

ЭКО

цифровая платформа

.....

Техническая презентация
2023



Содержание



Компоненты цифровой платформы ЭКО



ЭКО: Репозиторий данных



ЭКО: Планирование бурения



ЭКО: Аналитика и мониторинг
в реальном времени



Отчетность и КПЭ

Компоненты платформы ЭКО



Шлюз (промышленный компьютер)

- физически установлен на буровой
- собирает данные бурения с датчиков (буровая, ГТИ, ННБ, СКЦ)
- производится обработка и вычисления
- передает данные на Дата центр

Дата центр

- репозиторий данных
- инструмент управления данными
- к Дата центру удаленно подключаются пользователи

Удалённый Мониторинг:

Отслеживание проектов и соответствия стандартам качества и регламентам QHSE

Удалённое Управление:

Оперативный контроль и супервайзинг буровых бригад и координационный центр

*Представленная схема является одной из возможных. Существует большое количество опций интеграции мощностей ЭКО с инфраструктурой заказчика

Технические особенности платформы

- 01** Интерфейс ЭКО — это веб-приложение, доступное в любой операционной среде и на любых типах устройств.
Нет необходимости в установке дополнительного ПО на устройствах пользователей.
- 02** ЭКО может быть развернута на едином физическом сервере (буровой станок) или группе серверов, расположенных в дата-центре или облачной инфраструктуре.
- 03** Платформа реализована на основе операционной системы Linux.
- 04** Поддержка стандартных протоколов: OAuth2.0, Modbus, WITS0; WITSML 2.0. Интеграция с существующими закрытыми системами клиента.
- 05** Аппаратная часть комплекса ЭКО:
- Шлюз;
 - Интерактивный монитор буровщика (опционально);
 - Возможна интеграция с оборудованием и сервисами сторонних организаций.

ЭКО: репозиторий данных

1

Агрегатор данных:

- Сбор всех данных в процессе строительства скважины
 - Показания датчиков (Буровая, ГТИ, ННБ, ГТИ, СКЦ и т.д.)
 - Импорт или ручной ввод метаданных по скважине



2

Репозиторий данных:

- Общая информация
- Геология и геомеханика
- Конструкция
- Бурильные и обсадные колонны
- Растворы
- Плановые траектории и данные инклинометрии
- ГГД (план/факт)
- Исторические данные бурения
- Данные расчетов (планинга и реального времени)



3

Работа с данными:

- Удобный и быстрый доступ ко всем историческим данным с любого устройства
- Заказчик является владельцем данных
- Хранение данных на сервере Клиента или облачном ресурсе
- Данные не могут быть скомпрометированы
- Выгрузка в форматах las/csv

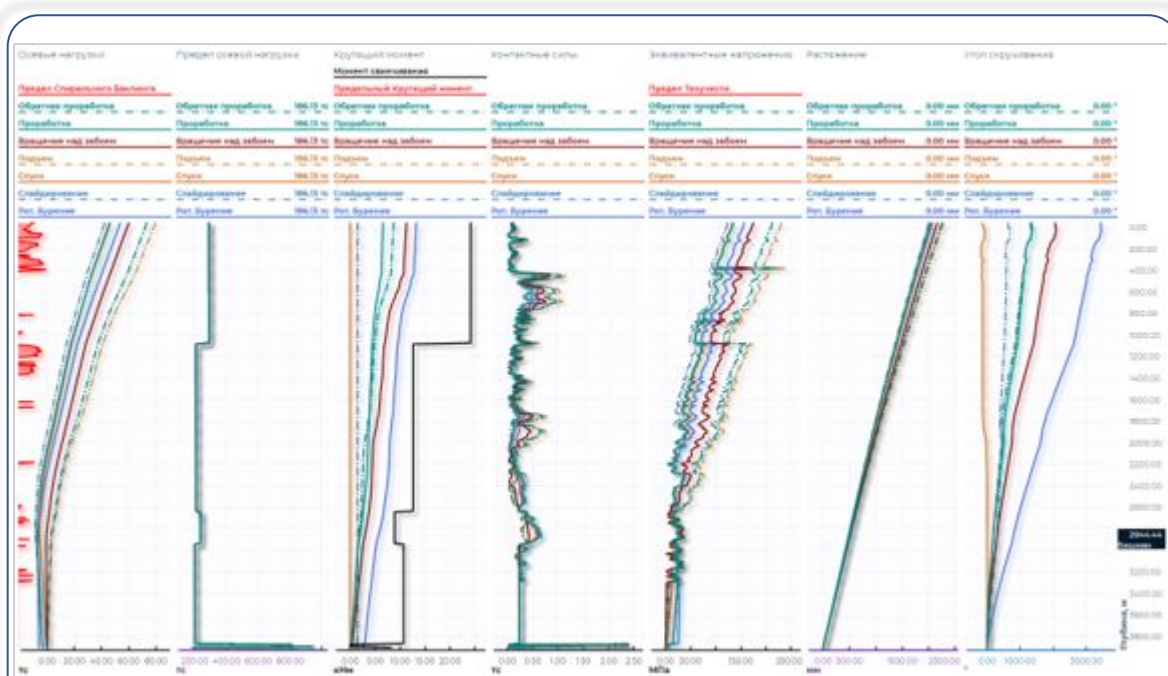


ЭКО: Планирование бурения

- ✓ Плановые расчёты механики и гидравлики скважины
- ✓ Дорожная карта бурения
- ✓ Планирование траектории скважины
- ✓ Риски сближения с соседними скважинами

Плановые расчёты механики, гидравлики

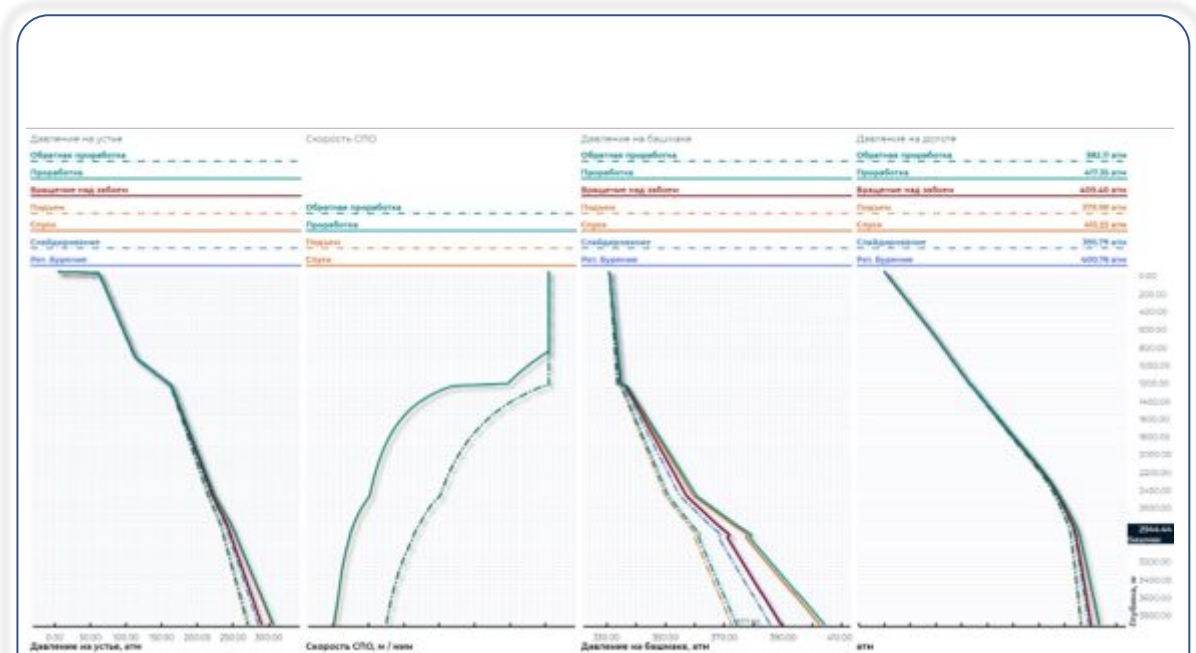
Механические расчёты:



- Осевые нагрузки, моменты кручения/растяжения/сжатия по длине БК и по глубине
- Предельные нагрузки
- Нагрузка и момент на долоте
- Усталостный износ



Гидравлические расчёты:



- Давление на стояке, в рабочей колонне, в затрубном пространстве
- ЭСП, ЭЦП
- Замещение, запуск насосов
- Свабирование и поршневание



Дорожная карта бурения

✓ Автоматическое отслеживание исполнения режимных параметров во время бурения

✓ Калькулятор оптимизации МСП\ННД

✓ Предупреждение о геологических осложнениях при подходе к интервалу

Карта режимов бурения (посекционно) с возможностью добавления интервалов-исключений:

Карта бурения

№	Глубина, м	Отверстие	Рабочий интервал, м/сек		ОП, об/мин		МСП, м/г		СОЛО-Плывун, м/сек		СОЛО-Слюн, м/сек		ННД, %	
			От	До	От	До	От	До	От	До	От	До	От	До
000	0000	Рот Бурения	4000	5500	4000	8000	3000	4000	000	000	000	000	800	1500
		Смазочные	4000	5500	000	000	3000	4000	000	000	000	000	800	1500
		Посрботка	4000	5500	4000	8000	000	000	020	020	020	020	400	500
		Обрезная посрботка	4000	5500	4000	8000	000	000	020	020	020	020	000	000
		Циркуляция	4000	5500	4000	8000	000	000	000	000	000	000	000	000

