

Практический опыт применения алгоритмов машинного обучения для оптимизации сроков строительства скважин

Санкт-Петербург, 2020

- Введение
- Дорожная карта проекта
- Технологическая проводка скважин
- Практическое применение
- Заключение

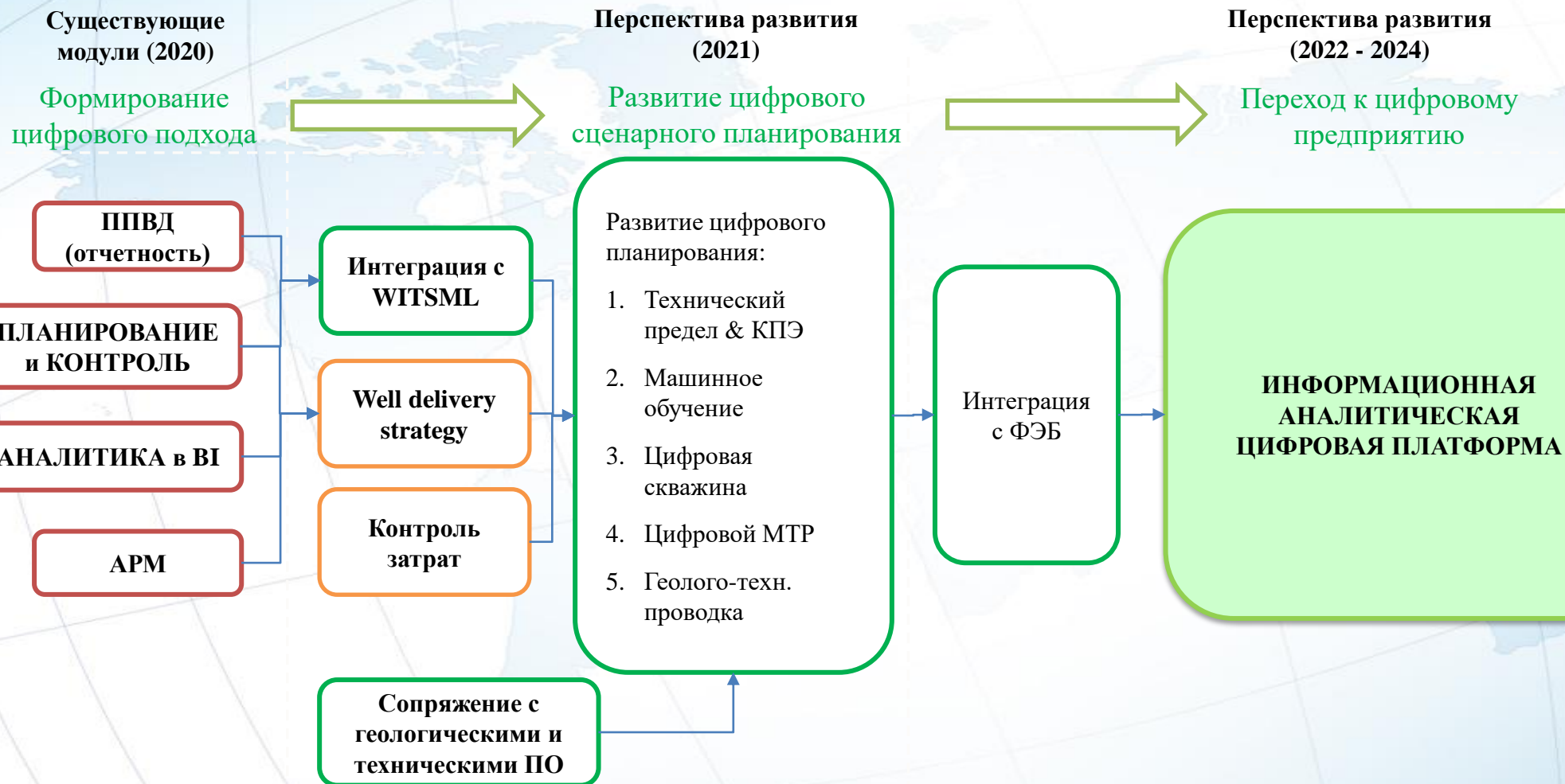
Газпром Интернэшнл является единой специализированной компанией по реализации проектов ПАО «Газпром» в области поиска, разведки и разработки месторождений углеводородов за пределами Российской Федерации. Сегодня Газпром Интернэшнл ведет деятельность на четырех континентах и участвует в реализации проектов различного масштаба.



Свойства:

- **Собственная российская разработка**
- **Поддержка двух языков**
- **Интерактивная карта работ**
- **Корпоративное хранилище данных**
- **Покрывает весь цикл производственных работ**
- **Единый централизованный портал с ранжированием доступа**

Дорожная карта развития СМПО

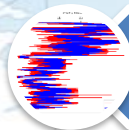


Технологическая проводка скважин

Цели и задачи: Сокращение непроизводительного и скрытого непроизводительного времени за счет



