

**Программное обеспечение CyberStudio – платформа для
предиктивной аналитики оборудования и оптимизации режимов
технологических процессов
v 3.20.0
Руководство пользователя**

Таблица 1.

История изменений

Версия	Дата	Комментарий	Автор
1	07.04.2026	Первая версия документа	Гавриленков С.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ГЛОССАРИЙ	7
2	НАЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА	8
3	ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ	9
4	ЗНАКОМСТВО С ПЛАТФОРМОЙ	10
4.1	Назначение платформы	10
4.2	Роли пользователей	10
5	ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	10
5.1	Навигация по сервисам через боковую панель	10
5.2	Работа с таблицами	11
5.3	Работа с календарём	12
6	ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ	13
6.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	13
6.2	СОЗДАНИЕ ТЕГОВ ПЛАТФОРМЫ	13
6.3	РЕДАКТИРОВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ТЕГОВ	15
6.4	ГРУППИРОВКА ТЕГОВ	17
6.5	СОЗДАНИЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА ДАННЫХ	20
6.6	СОЗДАНИЕ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ДАННЫХ	26
6.7	СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕГОВ И ПРАВИЛ РАСЧЕТА	27
6.8	РАБОТА С ШАБЛОНАМИ ПРАВИЛ	33
7	ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	35
7.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	35
7.2	РАБОТА С МЕНЕДЖЕРОМ ДАННЫХ	37
7.3	РАБОТА С ГРАФИЧЕСКИМИ ОБЛАСТЯМИ	44
7.4	СОЗДАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА	47
7.5	СОЗДАНИЕ ГРАФИКА СПЕКТРОВ	55
7.6	СОЗДАНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО ГРАФИКА	57
8	ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ	58
8.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	58
8.2	ГЛАВНАЯ СТРАНИЦА СДП	59
8.3	СОЗДАНИЕ ДЕРЕВА ПРОЕКТА	61
8.4	ДЕЙСТВИЯ С БЛОКОМ АКТИВА	64
8.5	НАВИГАЦИЯ ПО ДЕРЕВУ ПРОЕКТА	67
8.6	КОНФИГУРАЦИЯ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ	71

8.7	СОСТОЯНИЯ И ЧЕРНОВИКИ	76
8.8	СВЯЗИ (КАРТИРОВАНИЕ)	76
8.9	РАБОЧИЕ РЕЖИМЫ	80
8.10	ШАБЛОНЫ И УПРАВЛЕНИЕ СТАТУСОМ МОНИТОРИНГА.....	83
8.11	АННОТАЦИИ СБОРОК И ИНТЕГРАЦИЯ С 1С ТОиР	84
9	МОДЕЛИРОВАНИЕ	86
9.1	НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА	86
9.2	ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ	87
9.3	ИНДЕКС СОСТОЯНИЯ (ИС).....	87
9.4	КОНФИГУРАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ МОДЕЛЕЙ	88
9.5	ОПИСАНИЕ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ.....	93
9.6	КРИТЕРИИ ВЫБОРА АРХИТЕКТУРЫ МОДЕЛИ	96
9.7	ОБУЧЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ	97
9.8	ЗАПУСК ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ.....	102
9.9	ПРОГОНКА МОДЕЛЕЙ: ПОДГОТОВКА	109
9.10	ПРОГОНКА МОДЕЛЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ.....	112
10	НАСТРОЙКА ФОРМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ	117
10.1	НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА	117
10.2	ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ	117
10.3	КАТАЛОГ МНЕМОСХЕМ	118
10.4	РЕДАКТОР МНЕМОСХЕМЫ.....	119
10.5	ТИПЫ БЛОКОВ.....	122
11	УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	126
11.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	126
11.2	ТАБЛИЦА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ	127
11.3	ФИЛЬТРАЦИЯ.....	128
11.4	УПРАВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫМ ОБЪЕКТОМ	129
11.5	ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ.....	129
12	ПРОГНОЗИРОВАНИЕ	130
12.1	НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА	130
12.2	ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ	131
12.3	ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРОГНОЗНОГО БЛОКА	131
12.4	ТАБЛИЦА КОНФИГУРАЦИИ	132
12.5	САЙДБАР КОНФИГУРАЦИИ.....	133
12.6	ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ.....	135

12.7	АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	136
12.8	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ	138
12.9	НАСТРОЙКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА.....	139
13	ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ	141
13.1	НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА	141
13.2	ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ	141
13.3	ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ	142
13.4	ИНДЕКС СОСТОЯНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ	142
13.5	ТАБЛИЦА КОНФИГУРАЦИИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	144
13.6	САЙДБАР КОНФИГУРАЦИИ НЕИСПРАВНОСТИ	144
13.7	ПРАВИЛА ПО ПАРАМЕТРАМ (NO-CODE)	146
13.8	ПРАВИЛА ПО КРИТЕРИЯМ (LOW-CODE).....	147
13.9	ПРОГОНКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ	150
14	НАСТРОЙКА ПРОЦЕССОВ РЕАГИРОВАНИЯ.....	153
14.1	НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА	153
14.2	ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ	154
14.3	ВКЛАДКА «СОБЫТИЯ»	155
14.4	ШАБЛОНЫ ПРОЦЕССОВ	158
14.5	АВТОМАТИЗАЦИИ	162
14.6	ТАБЛИЦА ПРОЦЕССОВ	169
14.7	ХОЛСТ ПРОЦЕССА.....	172
14.8	УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ.....	177
15	КОРРЕКТИРОВКА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	180
15.1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	180
15.2	ЭТАП 1. ОСТАНОВКА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ	180
15.3	ЭТАП 2. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НА ГРАФИКАХ	181
15.4	ЭТАП 3. ВНЕСЕНИЕ КОРРЕКТИРОВОК.....	181
15.5	ЭТАП 4. ПРОВЕРКА НА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ	181
15.6	ЭТАП 5. ПОВТОРНЫЙ ЗАПУСК В МОНИТОРИНГ	182
16	СЕРВИСЫ ИМПОРТА И ЭКСПОРТА	182
16.1	Назначение сервисов	182
16.2	Переход к сервисам.....	182
16.3	Описание интерфейсов	183
16.4	Экспорт проекта (создание архива).....	183
16.5	Импорт проекта (создание структуры на основе архива)	183

17	СЕРВИС АДМИНИСТРИРОВАНИЯ	184
17.1	Создание учётных записей пользователей в Keycloak	184
17.2	Первый вход	185
17.3	Ролевая модель и иерархия объектов.....	185
17.4	Работа с пространствами	185
17.5	Работа с проектами	186

1 ГЛОССАРИЙ

Таблица 2.

Используемые термины

Термин	Определение
Агрегация данных	Объединение множества точек данных в сводные значения (среднее, минимум, максимум) при превышении лимита отображаемых точек на графике
Актив	Элемент иерархии оборудования в дереве проекта (промплощадка, установка, агрегат, узел)
Архитектура модели	Тип алгоритма предиктивной модели: MLP, CNN, BNN, PCR, K-MEANS или PHYS
Автоматизация	Правило автоматического запуска процессов и уведомлений при наступлении заданных событий
Виртуальный тег	Тег платформы, значение которого вычисляется по формуле или скрипту на основе других тегов
Горизонт прогноза	Временной период (в часах), на который выполняется прогноз изменения параметра
Граница разладки	Предельное значение отклонения фактического параметра от расчётного, при превышении которого фиксируется аномалия
Графическая область	Участок интерфейса исторического сервиса, содержащий один или несколько графиков одного типа (линейные, интервальные, спектральные)
Дерево проекта	Иерархическая структура активов (промплощадок, установок, агрегатов, узлов), описывающая декомпозицию оборудования
Идентификация модели	Процесс автоматического определения весов и констант модели на данных обучения
Индекс состояния (ИС)	Числовой показатель от 0 до 1, характеризующий степень отклонения фактического параметра от эталонного значения модели. Значение 1 соответствует норме, снижение к 0 указывает на аномалию
Картирование (маппинг)	Установление связи между тегом источника данных и тегом платформы для передачи значений
Классификатор дефектов	Совокупность правил неисправностей, определяющих наличие дефектов на основе анализа индексов состояния
Менеджер данных	Интерфейсный компонент для выбора параметров (тегов, расчётных объектов) при построении графиков или привязке данных к элементам визуализации
Мнемосхема	Графическое представление технологического объекта с привязкой параметров к визуальным элементам (графикам, таблицам, светофорам)
Модель (предиктивная)	Цифровой эталон нормального поведения оборудования, обученный на исторических данных. Вычисляет ожидаемые значения параметров для сравнения с фактическими
Неисправность	Набор диагностических правил, определяющих наличие дефекта на основе анализа индексов состояния
Нормировка	Приведение значений параметров к единому диапазону (0–1) для совместного отображения на одной оси графика
Окно усреднения	Временной интервал (в секундах), в пределах которого вычисляется сглаженное значение индекса состояния в потоковом режиме
Потоковый режим	Режим вычисления моделей и правил неисправностей в реальном времени по мере поступления данных
Правило по критерию	Правило выявления неисправности, использующее произвольную математическую формулу (low-code подход)
Правило по параметру	Правило выявления неисправности, основанное на анализе индекса состояния отдельного тега модели (no-code подход)
Прогнозный блок	Компонент, вычисляющий прогноз изменения параметра и оставшийся ресурс до функционального отказа
Прогонка	Тестовый расчёт модели или набора правил неисправности на исторических данных для проверки корректности настроек
Рабочий режим	Набор правил фильтрации данных, определяющий допустимые условия для расчёта модели (предотвращает ложные срабатывания при нештатных режимах работы оборудования)
Разладка	Величина отклонения фактического значения параметра от расчётного (предсказанного моделью) значения
Расчётный объект	Совокупность модели и связанных с ней блоков неисправностей и прогноза,

Термин	Определение
	привязанная к узлу оборудования
Сборка	Группирующий элемент в дереве проекта, объединяющий узлы и другие сборки (соответствует агрегату, установке или промплощадке)
Событие	Оповещение, генерируемое системой при выявлении аномалии, срабатывании правила неисправности или других значимых изменениях
Срабатывание	Факт перехода индекса состояния ниже заданного порога, фиксирующий аномальное отклонение параметра
Тег платформы	Именованный канал данных, содержащий временной ряд значений параметра оборудования
Узел	Терминальный элемент дерева проекта, содержащий расчётные объекты (модели, неисправности, прогнозные блоки)
Холст	Рабочая область интерфейса для размещения и редактирования визуальных элементов (блоков мнемосхем, задач процессов, объектов дерева проекта)
Черновик	Незафиксированное промежуточное состояние изменений конфигурации, которое можно сохранить или откатить
Шаблон процесса	Предопределённая структура процесса реагирования (набор задач и связей), используемая для быстрого создания типовых процессов

Таблица 3.

Используемые сокращения

Сокращение	Расшифровка
AutoML	Автоматический подбор оптимальных гиперпараметров модели
BNN	Байесовская нейронная сеть (Bayesian Neural Network)
CNN	Свёрточная нейронная сеть (Convolutional Neural Network)
K-MEANS	Кластеризация методом k-средних
MLP	Многослойный перцептрон (Multi-Layer Perceptron)
PCR	Регрессия главных компонент (Principal Component Regression)
PHYS	Физико-математическая модель
PI	Информационная платформа OSIsoft PI для сбора и хранения данных реального времени
Prophet	Аддитивная модель временных рядов (библиотека Facebook/Meta)
АЧХ	Амплитудно-частотная характеристика
ИС	Индекс состояния
МНК	Метод наименьших квадратов
ПО	Программное обеспечение
СБЛ	Сервис бизнес-логики
СДМ	Сервис дизайна мнемосхем
СДП	Сервис дизайна проекта
СИ	Сервис исторический
СМД	Сервис моделей
СН	Сервис неисправностей
СП	Сервис прогноза
ССД	Сервис сбора данных
ТМ	Технологическая машина
ТОиР	Техническое обслуживание и ремонт

2 НАЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА

Настоящий документ является руководством пользователя ПО CyberStudio — платформы предиктивной аналитики и диагностики оборудования.

Документ предназначен для всех категорий пользователей платформы и описывает порядок работы с основными сервисами:

- сбор и подготовка данных;
- визуализация и анализ исторических данных;
- проектирование, конфигурирование и тестирование предиктивных моделей;
- настройка правил выявления неисправностей и блоков прогноза;

- создание мнемосхем для визуализации показателей технического состояния;
- настройка процессов реагирования на события и автоматизаций;
- управление расчётными объектами (запуск и остановка мониторинга);
- корректировка расчётных объектов в процессе эксплуатации;
- администрирование платформы.

Для каждого сервиса приведены описание интерфейса и пошаговые инструкции по настройке и управлению.

3 ОБЗОР ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

ПО CyberStudio обеспечивает полный цикл предиктивной аналитики оборудования: от подготовки данных до автоматического реагирования на выявленные аномалии.

Таблица 4.

Функциональные возможности платформы

№	Функция	Описание	Сервис
1	Подготовка данных	Создание и настройка тегов платформы, организация тегов в группы, подключение внешних источников данных, настройка правил расчёта виртуальных тегов, загрузка ретроспективных данных	ССД
2	Визуализация и анализ исторических данных	Построение линейных, интервальных и спектральных графиков на основе исторических данных; создание и сохранение именованных групп графических областей для оперативного доступа к настроенным представлениям	СИ
3	Проектирование комплекса моделей	Формирование иерархии расчётных объектов (декомпозиция оборудования на узлы, модели, неисправности, прогнозные блоки); настройка структуры моделей, связей между тегами, рабочих режимов и шаблонов	СДП
4	Моделирование	Конфигурирование предиктивных моделей (выбор архитектуры, задание областей определения, обучение, тестирование); настройка расчёта индексов состояния; прогонка моделей на исторических данных; анализ результатов потоковых вычислений	СМД
5	Обнаружение неисправностей	Создание и конфигурирование правил выявления неисправностей: правила по параметру (no-code) и правила по критерию (low-code); настройка потоковых вычислений, тестирование наборов правил, анализ срабатываний	СН
6	Прогнозирование	Конфигурирование блоков прогноза: выбор алгоритма (МНК, авторегрессия, Prophet), задание горизонта прогноза и параметров скользящего окна; настройка расчёта оставшегося ресурса до функционального отказа	СП
7	Визуализация (мнемосхемы)	Создание мнемосхем для визуализации показателей технического состояния оборудования: размещение стандартных блоков (таблицы, графики, гистограммы, светофоры, радары) на холсте, привязка данных к элементам визуализации	СДМ
8	Бизнес-логика и автоматизация	Настройка событий, шаблонов процессов реагирования и правил автоматизации: создание цепочек задач с назначением ответственных, настройка триггеров автоматического запуска процессов при возникновении событий	СБЛ
9	Управление расчётными объектами	Запуск и остановка потоковых вычислений для моделей, неисправностей и прогнозных блоков; управление версиями конфигураций; групповые операции над расчётными объектами	СДП
10	Корректировка расчётных объектов	Сквозной сценарий: остановка расчётных объектов, анализ проблемы на графиках исторического сервиса, корректировка границ и правил, дообучение модели, повторная прогонка и запуск в мониторинг	СМД, СН, СИ, СДП

4 ЗНАКОМСТВО С ПЛАТФОРМОЙ

4.1 НАЗНАЧЕНИЕ ПЛАТФОРМЫ

ПО CyberStudio предназначено для предиктивной аналитики оборудования и оптимизации технологических процессов.

В основе платформы лежит технология создания моделей единиц оборудования или технологических процессов при помощи технологий машинного обучения и (или) физико-математических моделей. Модели создаются на основе архивов работы оборудования и (или) технологического процесса.

При выполнении задач предиктивной аналитики при помощи комплекта моделей рассчитываются значения диагностических параметров оборудования, соответствующих исправному состоянию для текущего режима работы. По отклонению фактических значений от расчётных значений исправного состояния выявляются неисправности при помощи правил. Степень развития неисправности фиксируется при помощи индекса состояния (ИС).

Процессы предиктивной аналитики выполняются в режиме мягкого реального времени с использованием данных, получаемых от источников данных реального времени (ОРС-сервер, база данных). Текущие показатели мониторинга состояния оборудования выводятся в интерфейсе ПО в специальных виджетах или при помощи конфигурируемых мнемосхем.

4.2 РОЛИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

В платформе выделяются следующие роли:

- **Администратор** — пользователи с этой ролью занимаются поддержкой ролевой модели (управление пространствами, проектами и правами доступа).
- **Инженер-моделист** — пользователи этой роли выполняют создание объектов в ПО для решения поставленных задач: сбор и визуализация данных, создание моделей, настройка правил диагностики, формирование предупредительных сообщений.
- **Оператор** — пользователи этой роли взаимодействуют с сообщениями ПО, анализируют исторические данные и данные реального времени.

Администратор ПО преимущественно работает с сервисом администрирования.

5 ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Взаимодействие пользователя с ПО CyberStudio выстроено через интерфейс с типовыми механизмами, описанными в последующих разделах.

5.1 НАВИГАЦИЯ ПО СЕРВИСАМ ЧЕРЕЗ БОКОВУЮ ПАНЕЛЬ

На интерфейсах всех сервисов ПО расположена боковая панель с иконками для перехода к соответствующему сервису. Переход осуществляется по нажатию на иконку (иконка текущего открытого сервиса имеет более тёмный фон).

В нижней части боковой панели находится иконка с инициалами учётной записи пользователя. При нажатии откроется меню учётной записи с ссылками на функционал управления ПО, связанный с авторизацией и администрированием.

5.2 РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ

Для большинства сервисов ПО взаимодействие начинается со сводной таблицы, где приводится основная информация об объектах, с которыми ведётся работа в конкретном сервисе (модели, неисправности, теги и др.).

Для удобства работы рядом со сводной таблицей расположена группа кнопок для изменения внешнего вида, фильтрации выводимой информации, навигации по таблице, групповых действий и прочего. Набор кнопок и доступные действия могут незначительно варьироваться в зависимости от контекста, но общие принципы работы остаются неизменными.

5.2.1 ФИЛЬТРАЦИЯ СОДЕРЖИМОГО ТАБЛИЦЫ

Инструменты для фильтрации содержимого таблицы находятся непосредственно над ней.

5.2.2 БЫСТРЫЙ ПОИСК ПО ИМЕНИ

Для мгновенного сужения списка до записей с определённым названием используйте поле быстрого поиска, расположенное над таблицей. Введите часть или полное название нужного объекта — результаты в таблице обновятся автоматически в реальном времени, отображая только те строки, в колонке «Имя» которых есть введённая подстрока.

Поиск регистронезависим. Поиск осуществляется только по колонке «Имя». Для фильтрации по другим атрибутам используйте расширенный фильтр.

5.2.3 РАСШИРЕННЫЙ ФИЛЬТР

Расширенный фильтр — это конструктор условий для фильтрации содержимого таблицы. Фильтр представляет собой набор условий, соединённых логическим «И».

Для добавления условия нажмите на иконку с символом воронки и выберите атрибут, по которому нужно отфильтровать таблицу. Можно добавить несколько условий по одному и тому же атрибуту. Условия по атрибуту выводятся над таблицей в виде чипов — на каждый можно нажать и отредактировать.

В зависимости от типа данных (строковый, перечисляемый, дата и время, число) вид условия будет разным.

5.2.4 УПРАВЛЕНИЕ ВЫСОТОЙ СТРОКИ

В зависимости от количества строк в отображаемой таблице и выполняемой задачи, может потребоваться сделать таблицу компактнее или просторнее. Для этого предназначен инструмент «высота строки» (кнопка непосредственно над правым верхним углом таблицы).

При нажатии на кнопку «высота строки» откроется контекстное меню с тремя пунктами:

- Низкая строка;
- Средняя строка;
- Высокая строка.

Изменения будут применены сразу после выбора нужного пункта.

5.2.5 УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ СТОЛБЦОВ В ТАБЛИЦЕ

Этот инструмент позволяет гибко управлять видимостью, порядком и закреплением столбцов в таблице для комфортной работы с большими объёмами данных. Нажмите кнопку «Отображение столбцов» непосредственно над правым верхним углом таблицы — откроется контекстное окно со списком всех доступных столбцов.

Рядом с каждым пунктом списка расположены кнопки действий:

- **Управление видимостью:** каждый столбец сопровождается переключателем. Переведите переключатель в левое положение, чтобы скрыть столбец, и в правое — чтобы показать.
- **Изменение порядка столбцов:** рядом с названием каждого столбца есть маркер для перетаскивания (⋮). Зажмите левую кнопку мыши и перетащите строку вверх или вниз в списке.
- **Закрепление столбцов:** рядом с названием столбца находится иконка «булавки». Нажмите на булавку, чтобы закрепить столбец — закреплённые столбцы остаются видимыми в левой части таблицы при горизонтальной прокрутке. Нажмите ещё раз, чтобы открепить столбец.

5.3 РАБОТА С КАЛЕНДАРЁМ

5.3.1 ИНТЕРАКТИВНЫЙ КАЛЕНДАРЬ

Интерактивный календарь позволяет быстро выбрать нужную дату. Для выбора даты нажмите левой кнопкой мыши на соответствующий день в сетке календаря. Месяц и год можно переключить через выпадающие списки в верхней части календаря, либо перелистывать месяц пошагово с помощью кнопок навигации «←» и «→».

По умолчанию время равно 00:00 — отредактировать его можно с клавиатуры.

5.3.2 ВВОД ДАТЫ И ВРЕМЕНИ ВРУЧНУЮ

Помимо выбора даты в календаре, вы можете ввести значение вручную в текстовое поле. Обязательно соблюдайте формат: ДД.ММ.ГГГГ, ЧЧ:ММ (например, 23.05.2024, 14:30).

Для быстрого перемещения между сегментами даты используйте:

- Клавишу **Tab** — для перехода к следующему полю;
- Сочетание **Shift + Tab** — для перехода к предыдущему полю;
- Клавиши-стрелки ← и → — для перемещения курсора;
- Левую кнопку мыши — кликните на нужный сегмент даты для перехода к нему.

5.3.3 ВВОД ДИАПАЗОНА ДАТ

Этот элемент интерфейса позволяет выбрать период времени, указав начальную и конечную даты. Для выбора начальной даты нажмите на первый день нужного периода в календаре. Для выбора конечной даты нажмите на последний день нужного периода. Диапазон между двумя датами автоматически выделится, обозначив выбранный период.

Даты диапазона можно редактировать напрямую в текстовых полях, расположенных рядом с календарём.

6 ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЕЙ

6.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подготовка данных выполняется в Сервисе сбора данных (ССД). ССД является центральным хабом данных в ПО CyberStudio, предназначенным для приема, хранения, организации и первичной обработки данных из разнородных источников.

Подготовка данных включает в себя следующие задачи:

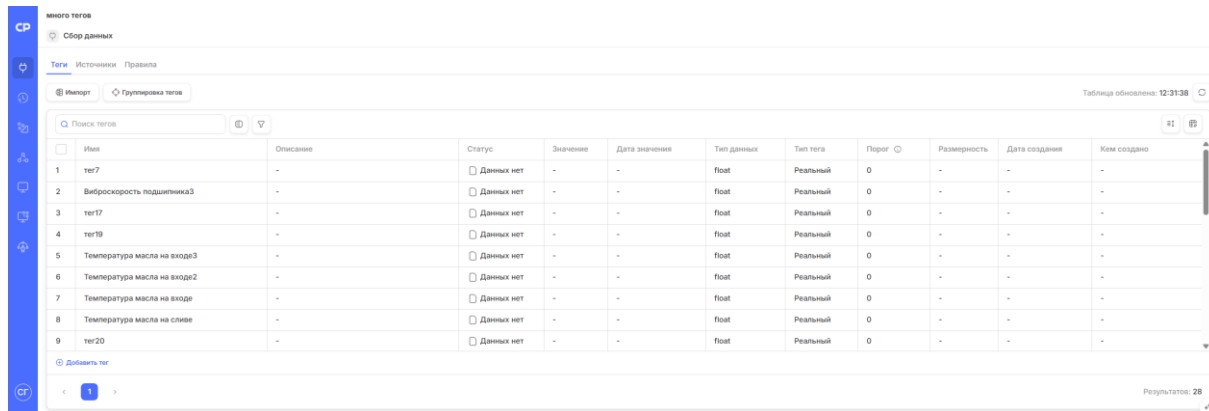
- Создание тегов платформы, с которыми будет вестись работа в дальнейшем;
- Создание источника или источников данных (загрузка данных, картирование тегов источников с тегами платформы);
- Создание виртуальных тегов и правил для их расчета (при необходимости обогащения данных).

Для перехода в ССД откройте боковую панель навигации и выберите сервис «Сбор данных».

6.2 СОЗДАНИЕ ТЕГОВ ПЛАТФОРМЫ

Тег платформы — базовая именованная переменная в ПО CyberStudio, представляющая параметр оборудования или технологического процесса.

Центральным элементом интерфейса вкладки «Теги» является сводная таблица, в которой отображается информация обо всех платформенных тегах текущего проекта (Рисунок 1).



Имя	Описание	Статус	Значение	Дата значения	Тип данных	Тип тега	Порог	Размерность	Дата создания	Кем создано
тег7	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
Виброскорость подшипника3	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
тег17	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
тег19	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
Температура масла на входе3	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
Температура масла на входе2	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
Температура масла на входе	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
Температура масла на сливе	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-
тег20	-	Данных нет	-	-	float	Реальный	0	-	-	-

Рисунок 1. Основные элементы интерфейса вкладки «Теги» ССД

Для создания тега нажмите на кнопку «⊕ Добавить тег», которая находится между таблицей с тегами и кнопкой управления пагинацией. В открывшемся модальном окне (Рисунок 2) заполните свойства тега:

- Имя тега (не более 100 символов);
- Виртуальный тег или нет (активируйте флажок, если требуется);
- Тип данных: Float (вещественная скалярная переменная) или Array (вещественная векторная переменная, например, спектр виброускорений);
- Порог (вещественное число от 0 до 1);
- Размерность — выберите значение из выпадающего списка;
- Описание тега;
- Аннотация тега.

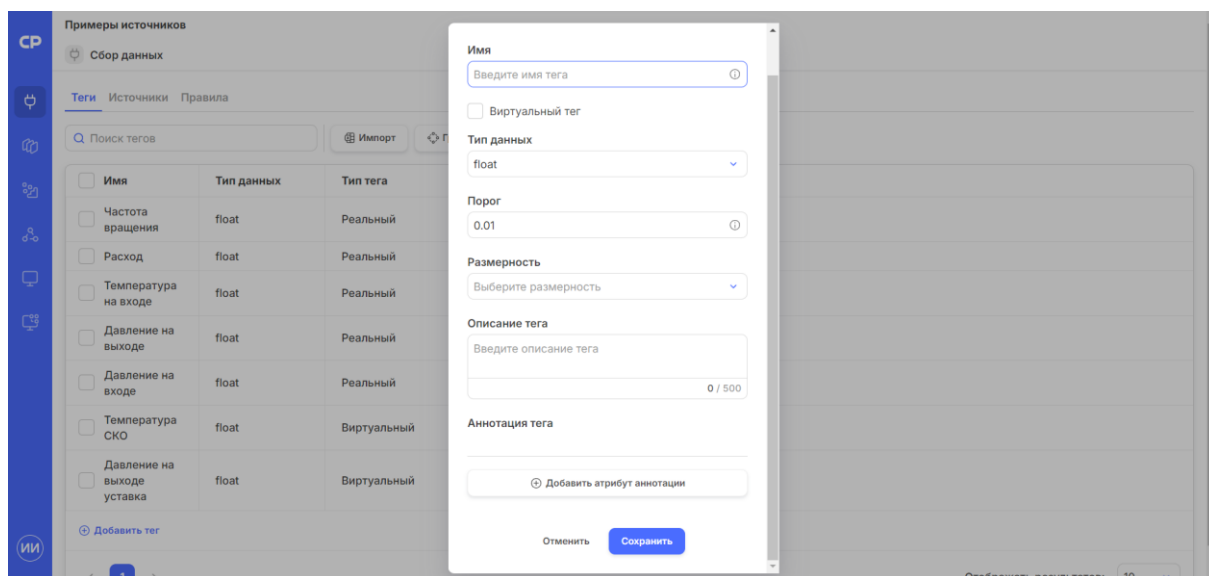


Рисунок 2. Добавление нового тега

6.2.1 ЗАДАНИЕ ПОРОГА ТЕГА

Внимание: изменение порога не повлияет на уже загруженные данные (принцип неизменности данных ССД).

Значение порога определяет, будет ли записано в БД ССД поступившее значение. Если разница в долях между текущим значением тега и предыдущим больше или равна значению порога, то значение будет записано. Если необходимо записывать точки без пропусков, задайте порог равным нулю. Пример работы механизма порога показан на Рисунке 3.

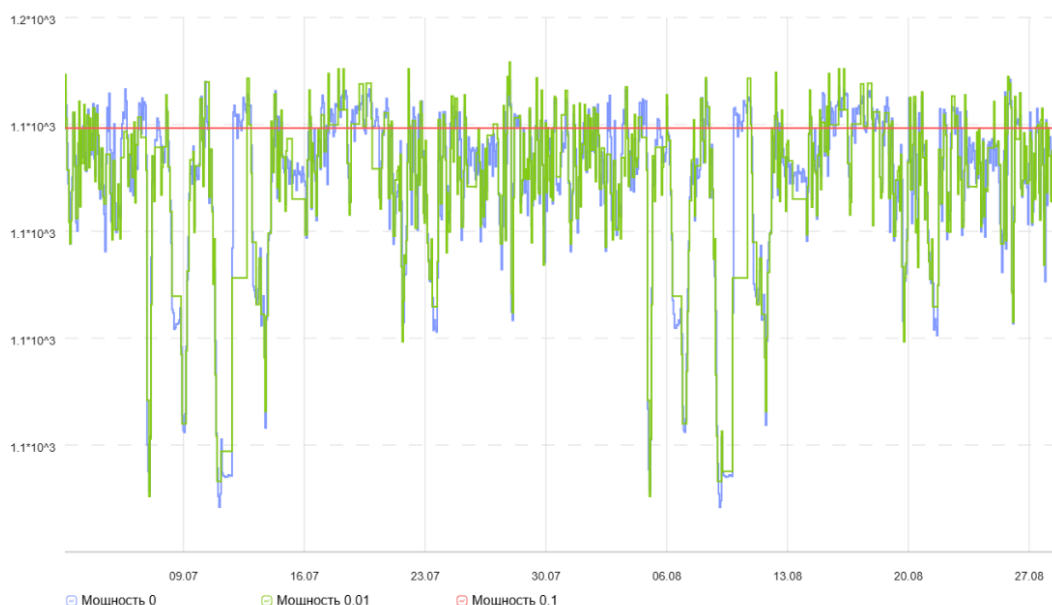


Рисунок 3. Пример работы механизма порога: один и тот же тег в историческом источнике, но с разными порогами

6.2.2 ЗАДАНИЕ АННОТАЦИИ ТЕГА

Аннотация тега — дополнительное мета-поле типа «ключ-значение», прикрепленное к тегу платформы. Аннотации служат декларативным описанием свойств тега или инструкцией для подсистем платформы о том, как обрабатывать его данные. Системные атрибуты аннотации приведены в Таблице 5.

Таблица 5.

Системные атрибуты аннотации тега

Атрибут аннотации	Что делает этот атрибут
CS_FREEZE_SECONDS	Формируется событие, если в течение заданного количества секунд значение тега не меняется
CS_LIMIT_GTE	Формируется событие, если тег превысил заданное значение
CS_LIMIT_LTE	Формируется событие, если тег стал ниже заданного значения
CS_NOVALUES_SECONDS	Формируется событие, если по тегу не поступают значения в течение заданного количества секунд
CS_MIN_FREQUENCY	Минимальная частота векторного тега, Гц
CS_MAX_FREQUENCY	Максимальная частота векторного тега, Гц

Внимание: аннотации CS_FREEZE_SECONDS, CS_LIMIT_GTE, CS_LIMIT_LTE, CS_NOVALUES_SECONDS формируют события только для данных, поступающих в реальном времени от внешних источников. На исторические (ретроспективные) данные эти аннотации не распространяются.

6.3 РЕДАКТИРОВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ТЕГОВ

Для редактирования свойств тега нажмите на строку с тегом в сводной таблице. Откроется модальное окно (Рисунок 4), где можно изменить значение свойств тега. После завершения редактирования нажмите кнопку «Сохранить».

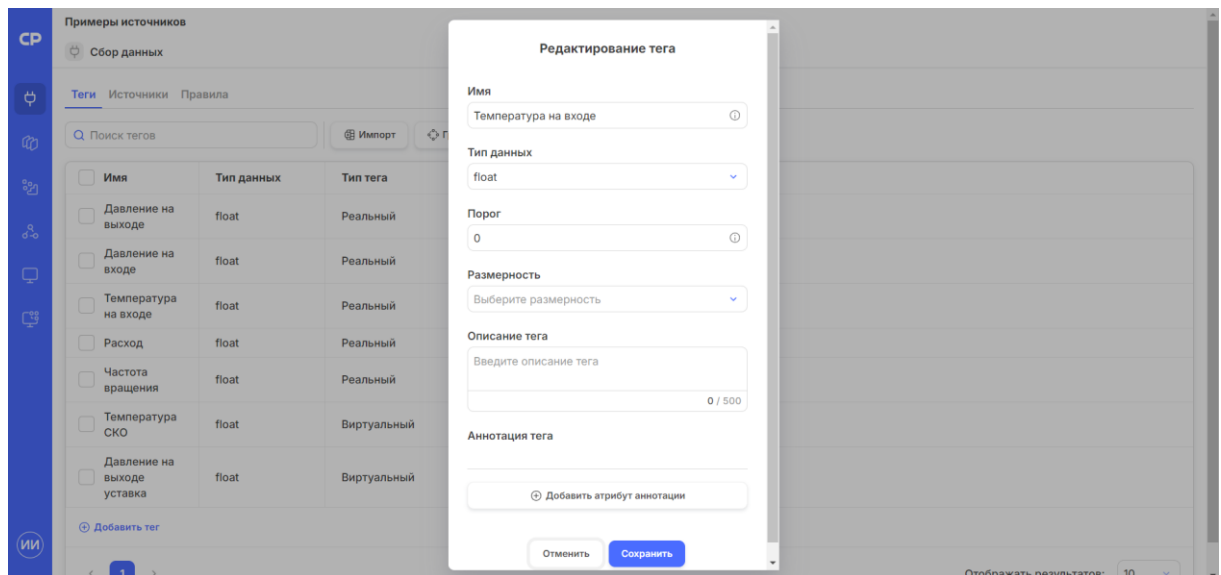


Рисунок 4. Редактирование свойств тега

Для удаления тега или тегов выделите соответствующие строки в таблице (активируйте флажки). При выделении одного и более тегов в нижней части экрана появится кнопка для удаления (Рисунок 5). Нажмите на нее и подтвердите удаление в модальном окне (Рисунок 6).

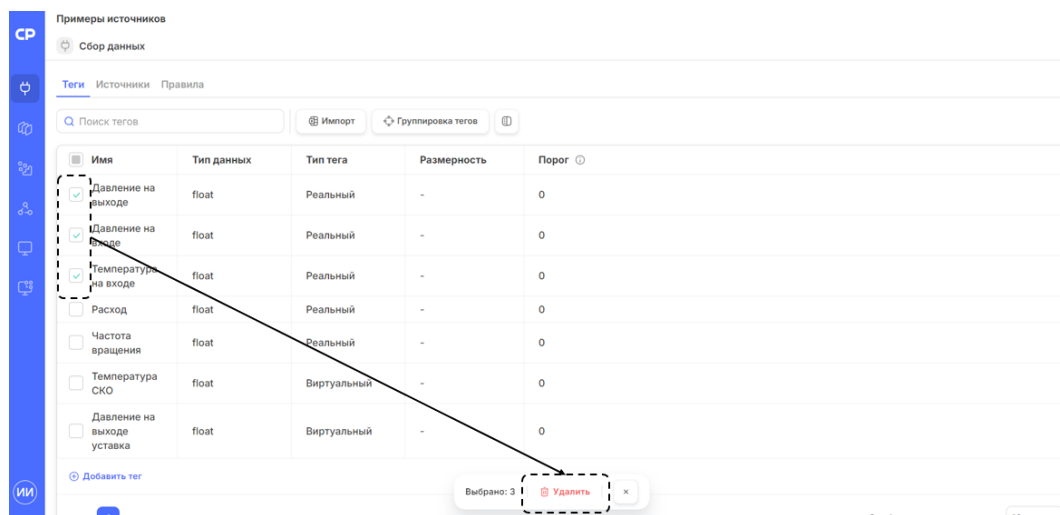


Рисунок 5. Выделение тегов для удаления

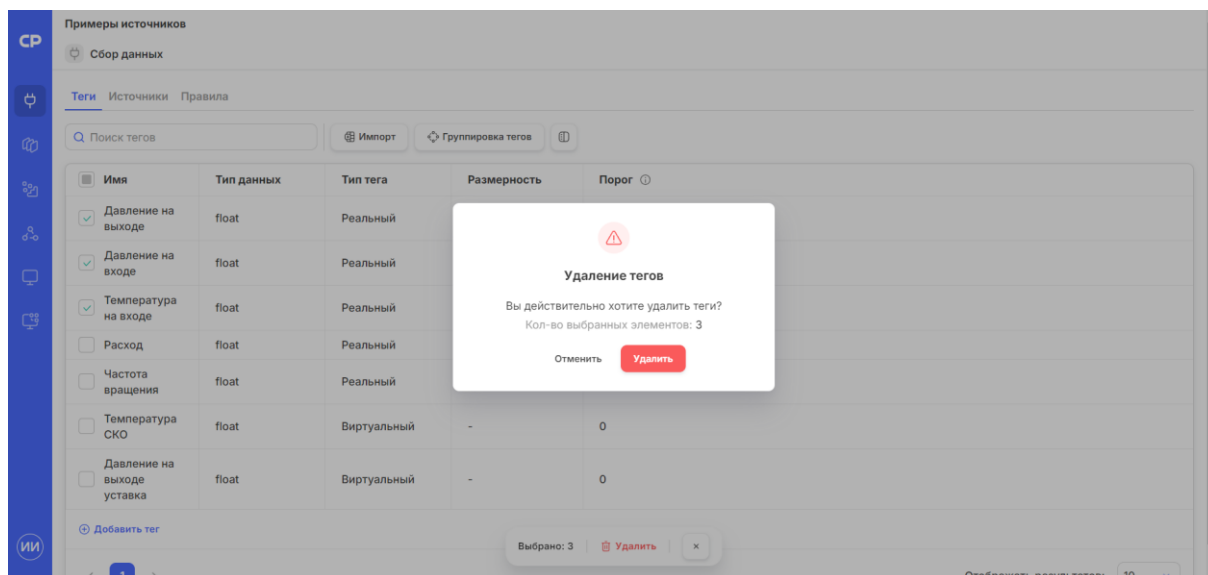


Рисунок 6. Подтверждение удаления тегов

Внимание: удаление тега приведет к удалению данных из БД ССД, но данные, загруженные в ретроспективный источник, сохранятся.

6.4 ГРУППИРОВКА ТЕГОВ

6.4.1 УПРАВЛЕНИЕ ГРУППАМИ ТЕГОВ

ССД позволяет создавать группы тегов произвольной вложенности для удобства навигации по большому количеству тегов.

Для перехода к интерфейсу группировки тегов нажмите на кнопку «Группировка». Интерфейс разделен на две половины: слева в виде дерева отображаются группы, справа — теги, входящие в выбранную группу, включая теги дочерних групп (Рисунок 7).

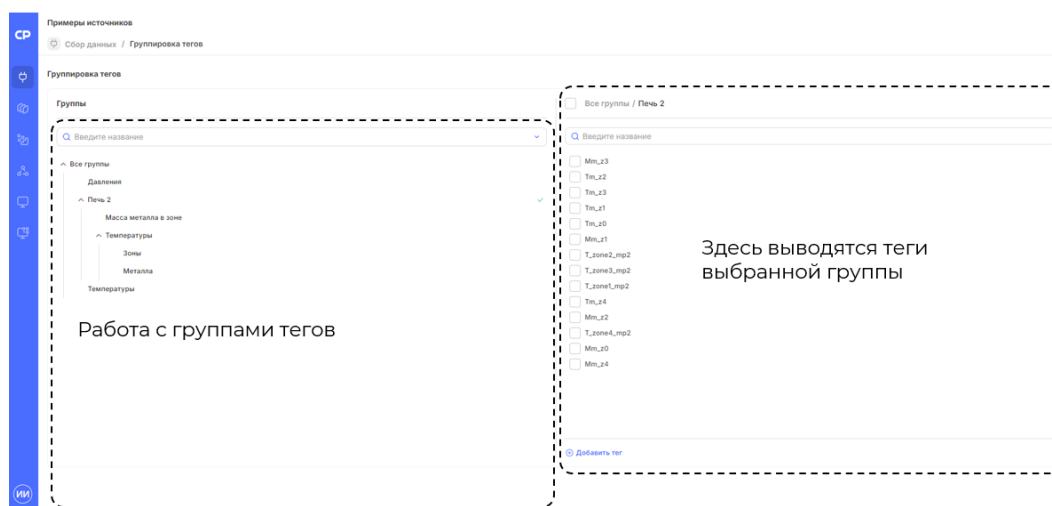


Рисунок 7. Группировка тегов

В пустом проекте существует только служебная группа «Все группы» (Рисунок 8). Для хранения тегов необходимо создать корневые группы. При наведении мышки на «Все группы» появляется иконка с символом плюса — кнопка добавления новой корневой группы.

Группировка тегов

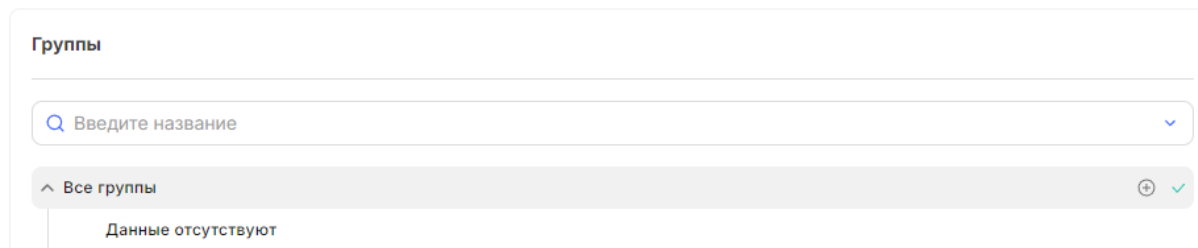


Рисунок 8. Состояние групп тегов по умолчанию

При добавлении новой группы введите имя группы в открывшемся модальном окне (Рисунок 9).

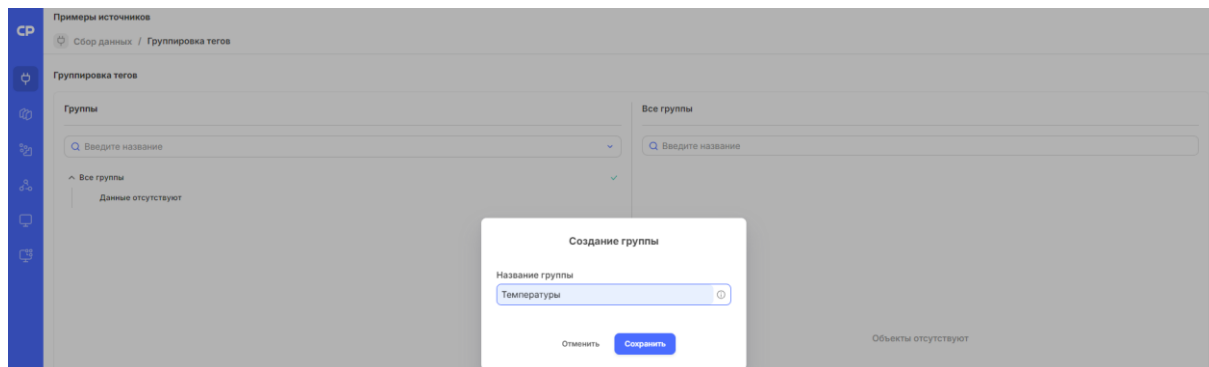


Рисунок 9. Добавление корневой группы

Действия, доступные для группы, подсвечиваются при наведении курсора на строку с названием группы (Рисунок 10):

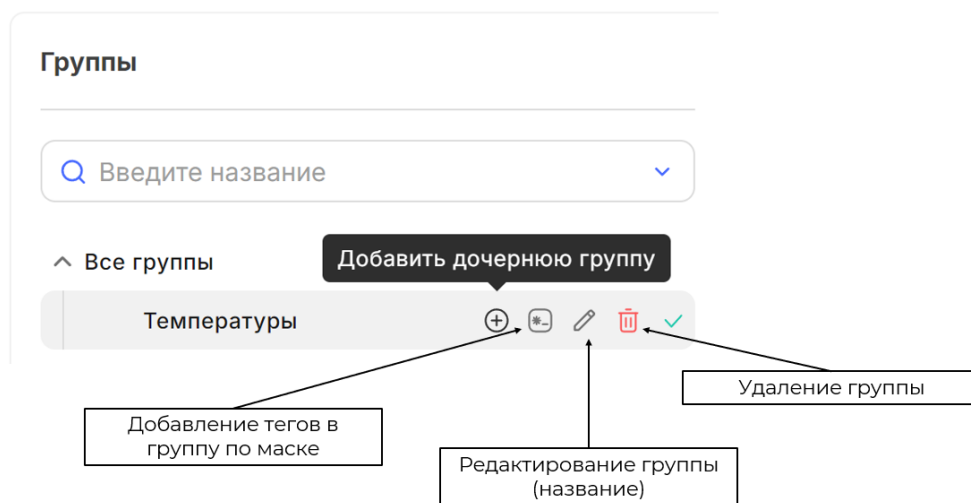


Рисунок 10. Действия с группой тегов

- Создание дочерней группы (аналогично созданию корневой группы);
- Редактирование группы (изменение названия);
- Удаление группы — удаляется атрибут принадлежности тегов к группе, сами теги не удаляются;
- Добавление тегов по маске — в группу можно добавить теги, имена которых совпадают с шаблоном (Рисунок 11).