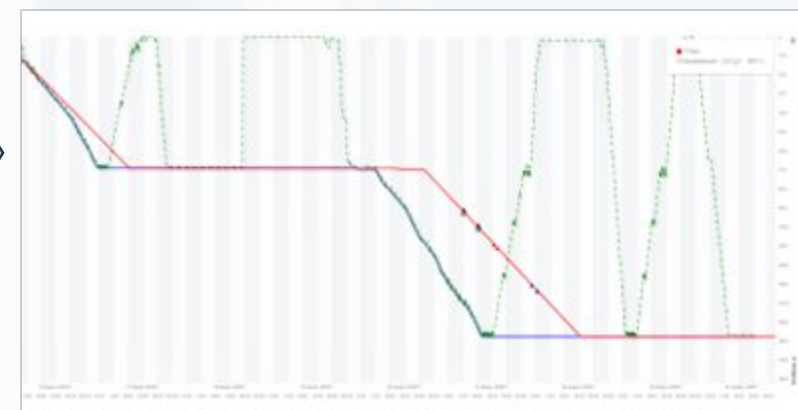


Карта геологических осложнений:

Дорожная карта геологических осложнений

#	название литостратиграфии	Истинно вертикальная глубина, м	Глубина предупреждения, м	Тип	Сообщение предупреждения
1	Ауская свита	3238.00	3283.90	ГНВП	Внимание! Вы приближаетесь к пласту с А...
2	Ауская свита	3283.90	3336.60	ГНВП	
3	Банинская свита	3336.60	3365.20	ГНВП	
4	Абалаская свита	3365.20	3450.80	ГНВП	

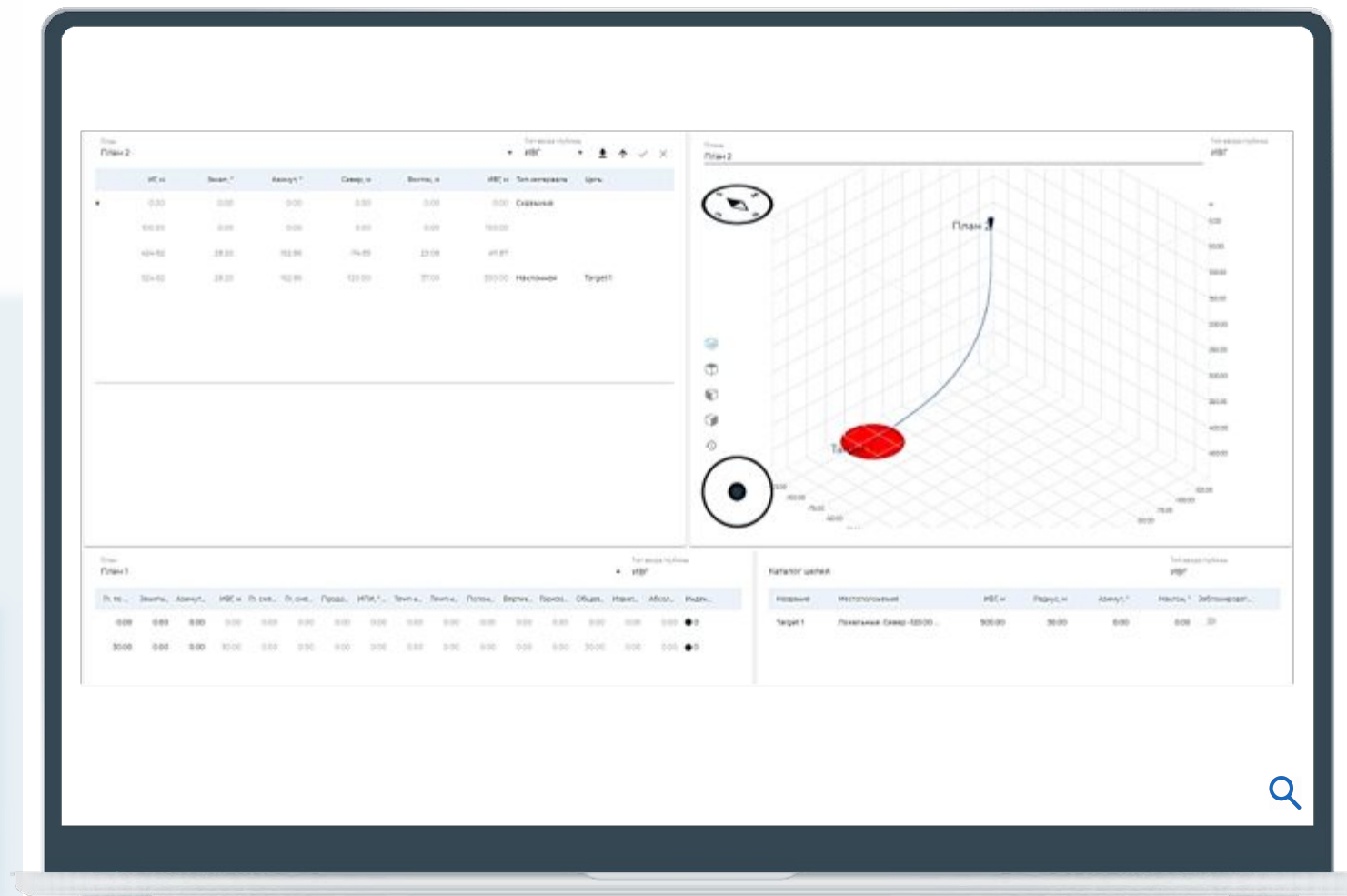
Редактировать



Планирование траектории скважины

Быстрый и точный инструмент для проектирования траектории скважины.

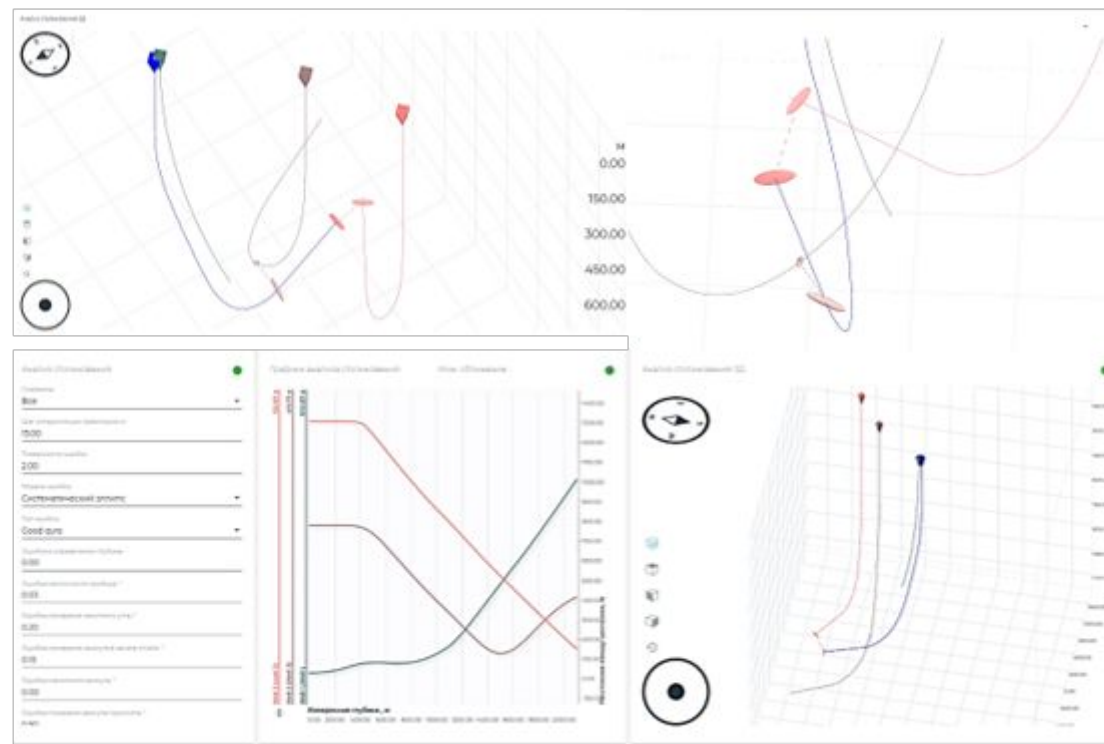
- Построение плановых профилей(траекторий) скважин на заданные геологические цели
- Создание и редактирование геологических целей
- Перестроение плановой траектории исходя из фактических замеров
- Построение траекторий с учетом анализа сближений с соседними скважинами
- Математические алгоритмы для автоматического построения траектории до цели
- 3D визуализация плановых и фактических профилей скважин
- Анализ плановой траектории на гидравлические и механические нагрузки
- Генерация отчета плановой и фактической траектории для согласования заказчика



Риски сближений с соседними скважинами

Предупреждение столкновений при направленном бурении.

- Анализ столкновений скважин на стадии проектирования и в режиме реального времени
- Расчет расстояний между стволами скважин
- Расчет коэффициентов расхождения скважин (Separation factor)
- Оперативное предупреждение при рисках столкновений
- 3D визуализация анализируемых скважин с опасными участками столкновений
- Формирование отчета об анализе столкновений выбранных скважин
- Гибкие настройки расчета эллипсов неопределенностей



3 основные модели ошибок замеров:

01. Конус ошибки
02. Систематический эллипс
03. ISCWSA



ЭКО: Аналитика и мониторинг в реальном времени

- ✓ Цифровой двойник
- ✓ Технологические пределы
- ✓ Веера весов и моментов
- ✓ Геолого-технологический анализ по скважине
- ✓ Инструменты мультискважинного анализа
- ✓ Контроль ЭЦП и MSE
- ✓ Оценка усталостного износа бурового инструмента

Что такое Цифровой двойник?

