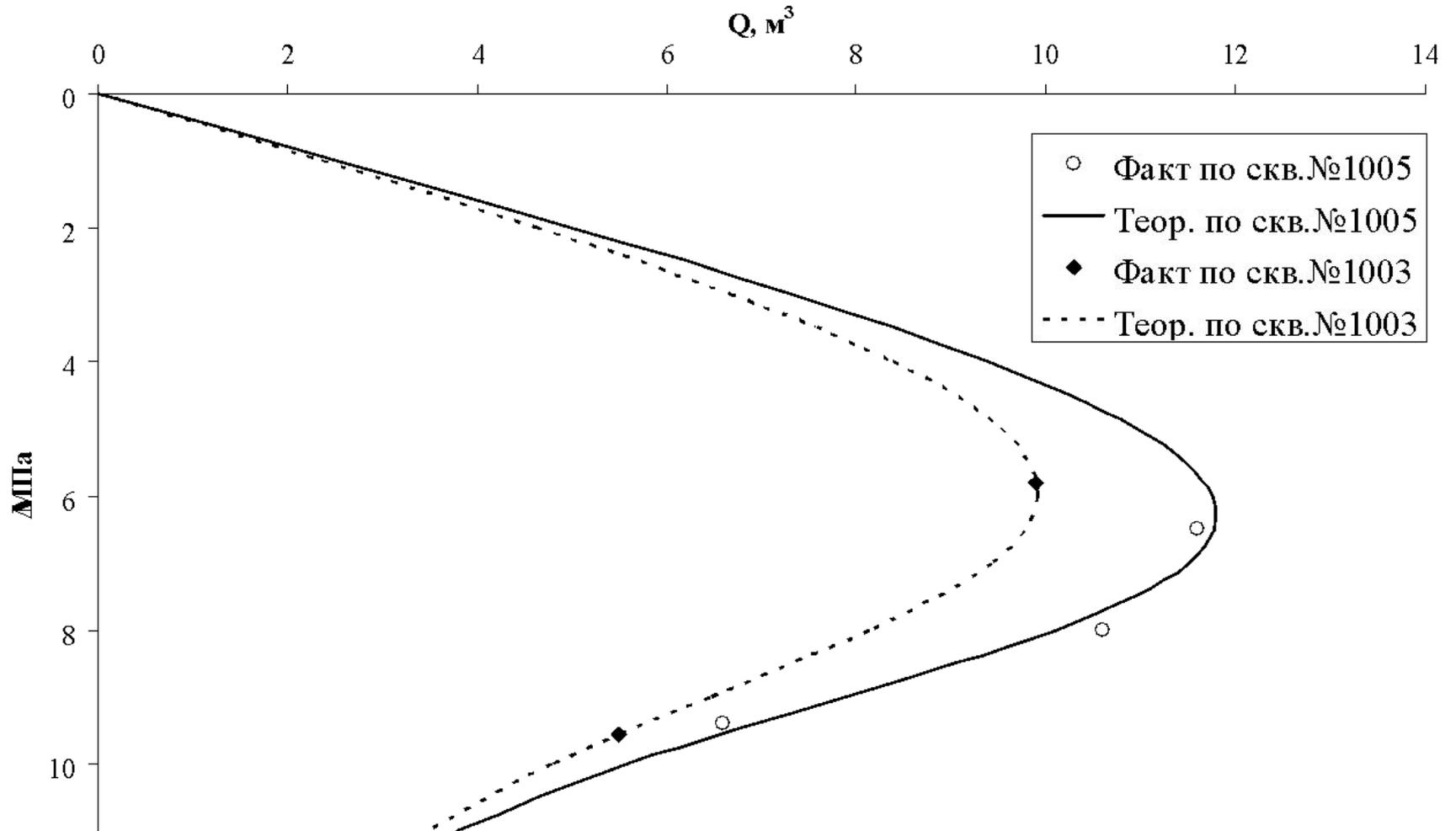
# Опасность снижения Рзаб

- Бесконтрольное и бездумное снижение забойного давления в добывающих скважинах существенно ниже давления насыщения может привести к трансформации высокоэффективного, например, упруго-водонапорного режима дренирования в низкоэффективный режим растворенного газа.
- Примером такого подхода к разработке является Талинское месторождение, относившееся к месторождениям – гигантам

