

**Команда «Нефтебайты»**

**Платформа оперативного доступа к данным датчиков и узлов буровой  
установки и для мониторинга всех аспектов бурения в реальном  
времени.**

**RigStatus**

**Руководство пользователя**

2024 г.

## Содержание

Термины и сокращения .....	4
1 Введение .....	5
2 Назначение и условия использования .....	6
2.1 Назначение.....	6
2.2 Уровень технического оснащения .....	7
3 Руководство по началу работы с системой.....	8
3.1 Запуск программы.....	8
4 Описание интерфейса .....	9
4.1 Выбор объекта.....	9
4.2 Подробнее об объекте.....	9
4.3 Вкладка «Рабочее место».....	10
4.4 Вкладка «Экраны» .....	19
4.5 Вкладка «Прогресс работ» .....	20
5 Параметры объектов .....	24
5.1.1 Положение долота .....	24
5.1.2 Нагрузка на долото .....	24
5.1.3 Высота крюка (крюкоблока).....	24
5.1.4 Вес на крюке.....	24
5.1.5 Перепад давлений .....	25
5.1.6 Глубина скважины .....	25
5.1.7 Скорость бурения или проходки.....	25
5.1.8 Обороты ротора.....	25
5.1.9 Момент ротора .....	25

5.1.10	Ходы БН1, БН2 .....	26
5.1.11	Объём в емкостях.....	26
5.1.12	Давление манифольда .....	26
5.1.13	Расход на выходе/поток на выходе .....	26
5.1.14	Температура в блоке «Система БР».....	26
5.1.15	Плотность раствора на входе/плотность раствора на выходе	26
5.1.16	Загазованность .....	27
6	Примеры аварийных ситуаций.....	28
<b>6.1</b>	<b>Аномальное изменение плотности бурового раствора.....</b>	<b>28</b>
6.1.1	Описание:.....	28
6.1.2	Значения параметров:.....	28
6.1.3	Действия системы для нормализации: .....	30
6.1.4	Время нормализации: .....	31
<b>6.2</b>	<b>Внезапное изменение нагрузки на долото.....</b>	<b>31</b>
6.2.1	Описание:.....	31
6.2.2	Значения параметров:.....	31
6.2.3	Действия системы для нормализации: .....	35
6.2.4	Время нормализации: .....	35

## Термины и сокращения

В настоящем документе используются следующие сокращения, термины и соответствующие им определения.

Термин	Определение
АПД	Автоматическая подача долота
БР	Буровой раствор
БН	Буровой насос
ВЗД	Винтовой забойный двигатель
СВП	Система верхнего привода
КМУ	Колонная манипуляторная установка
РМ	Роботизированный манипулятор
АКБ	Автоматический ключ буровой
БУР	Бурение
КЛН	Операция «на клиньях»
ПРМ	Промывка
ПРО	Проработка
НРЦ	Наращивание
ШАБ	Шаблонирование
СПО	Спуско-подъемные операции
ВС	Вертикальная скважина
ГС	Горизонтальная скважина
ННС	Наклонно-направленная скважина

## **1 Введение**

Данная платформа оперативного доступа к данным датчиков и узлов буровой установки разработана для мониторинга всех аспектов бурения в реальном времени. Основной целью системы является предоставление пользователю актуальной информации о ходе буровых работ, техническом состоянии оборудования и показателях производительности. Платформа интегрирует данные с различных источников, таких как датчики, узлы буровой установки, а также оперативные отчеты, что позволяет принимать обоснованные решения для оптимизации процесса бурения.

Пользователи могут следить за параметрами бурения, сравнивать фактические данные с плановыми показателями, а также оценивать эффективность работы оборудования. Это позволяет своевременно выявлять отклонения и предотвращать возможные аварийные ситуации, улучшая контроль за процессом бурения.

## **2 Назначение и условия использования**

### **2.1 Назначение**

Платформа предназначена для оперативного контроля и анализа данных, поступающих с буровой установки.

Платформа используется для:

- 1. Анализа эффективности буровых работ** — на основе данных, поступающих от датчиков, пользователь может оценить соответствие фактических показателей плановым значениям, а также проанализировать результаты различных этапов бурения.
- 2. Оперативного реагирования на нештатные ситуации** — при отклонениях параметров бурения система может уведомлять пользователя о потенциальных рисках, что позволяет быстро принимать меры для устранения проблемы.
- 3. Снижения затрат и повышения безопасности** — благодаря непрерывному мониторингу состояния оборудования и параметров бурения, система помогает снизить затраты на обслуживание и уменьшить вероятность аварий.

**Условия использования:**

- Платформа должна использоваться только квалифицированными специалистами, имеющими необходимые знания и опыт работы с буровым оборудованием и соответствующими данными.
- Для корректной работы системы необходим стабильный доступ к сети Интернет и полная интеграция с датчиками и узлами буровой установки.
- Система может быть настроена для удаленного доступа, что позволяет контролировать процесс бурения из различных точек, однако

необходимо обеспечить безопасность данных и доступ к платформе только уполномоченным пользователям.

Система предназначена для использования как в полевых условиях на буровых площадках, так и в операционных центрах для анализа и планирования буровых операций.

## 2.2 Уровень технического оснащения

Работа приложения поддерживается на любой операционной системе, которая поддерживает установку следующих веб-браузеров: Google Chrome, Yandex-браузер, Safari, Mozilla Firefox.

Минимальная конфигурация персонального компьютера должна быть не хуже следующей:

- Процессор Intel Core 2 Duo 6450/2.3Ghz, Cache 4 Mb
- оперативная память: 4 Гб;
- жесткий диск: 80 Гб;
- Монитор 1920x1080, мышь, клавиатура

### 3 Руководство по началу работы с системой

#### 3.1 Запуск программы

Для работы с Системой установочный дистрибутив не требуется. Перед началом работы с Системой необходимо убедиться, что на АРМ пользователя установлен браузер, например, для ОС Microsoft Windows 10 — Google Chrome актуальной версии, и пользователь имеет доступ к сети Интернет. Проверка работоспособности осуществляется автоматически в момент запуска программного обеспечения. В случае возникновения ошибок на экране отображается соответствующее сообщение об ошибке.

Запуск приложения происходит путем ввода URL-адреса в адресной строке веб-браузера, после чего появляется форма авторизации для ввода «Почты» и «Пароля». Также можно получить доступ нажав на поле «Войти под тестовым пользователем» (Рисунок 1).

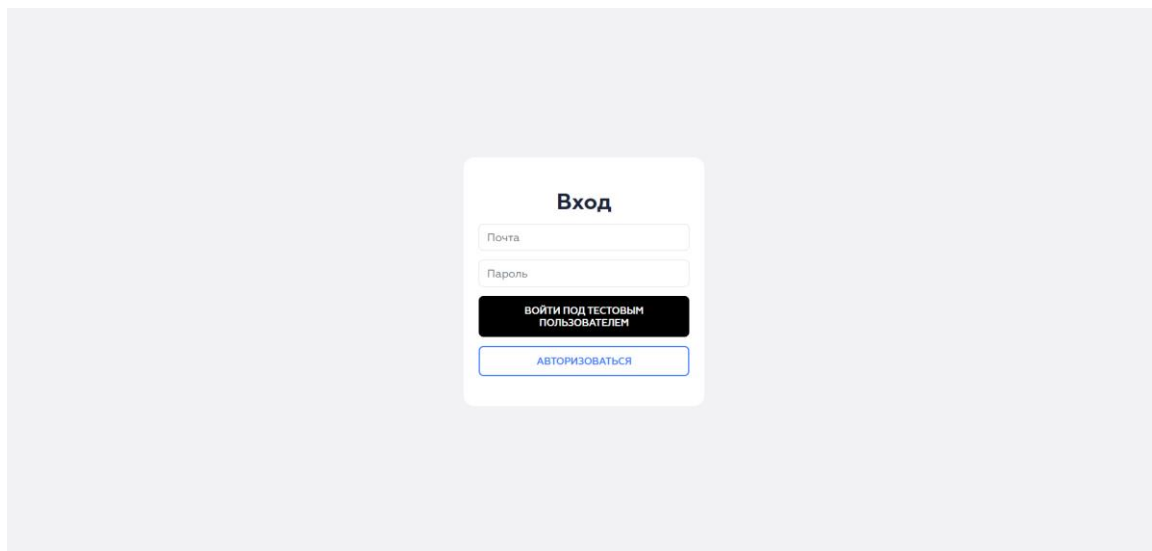


Рисунок 1 – Окно авторизации пользователя



## **4 Описание интерфейса**

### **4.1 Выбор объекта**

На экран выведены доступные для пользователя объекты и их краткие характеристики. Даны название объекта, его географические координаты и состояние, уровень спутникового соединения между объектом и сервером и прогресс работ. В каждом блоке объекта есть поле «Подробнее».