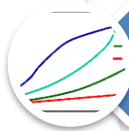
Расчет чистого времени бурения и СНПВ



Прогнозирование МСП и интервалов осложнений



Определение причин отклонений



Подбор параметров режима бурения



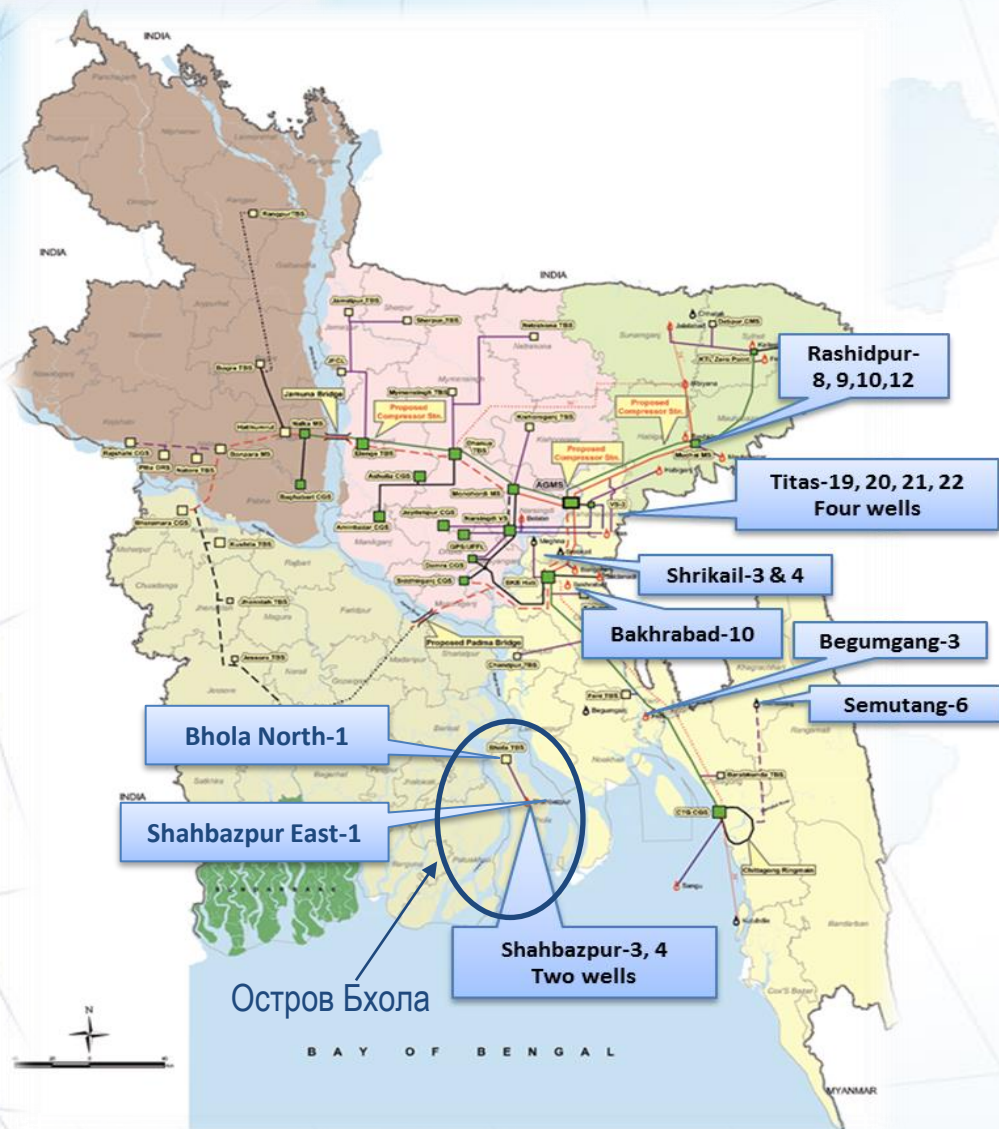
Расчет потенциала экономии времени



Выявление наиболее существенных факторов (Q, TQ, WOB и т.д.)



Сравнение эффективности долот на соседних скважинах



Общее количество скважин - 17 успешно пробуренных скважин



Наиглубокая скважина – **Shahbazpur-3** (TD – **3902 м**)



Более **58 000 м** горных пород пробурено



Максимальный дебит при испытаниях – **33,62 MMscf/d**

Апрель 2012 –
Ноябрь 2014

- Бурение **10** разведочных и эксплуатационных скважин на 6 газовых месторождений