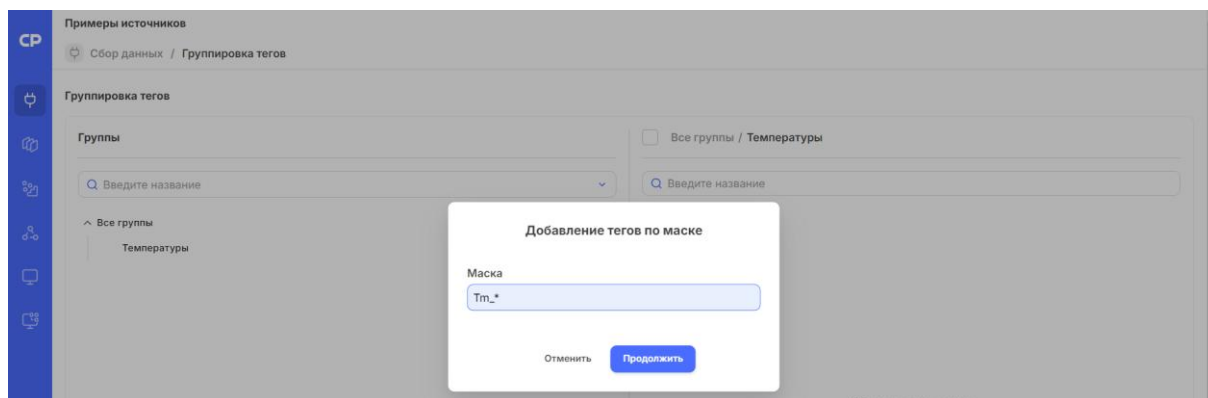


Рисунок 11. Добавление тегов по маске

Примеры масок для добавления тегов приведены в Таблице 6.

Таблица 6.

Примеры добавления тегов по маске

Маска	Задача	Какие теги попадут
VIB	Собрать теги вибрации, начинающиеся на VIB	VIB_MTR_A, VIB_MTR_B и др.
_TEMP	Собрать теги температуры с разных устройств	MTR_A_TEMP, PUMP_B_TEMP и др.
PUMPPRESSURE	Собрать теги давления для всех насосов	PUMP_A_SUCTION_PRESSURE и др.
MTR_?	Собрать теги для однотипных моторов MTR_1, MTR_2, MTR_3, игнорируя MTR_10	MTR_1, MTR_2, MTR_3

Также можно добавить тег в группу вручную: в нижней части правой области нажмите кнопку « $\oplus$ Добавить тег», в модальном окне начните вводить название тега и выберите нужный из выпадающего списка (Рисунок 12).

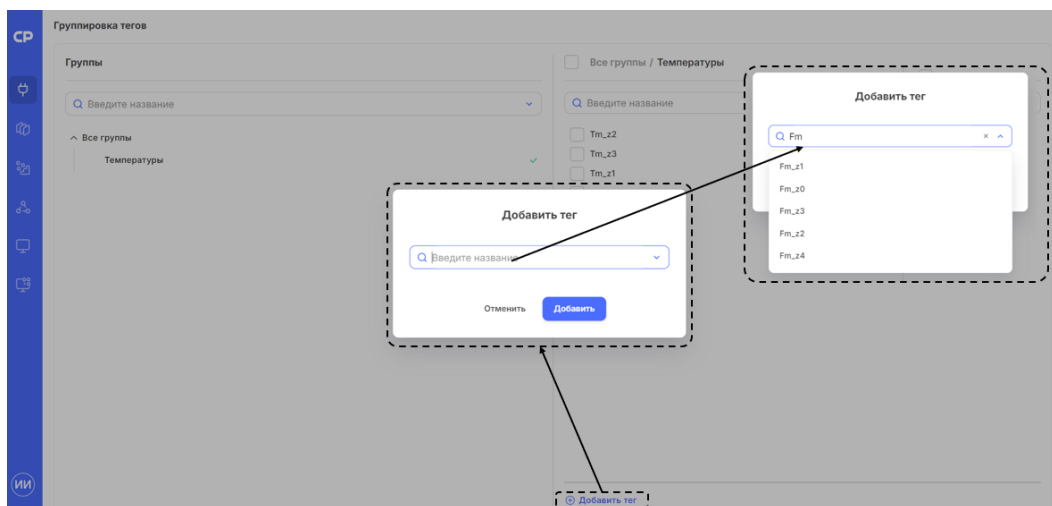


Рисунок 12. Добавление тега в группу

6.4.2 ФИЛЬТРАЦИЯ ТАБЛИЦЫ ТЕГОВ ПО ГРУППАМ

Группы тегов можно использовать для фильтрации сводной таблицы тегов. Для этого откройте менеджер данных (МД) — слева появится дерево с группами тегов (Рисунок 13).

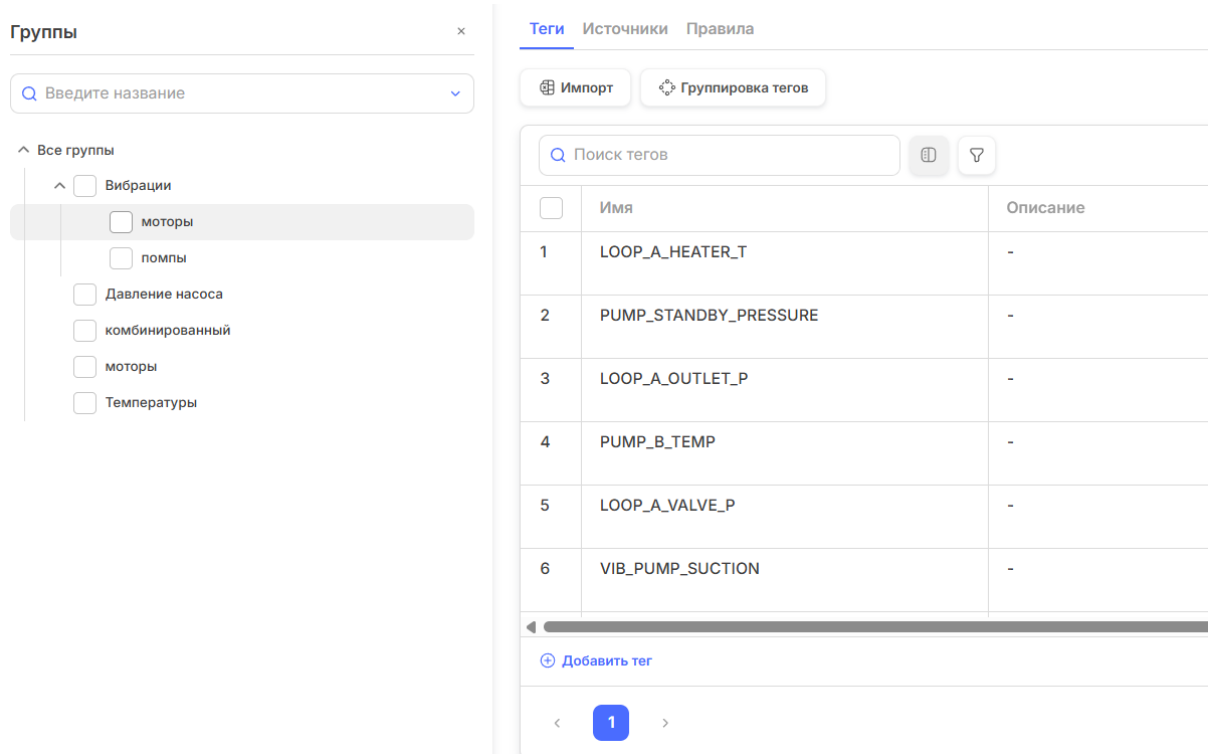


Рисунок 13. МД групп тегов

Выберите одну или несколько позиций в дереве — выдача будет ограничена тегами выбранных групп.

Внимание: при выборе группы включается выбор всех тегов внутри нее, включая теги всех подгрупп на любом уровне вложенности.

6.5 СОЗДАНИЕ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА ДАННЫХ

Ретроспективный источник — это источник, в котором хранятся исторические данные. Для каждого платформенного тега, связанного с тегом ретроспективного источника, ССД пополняет БД данными, загружаемыми из файла.

Создание ретроспективного источника включает три шага:

1. Загрузка файла с данными;
2. Настройка алгоритма чтения файла;
3. Настройка картирования (связей тегов источника с тегами платформы).

Принцип картирования показан на Рисунке 14.

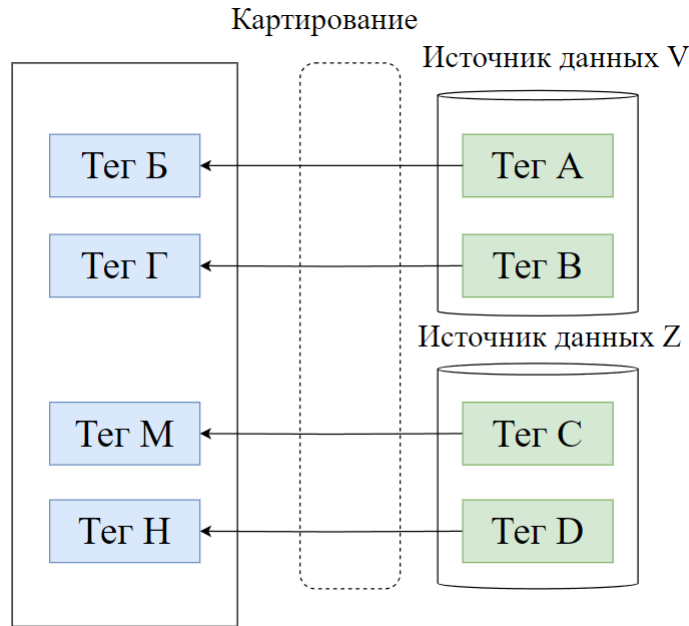


Рисунок 14. Принцип картирования

6.5.1 ШАГ 1. ДОБАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ЗАГРУЗКА ФАЙЛА С ДАННЫМИ

Нажмите на кнопку « $\oplus$ Добавить источник», укажите тип «ретроспективный», введите название источника. В таблице появится новый источник со статусом «данные не обновлены» (Рисунок 15).

Примеры источников

Сбор данных

Теги Источники Правила

Поиск источников

Имя	Статус	Тип	Тегов	Связей	Дата создания	Кем создано
☐ КВД	✓	Ретроспективный	7	5	06.10.2024, 18:06:02	Иван Иванов
☐ МП	✓	Ретроспективный	7	5	07.10.2024, 11:46:48	Иван Иванов
☒ КВД 5	✗ Данные не обновлены	Ретроспективный	0	0	07.10.2024, 11:59:34	Иван Иванов

Добавить источник

Статус только что созданного источника

Отображать результатов: 10

Рисунок 15. Создан новый источник

Нажмите на строчку источника. Откроется интерфейс редактирования источника данных (Рисунок 16).

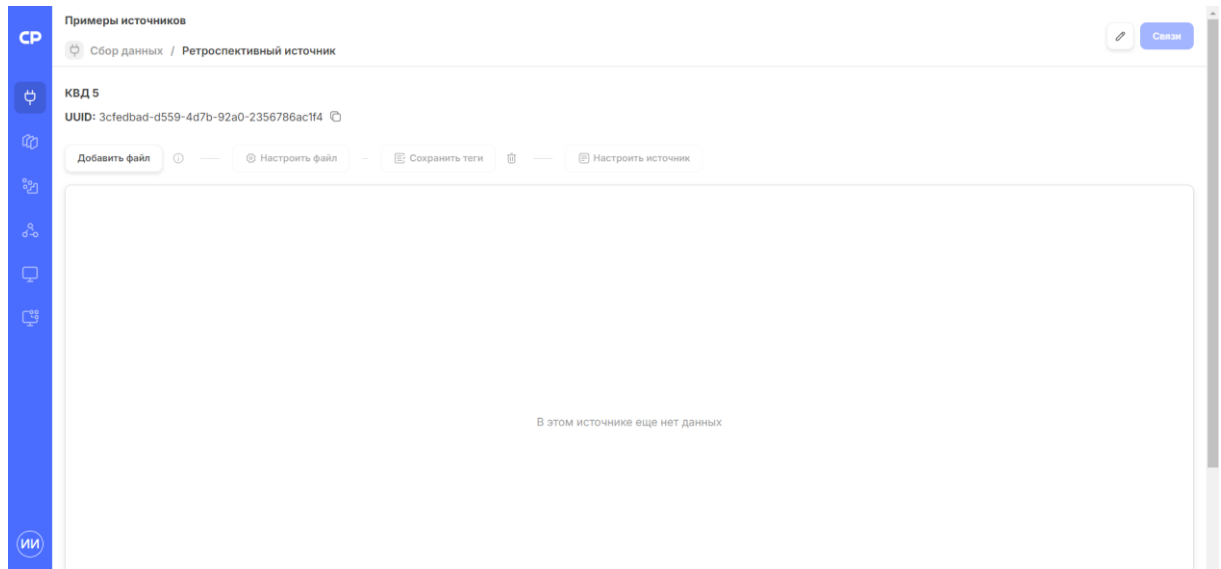


Рисунок 16. Интерфейс редактирования источника данных

Загрузите файл с данными — перетащите файл в область загрузки или загрузите через файловый диалог (Рисунок 17).

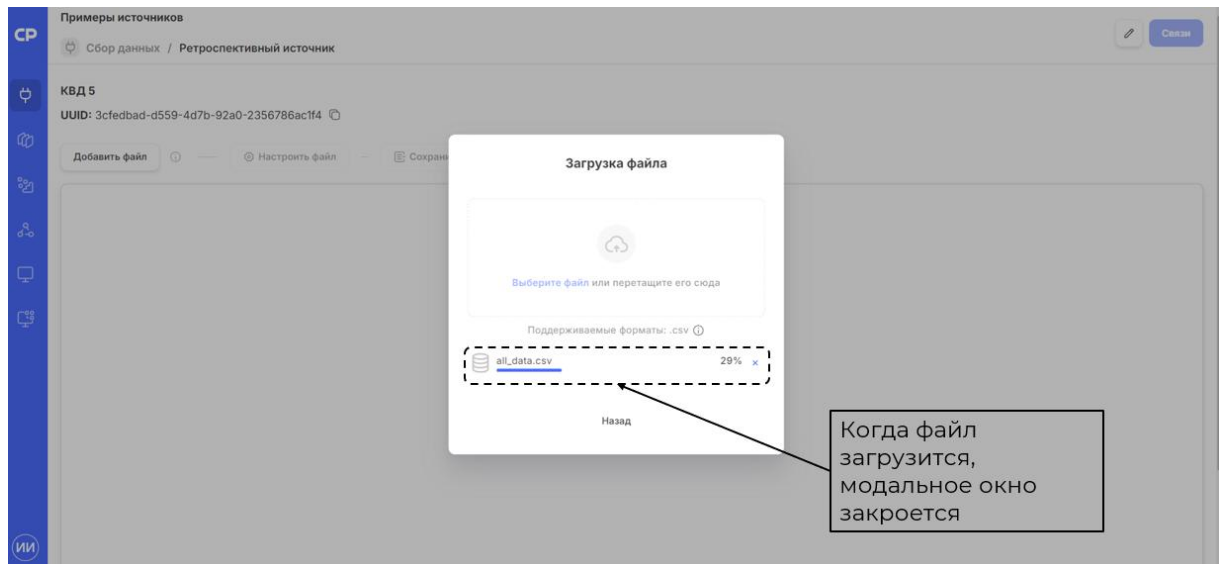
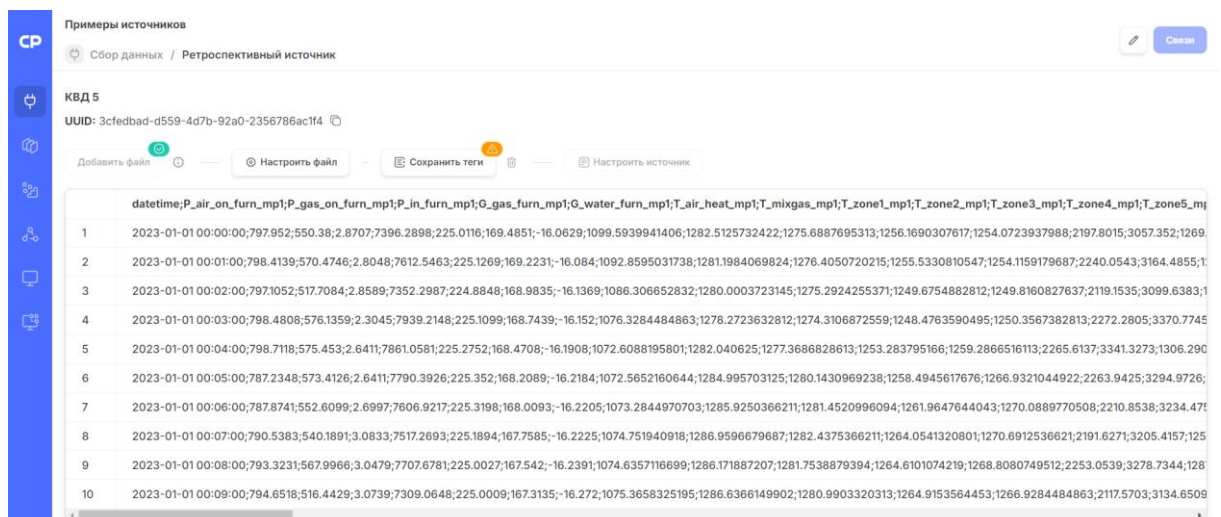


Рисунок 17. Загрузка файла в источник данных

После загрузки файла выводится предпросмотр прочитанной таблицы (Рисунок 18).



	datetime	P_air_on_furn_mp1	P_gas_on_furn_mp1	P_in_furn_mp1	G_gas_furn_mp1	G_water_furn_mp1	T_air_heat_mp1	T_mixgas_mp1	T_zone1_mp1	T_zone2_mp1	T_zone3_mp1	T_zone4_mp1	T_zone5_mp1
1	2023-01-01 00:00:00	797.952	550.38	2.8707	7396.2898	225.0116	169.4851	-16.0629	1099.5939941406	1282.5125732422	1275.6887695313	1256.1690307617	1254.0723937988
2	2023-01-01 00:01:00	798.4139	570.4746	2.8048	7612.5463	225.1269	169.2231	-16.084	1092.8595031738	1281.1984069824	1276.4050720215	1255.5330810547	1254.1159179687
3	2023-01-01 00:02:00	797.1052	517.7084	2.8589	7352.2987	224.8848	168.9835	-16.1369	1086.306652832	1280.0003723145	1275.2924255371	1249.6754882812	1249.8160827637
4	2023-01-01 00:03:00	798.4808	576.1359	2.3045	7939.2148	225.1099	168.7439	-16.152	1076.3284484863	1278.2723632812	1274.3106872559	1248.4763590495	1250.3567382813
5	2023-01-01 00:04:00	798.7118	575.453	2.6411	7861.0581	225.2752	168.4708	-16.1908	1072.6088195801	1282.040625	1277.3686828613	1253.283795166	1259.2866516113
6	2023-01-01 00:05:00	787.2348	573.4126	2.6411	7790.3926	225.352	168.2089	-16.2184	1072.5652160644	1284.995703125	1280.1430969238	1258.4945617676	1266.9321044922
7	2023-01-01 00:06:00	787.8741	552.6099	2.6997	7606.9217	225.3198	168.0093	-16.2205	1073.2844970703	1285.9250366211	1281.4520996094	1261.9647644043	1270.0889770508
8	2023-01-01 00:07:00	790.5383	540.1891	3.0833	7517.2693	225.1894	167.7585	-16.2225	1074.751940918	1286.9596679687	1282.4375366211	1264.0541320801	1270.6912536621
9	2023-01-01 00:08:00	793.3231	567.9966	3.0479	7707.6781	225.0027	167.542	-16.2391	1074.6357116699	1286.171887207	1281.7538879394	1264.6101074219	1268.8080749512
10	2023-01-01 00:09:00	794.6518	516.4429	3.0739	7309.0648	225.0009	167.3135	-16.272	1075.3658325195	1286.6366149902	1280.9903320313	1264.9153564453	1266.9284484863

Рисунок 18. Предпросмотр прочитанной таблицы

6.5.2 ФОРМАТ ДАННЫХ ДЛЯ РЕТРОСПЕКТИВНОГО ИСТОЧНИКА

Данные в файле должны иметь следующий формат: одна колонка с датой и временем, остальные колонки — данные параметров (скалярные или векторные). Пример приведён в Таблице 7.

Таблица 7.

Пример данных для ретроспективного источника

Datetime	MTR_CURR	VIBR
2025-03-14 00:00:00	1	[1, 2, 3]
2025-03-14 00:00:01	2	[1, 2, 3, 4]
2025-03-14 00:00:02	3	[1, 2]

Для векторных тегов (данные вибродиагностики) используйте атрибуты аннотации CS_MIN_FREQUENCY и CS_MAX_FREQUENCY для учета частоты.

6.5.3 ШАГ 2. НАСТРОЙКА АЛГОРИТМА ЧТЕНИЯ ФАЙЛА

Если прочитанная таблица отображается некорректно (например, не выделяет отдельные колонки), нажмите кнопку «настроить файл» и задайте правильные настройки — разделитель полей, кодировку и др. (Рисунок 19).

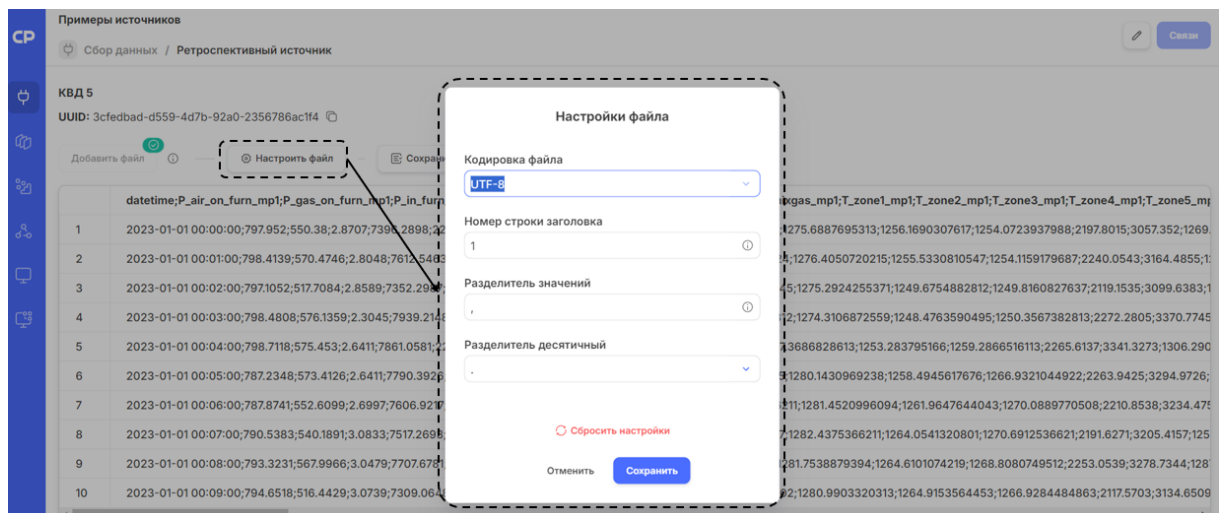


Рисунок 19. Настройка параметров чтения файла

После сохранения настроек убедитесь, что таблица прочиталась корректно (Рисунок 20), и нажмите «сохранить теги».

Примеры источников

Сбор данных / Ретроспективный источник

КВД 5

UUID: 3cfedbad-d559-4d7b-92a0-2356786ac1f4

Добавить файл Настроить файл Сохранить теги Настроить источник

	datetime	P_air_on_furn_mp1	P_gas_on_furn_mp1	P_in_furn_mp1	G_gas_furn_mp1	G_water_furn_mp1	T_air_heat_mp1	T_mixgas_mp1	T_zone1_mp1
1	2023-01-01 00:00:00	797.952	550.38	2.8707	7396.2898	225.0116	169.4851	-16.0629	1099.59399
2	2023-01-01 00:01:00	798.4139	570.4746	2.8048	7612.5463	225.1269	169.2231	-16.084	1092.85950
3	2023-01-01 00:02:00	797.1052	517.7084	2.8589	7352.2987	224.8848	168.9835	-16.1369	1086.30665
4	2023-01-01 00:03:00	798.4808	576.1359	2.3045	7939.2148	225.1099	168.7439	-16.152	1076.32844
5	2023-01-01 00:04:00	798.7118	575.453	2.6411	7861.0581	225.2752	168.4708	-16.1908	1072.60881
6	2023-01-01 00:05:00	787.2348	573.4126	2.6411	7790.3926	225.352	168.2089	-16.2184	1072.56521
7	2023-01-01 00:06:00	787.8741	552.6099	2.6997	7606.9217	225.3198	168.0093	-16.2205	1073.28449
8	2023-01-01 00:07:00	790.5383	540.1891	3.0833	7517.2693	225.1894	167.7585	-16.2225	1074.75194

Рисунок 20. Таблица прочитана корректно

Далее настройте источник — укажите столбец с меткой времени и формат записи даты и времени. Для этого нажмите кнопку «настроить источник» и заполните поля в модальном окне (Рисунок 21).

Примеры источников

Сбор данных / Ретроспективный источник

КВД 5

UUID: 3cfedbad-d559-4d7b-92a0-2356786ac1f4

Добавить файл Настроить файл Сохранить теги Настроить источник

Настройки источника

Столбец даты
datetime

Формат даты
YYYY-MM-DD hh:mm:ss

Отменить Сохранить

	datetime	P_air_on_furn_mp1	P_gas_on_furn	P_in_furn_mp1	G_gas_furn_mp1	G_water_furn_mp1	T_air_heat_mp1	T_mixgas_mp1	T_zone1_mp1
1	2023-01-01 00:00:00	797.952	550.38			116	169.4851	-16.0629	1099.59399
2	2023-01-01 00:01:00	798.4139	570.4746			69	169.2231	-16.084	1092.85950
3	2023-01-01 00:02:00	797.1052	517.7084			348	168.9835	-16.1369	1086.30665
4	2023-01-01 00:03:00	798.4808	576.1359			99	168.7439	-16.152	1076.32844
5	2023-01-01 00:04:00	798.7118	575.453			752	168.4708	-16.1908	1072.60881
6	2023-01-01 00:05:00	787.2348	573.4126	2.6411	7790.3926	225.352	168.2089	-16.2184	1072.56521
7	2023-01-01 00:06:00	787.8741	552.6099	2.6997	7606.9217	225.3198	168.0093	-16.2205	1073.28449
8	2023-01-01 00:07:00	790.5383	540.1891	3.0833	7517.2693	225.1894	167.7585	-16.2225	1074.75194

Рисунок 21. Настройки даты и времени

6.5.4 ШАГ 3. КАРТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА

Картирование — это операция сопоставления тегов источника тегам платформы. Нажмите на кнопку «Связи» в правом верхнем углу интерфейса (Рисунок 22).

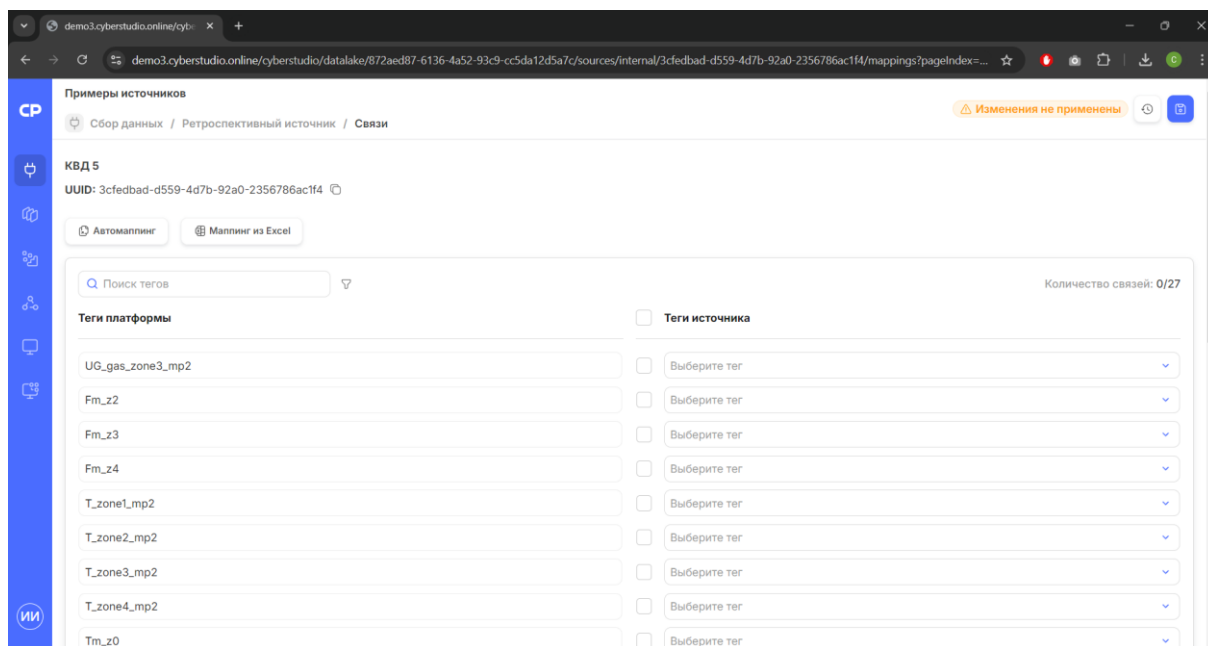


Рисунок 22. Интерфейс картирования тегов

Картировать теги можно тремя способами:

Ручное картирование. Для каждого тега платформы выберите тег источника из выпадающего списка (Рисунок 23).

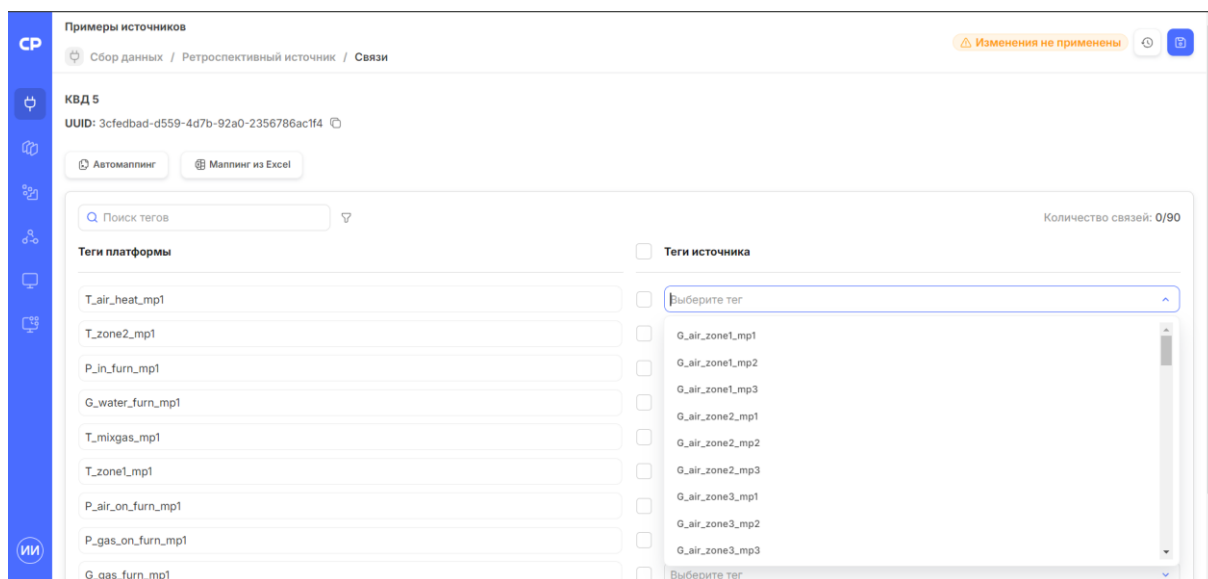


Рисунок 23. Картирование ручную

Автоматическое картирование. Нажмите кнопку «Автоматизация» и укажите, перезаписывать ли существующие связи. Система автоматически проставит связи по принципу равенства имен тегов (Рисунок 24).

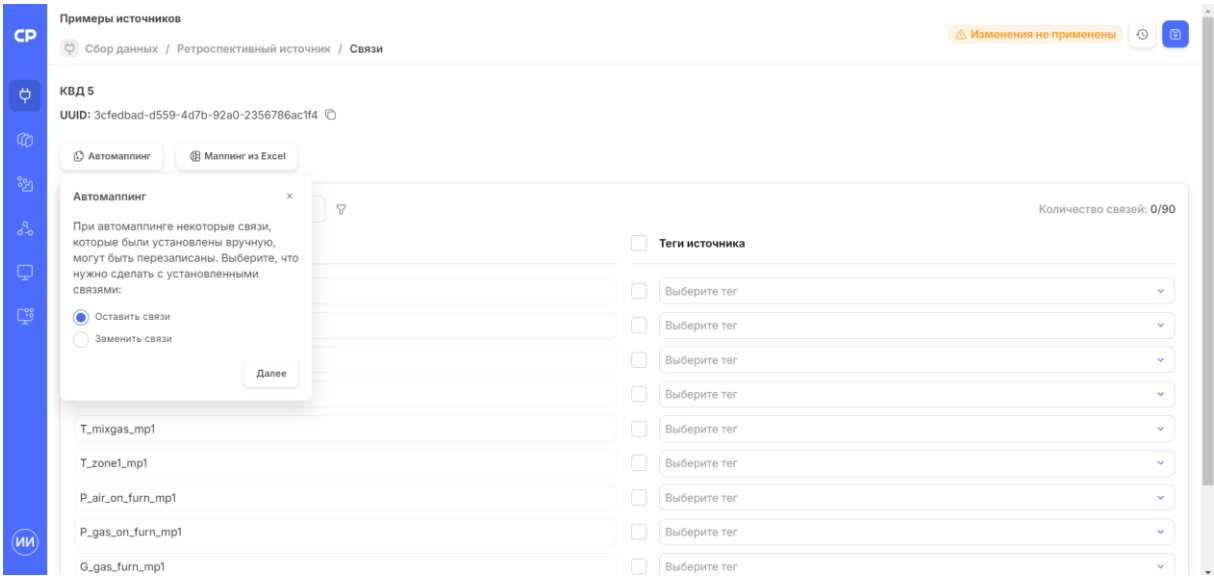


Рисунок 24. Автоматическое картирование

Картирование из Excel. Подготовьте файл Excel с листом «Маттинг», содержащим два столбца согласно Таблице 8. Нажмите кнопку «Маттинг из Excel» и загрузите файл (Рисунок 25).

Таблица 8.

Формат файла картирования для загрузки из Excel

Теги Платформы	Теги Источника
Название тега платформы 1	Название тега источника 1
...	...
Название тега платформы N	Название тега источника N

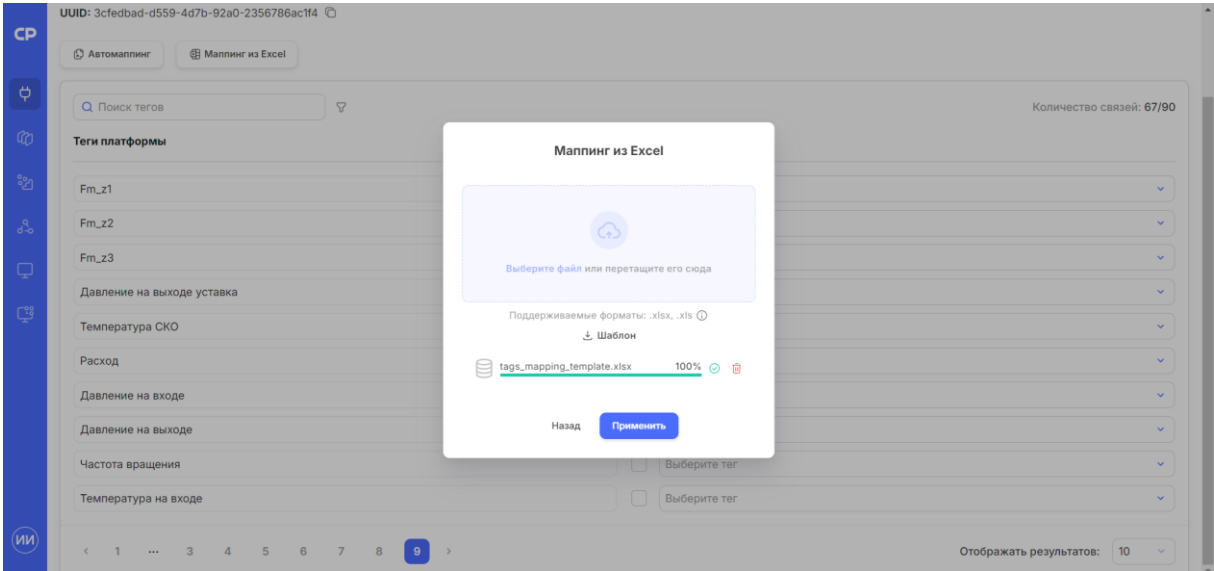


Рисунок 25. Картирование из Excel

6.6 СОЗДАНИЕ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ДАННЫХ

Внешний источник — объект ПО CyberStudio, имеющий связь с сервисом, поставляющим данные в режиме реального времени. В рамках проекта внешние источники используются для получения потоковых данных от MES через интеграционные модули.

Создание внешнего источника аналогично созданию ретроспективного, но при создании выбирается тип «внешний источник».

После создания источника перейдите к нему и задайте теги — вручную или через файл Excel (Рисунок 26).

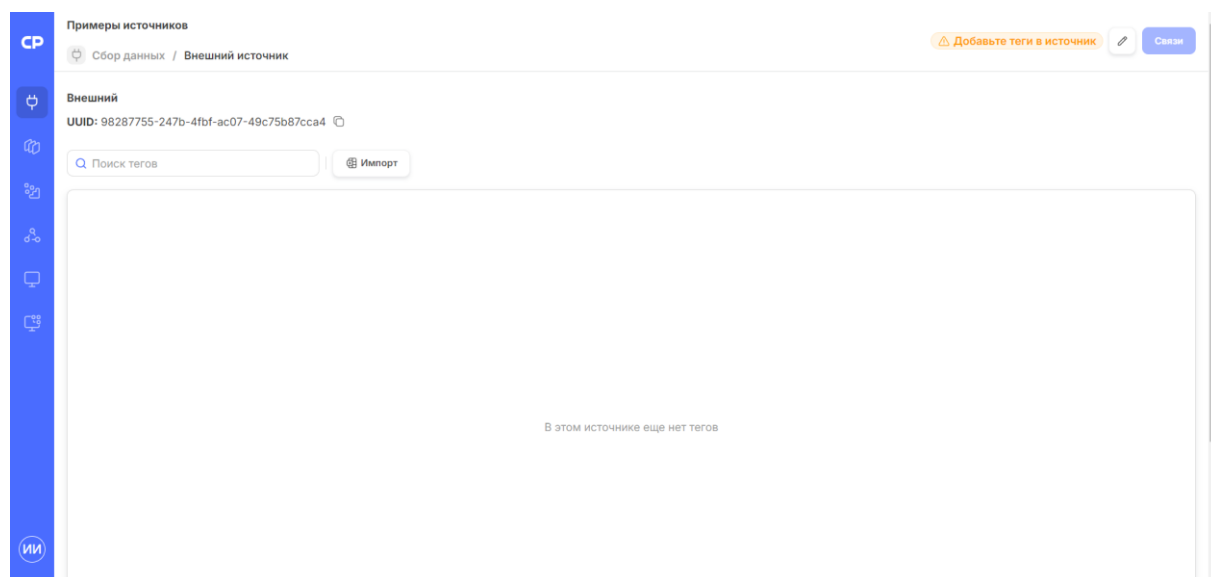


Рисунок 26. Задание тегов внешнего источника данных

Название тега источника должно строго совпадать с названием тега в системе-источнике данных.

После задания тегов выполните картирование аналогично ретроспективному источнику и нажмите кнопку «сохранить связи».

6.7 СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕГОВ И ПРАВИЛ РАСЧЕТА

6.7.1 НАЗНАЧЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕГОВ

Виртуальный тег — специальный тип тега платформы, значение которого рассчитывается системой на основе данных других тегов по заданному правилу. Виртуальные теги позволяют обогащать данные без изменения исходных данных.

Типовые сценарии использования:

- Расчет производных показателей (КПД, удельный расход и др.);
- Объединение данных нескольких датчиков;
- Нормализация данных (преобразование единиц измерения);
- Анализ исторических данных (вычисление статистических характеристик).

Виртуальный тег создается аналогично обычному тегу, но при создании необходимо активировать опцию «Виртуальный» (Рисунок 27).

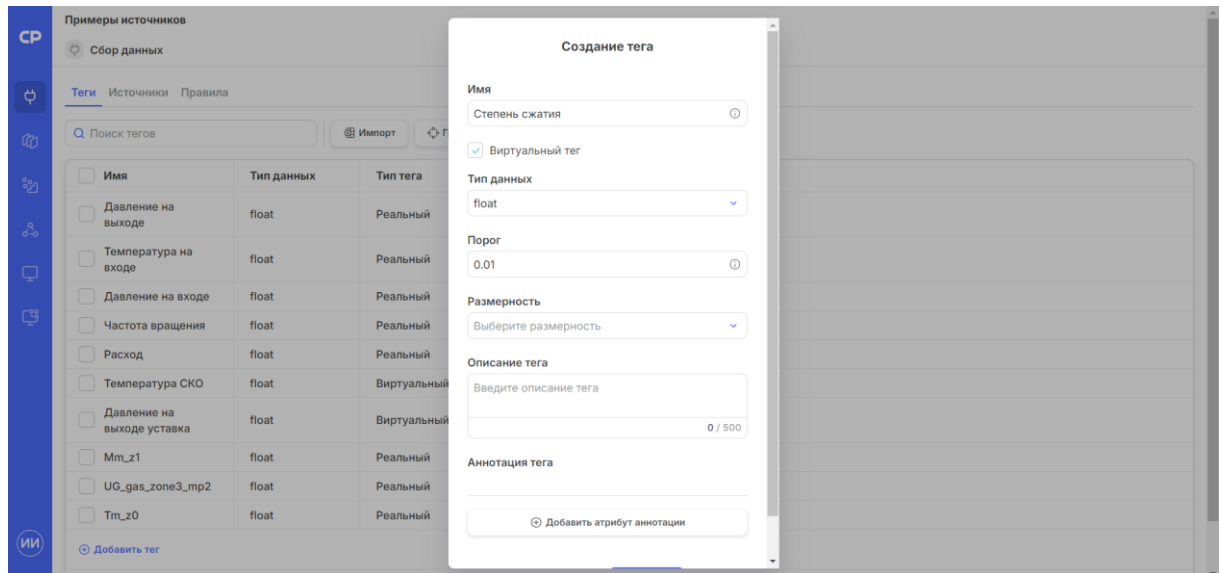
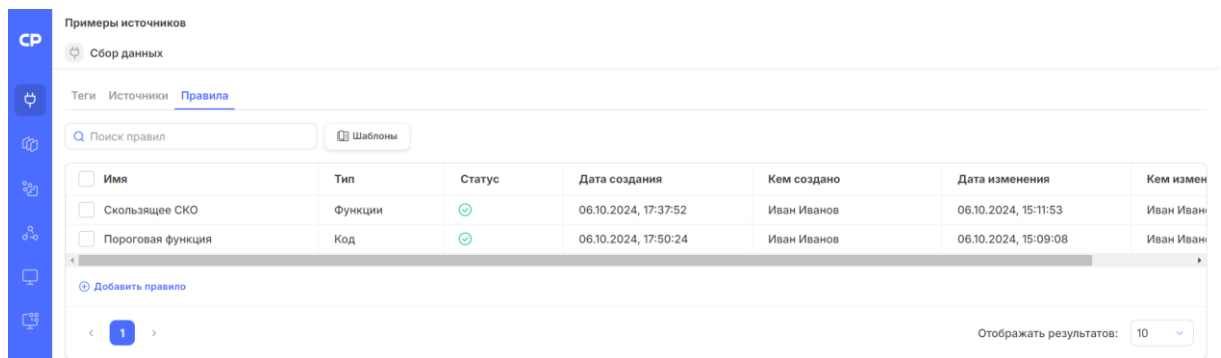


Рисунок 27. Создание виртуального тега (флажок «виртуальный тег» активирован)

6.7.2 СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПРАВИЛ

Правила для расчета виртуальных тегов задаются на вкладке «Правила». Информация о правилах выводится в виде сводной таблицы (Рисунок 28).



Имя	Тип	Статус	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем изменено
Скользящее СКО	Функции	✓	06.10.2024, 17:37:52	Иван Иванов	06.10.2024, 15:11:53	Иван Иванов
Пороговая функция	Код	✓	06.10.2024, 17:50:24	Иван Иванов	06.10.2024, 15:09:08	Иван Иванов

Рисунок 28. Сводная таблица с правилами

Правила можно задать двумя способами:

- При помощи функции — для простых методов расчета (сумма тегов, скользящее среднее и др.);
- При помощи кода — для сложных методик, требующих программного кода на Python.

Обобщенная последовательность создания правила:

1. Задание входных и выходных параметров правила;
2. Задание методики расчета (функция или код);
3. Картирование параметров правила с тегами платформы.