### **4.2 Подробнее об объекте**

При нажатии на поле «Подробнее» открывается новое окно приложения. Пользователь попадает на окно объекта, которое имеет четыре вкладки: «Рабочее место» (начальная страница), «Экраны», «Робот», «Прогресс работ».

В верхней панели находятся: название месторождения, номер кустовой площадки, текущее состояние системы, текущие время и дата в регионе бурения, географические координаты местоположения установки. Отдельным блоком в верхней панели выделены дата начала и ожидаемая дата окончания работ, тип скважины и её номер, прогресс работ с индикатором.

Левая боковая панель представлена следующими полями:

- Объекты - окно для навигации по объектам.
- Рабочее место – вкладка, отображающая рабочие параметры при бурении.
- Экраны - вкладка, для просмотра видео, получаемых с камер, размещённых на буровой установке.
- Прогресс работ – вкладка для отслеживания прогресса работ на скважине.
- Профиль пользователя - информация о текущем пользователе.

### 4.3 Вкладка «Рабочее место»

На рисунке 2 представлена панель управления буровой установки, часть системы RigStatus. Это интерфейс, отображающий важные параметры и статусы различных систем, задействованных в бурении. Ниже представлено подробное руководство пользователя по этой вкладке.

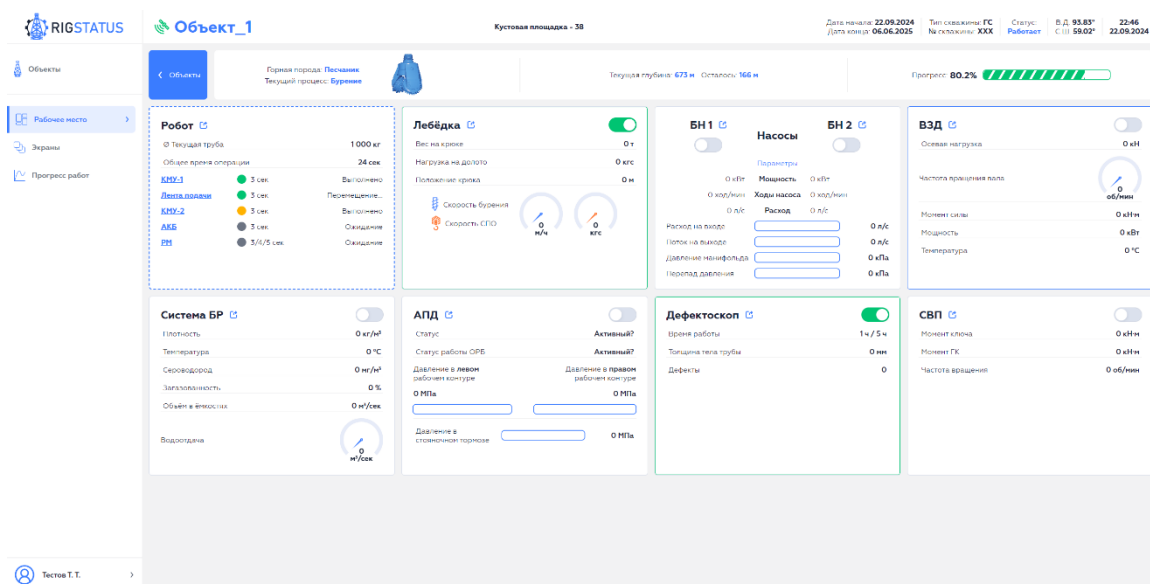


Рисунок 2 – панель управления буровой установки (вкладка «Рабочее место»)

Левый верхний блок «Робот» (рис. 3) показывает состояние роботизированного комплекса. Блок «робот» примечателен тем, что пользователь имеет возможность прямого воздействия на работу каждого компонента в отдельности (см. рис. 3.1–3.5). Основные показатели, такие как диаметр текущей бурильной или обсадной трубы, а также общее время выполнения операции, закреплены в блоке на протяжении всей работы с роботизированным комплексом. Зелёный индикатор напротив названия компонента показывает завершённость операции, далее идет время выполнения операции и статус. Желтый индикатор показывает выполнение процесса, а серый, ожидание.

