

НАУКА В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



ЕЖЕГОДНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

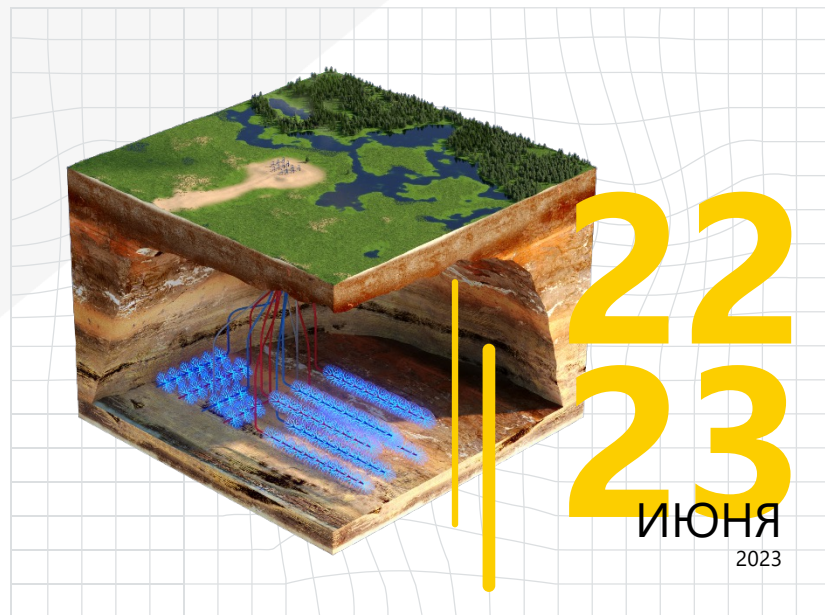


ТЮМЕНЬ

**МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ВЫБОРА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОГО
ИЗБИРАТЕЛЬНОГО МНОГОСТАДИЙНОГО
ГИДРОРАЗРЫВА**

СИНИЦЫНА ТАТЬЯНА ИВАНОВНА

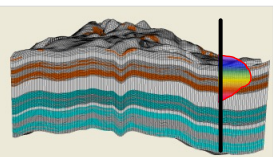
«Тюменский нефтяной научный центр»



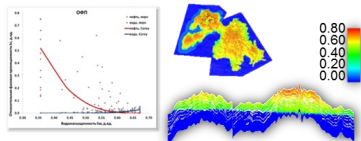
АКТУАЛЬНОСТЬ

- Ввиду геологических особенностей коллектора по объекту ВК1-3 Каменной площади Красноленинского НГКМ¹ и, соответственно, ограничениями рентабельного разбуривания краевых зон стандартными технологиями **динамика горизонтального бурения растущая** (к 2026 году составит 49%)
- Но при всех преимуществах горизонтального бурения над наклонно-направленным существует проблема падения их продуктивности и, следовательно, **понижения показателей накопленной добычи нефти в расчетном периоде**
- Учитывая высокую стоимость строительства скважин в настоящий момент, решение о **повторной стимуляции такого типа скважин представляется более экономически-рентабельным**
- Для восстановления и увеличения продуктивности ГС² **необходимо проведение повторных избирательных МсГРП³**