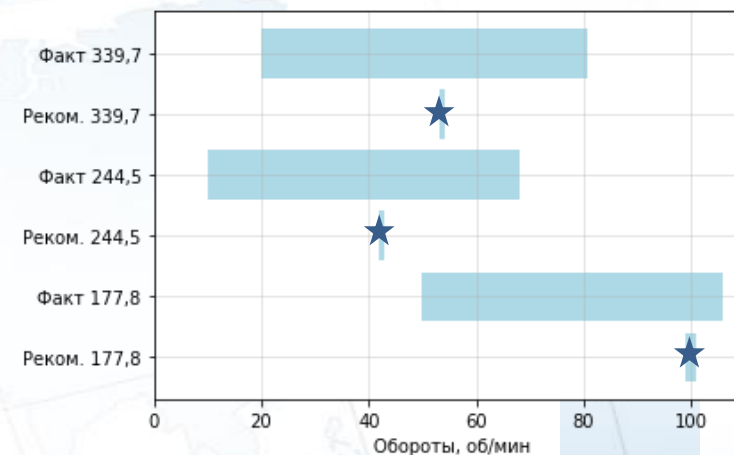
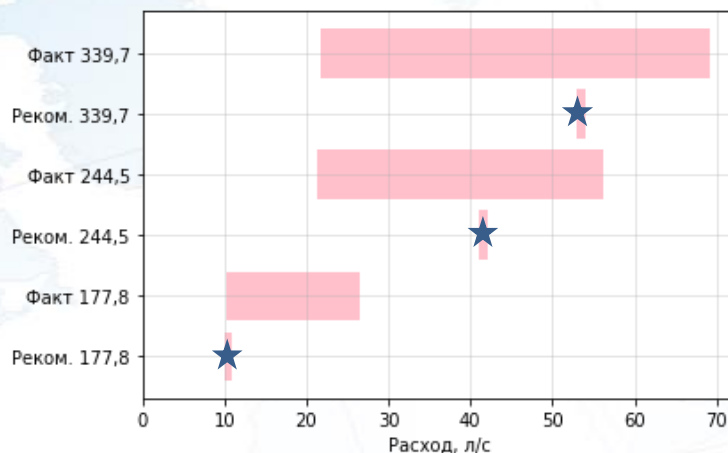
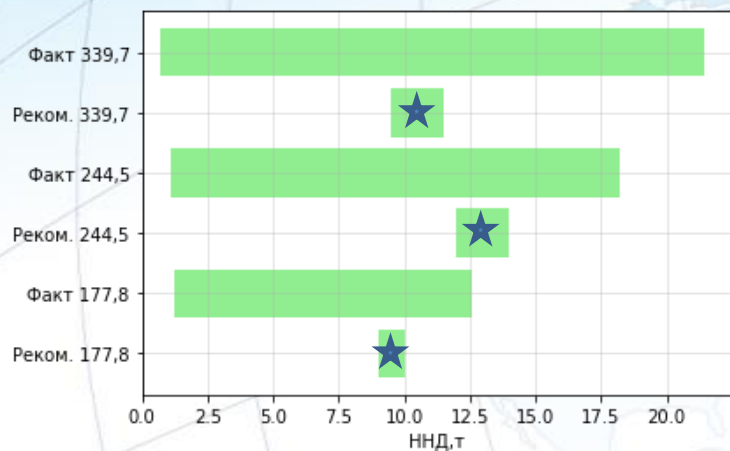
Сентябрь 2015 –
Ноябрь 2016

- Бурение **5** разведочных и эксплуатационных скважин на 3 газовых месторождений

Март 2017 –
Март 2018

- Бурение **2** разведочных скважин на острове Бхола

1. Рекомендуемые параметры режима бурения



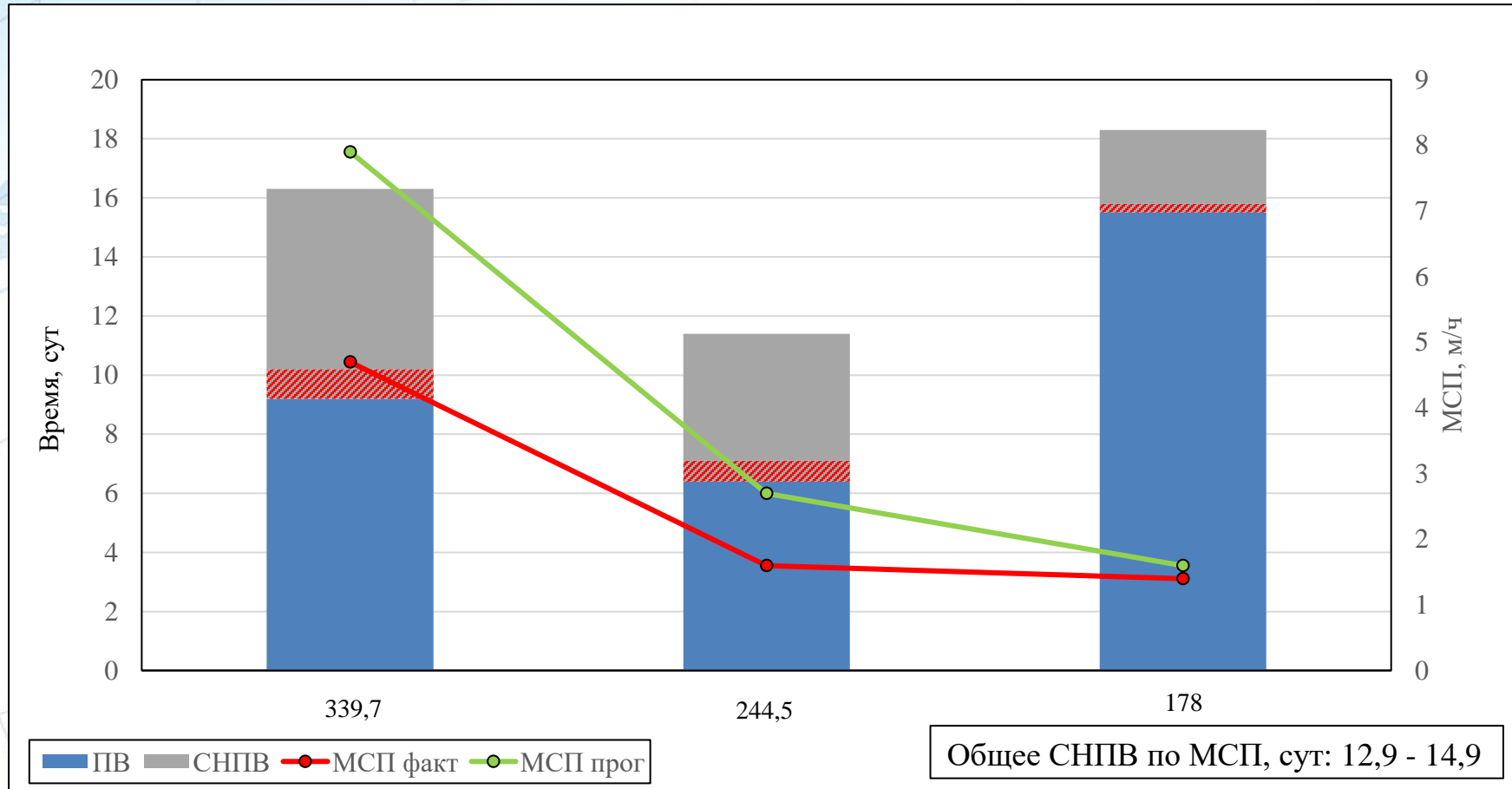
2. Выявление осложнений

Проведен ретроспективный анализ данных по скважинам и выявлены потенциальные участки с плохим качеством очистки ствола.