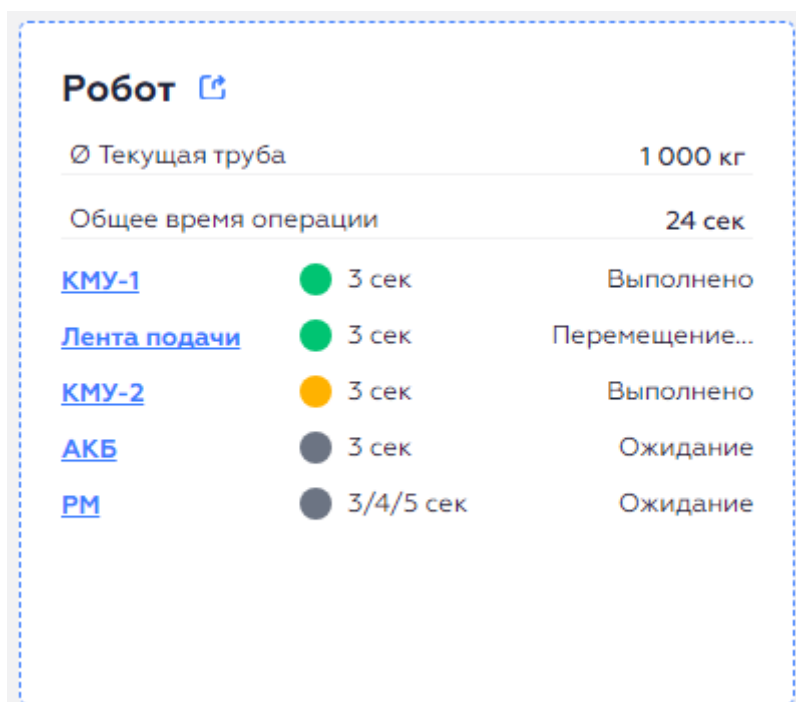


Рисунок 3 – Блок отражения состояния роботизированного комплекса

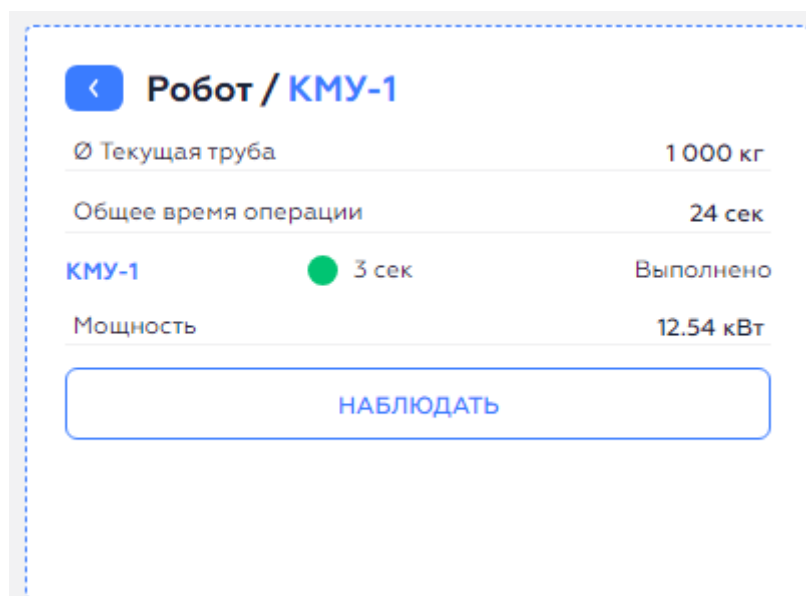


Рисунок 3.1 – Блок управления КМУ-1

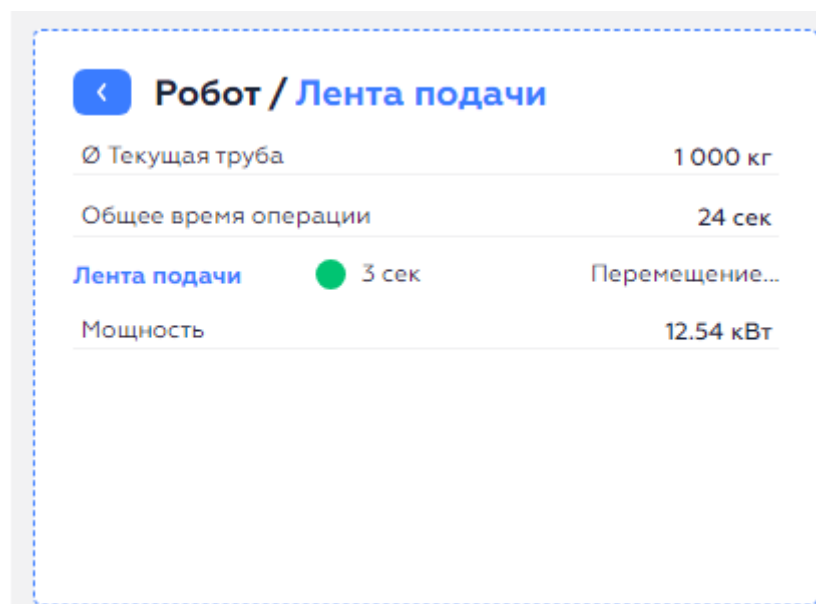


Рисунок 3.2 – Блок управления лентой подачи

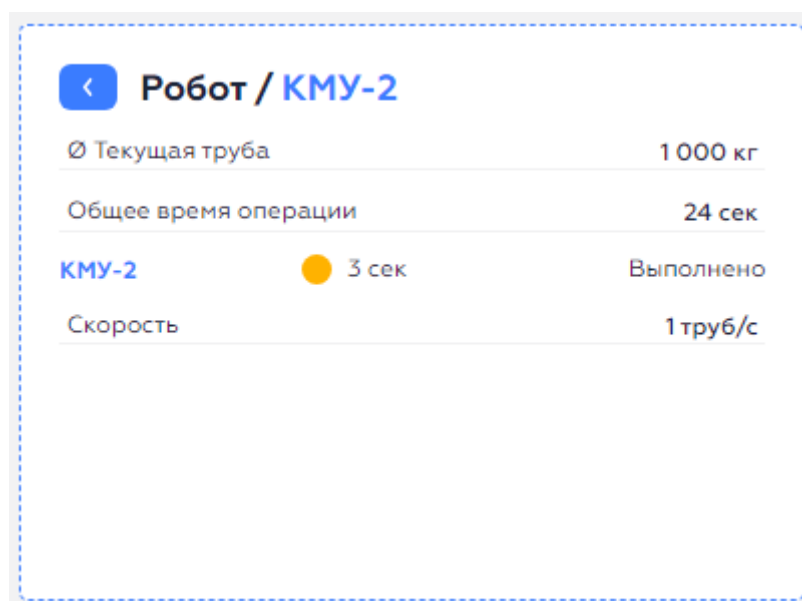


Рисунок 3.3 – Блок управления КМУ-2

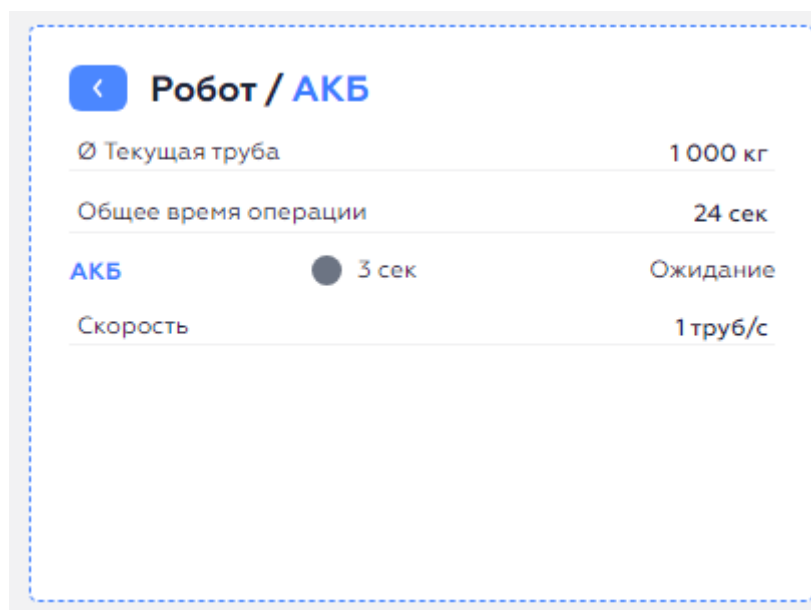


Рисунок 3.4 – Блок управления АКБ

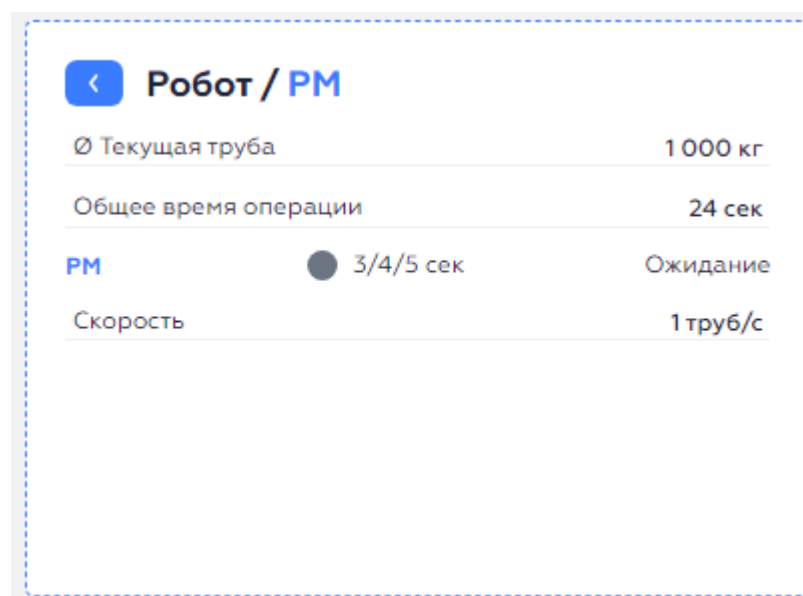


Рисунок 3.5 – Блок управления РМ

Управление лебёдкой (рис. 4) расположено центральном верхнем блоке. Справа вверху блока есть переключатель для включения и выключения лебёдки на буровой установке. И в нём содержится следующая информация: «Вес на крюке» (текущая нагрузка на крюк), «Нагрузка на долото» (усилие, прикладываемое к долоту), «Положение крюка» (текущая высота положения

крюка), «Скорость бурения» (скорость прохождения буром), «Скорость СПО» (скорость спуско-подъёмных операций).

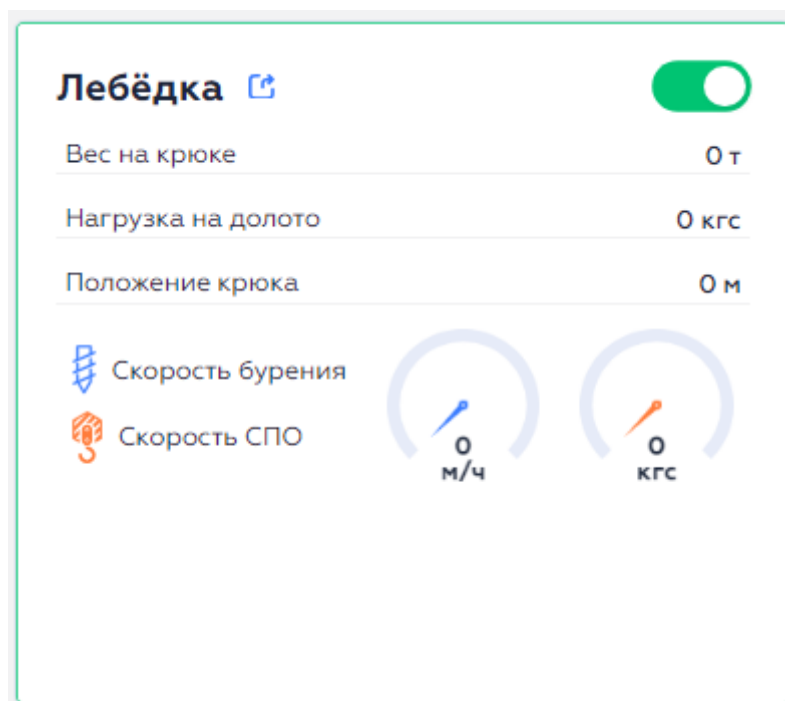



Рисунок 4 – Блок управления лебёдкой


Блок управления насосами (насосом) (рис. 5) расположен в правом верхнем блоке. Левая верхняя и правая верхняя части этого блока имеют переключатели для включения/выключения буровых насосов, которые обозначены аббревиатурами «БН1» и «БН2». В блоке есть данные о параметрах: «Ходы насоса», «Расход», «Расход на входе» и «Расход на выходе», «Давление манифольда», «Перепад давления». Поле «Выкачать» - Опция для запуска процесса откачки.