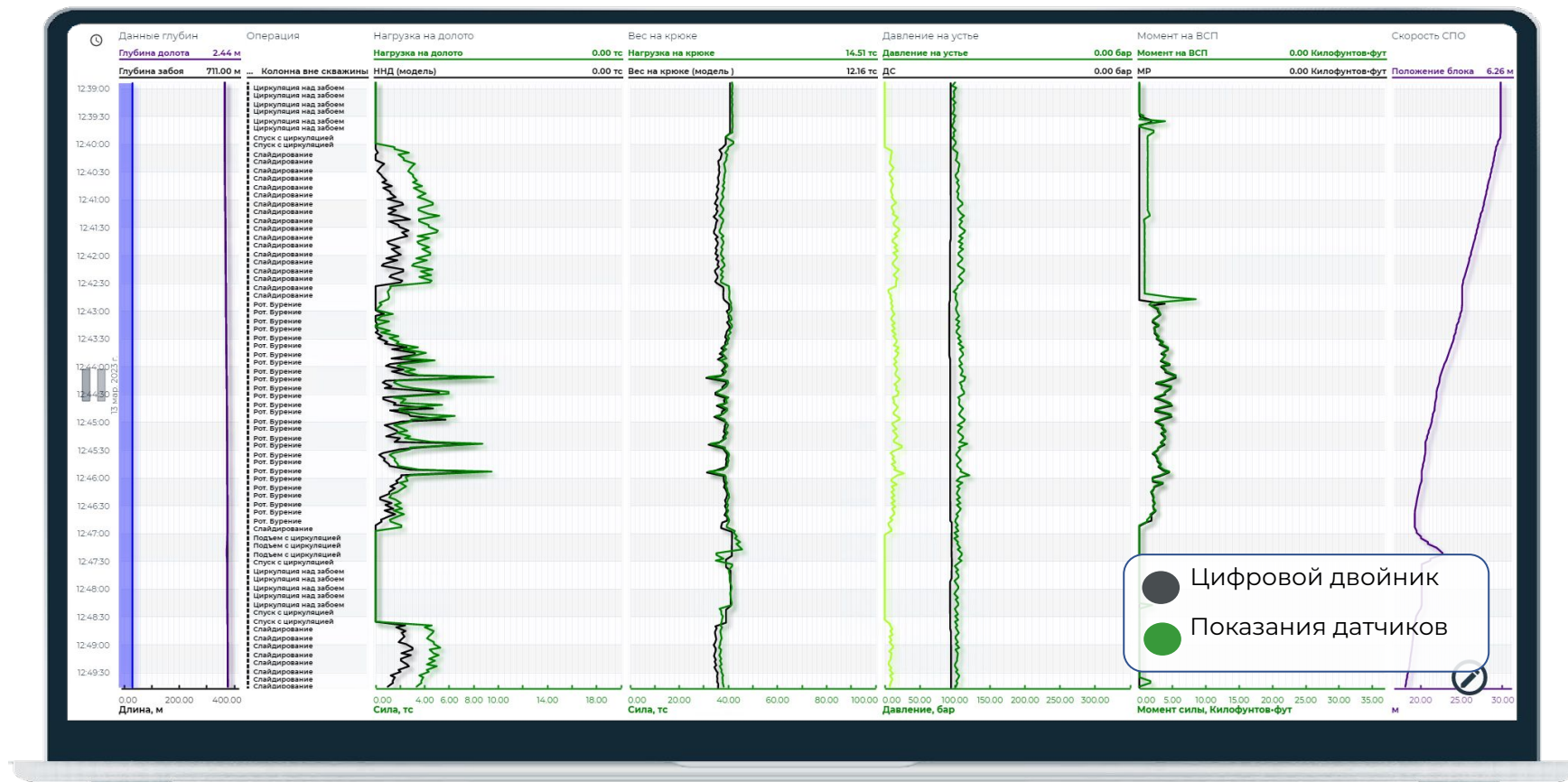
Консервативные инструменты планирования

«Цифровой двойник» – это физико-математическая модель бурения, которая **обновляется с частотой 1 Гц** в зависимости от поступающих данных

Динамический цифровой двойник **калибруется на основании данных датчиков на поверхности** (ГТИ, буровая установка, телеметрия) и **автоматически определяемых технологических операций**

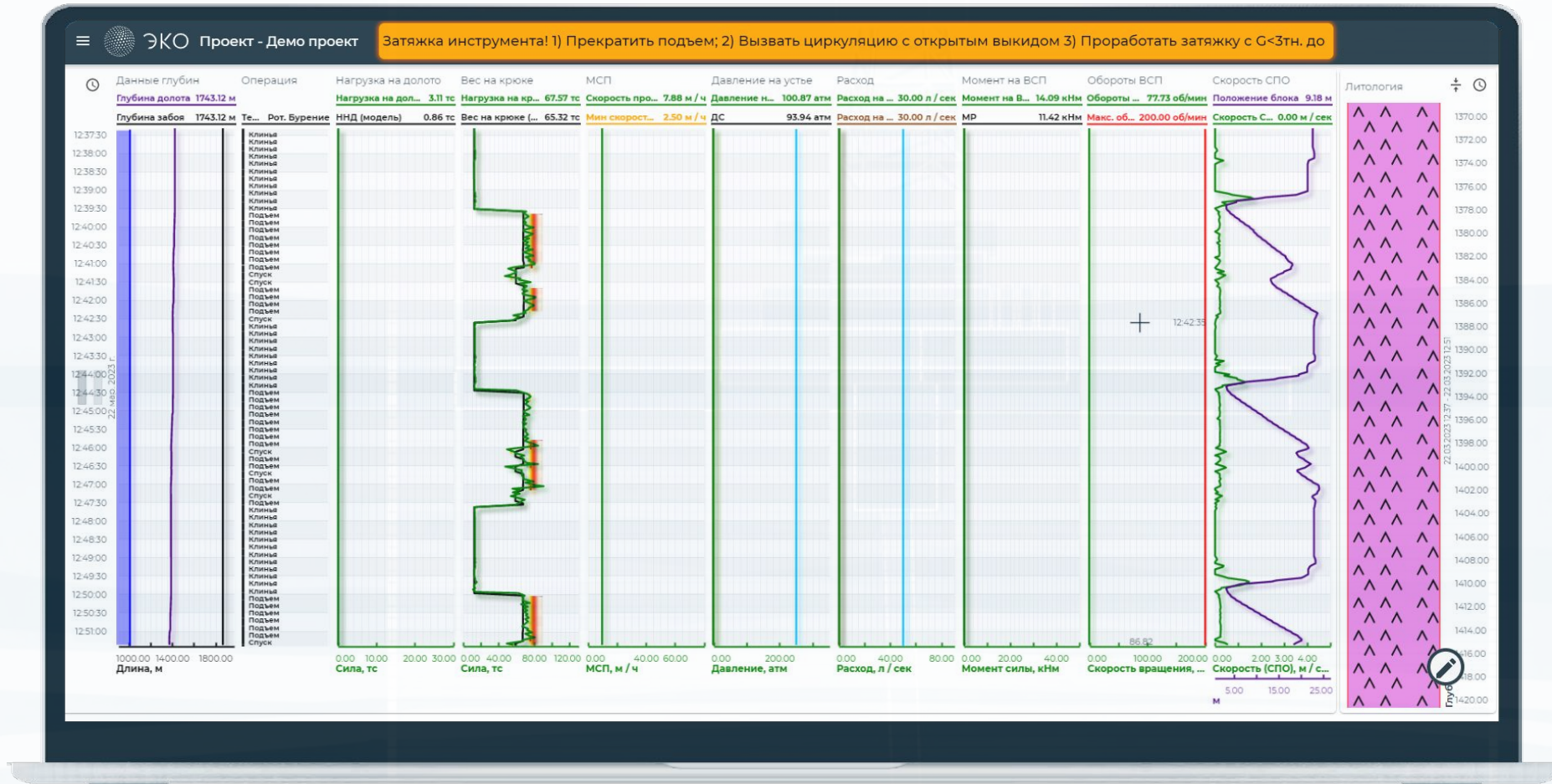
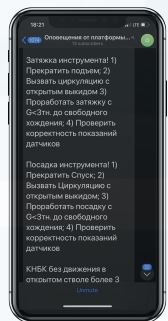
Учитываются все переменные параметры бурения: реология раствора, процесс его замещения, содержание шлама, режимы течения, замеры профиля скважины, коэффициенты сопротивлений в обсаженном и открытом стволе скважины, центробежные силы, жёсткость БИ, прочностные свойства пород