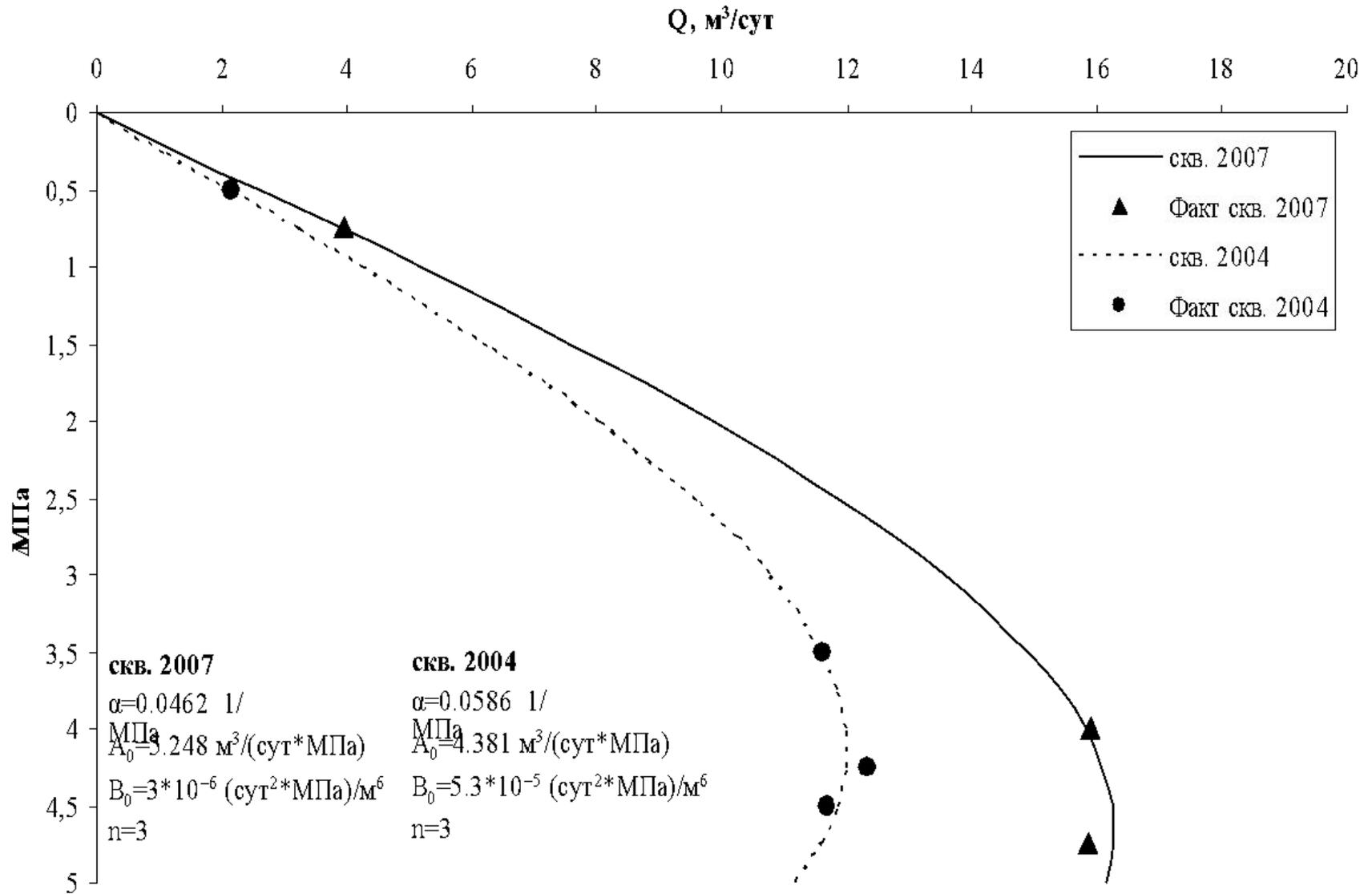
# Практически полученные индикаторные линии