**БН 1** 

☒

**Насосы**

Параметры

**БН 2** 

☒

	Мощность	
0 кВт		0 кВт
0 ход/мин	<b>Ходы насоса</b>	0 ход/мин
0 л/с	<b>Расход</b>	0 л/с
Расход на входе	<input style="width: 100%;" type="text"/>	0 л/с
Поток на выходе	<input style="width: 100%;" type="text"/>	0 л/с
Давление манифольда	<input style="width: 100%;" type="text"/>	0 кПа
Перепад давления	<input style="width: 100%;" type="text"/>	0 кПа

Рисунок 5 – Блок управления насосами

Данные, связанные с ВЗД (Вспомогательное задействующее устройство) (рис. 6) представлены в центральном левом блоке. Блок имеет следующие данные: «Осевая нагрузка» (нагрузка на вал), «Частота вращения вала», «Момент силы», «Мощность», «Температура» (температура устройства).

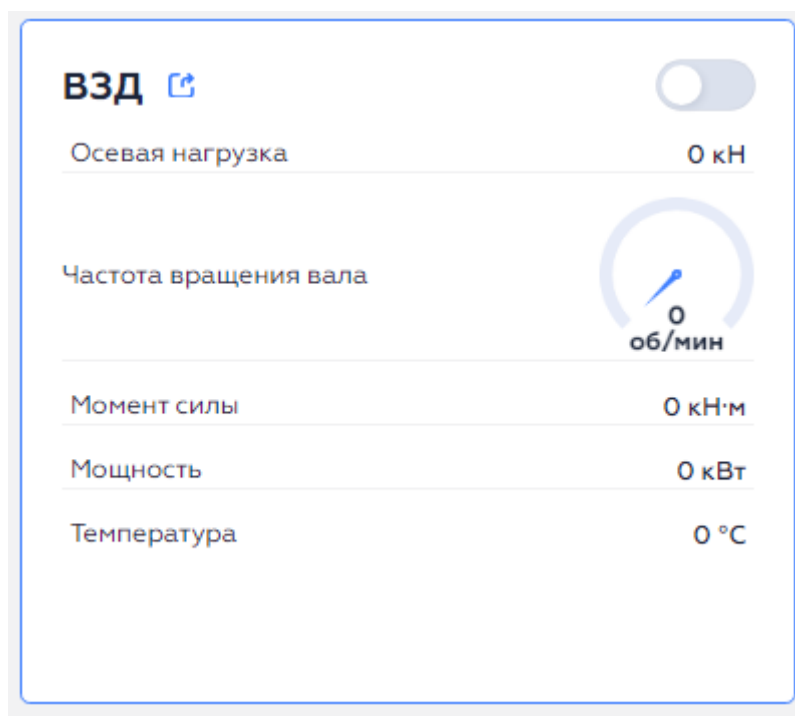



Рисунок 6 – Блок управления ВЗД

Система БР (Бурового раствора) (рис. 7) расположена в центральном блоке. Блок имеет переключатель включения/выключения данной системы. Также есть информация о параметрах: «Плотность» (плотность раствора), «Температура», «Сероводород» (концентрация сероводорода), «Загазованность» (процентное содержание газа), «Объем в ёмкостях», «Водоотдача» (скорость подачи воды).



**Система БР** 

☐

Плотность	0 кг/м³
Температура	0 °C
Сероводород	0 мг/м³
Загазованность	0 %
Объём в ёмкостях	0 м³

Водоотдача





Рисунок 7 – Блок управления системой БР

АПД (Автоматическое поддержание давления) (рис. 8) находится в центральный правый блоке. Блок имеет переключатель включения/выключения данной системы. В блоке показаны «Статус», «Статус работы ОРБ» (оборудование размыва бурения), «Давление в правом рабочем контуре», «Давление в стояночном тормозе».

**АПД** 

☐

Статус	Активный?
Статус работы ОРБ	Активный?

Давление в левом рабочем контуре

Давление в правом рабочем контуре

0 МПа

0 МПа

Давление в стояночном тормозе

0 МПа

## Рисунок 8 – Блок управления АПД

Окно дефектоскопа (рис. 9) расположено в левом нижнем блоке. Блок имеет переключатель его включения/выключения. Также есть следующая информация в данном блоке: «Время работы» и «Толщина тела трубы» (толщина исследуемой трубы).

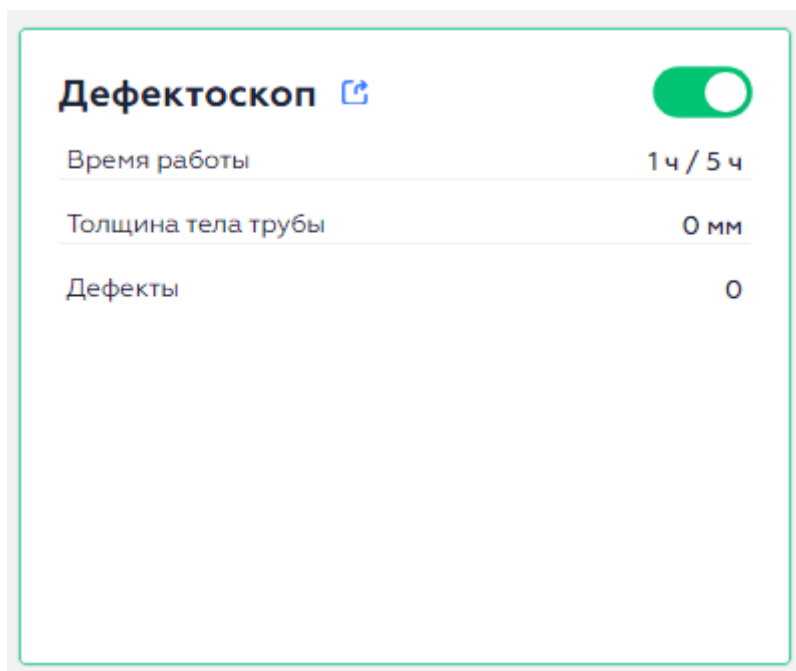


Рисунок 9 – Блок управления дефектоскопом

СВП (Система верхнего привода) (рис. 10) расположена в нижнем правом блоке. Блок имеет переключатель включения/выключения данной системы. Выводятся следующие измеряемые значения: «Момент ключа» и «Момент ГК» (геофизический ключ).

Данная панель предоставляет оператору буровой установки всю необходимую информацию для контроля и управления процессом бурения. Оператор может отслеживать текущие параметры, изменять настройки оборудования, включать или выключать устройства, а также инициировать определённые действия с помощью предоставленных интерфейсов.

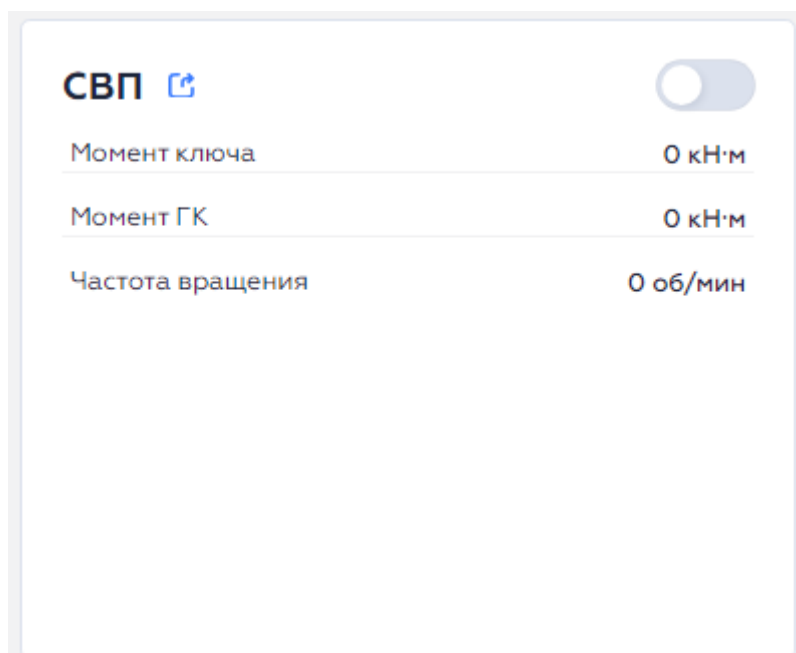


Рисунок 10 – Блок управления СВП

#### 4.4 Вкладка «Экраны»

Раздел экраны используется для обнаружения неисправностей и контроля соблюдения технологического процесса, благодаря поступающему изображению с видеокамер.