Традиционный функционал мониторинга строительства скважины



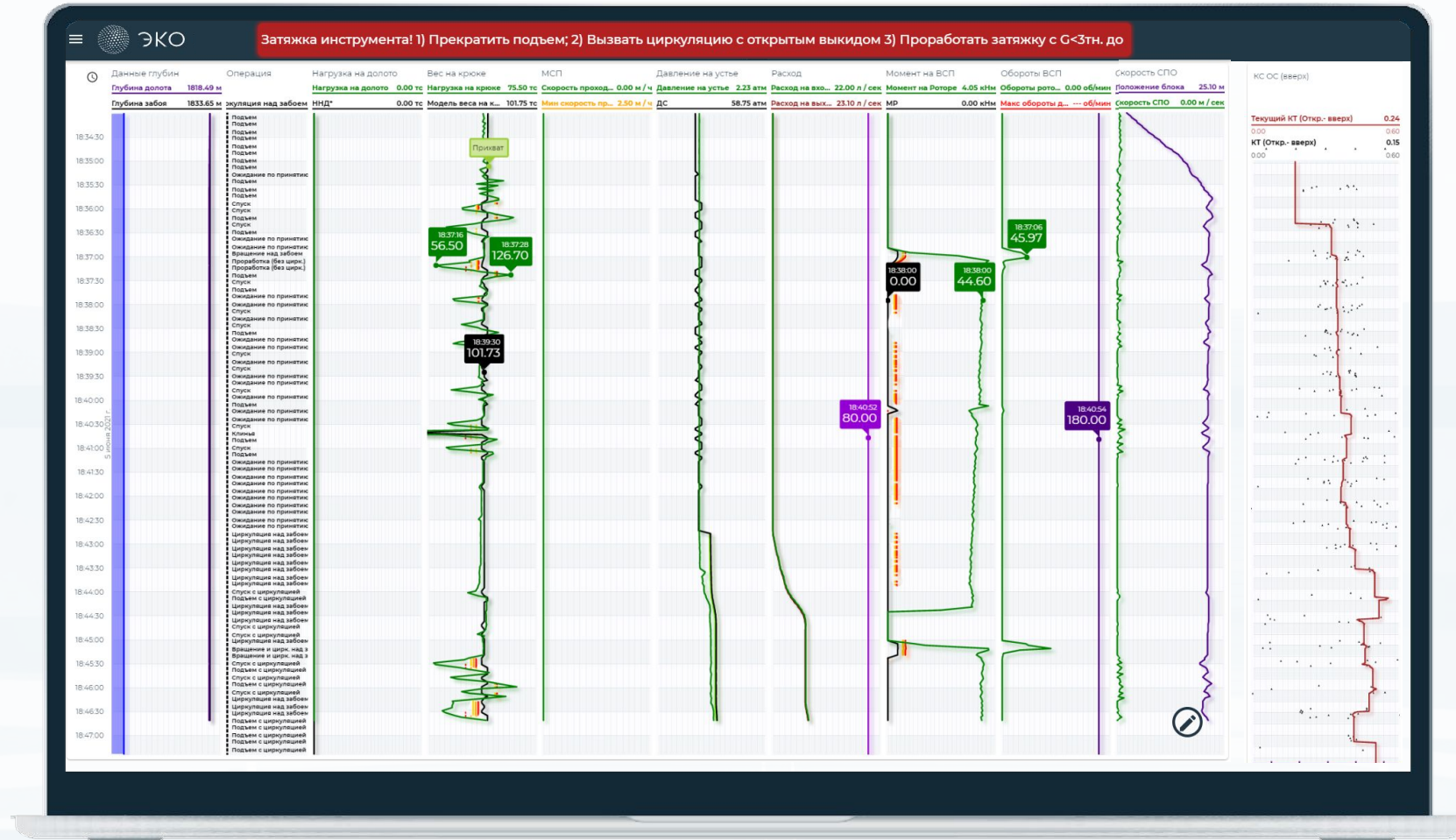
Цифровой двойник в работе. Предиктивный анализ.

- 40+ отслеживаемых параметров (технологических пределов)
- Фиксация истории нарушений
- Автоматические оповещения о нарушениях через почту или мессенджер:



Цифровой двойник в работе. Прихват, КТ, пределы.

- Гибкий интерфейс, вывод любой требуемой информации на экран
- Настройка оповещений
- Автоматически калибрующиеся коэффициенты трения
- Вывод на экран групп пределов по различным типам параметров



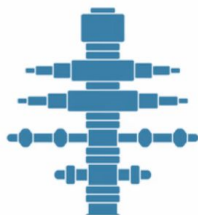
Классификация технологических пределов

Статические пределы

(Квазистатические пороговые значения, определенные согласно спецификации компонентов КНБК или утвержденного плана бурения)

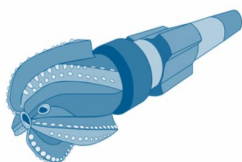
Устьевое оборудование

Нарушение пределов, влияющих на работоспособность устьевого оборудования
Пример: макс обороты ВСП, максимальмальная ГП станка



Колонна

Нарушение пределов, связанных целостностью бурильной колонны (сломы, усталостное разрушение)



Динамические пределы

(Динамически определяемые пороговые значения оцениваются в реальном времени на основе откалиброванной модели)

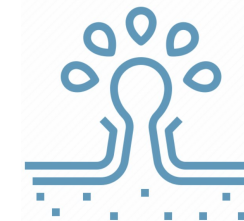
Эксплуатационные

Нарушение пределов технологических процессов.
Пример: предел по затяжкам 5 тс, макс нагрузка на долото



Скважина

Нарушение пределов, влияющих на состояние ствола скважины
Пример: мин расход для очистки ствола скважины



Примеры технологических пределов в ЭКО

1

Динамический «эксплуатационный» предел по давлению на стояке.
Пороговые значения оцениваются в реальном времени на основе данных цифрового двойника.

Минимум	Мин. Тревога	Мин. Предупреждение	Оптимальная зона	Макс. Предупреждение	Макс. Тревога	Максимум
Уменьшение расчётного устьевого давления на 20 атм	Уменьшение расчётного устьевого давления на 15 атм	Уменьшение расчётного устьевого давления на 10 атм	Допустимое расчётное давление на устье [кг/см ²]	Превышение расчётного устьевого давления на 10 атм	Превышение расчётного устьевого давления на 15 атм	Превышение расчётного устьевого давления на 20 атм

2

Динамический предел «колонна» (баклинг).
Предел срабатывает при всех типах операций, пороговые значения оцениваются в реальном времени на основе цифрового двойника.

Минимум	Мин. Тревога	Мин. Предупреждение	Оптимальная зона	Макс. Предупреждение	Макс. Тревога	Максимум
отсутствует	отсутствует	отсутствует	Плановая\оптимальная ННД	80% от макс. значения ННД до возникновения спир. баклинга [тс]	90% от макс. значения ННД до возникновения спир. Баклинга [тс]	Макс. значение ННД до возникновения спир. баклинга [тс]

3

Статический предел «колонна» (максимальная ННД).
Предел срабатывает при всех типах операций, пороговые значения оцениваются в реальном времени на основе цифрового двойника.

Минимум	Мин. Тревога	Мин. Предупреждение	Оптимальная зона	Макс. Предупреждение	Макс. Тревога	Максимум
отсутствует	отсутствует	отсутствует	Плановая\оптимальная ННД	отсутствует	90% от макс. значения ННД по паспорту на элемент КНБК	Макс. Нагрузка на элемент КНБК по паспорту

Виртуальные скважинные датчики

- Являются результатом расчёта динамически калибруемой модели
- Являются альтернативой физическим датчикам, как на определённой глубине, так и по всему профилю скважины и длине инструмента
- Возможно применение при контроле аппаратных решений: бурение на контроле давления, автоматическое бурение



01. Доходящая нагрузка на долото

02. Момент на долоте

03. ЭЦП и давление на забое

Веера весов и моментов

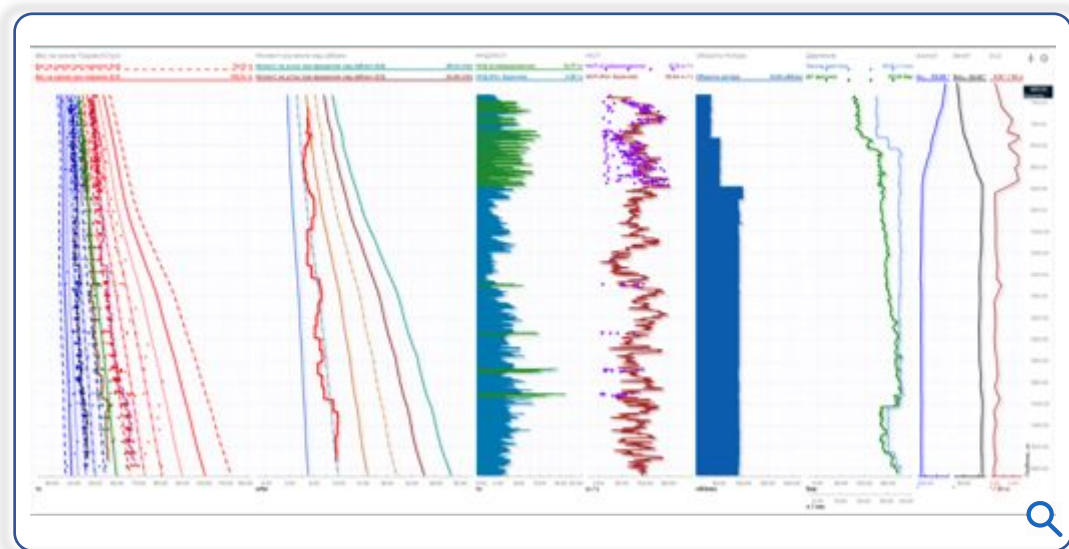
Оценка и анализ трендов КС

01. Отображение данных в режиме реального времени

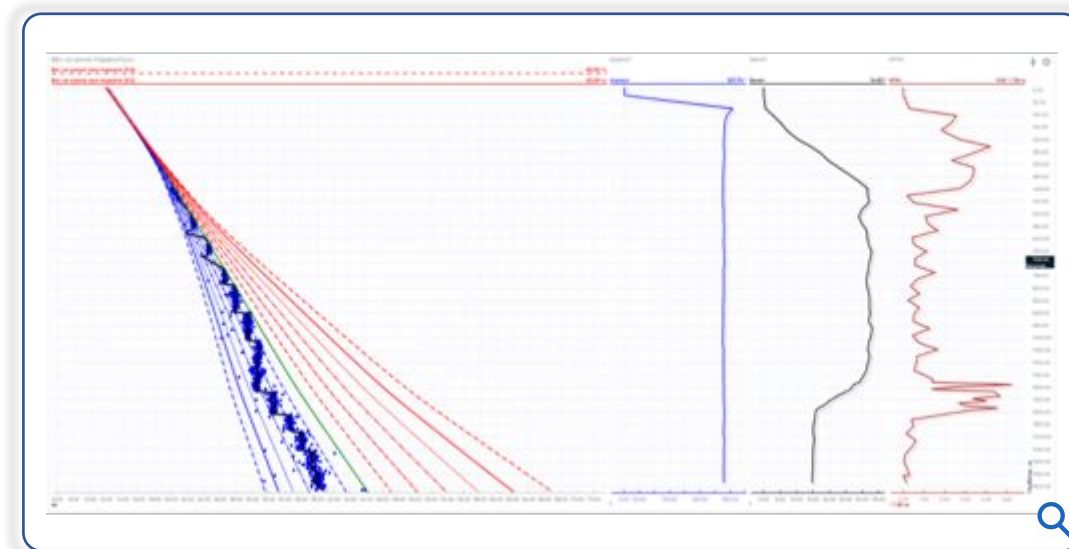
02. Построение вееров весов для операций бурения, проработок, СПО