6.7.3 СОЗДАНИЕ ПРАВИЛА ТИПА «ФУНКЦИЯ»

Нажмите «Добавить правило», заполните название и выберите тип «Функция» (Рисунок 29).

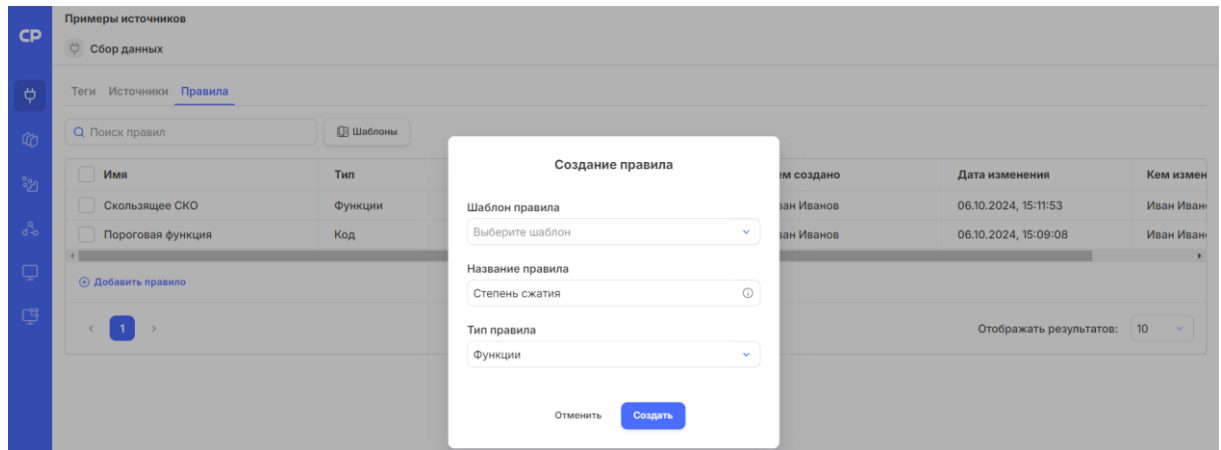


Рисунок 29. Создание правила типа «Функция»

Перейдите к редактированию правила, нажав на его строку в таблице (Рисунок 30).

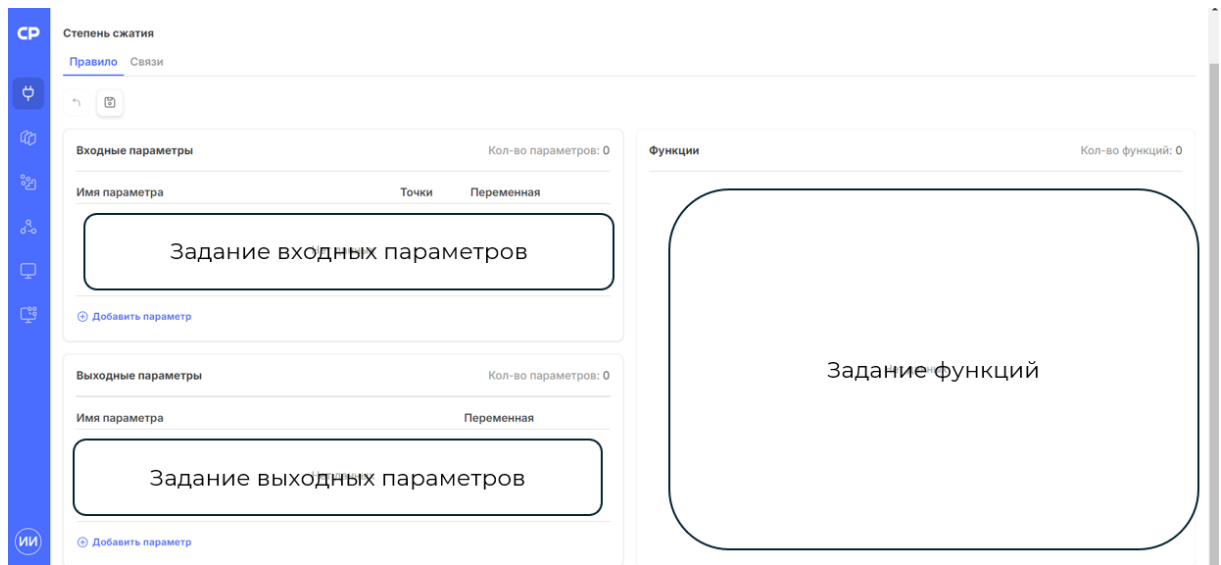


Рисунок 30. Интерфейс редактирования правила

Задание входных параметров. Нажмите «Добавить параметр» и заполните свойства (Рисунок 31):

- Название параметра;
- Переменная — обозначение для использования в выражении (латинские буквы, цифры и «_», не более 15 символов, не должно совпадать с ключевыми словами Python);
- Диапазон точек: единица (для мгновенных значений) или количество точек (для скользящего окна).

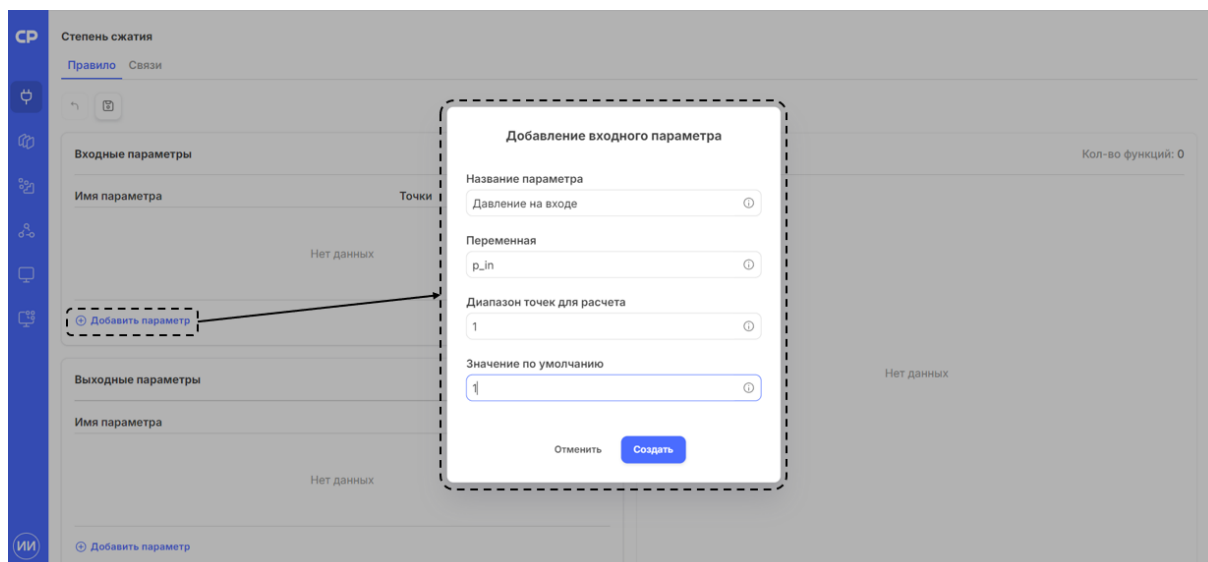


Рисунок 31. Добавление входного параметра

Задание выходных параметров. Аналогично входным, но указываются только название параметра и имя переменной (Рисунок 32).

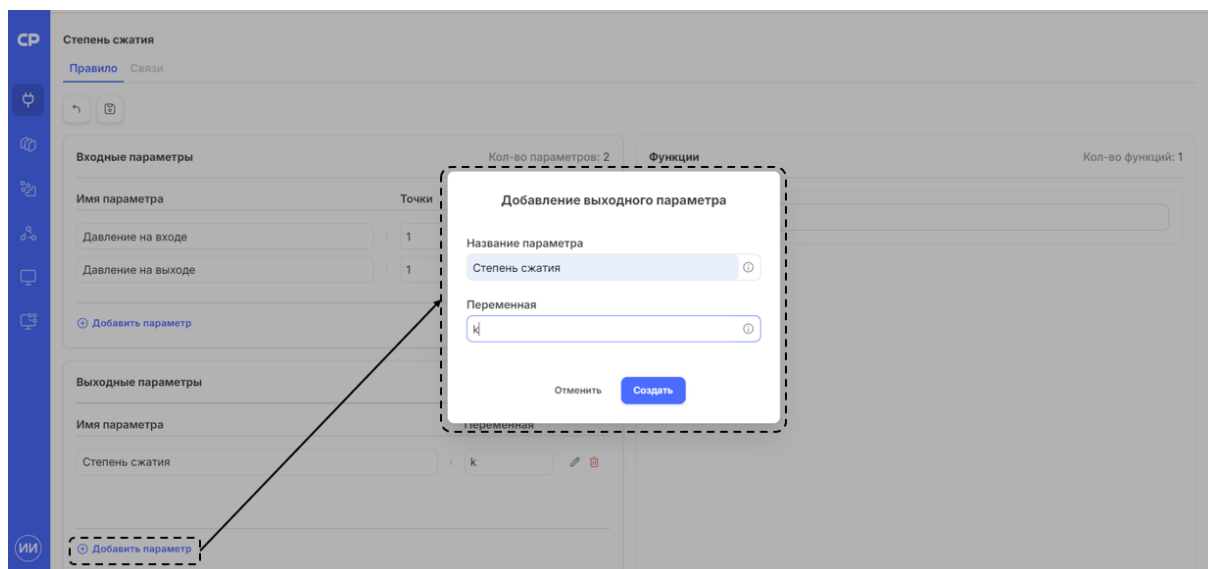


Рисунок 32. Добавление выходного параметра

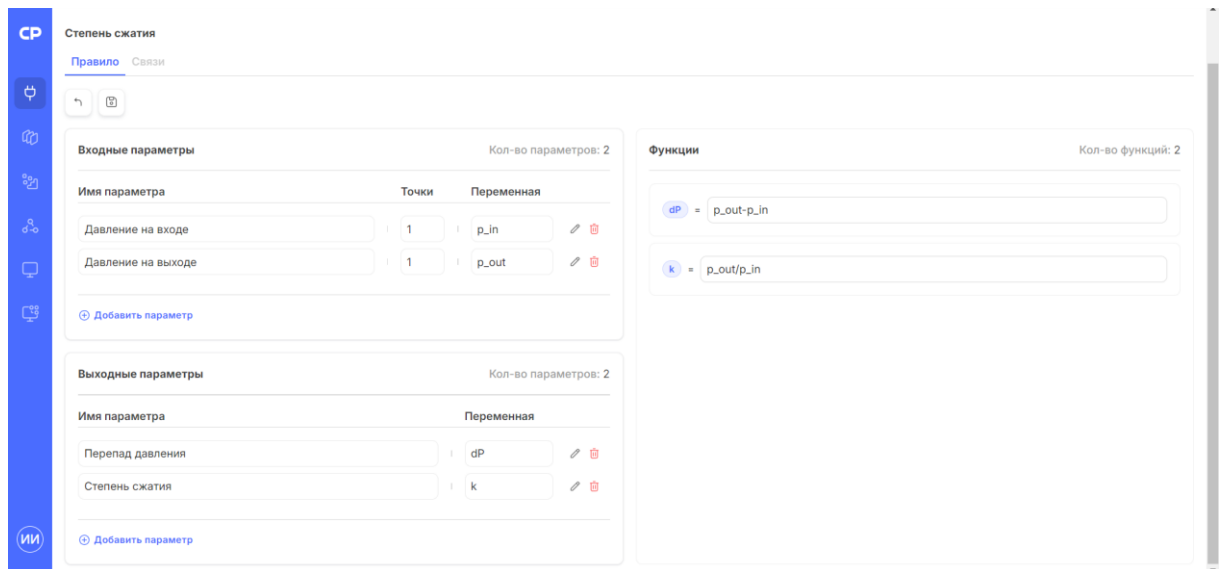
Задание функций. Количество функций равно количеству выходных параметров. Функции задаются в виде выражений. Допускаются стандартные математические функции (Таблица 9) и функции библиотеки NumPy (с префиксом np).

Таблица 9.

Стандартные математические функции

Функция	Примечание
$\sin(x)$, $\cos(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\tan(x)$, $\operatorname{atan}(x)$, $\cot(x)$, $\operatorname{acot}(x)$	Тригонометрические функции
a^x	Степенная функция
$\exp(x)$	Экспонента
$\operatorname{abs}(x)$	Модуль числа
$\log_a(x)$, $\log_x(a)$	Логарифм
$\min(x)$, $\max(x)$	Минимум, максимум множества
$\operatorname{mean}(x)$, $\operatorname{median}(x)$, $\operatorname{sum}(x)$	Среднее, медиана, сумма множества

Пример задания выражений показан на Рисунке 33.



Степень сжатия

Правило Связи

Входные параметры Кол-во параметров: 2

Имя параметра	Точки	Переменная
Давление на входе	1	p_in
Давление на выходе	1	p_out

Добавить параметр

Выходные параметры Кол-во параметров: 2

Имя параметра	Переменная
Перепад давления	dP
Степень сжатия	k

Добавить параметр

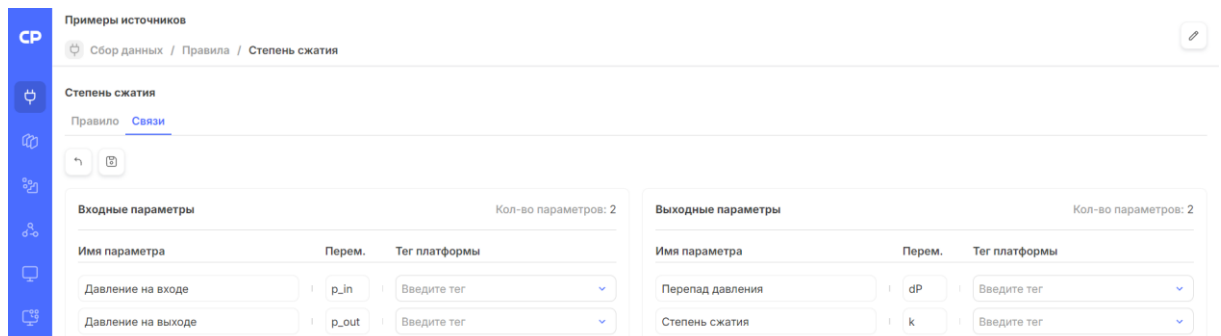
Функции Кол-во функций: 2

p_out - p_in
p_out / p_in

Рисунок 33. Пример задания выражений функций

Каждое выражение необходимо проверить — щелкните мышью в поле выражения и нажмите кнопку проверки. После сохранения изменений перейдите к простановке связей.

Простановка связей. На вкладке «Связи» (Рисунок 34) для каждого параметра правила выберите тег платформы из выпадающего списка (Рисунок 35). Для входных параметров можно использовать как обычные, так и виртуальные теги. Для выходных — только виртуальные.



Примеры источников

Сбор данных / Правила / Степень сжатия

Степень сжатия

Правило Связи

Входные параметры Кол-во параметров: 2

Имя параметра	Перем.	Тег платформы
Давление на входе	p_in	Введите тег
Давление на выходе	p_out	Введите тег

Выходные параметры Кол-во параметров: 2

Имя параметра	Перем.	Тег платформы
Перепад давления	dP	Введите тег
Степень сжатия	k	Введите тег

Рисунок 34. Вкладка задания связей

Входные параметры

Кол-во параметров: 2

Имя параметра	Перем.	Тег платформы
Давление на входе	p_in	Введите тег
Давление на выходе	p_out	ВХО

Температура на входе

Давление на входе

Рисунок 35. Выбор тега для привязки

6.7.4 СОЗДАНИЕ ПРАВИЛА ТИПА «КОД»

Входные и выходные параметры, а также связи задаются аналогично правилу типа «Функция». Отличие — способ расчета: вместо выражений используется код на Python (Рисунок 36).

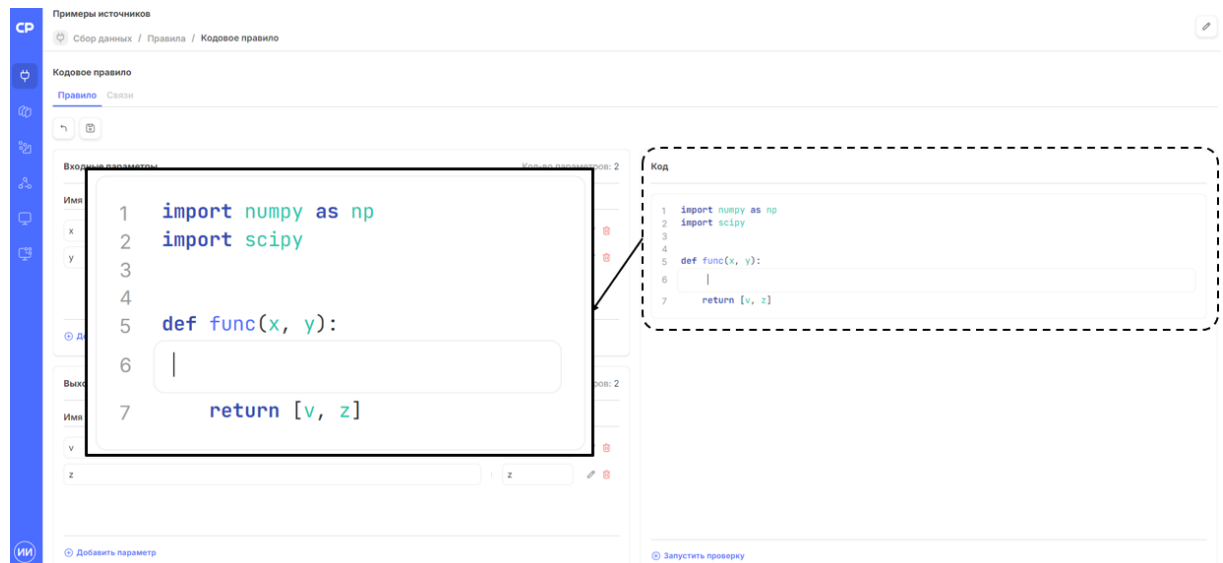


Рисунок 36. Редактор кода для правила

Входные параметры правила типа «Код» имеют тип «структура» с полями:

- v (value) — массив значений;
- t (time) — массив меток времени.

Обращение к последнему элементу значения переменной x : $x.v[-1]$.

Код должен содержать выражения для расчета выходных переменных. Примеры правил приведены в Таблице 10.

Таблица 10.

Примеры правил типа «Код»

Описание	Код
Обнаружение «зависшего» датчика (дисперсия в окне ниже порога)	<code>variance = np.var(x.v) / y = 1.0 if variance < 0.01 else 0.0</code>
Экспоненциальное сглаживание	<code>Цикл с alpha x.v[i] + (1-alpha) y</code>
Обнаружение резкого скачка (скорость изменения)	<code>Расчет производной (x.v[-1] - x.v[-2]) / (x.t[-1] - x.t[-2])</code>
Угловой коэффициент линейного тренда	<code>Расчет через ковариацию и дисперсию</code>

6.7.5 ПЕРЕРАСЧЕТ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Перерасчет — операция, при которой заново вычисляются значения виртуального тега за весь период исторических данных в соответствии с актуальной конфигурацией правила.

Для запуска перерасчета откройте вкладку «Расчет» (Рисунок 37) и нажмите кнопку «Расчет». Длительность зависит от объема данных. После завершения в таблице отобразится сводка с временными границами и статусом расчета.

Скользящее СКО

Правило Связи Расчёт

Расчёт

Выходной параметр	Виртуальный тег	Статус расчёта	Начало расчёта	Конец расчёта
↶ y	↶ Скользящее СКО Тмасла	⚠ Не проведён	-	-

Рисунок 37. Вкладка «Расчет»

Внимание: перерасчет является исключением из принципа неизменности данных. Все предыдущие значения, рассчитанные по устаревшим версиям правил, будут заменены.

6.8 РАБОТА С ШАБЛОНАМИ ПРАВИЛ

Часто используемые правила можно сохранять как шаблоны для повторного применения.

6.8.1 СОЗДАНИЕ ШАБЛОНА

Для перехода к шаблонам нажмите кнопку «Шаблоны» на вкладке «Правила». Откроется сводная таблица шаблонов (Рисунок 38).

Примеры источников

Сбор данных

Теги Источники Правила

Поиск правил

Шаблоны

☐ Имя	Тип	Статус	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем измен
☐ Скользящее СКО	Функция	✓	06.10.2024, 17:37:52	Иван Иванов	06.10.2024, 15:11:53	Иван Иван
☐ Пороговая функция	Код	✓	06.10.2024, 17:50:24	Иван Иванов	06.10.2024, 15:09:08	Иван Иван
☐ Степень сжатия	Функция	✓	07.10.2024, 15:08:37	Иван Иванов	07.10.2024, 15:30:03	Иван Иван
☐ Кодовое правило	Код	✓	07.10.2024, 18:32:33	Иван Иванов	07.10.2024, 16:23:33	Иван Иван

Теги Источники Правила

Поиск шаблонов

← Вернуться к правилам

☐ Имя	Тип	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем изменено
☐ Скользящее среднее	Функция	07.10.2024, 19:28:21	Иван Иванов	07.10.2024, 16:34:16	Иван Иванов
☐ СКО к максимуму	Функция	07.10.2024, 19:32:02	Иван Иванов	07.10.2024, 19:32:02	Иван Иванов

Добавить шаблон

< 1 >

Отображать результатов: 10

Рисунок 38. Интерфейс шаблонов правил

Нажмите «Добавить шаблон», заполните свойства аналогично обычному правилу (Рисунок 39). Редактирование шаблона также аналогично: задайте входные и выходные параметры, пропишите функции или код.

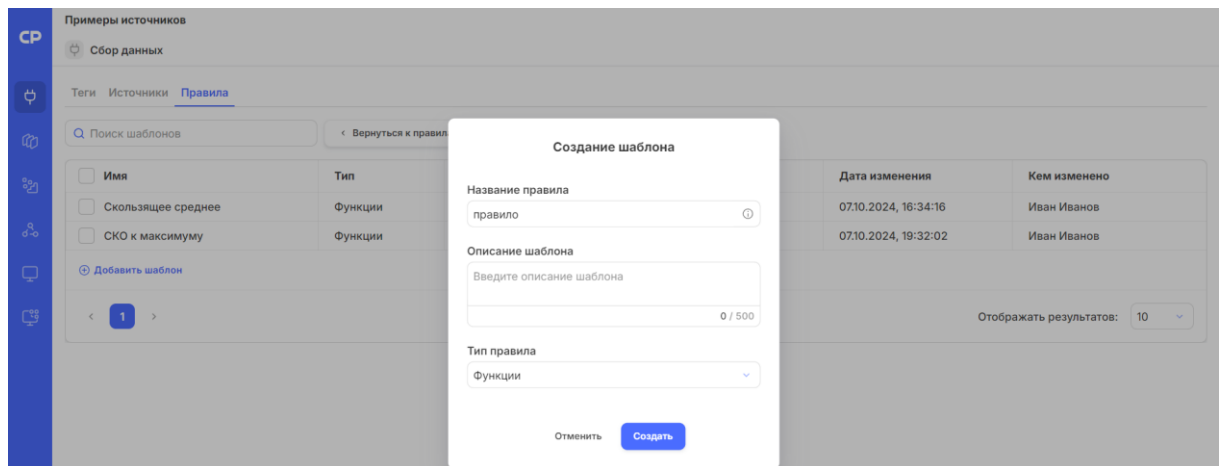


Рисунок 39. Создание шаблона правила

6.8.2 СОЗДАНИЕ ПРАВИЛА НА ОСНОВЕ ШАБЛОНА

Правило на основе шаблона можно создать двумя способами:

1. Из интерфейса редактирования шаблона — нажмите кнопку «создать правило» в правой верхней части (Рисунок 40);
2. При создании нового правила — выберите шаблон в модальном окне (Рисунок 41).

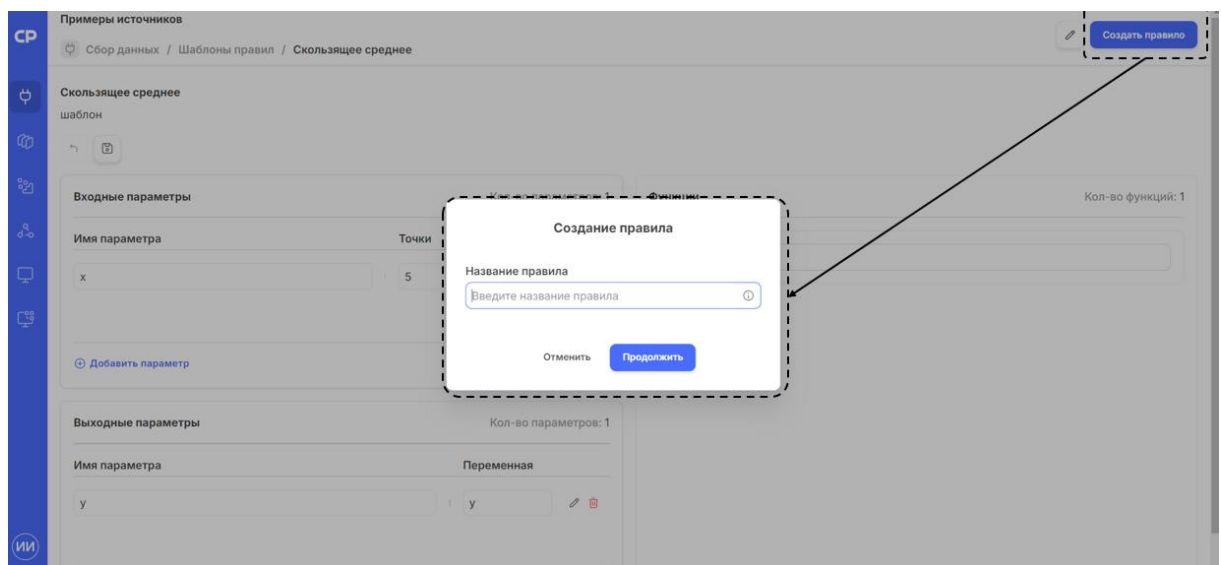


Рисунок 40. Создание правила из шаблона (способ 1)

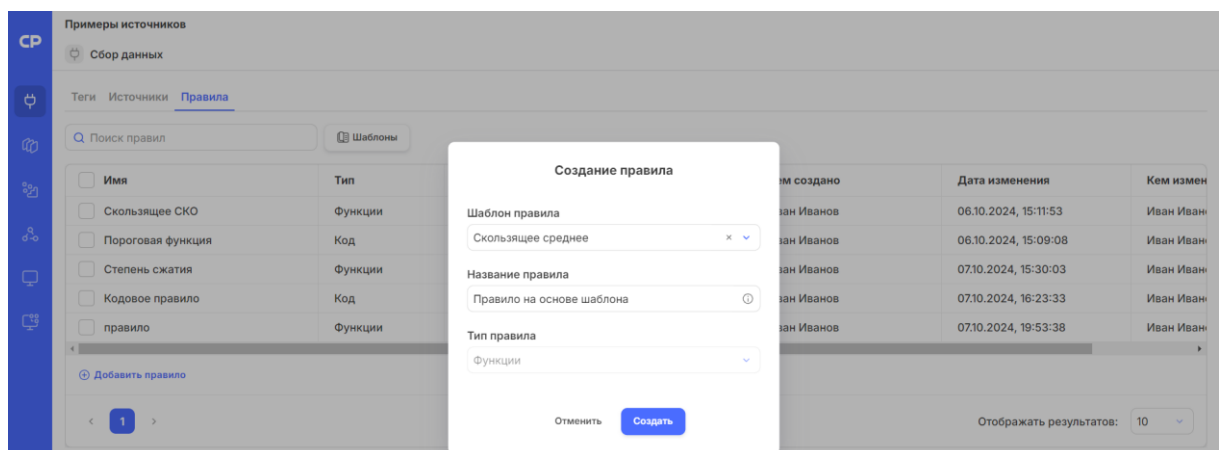


Рисунок 41. Создание правила из шаблона (способ 2)

После создания правила на основе шаблона оно появится в таблице со статусом «Редактирование». Перейдите в правило и проставьте связи с тегами платформы.

7 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

7.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Исторический сервис (СИ) является ключевым инструментом визуализации и анализа исторических данных в платформе CyberStudio. Он предназначен для построения интерактивных графиков различных типов на основе всего массива информации, доступного в системе.

Сервис предоставляет единый интерфейс для работы с данными из различных источников:

1. Исторические данные, загруженные в платформу.
2. Данные реального времени, поступающие от подключенного оборудования.
3. Расчетные и аналитические данные, генерируемые платформой в процессе работы, включая результаты мониторинга (предиктивные значения моделей, индексы состояния), срабатывания классификатора дефектов.

Ключевой особенностью сервиса является функция сохранения и управления графическими областями. Пользователь может сконфигурировать произвольный набор графиков (например, все ключевые параметры определенной единицы оборудования вместе с индексами состояния) и сохранить эту конфигурацию как именованную группу графических областей. Это позволяет быстро возвращаться к нужному набору графиков в один клик, без необходимости каждый раз заново добавлять и настраивать их.

Основные функции сервиса включают:

- визуализация трендов: построение линейных графиков для анализа изменения скалярных параметров во времени;
- анализ состояний: отображение интервальных графиков (диаграмм Ганта) для визуализации длительности различных режимов работы оборудования и неисправностей;
- частотный анализ: построение спектрограмм и графиков АЧХ для анализа векторных данных и вибрационных сигналов;
- сравнительный анализ: совместное отображение разнородных данных (например, параметров оборудования и срабатываний дефектов) на одном холсте с возможностью синхронизации по времени;
- детальный разбор: инструменты для приближения, панорамирования, нанесения меток и просмотра статистики для детального изучения любых участков данных.

Таким образом, Исторический сервис служит универсальным «окном» в данные ПО, обеспечивая оператора, технолога и инженера-аналитика мощным инструментом для диагностики, анализа происшествий и оценки эффективности работы оборудования и технологических процессов.

7.1.1 ЧТО НЕ ВХОДИТ В СФЕРУ СИ

Исторический сервис не работает с данными, порождаемыми в процессе обучения моделей, прогонки моделей, классификаторов дефектов и блоков прогноза:

- расчетные значения модельных параметров;
- расчетные значения индексов состояния;
- расчетные значения срабатываний правил классификатора дефектов;
- прочие расчетные данные.

Детальная информация такого типа доступна в соответствующих сервисах: сервис моделей (СМД), сервис неисправностей (СН), сервис прогнозов (СП).

7.1.2 ОБЗОР ИНТЕРФЕЙСА

Интерфейс СИ представляет собой поле, в котором можно вывести произвольное количество областей с графиками различных типов (Рисунок 42).

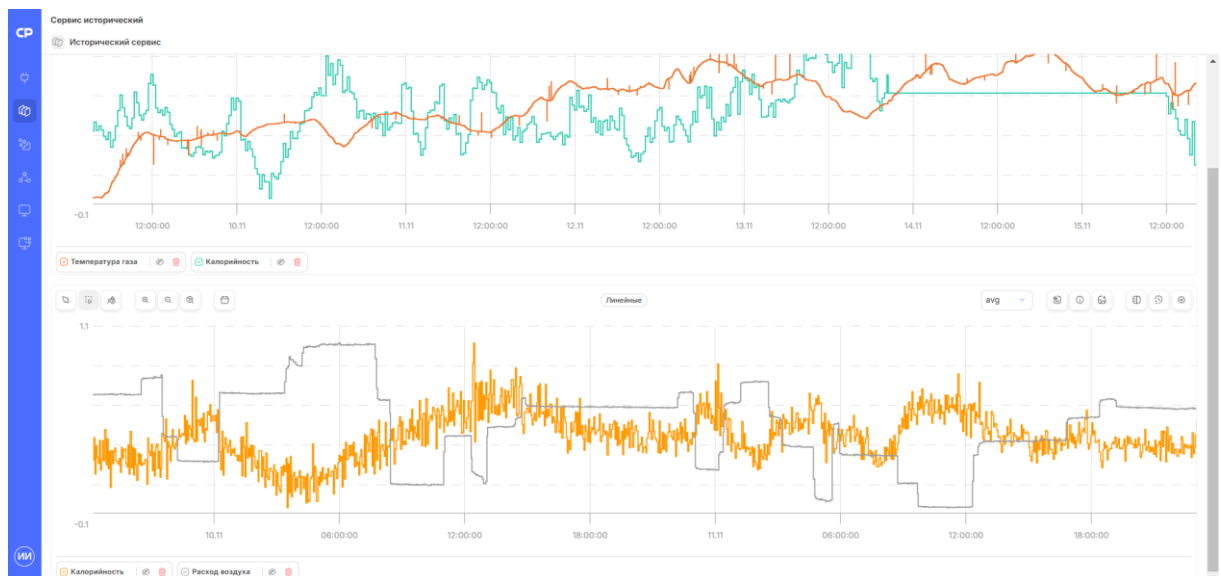


Рисунок 42. Область с графиками

Данные для графиков выбираются при помощи менеджера данных (Рисунок 43).

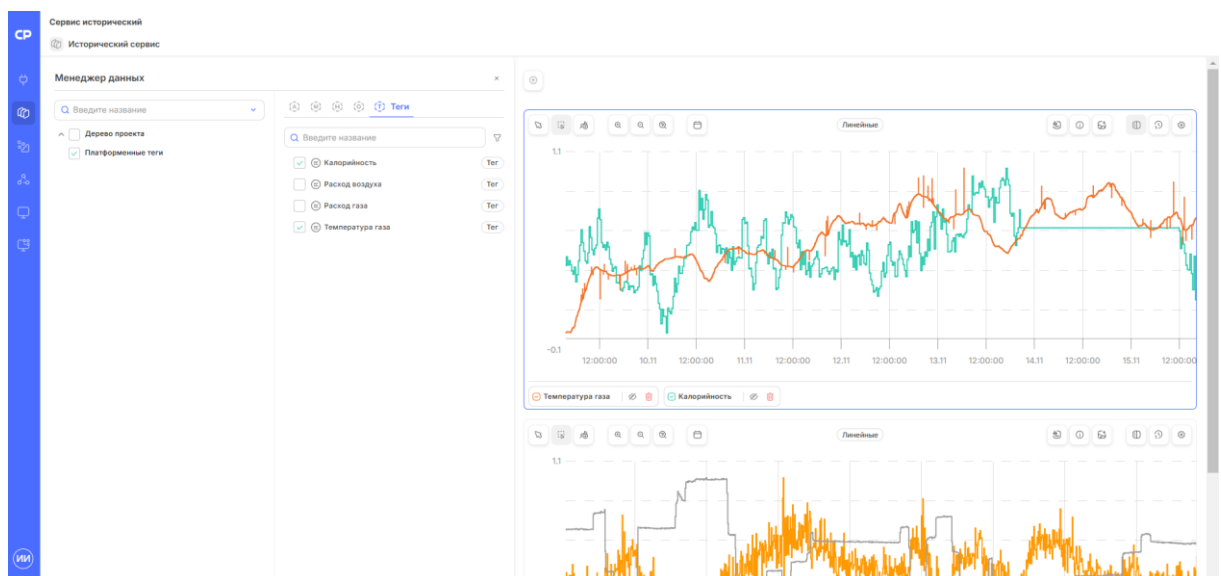


Рисунок 43. Выбор параметров для графиков в менеджере данных

Рисунок 44. Инструменты редактирования графика

Области с графиками можно сохранять для упрощения работы (Рисунок 45).

	Имя	Области	Графики	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем обновлено
1	скорость истечения приближено	1	2	04.04.2025, 08:32:16	Сергей...	04.04.2025, 08:32:16	Сергей Гавриленков
2	Угол наклона весь период	2	2	04.04.2025, 08:31:39	Сергей...	04.04.2025, 08:31:39	Сергей Гавриленков

Рисунок 45. Сохраненные области с графиками

На графиках могут выводиться как фактические собираемые данные, так и прочие данные, генерируемые ПО, например, расчетные данные и значение индекса состояния. Тип параметра отображается в легенде графика (Рисунок 46).



7.2 РАБОТА С МЕНЕДЖЕРОМ ДАННЫХ

Менеджер данных — инструмент выбора параметров для отображения в графической области.

Если в области не построено ни одного графика, то иконка менеджера данных расположена посередине области. Если графики уже есть, то иконка расположена справа выше графического поля (Рисунок 47).

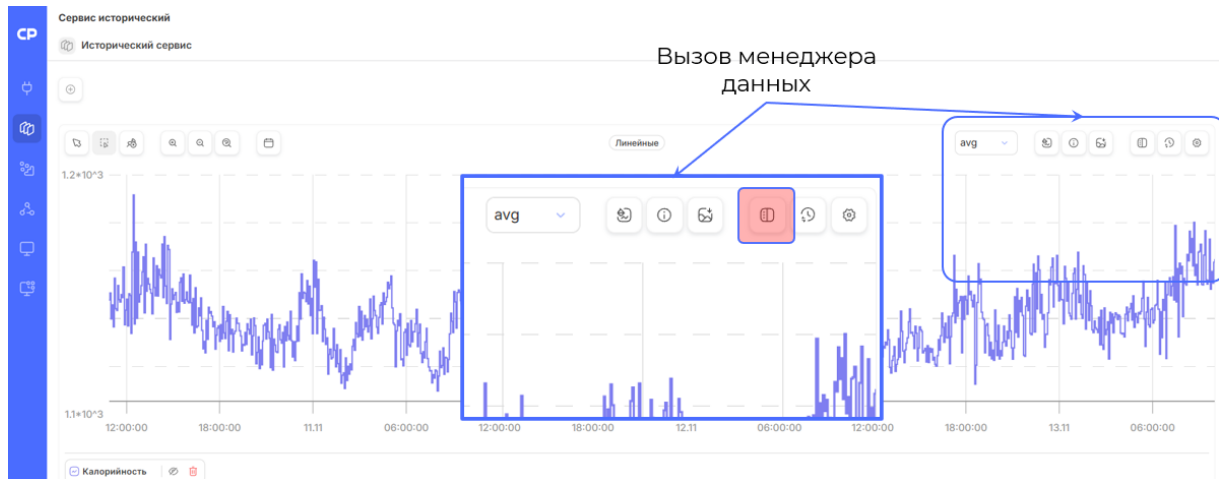


Рисунок 47. Вызов менеджера данных

При вызове менеджера данных открывается боковая панель из двух областей (Рисунок 48). Левая панель содержит дерево проекта и платформенные теги. Правая панель содержит вкладки с параметрами, распределенными по их типам и назначению.

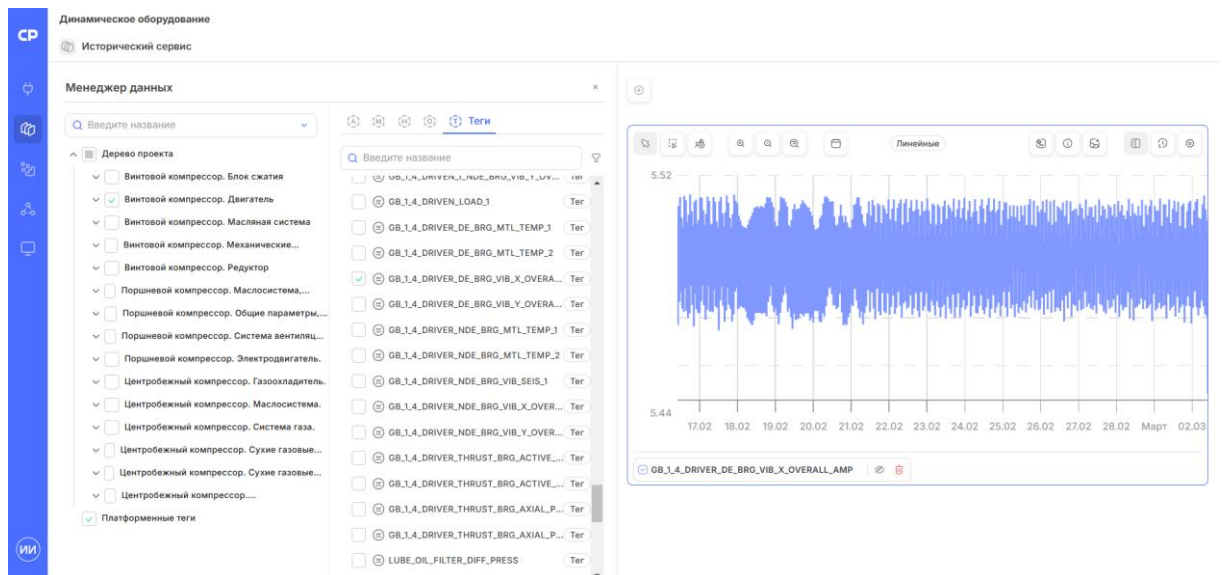


Рисунок 48. Менеджер данных

7.2.1 ВЫБОР ГРУПП ПАРАМЕТРОВ В ДЕРЕВЕ ПРОЕКТА

Левая область менеджера данных представляет собой многоуровневый список с двумя обязательными пунктами:

- дерево проекта — расчетные параметры платформы, сгруппированные по активам, моделям и прочим категориям;
- платформенные теги — все теги платформы; внутри платформенных тегов можно задать фильтр по выбору группы тегов, создаваемых в сервисе сбора данных.

Дерево проекта — многоуровневый список (Рисунок 49). При выборе элемента дерева на первом уровне будут выбраны все вложенные элементы.

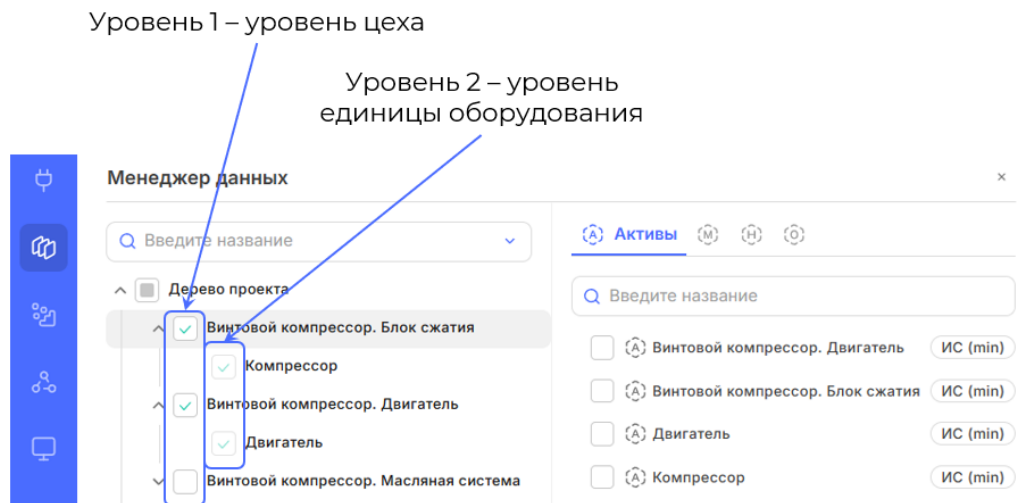


Рисунок 49. Дерево проекта

Ограничить количество отображаемых элементов списка можно при помощи поиска. Для этого в поисковой строке нужно ввести подстроку, которая должна содержаться в названии искомого элемента (первый шаг на Рисунок 50), затем выбрать из выпадающего списка нужный элемент (второй шаг на Рисунок 51). После этого выдача в левой области будет ограничена выбранным элементом (результат на Рисунок 52). Сбросить ограничение выдачи можно, нажав иконку крестика в поисковом окне.