Параметры режима бурения

Секция, мм	Значения параметров	ННД, т	Обороты, об/мин	Расход, л/с
393,7	Факт	0,7 – 21,4	20 – 80,6	21,7 – 69,1
	Оптимум	9,5 – 11,5	53 - 54	53 - 54
244,5	Факт	1,1 – 18,2	10 – 68,2	21,3 – 56,3
	Оптимум	12 - 14	42 - 43	41 - 42
178	Факт	1,2 – 12,6	49,7 – 105,7	10,3 – 26,6
	Оптимум	9 - 10	99-101	10 - 11

Итоговые результаты

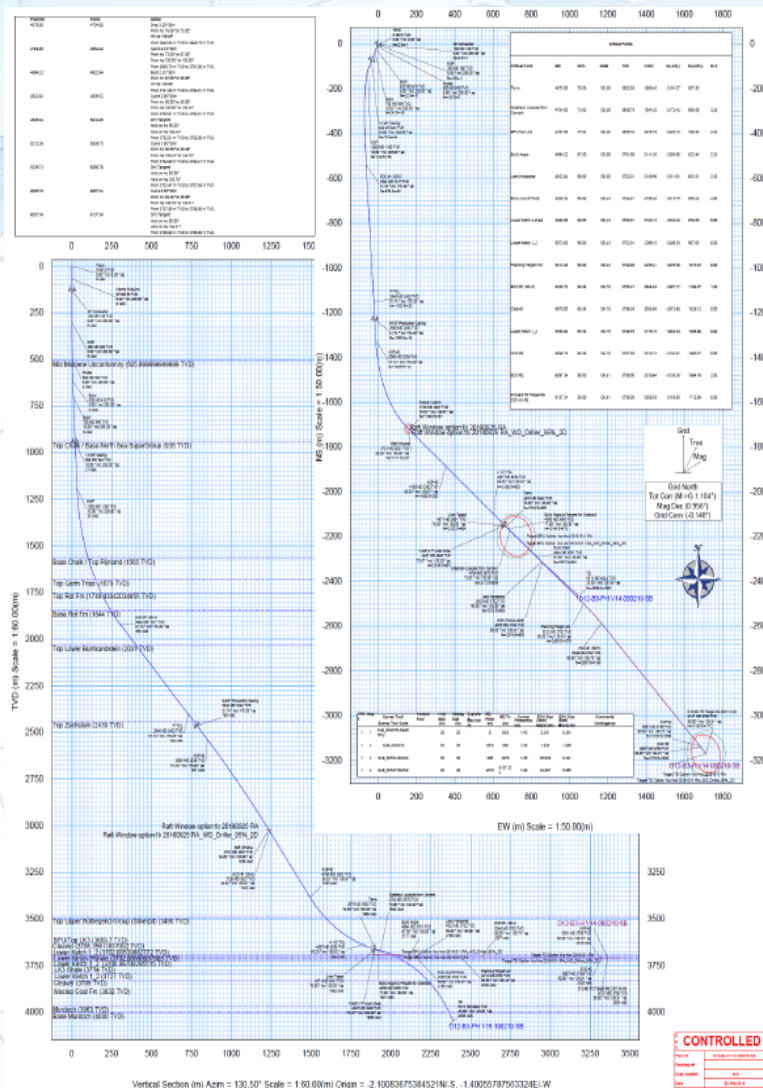


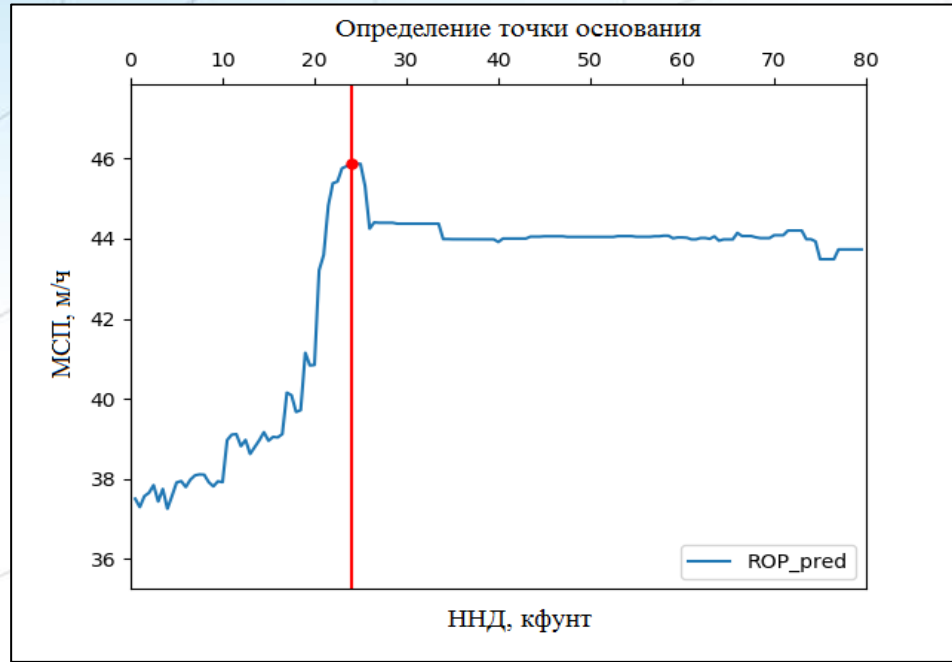
Секция	Интервал, м	Ср. МСП до, м/ч	Ср. МСП после, м/ч	Чистое время бурения, сут	Потенциал экономии, сут	Потенциал экономии, %
339,7	670 - 2500	4,7	7,9	16,3	6,1 – 7,1	37,4 – 43,6
244,5	2550-3000	1,6	2,7	11,4	4,3 – 5,0	37,7 – 43,9
178	3100-3700	1,4	1,6	18,3	2,5 – 2,8	13,7 – 15,3