03. Оценка и анализ трендов коэффициентов сопротивления (вверх, вниз, окружной) и технологических параметров бурения

Веер весов во время бурения:



Веер весов во время СПО:

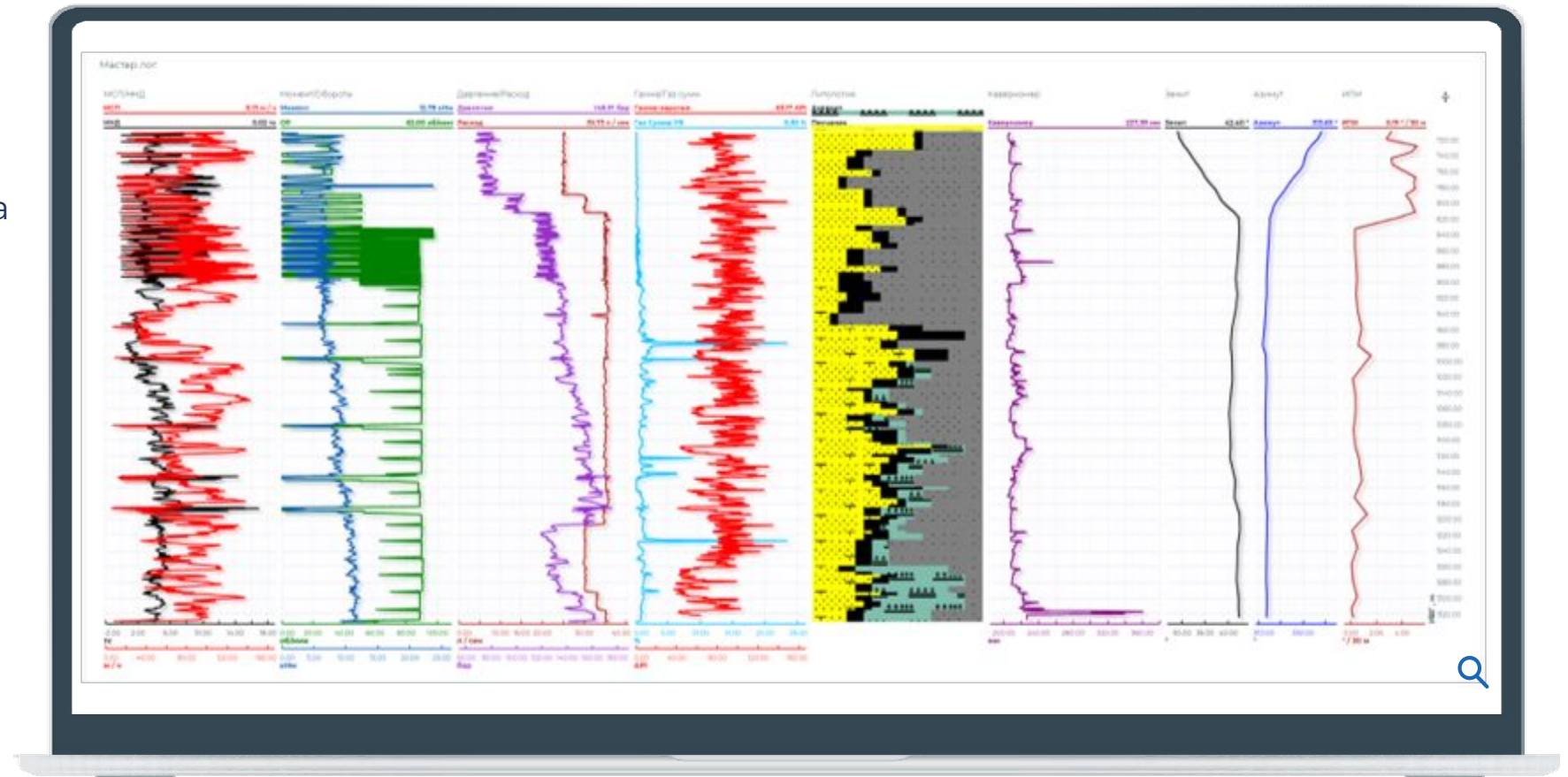


Геолого-технологический анализ по скважине

Комплексный инструмент аналитики в рамках одной скважины.

Отображение широкого пула данных по глубине на едином экране:

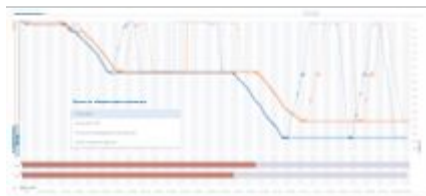
- Фактические режимные параметры
- Данные каротажей
- Шламограмма
- Траектория



Геолого-технологический анализ по нескольким скважинам (мультискважинный анализ)

Дополнительный функционал:

01. График сравнения план-факт



02. Журнал осложнений



03. Гибкий функционал фильтрации и сортировки данных



Основной экран мультискважинного анализа:



Аналитический инструмент сравнительного анализа строящейся скважины с пробуренными ранее, с учетом **всех выявленных осложнений**