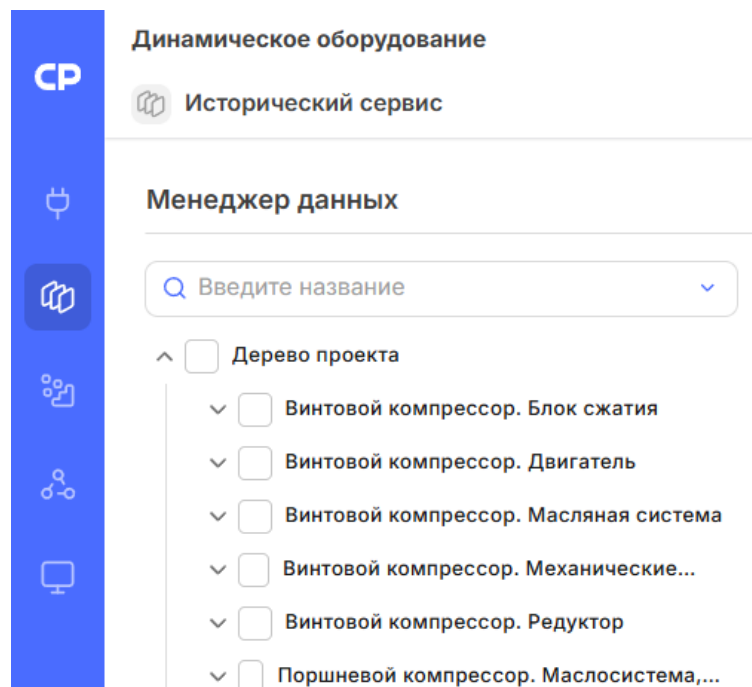


Рисунок 50. Поиск в дереве проекта: ввод подстроки

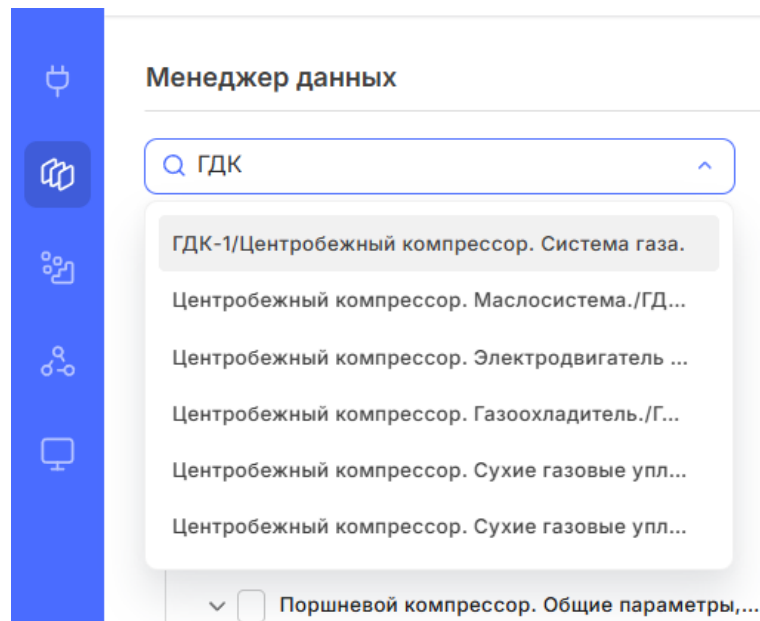


Рисунок 51. Поиск в дереве проекта: выбор элемента

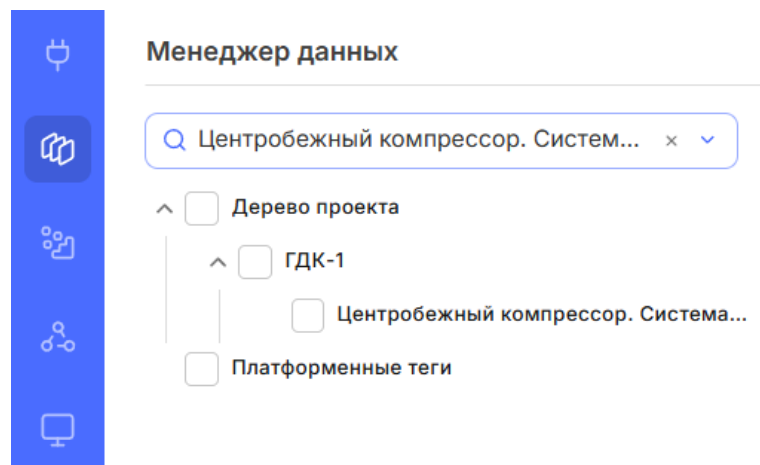


Рисунок 52. Поиск в дереве проекта: результат

После выбора элемента в левой области выберите нужный параметр в одной из вкладок правой области.

Для платформенных тегов можно установить фильтр по группе тегов, если таковые созданы (Рисунок 53).

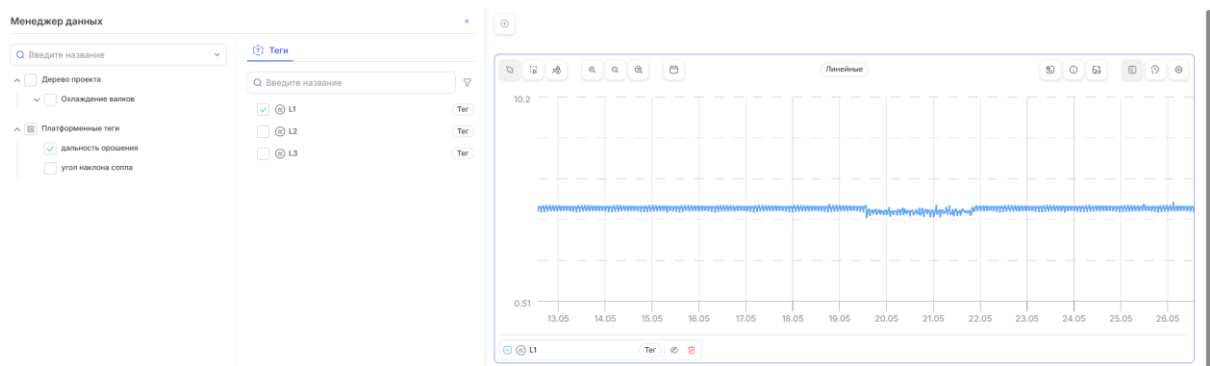


Рисунок 53. Выбор группы платформенных тегов в менеджере данных

7.2.2 ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ

Параметр для отображения на графиках выбираются в правой области менеджера данных. Эти параметры распределены по нескольким вкладкам («А», «М», «Н», «О», «Т»)

в зависимости от их типа и назначения. Список доступных параметров в каждой вкладке определяется фильтром в левой области менеджера данных.

Выбор того или иного параметра ограничен типом графика. Например, для линейного графика нельзя вывести данные для интервального графика и прочие несоответствия. Недоступный для выбора параметр отображается приглушенным (Рисунок 54).

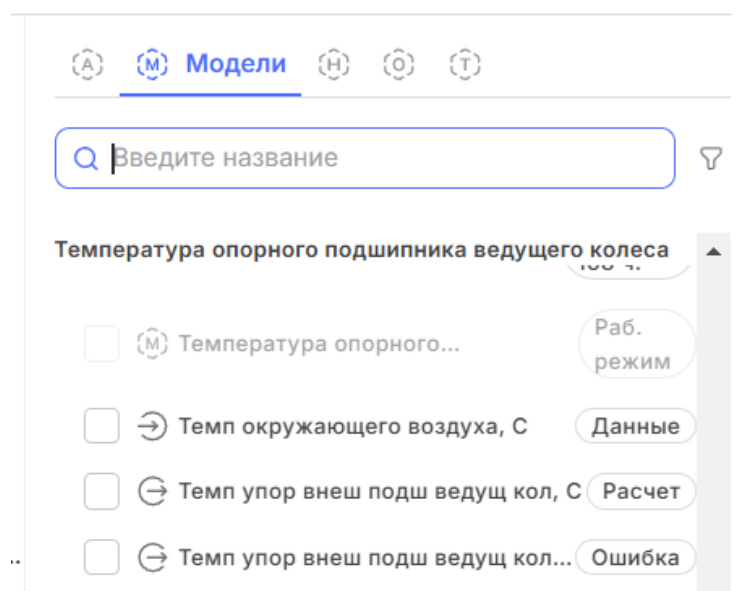


Рисунок 54. Пример: для линейного графика нельзя выбрать отображение рабочего режима

Для всех вкладок доступна фильтрация выдачи аналогично левой области менеджера данных.

7.2.2.1 ВКЛАДКА «А» (АКТИВЫ)

На этой вкладке отображаются верхнеуровневые расчетные параметры для активов (Рисунок 55).

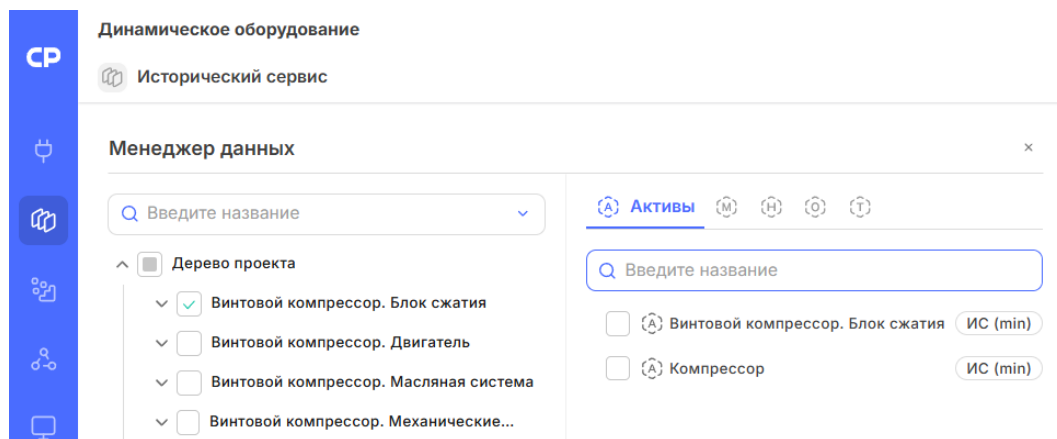


Рисунок 55. Вкладка «Активы»

7.2.2.2 ВКЛАДКА «М» (МОДЕЛИ)

На этой вкладке отображаются расчетные данные для отдельных моделей (Рисунок 56). Для каждой модели можно вывести:

- мгновенное значение индекса состояния (ИС);

- прогноз ИС на 24 часа;
- прогноз ИС на 168 часов;
- фактическое значение каждого входного тега.

Для каждого выходного тега можно вывести:

- фактическое значение тега;
- рассчитанное моделью значение тега;
- разладку между фактическим и расчетным значением тега;
- индекс состояния тега.

Можно также отфильтровать выдачу по атрибутам параметров (Рисунок 57).

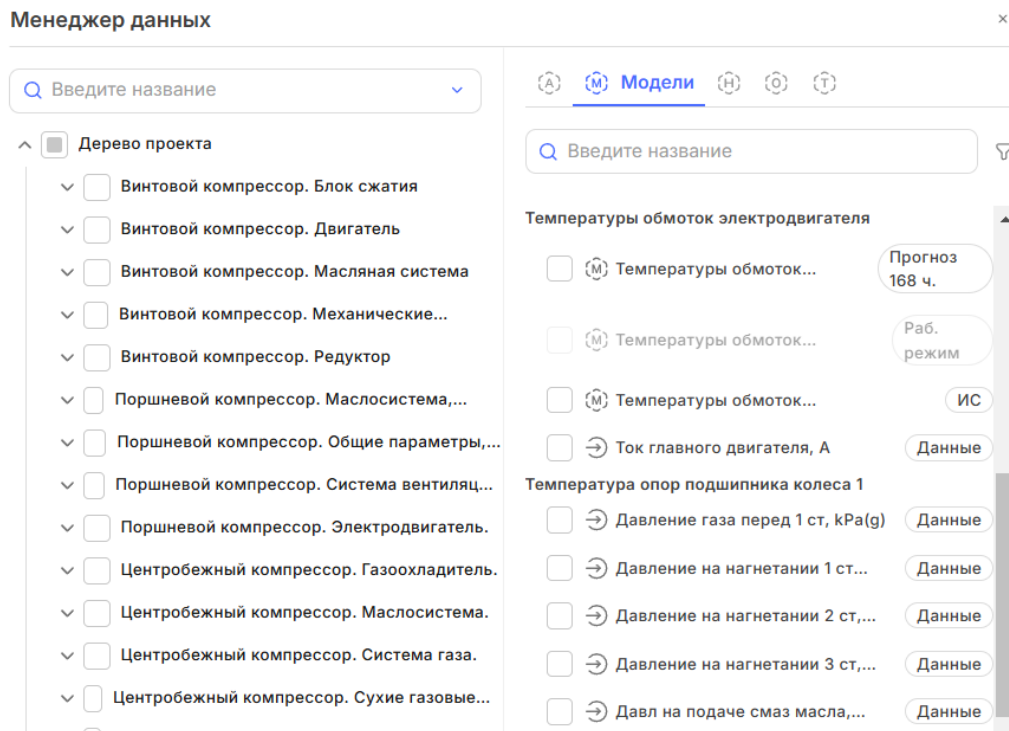


Рисунок 56. Вкладка «Модели»

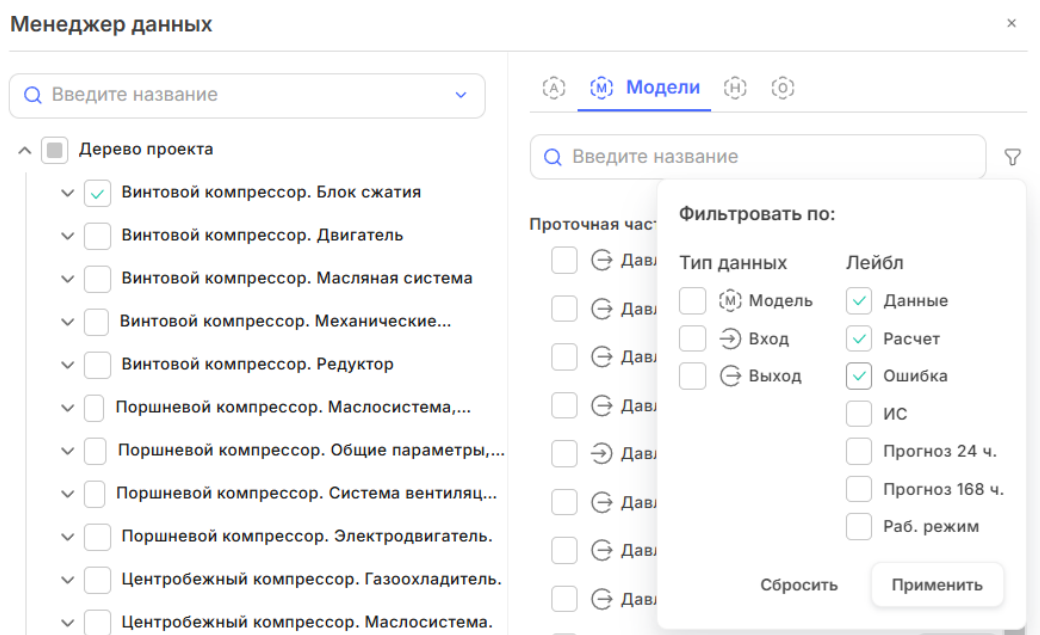


Рисунок 57. Фильтрация по атрибутам

7.2.2.3 ВКЛАДКА «Н» (НЕИСПРАВНОСТИ)

На данной вкладке выводятся параметры, связанные с правилами классификатора дефектов (Рисунок 58):

- классификатор — отображение интервала, когда сработало правило классификатора дефектов;
- индекс состояния — индекс состояния, связанный с этим правилом классификатора дефектов.

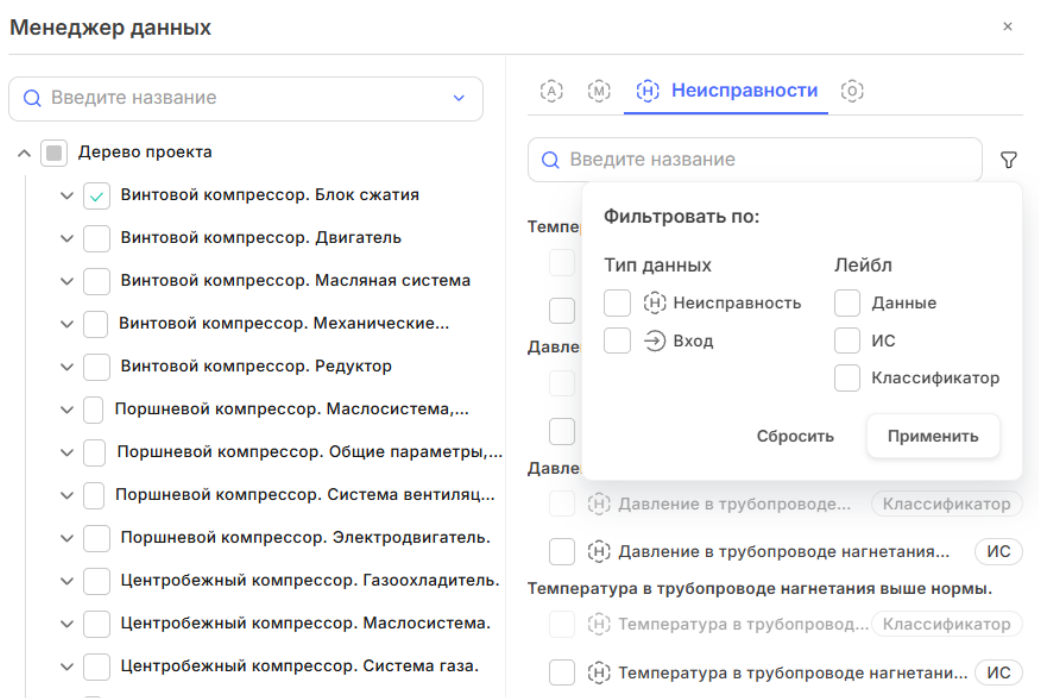


Рисунок 58. Вкладка «Неисправности»

7.2.2.4 ВКЛАДКА «Т» (ТЕГИ)

На этой вкладке выводятся платформенные теги (Рисунок 59). Вкладка «Т» появляется только в том случае, если пользователь в левой области выбирает пункт «Платформенные теги». Аналогично прочим вкладкам, доступна фильтрация по атрибутам тегов.

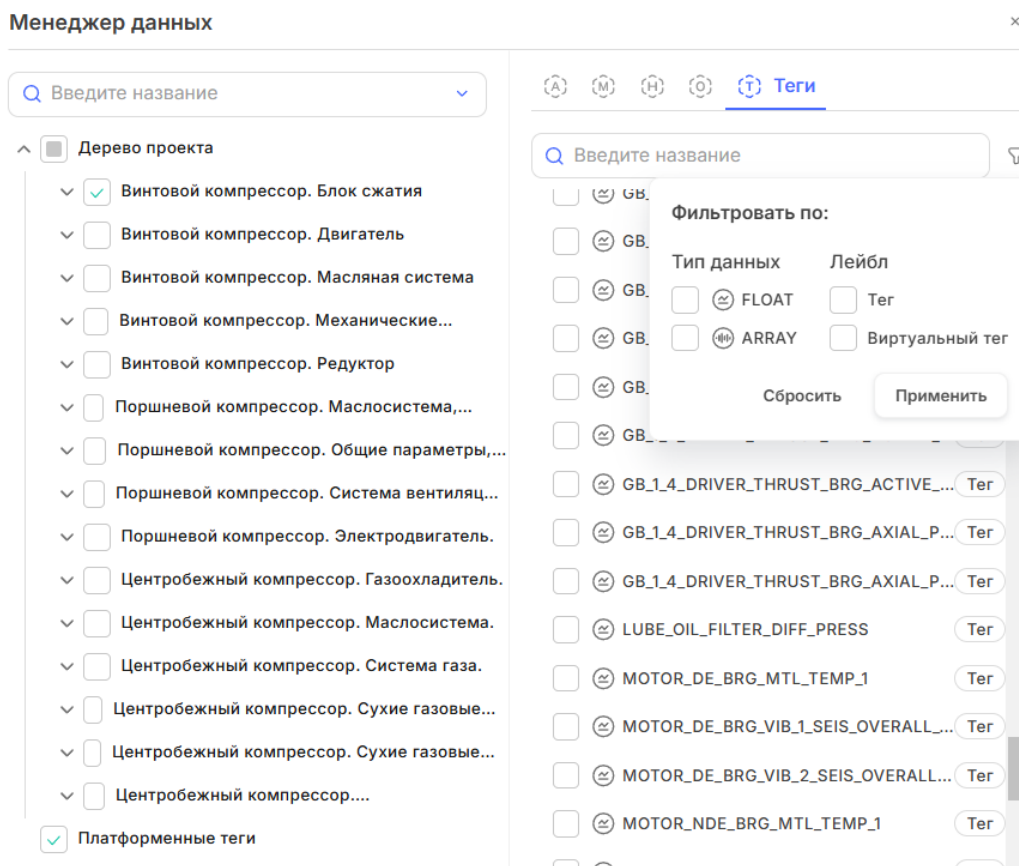


Рисунок 59. Вкладка «Теги»

7.3 РАБОТА С ГРАФИЧЕСКИМИ ОБЛАСТЯМИ

При переходе в СИ пользователь попадает в сводную таблицу с группами графических областей. Группа графических областей — сохраненный набор графиков с заданными параметрами.

Группы графических областей предназначены для быстрого доступа к заранее настроенным и сохраненным наборам графиков. Это позволяет пользователю легко возвращаться к часто используемым представлениям данных без необходимости каждый раз заново настраивать параметры отображения.

Сводная таблица областей обладает стандартным функционалом управления внешним видом:

- настройка высоты строки;
- закрепление столбцов, управление видимостью столбцов;
- фильтрация по комплексному пользовательскому условию;
- быстрый поиск по имени.

7.3.1 ДОБАВЛЕНИЕ ОБЛАСТИ

Для перехода к построению графиков нажмите кнопку «Перейти к построению графиков» (Рисунок 60).

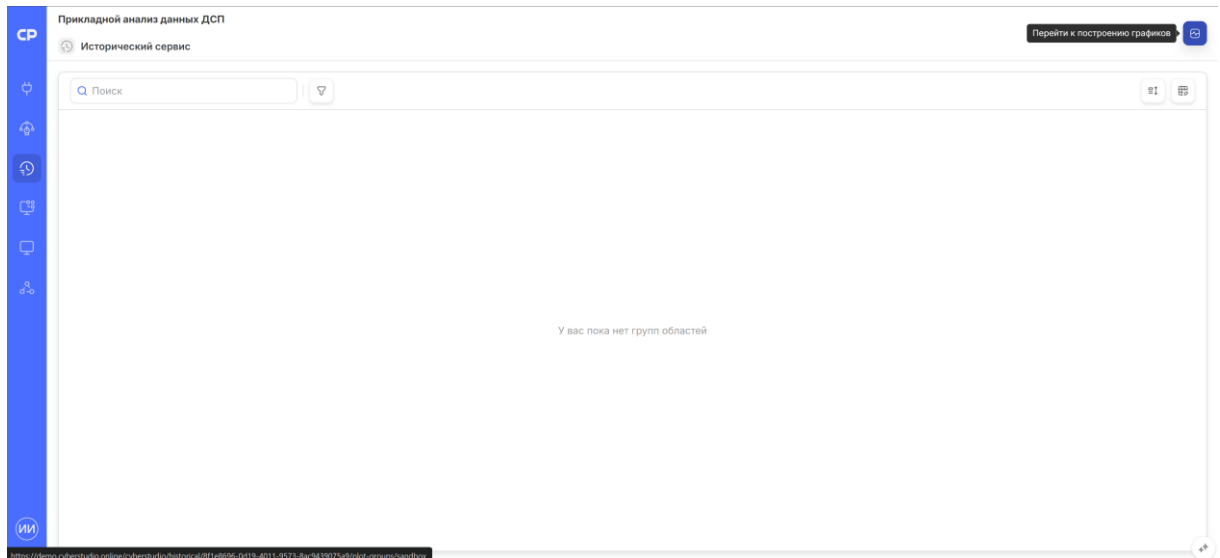


Рисунок 60. Переход к построению графиков

Далее нажмите кнопку «Добавить область». В выпадающем меню выберите тип области (Рисунок 61):

- Линейные — графики значений параметров во времени;
- Интервалы — диаграммы Ганта для отображения рабочих режимов и срабатываний классификатора;
- Спектры — спектрограммы и графики АЧХ для вибрационного анализа.

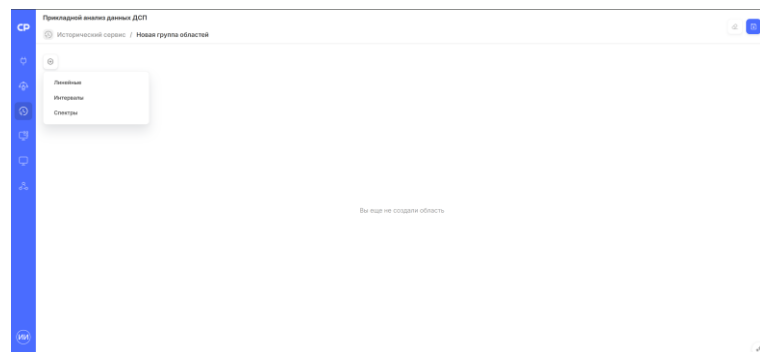


Рисунок 61. Выбор типа области при добавлении

После добавления область появится на холсте, но данные ещё не будут загружены (Рисунок 62). Для загрузки данных воспользуйтесь менеджером данных.

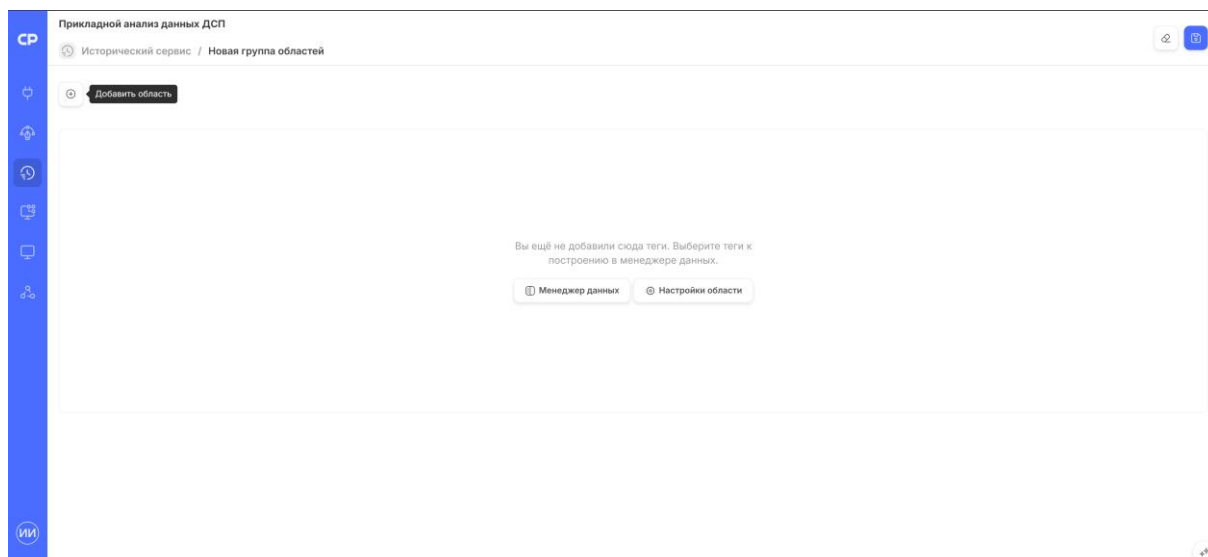


Рисунок 62. Область добавлена, данные не загружены

7.3.2 СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Для создания новой графической области нажмите на кнопку с иконкой в правом верхнем углу интерфейса (Рисунок 63). Постройте нужные графики, настройте их внешнее отображение, а затем сохраните графическую область.

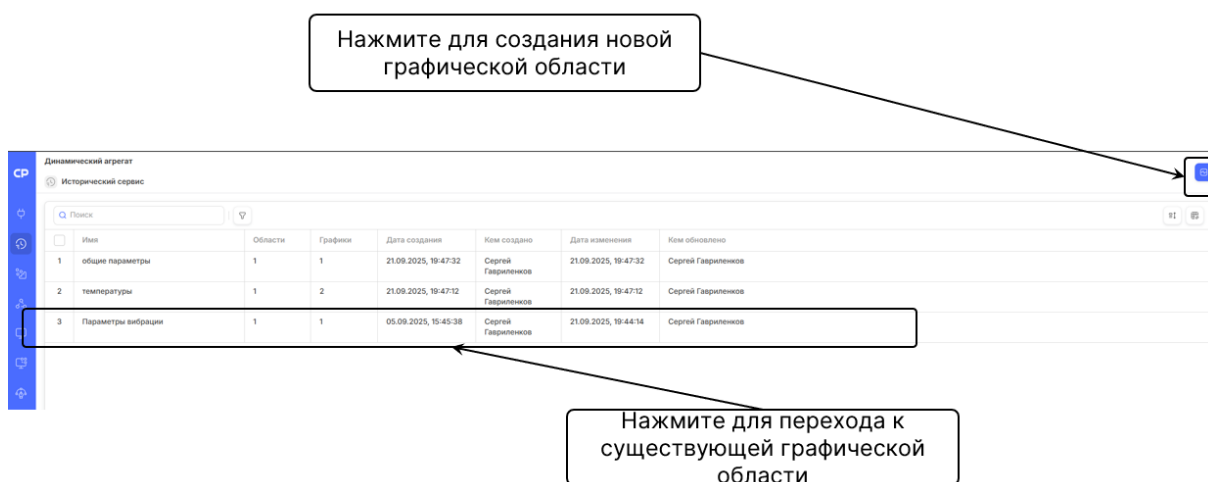


Рисунок 63. Создание графической области

7.3.3 СОХРАНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Для сохранения нужно нажать кнопку с иконкой дискеты (Рисунок 64), а затем выбрать один из пунктов в контекстном меню:

- сохранить — сохранение изменений в существующей группе;
- сохранить как — сохранение текущей группы графиков как новой группы с заданным названием.

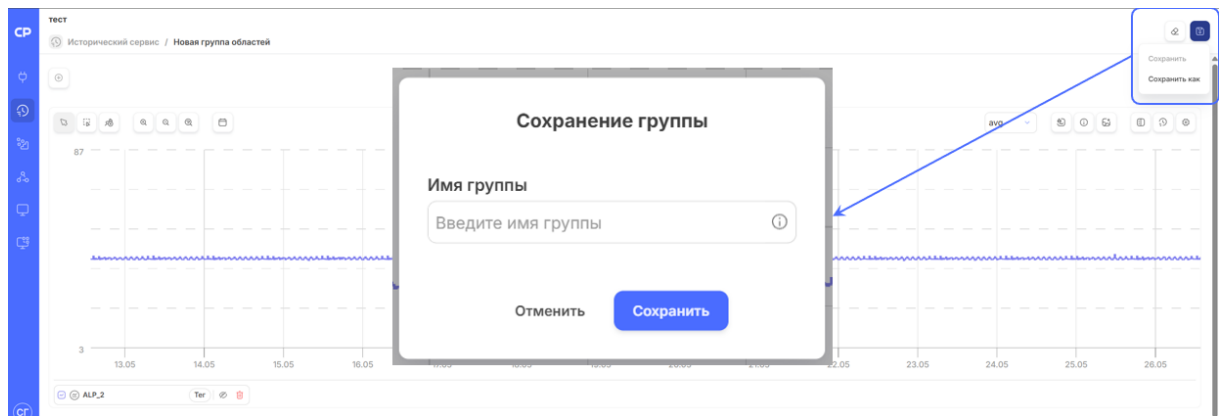


Рисунок 64. Сохранение группы графиков

7.3.4 ОЧИСТКА ГРАФИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Для удаления всех графиков в графической области нажмите на кнопку с иконкой ластика. При нажатии будут удалены все графики из области и появится сообщение-тост «Группа очищена».

⚠ Вниманию: результат очистки группы будет зафиксирован только при сохранении группы.

7.4 СОЗДАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГРАФИКА

При создании графической области выбирайте опцию «Линейные». Выберите теги для графической области (не более 15).

7.4.1 ЗАГРУЗКА ДАННЫХ ЧЕРЕЗ МЕНЕДЖЕР ДАННЫХ

Для отображения данных на графике откройте менеджер данных. На графики можно вывести данные двух категорий (Рисунок 65):

- теги платформы — фактические значения параметров оборудования;
- расчётные объекты — результаты мониторинга: значения моделей, индексы состояния, срабатывания классификатора неисправностей, прогнозы, а также ИС сборок и узлов.

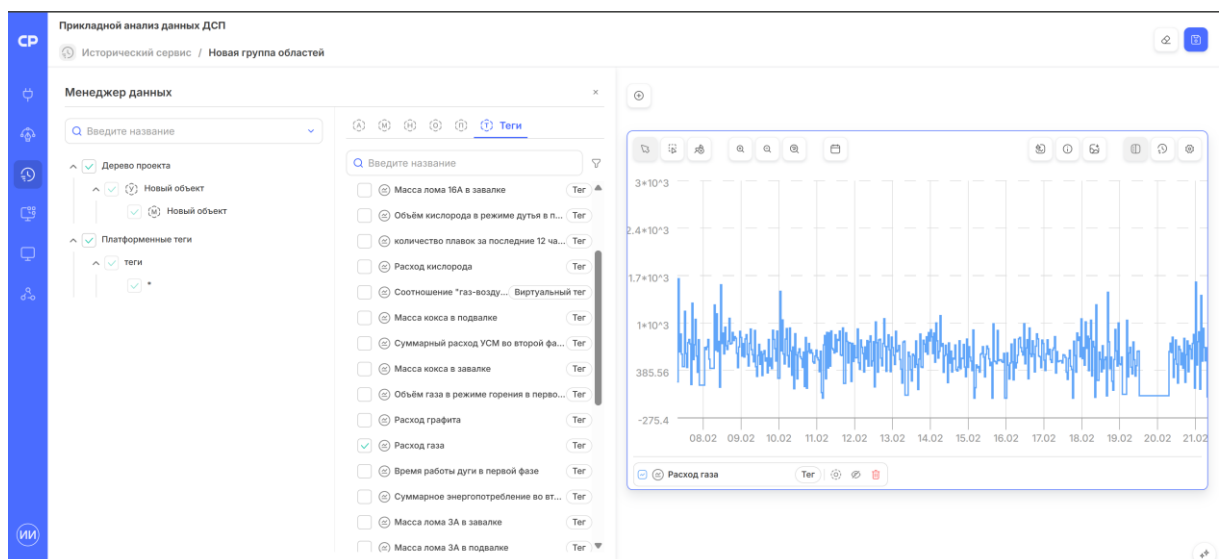


Рисунок 65. Менеджер данных с деревом проекта и тегами

Подробное описание менеджера данных и его вкладок приведено в подразделе «Работа с менеджером данных».

7.4.2 ПАРАМЕТРЫ ОТОБРАЖЕНИЯ

Для каждого параметра на графике доступна настройка параметров отображения (Рисунок 66):

- Число точек — максимальное количество отображаемых точек: 1000, 5000 или 10000. При превышении лимита данные автоматически агрегируются;
- Отображение — способ визуализации: линии или точки;
- Тип данных — при агрегации данных определяет, какая величина отображается на графике: avg (среднее), min (минимум) или max (максимум).

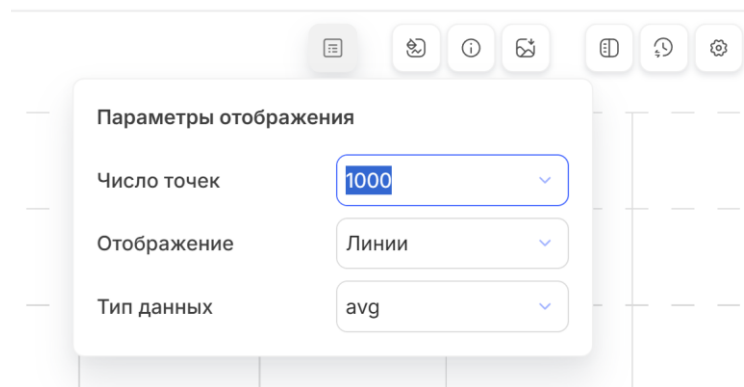


Рисунок 66. Параметры отображения данных

7.4.3 ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ ОБЛАСТИ

Над каждой графической областью расположена панель инструментов для работы с графиками. Инструменты сгруппированы по функциям: навигация, просмотр значений, редактирование диапазона и настройки.

7.4.4 РЕЖИМ УКАЗАТЕЛЯ

В режиме указателя при наведении курсора на графическое поле отображается тултип со значениями всех параметров в данный момент времени (Рисунок 67).

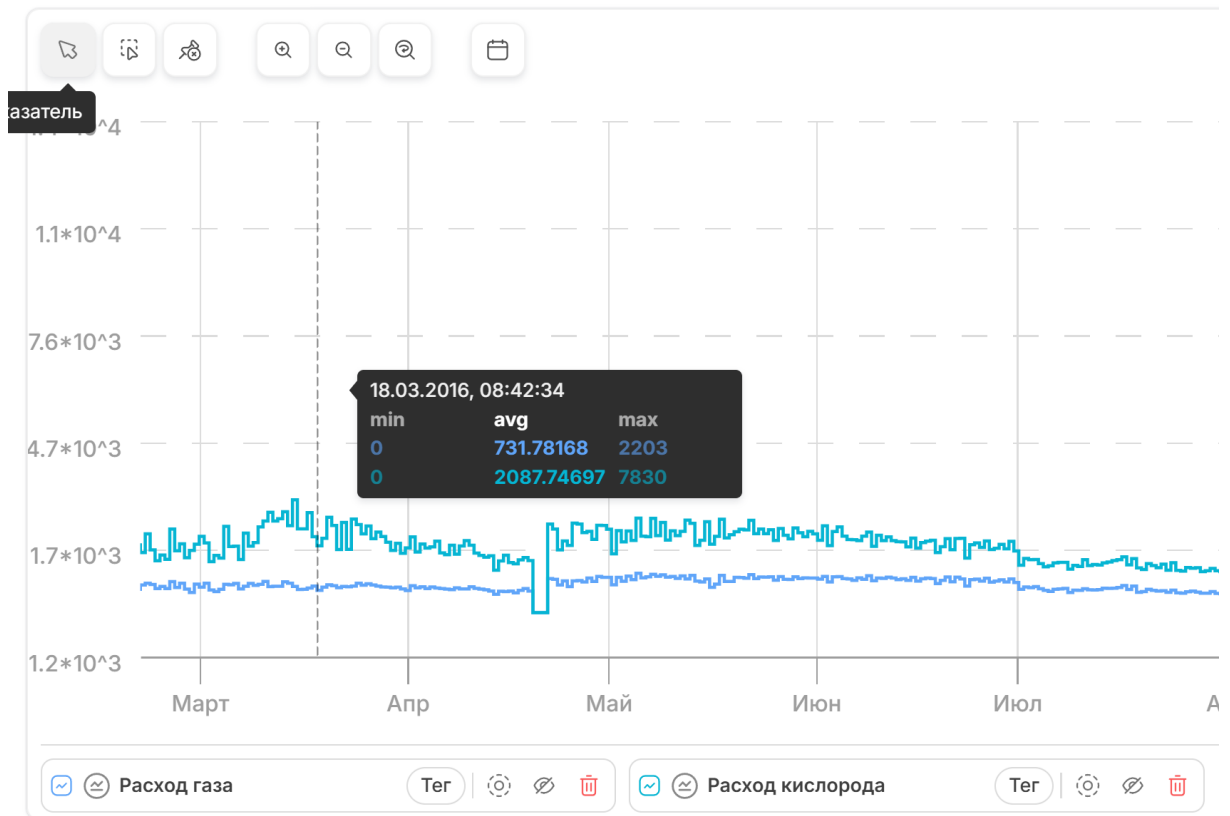


Рисунок 67. Режим указателя: значения параметров при наведении

При нажатии правой кнопки мыши в режиме указателя на графике добавляется аннотация — вертикальная метка с зафиксированными значениями (Рисунок 68). Аннотации позволяют сравнивать значения в разных точках времени.

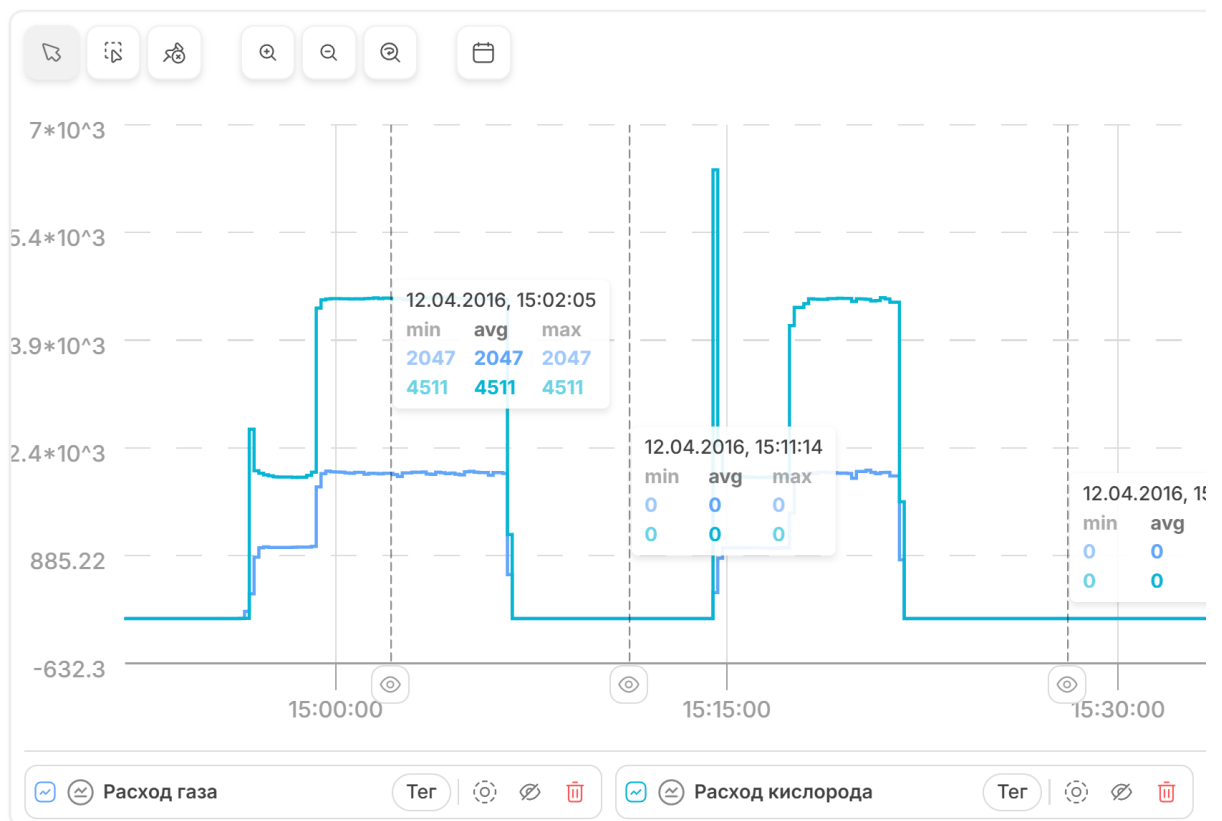


Рисунок 68. Добавление аннотации правым кликом

Для сброса всех аннотаций используйте кнопку сброса меток на панели инструментов (Рисунок 69).

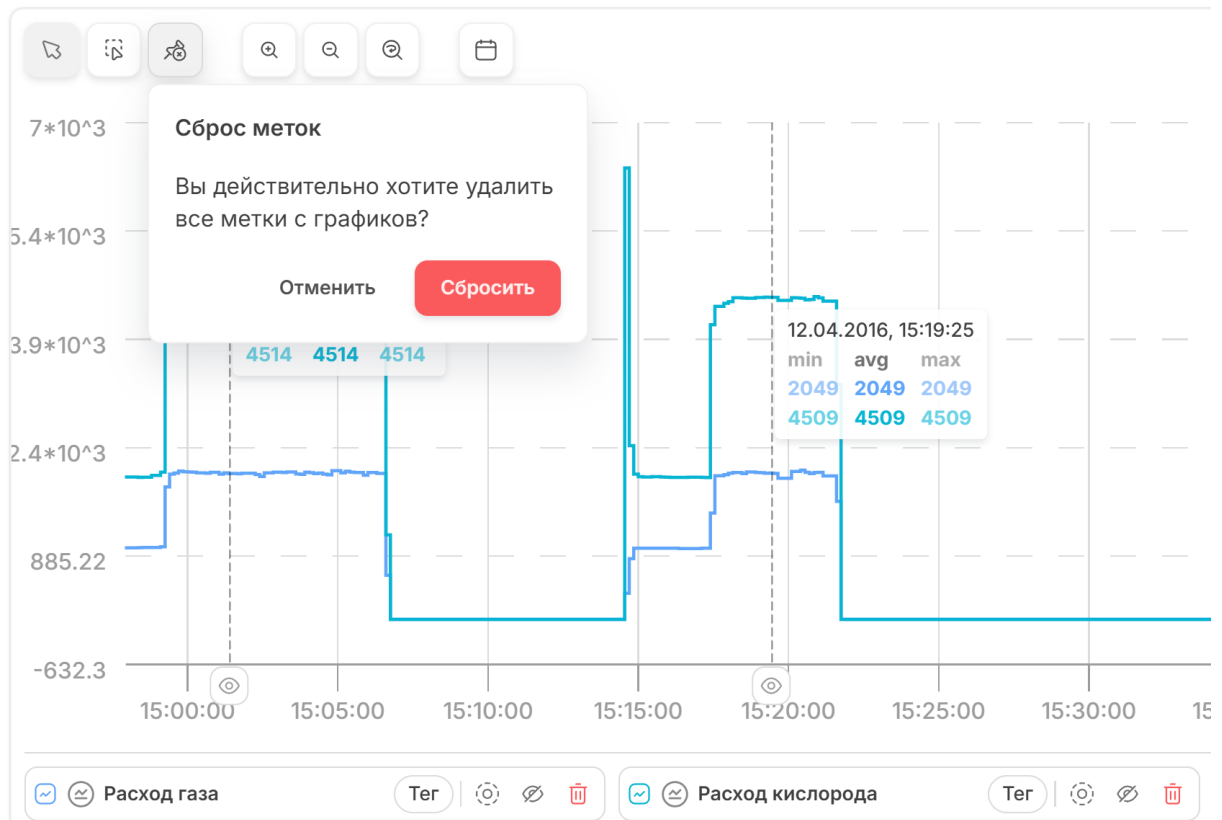


Рисунок 69. Сброс аннотаций

7.4.5 НАВИГАЦИЯ ПО ВРЕМЕНИ

Для детального анализа определённого интервала используйте инструмент обрезания по времени. Активируйте его на панели инструментов, затем перетащите курсор по графику для выделения интересующего интервала (Рисунок 70).