Отсутствие надежного глинистого раздела между ВК1 и ВК2-3



Пониженная нефтенасыщенность и высокая переходная зона



Менее благоприятные ФЕС⁴ неразбуриваемых зон



Обширные ВНЗ⁵ > 95 %



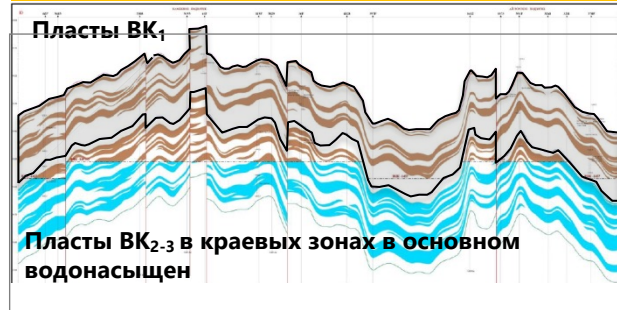
Разбуриваемые зоны

Ннн – 10,0 м;
Кнн – 0,49 д.ед;
Кпр – 62,5 мД

Краевая зона

Ннн – 5,8 м;
Кнн – 0,37 д.ед;
Кпр – 28 мД

Геологический разрез пластов группы ВК



ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Поддерживать уровень добычи нефти на участках месторождений, разбуренных скважинами с горизонтальным окончанием, посредством повторных МсГРП

ЗАДАЧИ

- Обосновать выбор лучших скважин-кандидатов для повторных селективных МсГРП в горизонтальных скважинах
- Определить существующую технологию для проведения селективного МсГРП

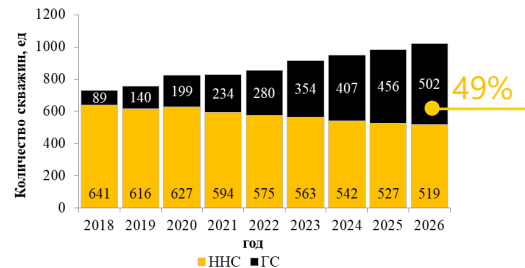
¹НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение

²ГС – горизонтальная скважина

³МсГРП – многостадийный гидравлический разрыв пласта

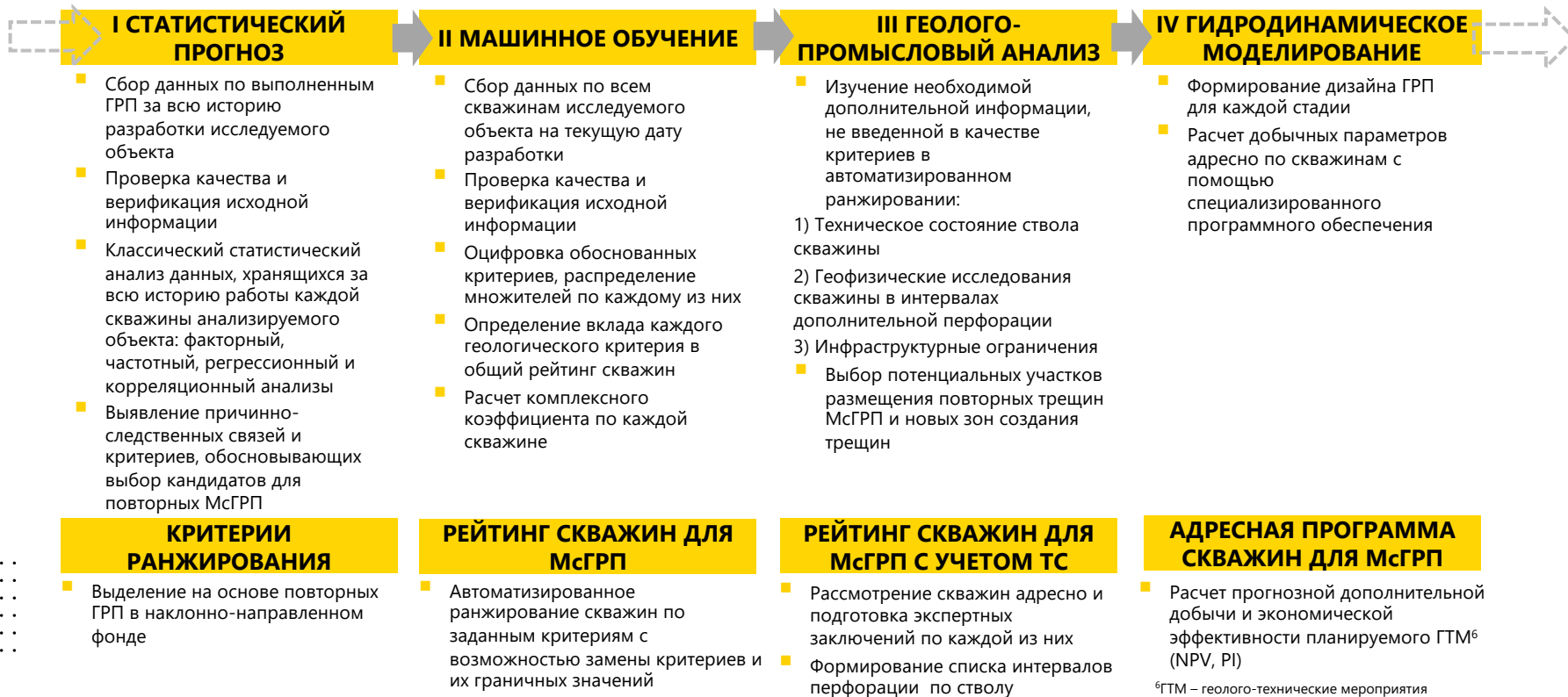
⁴ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства

⁵ВНЗ – водо-нефтяная зона



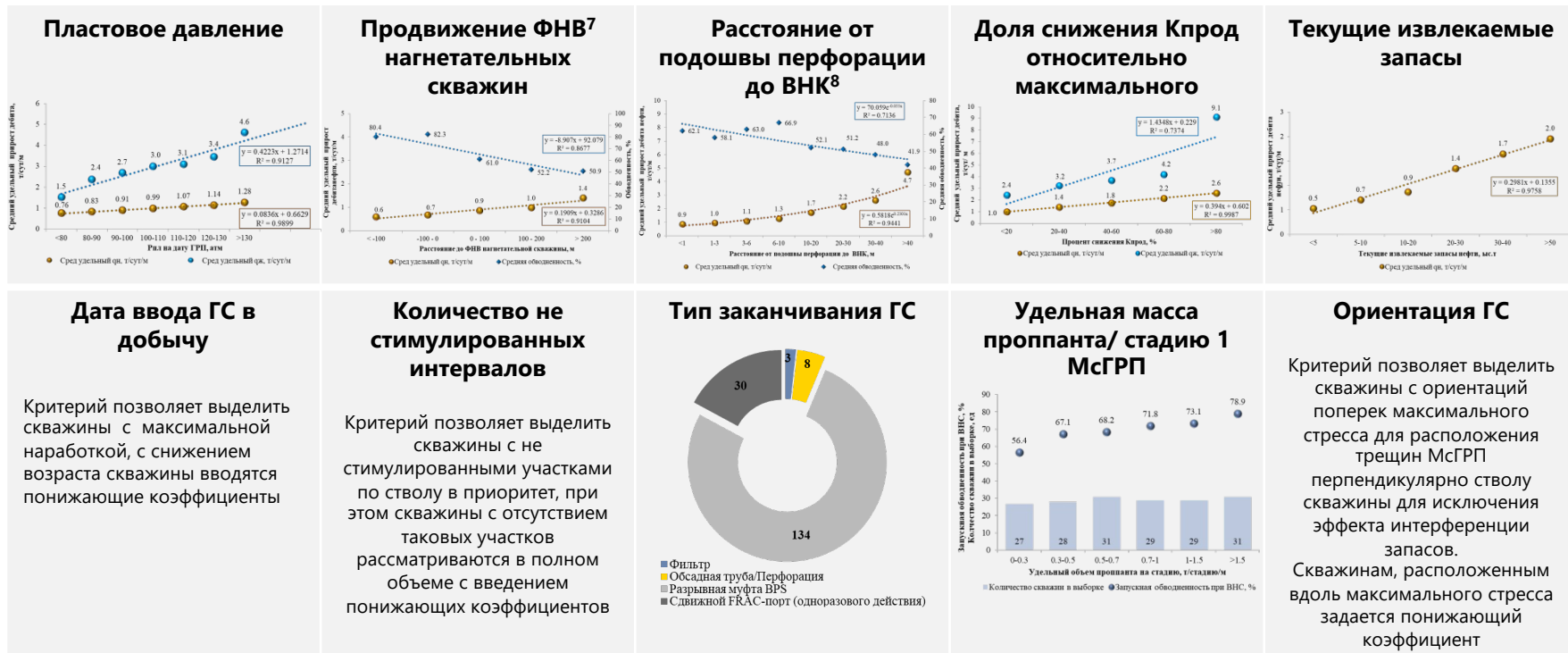
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ ДЛЯ МсГРП