Контроль ЭЦП

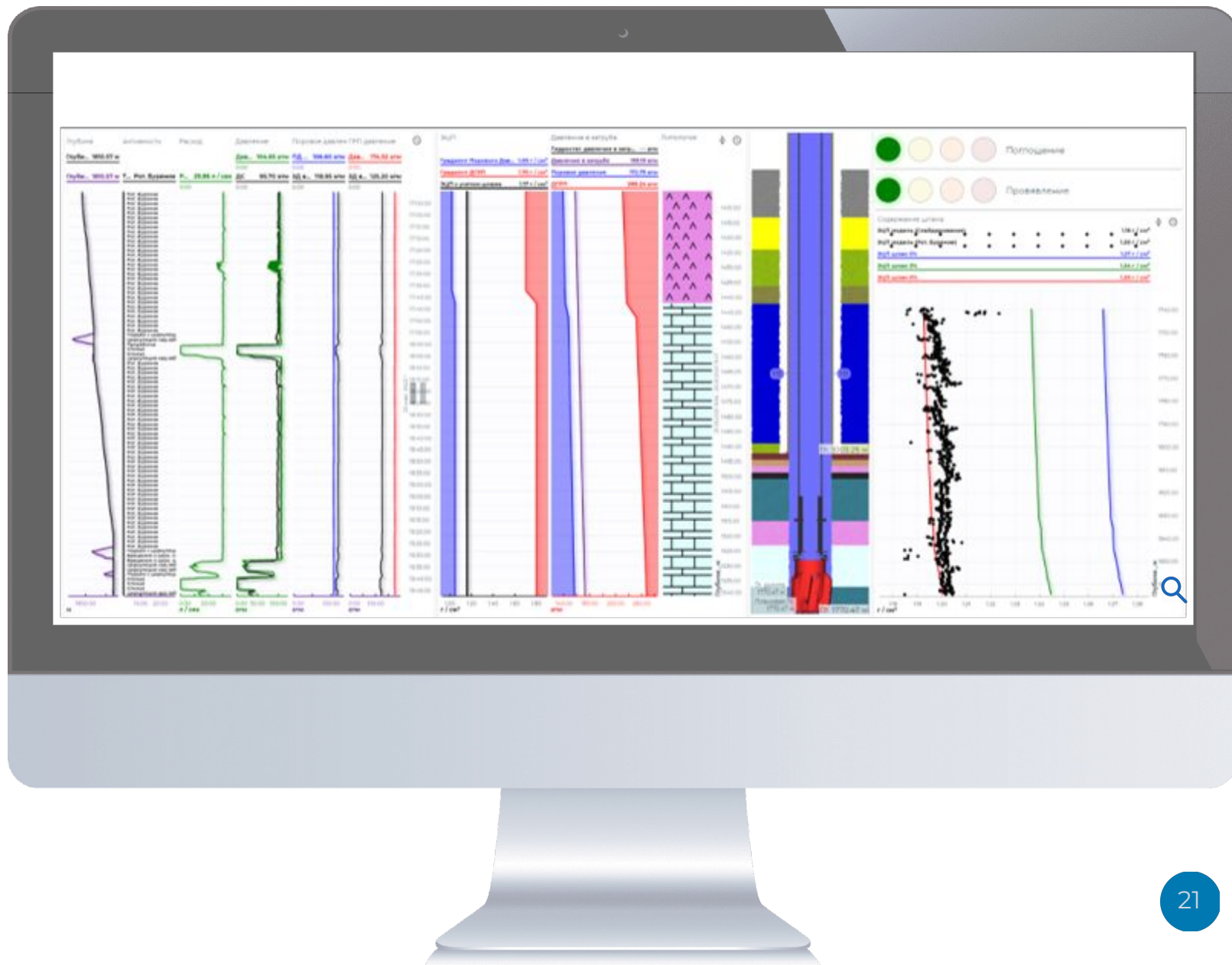
01. Давление на долоте

02. Давление на башмаке

03. Динамическое значение необходимого сопротивления давления

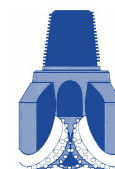
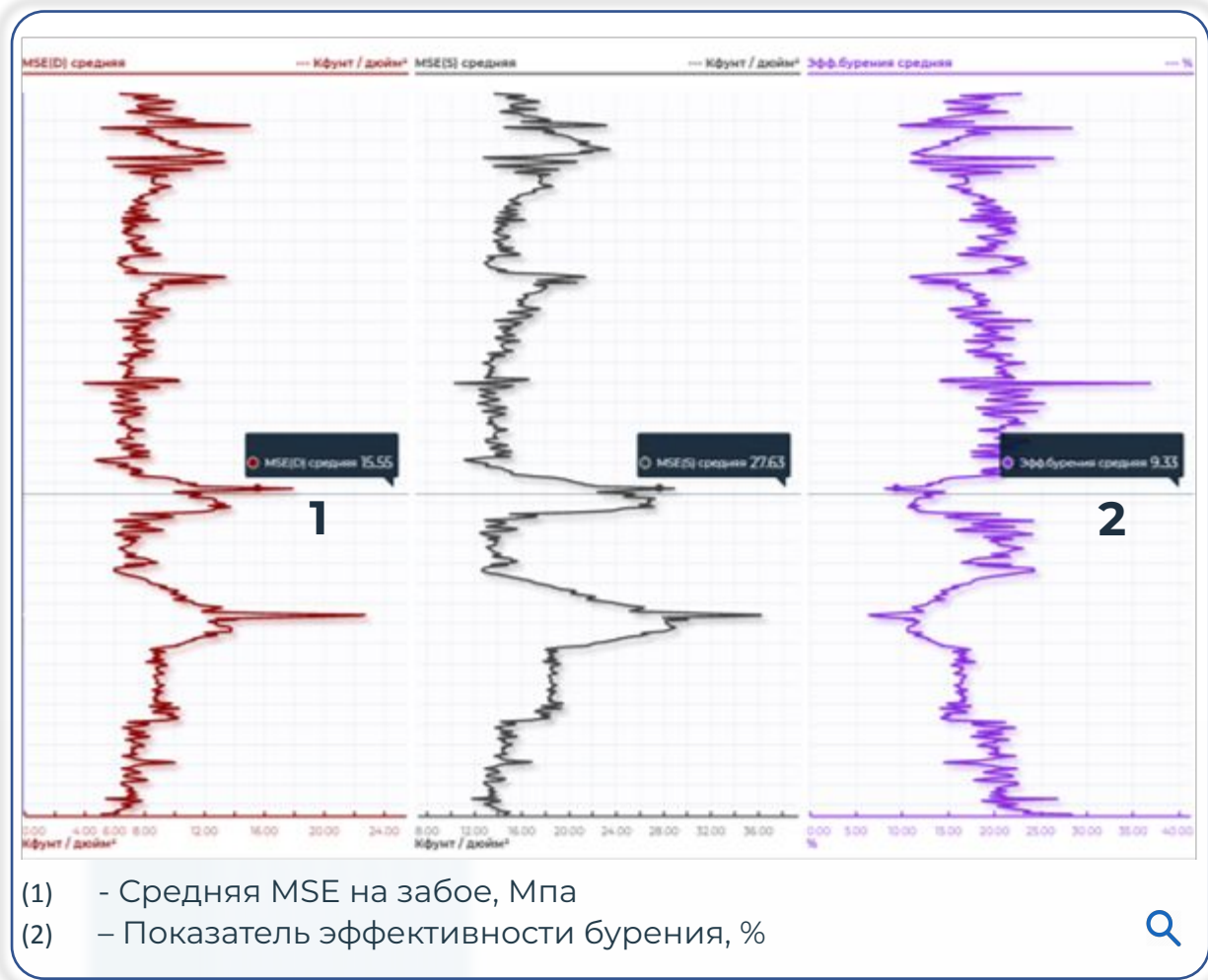
04. Слабые звенья скважины:

- Пороговое поровое давление.
- Пороговое давление ГРП
- Предельное давление коллапса



Контроль MSE

Оценка удельной механической энергии (УМЭ/MSE) в реальном времени →
Корректировка режимов бурения для повышения эффективности.



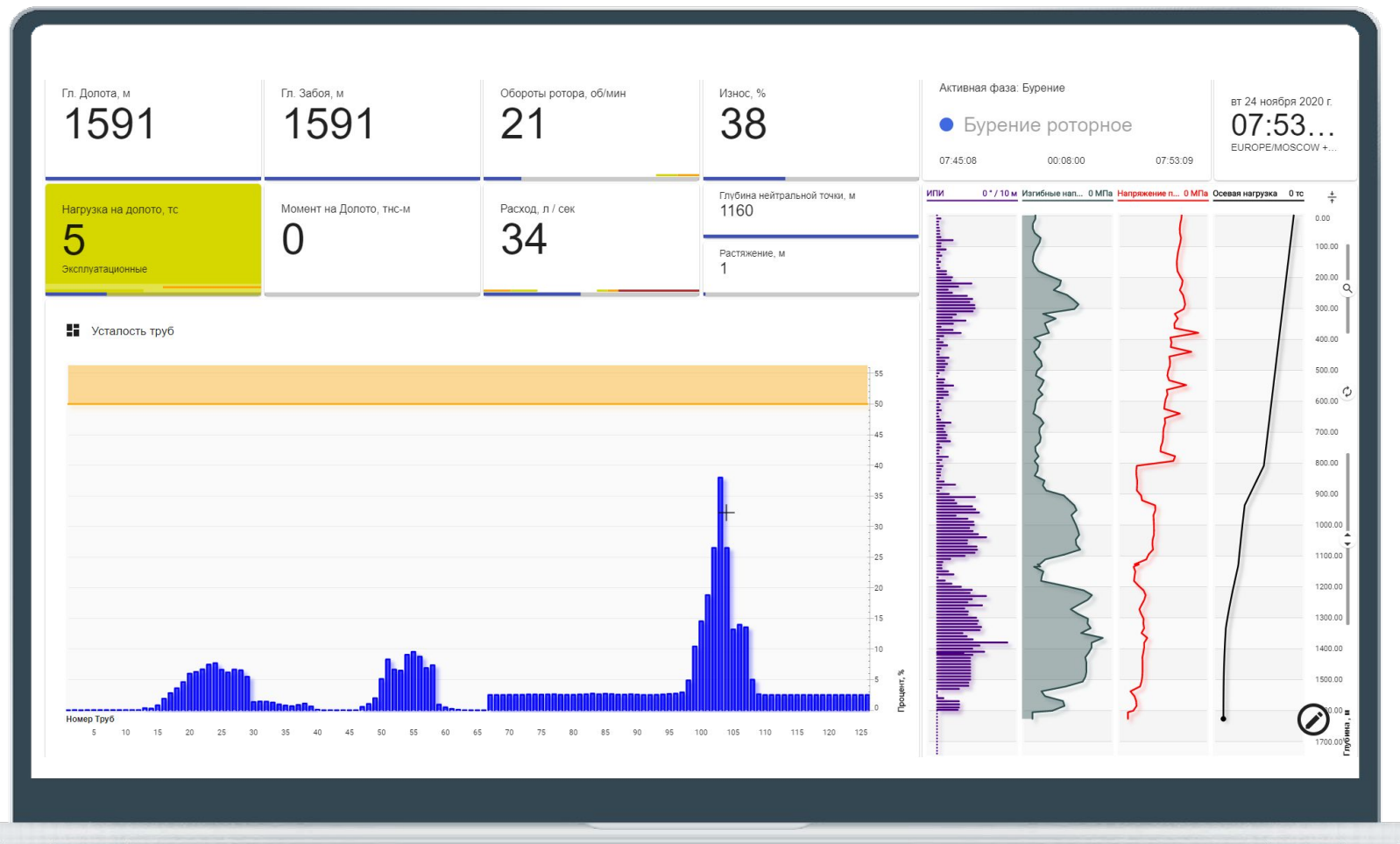
Оптимизация бурения
за счет выбора режима
оптимальной нагрузки
на долото



Оптимизация бурения
за счет выбора режима
оптимальных оборотов
ротора\ВСП

Оценка усталостного износа бурового инструмента

- 01 Оценка циклических напряжений, испытываемых каждым компонентом рабочей колонны с частотой 1 Гц.
- 02 Количественный подход позволяет устранить неопределенности, связанные с традиционными качественными оценками усталостного износа.
- 03 По завершению работ, накопленные результаты обновляются в цифровом журнале регистрации использования буровых труб.