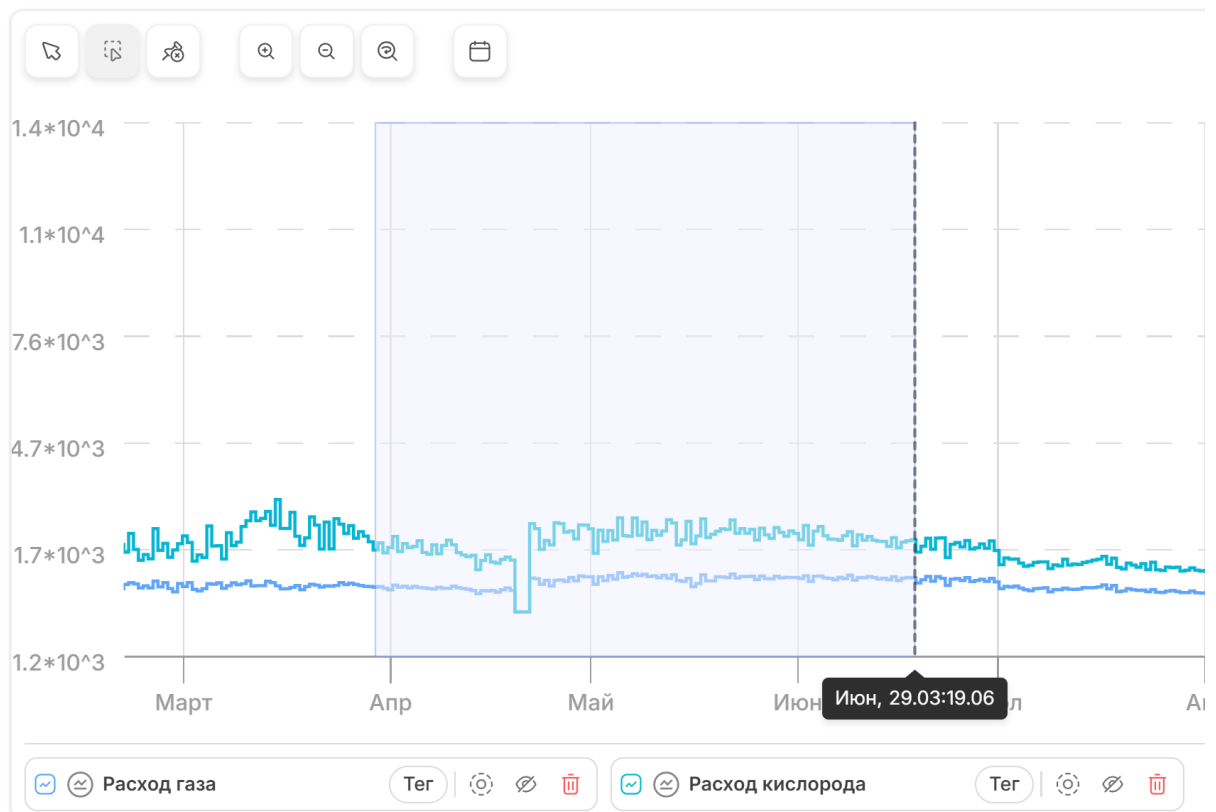


Рисунок 70. Обрезание по времени перетаскиванием курсора

Также доступны дополнительные инструменты навигации (Рисунок 71):

- Календарь — выбор диапазона дат вручную;
- Кнопки масштаба (+/-) — увеличение и уменьшение отображаемого диапазона относительно центральной точки текущего графика;
- Сброс — возврат к диапазону по умолчанию (иконка увеличительного стекла со стрелкой разворота).

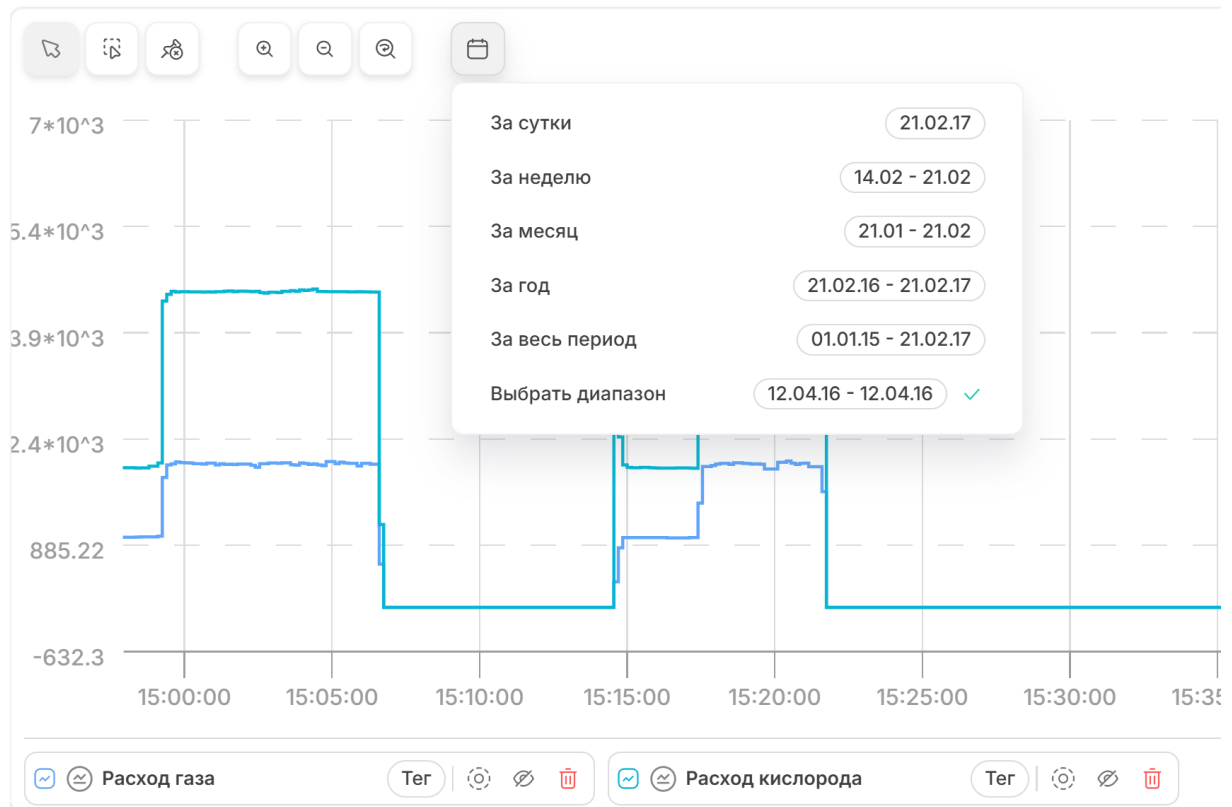


Рисунок 71. Навигация по времени: календарь, масштаб, сброс

7.4.6 НАСТРОЙКИ ОБЛАСТИ

Для настройки активируйте боковую панель настроек области (Рисунок 76). Здесь можно выполнить следующие операции:

Название области. Введите название графической области для идентификации.

Легенда. Включение или отключение отображения легенды на графике.

Формат сетки. Задайте количество основных горизонтальных и вертикальных линий сетки (Рисунок 72). Каждую ось сетки можно включить или выключить независимо.

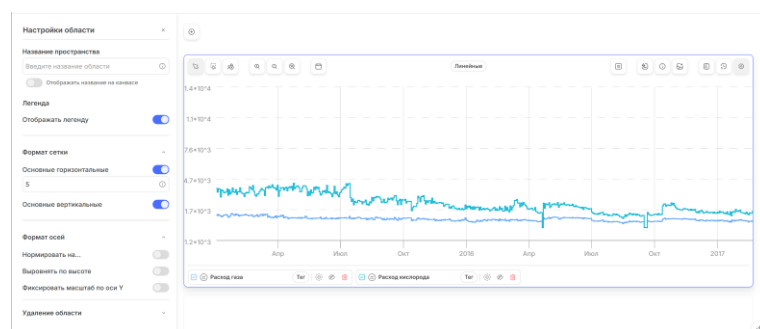


Рисунок 72. Настройки формата сетки

Формат осей. Для оси Y можно зафиксировать масштаб, задав минимальное и максимальное значения (Рисунок 73). Это полезно, когда нужно ограничить отображаемый диапазон или сравнивать графики с одинаковой шкалой.

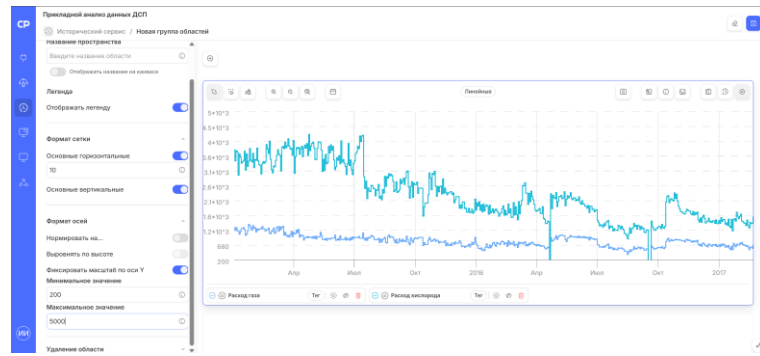


Рисунок 73. Настройки оси Y: минимум и максимум

Так как для разных параметров используется одна ось ординат, график может стать сложно интерпретируемым, если значительно отличается порядок величин для отдельных параметров. В этом случае можно нормировать для каждого параметра величины для графика, выбрав один из вариантов:

1. Нормировать на минимум-максимум — величины для каждого параметра будут приведены к диапазону $[0,1]$ по формуле:

$$y_{\text{график}} = \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}$$

где y — массив значений параметра до нормировки; $y_{\text{график}}$ — массив значений параметра после нормировки; $y_{\min}$ — минимальное значение y ; $y_{\max}$ — максимальное значение y ;

1. Нормировать на среднее значение — величины для каждого параметра будут приведены к диапазону $[0,1]$ по формуле:

$$y_{\text{график}} = \frac{y}{\bar{y}}$$

где $\bar{y}$ — среднее значение массива значений параметра до нормировки;

1. Нормировать на максимальное значение — величины для каждого параметра будут приведены к диапазону $[0,1]$ по формуле:

$$y_{\text{график}} = \frac{y}{y_{\max}}$$

Пример применения нормирования на минимум-максимум показан на Рисунок 74 и Рисунок 75.

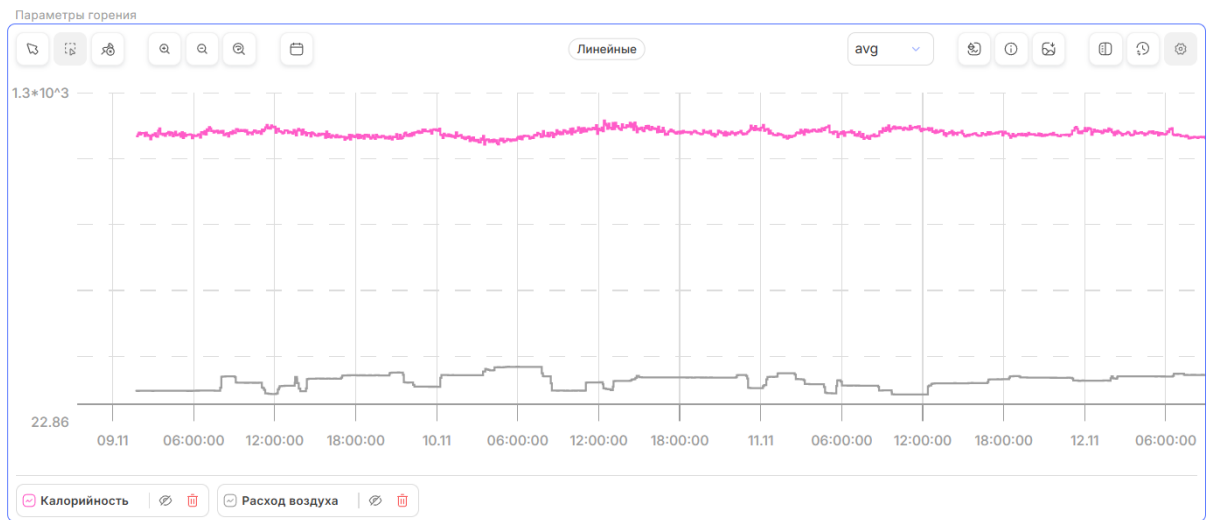


Рисунок 74. График без нормирования



Рисунок 75. График с нормированием

Выравнивание по высоте. При активации опции «выровнять по высоте» диапазон значений по оси ординат подбирается таким образом, чтобы график по вертикали занимал всю область.

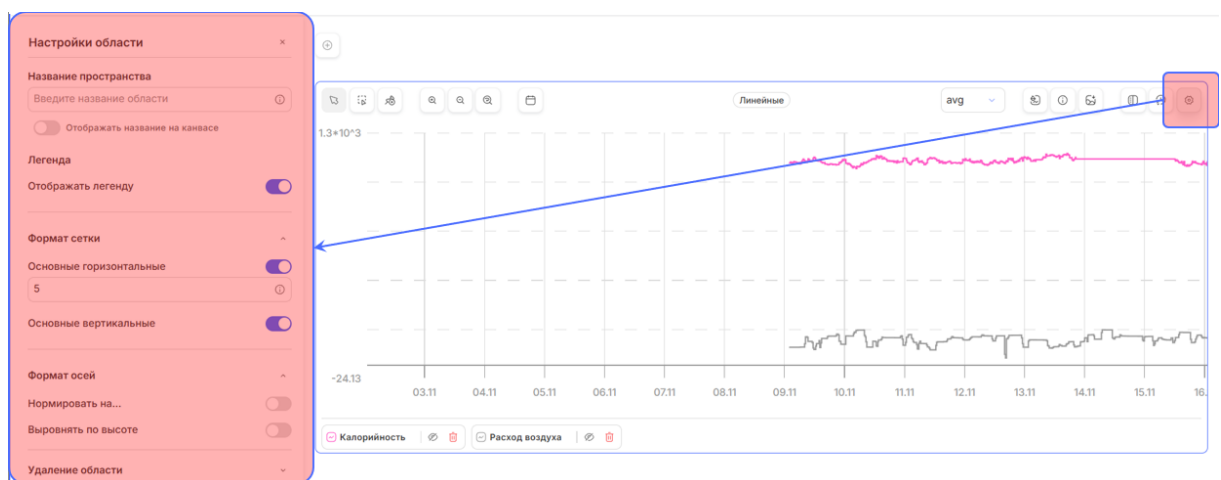


Рисунок 76. Настройки линейного графика

7.5 СОЗДАНИЕ ГРАФИКА СПЕКТРОВ

При создании графической области выбирайте опцию «спектры». Выберите теги. После выбора тегов появится график типа «спектрограмма» (Рисунок 77).

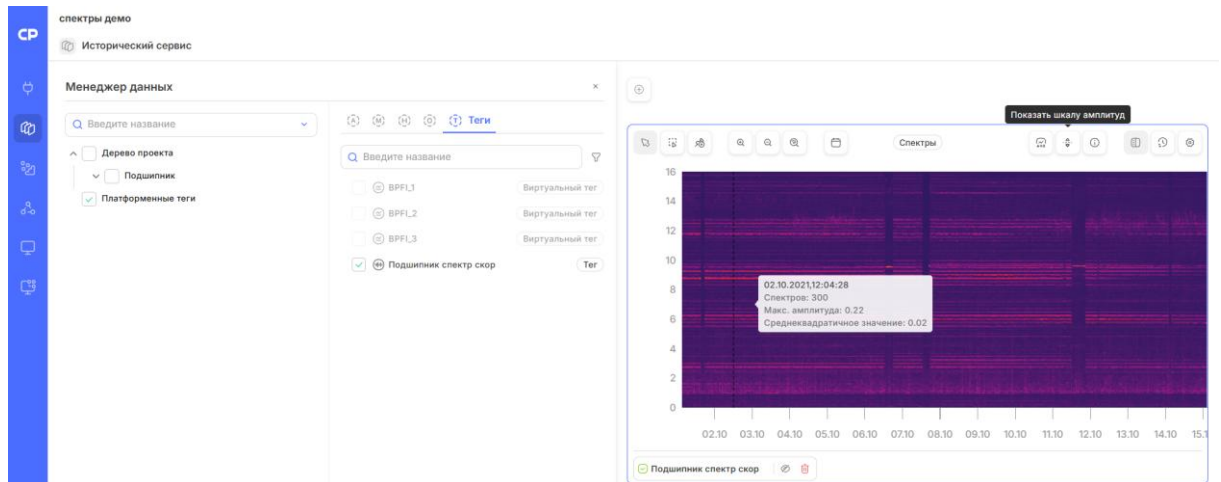


Рисунок 77. Построение спектрограммы

7.5.1 СТРУКТУРА СПЕКТРОГРАММЫ

Спектрограмма — это трехмерный график, где:

- ось X — значения времени;
- ось Y — значение частоты;
- цвет точки с координатами X и Y — значение амплитуды.

7.5.2 ПОСТРОЕНИЕ АЧХ

Для отдельных меток времени можно построить АЧХ (амплитудно-частотную характеристику) — зависимость амплитуды от частоты. Для этого на спектрограмме нужно оставить метки, при этом появится дополнительная область с графиком АЧХ. Активируйте кнопку с иконкой «АЧХ» в верхней части спектрограммы для отображения графика (Рисунок 78).

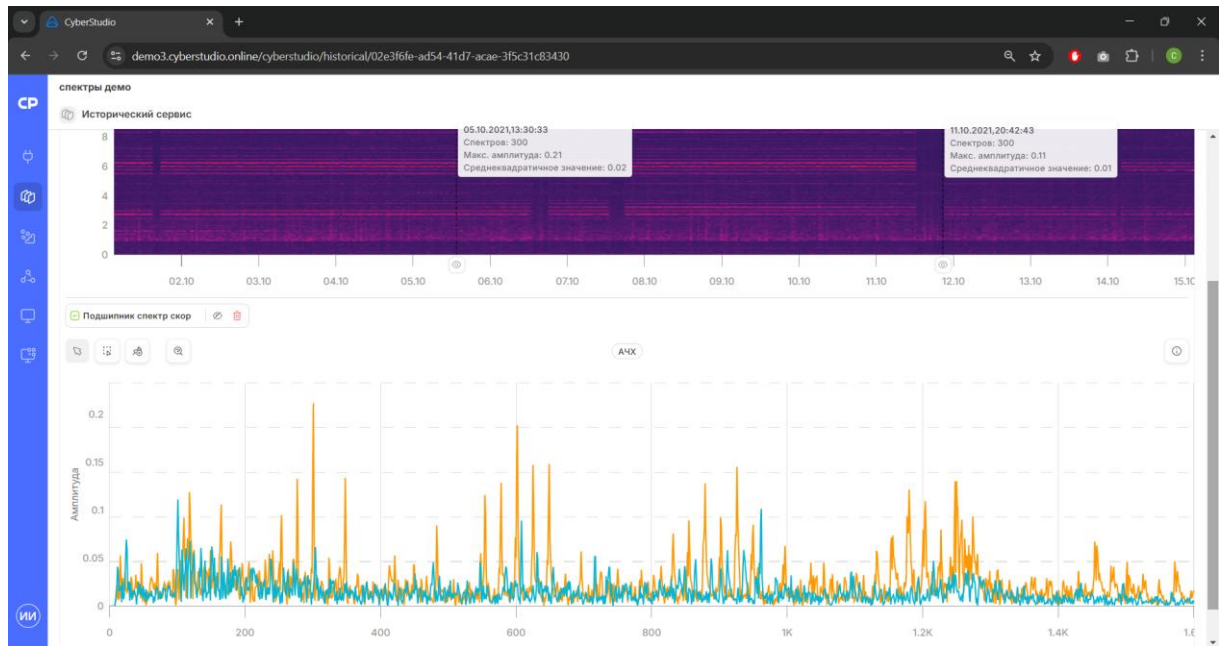


Рисунок 78. Построение АЧХ

7.5.3 НАСТРОЙКИ СПЕКТРОГРАММЫ

Настройки спектрограммы показаны на Рисунок 79. Параметр «логарифмическая нормировка» отвечает за приведение значений по оси Z (цвет точки данных) к логарифмическому масштабу по следующей формуле:

$$y_{\log} = 10 \cdot \lg\left(\frac{y}{y_{\max}}\right)$$

Если значение y_i равно нулю, то ноль заменяется введенным в окне значением (по умолчанию 0,00001) (Рисунок 80).

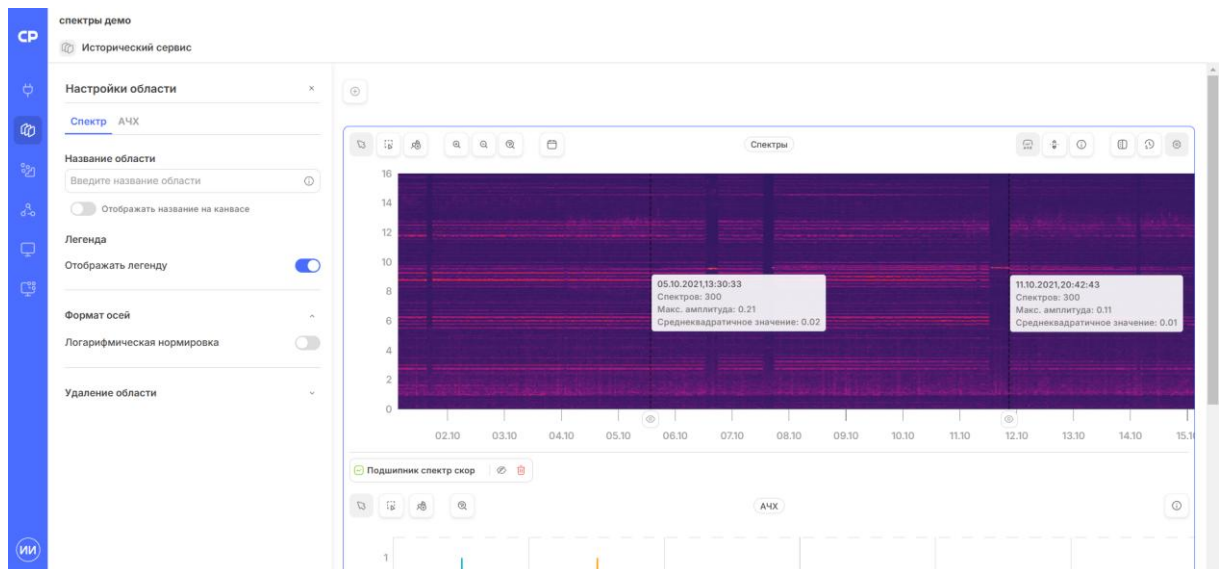


Рисунок 79. Настройки спектрограммы

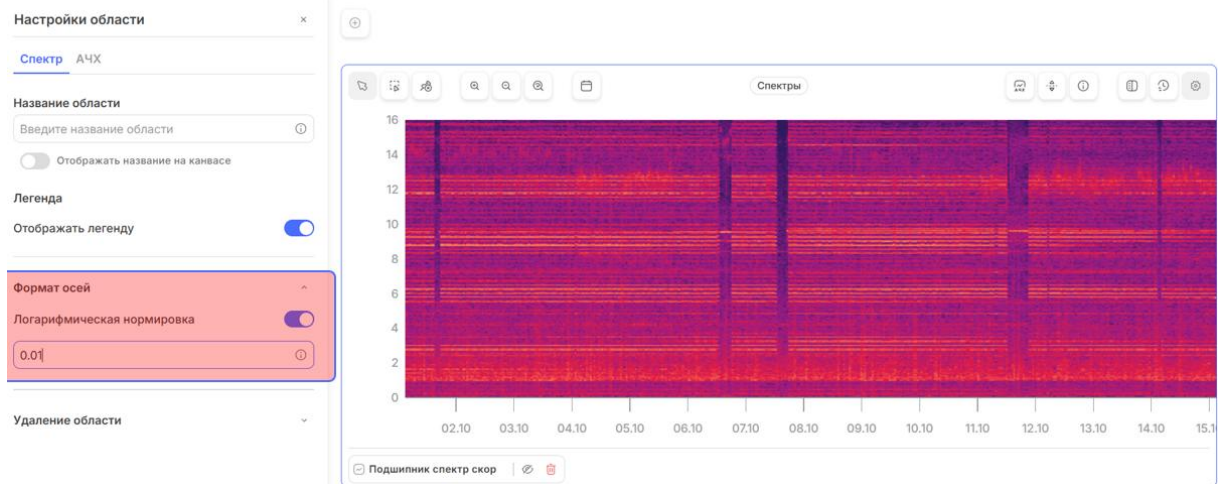


Рисунок 80. Пример логарифмической нормировки

7.5.4 НАСТРОЙКИ ГРАФИКА АЧХ

Настройки графика АЧХ аналогичны настройкам линейного графика и показаны на Рисунок 81.



Рисунок 81. Настройки графика АЧХ

7.6 СОЗДАНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОГО ГРАФИКА

Аналогично линейному и спектральному графику, добавьте графическую область, при этом выберите тип «интервалы». Выберите данные для построения. Пример построенного графика приведен на Рисунок 82.

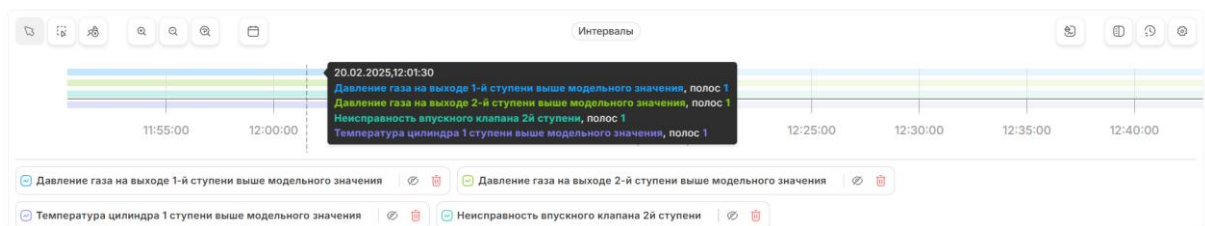


Рисунок 82. Пример интервального графика

7.6.1 НАЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРА

Каждая полоса на интервальном графике соответствует периоду того или иного состояния, зафиксированного ПО (неисправность, рабочий режим, и прочие). Вертикальные черточки на границе полос обозначают начальное и конечное время интервала.

7.6.2 ПРОСМОТР АКТИВНОГО СОСТОЯНИЯ

В режиме курсора в контекстной подсказке отображается, какое состояние активно в момент времени, соответствующий положению курсора на графической области. Это позволяет быстро определить, какое состояние было активно в интересующий временной момент.

8 ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ

8.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Сервис дизайна проекта (СДП) является центральным модулем платформы CyberStudio для проектирования и конфигурации комплекса моделей, правил выявления неисправностей и блоков прогноза. Он служит фундаментом, на котором строятся все последующие процессы мониторинга и анализа.

Основное назначение СДП — создание и управление иерархической структурой (деревом проекта), которая отражает организацию моделируемого оборудования. В рамках этой структуры пользователь создает и настраивает вычислительные объекты, определяет их взаимосвязи и задает соответствие параметров реальным данным.

Ключевые функции сервиса:

- организация иерархии проекта — создание древовидной структуры из активов двух типов: сборок (группирующие элементы) и узлов (конечные элементы); глубина вложенности не ограничена;
- создание и конфигурация объектов — на уровне узлов создаются модели (цифровые двойники), правила классификатора дефектов (неисправности) и блоки прогноза;
- определение потоков данных — визуальное проектирование расчетных цепочек путем установления связей между блоками; определяет, как данные передаются от источников через модели к другим объектам;
- картирование — установление соответствия между параметрами созданных объектов и тегами платформы; без этого невозможны обучение моделей и проведение расчетов;
- управление рабочими режимами — создание правил, определяющих, при каких условиях должен производиться расчет для того или иного объекта.

8.1.1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Актив — обобщающее название объектов в дереве проекта. Актив может быть типа «сборка» (группирующий элемент, может содержать другие сборки и узлы) или типа «узел» (конечный элемент, содержит расчетные объекты).

Объект — вычислительная сущность, размещаемая внутри узла: модель, неисправность или прогнозный блок.

Дерево проекта — иерархическая структура активов, воспроизводящая организацию моделируемого оборудования.

Связь (картирование) — соответствие между параметром объекта и тегом платформы. Обеспечивает привязку абстрактной структуры к реальным данным.

Рабочий режим — набор условий, определяющих, будет ли производиться расчет для объекта. Наследуется по иерархии проекта.

8.1.2 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ПУТЬ

При создании комплекса моделей и правил используйте следующую последовательность:

1. Создайте структуру объектов моделирования (сборки и узлы) во вкладке «Активы».
2. На уровне узлов создайте модели, неисправности и блоки прогноза, настройте связи между объектами, задайте внутреннюю структуру объектов (входы и выходы).
3. Настройте картирование между параметрами объектов и тегами платформы в разделе «Связи».
4. При необходимости создайте рабочие режимы и назначьте их для объектов.

При создании объектов обращайте внимание, что ПО отслеживает изменения, позволяет фиксировать состояние объекта при помощи сохранений и откатывать несохраненные изменения.

8.2 ГЛАВНАЯ СТРАНИЦА СДП

Переход в СДП осуществляется через боковую панель, кнопку с символом «перьевая ручка» (Рисунок 83). Если кнопка СДП отсутствует в боковой панели, убедитесь, что текущий авторизованный пользователь имеет доступ к СДП (настраивается в сервисе администрирования).

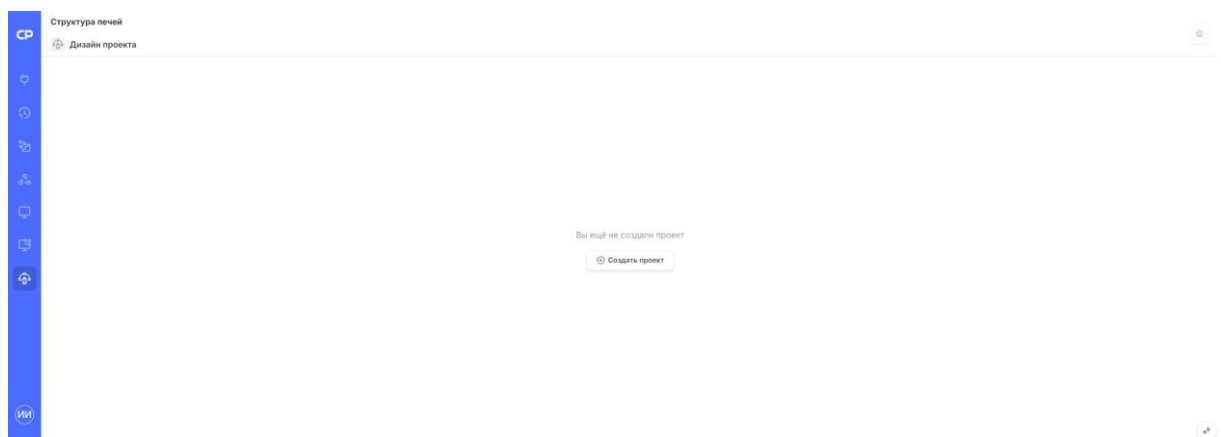


Рисунок 83. Переход к сервису дизайна проекта через боковую панель

Нажмите кнопку «создать проект» — откроется стартовое окно СДП (Рисунок 84).

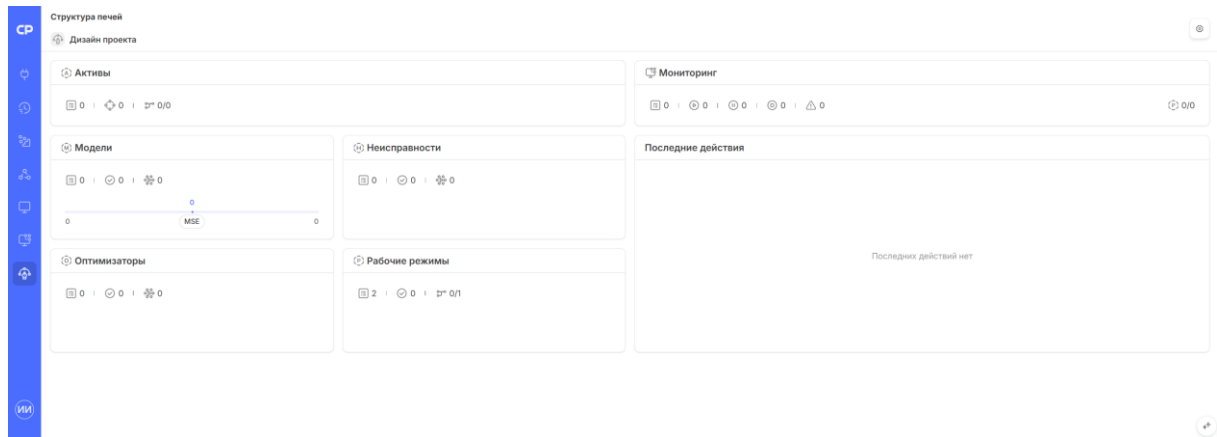


Рисунок 84. Стартовое окно сервиса дизайна проекта

Главная страница СДП представляет собой поле с набором виджетов:

- Активы — ссылка для перехода к холсту управления иерархией активов; сводка о количестве активов, объектов, текущем статусе картирования.
- Модели — ссылка для перехода к сервису моделей; сводка о количестве моделей, количестве готовых и обучающихся моделей; верхнеуровневый индикатор ошибки (MSE).
- Неисправности — сводка о блоках неисправностей.
- Рабочие режимы — сводка о созданных рабочих режимах.
- Последние действия — журнал последних действий пользователей.

При нажатии на кнопку настроек откроется боковая панель (Рисунок 85), в которой можно отобразить или скрыть виджеты на стартовой странице, а также удалить проект (потребуется подтверждение действия — Рисунок 86).

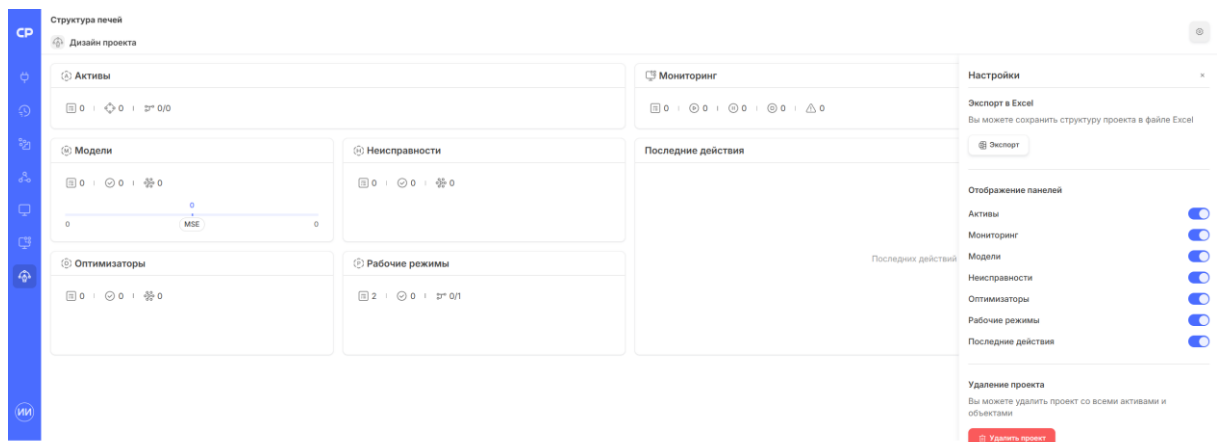


Рисунок 85. Боковая панель настроек стартовой страницы СДП

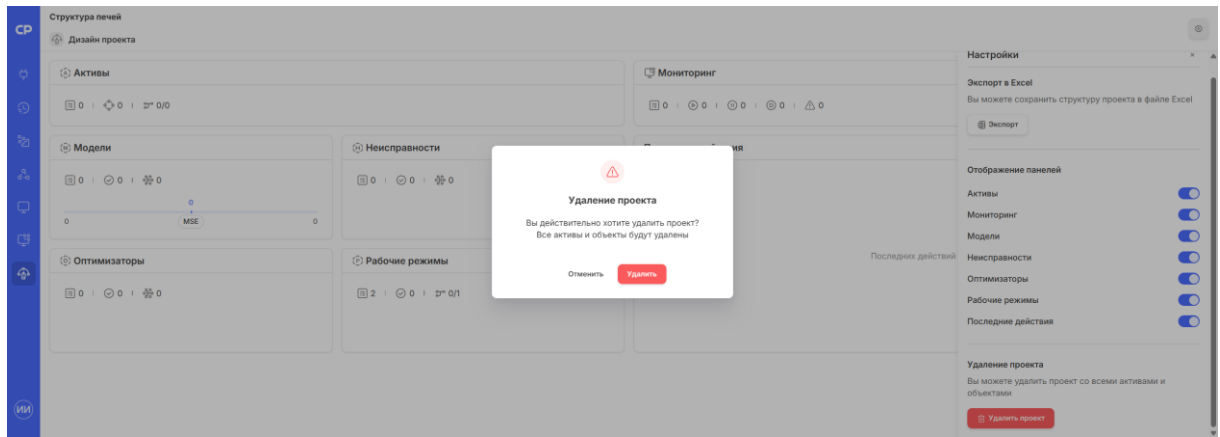


Рисунок 86. Подтверждение удаления проекта

8.3 СОЗДАНИЕ ДЕРЕВА ПРОЕКТА

8.3.1 ХОЛСТ ПРОЕКТА

Управление иерархией активов выполняется на интерфейсе типа «холст». Внешний вид холста при создании актива показан на Рисунок 87 (нулевой уровень вложенности) и Рисунок 88 (вложенные уровни).

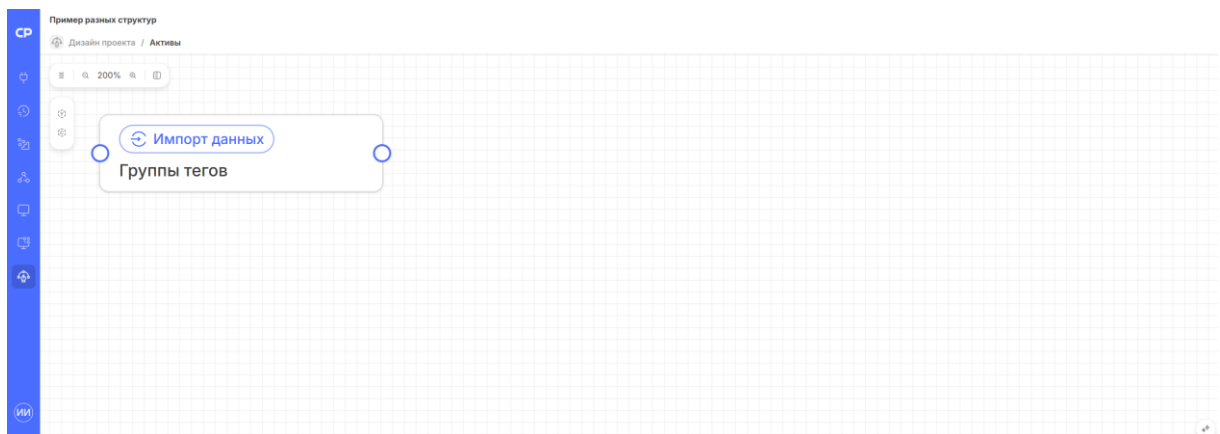


Рисунок 87. Холст на нулевом уровне вложенности

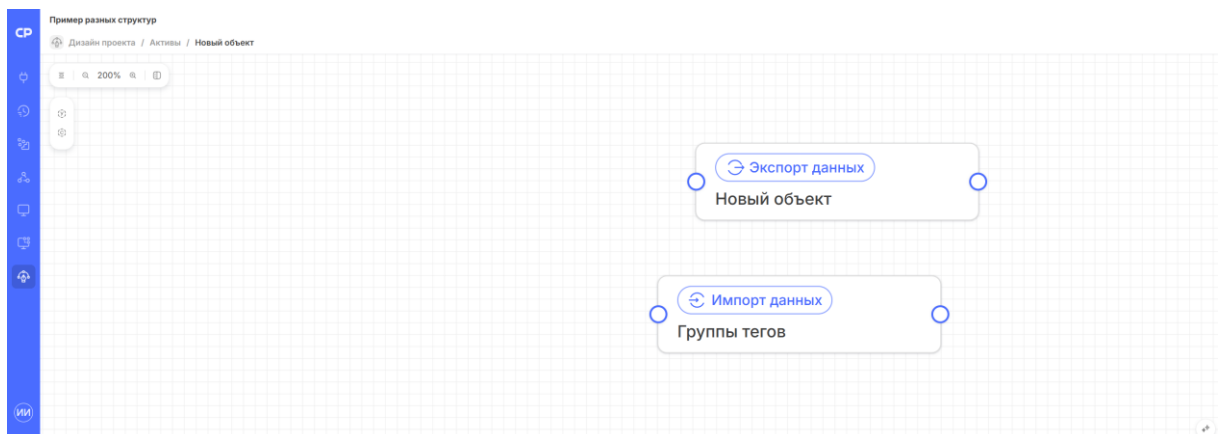


Рисунок 88. Холст на вложенном уровне

На холсте по умолчанию присутствуют два системных блока, которые нельзя удалить:

- Блок «Импорт данных» — на нулевом уровне содержит все теги платформы, доступные в ССД; на последующих уровнях содержит группы тегов,

унаследованные от родительского объекта (в том числе расчетные данные из блока «Экспорт данных» родительского объекта).

- Блок «Экспорт данных» — содержит все расчетные данные, формируемые блоками на текущем уровне дерева проекта.

8.3.2 ДОСТУПНЫЕ ТИПЫ БЛОКОВ

В зависимости от типа актива набор доступных к размещению блоков отличается:

- для актива типа «Узел» — модель, неисправность, прогноз;
- для актива типа «Сборка» — сборка, узел.

8.3.3 ДОБАВЛЕНИЕ БЛОКОВ НА ХОЛСТ

Создать блок можно двумя способами (Рисунок 89 и Рисунок 90):

- через контекстное меню (ПКМ на холсте, затем выбор нужного типа блока);
- перетаскиванием иконки блока из палитры элементов в левой части холста.

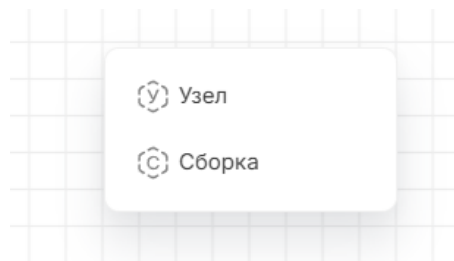


Рисунок 89. Добавление блока через контекстное меню

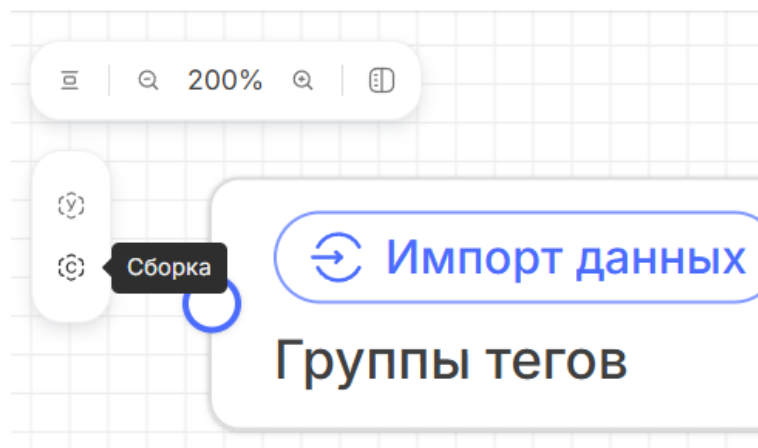


Рисунок 90. Добавление блока через палитру элементов

После добавления блок можно перетаскивать по холсту, наведя на него курсор и зажав ЛКМ.

8.3.4 СВЯЗИ МЕЖДУ БЛОКАМИ (ПОТОКИ ДАННЫХ)

Очередность потока данных от входного блока к выходному задается связями между блоками. Каждый блок имеет два порта (круги на боковых сторонах): левый — вход, правый — выход.

Связь обозначает, что все параметры из одного блока будут доступны на входе другого блока. Для создания связи протяните линию от выходного порта одного блока к входному порту другого.

На Рисунок 91 приведен пример, когда на нулевом уровне дерева проекта данные из ССД поступают в четыре сборки.

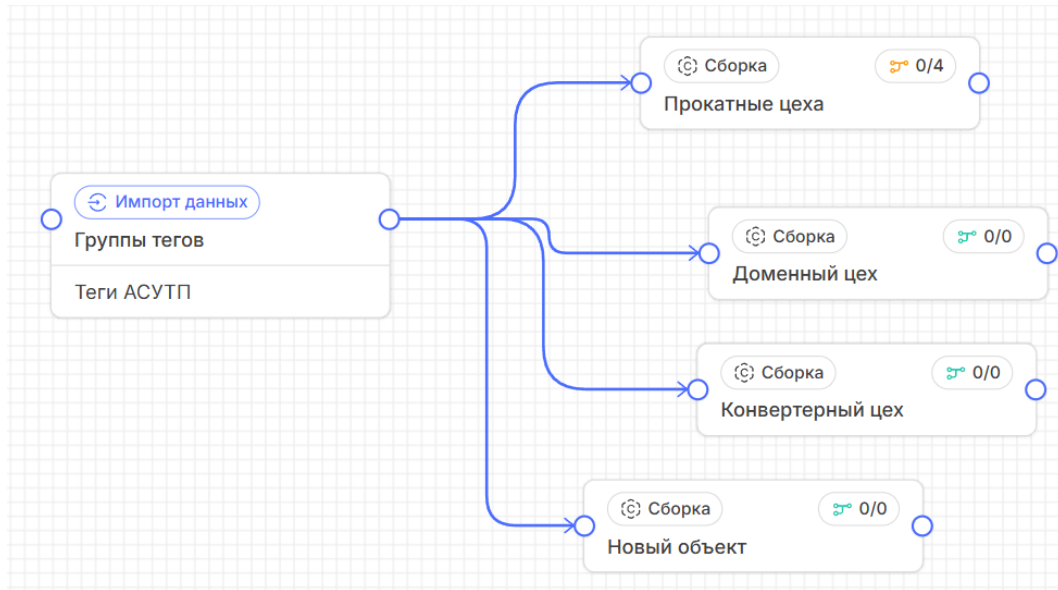


Рисунок 91. Связи между ССД и блоками на нулевом уровне дерева проекта

На Рисунок 92 приведен пример, когда данные из родительского актива идут в сборку и узел, а результаты расчета одного узла служат входными параметрами для другого.