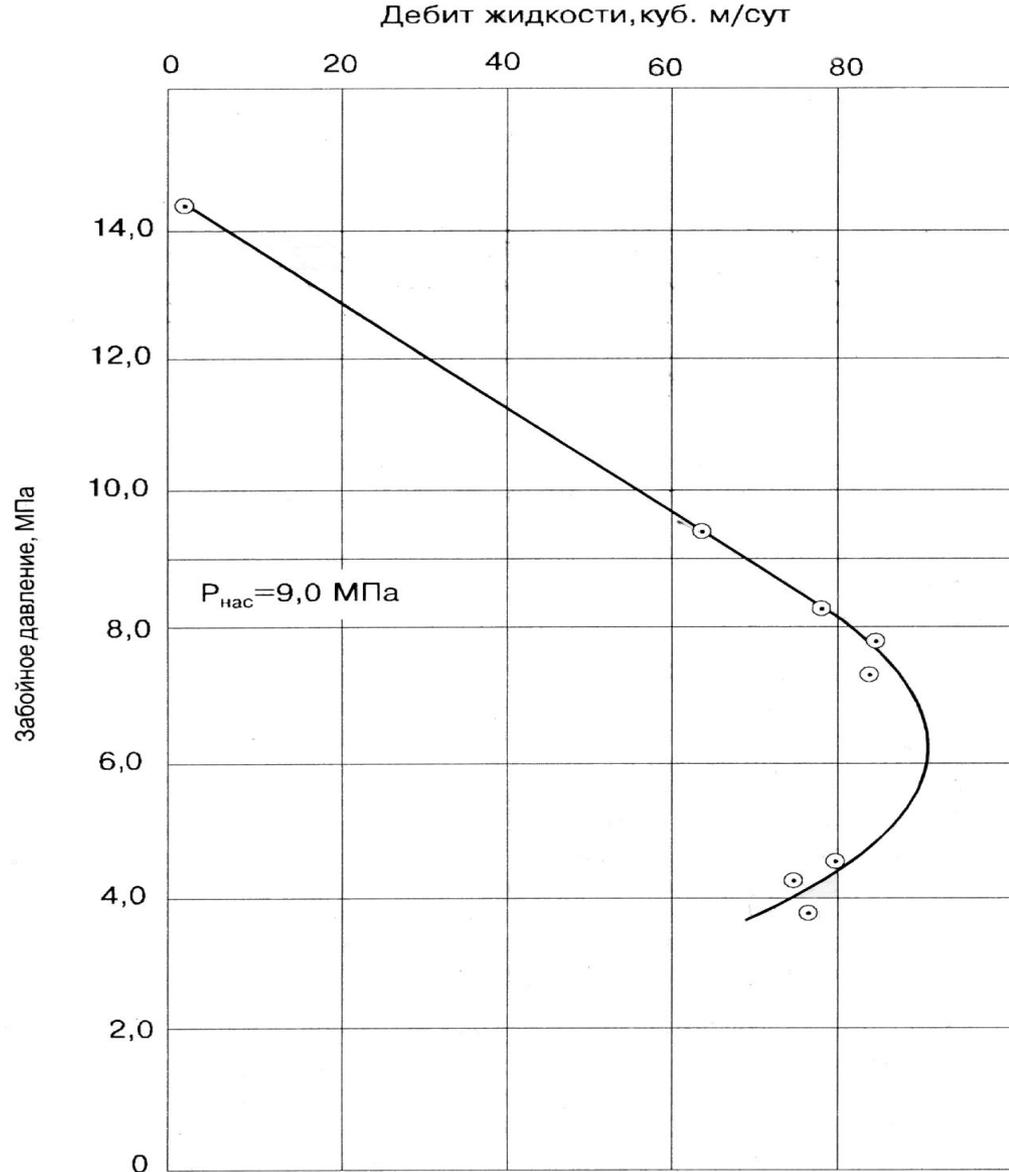
# Каменное месторождение



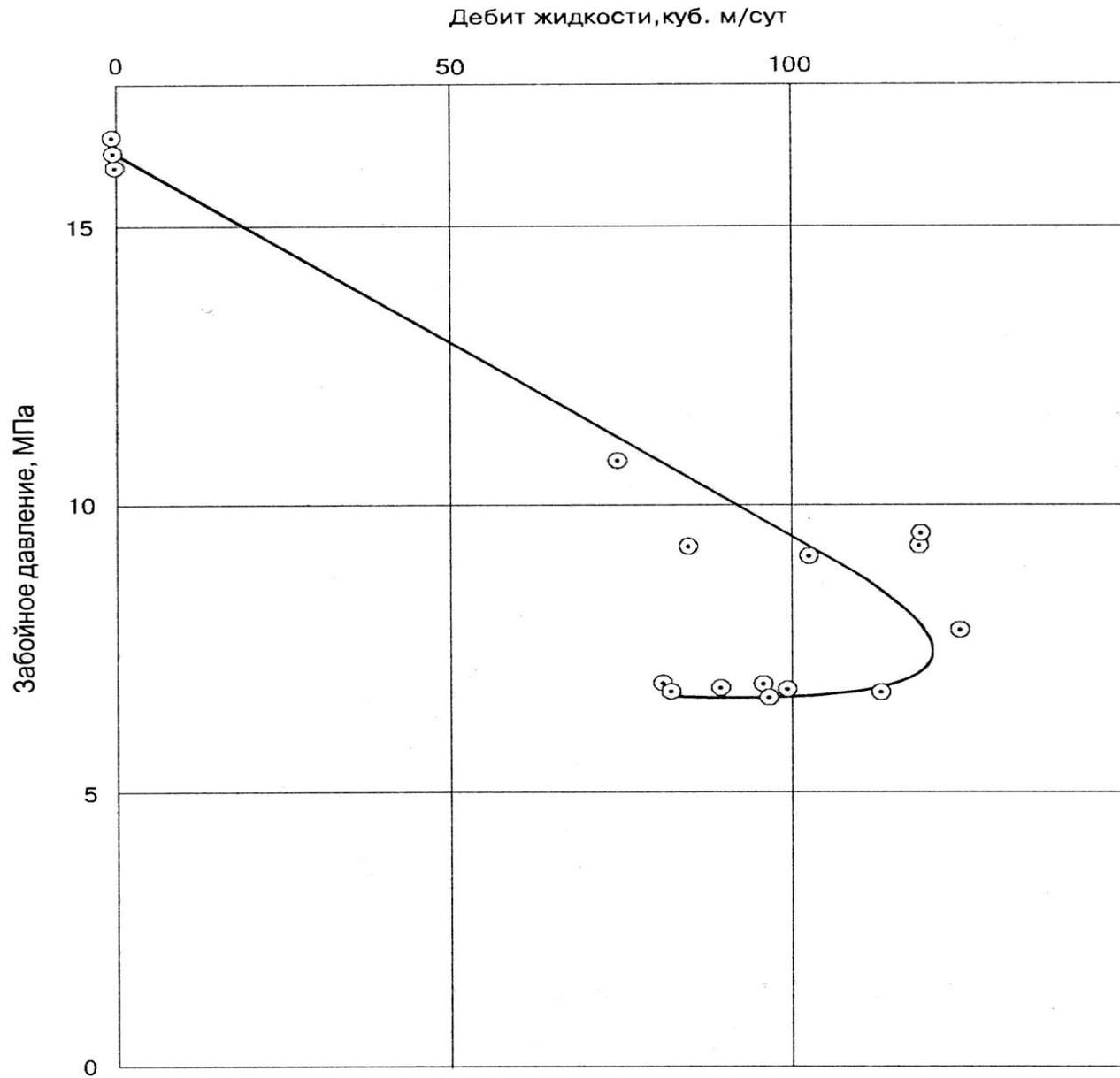