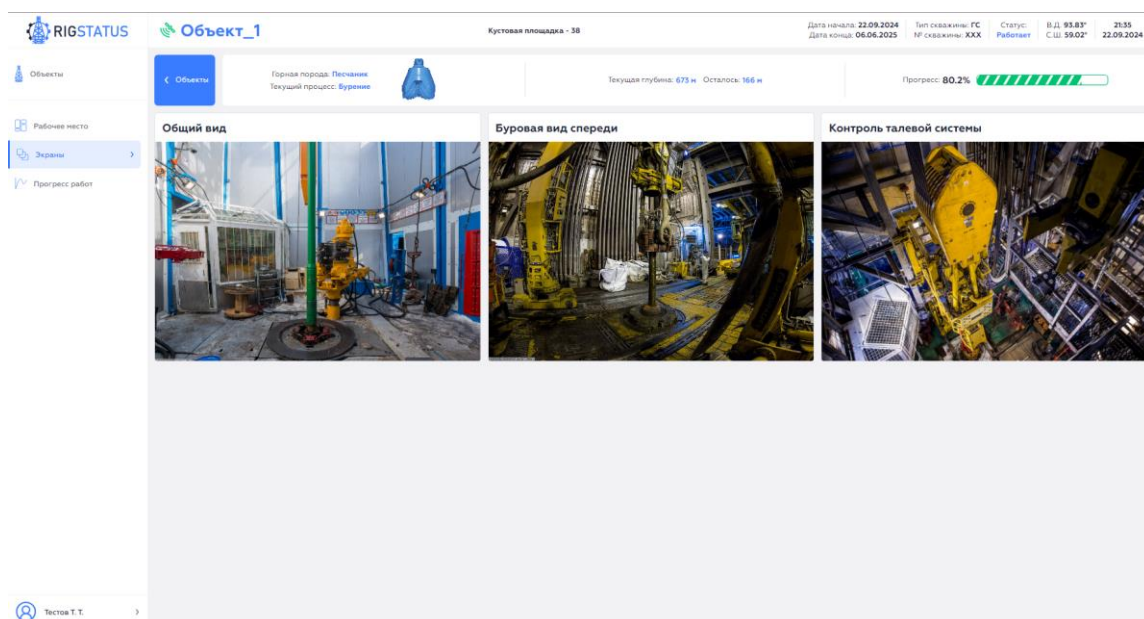
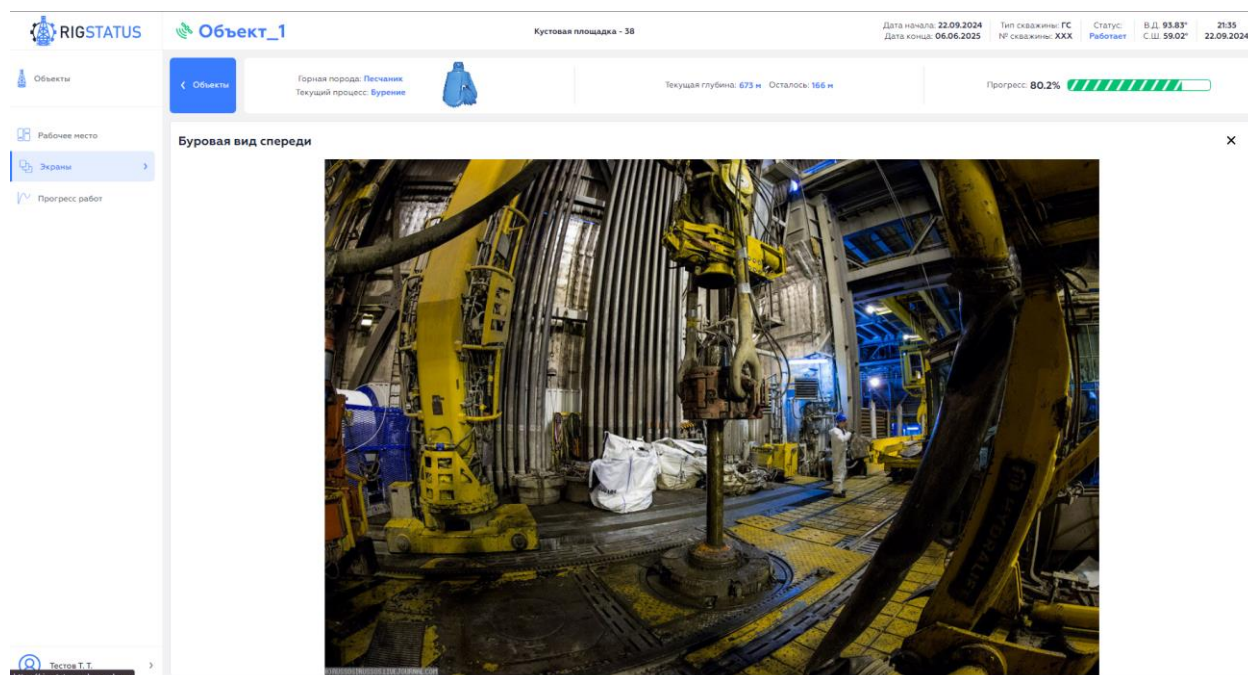
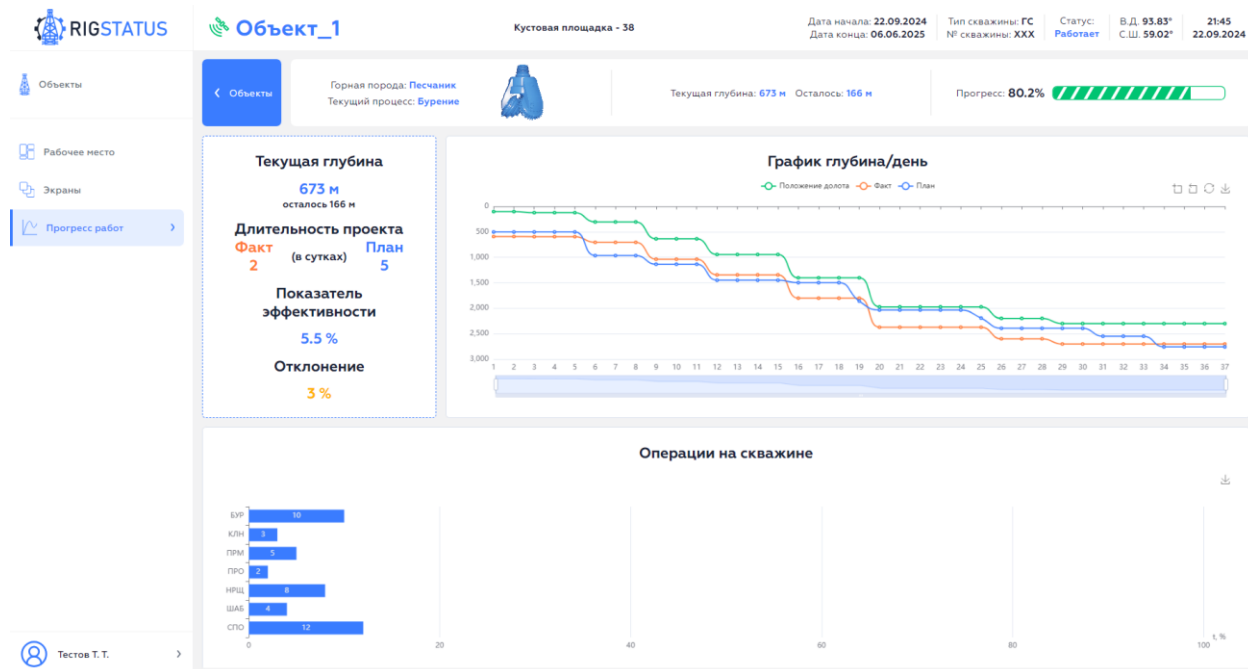


Рисунок 11 – Интерфейс страницы «Экраны»



#### 4.5 Вкладка «Прогресс работ»



В левом верхнем блоке (рис. 14) есть следующие данные: «Текущая глубина» (глубина бурения в настоящий момент), «Осталось» (глубина,

которая осталась до достижения цели), «Длительность проекта» (Факт — количество суток прошедших с начала проекта, План — планируемая длительность проекта), «Показатель эффективности» (отражает прирост в скорости строительства скважины), «Отклонение» (отражает насколько идет отклонение от заданной нормы)



Рисунок 14 – Блок информации о текущем объекте

График глубина/день (рис. 15) отображает процесс бурения скважины, показывая зависимость глубины от времени (в днях). На оси X указаны дни, а на оси Y — глубина в метрах, при этом глубина увеличивается сверху вниз. График имеет три ключевые линии:

1. **Положение долота** (зелёная линия) — показывает фактическую текущую глубину бурения на каждом этапе. Эта линия отражает реальный прогресс бурового инструмента на каждый день.