ЭКО: Отчетность и КПЭ

- ✓ Управление эффективностью бурения
- ✓ Автоматическая генерация отчетов и сводок
- ✓ Мобильное приложение

Управление эффективностью бурения

- КПЭ Буровых бригад
- Оценка соответствия технологическим регламентам
- Автоматическое определение операций
- Автоматические рапорты: суточные сводки
- Эффективное удаленное управление
- Оценка эффективности бурения
- Определение типа НПВ
- Определение скрытого НПВ
- Процедуры по упреждению аварийных ситуаций

КПЭ Бурение



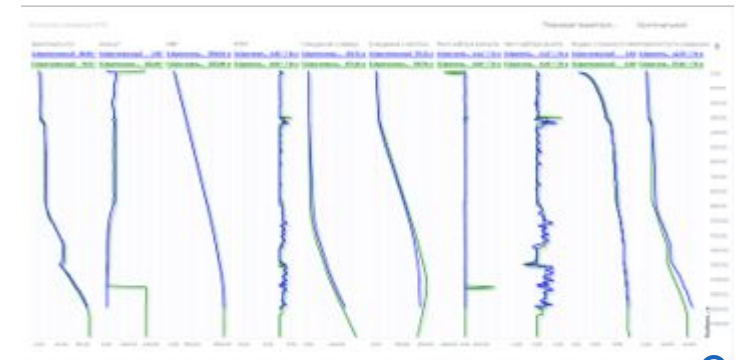
КПЭ СПО



Статистика нарушений пределов



КПЭ ННБ



Автоматическая генерация отчётов и сводок

Отчет в формате PowerPoint

Отчет в формате Excel

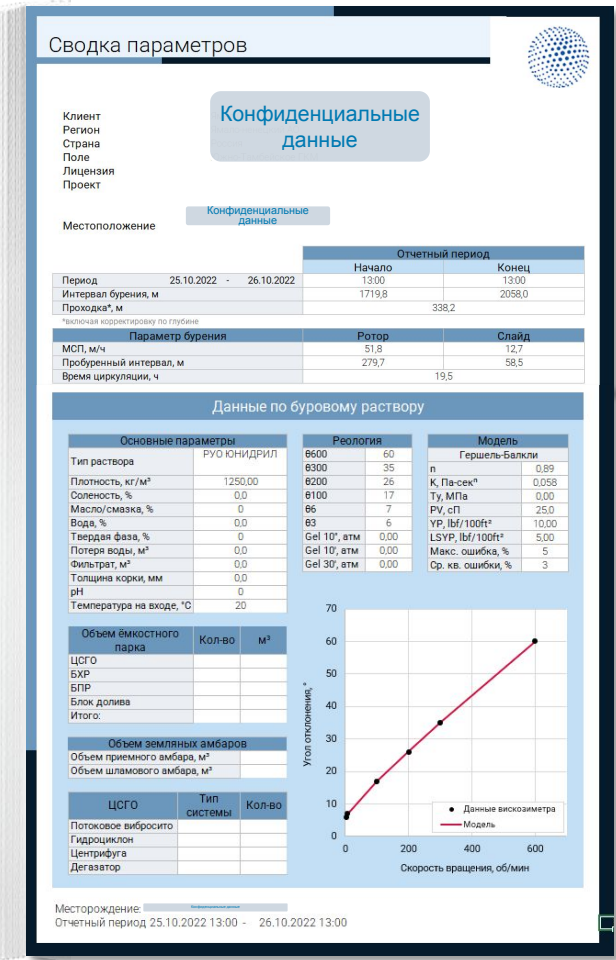
01. Суточные сводки, отчеты по рейсам, по секции и за скважину

02. Формат и содержание разделов отчета настраивается пользователем

03. Выходные форматы файлов: ppt и xls

04. Произвольный период отчетности

05. Данные в отчёте генерируются автоматически, без возможности манипулирования и с возможностью добавления комментариев и ремарок



Мобильное приложение ЭКО

- Базовая информация по портфелю проектов в организации, аналитике КПЭ и режимным параметрам в реальном времени

- Автоматическая генерация детального отчета по скважине за выбранный период

- Поддержка IOS и Android



Автоматизация и интеграция с помощью ЭКО

Возможности интеграции или управления аппаратурой совместно с сервисами заказчика и подрядных организаций

Интерактивный монитор бурильщика



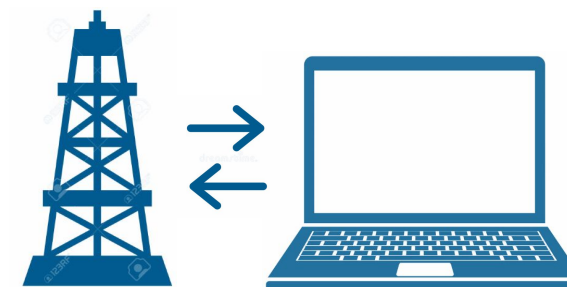
Бурение на контроле давления

- Контроль режимов работы насосов и дроссельных заслонок
- Поддержка необходимого абсолютного давления на заданной глубине
- Оценка ЭЦП в реальном времени
- Определение провалов и поглощений на разных стадиях
- Динамическое вычисление значения необходимого противодавления
- Ручной либо автоматический режимы

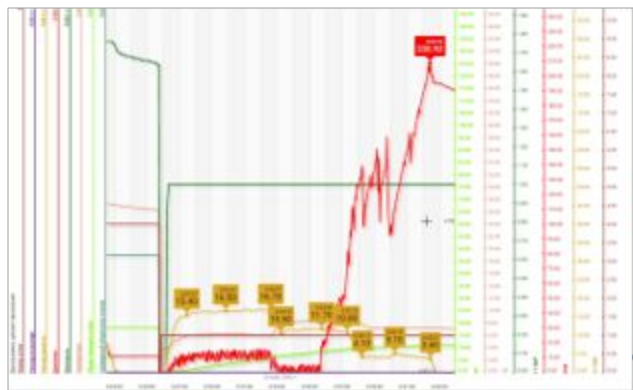


Автоматизация процессов бурения

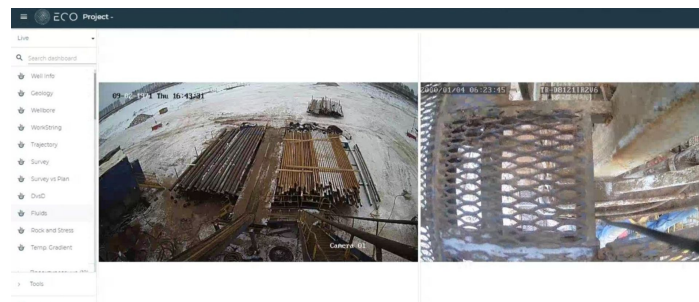
("автобурильщик")



Станция цементации



Интеграция с системами видеонаблюдения



Интеграция с ERP Системами



Ретроспективный анализ

Применение:

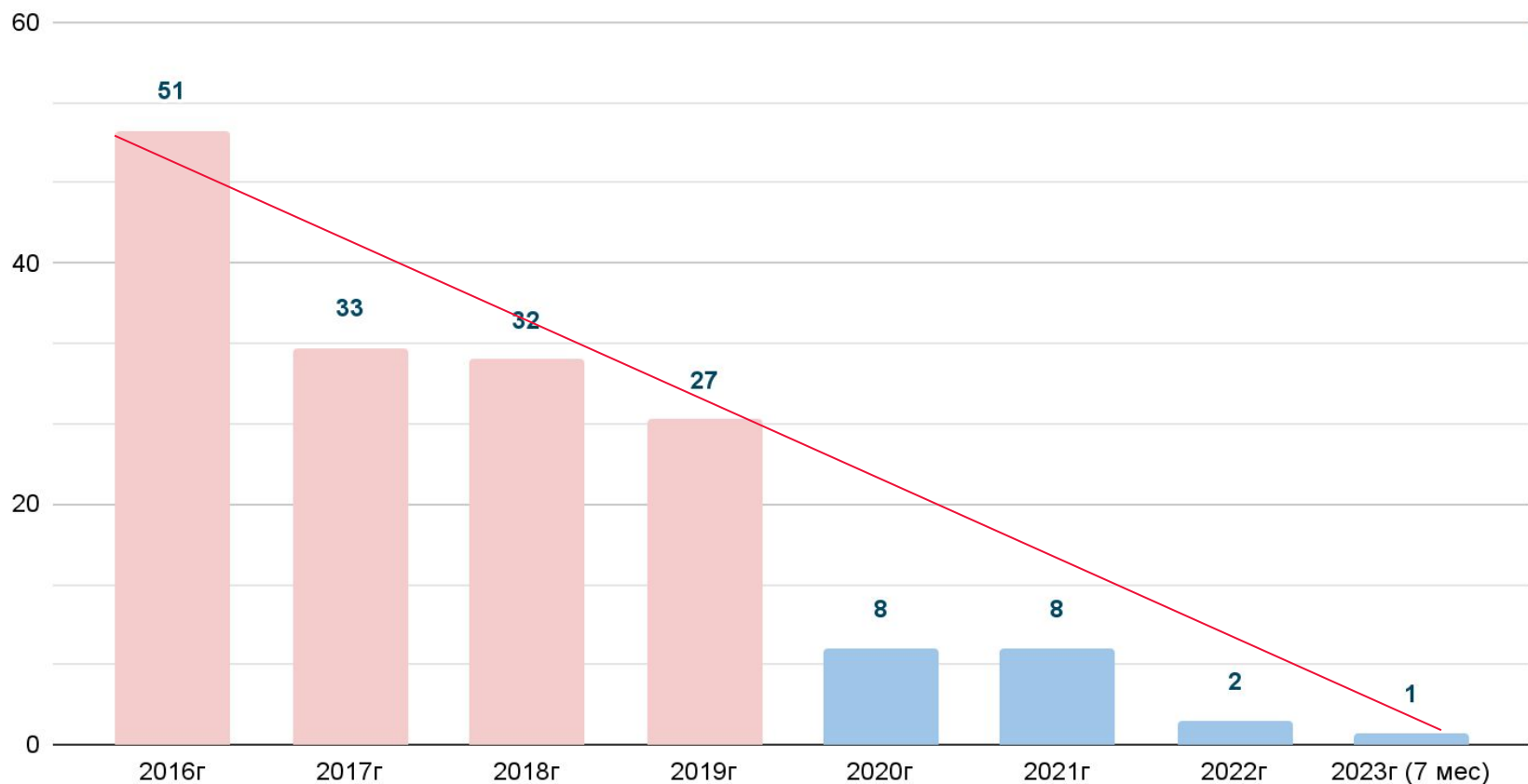
- Анализ исторических данных бурения
- Работа над ошибками и выявление основополагающих причин НПВ
- Нарботка рекомендаций и лучших практик для ускорения сроков строительства скважин
- Разрешение спорных ситуаций
- Репутационная аналитика

Дополнительно:

- Подходит для демонстрации функционала ЭКО



Аварийность: статистика ООО «ТаграС-РС» за 2016-2023гг.