Месторождение Силлиманит, скважина ВЗ

Выполненные работы:

- Расчет чистого фактического времени бурения;
- Выявление наиболее значимых факторов (Q, WOB и т.д.);
- Оценка потенциала экономии времени:
 - ✓ Обновление норм по КПЭ;
 - ✓ Оптимизация параметров бурения;
- Определение точки основания на графике зависимости МСП от ННД;
- Оценка суммарного экономического эффекта.





Пример теоретического определения точки основания с помощью модели.

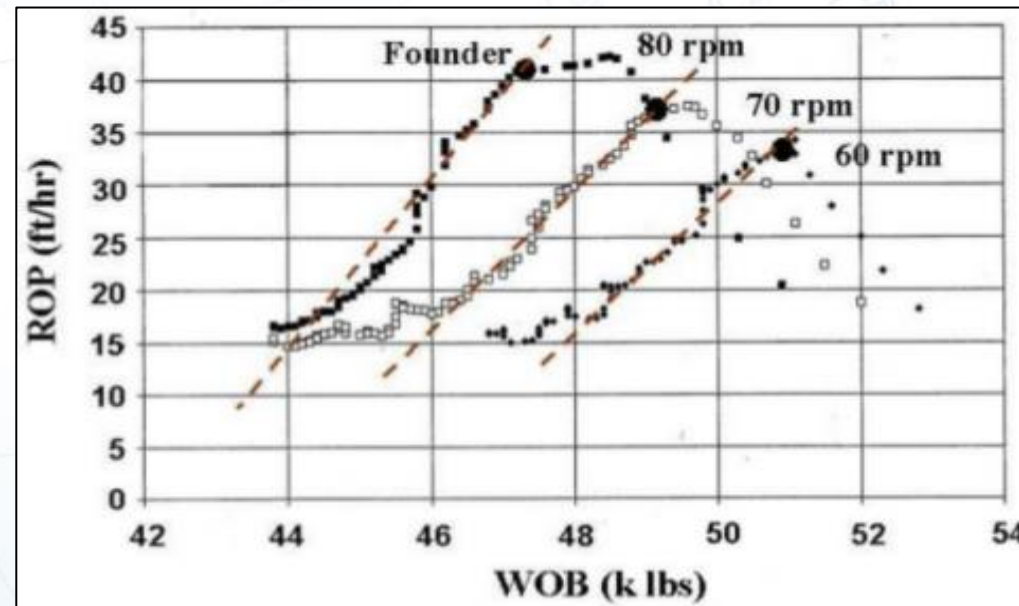
Входные данные: MD, TVD, MW, RPM, WOB, FR

Выходные данные: ROP, TRQ

Значения оценочных параметров (МСП)

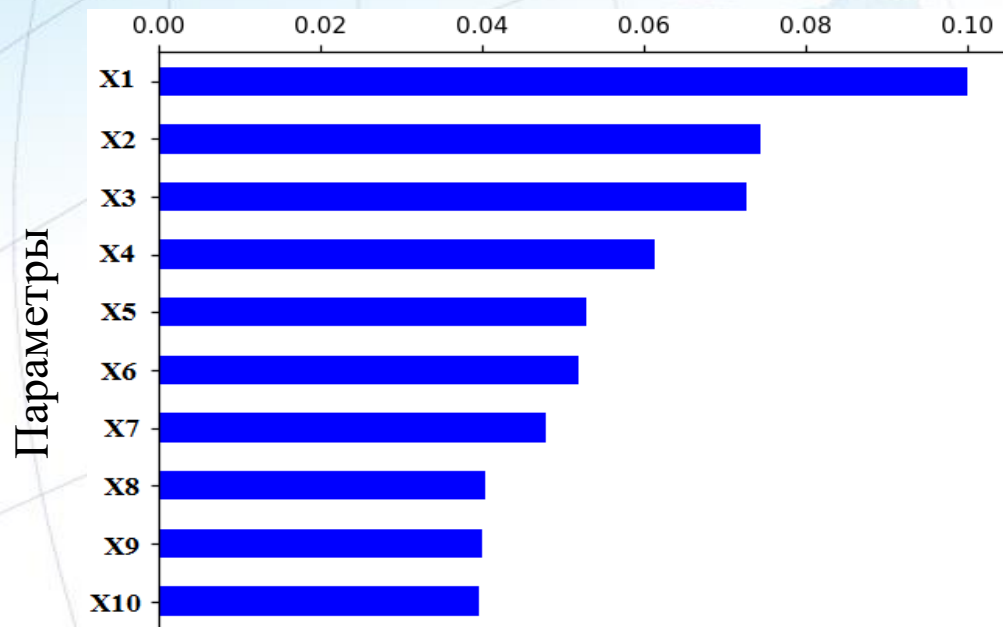
R^2_{test}	R^2_{cv}	MAPE	MAE
0,907	0,907	1.4 %	0.46 ± 0.06 m/h