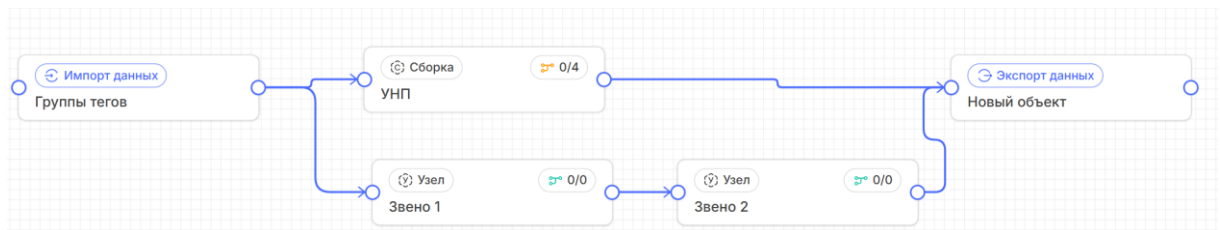


Рисунок 92. Связи между активами на вложенном уровне

На Рисунок 93 приведен пример, когда данные от родительского блока поступают на вход модели, расчетные данные модели используются для связанной модели и для правила классификатора дефектов.

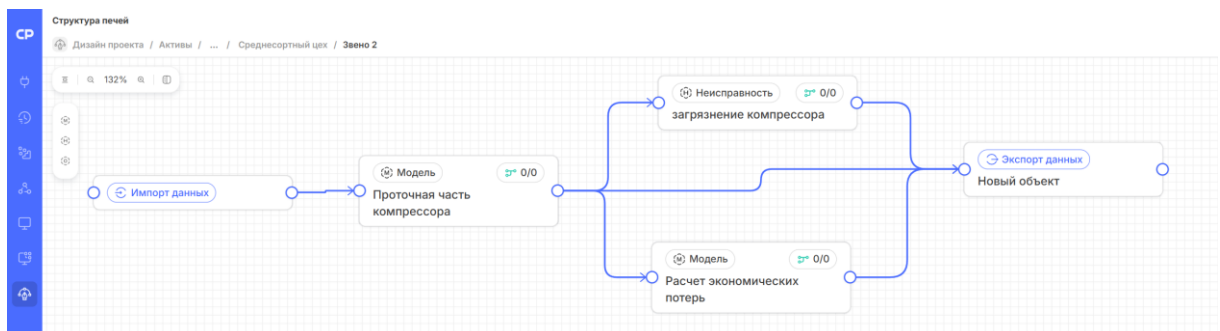


Рисунок 93. Последовательное соединение моделей и блока неисправности

8.3.5 ОГРАНИЧЕНИЯ СВЯЗЕЙ

Не допускается создание следующих связей:

- от выходного порта блока «Экспорт данных» к любому другому блоку;
- от любого блока к входному порту блока «Импорт данных»;

- циклическая связь в рамках одного блока;
- циклическая связь между несколькими блоками.

При попытке создать недопустимую связь будет выдано предупредительное сообщение.

8.4 ДЕЙСТВИЯ С БЛОКОМ АКТИВА

Часть действий с блоком доступна из контекстного меню при нажатии на блок (Рисунок 94).

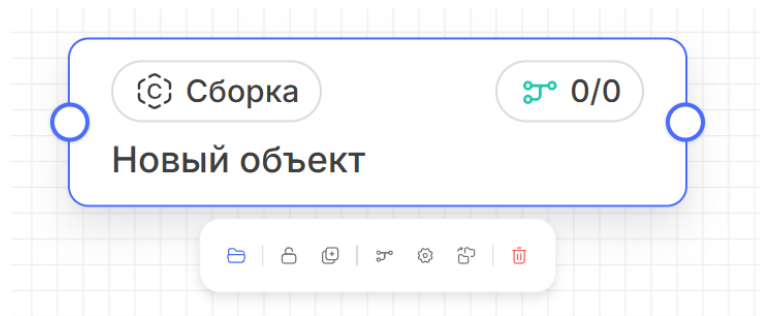


Рисунок 94. Контекстное меню блока актива

Доступные действия с блоком из контекстного меню перечислены в Таблица 11.

Таблица 11.

Доступные действия с блоком из контекстного меню

Действие	Примечание
Перейти внутрь	Переход на один уровень ниже
Заблокировать	Блокировка перемещения блока на холсте (деактивируется повторным нажатием)
Дублировать	Создание неассоциативной копии актива
Связи	Переход к функционалу картирования
Настройки блока	Активация боковой панели с настройками
Переместить на другой уровень	Перенос актива на другой уровень дерева проекта
Удаление актива	Удаление актива и всех вложенных активов

8.4.1 ДУБЛИРОВАНИЕ АКТИВА

Дублирование создает копию актива, включая копии всех вложенных активов. Копия не является ассоциативной — изменения исходного актива не будут синхронизированы с его копией (Рисунок 95).

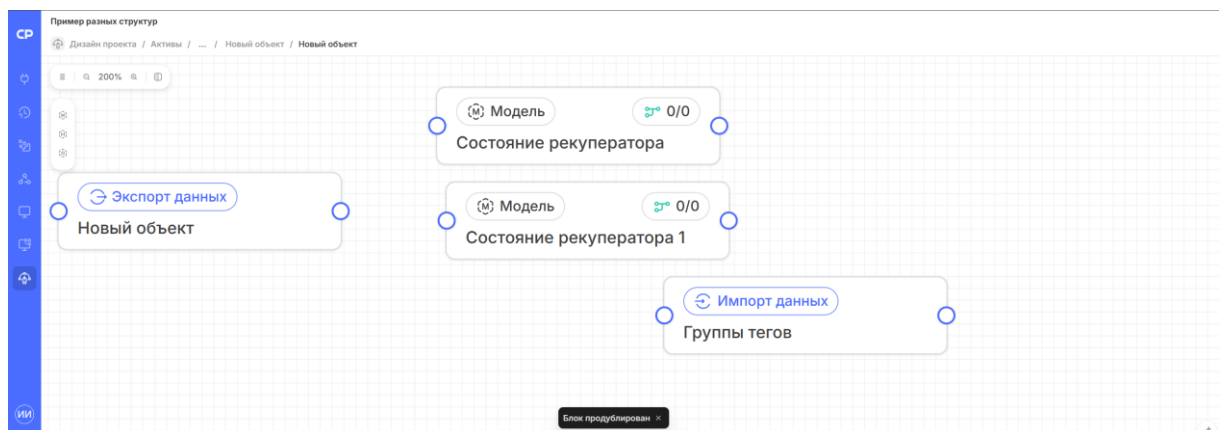


Рисунок 95. Результат операции дублирования

8.4.2 ПЕРЕНОС АКТИВА НА ДРУГОЙ УРОВЕНЬ

Для переноса нажмите «Переместить на другой уровень» — откроется дерево проекта, в котором стрелочками будут указаны допустимые уровни для переноса (Рисунок 96). Выберите целевой уровень и подтвердите действие (Рисунок 97).

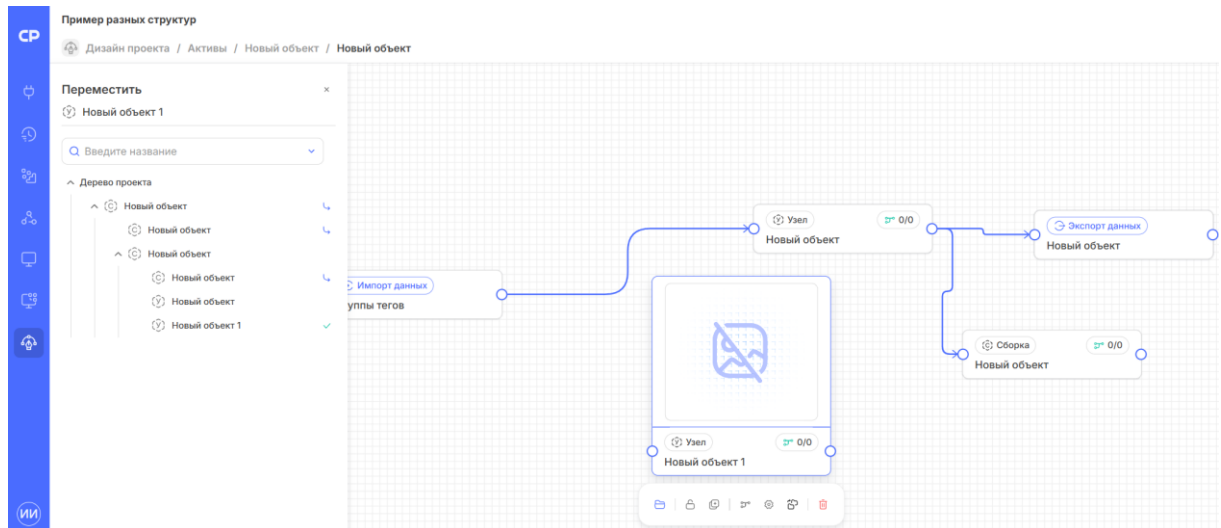


Рисунок 96. Выбор целевого уровня для переноса актива

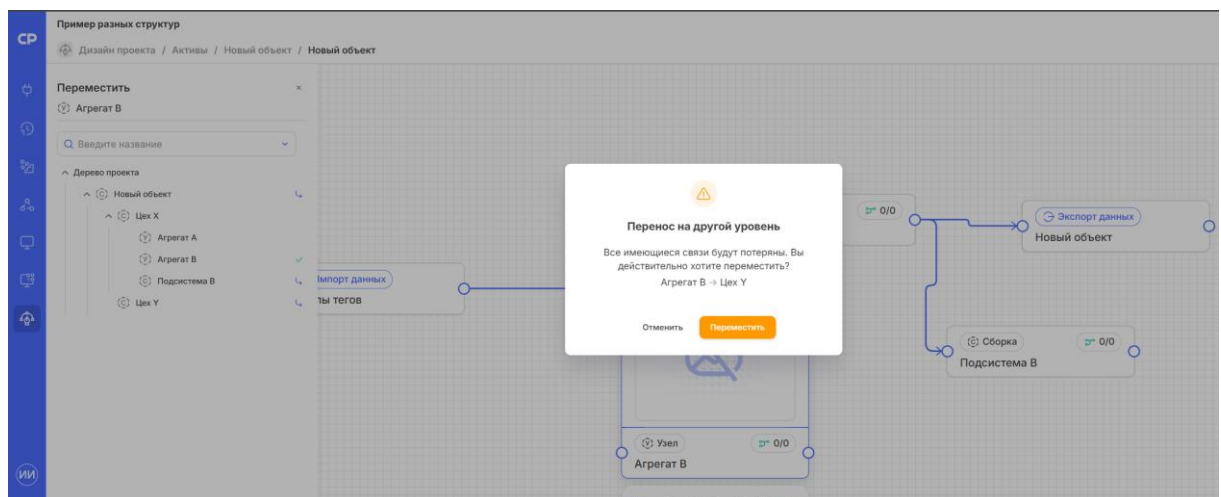


Рисунок 97. Подтверждение переноса актива

Внимание: операция переноса приведет к удалению всех входных и выходных связей актива.

8.4.3 НАСТРОЙКИ БЛОКА

Для блока доступны следующие настройки (Рисунок 98 и Рисунок 99):

- Описание — редактирование наименования (заголовков блока), текстового описания (всплывающая подсказка при наведении ЛКМ), выбор изображения блока и переключение его отображения на холсте (Рисунок 100).
- Рабочий режим — выбор существующего рабочего режима или создание нового.



Узел

Описание

Рабочие режимы

Название узла

Агрегат А

Описание

Агрегат А выполняет операции X, Y, Z

36 / 500

Выбор изображения

Рисунок 98. Настройки блока: вкладка описания

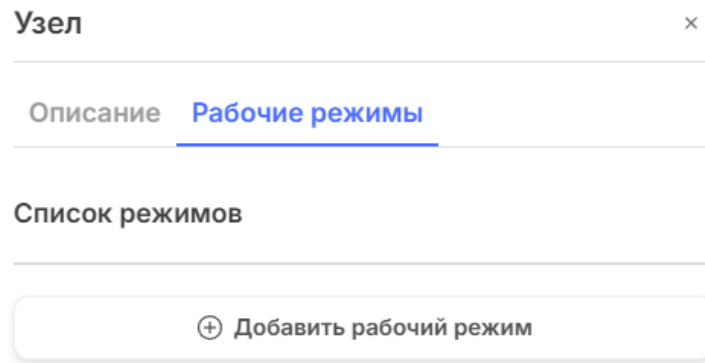


Рисунок 99. Настройки блока: вкладка рабочих режимов

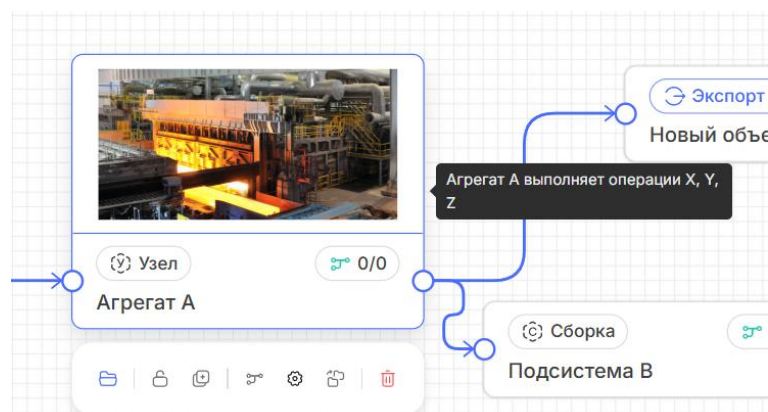


Рисунок 100. Отображение изображения и описания блока на холсте

8.5 НАВИГАЦИЯ ПО ДЕРЕВУ ПРОЕКТА

Передвигаться по дереву проекта можно несколькими способами: через менеджер данных, адресную строку или контекстное меню объекта на холсте.

8.5.1 НАВИГАЦИЯ ПРИ ПОМОЩИ МЕНЕДЖЕРА ДАННЫХ

Менеджер данных (МД) активируется нажатием кнопки с соответствующей иконкой — откроется боковая панель с деревом проекта (Рисунок 101).

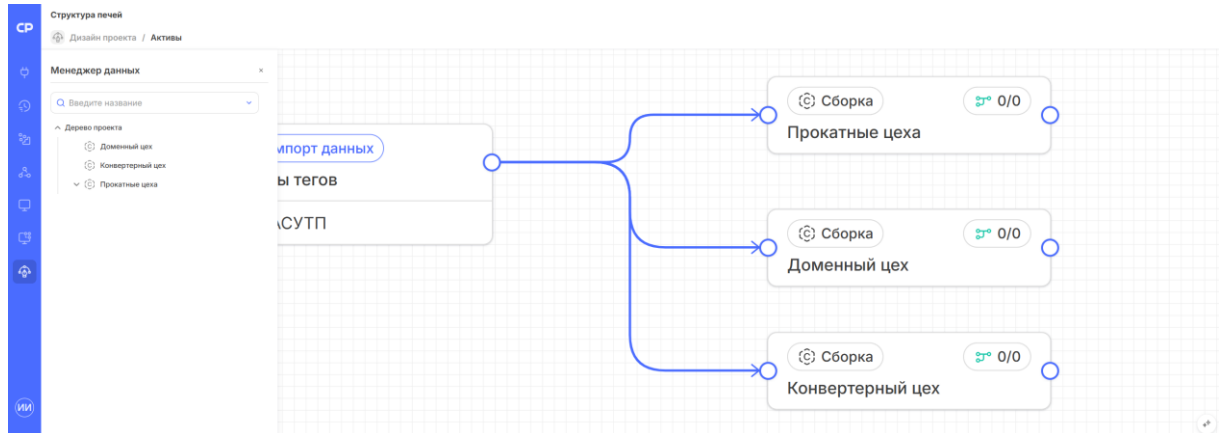


Рисунок 101. Менеджер данных в СДП

Раскрыть ветку дерева можно нажатием на кнопку «V», а свернуть — кнопкой «^». По умолчанию раскрыты только ветви нулевого уровня иерархии. Пример полностью раскрытого дерева приведен на Рисунок 102 и Рисунок 103.

Менеджер данных

x

 Введите название 

^ Дерево проекта

 Доменный цех Конвертерный цехv  Прокатные цеха

Рисунок 102. Дерево проекта в момент открытия МД

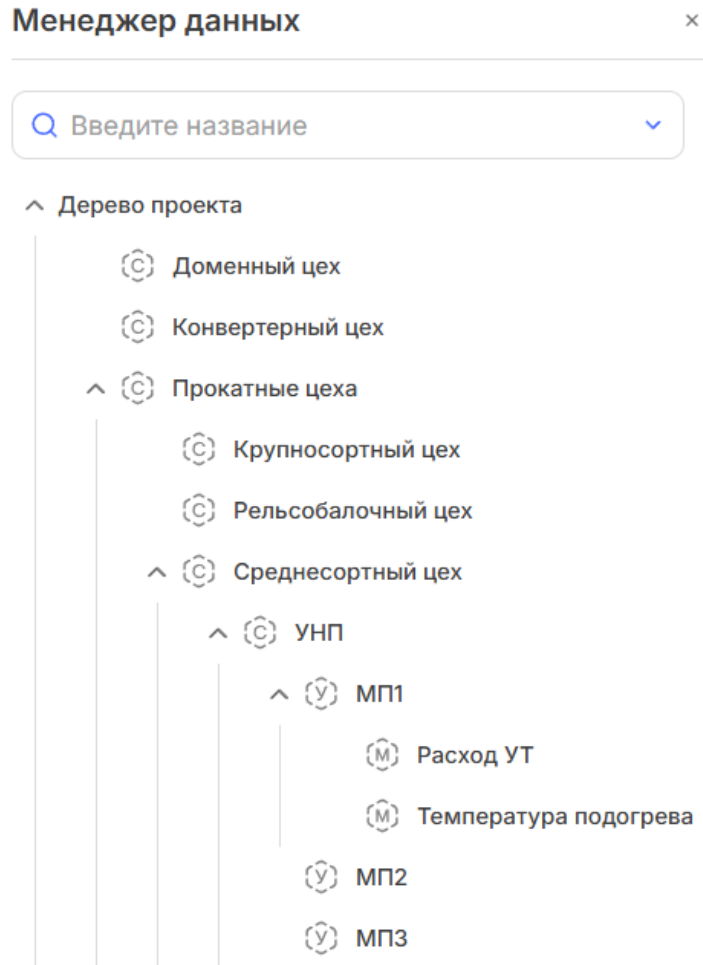


Рисунок 103. Дерево проекта со всеми раскрытыми ветвями

Для перехода на соответствующий уровень нажмите на интересующий элемент — будет осуществлен переход к холсту соответствующего актива.

8.5.2 НАВИГАЦИЯ ЧЕРЕЗ АДРЕСНУЮ СТРОКУ

Адресная строка расположена в верхней части интерфейса (Рисунок 104). Для перехода на уровни выше нажмите на интересующий элемент.

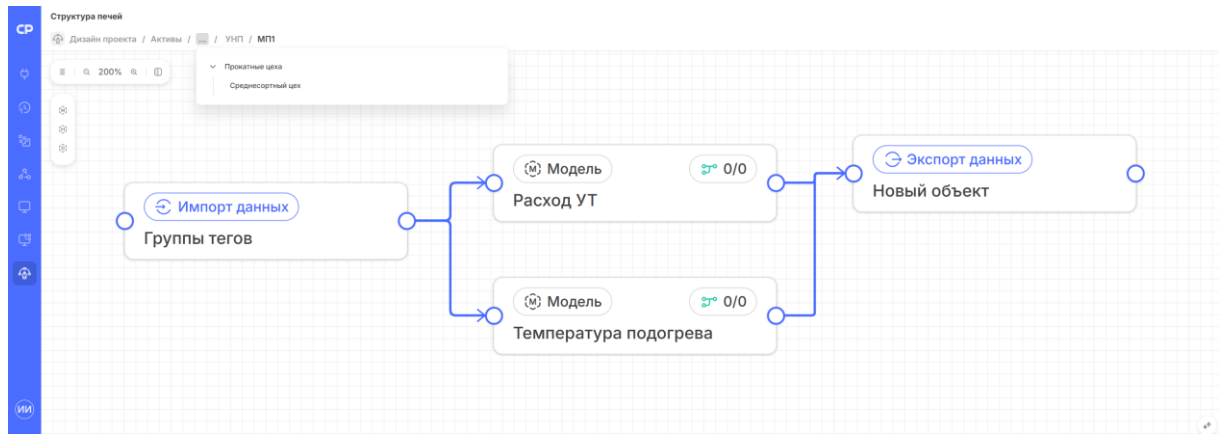


Рисунок 104. Адресная строка СДП

Если дерево проекта имеет большую глубину, промежуточные уровни будут скрыты при помощи «хлебных крошек». При нажатии на них в контекстном меню будут отображены скрытые уровни.

8.5.3 НАВИГАЦИЯ ЧЕРЕЗ КОНТЕКСТНОЕ МЕНЮ АКТИВА

По дереву можно перемещаться через контекстное меню актива — первая иконка содержит переход к выбранному активу (Рисунок 105).

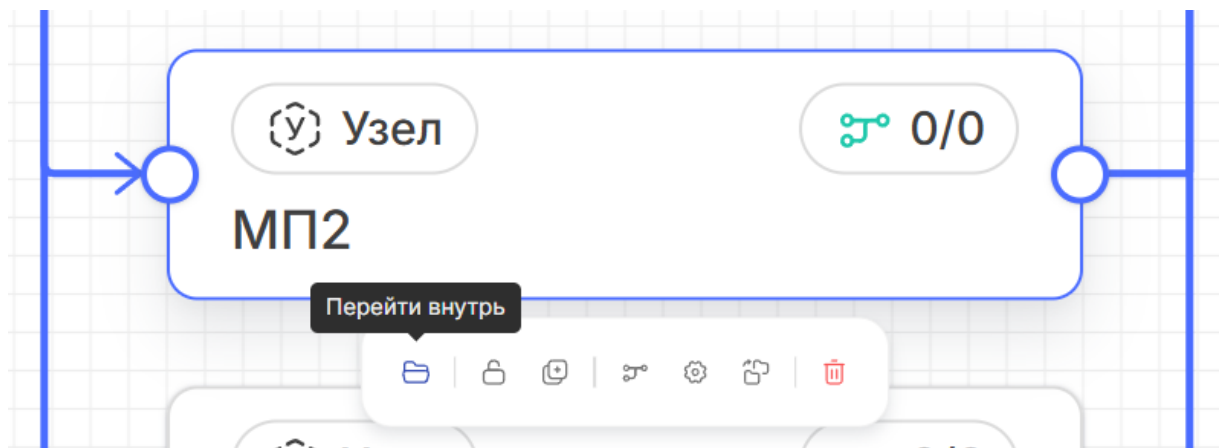


Рисунок 105. Переход внутрь актива через контекстное меню

8.6 КОНФИГУРАЦИЯ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ

8.6.1 КОНФИГУРАЦИЯ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ

Для конфигурации структуры модели выберите блок с нужной моделью и активируйте команду «перейти внутрь» — откроется окно настройки входов и выходов (Рисунок 106).

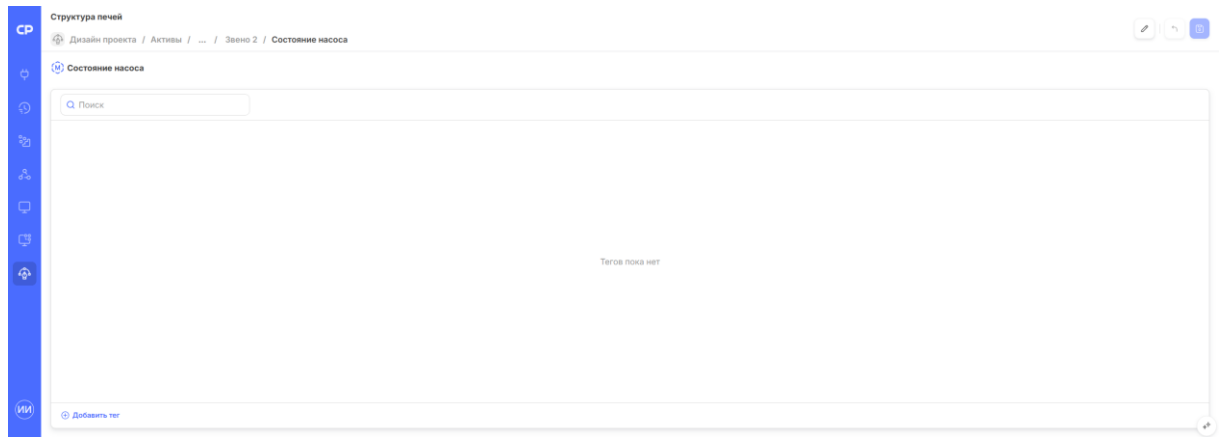


Рисунок 106. Стартовое окно при настройке структуры модели

В окне расположена таблица входов и выходов модели, поле для поиска по имени тега и кнопка «Добавить тег». Для добавления тега нажмите кнопку, введите наименование и выберите тип (входной или выходной) — Рисунок 107.

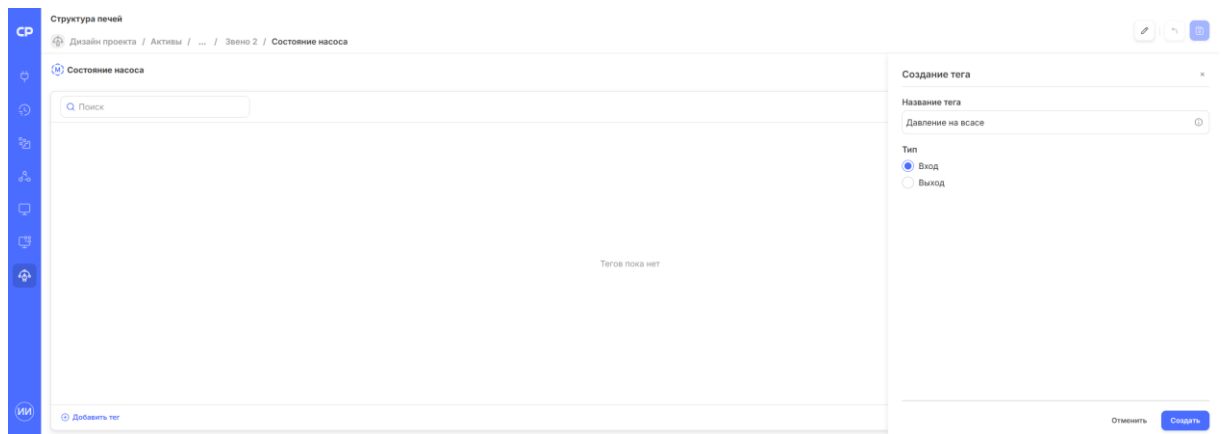


Рисунок 107. Создание тега модели

Для редактирования тега нажмите на соответствующую строку в таблице — откроется боковая панель, где можно изменить тип, наименование и задать аннотацию (Рисунок 108).

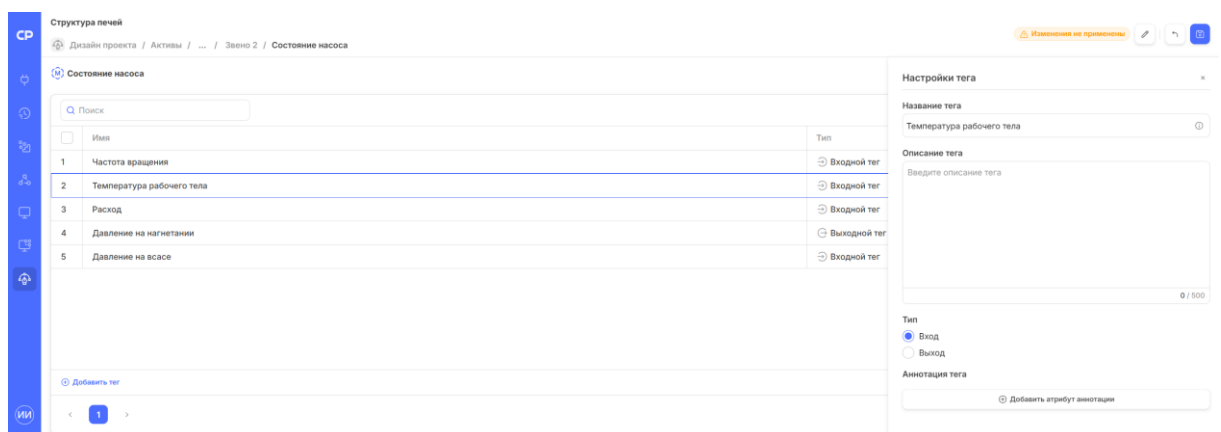


Рисунок 108. Редактирование свойств тега модели

Можно выделить несколько тегов и выполнить групповые действия (удаление, изменение типа) через панель в нижней части интерфейса (Рисунок 109).

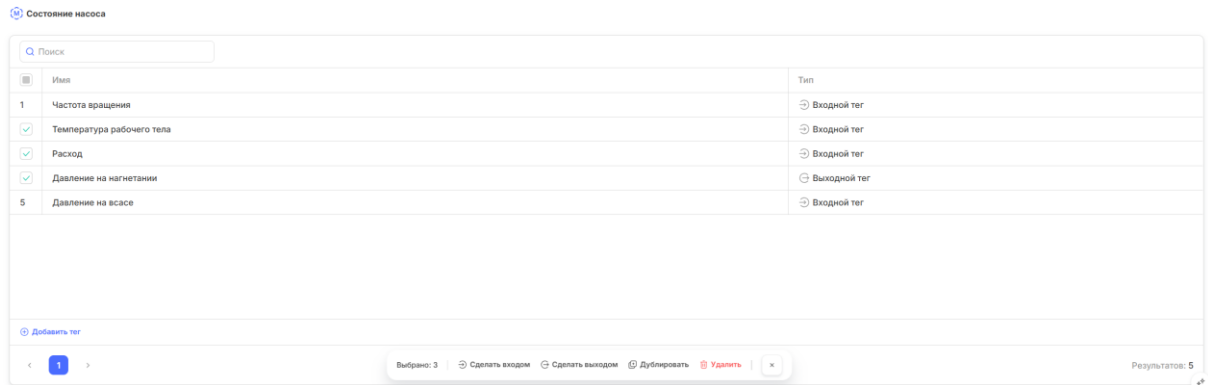


Рисунок 109. Групповые действия с тегами модели

8.6.2 КОНФИГУРАЦИЯ СТРУКТУРЫ НЕИСПРАВНОСТИ

Создание структуры тегов неисправности аналогично структуре тегов модели с единственным отличием — все теги неисправности имеют тип «входной».

8.6.3 КОНФИГУРАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПРОГНОЗНОГО БЛОКА

Прогнозный блок создается на холсте узла. Вытащите на холст новый объект типа «Прогноз» из палитры (иконка с буквой «П»), проставьте связи между блоком прогноза и блоками, которые предоставляют данные для прогноза (Рисунок 110).

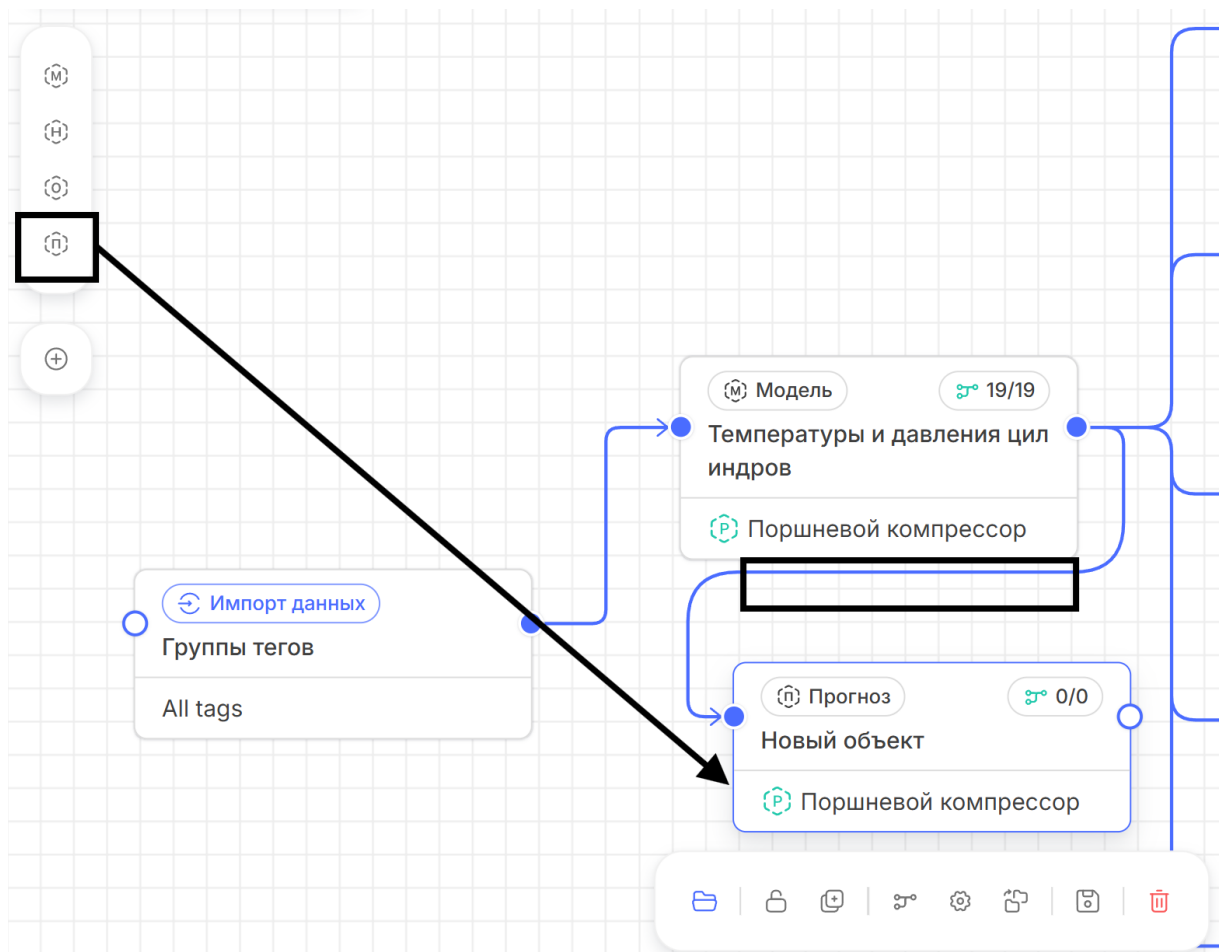


Рисунок 110. Добавление блока прогноза на холст

При необходимости настройте свойства прогнозного блока (Рисунок 111 и Рисунок 112). Событие для прогнозного блока будет сформировано, если в пределах горизонта прогноза значение любой из прогнозируемых величин пересечет заданный порог.

Прогноз

✕

[Описание](#)[Рабочие режимы](#)[Событие](#)**Имя**

Прогноз ИС температуры

**Описание**

Введите описание

0 / 5000

Рисунок 111. Свойства прогнозного блока: описание

Прогноз

[Описание](#)[Рабочие режимы](#)[Событие](#)

Включить событие



Настройки ⓘ

Имя

{object_name}



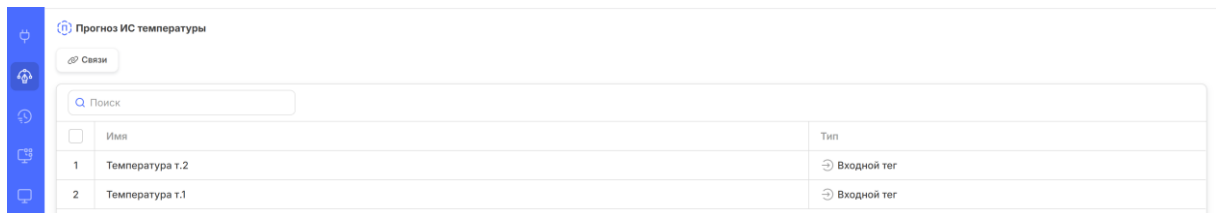
Описание

Согласно прогнозу в пределах горизонта значение прогнозируемой величины упадет ниже предельного значения

104 / 5000

Рисунок 112. Свойства прогнозного блока: рабочий режим

Задайте теги прогнозного блока — блок может прогнозировать значения произвольного количества тегов (Рисунок 113).



Прогноз ИС температуры		
Связи		
Поиск		
	Имя	Тип
☐	1 Температура т.2	Входной тег
☐	2 Температура т.1	Входной тег

Рисунок 113. Задание тегов прогнозного блока

Проставьте связи между тегами прогнозного блока и тегами связанного объекта (Рисунок 114). Подробное описание картирования приведено в разделе «Связи».

Связать автоматически Связать через Excel

Поиск

Выбрано объектов: 1

	Тег объекта	Имя объекта	Имя узла	Тег связи
1	Температура т.2	Прогноз ИС температуры	Cylinders temperatures and pressures	Температуры и давления цилиндров/Температура цилиндра 1 ст ИС
2	Температура т.1	Прогноз ИС температуры	Cylinders temperatures and pressures	Температуры и давления цилиндров/Давление газа на выходе 2 ст... ИС

Рисунок 114. Задание связей тегов прогнозного блока

После этого прогнозный блок появится в сервисе прогноза (СП), где выполняется его конфигурация: горизонт прогноза, параметры скользящего окна, тип алгоритма и настройки.

8.7 СОСТОЯНИЯ И ЧЕРНОВИКИ

Для сущностей в СДП поддерживается отслеживание состояния, сохранение изменений и их откат.

При появлении несохраненных изменений они считаются черновыми — в правой верхней части экрана появляется соответствующая статусная надпись (Рисунок 115).

Структура печей

Дизайн проекта / Активы / ... / Звено 2 / Состояние насоса

Изменения не применены

Состояние насоса

Поиск

	Имя	Тип
1	Частота вращения	Входной тег
2	Температура рабочего тела	Входной тег
3	Расход	Входной тег
4	параметр	Входной тег
5	Давление на нагнетании	Выходной тег
6	Давление на всасе	Входной тег

Рисунок 115. Индикатор несохраненного черновика

Для черновика доступны два действия:

- Сохранить изменения — зафиксировать текущее состояние сущности.
- Откатить изменения — вернуть состояние сущности на момент последнего сохранения.

Механизм состояний и черновиков распространяется на структуры объектов (модели, неисправности, прогнозные блоки), связи и рабочие режимы.

8.8 СВЯЗИ (КАРТИРОВАНИЕ)

Связи задают соответствие тегов блоков типа «Модель», «Неисправность», «Прогноз» тегам платформы. Без заданных связей невозможно провести обучение и прогонку модели, то есть проведение каких-либо расчетов.

Статус связей для блока отображается в его условном графическом обозначении (УГО) на холсте (Рисунок 116 и Рисунок 117).

 Сборка

 2/12

ПТУ. Подогреватели сетевой ВОДЫ

Рисунок 116. Связи проставлены не полностью

 Сборка

 12/12

ПТУ. Подогреватели сетевой ВОДЫ

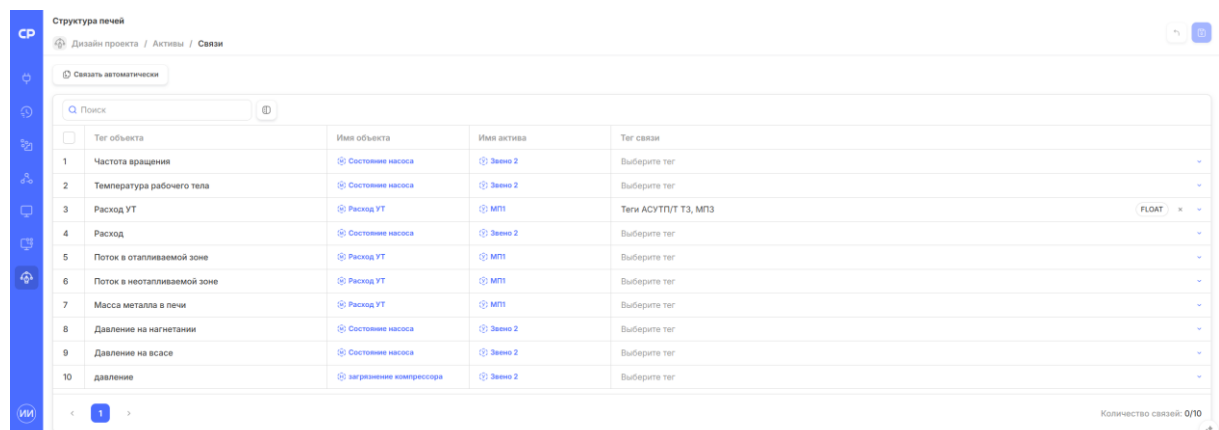
Рисунок 117. Связи проставлены для всех тегов объекта

8.8.1 ПЕРЕХОД К ЗАДАНИЮ СВЯЗЕЙ

Переход к заданию связей возможен с главной страницы СДП (кнопка с иконкой связей) или из контекстного меню объекта.

8.8.2 СВОДНАЯ ТАБЛИЦА СВЯЗЕЙ

Связи выводятся в сводной таблице, содержащей связи из всего проекта (Рисунок 118).



Тег объекта	Имя объекта	Имя актива	Тег связи
1 Частота вращения	Состояние насоса	Земно 2	Выберите тег
2 Температура рабочего тела	Состояние насоса	Земно 2	Выберите тег
3 Расход УТ	Расход УТ	МТ1	Тег ACUTPT/T T3, MT3
4 Расход	Состояние насоса	Земно 2	Выберите тег
5 Поток в отопляемой зоне	Расход УТ	МТ1	Выберите тег
6 Поток в неотапливаемой зоне	Расход УТ	МТ1	Выберите тег
7 Масса металла в печи	Расход УТ	МТ1	Выберите тег
8 Давление на нагнетании	Состояние насоса	Земно 2	Выберите тег
9 Давление на всасе	Состояние насоса	Земно 2	Выберите тег
10 давление	нагревание компрессора	Земно 2	Выберите тег

Рисунок 118. Сводная таблица связей

Для навигации по таблице можно фильтровать отображаемые объекты по наименованию (Рисунок 119) или по элементу дерева проекта (Рисунок 120). При активной фильтрации статус фильтра отображается над таблицей (Рисунок 121).

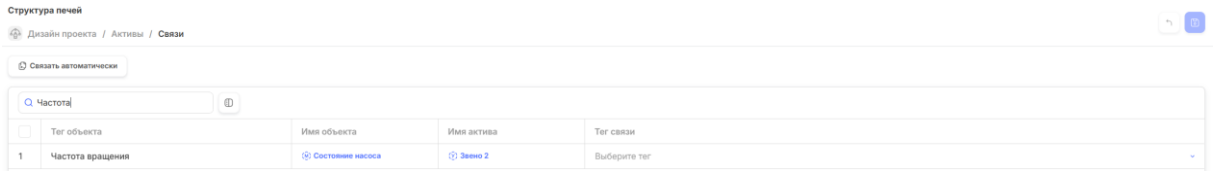


Рисунок 119. Фильтрация по наименованию

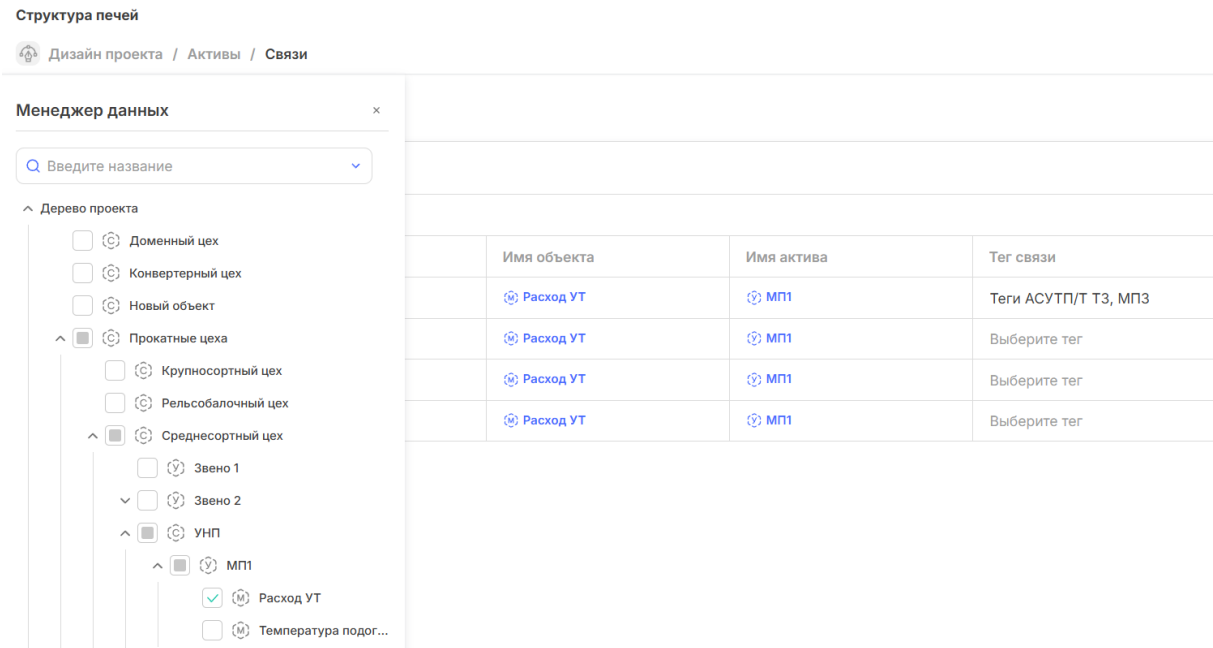


Рисунок 120. Фильтрация по элементу дерева проекта

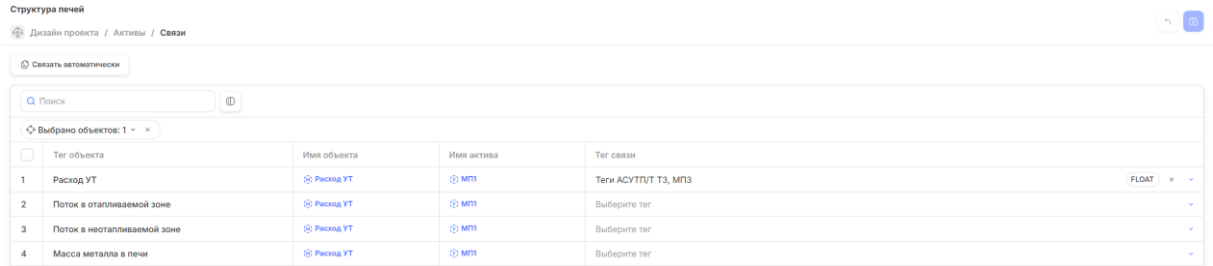


Рисунок 121. Индикатор активного фильтра

8.8.3 ЗАДАНИЕ СВЯЗЕЙ ВРУЧНУЮ

Для задания связи выберите интересующий тег объекта, в колонке «тег связи» выберите нужный тег из выпадающего списка (Рисунок 122).