Количество аварий до внедрения
Цифровой Платформы ЭКО

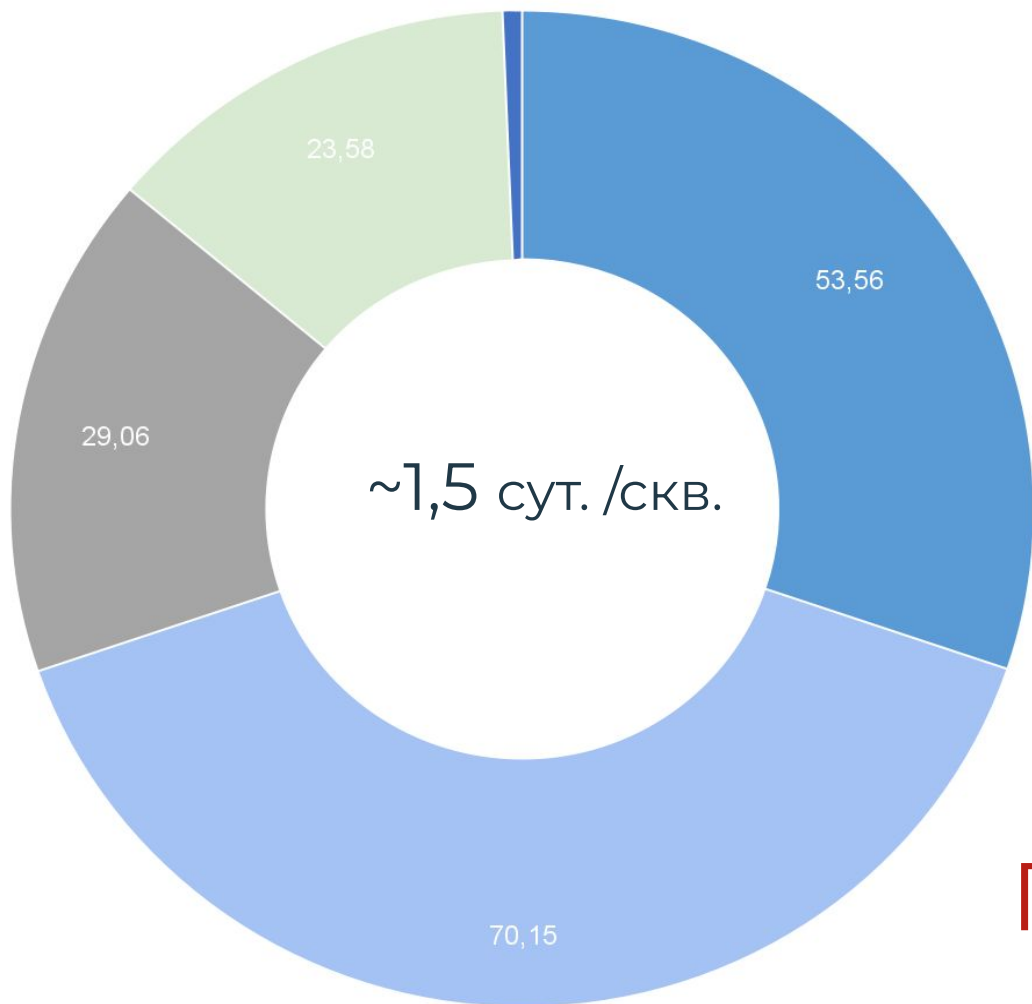
Количество аварий после внедрения
Цифровой Платформы ЭКО

Выявляемые виды нарушений:

- Превышение скорости СПО.
- Увеличение веса на крюке (затяжки).
- Уменьшение веса на крюке (посадки).
- Нахождение без движения в открытом стволе более 3х мин.
- Превышение нагрузки на долото в режиме слайдирования.
- Превышение нагрузки на долото в режиме роторного бурения.
- Превышение максимального допустимого числа оборотов ротора.
- Превышение максимально допустимого момента на роторе.
- Превышение момента свинчивания (УМК или ГКШ).
- Увеличение давления (скачок давления).
- Минимально допустимая нагрузка на долото
- Непрерывный слайд более 30 мин
- Нарушение плана работ (при СПО ОК отсут. промез. промывок)

Ускорение по 4 бригадам в период с 01.08.23 по 31.08.23

● Ускорения по СПО, час ● Ускорения при проработке, час ● Ускорения при наращивании, час ● Ускорения при промывке, час
● Ускорение при спуске ОК, час



Инструменты по ускорению:

При бурении:

- Количество проработок перед наращиванием
- КПЭ наращивания
- Скорость проработки
- Предупреждение подвисаний инструмента
- Увеличение МСП за счет MSE

При СПО:

- Промывка перед подъемом
- КПЭ наращивания
- Скорость СПО

При подготовке ствола:

- Исключение шаблонировок
- КПЭ наращивания
- Сокращение количества проработок
- Скорость проработки

При спуске обс.колонны:

- Промежуточные промывки
- КПЭ наращивания
- Скорость спуска

Потенциал ~ 1,5 сут. /скв.,
4 сут./мес.

Пример успеха клиента №2

Крупная компания занимается эксплуатационным бурением на хорошо изученных месторождениях. Для оптимизации операционного процесса Клиент воспользовался инструментами ЭКО.

Результаты совместной работы:

Пробурено совместно **25+** скважин

Общее время строительства скважины

сокращено на **30%**

Рост средней МСП за скважину с **70 м/ч** до **100 м/ч**

Время безметровых операций уменьшено на **44%**

Оценка состояния ствола скважины **каждую секунду**

2023 год: внедрение новых лучших практик на весь парк станков компании

Сокращено среднее время наращивания (ННД-ННД) на **17 минут** (с 39 мин до 22 мин).

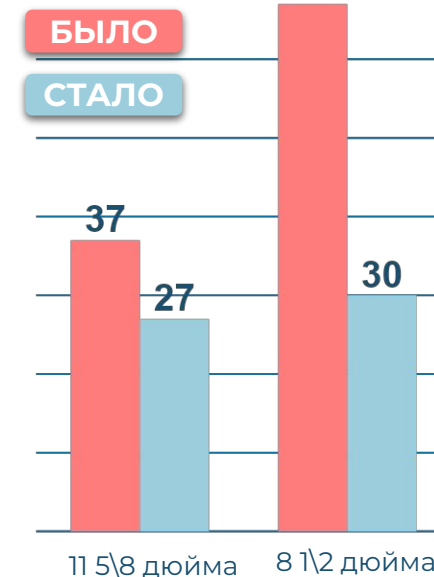
Количество проработок снижено с **3 до 1** (исключение лишних операций за счет использования аналитических инструментов ЭКО)

Среднее ускорение на скважину составило **12 часов.**

Инструменты аналитики ЭКО, используемые клиентом для разработки новой методики:

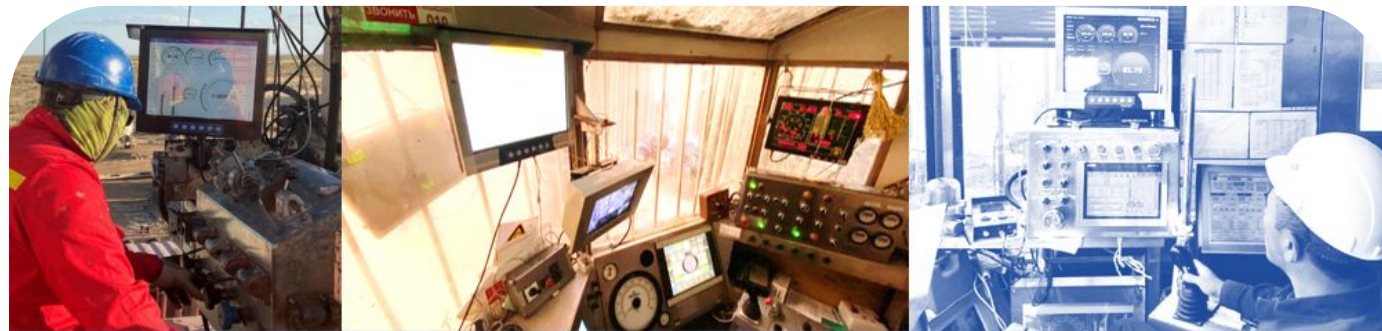
- Мониторинг нагрузок с использованием цифрового двойника
- Мониторинг состояния ствола скважины (Веера весов)
- Использование инструмента мультискважинного анализа (сравнение с ранее пробуренными скважинами)
- Мониторинг KPI

Время бурения аналогичных секций, часы:



Внедрение ЭКО

- Лицензия по подписке
- 24/7 техническая поддержка
- Обучение пользователей
- Облако ЭКО: неограниченный доступ пользователей
- Быстрый и легкий монтаж системы, возможно использование виртуальных шлюзов



Ключевой функционал ЭКО