Пример экспериментального определения точки основания



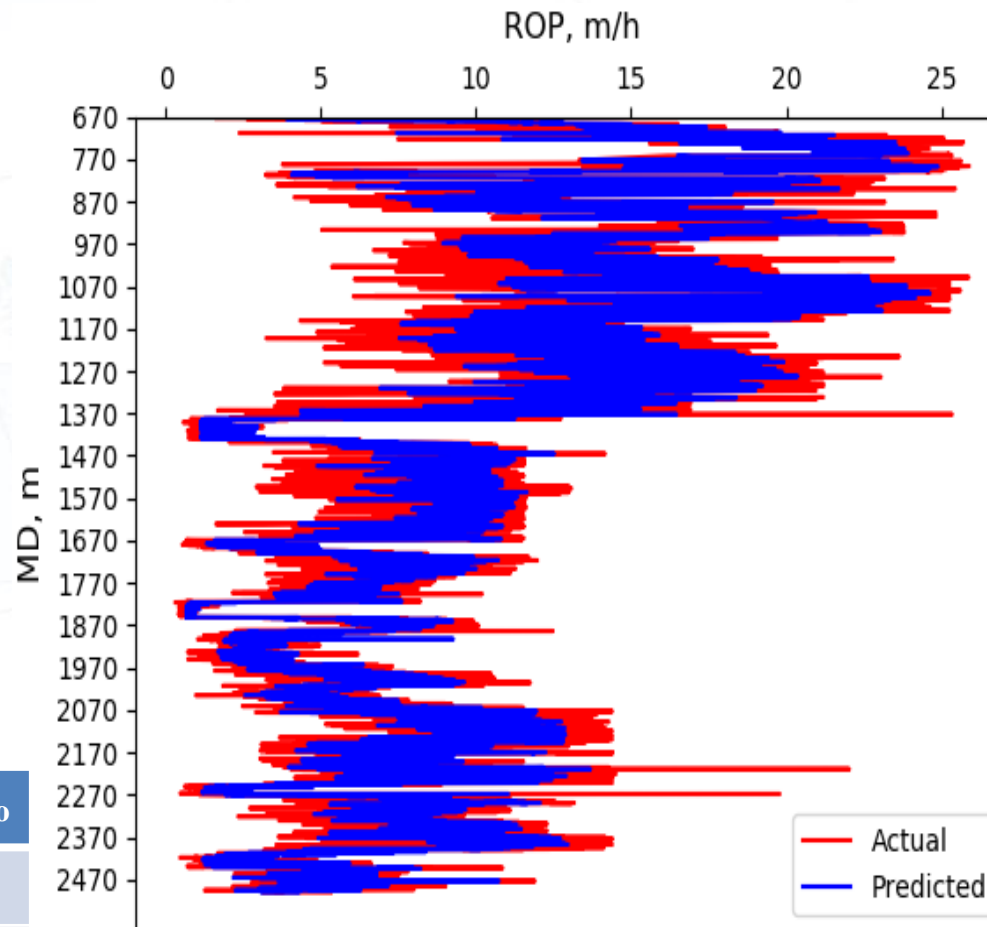
Проект в Северном море – определение наиболее значимых факторов

Коэффициент значимости



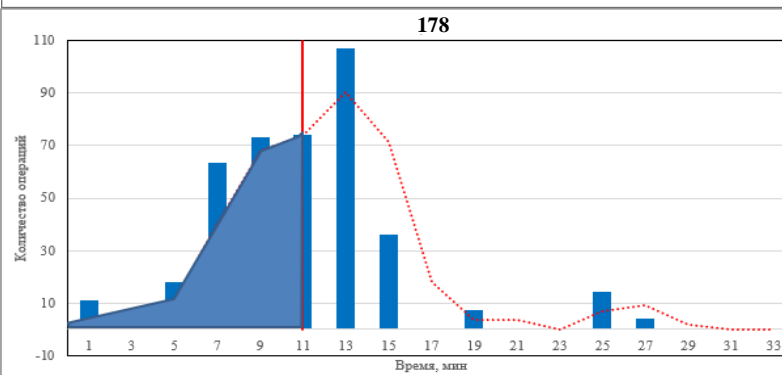
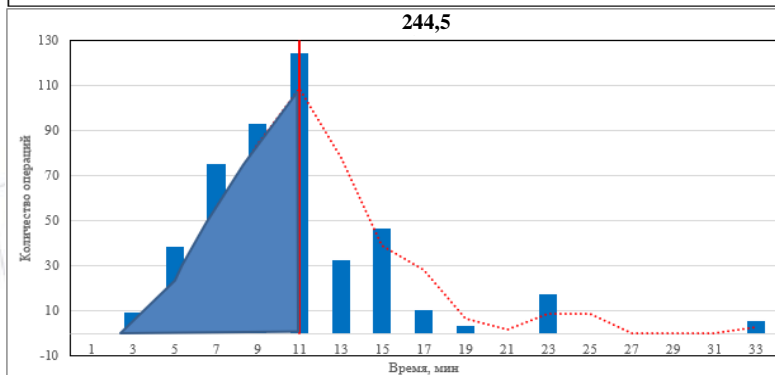
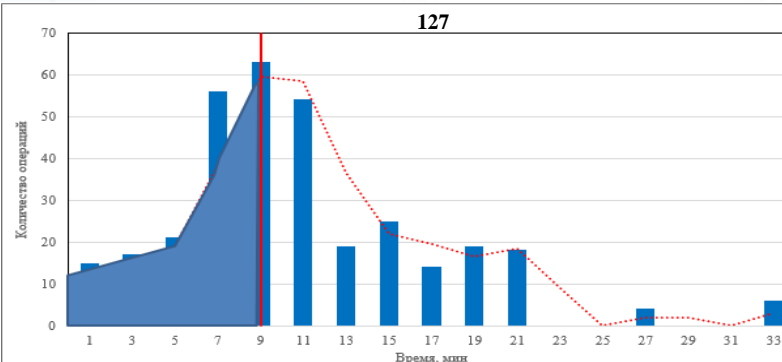
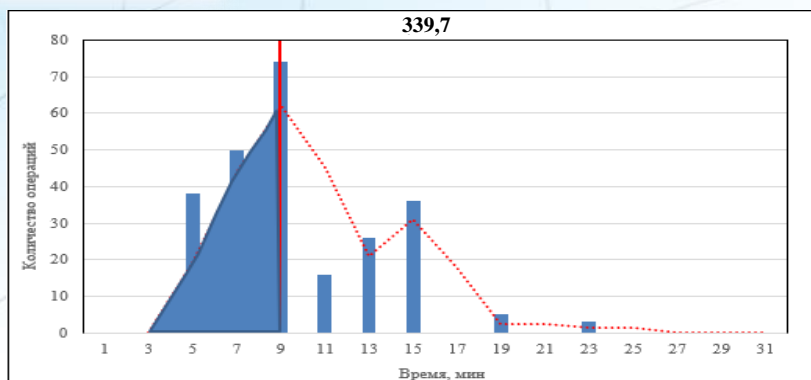
Сводные результаты