# Ошворцевско–Дмитриевское м/р



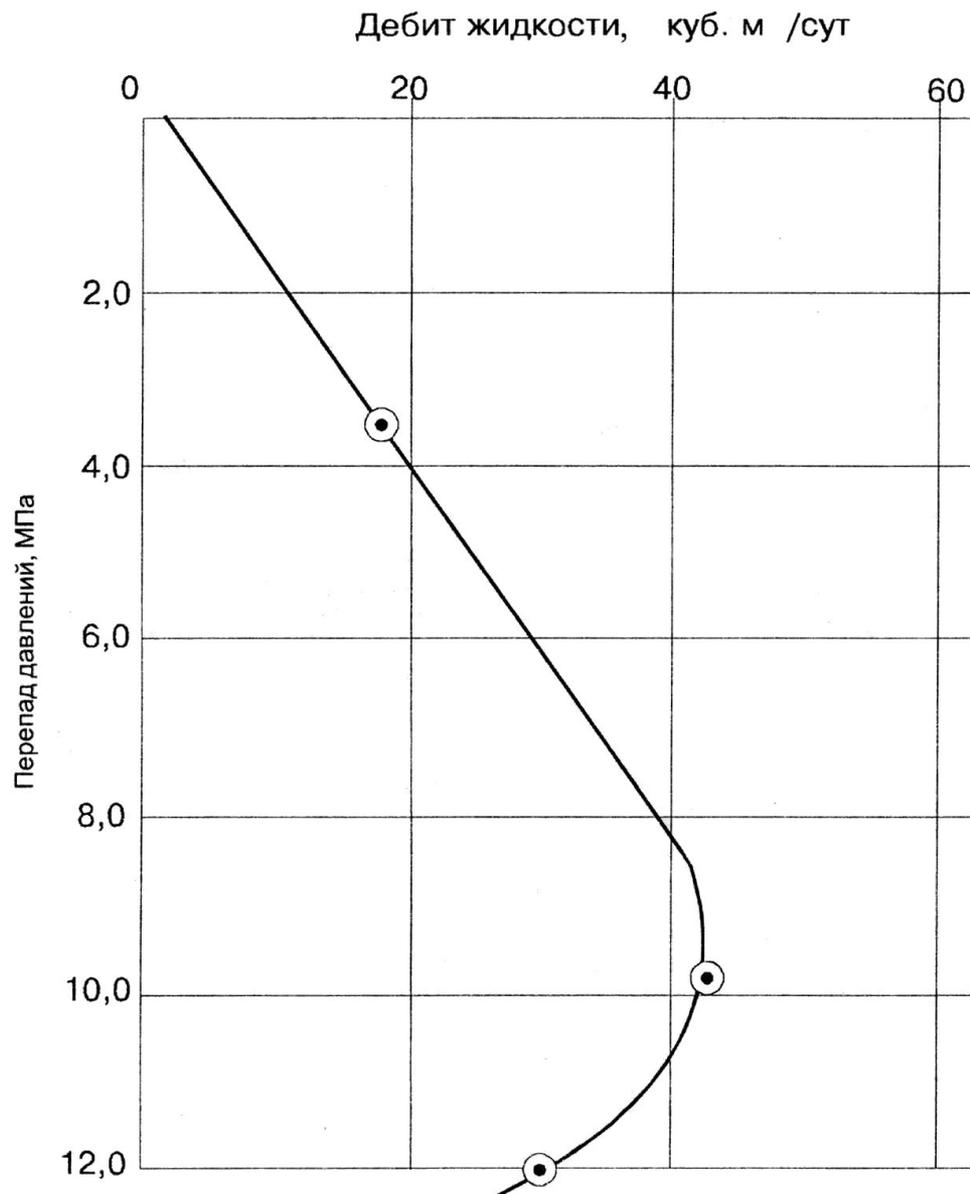
# Ромашкинское месторождение



# Варьеганское месторождение