2. **Факт** (оранжевая линия) — линия фактического выполнения плана, демонстрирующая реальное достижение бурения относительно плановых целей.
3. **План** (синяя линия) — эта линия отображает запланированные значения глубины бурения на каждый день, служа ориентиром для сравнения с фактическими данными.

Каждая точка на графике показывает глубину на конкретный день. Чем ниже расположены точки на оси Y, тем глубже пробурена скважина.

Цель графика — отследить отклонения между плановыми и фактическими показателями для оценки прогресса бурения. Пользователь может видеть, на каких участках фактическое бурение соответствует плану (совпадение оранжевой и синей линии), а где произошли отклонения.

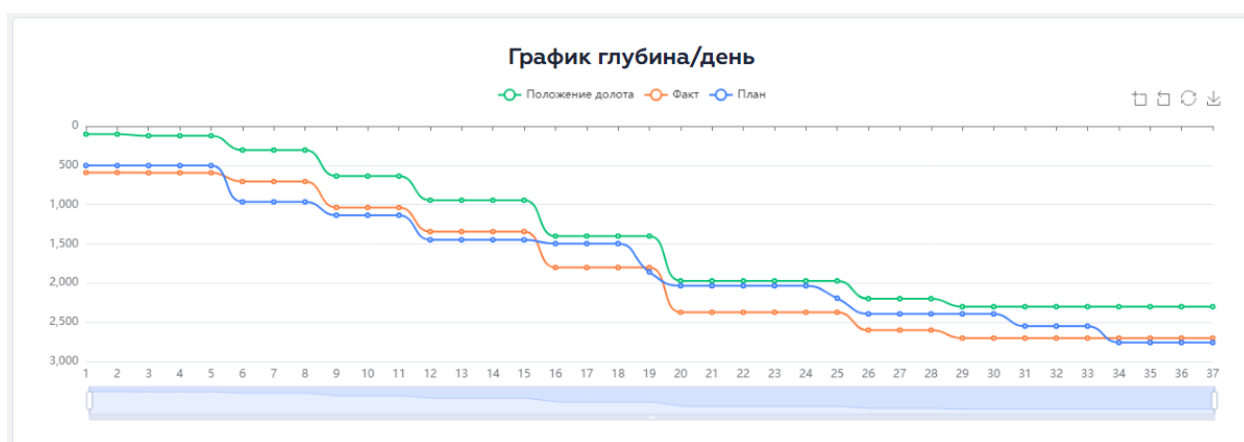


Рисунок 15 – График глубина/день

График «Операции на скважине» (рис. 16) показывает процентное распределение различных операций, проводимых на скважине. Он представляет собой горизонтальную гистограмму, где по оси X указаны проценты времени (от 0 до 100%), а по оси Y — обозначения различных типов операций. Каждая операция имеет соответствующий столбец, длина которого

пропорциональна времени, затраченному на её выполнение. Вот расшифровка:

1. **БУР (Бурение)** — составляет 10% времени всех операций.
2. **КЛН (Клинья)** — операция заняла 3% времени.
3. **ПРМ (Промывка)** — 5% времени.
4. **ПРО (Прочие операции)** — 2% времени.
5. **НРЦ (Наращивание труб)** — занимает 8% времени.
6. **ШАБ (Шаблонирование)** — операция заняла 4% времени.
7. **СПО (Спуск-подъемные операции)** — наибольший процент времени, 12%.

Цель этого графика — проиллюстрировать, сколько времени было затрачено на каждую операцию в процессе работы на скважине. Это позволяет пользователю визуально оценить, какие процессы требуют больше времени и могут нуждаться в оптимизации.

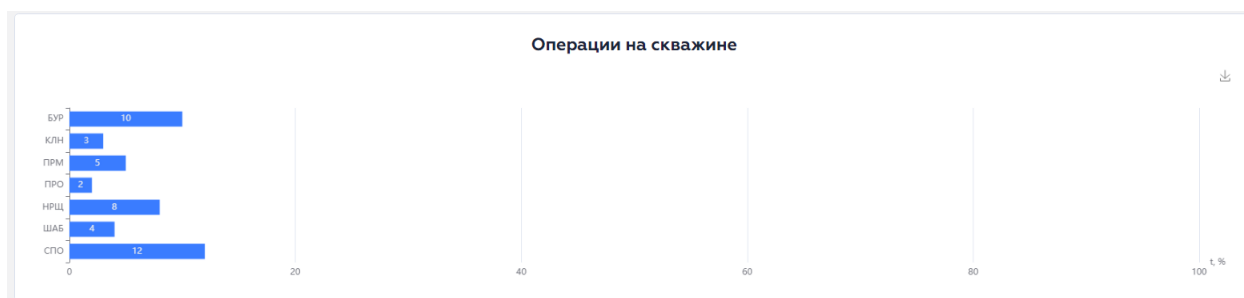


Рисунок 16 – Блок «Операции на скважине»

## 5 Параметры объектов

Ниже опишем основные регистрируемые данные, которые можно наблюдать на интерфейсе. Это поможет лучше понять функциональные возможности системы и ключевые показатели, которые она отслеживает.

Описание основных регистрируемых данных:

### 5.1.1 Положение долота

Этот параметр отслеживает позицию долота во время бурения или спуско-подъемных операций, показывая, на какой глубине находится долото в данный момент.

### 5.1.2 Нагрузка на долото

В процессе бурения нагрузка на долото складывается из составляющей приложенного осевого усилия в скважине и веса колонны. Это важный параметр, который показывает, какое усилие прикладывается к долоту для разрушения горной породы.

### 5.1.3 Высота крюка (крюкоблока)

Фактическая вычисленная высота талевого блока, установленного на буровой вышке. Этот параметр помогает следить за положением подъемного механизма, что важно для безопасного управления процессами подъема и опускания.

### 5.1.4 Вес на крюке

Определяется как вес буровой колонны, измеренный на крюке на поверхности во время буровых операций. Это ключевой показатель для контроля натяжения и нагрузки на подъемные механизмы.



#### 5.1.5 Перепад давлений

Разность давлений на забойном двигателе во время бурения, вычисленная путем вычитания давлений насосов на забое и выше него. Этот параметр помогает следить за эффективностью работы бурового раствора и предотвращать возможные аварийные ситуации.

#### 5.1.6 Глубина скважины

Это вычисленное расстояние от поверхности до забоя пробуренной скважины. Текущая глубина указывает, на какой стадии находится процесс бурения.

#### 5.1.7 Скорость бурения или проходки

Скорость, с которой буровое долото идет по породе. Этот параметр важен для оценки эффективности бурения и расчета времени завершения буровых работ. Оптимальные величины скорости бурения помогают снизить затраты и увеличить производительность.

#### 5.1.8 Обороты ротора

Обороты ротора в минуту (об/мин) — это скорость вращения стола ротора во время операций бурения. Этот параметр показывает, с какой интенсивностью происходит вращение долота.

#### 5.1.9 Момент ротора

Величина момента, необходимого для приведения ротора в движение во время буровых операций. Увеличение момента может свидетельствовать о проблемах с долотом или о прихвате инструмента, что требует немедленного вмешательства.

#### 5.1.10 Ходы БН1, БН2

Эти параметры показывают число ходов буровых насосов (ход/мин) во время бурения. Они позволяют контролировать работу насосов и эффективность циркуляции бурового раствора.

#### 5.1.11 Объём в ёмкостях

Объём жидкости в каждой из ёмкостей раствора. Эти данные важны для контроля наличия и объёма бурового раствора, необходимого для поддержания давления и охлаждения долота.

#### 5.1.12 Давление манифольда

Этот параметр контролирует давление манифольда, что важно для обеспечения надлежащей циркуляции бурового раствора и предотвращения возможных выбросов.

#### 5.1.13 Расход на выходе/поток на выходе

Параметры, регистрирующие скорость обратного потока раствора, выходящего из скважины и возвращающегося через желоб в процессе строительства скважины. Это помогает в мониторинге потерь раствора и контроле состояния буровой системы.

