СДЕЛАНО В РОССИИ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БУРЕНИЯ

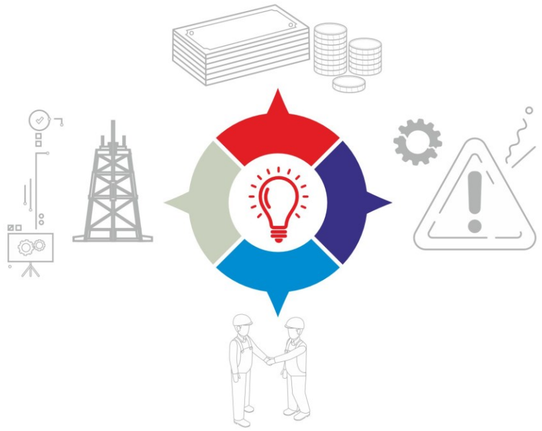
Резидент Сколково

# СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО СЕРВИСА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

www.autodrilling.ru

# ПРЕДПОСЫЛКИ

**Автоматизация сервиса по буровым растворам с удалённым доступом** — это не просто шаг вперёд в технологиях, это осознанная стратегия, без которой немыслимо дальнейшее развитие нефтегазовой отрасли



## АКТУАЛЬНОСТЬ:

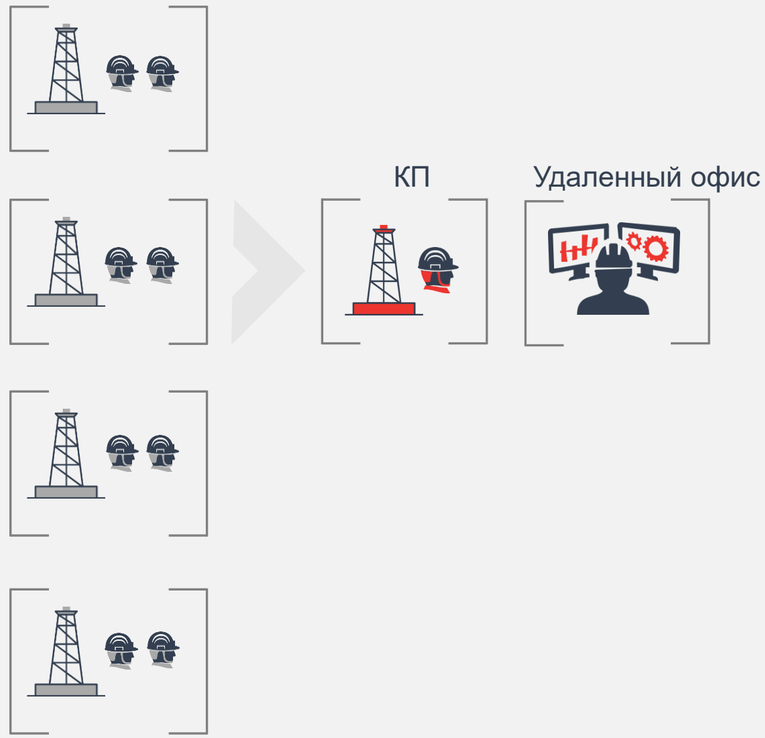
- Высокая стоимость скважин
- Рост требований к качеству и снижению рисков
- Растущий дефицит квалифицированного персонала
- Цифровизация отрасли — стратегический приоритет

## СЕРВИСНЫЕ КОМПАНИИ ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ:

- Сокращение расходов на ФОТ, логистику
- Повышение уровня QHSE
- Снижение влияния человеческого фактора
- Оперативная реакция на изменения в режиме реального времени
- Централизованное управление несколькими буровыми площадками
- Обеспечение работы в сложных или опасных условиях (шельф, Арктика, зоны чрезвычайных ситуаций)