# Вынгапуровское месторождение

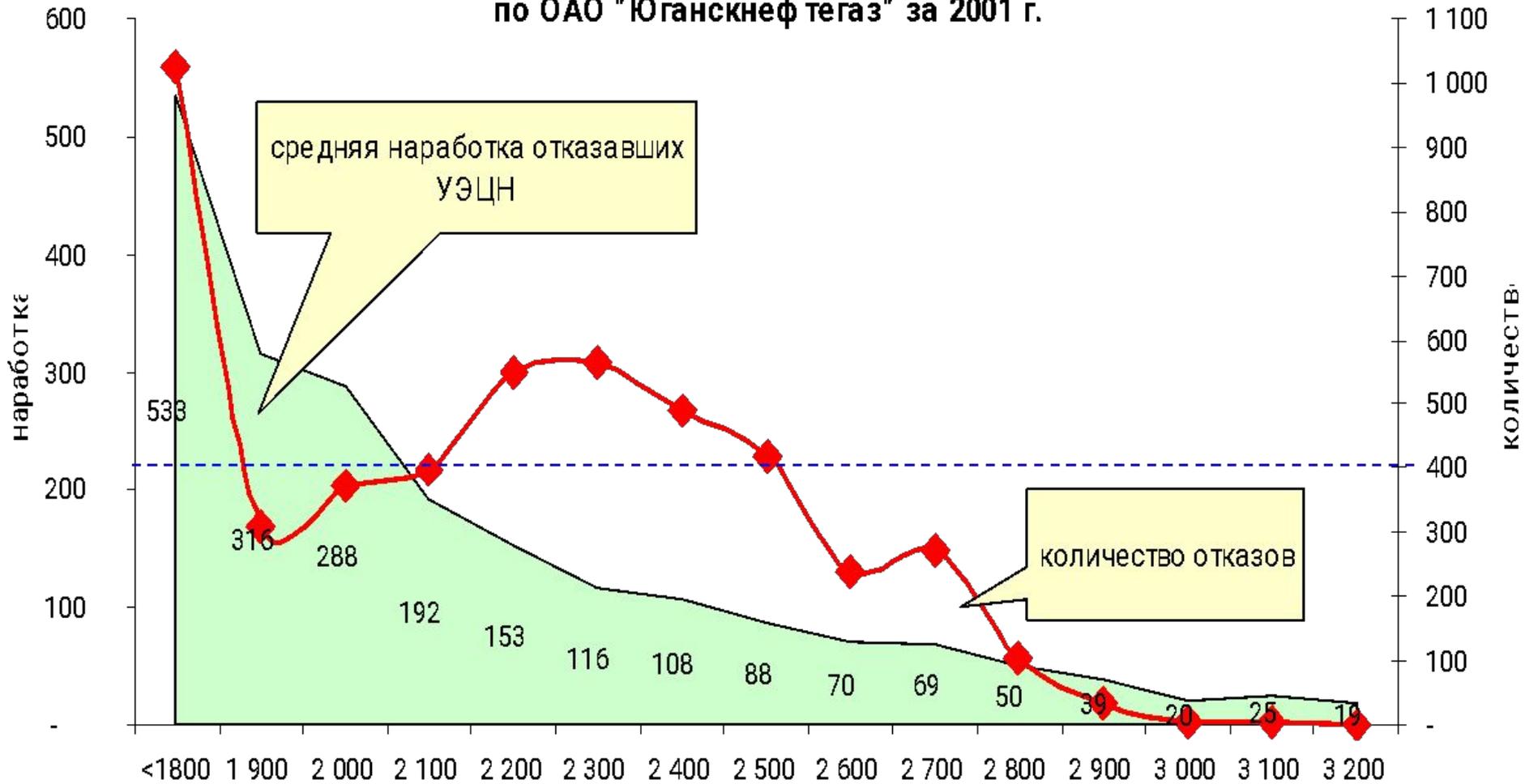


# Снижение наработки при увеличении Нсп УЭЦН



# Из доклада Маркелова

Наработка УЭЦН в зависимости от интервала спуска (без ГТМ и клинов)  
по ОАО "Юганскнефтегаз" за 2001 г.