#### 5.1.14 Температура в блоке «Система БР»

Параметр, показывающий температуру бурового раствора во время буровых операций. Аномальные температурные изменения могут быть индикаторами изменения условий на забое, таких как перегрев или гидратация.

#### 5.1.15 Плотность раствора на входе/плотность раствора на выходе

Замеренная масса на единицу объема (плотность) промывочной жидкости. Сравнение плотностей на входе и выходе может указать на наличие

газопроявлений или поступление твердых частиц в систему, что важно для оценки целостности скважины.

#### 5.1.16 Загазованность

Параметр, показывающий процентное содержание газа в фактической пробе бурового раствора. Высокая загазованность может свидетельствовать о прорыве газа из пласта, что требует немедленного реагирования для предотвращения аварийных ситуаций.

## 6 Примеры аварийных ситуаций

### 6.1 Аномальное изменение плотности бурового раствора

#### 6.1.1 Описание:

При бурении скважины наблюдается внезапное увеличение плотности бурового раствора. Это может указывать на попадание в раствор фрагментов породы или газа из пласта.

Параметры, по которым замечен сценарий:

1. Система БР > плотность: 2.3 (аномально высокое значение)
2. БН1 > Перепад давления: 40 (повышенное значение)
3. БН1 > Давление манифольда: 45 (повышенное значение)

#### 6.1.2 Значения параметров:

Система БР:

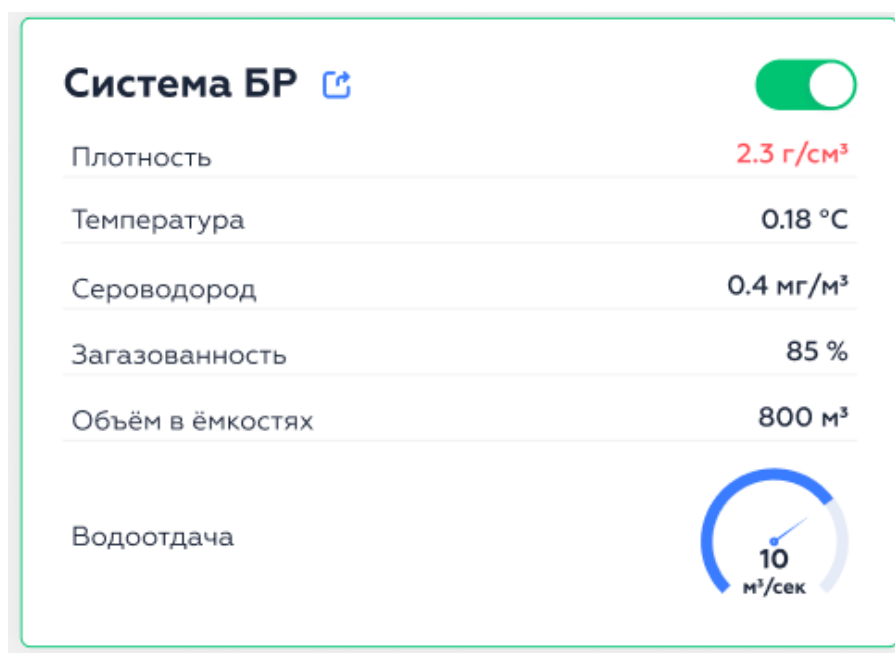


Рисунок 17 – Повышенное значение плотности в системе БР



Рисунок 18 – Повышенное значение плотности в системе БР

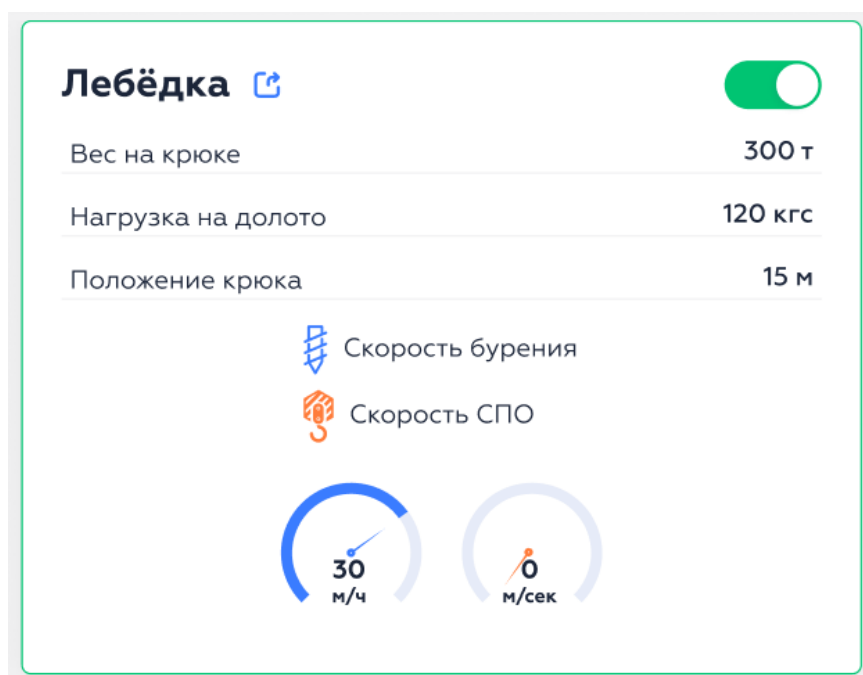


Рисунок 19 – Повышенное значение плотности в системе БР

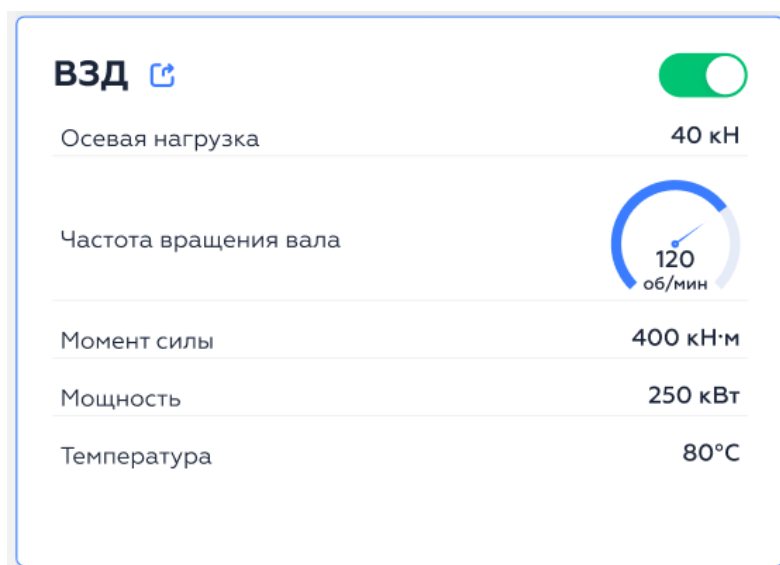


Рисунок 20 – Повышенное значение плотности в системе БР

#### 6.1.3 Действия системы для нормализации:

##### 1. Уменьшить плотность бурового раствора:

- Система БР > Плотность: снизить на 0.5-0.7 единиц (до 1.6-1.8)
- Добавить разбавитель в систему циркуляции бурового раствора

##### 2. Отрегулировать параметры насоса:

- БН1 > Мощность: уменьшить на 30-50 единиц (до 230-250)
- БН1 > Ходы насоса: уменьшить на 20-30 единиц (до 150-160)

##### 3. Снизить нагрузку на долото:

- Лебёдка > Вес на крюке: уменьшить на 20-30 единиц (до 90-100)

#### 4. Уменьшить скорость вращения:

- ВЗД > Частота вращения вала: снизить на 20-30 единиц (до 90-100)

#### 6.1.4 Время нормализации:

Система должна прийти в норму в течение 15-30 минут после внесения корректировок. Это время необходимо для полной циркуляции бурового раствора и стабилизации параметров. Однако, точное время зависит от глубины скважины и скорости циркуляции раствора.

### 6.2 Внезапное изменение нагрузки на долото

#### 6.2.1 Описание:

При бурении скважины произошло резкое изменение нагрузки на долото. Это может быть вызвано попаданием долота в зону с изменённой твёрдостью породы или наличием пустот. Такая ситуация требует быстрой реакции систем бурения для предотвращения повреждения оборудования и обеспечения эффективности процесса.