# ИЗМЕНЕНИЕ ТРАДИЦИОННОГО СБР

**БЫЛО** **СТАЛО**

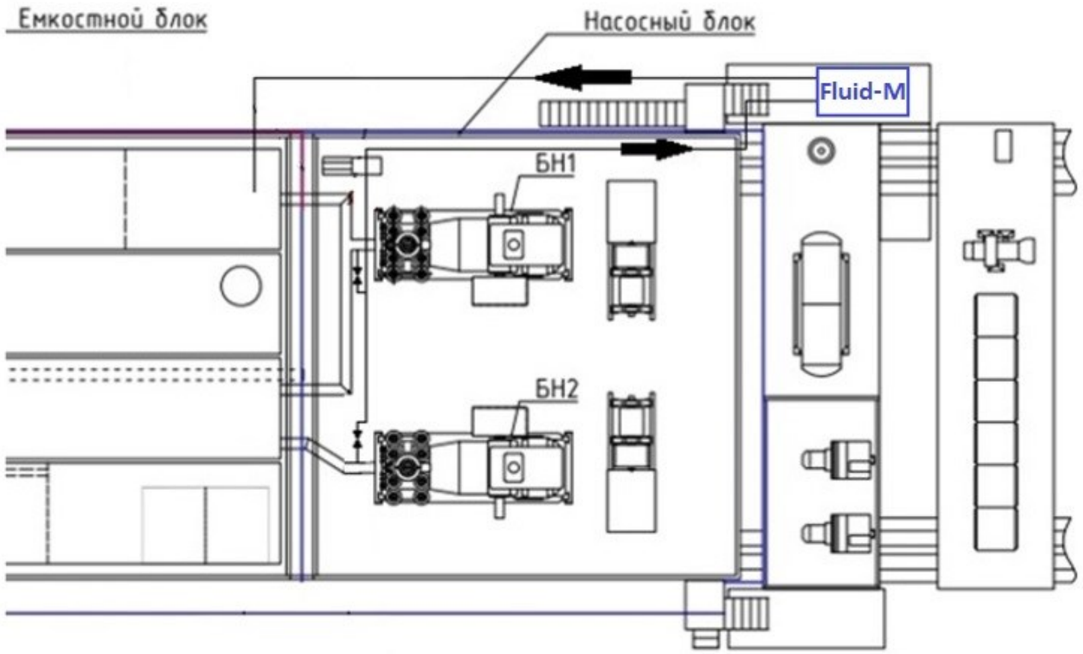



**Дистанционный сервис по буровым растворам**

# «DRILLING FLUID CONTROL (DFC)» НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ БУРОВОЙ

| Функции, выполняемые инженером по буровым растворам: | | Решение по автоматизации функций: |
|---|---|---|
| Замер параметров бурового раствора с периодичностью установленной регламентом | » | АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БР «FLUID-MASTER» |
| Выполнение гидравлических и инженерных расчетов по требованию Заказчика | » | ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ |
| Выдача рецептур приготовления/обработки бурового раствора и параметров работы системы очистки | » | ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА РЕЦЕПТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ |
| Ведение суточной отчетности, учет МТО, итоговый отчет по скважине | » | ЦИФРОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СУТОЧНЫЙ РАПОРТ |
| Составление программы промывки скважины, дорожной карты мероприятий с буровыми растворами при углублении | » | ЦИФРОВАЯ ПРОГРАММА ПРОМЫВКИ. БАЗА ДАННЫХ СИСТЕМ БР, ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ, ГЕОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПР. |

# МОДУЛЬ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БР «FLUID-MASTER»



Измерительное оборудование входит в Единый реестр средств измерений (ЕГРСИ)

Измерение реологии ротационным вискозиметром с предварительным нагревом пробы до необходимой температуры

Добавление в систему дополнительного измерительного оборудования для измерения других параметров бурового раствора

Возможность отбора проб из всех емкостей в любой момент времени

Система адаптирована для всех типов БУ, в том числе мобильных

# МОДУЛЬ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БР «FLUID-MASTER»

## РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ «FLUID-MASTER»

| №п/п | Наименование параметра | Единица измерения | Диапазон измерений | Погрешность измерений |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Температура | С, гр | 0 – 200 | 1 0С |
| 2 | Плотность | г/см3 | 0 – 3,0 | 0,01 г/см3 |
| 3 | Водородный показатель | | 0 – 14 | 0,14 |
| 4 | Содержание ионов К+ | мг/л | 0 – 50 000 | 1 000 мг/л |
| 5 | Содержание ионов Cl- | мг/л | 0 – 50 000 | 1 000 мг/л |
| 6 | Жесткость по Са2+ | мг/л | 0 – 39 000 | 1 000 мг/л |
| 7 | Удельное эл.сопротивление | Ом*м | 10 – 200 | |
| 8 | Содержание твердой фазы | об% | 0 – 100 | 1,5 % |
| 9 | Содержание УВ | об% | 0 – 100 | 1,5 % |
| 10 | Содержание воды | об% | 0 – 100 | 1,5 % |
| 11 | Минерализация | мг/л | 0 – 200 000 | 1 000 мг/л |
| 12 | Электростабильность | В | 0 – 2 000 | 3 % |
| 13 | Пластическая вязкость | мПа*с (сПз) | 0 – 500 | 1 % |
| 14 | ДНС | фунт/100фут2 | 0 – 500 | 1 % |
| 15 | СНС 10 сек | фунт/100фут2 | 0 – 500 | 1 % |
| 16 | СНС 10 мин | фунт/100фут2 | 0 – 500 | 1 % |
| 17 | Показатель нелинейности | | 0 – 2 | 0,05 |
| 18 | Показатель консистентности | Па*с | 0 – 500 | 1 % |
| 19 | Предельное ДНС | фунт/100фут2 | 0 – 500 | 1 % |
| 20 | Содержание смазки | об% | 0 – 100 | 1,5 % |