Секция, мм	339,7	244,5	178	127	Итого
Общее время чистого бурения, ч	26.7	122.2	62.8	45.4	257.1
Потенциал экономии времени, ч	4.1 - 5	29.2 – 38.3	12.9 – 14.7	4.7 – 5.7	50.9 – 63.7
Потенциал экономии времени, %	15.3 – 18.6	23.9 – 31.3	20.6 – 23.4	10.5 – 12.6	19.8 – 24.8



Общая экономия времени: 2.1 – 2.7 суток.

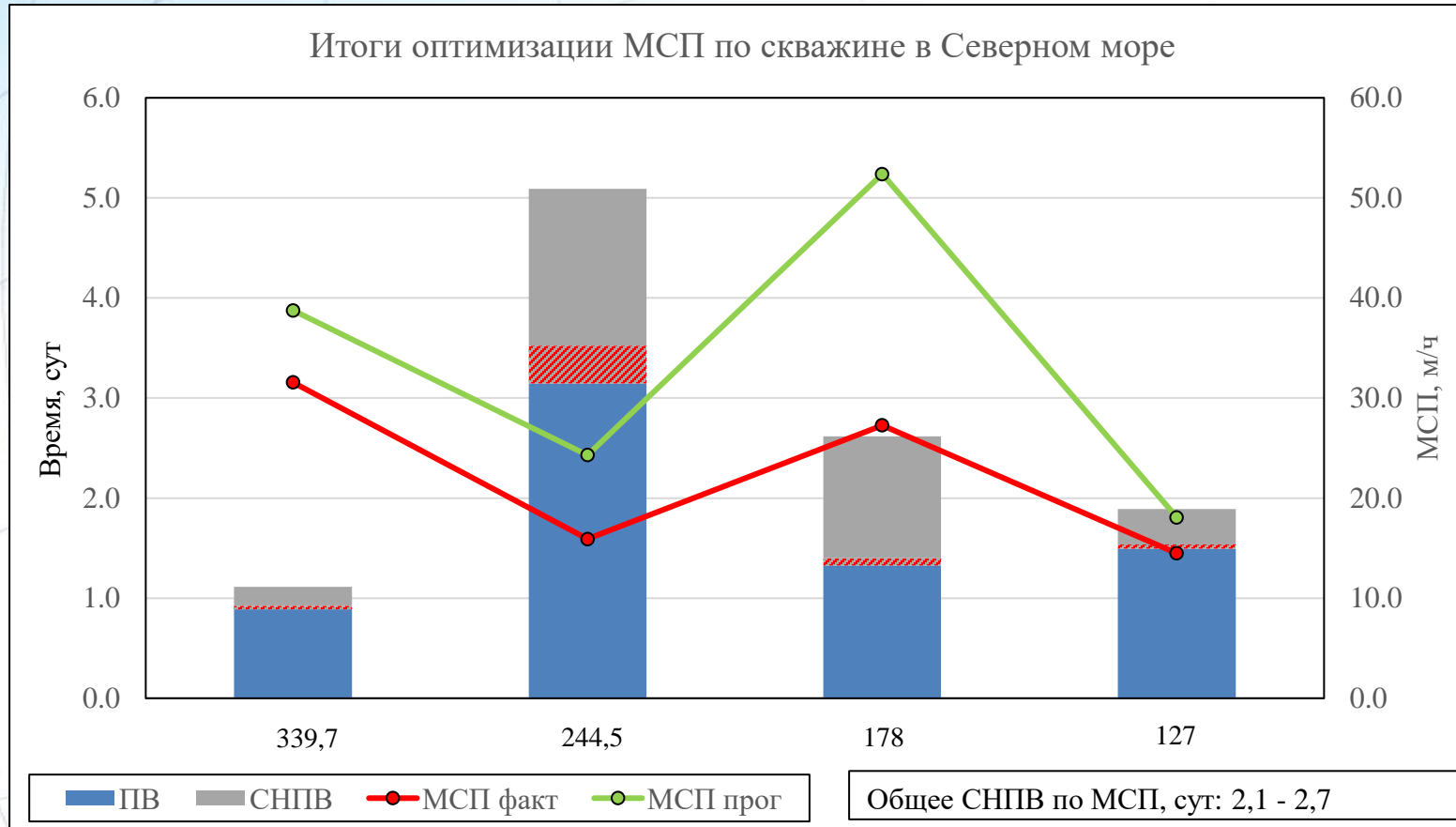
Проект в Северном море – обновление норм по КПЭ W2W