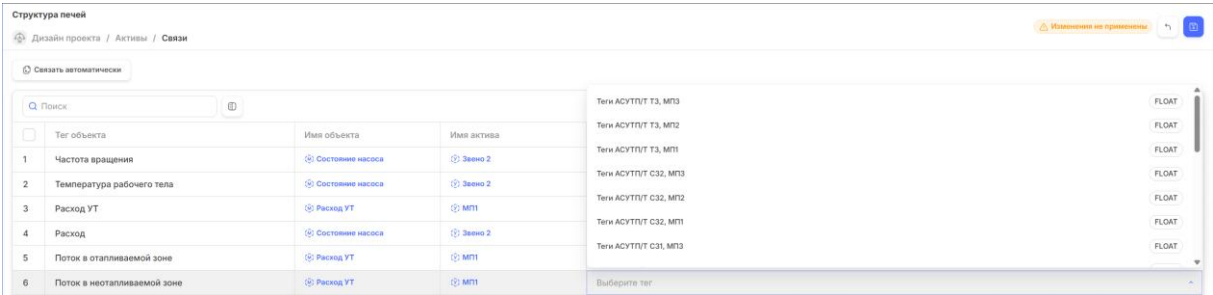


Рисунок 122. Задание связи вручную

Примечание: если выпадающий список пуст, проверьте связь объекта с другими объектами или блоками импорта. Для выбора доступны только теги, которые поступают на вход блока.

8.8.4 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ СВЯЗЕЙ

Связи можно проставить автоматически при строгом совпадении названий тегов объектов и тегов связей — через кнопку «связать автоматически» (Рисунок 123). При инициации можно указать, нужно ли заменять существующие связи.

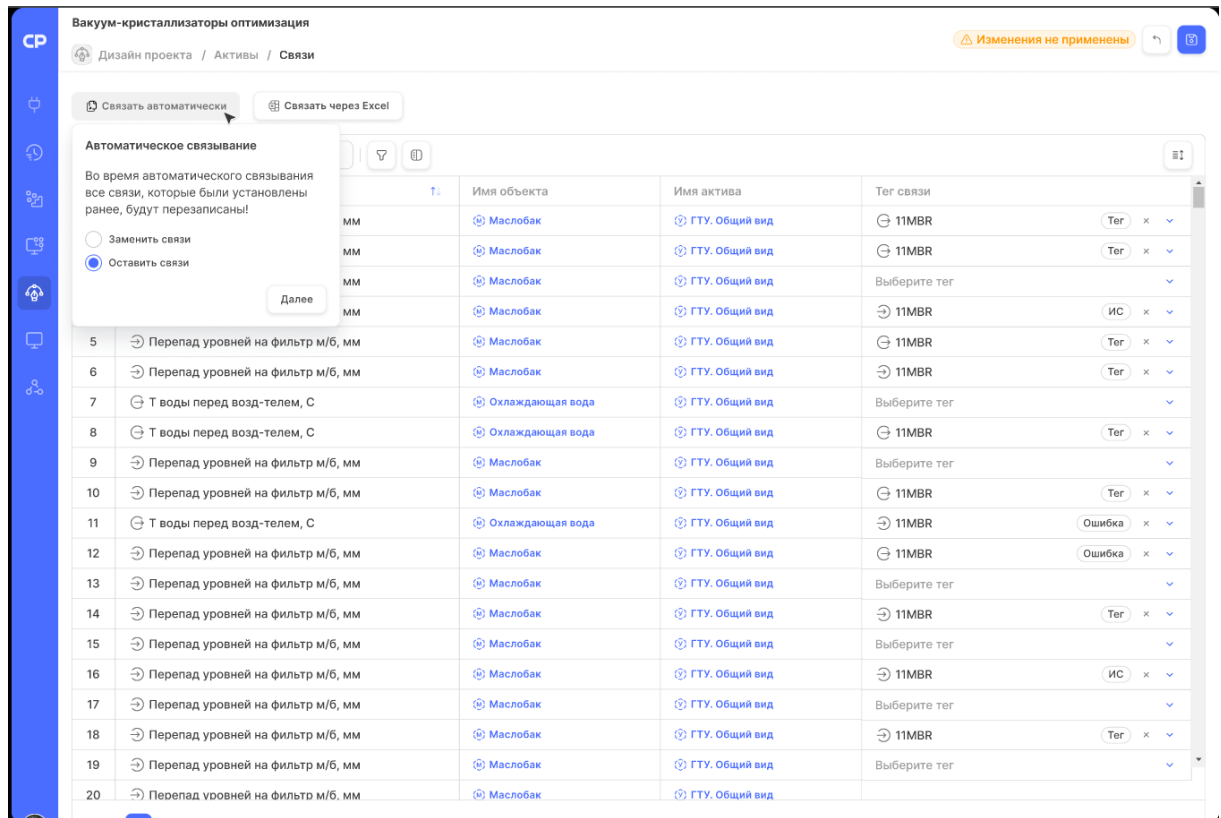


Рисунок 123. Автоматическое задание связей

8.8.5 УДАЛЕНИЕ СВЯЗЕЙ

Для удаления одной связи нажмите на крестик рядом с выпадающим списком (Рисунок 124). Для удаления нескольких связей выделите строки в таблице и используйте групповое действие (Рисунок 125).

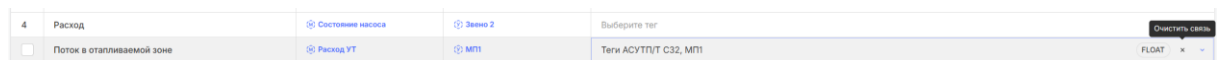


Рисунок 124. Удаление одной связи

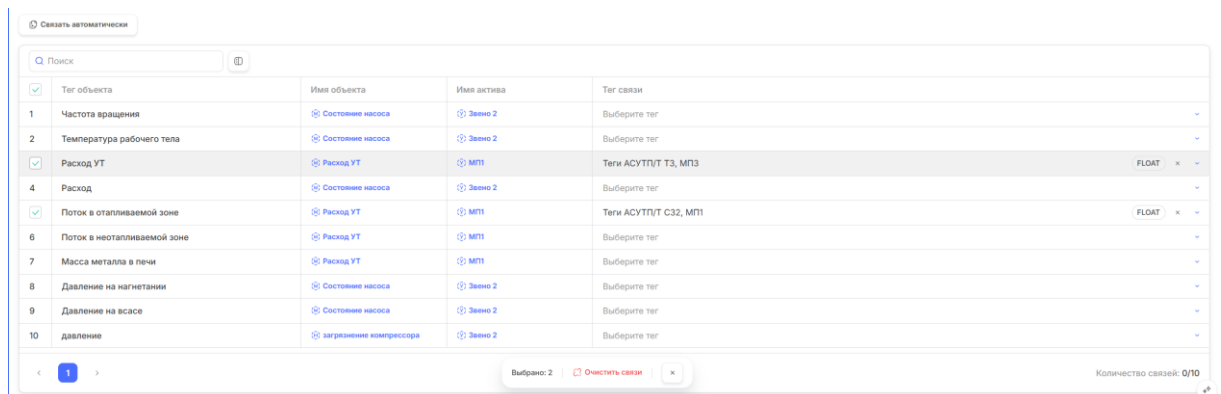


Рисунок 125. Групповое удаление связей

При задании связей не забывайте сохранять изменения — до сохранения они имеют статус «черновик».

8.9 РАБОЧИЕ РЕЖИМЫ

Рабочий режим — набор правил, определяющий, будет ли производиться расчет для того или иного объекта. Может быть задан для любых объектов в СДП (модели, неисправности, прогнозные блоки) или активов.

8.9.1 ПРАВИЛА НАСЛЕДОВАНИЯ

Рабочие режимы наследуются по иерархии: если для объекта или актива не задан рабочий режим, используется рабочий режим родительского объекта. Собственный рабочий режим имеет приоритет над унаследованным (Рисунок 126).

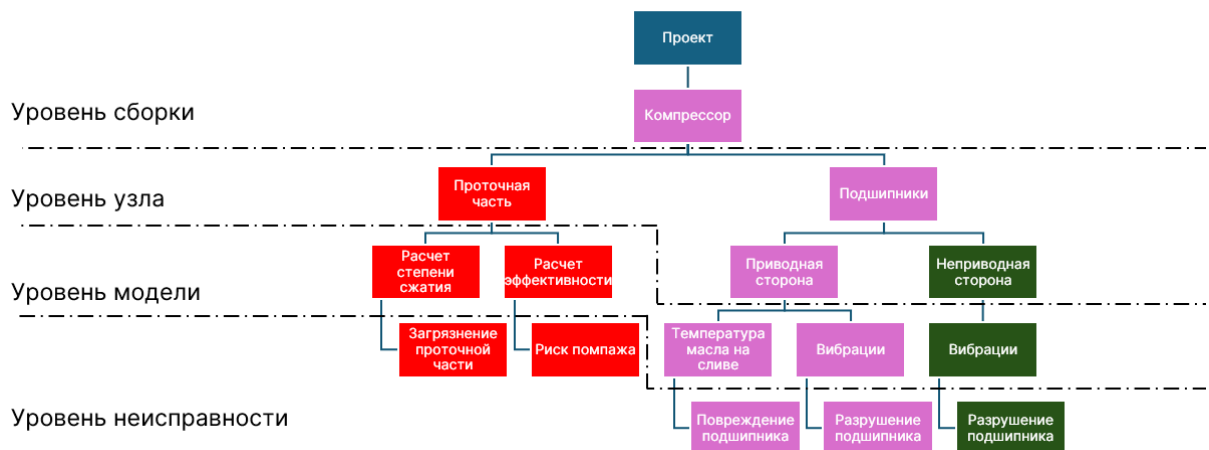


Рисунок 126. Примеры наследования рабочих режимов (различные режимы обозначены цветом)

8.9.2 ПРОСМОТР РАБОЧИХ РЕЖИМОВ

Информация о рабочих режимах выводится в сводной таблице (Рисунок 127). Таблица поддерживает поиск по наименованию и групповые действия (удаление). Помимо прочих атрибутов в сводке выводится статус завершенности заполнения правил и проставления связей.

Структура печей							
Дизайн проекта / Рабочие режимы							
Поиск							
	Имя	Связи	Правила	Дата создания	Ком создано	Дата изменения	Ком обновлено
1	Номинальный режим компрессора	2/2	1/1	28.07.2025, 16:38:59	Иван Иванов	28.07.2025, 16:38:59	Иван Иванов
2	Печь наполнена	1/1	1/1	23.07.2025, 15:08:00	Иван Иванов	23.07.2025, 15:08:00	Иван Иванов

Рисунок 127. Сводная таблица рабочих режимов

8.9.3 СОЗДАНИЕ РАБОЧЕГО РЕЖИМА

Рабочий режим можно создать двумя способами:

- в специальном разделе СДП (кнопка «Добавить рабочий режим» — Рисунок 128);

- из боковой панели свойств актива или объекта (вкладка «Рабочий режим» → «Добавить» → «Создать новый»); созданный таким способом режим будет пустым.

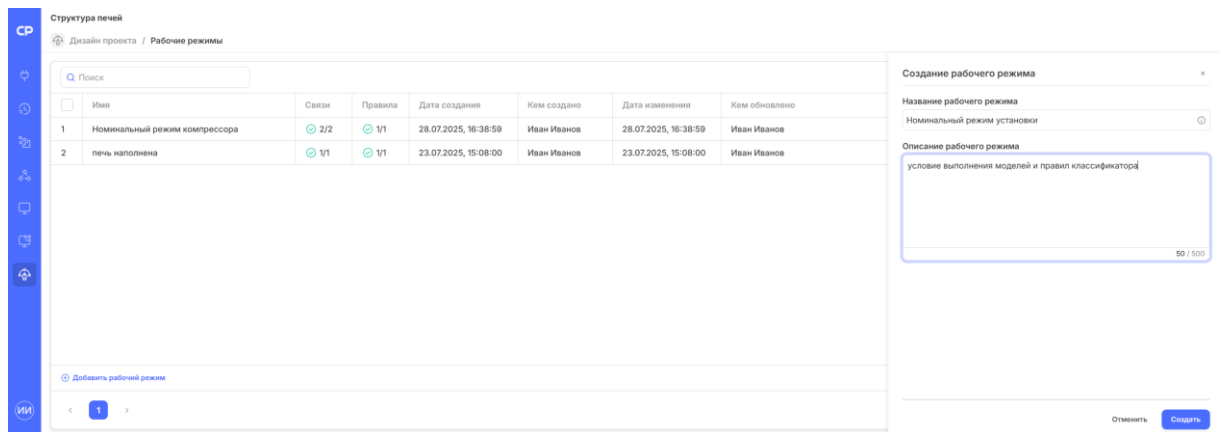


Рисунок 128. Создание нового рабочего режима

Рабочий режим может включать одно или несколько правил, связанных логическим «ИЛИ». Правило — набор простых условий, связанных логическим «И».

8.9.4 ЗАДАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО РЕЖИМА

Для рабочего режима необходимо задать набор входных параметров (Рисунок 129), которые будут использоваться в условиях правил, а затем для них задать связи с тегами платформы.

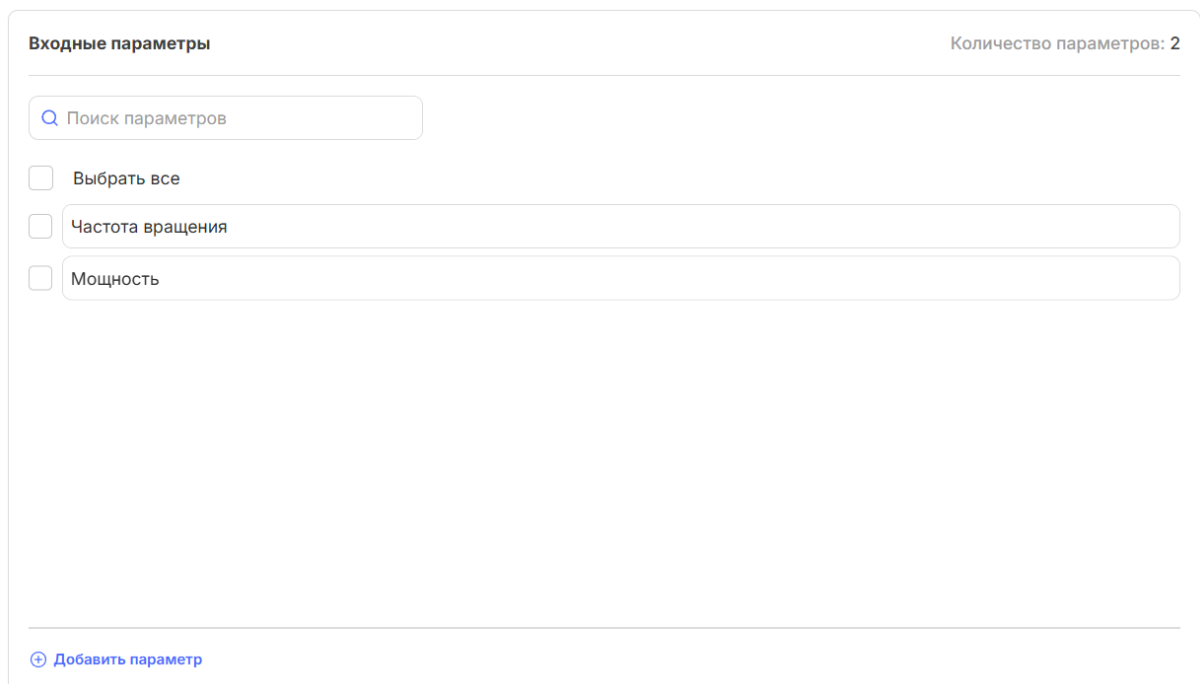
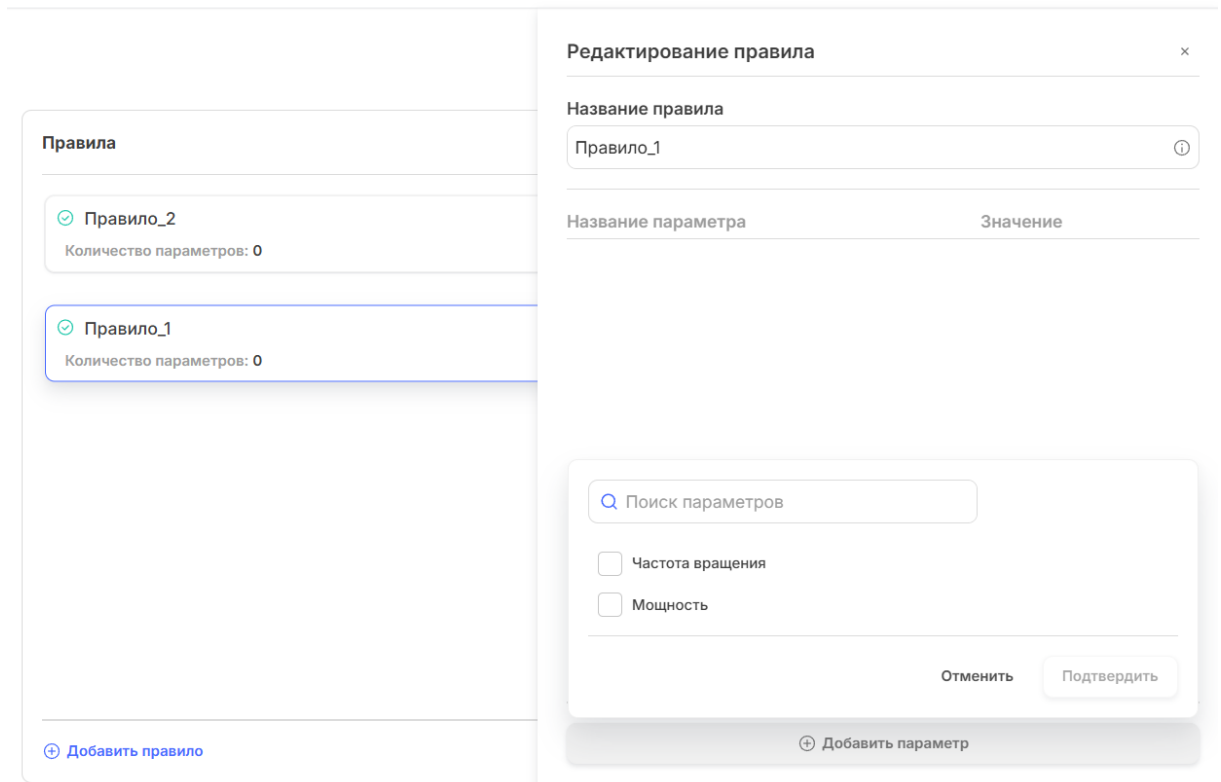


Рисунок 129. Входные параметры рабочего режима

8.9.5 СОЗДАНИЕ ПРАВИЛ

В блоке «Правила» нажмите «Добавить правило». Для редактирования правила нажмите на его карточку — откроется боковая панель (Рисунок 130).



Редактирование правила

Название правила

Правило_1

Название параметра

Значение

Поиск параметров

☐ Частота вращения

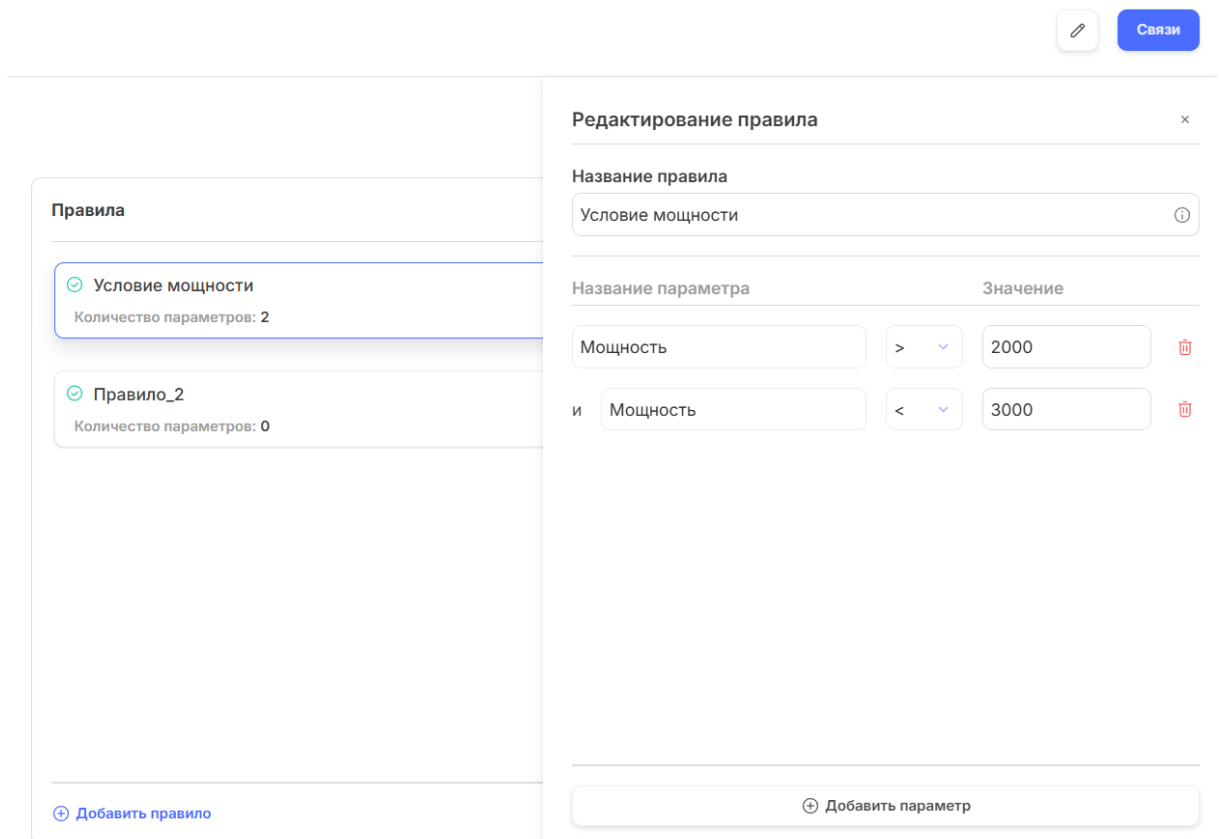
☐ Мощность

Отменить Подтвердить

Добавить параметр

Рисунок 130. Редактирование правила рабочего режима

В правило добавьте условие по параметру (кнопка «Добавить параметр»), выберите тип условия (больше, меньше, равно и пр.) и величину для сравнения. Примеры созданных правил показаны на Рисунок 131 и Рисунок 132.



Редактирование правила

Название правила

Условие мощности

Название параметра

Значение

Мощность > 2000

и Мощность < 3000

Связи

Добавить параметр

Рисунок 131. Правило по мощности

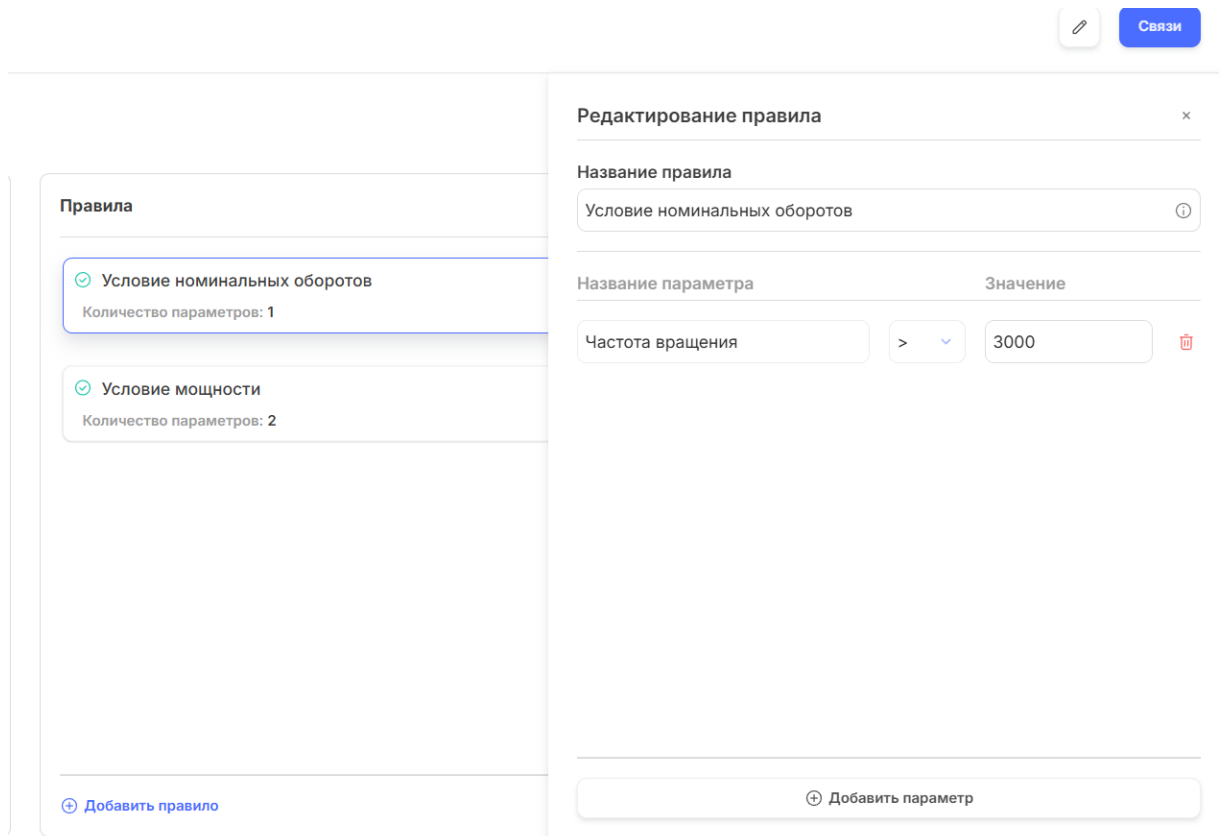


Рисунок 132. Правило по частоте вращения

8.9.6 КАРТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО РЕЖИМА

Для картирования нажмите кнопку «Связи» в правом верхнем углу интерфейса. Механизм аналогичен картированию для моделей и неисправностей (Рисунок 133). Поддерживается как задание связей вручную, так и автоматически.

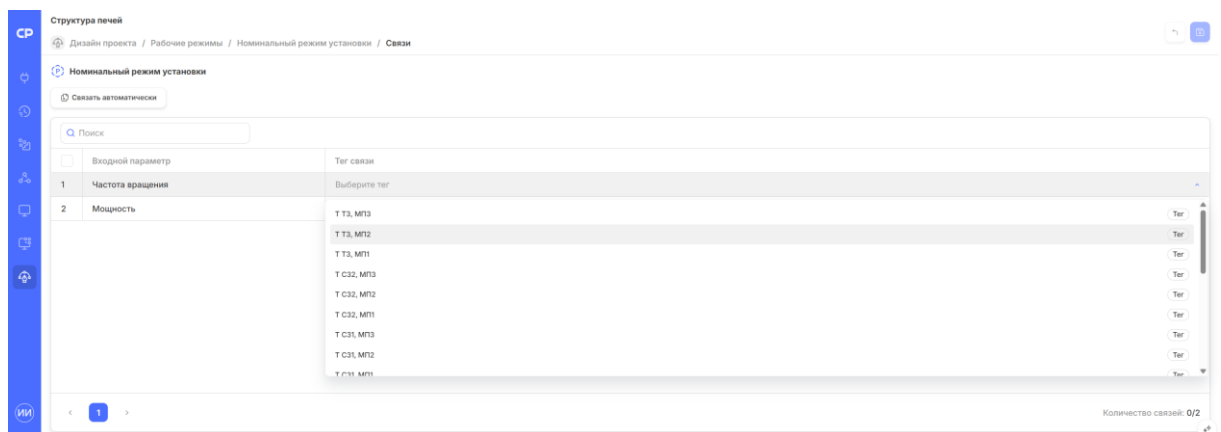


Рисунок 133. Задание связей параметров рабочего режима

8.10 ШАБЛОНЫ И УПРАВЛЕНИЕ СТАТУСОМ МОНИТОРИНГА

8.10.1 РАБОТА С ШАБЛОНАМИ

Любой актив (сборка, узел, модель, неисправность, прогнозный блок) можно добавить в шаблон, а затем создать новый объект на основе этого шаблона.

Шаблон актива сохраняет связи между объектами, а также структуры расчетных объектов (теги моделей, неисправностей, прогнозных блоков).

Добавление в шаблон. Нажмите ПКМ на блоке актива и выберите «Добавить в шаблон» из контекстного меню.

Создание на основе шаблона. При добавлении нового блока выберите «Создать из шаблона» и выберите нужный шаблон из списка.

При создании актива на основе шаблона необходимо картировать теги объектов относительно тегов платформы, а также обучить (сконфигурировать) все расчетные объекты.

8.10.2 УПРАВЛЕНИЕ СТАТУСОМ МОНИТОРИНГА

Для созданных расчетных объектов (модели, неисправности, прогнозные блоки) выполняются расчеты, если для объекта выполняются условия рабочего режима и для него разрешен процесс мониторинга.

Управление статусом мониторинга осуществляется инженером на специальной вкладке СДП. Здесь можно:

- запустить мониторинг — разрешить расчет для выбранных объектов;
- остановить мониторинг — приостановить расчет (при этом сбор данных тегов продолжается);
- управлять версиями — установить актуальную версию для расчетных объектов.

Остановка мониторинга необходима при корректировке объектов (дообучение модели, изменение настроек), чтобы не генерировались заведомо ложные предупредительные сообщения на период корректировки.

Для возобновления мониторинга установите актуальные версии для скорректированных объектов и разрешите для них процесс расчета.

Примечание: мониторинг может быть автоматически остановлен системой при изменениях в иерархии оборудования, полученных через интеграцию с 1С ТООР (подробнее см. раздел «Аннотации сборок и интеграция с 1С ТООР»).

8.11 АННОТАЦИИ СБОРОК И ИНТЕГРАЦИЯ С 1С ТООР

8.11.1 НАЗНАЧЕНИЕ АННОТАЦИЙ

Аннотации — набор атрибутов актива типа «Сборка», отражающих свойства технического места (ТМ) и привязанной к нему единицы оборудования (ЕО) из системы 1С ТООР. Аннотации обеспечивают связь между объектами моделирования в ПО CyberStudio и реальной иерархией оборудования предприятия.

Перечень атрибутов аннотации приведен в Таблица 12.

Таблица 12.

Атрибуты аннотации сборки

Атрибут	Источник	Описание
GUID ТМ	Справочник ТМ	Уникальный идентификатор записи технического места в 1С ТООР. Ключевой атрибут для включения в синхронизацию
Код ТМ	Справочник ТМ	Код технического места
Наименование ТМ	Справочник ТМ	Наименование технического места
Технологический номер	Справочник ТМ	Технологический номер (тег)
Класс ТМ	Классификатор	Класс оборудования технического места

Атрибут	Источник	Описание
	ТОиР	
Уровень критичности	Справочник ТМ	Уровень критичности ТМ
Код ЕО	Справочник ЕО	Код единицы оборудования
Модель ЕО	Справочник Модели ЕО	Каталожная модель единицы оборудования
Производитель	Справочник ЕО	Производитель оборудования
Серийный номер	Справочник ЕО	Заводской/серийный номер
Класс ЕО	Классификатор ТОиР	Класс единицы оборудования
Статус ЕО	Справочник ЕО	Текущий статус единицы оборудования

8.11.2 ВКЛЮЧЕНИЕ СБОРКИ В СИНХРОНИЗАЦИЮ

Для того чтобы атрибуты сборки автоматически обновлялись при изменениях в 1С ТОиР, необходимо указать GUID технического места в свойствах сборки. Для этого:

1. Откройте настройки блока сборки (контекстное меню → «Настройки блока»).
2. На вкладке «Аннотации» задайте атрибут с именем «GUID ТМ» и укажите значение GUID технического места из 1С ТОиР.
3. Сохраните изменения.

С этого момента система начнет отслеживать изменения по данному GUID и применять обновления автоматически.

Важно: до тех пор, пока атрибут «GUID ТМ» не задан, сборка не участвует в синхронизации. Это позволяет выполнять настройку моделей и правил без влияния интеграционных процессов.

8.11.3 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНОВЛЕНИЕ АТРИБУТОВ

При изменении данных о техническом месте или единице оборудования в 1С ТОиР изменение автоматически поступает в ПО CyberStudio. Система находит сборку по значению GUID ТМ и обновляет все аннотации в соответствии с полученными данными (класс оборудования, критичность, производитель, серийный номер и прочие атрибуты).

8.11.4 АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОСТАНОВКА РАСЧЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ

В двух случаях система автоматически останавливает расчет всех расчетных объектов (моделей, неисправностей, прогнозных блоков), связанных со сборкой:

Смена единицы оборудования. Если при обновлении аннотаций обнаруживается, что значение «Код ЕО» в полученном сообщении отличается от текущего значения в аннотациях сборки — это означает замену ЕО на данном техническом месте. Система автоматически остановит расчет и создаст процесс реагирования в сервисе бизнес-логики.

Изменение статуса ЕО. Если статус единицы оборудования изменяется с «Эксплуатация» на любое иное значение, либо с любого иного значения на «Эксплуатация», система также остановит расчет и создаст процесс реагирования. Возможные значения статуса ЕО перечислены в Таблица 13.

Таблица 13.

Возможные значения статуса единицы оборудования

Статус	Примечание
Эксплуатация	Штатное рабочее состояние; переход с/на это значение является триггером
Аренда	—
В архиве	—
Готов к эксплуатации	—
Консервация	—
На хранении	—
Проект	—
Стройка	—

8.11.5 ДЕЙСТВИЯ ИНЖЕНЕРА ПОСЛЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОСТАНОВКИ

После автоматической остановки мониторинга инженеру необходимо:

1. Оценить причину остановки (смена ЕО или изменение статуса) по информации в процессе реагирования.
2. При необходимости скорректировать модели (дообучить на актуальных данных).
3. Убедиться в корректности работы скорректированных объектов (прогонка на историческом интервале).
4. Возобновить мониторинг через вкладку управления статусом.

9 МОДЕЛИРОВАНИЕ

9.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА

Сервис моделирования (СМД) является ключевым аналитическим ядром ПО CyberStudio, предназначенным для создания, обучения, тестирования и управления цифровыми эталонными моделями (цифровыми двойниками) оборудования и технологических процессов.

Основное назначение СМД — преобразование исторических и реальных данных, собранных другими сервисами платформы, в математические модели, которые воспроизводят поведение исправного оборудования настолько точно, насколько это возможно. Эти модели служат эталоном для выявления аномалий и дефектов в режиме реального времени.

СМД выполняет следующие функции:

- конфигурация моделей (выбор архитектуры и гиперпараметров);
- автоматизированное обучение и оптимизация архитектуры моделей (AutoML);
- настройка выборок для обучения и тестирования;
- тестирование точности моделей;
- расчёты на исторических данных (прогонка) для оценки качества модели перед запуском в мониторинг.

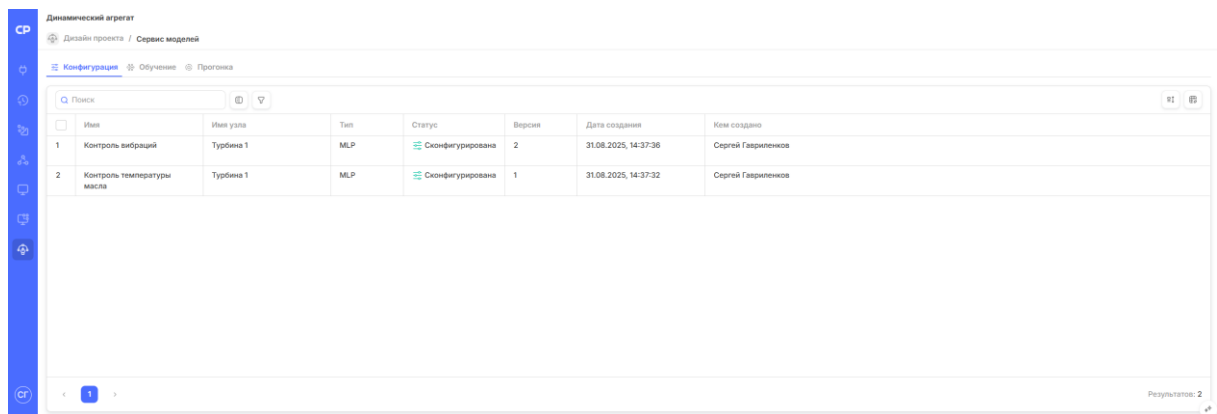
Внимание: экземпляры моделей, включая их структуру (входные и выходные параметры) и связь с тегами платформы, задаются в сервисе дизайна проекта. В СМД выполняется только настройка архитектуры, обучение и прогонка уже созданных моделей.

9.2 ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ

Работа с моделями в СМД организована в виде последовательных этапов, каждому из которых соответствует отдельная вкладка интерфейса:

1. Конфигурация — выбор типа модели (архитектуры) и задание гиперпараметров. Определяет, какой алгоритм будет использован для расчёта эталонных значений параметров.
2. Обучение — задание интервалов обучающей и тестовой выборок, запуск процесса обучения. На этом этапе модель подбирает свои внутренние параметры (веса, коэффициенты) по данным исправного состояния.
3. Прогонка — расчёт на исторических данных для оценки работы модели перед запуском в мониторинг. На этом этапе задаются границы зон индекса состояния (ИС) для выходных тегов и выполняется пробный расчёт.

Перейдите в СМД из сервиса дизайна проекта (с карточки сервиса). Откроется интерфейс с тремя вкладками и сводной таблицей моделей (Рисунок 134).



Имя	Имя узла	Тип	Статус	Версия	Дата создания	Кто создал
1. Контроль вибраций	Турбина 1	MLP	Сконфигурирована	2	31.08.2025, 14:37:36	Сергей Гавриленков
2. Контроль температуры масла	Турбина 1	MLP	Сконфигурирована	1	31.08.2025, 14:37:32	Сергей Гавриленков

Рисунок 134. Интерфейс сервиса моделирования

Аналогично другим сервисам ПО, информация об объектах (моделях) представлена в виде сводной таблицы — строки соответствуют отдельным моделям. Доступные вкладки (Конфигурация, Обучение, Прогонка) соответствуют основным вехам пользовательского пути.

Внимание: действия по настройке моделей можно применять как к отдельным моделям, так и к нескольким при помощи функционала групповых действий.

9.3 ИНДЕКС СОСТОЯНИЯ (ИС)

Индекс состояния (ИС) — интегральный показатель технического состояния оборудования, варьирующийся от 0 (неисправное состояние) до 1 (исправное состояние). ИС рассчитывается на основе отклонения фактических значений параметров от расчётных (модельных).

9.3.1 РАСЧЁТ ИС ДЛЯ ПАРАМЕТРА

Для каждого выходного тега модели ИС определяется как кусочно-линейная функция отклонения фактического значения от модельного. При настройке задаются:

- Направление отклонения: вверх (аномалия при превышении нормы), вниз (при падении ниже нормы) или в обе стороны (при любом отклонении);
- Значение ИС «зелёной зоны» (ci_min) — пороговое значение ИС, ниже которого фиксируется начало разладки (по умолчанию 0,9);
- Пороговые значения отклонения: min_val — значение параметра при ИС = ci_min , max_val — значение при ИС = 0.

Расчёт ИС для направления «вверх» (аналогично для «вниз»):

- если $v \leq min_val$, то ИС = 1,0 (параметр в норме);
- если $v \geq max_val$, то ИС = 0,0 (предельное отклонение);
- иначе выполняется линейная интерполяция:

$$ИС = ci_min - ci_min \cdot \frac{v - min_val}{max_val - min_val}$$

Для направления «в обе стороны» рассчитываются ИС по обоим направлениям, итоговый ИС равен минимуму из двух.

9.3.2 АГРЕГАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ИС

Значения ИС агрегируются иерархически:

- ИС модели равен наименьшему значению ИС среди всех выходных тегов модели;
- ИС узла равен минимальному значению ИС входящих в него объектов (моделей, неисправностей);
- ИС сборки равен минимальному значению ИС входящих в неё элементов (узлов и вложенных сборок).

Такой принцип агрегации гарантирует, что ухудшение состояния любого отдельного компонента немедленно отражается на ИС вышестоящего уровня.

9.4 КОНФИГУРАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ МОДЕЛЕЙ

На вкладке «Конфигурация» задаётся тип архитектуры конкретного экземпляра модели. Выбор архитектуры модели в ПО CyberStudio — системный процесс, основанный на оценке компромисса между точностью, скоростью обучения, универсальностью и интерпретируемостью для конкретной задачи.

9.4.1 КОНФИГУРАЦИЯ ОДНОЙ МОДЕЛИ

Конфигурация модели задаётся в боковой панели, активируемой нажатием на строку в сводной таблице, соответствующую модели (Рисунок 135).

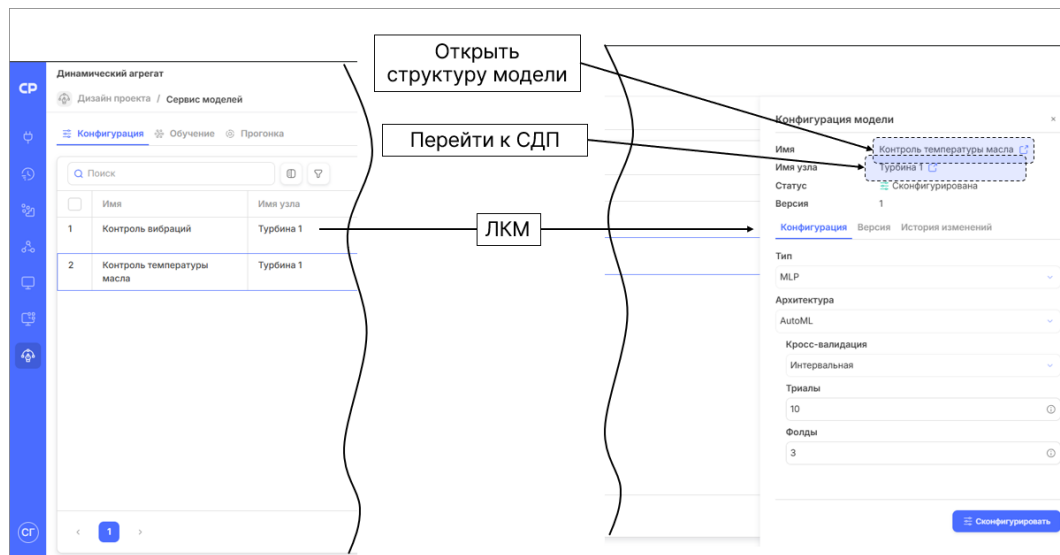


Рисунок 135. Боковая панель конфигурации модели

Боковая панель имеет три вкладки. Обратите внимание, что из конфигурации модели можно (через новую вкладку в браузере) открыть структуру модели или открыть модель как актив в СДП.