# МОДУЛЬ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ БР «FLUID-MASTER»

**Сравнительная таблица регистрируемых параметров:**

| №п/п | Наименование параметра | «Fluid-Master» | Аналоги |
|---|---|---|---|
| 1 | Температура | + | + |
| 2 | Плотность | + | + |
| 3 | Водородный показатель | + | + |
| 4 | Содержание ионов К+ | + | + |
| 5 | Содержание ионов Cl- | + | + |
| 6 | Жесткость по Ca2+ | + | - |
| 7 | Удельное эл.сопротивление | + | + |
| 8 | Содержание твердой фазы | + | + |
| 9 | Содержание УВ | + | + |
| 10 | Содержание воды | + | + |
| 11 | Минерализация | + | + |
| 12 | Электростабильность | + | + |
| 13 | Пластическая вязкость | + | + |
| 14 | ДНС | + | + |
| 15 | СНС 10 сек | + | + |
| 16 | СНС 10 мин | + | - |
| 17 | Показатель нелинейности | + | + |
| 18 | Показатель консистентности | + | + |
| 19 | Предельное ДНС | + | + |
| 20 | Содержание смазки | + | + |

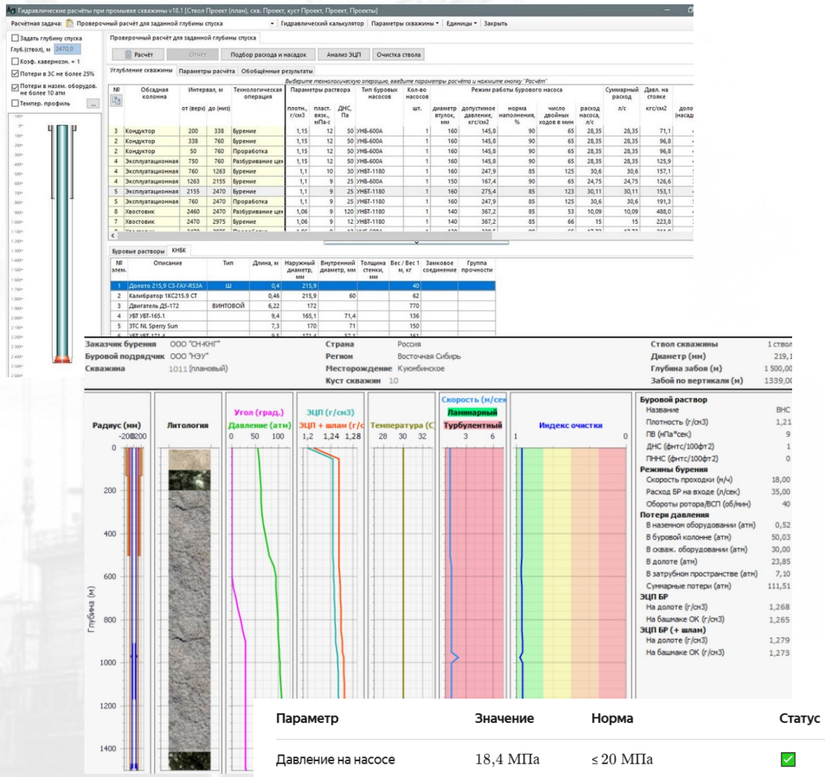
# КЛЮЧЕВЫЕ МОДУЛИ ПО «DFC»

**ДИСТАНЦИОННЫЙ СЕРВИС ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ**

## МОДУЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

- Выдача мероприятий для достижения оптимальных параметров технологического процесса

- Анализ технологического процесса
- График совмещенных давлений при фактическом ЭЦП
- Качество очистки ствола скважины от выбуренной породы, выносная способность БР при текущих режимах бурения
- Непрерывная актуализация расчетов при изменении входных данных
- Сохранение данных в виде отчёта



| Параметр | Значение | Норма | Статус |
|---|---|---|---|
| Давление на насосе | 18,4 МПа | ≤ 20 МПа | ✅ |
| Давление в КП | 4,2 МПа | — | — |
| Эквивалентная плотность | 1,48 г/см³ | < 1,55 | ✅ |
| Скорость выноса шлама | 0,72 м/с | > 0,6 | ✅ |
| Число Рейнольдса в КП | $Re = 3200$ | > 2000 — турбулентный | ✅ |
| Температура на забое | 85°C | — | — |

# КЛЮЧЕВЫЕ МОДУЛИ ПО «DFC»

**ДИСТАНЦИННЫЙ СЕРВИС ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ**

## МОДУЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА РЕЦЕПТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ РЕЦЕПТУРЫ — важнейший элемент автономной работы СБР

- Работа модуля в режиме реального времени
- Непрерывная обработка всех поступающих данных
- Автоматизированный расчет должен отвечать на вопрос **«что и сколько нужно добавить, чтобы получить нужные свойства»**
- Модуль формирует задачу на обработку БР
- На буровой производится обработка согласно выданной рецептуры и ставится отметка в ПО о выполнении.