**Общая
экономия
времени:
1.2 суток.**

Секция, мм	339,7	244,5	178	127	Итого
Общее время наращивания (+ промывки/проработки), ч	11.8	39.6	27.5	10.1	88.9
Норма по показателю W2W, мин	9.0	11.0	11.0	9.0	-
Количество выполненных операций по наращиванию	76	170	61	42	349
Потенциал экономии времени, ч	0.4	8.4	16.3	3.8	28.9

Проект в Северном море – итоговые результаты

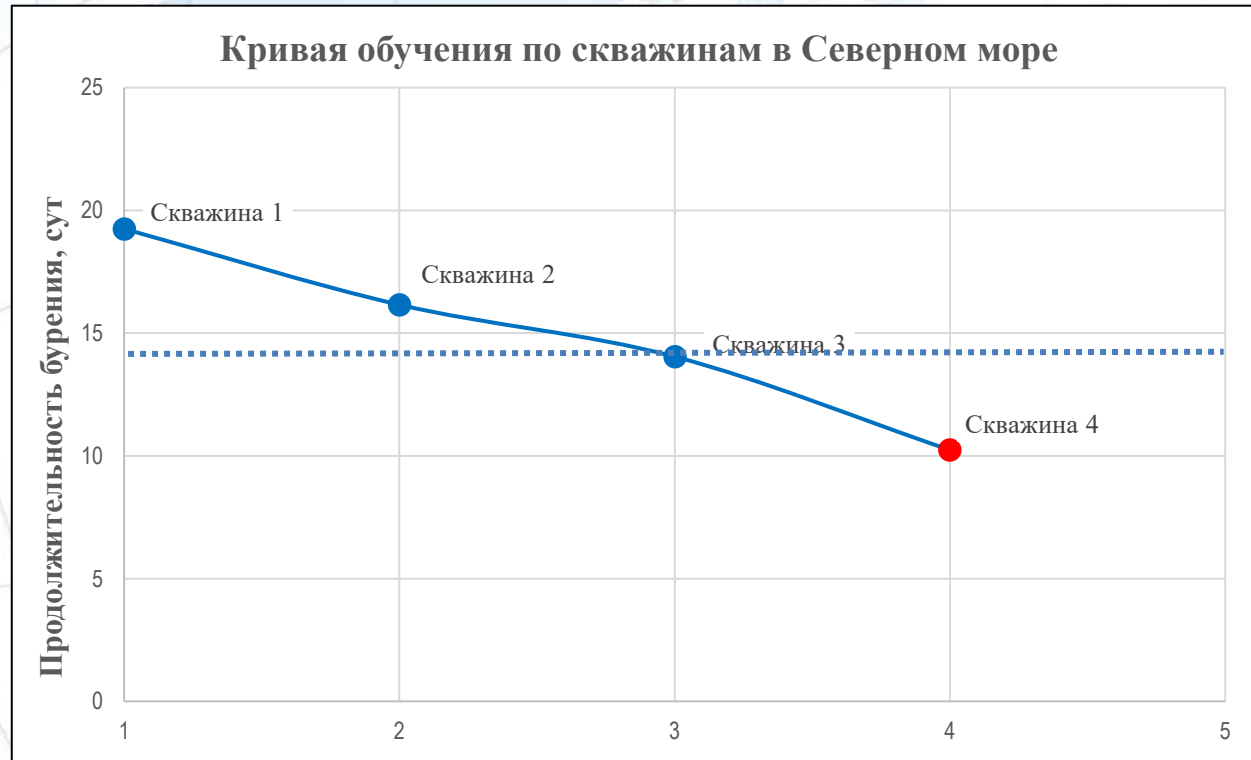


Общее сокращение времени на бурение всей скважины с учетом времени наращивания составляет 3.3 – 3.9 суток.

Секция, мм	Интервал, м	Ср. МСП факт, м/ч	Ср. МСП прогноз, м/ч	Чистое время бурения, сут	Потенциал экономии, сут	Потенциал экономии, %
339,7	138 - 981	31,6	38,8	26,7	4,5 – 5,4	11,7 – 14,0
244,5	981 - 2926	15,9	24,3	122,2	37,6 – 46,7	23,2 – 28,9
178	2926 - 4639	27,3	52,4	62,8	29,2 – 31,0	32,3 – 34,3
127	4639 - 5297	14,5	18,1	45,4	8,5 – 9,5	15,3 – 17,1

Заключение

В рамках развития ИУС-СМПО одним из приоритетных направлений является применение машинного и глубокого обучения.



- ↓ НПВ + СНПВ
- ↓ РИСКИ
- ↓ СТОИМОСТЬ
- ↑ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

	Потенциал экономии, %
Бангладеш	7,4 – 8,5
Северное море	1,4 – 1,8

Практический опыт применения алгоритмов машинного обучения для оптимизации сроков строительства скважин

Санкт-Петербург, 2020