# Выводы

- Распределение средней наработки на отказ явно отражает, что на глубине до 1800 метров погружное оборудование способно работать стабильно и долго
- Вероятно, этот факт связан с истоками погружного машиностроения, когда погружные системы рассчитывали под относительно небольшие глубины
- Практика показала, что ниже 2 километров значительно снижается наработка существующих погружных систем

# Предложения – уменьшить длину УЭЦН

- Увеличить частоту вращения  
(Конструкция вентиляльной системы АЛНАСа дает возможность работать до 100Гц)
- Увеличить габаритный диаметр узлов УЭЦН более габарита 5А
- Увеличить напорность ступеней и удельную мощность двигателя – наиболее перспективный путь

# Из доклада Хамидова

- Использовать ЭПУ одного завода
- Использовать насосные секции с двухопорной конструкцией рабочего колеса, промежуточными подшипниками и встроенными радиальными подшипниками, осевая опора из карбида кремния, восьмишпильное соединение насосных секций
- Комплектовать ЭЦН износостойким газосепаратором
- Электродвигатель должен быть с рабочей температурой до  $180^{\circ}\text{C}$ , при необходимости оснащенный системой телеметрии;
- Гидрозащита должна быть в термостойком исполнении
- Кабельный удлинитель должен выдерживать температуру более  $130^{\circ}\text{C}$ ;
- Использовать интеллектуальные станции управления

# Периодическая эксплуатация



# Обоснование неэффективности

$$t = t_{отк} + t_{нак}$$

$$Q_H = \frac{2\pi kh(P_{пл} - P_{заб.рац})}{\mu \ln \frac{R_k}{r_{пр}}} \cdot t \quad Q_{п} = \frac{2\pi kh(P_{пл} - P_{заб.п})}{\mu \ln \frac{R}{r_{пр}}} \cdot t_{отк}$$

$$(P_{пл} - P_{заб.рац}) \cdot t > (P_{пл} - P_{заб.п}) \cdot t_{отк}$$

$$P_{заб.п} > P_{пл} - \left(1 + \frac{t_{нак}}{t_{отк}}\right) (P_{пл} - P_{заб.рац})$$

# Вывод

- перевод непрерывно работающих скважин на периодическую эксплуатацию предопределяет снижение добычи, а целесообразность такого перевода лежит в экономической плоскости.

# Выбор способа эксплуатации скважин



# Возможность применения (X)

Оценка	Число баллов
Отличная	4
Хорошая	3
Удовлетворительная	2
Плохая	1
Невозможно	0

# Сложность системы (Y)

Оценка	Число баллов
Высокая	3
Средняя	2
Низкая	1

# Ранговый подход

Обобщенные Z-параметры для различных способов эксплуатации скважин могут быть определены как средние геометрические частных оценок для рассматриваемых параметров

$$X = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \quad Y = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k y_j}$$

$$Z = \sqrt{XY}$$

# Оценки частных X-параметров

Частные x-параметры	Оценка для способа эксплуатации						
	СШНУ	УЭЦН	ГПНУ	УСН	Газлифт		Тандем «УЭЦН- СН»
					комп- рессор- ный	бес- комп- рессор- ный	
1	2	3	4	5	6	7	8
Эксплуатация высоко- дебитных скважин $x_1$	2	4	2	4	4	4	4
Эксплуатация средне- дебитных скважин $x_2$	3	4	3	4	4	4	4
Эксплуатация низко-дебитных скважин $x_3$	4	1	4	4	0	0	4
Эксплуатация глубоких скважин $x_4$	1	4	4	4	4	4	4
Эксплуатация скважин средней глубины $x_5$	3	4	4	4	4	4	4
Эксплуатация неглубоких скважин $x_6$	4	4	4	4	4	4	4
Длительная безотказная работа и достижение высокого коэффициента эксплуатации скважин $x_7$	2	3	3	4	3	4	3

# Оценки частных $Y$ -параметров

Частные $y$ -параметры	Оценка для способа эксплуатации						
	СШНУ	УЭЦН	ГПНУ	УСН	Газлифт		Тандем «УЭЦН-СН»
					компрессорный	бескомпрессорный	
1	2	3	4	5	6	7	8
Эксплуатационная надежность $y_1$	2	3	2	3	2	3	3
Удобство и простота обслуживания $y_2$	2	3	2	2	2	3	3
Энергетическая эффективность (КПД) $y_3$	2	2	2	2	1	1	3
Гибкость системы $y_4$	1	3	2	2	2	2	3
Деэмульсионная способность продукции обводненных скважин $y_5$	1	2	2	3	1	2	3
Простота обустройства скважины $y_6$	1	3	1	1	1	3	3
Эффективность капитальных вложений $y_7$	2	3	2	2	2	3	3