# До

# После

Цикл строительства скважины

**Завоз хим. реагентов**

**Учет завезенных реагентов на объект ведения работ ведется вручную, в разрозненных документах**

**Единая база данных для всех объектов. Сравнивается необходимое и завезенное количество, подсвечиваются критические позиции. Возможность привязки к срокам окончания зимников и т.д. Учет стоимости реагентов и их транспортировки**

**Заготовка раствора**

**Учет израсходованных реагентов не систематизирован, нет аналитики в части их эффективности и качества.**

**Систематизация учета расходов реагентов по скважине/кусту/месторождению с учетом их стоимости. Аналитика их расхода посекционно. Анализ и сравнение затрат и эффективности реагентов разных производителей. Автоматическая проверка приготовленного раствора и сравнение и План-программой.**

**Обработка раствора в процессе бурения**

**Регулировка параметров производится по факту их изменения. Нет превентивного контроля за перспективой возникновения осложнений.**

**Отсутствует оперативный учет состояния горно-геологических условий при бурении**

**Использование системой всех данных бурения для прогнозирования возможных осложнений во временной и глубинной перспективе, уведомление об этом исполнителей**

**Использование системой данных по данным пластовых характеристик, характеристик горных пород и их химического состава позволяет автоматически прогнозировать возможные осложнения. Онлайн расчеты гидравлики и очистки.**

**Утилизация раствора и его сохранение для следующей скважины**

**Не систематизирован учет расхода реагентов по кусту/месторождению. Нет аналитики в части подхода к сохранению растворов для последующего их использования**

**Автоматическая подготовка отчетов по расходу реагентов и их стоимости. Анализ эффективности затрат по количеству использованных реагентов и их производителей. Анализ возможности повторного использования растворов.**

# ПРОБЛЕМАТИКА ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ

**ДИСТАНЦИОННЫЙ СЕРВИС ПО БУРОВЫМ РАСТВОРАМ**

- Автоматическое измерение водоотдачи буровых растворов
- Измерение параметров раствора с точностью соответствующей лабораторному анализу
- Отсутствие структуры договорных отношений в части представленных систем
- Отсутствие сформулированных требований к персоналу (как полевым инженерам, так и дистанционных сотрудников)
- Отсутствие единых (стандартизированных) форм отчетности
- Отсутствие стандартных форм передачи данных
- Обеспечение надежной обратной связи от исполнителя (буровой бригады) о выполнении заданий по обработке/приготовлению БР и настройке оборудования очистки

# ПЛАН РАЗРАБОТКИ ПО «DFC»

## % АВТОМАТИЗАЦИИ СБР С УДАЛЕННЫМ ДОСТУПОМ

**Октябрь 2025 — 50%**

- Проведены испытания и опробован основной функционал модуля регистрации параметров бурового раствора «Fluid-Master»
- Достигнута необходимая точность измерений в пределах заданной погрешности с необходимой периодичностью
- Автоматизированная подготовка суточной отчетности

**Февраль 2026 — 70%**

- Разработан модуль инженерных и гидравлических расчетов
- Расчеты производятся с заданной периодичностью по времени или глубине, либо по «триггеру», к примеру значительное изменение в режиме бурения (давление на входе, мех. скорость, расход на БН)
- Возможность обмена данными со сторонними ПО и системами.

**Апрель 2026 — 80%**

- Разработка системы в части всех данных бурения (в т.ч. данных пластовых характеристик, характеристик горных пород и их химического состава) для прогнозирования возможных осложнений во временной и глубинной перспективе, уведомление об этом исполнителей
- Создание структуры базы данных для хранения и оперирования информацией о типах буровых растворов, применяемых химреагентах, геологии месторождения, конструкциях и т.д.

**Сентябрь 2026 — 100%**

- Разработка модуля отчетности и суточных рапортов
- Разработка концепции автоматической подачи реагентов на буровой
- Анализ и обнаружение рисков осложнений/ аварий с выдачей уведомлений в процессе бурения

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ
СИСТЕМЫ БУРЕНИЯ

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!