Параметры, по которым станет заметен этот сценарий:

1. Лебёдка > Нагрузка на долото: резкое изменение с 130 кН до, например, 60 кН

2. Лебёдка > Скорость бурения: снижение с 40 м/ч до 20 м/ч

3. ВЗД > Момент силы: уменьшение с 450 Н·м до 300 Н·м

4. СВП > Момент ключа (крутящий момент СВП): снижение с 250 кН·м до 180 кН·м

#### 6.2.2 Значения параметров:

Система БР:

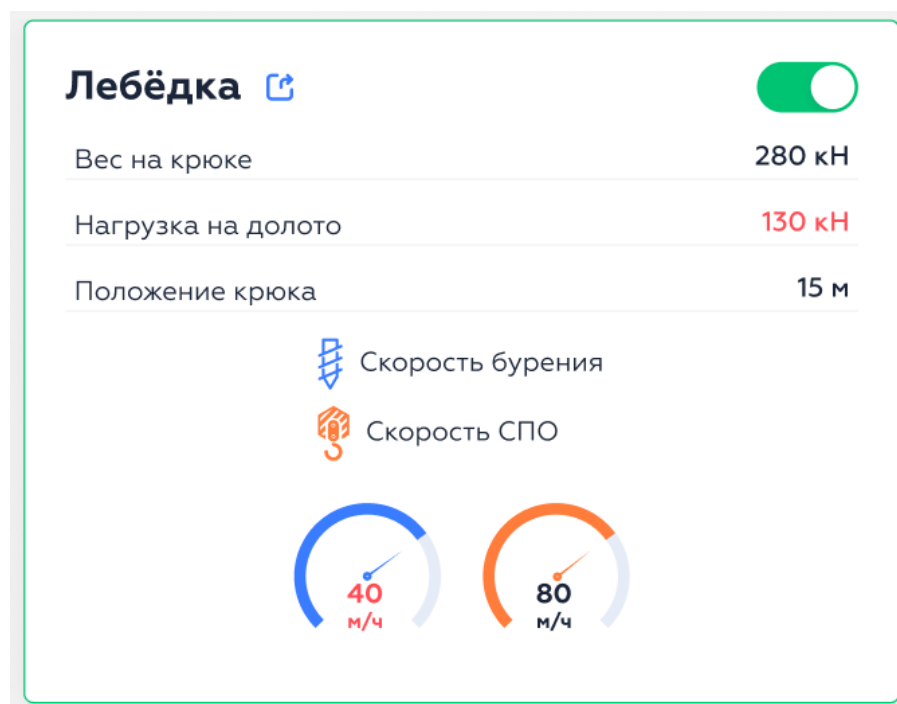


Рисунок 17 – Повышенное значение плотности в системе БР

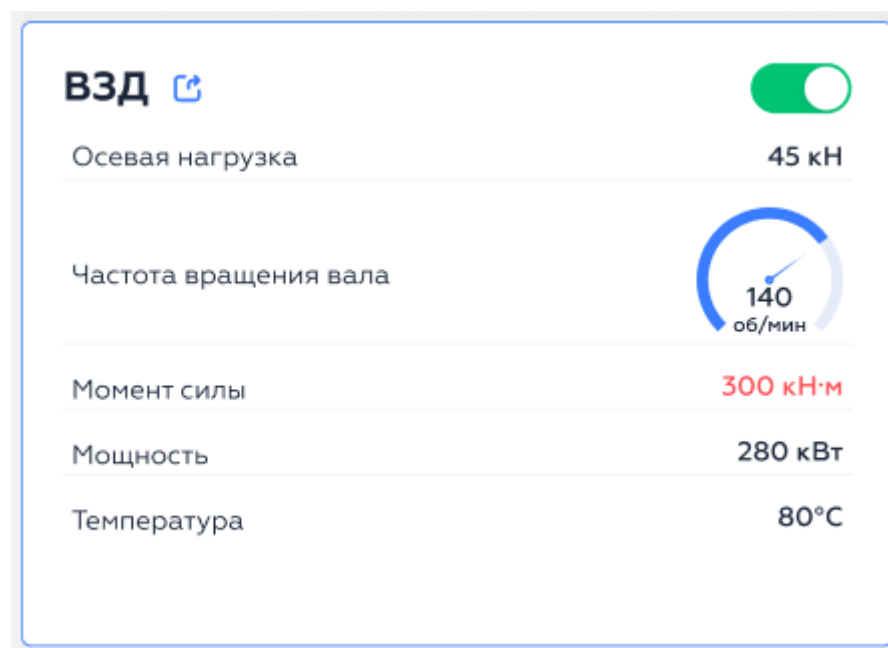


Рисунок 18 – Повышенное значение плотности в системе БР



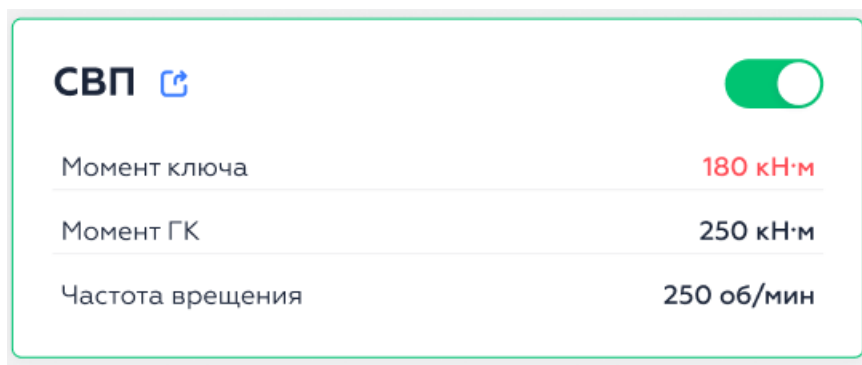


Рисунок 19 – Повышенное значение плотности в системе БР



Рисунок 20 – Повышенное значение плотности в системе БР

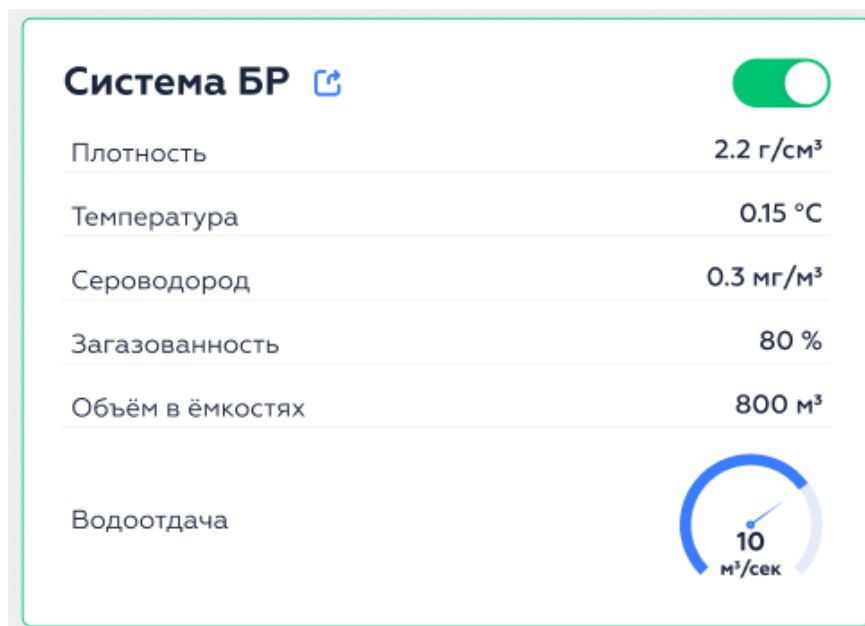



Рисунок 20 – Повышенное значение плотности в системе БР



Рисунок 20 – Повышенное значение плотности в системе БР

**Дефектоскоп** 

Время работы

1 ч / 5 ч

Толщина тела трубы

15 мм

Дефекты

Нет

Рисунок 20 – Повышенное значение плотности в системе БР

#### 6.2.3 Действия системы для нормализации:

1. АПД должна увеличить нагрузку на долото до нормального значения (например, до 110 кН), постепенно повышая на 10 кН каждые 30 секунд.

2. СВП должна увеличить момент силы до 230 кН·м, повышая на 10 кН·м каждые 15 секунд.

3. БН1 следует увеличить расход до 58 л/с для лучшей очистки забоя.

4. ВЗД нужно постепенно увеличить Момент силы до 420 Н·м, повышая на 20 Н·м каждые 20 секунд.

#### 6.2.4 Время нормализации:

При условии, что изменения будут происходить постепенно и системы будут работать согласованно, полная нормализация параметров может занять

около 3-5 минут. Однако, первичная стабилизация произойдет уже через 1-2 минуты после начала корректирующих действий.

## Лист регистрации изменений

[illegible]