АЛГОРИТМ РАНЖИРОВАНИЯ



КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ ДЛЯ МСГРП

СТАТИСТИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ



⁷ФНВ – фронт нагнетания воды

⁸ВНК – водо-нефтяной контакт

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ ДЛЯ МсГРП

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

- Расчет комплексного критерия для ранжирования скважин в ретроспективе (ГРП в ННС)

$$S_i = k(1) * w(1) + k(2) * w(2) + \dots + k(n) * w(n)$$

Где:

S_i – сумма произведений множителей и весов

k – множитель

i – порядковый номер скважины в базе ГТМ

w – вес критерия (задается = 1 на этапе ретро)

- Автоподбор весов вклада каждого геологического критерия в комплексный критерий по скважине



Критерий	min									max
Рпл, атм	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
Множитель, д.ед.	0.5	0.55	0.61	0.66	0.72	0.78	0.83	0.89	0.94	1
Удельный прирост дебита нефти, т/сут/м	0.68	0.76	0.83	0.91	0.99	1.07	1.14	1.22	1.3	1.37
ФНВ, м	-350	-200	-50	100	250	400	550	700	850	1000
Множитель, д.ед.	0.04	0.15	0.25	0.36	0.47	0.57	0.68	0.79	0.89	1
Удельный прирост дебита нефти, т/сут/м	0.09	0.35	0.6	0.86	1.11	1.37	1.62	1.88	2.13	2.39
ВНК, м	0.1	0.5	1	3	6	9	10	20	30	40
Множитель, д.ед.	0.32	0.32	0.33	0.37	0.42	0.47	0.49	0.66	0.83	1
Удельный прирост дебита нефти, т/сут/м	0.82	0.84	0.86	0.95	1.09	1.22	1.27	1.72	2.17	2.62
ТИЗ, тыс.г	0.1	1	10	20	30	40	50	60	70	80
Множитель, д.ед.	0.16	0.17	0.26	0.37	0.47	0.58	0.68	0.79	0.89	1
Удельный прирост дебита нефти, т/сут/м	0.45	0.48	0.75	1.05	1.35	1.65	1.96	2.26	2.56	2.86
Кпрод, %	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Множитель, д.ед.	0.33	0.4	0.48	0.55	0.63	0.7	0.78	0.85	0.93	1
Удельный прирост дебита нефти, т/сут/м	0.82	1.01	1.2	1.39	1.58	1.77	1.96	2.15	2.33	2.52
Дата, лет	1	2	3	4	5	10	15			
Множитель, д.ед.	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1			
Удельная масса проппанта	0.3	0.5	0.7	1	1.2	1.4	1.5			
Множитель, д.ед.	1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1	0			
Заканчивание, тип	Фильтр	FRAC порт	EPS	перф.						
Множитель, д.ед.	0	0.5	0.9	1						
Пропущенные интервалы, ед	0	1	2	3						
Множитель, д.ед.	0.7	0.8	0.9	1						
Ориентация ГС	Вдоль	Попере								
Множитель, д.ед.	0.7	1								

- Расчет комплексного критерия для ранжирования скважин в перспективе

$$S_i = k(1) * w(1) + k(2) * w(2) + \dots + k(n) * w(n)$$

$$K_{total\ i} = (S_i - MIN\ S) / (MAX\ S - MIN\ S)$$

Где:

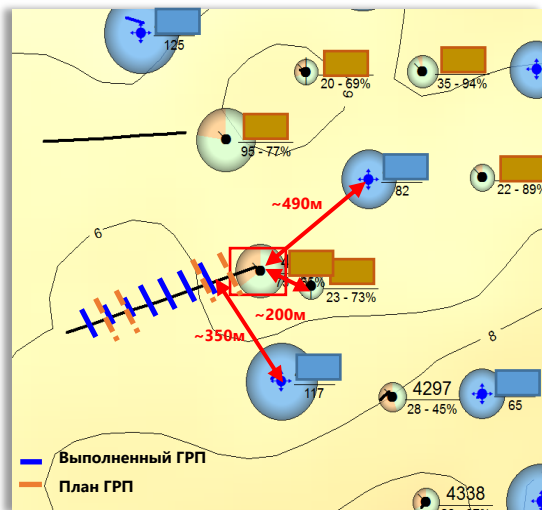
w – вес критерия (задается согласно подбору)

$K_{total\ i}$ – комплексный коэффициент для ранжирования скважин

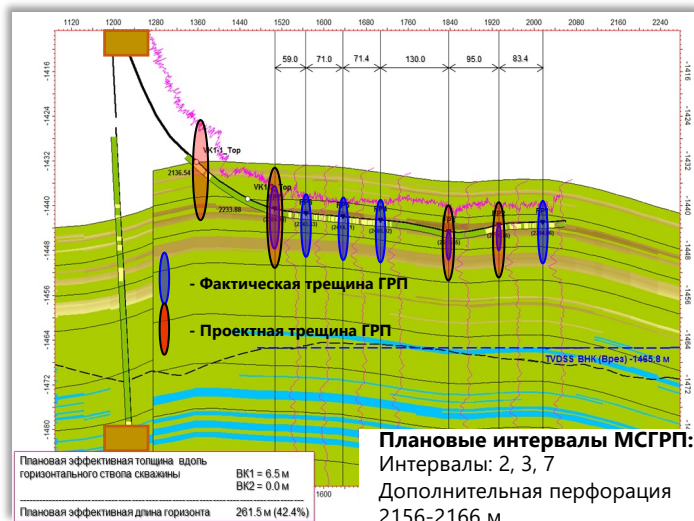
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ ДЛЯ МСГРП

ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫЙ АНАЛИЗ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Карта ОННТ⁹ и текущих отборов

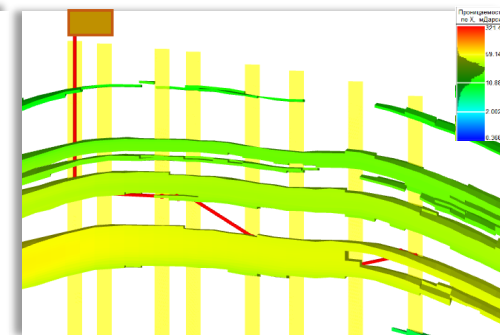


Разрез вдоль ствола скважины



Плановые интервалы МСГРП:
 Интервалы: 2, 3, 7
 Дополнительная перфорация
 2156-2166 м

Расчет прогнозных запусковых параметров на ГДМ¹⁰

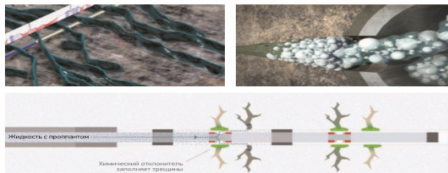


Прогнозные запусковые параметры:
 $q_n = 24.1$ т/сут
 $q_{ж} = 160$ м³/сут
 Дополнительная $Q_n = 11.8$ т.т.с за РП

⁹ОННТ – фронт нагнетания воды

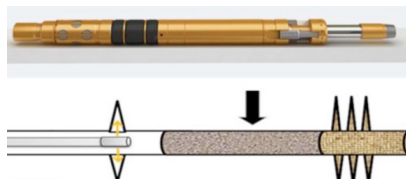
¹⁰ГДМ – гидродинамическая модель

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНЫХ МсГРП В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ



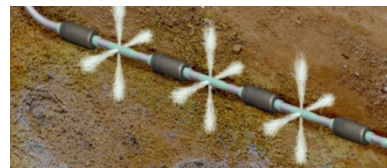
ХИМИЧЕСКИЙ ОТКЛОНИТЕЛЬ

- Проведение термометрии для выявления выработанных зон и принимающих интервалов, исследования температурного профиля горизонтального ствола скважины
- Закачка отклонителя и блокирование существующих трещин принимающих интервалов
- Перфорация (опционально)
- ГРП
- Проведение термометрии для установления месторасположения новой трещины ГРП за счет выявления температурных аномалий
- Повторение циклов требуемое число раз
- Освоение скважины



МАЛОГАБАРИТНЫЙ ПАКЕР

- Качественная подготовка скважины, выполнение шаблонирования во избежание осложнений и аварий при спуско-подъемных операциях малогабаритного пакера
- Посадка малогабаритного пакера для отсеечения открытых фрак-портов, расположенных выше;
- Проведение мини-ГРП
- Выполнение основного ГРП с недопродавкой проппанта
- Ожидание закрытия трещины и уплотнение проппантной отсыпки
- Перепосадка пакера бригадой капитального ремонта скважин в следующий интервал
- Повторение цикла требуемое число раз



ГРП НА ПАКЕРЕ МНОГОКРАТНОЙ УСТАНОВКИ

- Спуск компоновки в хвостовик на любую глубину
- Установка пакера
- Циркуляция абразивной смеси для прорезки обсадной колонны и каналов в пласте – гидropескоструйная перфорация
- Проведение основного ГРП
- Срыв пакера
- Подъем к следующему интервалу
- Посадка пакера
- Повторение цикла требуемое число раз



СЕЛЕКТИВНЫЙ ПЛАЩЕЧНЫЙ ПАКЕР

- Подготовка ствола скважины
- Спуск инструмента в требуемый интервал, позиционирование
- Пакеровка инструмента
- Активация чашечного пакера
- Тестирование на приемистость
- Проведение основного ГРП
- Распакеровка, перевод инструмента в транспортное положение
- Подъем к следующему интервалу
- Посадка пакера
- Повторение цикла требуемое число раз

ВЫВОДЫ ИТОГИ РАБОТЫ

Скважина	Тип хвостовика	Год	Запускной прирост, кв. т/сут	Запускной прирост, кв. т/сут	Доп добыча жидкости за РП, тыс.тн.	Доп добыча нефти за РП, тыс.тн.
1	перф.	2018	85	11.7	24.1	4.0
2	перф.	2019	201	11.3	61.6	12.8
3	перф.	2019	93	11.9	9.6	-6.4
4	BPS	2019	345	13.7	384.5	-1.8
5	BPS	2020	119	9.5	438.6	26.9
6	перф.	2020	211	8.1	196.6	15.3
7	BPS	2020	208	32.6	223.0	36.6
8	BPS	2021	172	21.6	274.9	27.3
9	BPS	2021	197	9.9	221.7	10.0
10	BPS	2021	90	7.7	249.7	-2.7
11	BPS	2021	216	14.9	368.8	26.3
12	BPS	2021	213	14.0	433.5	9.3
Ср. значение				13.9		13.1

- Апробация предложенного алгоритма выбора скважин для повторных избирательных МсГРП произведена в 2019-2022 г на 12 скважинах пласта ВК1 Каменного ЛУ
- Успешность технологическая – 90% (10% плановых трещин не инициировано)
- Успешность геологическая – 70% (30% не достигнута дополнительная добыча нефти)
- Результаты анализа проведенных мероприятий перешли в категорию обучающей выборки, на основании которой дорабатываются зависимости и корректируются прогнозные показатели для скважин-кандидатов



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

«Тюменский нефтяной научный центр»



Синицына Татьяна Ивановна



+7 (3452) 529 090



tisinitsyna@tnnc.rosneft.ru