9.4.2 ВЫБОР ТИПА МОДЕЛИ

При конфигурации необходимо выбрать тип модели из выпадающего списка в разделе «Тип» на вкладке «Конфигурация»:

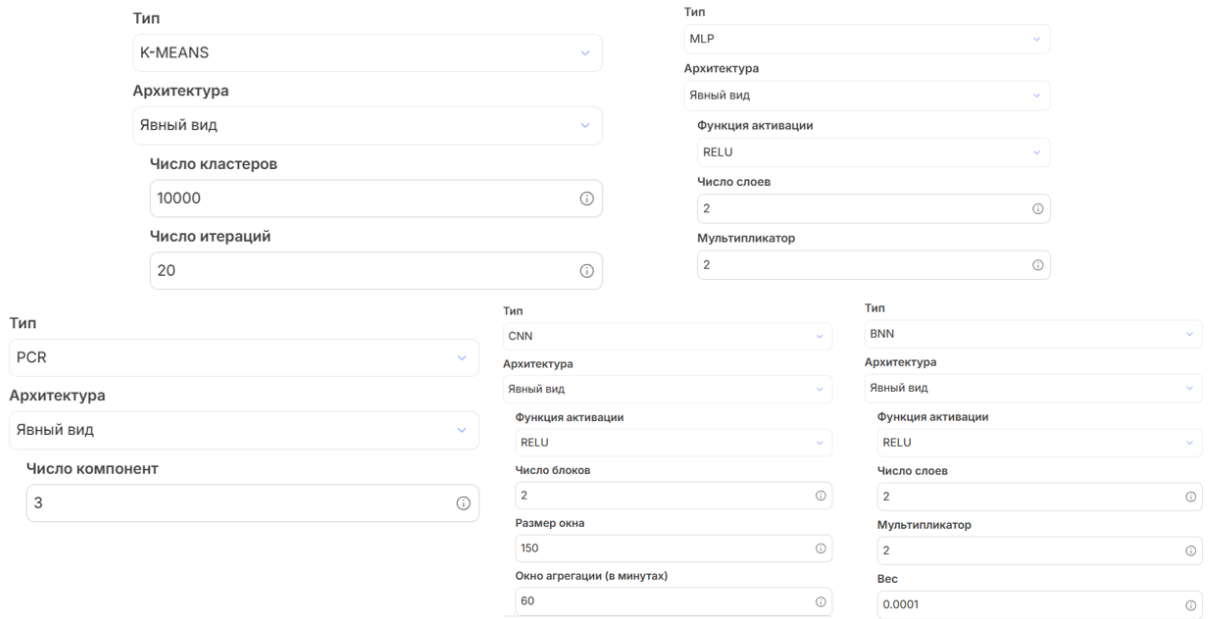
1. Многослойный перцептрон (MLP).
2. Регрессия главных компонент (PCR).
3. Кластеризация методом k-средних (K-MEANS).
4. Свёрточная нейронная сеть (CNN).
5. Байесовская нейронная сеть (BNN).
6. Физико-математическая модель (PHYS).

Тип модели — это внутренняя структура и принцип работы алгоритма, который будет рассчитывать эталонные значения параметров. Подробное описание каждого типа приведено далее в подразделе «Описание типов моделей».

9.4.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ

Гиперпараметры модели — это конфигурационные параметры, задающие структуру и сложность модели до начала её обучения. В отличие от внутренних параметров (например, весов нейронной сети), которые алгоритм рассчитывает из данных, гиперпараметры задаются пользователем или подбираются системой автоматически.

Примеры гиперпараметров для различных типов моделей показаны на Рисунке 136.



Panel 1: K-MEANS

- Тип: K-MEANS
- Архитектура: Явный вид
- Число кластеров: 10000
- Число итераций: 20

Panel 2: MLP

- Тип: MLP
- Архитектура: Явный вид
- Функция активации: RELU
- Число слоев: 2
- Мультипликатор: 2

Panel 3: PCR

- Тип: PCR
- Архитектура: Явный вид
- Число компонент: 3

Panel 4: CNN

- Тип: CNN
- Архитектура: Явный вид
- Функция активации: RELU
- Число блоков: 2
- Размер окна: 150
- Окно агрегации (в минутах): 60

Panel 5: BNN

- Тип: BNN
- Архитектура: Явный вид
- Функция активации: RELU
- Число слоев: 2
- Мультипликатор: 2
- Вес: 0.0001

Рисунок 136. Примеры гиперпараметров для различных типов моделей

Гиперпараметры контролируют баланс между недообучением (модель слишком простая и не улавливает закономерности) и переобучением (модель слишком сложная и запоминает шум в данных).

В CyberStudio доступны два варианта настройки:

- AutoML (рекомендуемый вариант): платформа автоматически находит оптимальный набор гиперпараметров. Используйте этот режим для большинства задач;
- Ручная настройка (для экспертов): позволяет вручную задать ключевые параметры (количество слоёв, кластеров и т. д.). Используйте этот режим, если точно понимаете влияние каждого параметра и хотите улучшить результат AutoML.

Для работы с гиперпараметрами нажмите на строку в сводной таблице на вкладке «Конфигурация» — откроется боковая панель с настройками (Рисунок 137).

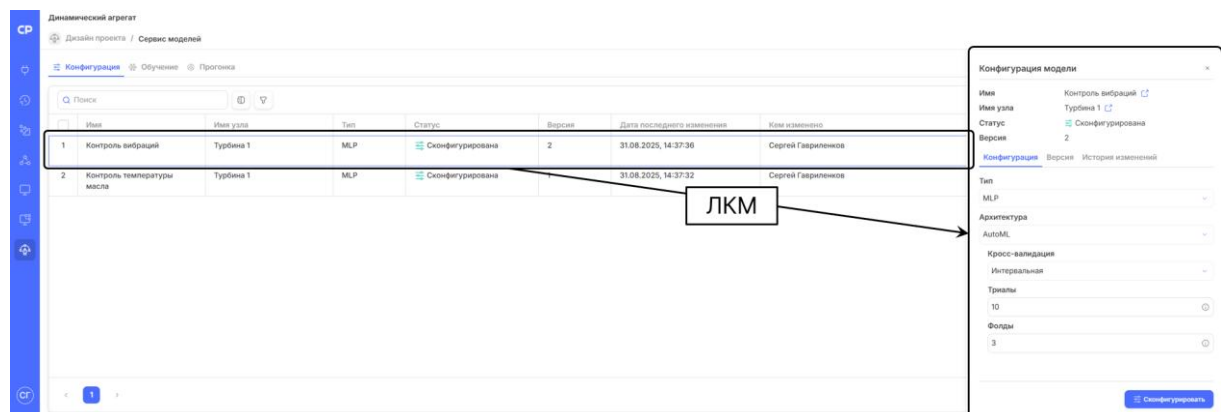


Рисунок 137. Переход к конфигурации модели

9.4.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ ВРУЧНУЮ

Для перехода к ручному выбору гиперпараметров выберите значение «Явный вид» в поле «Архитектура», затем выберите значения гиперпараметров из выпадающих списков (для дискретных значений) или из полей ввода (для числовых).

Краткая справка по видам гиперпараметров для разных архитектур приведена в Таблица 14.

Таблица 14.

Виды гиперпараметров для различных архитектур моделей

Архитектура	Гиперпараметр	Допустимые значения	Описание
MLP	Функция активации	RELU, ELU	RELU — максимальная производительность; ELU — повышенная надёжность обучения
MLP	Число слоёв	1, 2, 3, 4	Количество скрытых слоёв нейронной сети
MLP	Мультипликатор	1, 2	Мультипликатор размера скрытых слоёв, определяющий «ширину» сети
PCR	Число компонент	1–15	Количество главных компонент для построения регрессии
CNN	Число блоков	1, 2	Глубина анализа временных зависимостей
CNN	Окно агрегации	1–1000	Величина временного окна (мин) для обучения
CNN	Размер окна	5–1000	Число точек в окне агрегации
CNN	Функция активации	RELU, ELU	Аналогично MLP
BNN	Функция активации	RELU, ELU	Аналогично MLP
BNN	Число слоёв	1, 2, 3, 4	Аналогично MLP
BNN	Вес	Число > 0	Параметр регуляризации

9.4.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОМОЩИ AUTOML

AutoML — это процесс автоматизированного подбора оптимальных гиперпараметров для выбранного типа модели. Система не выбирает между разными типами алгоритмов, а находит наилучшую конфигурацию внутри заданного типа.

Алгоритм AutoML последовательно тестирует различные комбинации гиперпараметров. Качество каждой конфигурации оценивается с помощью кросс-валидации (перекрёстной проверки). По итогам всех испытаний выбирается набор гиперпараметров с наименьшей ошибкой.

Кросс-валидация — это метод оценки качества модели, проверяющий, насколько хорошо модель обобщает знания на новые данные. Исходная выборка данных разбивается на K равных частей (фолдов). Модель обучается K раз: каждый раз новая часть используется для проверки, остальные — для обучения. Итоговая оценка вычисляется как среднее по всем K испытаниям.

Для задания параметров AutoML выберите соответствующий тип обучения в боковой панели конфигурации, задайте нужные значения и нажмите «Сконфигурировать» (Рисунок 138).

Конфигурация модели

Имя

Контроль температуры масла

Имя узла

Турбина 1

Статус

Сконфигурирована

Версия

1

Конфигурация

Версия

История изменений

Тип

MLP

Архитектура

AutoML

Кросс-валидация

Интервальная

Триалы

10

Фолды

3

Сконфигурировать

Рисунок 138. Задание параметров AutoML

При выборе настроек AutoML руководствуйтесь следующими рекомендациями:

- Количество триалов (итераций) определяет, сколько комбинаций гиперпараметров будет проверено. Больше триалов — выше шансы найти оптимум, но дольше процесс;
- Количество фолдов определяет, на сколько частей разбиваются данные для кросс-валидации. Рекомендация: 3 фолда — оптимальный баланс надёжности и скорости;
- Тип кросс-валидации: случайная (Random) — для стационарных данных; интервальная (Time Series) — предпочтительный метод для временных рядов, предотвращает «утечку» данных из будущего.

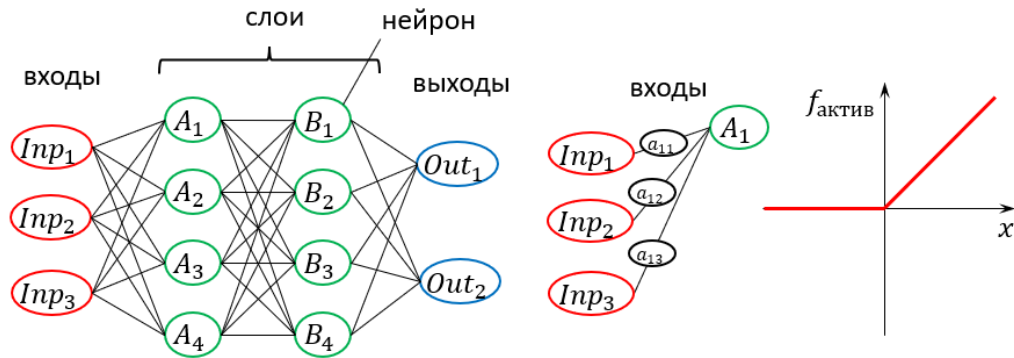
9.4.6 КОНФИГУРАЦИЯ НЕСКОЛЬКИХ МОДЕЛЕЙ

Для применения одинаковых настроек к нескольким моделям выделите нужные строки в сводной таблице (чек-бокс при наведении на номер строки). В нижней части интерфейса появится панель групповых действий с возможностью задать конфигурацию для всех выделенных моделей одновременно.

9.5 ОПИСАНИЕ ТИПОВ МОДЕЛЕЙ

9.5.1 МНОГОСЛОЙНЫЙ ПЕРЦЕПТРОН (MLP)

Нейронная сеть, состоящая из входного слоя, нескольких скрытых слоёв и выходного слоя. Обобщённая структура приведена на Рисунке 139.



$$\begin{aligned}
 A_1 &= f_{\text{актив}}(a_{11}Inp_1 + a_{12}Inp_2 + a_{13}Inp_3 + m_1) & B_1 &= f_{\text{актив}}(b_{11}A_1 + b_{12}A_2 + b_{13}A_3 + b_{14}A_4 + n_1) \\
 A_2 &= f_{\text{актив}}(a_{21}Inp_1 + a_{22}Inp_2 + a_{23}Inp_3 + m_2) & B_2 &= f_{\text{актив}}(b_{21}A_1 + b_{22}A_2 + b_{23}A_3 + b_{24}A_4 + n_2) \\
 A_3 &= f_{\text{актив}}(a_{31}Inp_1 + a_{32}Inp_2 + a_{33}Inp_3 + m_3) & B_3 &= f_{\text{актив}}(b_{31}A_1 + b_{32}A_2 + b_{33}A_3 + b_{34}A_4 + n_3) \\
 A_4 &= f_{\text{актив}}(a_{41}Inp_1 + a_{42}Inp_2 + a_{43}Inp_3 + m_4) & B_4 &= f_{\text{актив}}(b_{41}A_1 + b_{42}A_2 + b_{43}A_3 + b_{44}A_4 + n_4) \\
 Out_1 &= f_{\text{актив}}(c_{11}B_1 + c_{12}B_2 + c_{13}B_3 + c_{14}B_4 + p_1) \\
 Out_2 &= f_{\text{актив}}(c_{21}B_1 + c_{22}B_2 + c_{23}B_3 + c_{24}B_4 + p_2)
 \end{aligned}$$

Рисунок 139. Обобщённая структура нейронной сети

Связи между нейронами имеют весовые коэффициенты, определяющие влияние комбинации входных переменных на выходную. Активационная функция позволяет аппроксимировать нелинейные зависимости. MLP — универсальный непараметрический метод регрессии, подходящий для большинства задач.

9.5.2 РЕГРЕССИЯ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ (PCR)

При PCR определяются главные компоненты множества входных переменных. По значениям k главных компонент, объясняющих большую часть дисперсии в выборке, строится линейная регрессия. Достоинство: устраняются коллинеарные переменные. Недостаток: модель может потерять часть обобщающей способности.

9.5.3 КЛАСТЕРИЗАЦИЯ МЕТОДОМ К-СРЕДНИХ (K-MEANS)

Модель, которая «запоминает» множество состояний оборудования в разные моменты времени (Рисунок 140). При обучении все возможные состояния «сортируются» по кластерам. При расчёте модельного значения определяется ближайший кластер, и за модельное значение принимаются центры этого кластера (Рисунок 141).

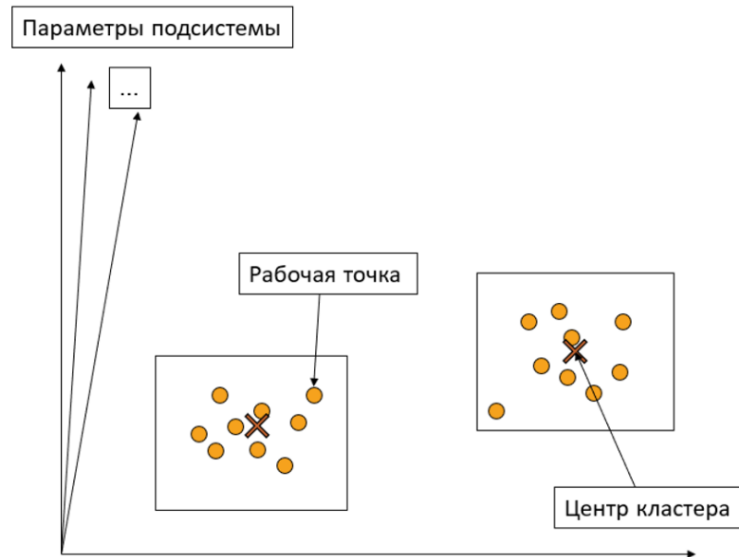


Рисунок 140. Иллюстрация алгоритма k-средних

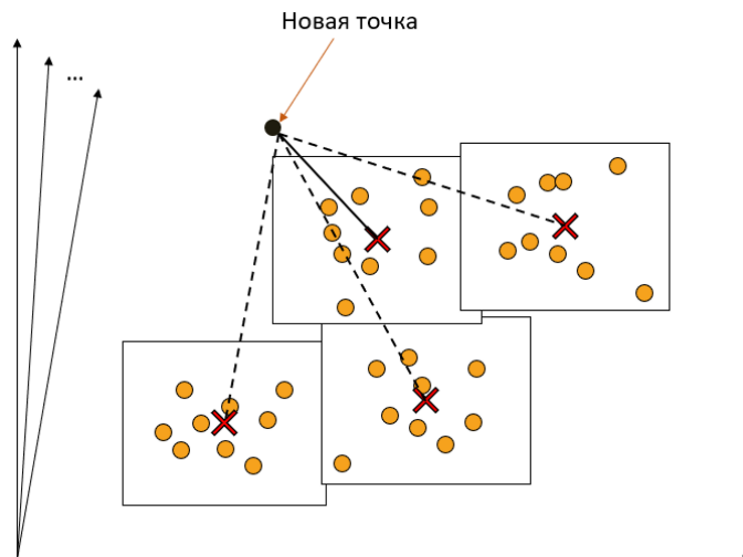


Рисунок 141. Расчёт значения при помощи кластерной модели

9.5.4 БАЙЕСОВСКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ (BNN)

Развитие подхода MLP. Связи между нейронами описываются не точными весовыми коэффициентами, а функциями распределения (Рисунок 142). BNN позволяет учитывать неопределённость в данных и достигать более высокой точности, но ценой повышенной вычислительной сложности обучения.

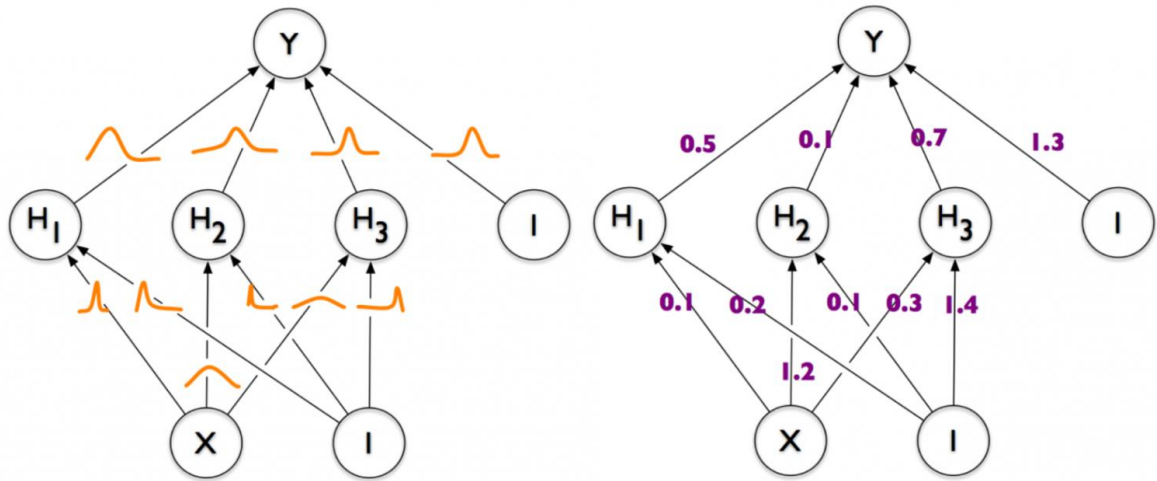


Рисунок 142. Отличие BNN (слева) от MLP (справа)

9.5.5 СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ (CNN)

В отличие от квазистатических моделей (MLP, PCR, K-MEANS, BNN), CNN анализирует не только текущие значения, но и последовательность значений за предыдущее время. Подходит для моделирования переходных процессов (пуски, остановки, изменения нагрузки), когда выходной параметр зависит от истории изменения входных. Критический недостаток — высокая вычислительная трудоёмкость.

9.5.6 ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ (PHYS)

Зависимость между входными и выходными параметрами выражается явно при помощи уравнений с модельными константами. Значения констант определяются автоматически при идентификации модели на данных обучения.

Для конфигурации физико-математической модели необходимо:

1. В поле «Формула» ввести уравнение (или несколько уравнений), описывающее зависимость выходных параметров от входных. В формуле используются переменные, а не имена тегов модели.
2. После ввода формулы автоматически появится табличная часть «Имя тега — Переменная», где нужно задать соответствие между тегами модели и переменными формулы.
3. В разделе «Параметры» указать переменные-константы, которые будут идентифицированы при обучении модели (аналогично весам нейронной сети). Для каждого параметра задаётся начальное значение.

Пример конфигурации: модель с формулой $H = h_nnu2 - h_nvuQ - h_vvQ^2$, где Q , H , w — переменные (связаны с тегами модели), а h_nn , h_nv , h_vv — параметры для идентификации (Рисунок 143).

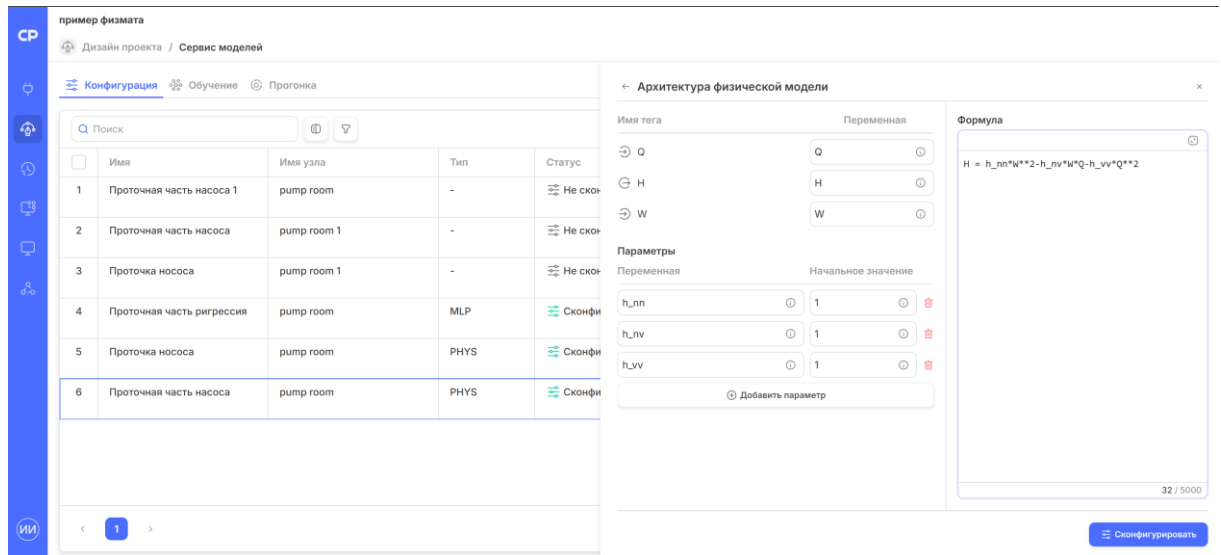


Рисунок 143. Конфигурация физико-математической модели: формула, теги и параметры

После успешной конфигурации в боковой панели модели отображаются тип архитектуры (PHYS), формула и кнопка «Изменить архитектуру» (Рисунок 144).

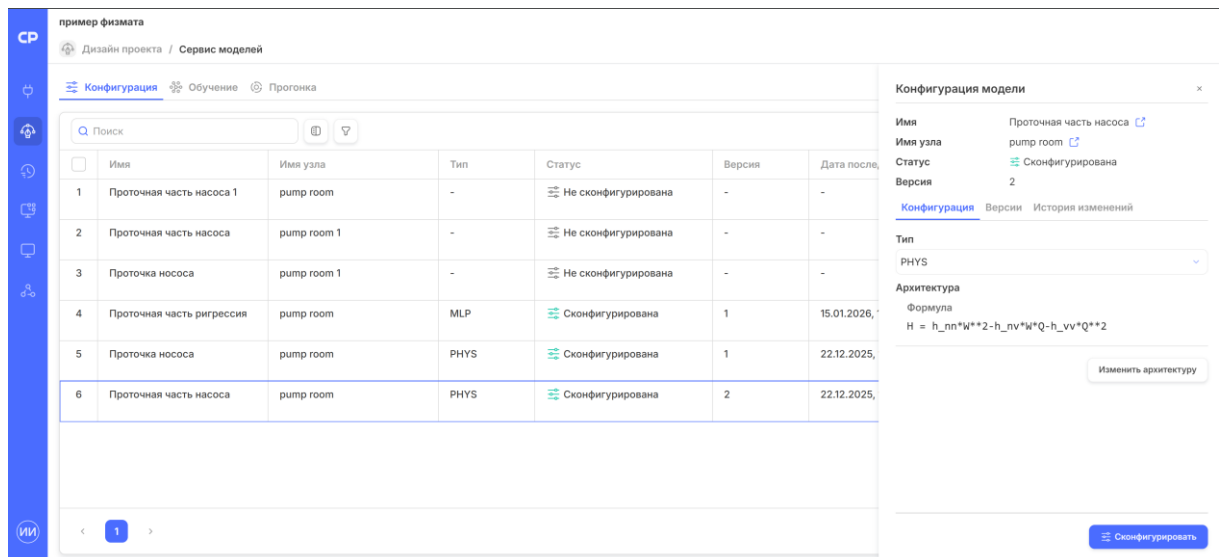


Рисунок 144. Боковая панель модели после конфигурации

Достоинство физико-математического подхода — меньше вычислительных ресурсов на идентификацию при одинаковом объёме данных, а также интерпретируемость результатов. Недостаток — трудоёмкость подбора уравнений, требующая понимания физики моделируемого процесса.

9.6 КРИТЕРИИ ВЫБОРА АРХИТЕКТУРЫ МОДЕЛИ

Для выбора архитектуры ориентируйтесь на краткий гид (Таблица 15).

Таблица 15.

Краткий гид по архитектурам моделей

Тип	Как это работает	Когда применять
MLP	Универсальный «рабочий конь» — выявляет сложные нелинейные зависимости	Большинство задач в статических режимах
BNN	Усовершенствованный MLP — работает с распределениями весов, учитывает неопределённость	Зашумлённые данные, нужна оценка доверительного интервала

Тип	Как это работает	Когда применять
PCR	Находит главные независимые тенденции в данных и строит по ним прогноз	Много коррелированных входных параметров
K-MEANS	Не предсказывает, а ищет ближайший аналог из истории	Дискретные режимы работы оборудования
CNN	Анализирует последовательность значений, улавливает динамику	Переходные процессы, пуски/остановки
PHYS	Использует физические уравнения с идентифицируемыми константами	Известна физика процесса, нужна максимальная интерпретируемость

Ответьте на два вопроса:

- Ваши данные статичны или динамичны? Статика (установившийся или квазистационарный режим): MLP, BNN, PCR, K-MEANS. Динамика (переходные процессы): CNN.
- Что для вас важнее: простота или учёт неопределённости? Простота и скорость — MLP или K-MEANS. Учёт неопределённости — BNN. Много коррелированных параметров — PCR. Есть готовая физическая модель — PHYS.

9.7 ОБУЧЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ

9.7.1 ЗАДАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕЙ И ТЕСТОВОЙ ВЫБОРОК

Корректное задание интервалов для обучения и тестирования — критически важный этап, определяющий будущее качество и надёжность модели.

Интервал обучения непосредственно влияет на то, какие закономерности и режимы работы модель изучит и сможет воспроизвести (т. е. как она будет обобщать).

Интервал тестирования определяет, на каких данных и в каких условиях будет оценена её работа. Именно на этом отрезке проверяется, насколько адекватны прогнозы модели на неизвестных ей ранее данных.

Вы можете задавать несколько интервалов для обучающей и тестовой выборки, гибко настраивая охват данных.

Внимание: хотя система допускает пересечение интервалов внутри одной выборки, настоятельно рекомендуется избегать этого. Пересечения могут приводить к дублированию данных и искажать процесс обучения и тестирования модели.

Задать интервалы можно тремя способами:

- через функционал календаря в боковой панели настройки обучения;
- через выделение нужных интервалов на графиках;
- автоматически, используя функцию разбиения на обучающую и тестовую выборку в нужной пропорции.

Интервалы, заданные любым из способов, не заменяют существующие, а добавляются к ранее указанным. Это позволяет гибко комбинировать разные методы.

9.7.2 ОСОБЕННОСТИ ЗАДАНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ И ГРУПП МОДЕЛЕЙ

Задание интервалов возможно как для отдельных моделей, так и для групп:

- для групп моделей интервалы обучения и тестирования можно задать только при помощи автоматического разбиения;
- при использовании механизма выделения через графики перед переходом к просмотру графиков выделите несколько моделей.

На Рисунке 145 приведён пример выделения двух моделей из сводной таблицы с активированной боковой панелью автоматического разбиения.

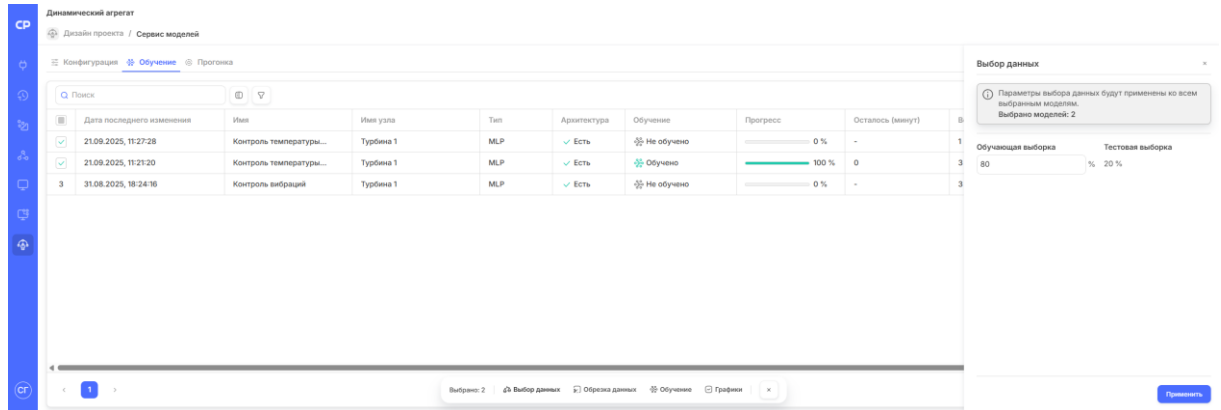


Рисунок 145. Выделение нескольких моделей для назначения интервалов

9.7.3 ЗАДАНИЕ ИНТЕРВАЛА ЧЕРЕЗ КАЛЕНДАРЬ

Механизм одинаков для обучающей и тестовой выборки.

Для добавления интервала (Рисунок 146):

1. Активируйте боковую панель «Обучение модели».
2. Нажмите «Добавить интервал».
3. Используйте функционал календаря для добавления интервала.
4. Нажмите «Применить».
5. В списке появится новый интервал.

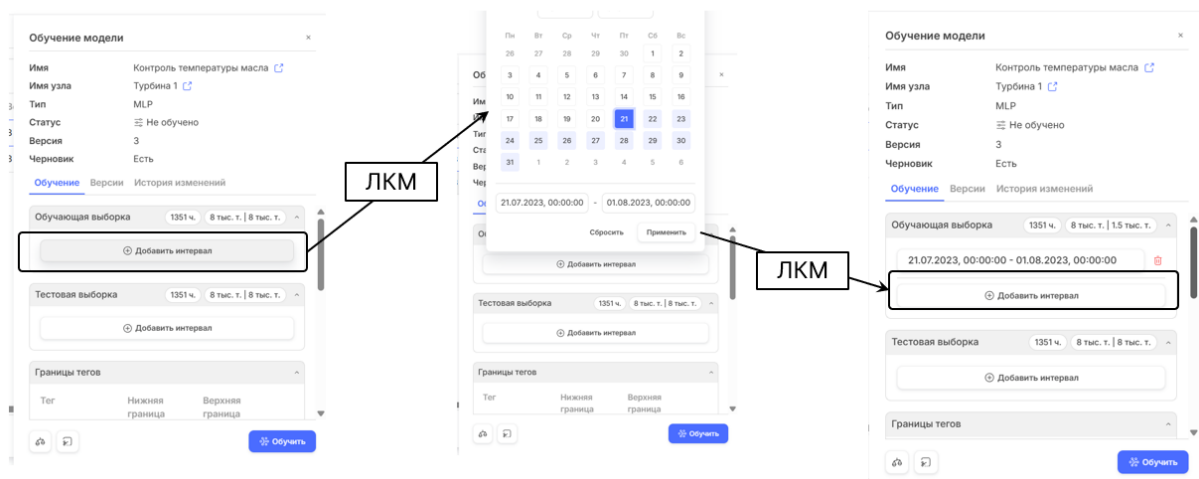


Рисунок 146. Добавление интервала через календарь

Для редактирования интервала нажмите на его карточку — откроется календарь.

Для удаления интервала нажмите на иконку мусорной корзины рядом с его карточкой (Рисунок 147).

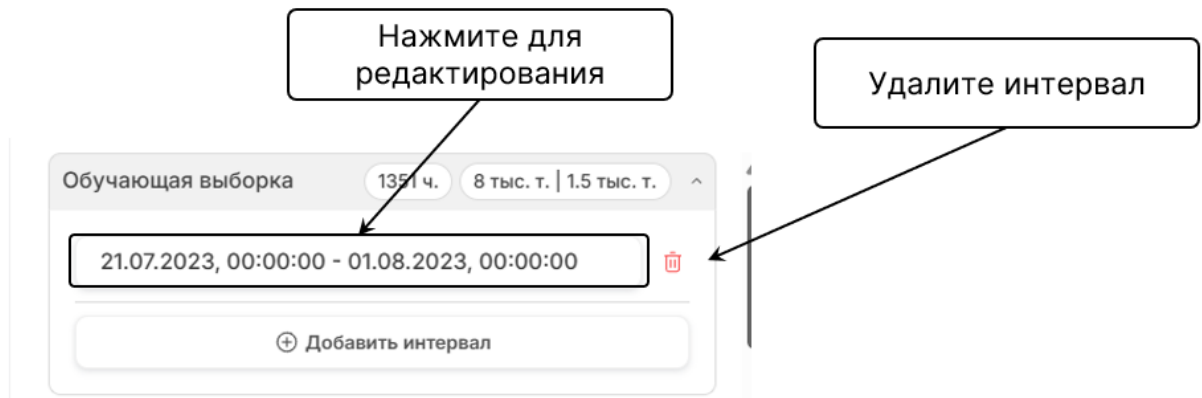


Рисунок 147. Редактирование и удаление интервала

Внимание: мощность тестовой или обучающей выборки с точки зрения продолжительности в часах, а также в точках показана в статусных чипах рядом с надписью карточки.

9.7.4 ЗАДАНИЕ ИНТЕРВАЛА ЧЕРЕЗ ГРАФИКИ

Данный функционал предоставляет интуитивно понятный способ формирования выборок с помощью прямого взаимодействия с графиками. Графики служат вспомогательной визуализацией, позволяя выбрать конкретные временные области с помощью инструмента «прямоугольное выделение».

Внимание: выделенные на графиках интервалы не заменяют, а добавляются к интервалам, заданным через календарь в боковой панели «Обучение».

Последовательность действий:

1. Постройте график параметра, по поведению которого предполагается выделять интервалы (Рисунок 148).



Рисунок 148. Пример графика для выделения интервалов

1. Переключите режим взаимодействия с графиком в режим выделения (соответствующая иконка на панели инструментов графика).
2. Выделите интересующий интервал — он подсветится. В нижней части появится плашка с действиями: «Назад» (сбросить выделение), «Сделать обучающей», «Сделать тестовой» (Рисунок 149).

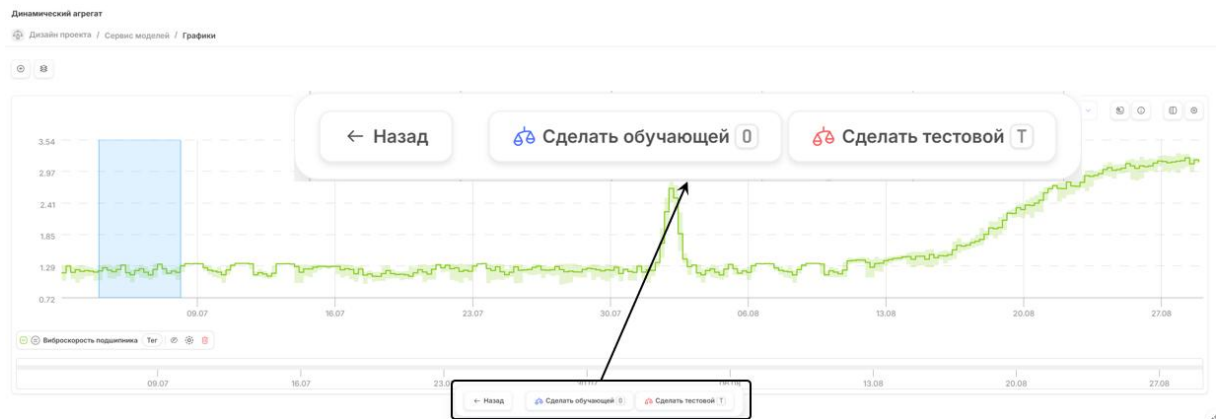


Рисунок 149. Выбранный интервал на графике

1. Просмотрите интервалы в черновиках при помощи боковой панели слоёв (Рисунок 150).



Рисунок 150. Интервалы в черновиках

1. Выберите модели, куда требуется добавить интервалы, и нажмите кнопку сохранения (Рисунок 151).

Динамический агрегат

 Дизайн проекта /  Сервис моделей /  Графики

Слои

x

Выберите объекты для сохранения

^ Все

✓ Контроль вибраций

^ ✓ Контроль температуры масла

Выборки

Границы тегов

Для выбора объекта добавьте интервалы в драфт

^ Драфты

4

 28.07.2023, 07:15:23 - 31.07.2023, 10:58:54 20.07.2023, 17:03:36 - 26.07.2023, 17:23:37 12.07.2023, 10:09:45 - 18.07.2023, 02:42:53 04.07.2023, 00:02:08 - 08.07.2023, 03:39:11

Сбросить

Сохранить

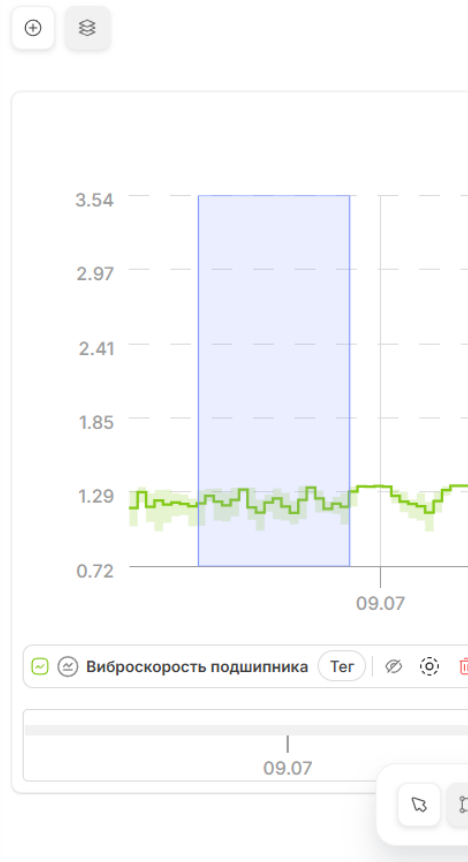


Рисунок 151. Сохранение интервалов для нескольких моделей

После сохранения интервалы исчезнут из списка черновиков, а в нижней части появится сообщение об успешном выполнении операции.

9.7.5 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ

Данный функционал позволяет автоматически разделить все доступные данные на обучающую и тестовую выборки в заданной пропорции с соблюдением хронологического порядка.

Система анализирует весь временной ряд, доступный для модели, после чего выполняет разбиение:

- Обучающая выборка: формируется из первых $K\%$ данных (например, 80%). Модель обучается на более ранних данных.
- Тестовая выборка: формируется из последних $(100-K)\%$ данных (например, 20%). Качество модели оценивается на более поздних, ранее не виденных данных.

Такой подход строго имитирует реальные условия прогнозирования и предотвращает «утечку» данных из будущего.

Перейти к автоматическому разбиению можно двумя способами:

- через боковую панель «Обучение модели»: в нижней части найдите иконку «Выборка данных» (весы), при нажатии откроется мини-меню для ввода процента данных для обучения (Рисунок 152);

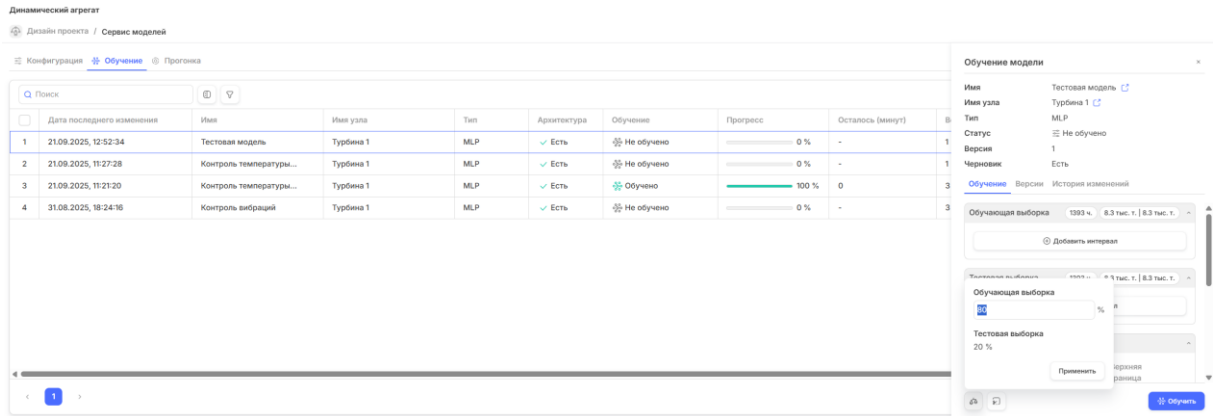


Рисунок 152. Задание автоматического разбиения через боковую панель

- через групповые действия: выберите нужные модели в сводной таблице, в плашке групповых действий выберите «Выбор данных», введите процент и нажмите «Применить» (Рисунок 153).

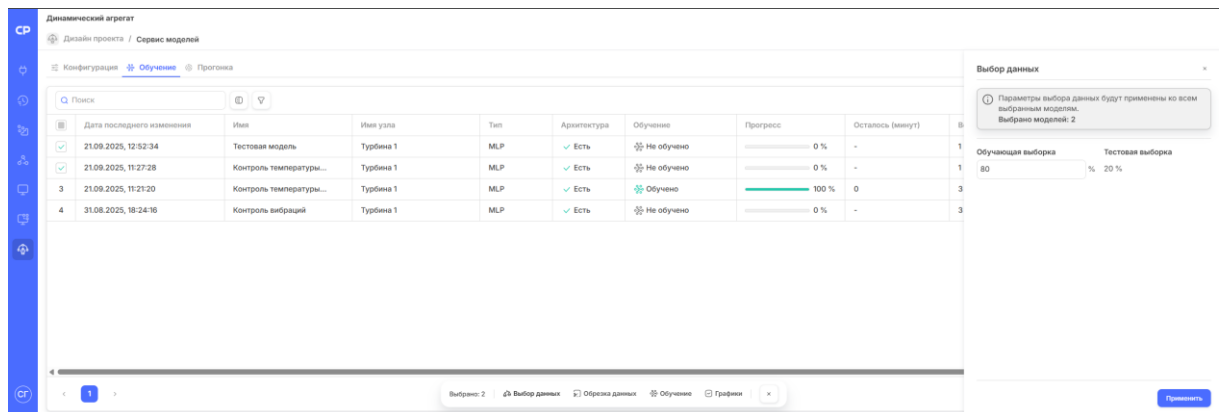


Рисунок 153. Задание автоматического разбиения через групповые действия

Внимание: автоматическое разбиение выполняется иммутабельно — в момент выполнения команды система фиксирует объём доступных данных и производит расчёт пропорции исключительно на их основе.

9.8 ЗАПУСК ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ

9.8.1 ЗАПУСК ОБУЧЕНИЯ

После задания интервалов обучающей и тестовой выборок модель готова к обучению. Для запуска обучения нажмите кнопку «Обучить» в нижней части боковой панели (Рисунок 154).

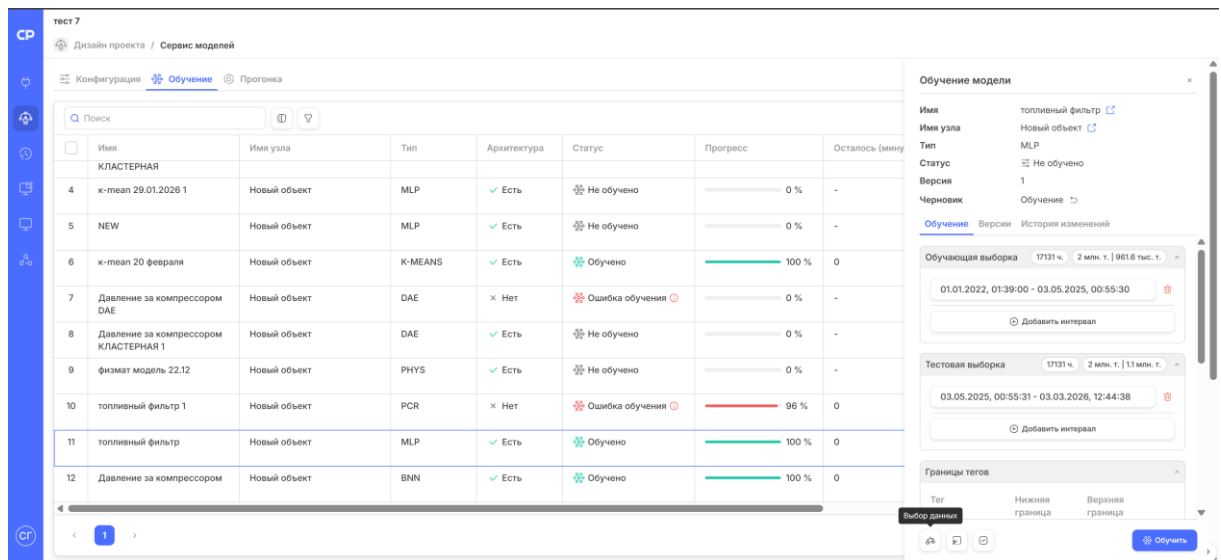


Рисунок 154. Боковая панель с интервалами и кнопкой «Обучить»

После нажатия кнопки модель переходит в статус «Обучается» (Рисунок 155). В столбце «Прогресс» отображается индикатор продвижения процесса обучения (Рисунок 156).

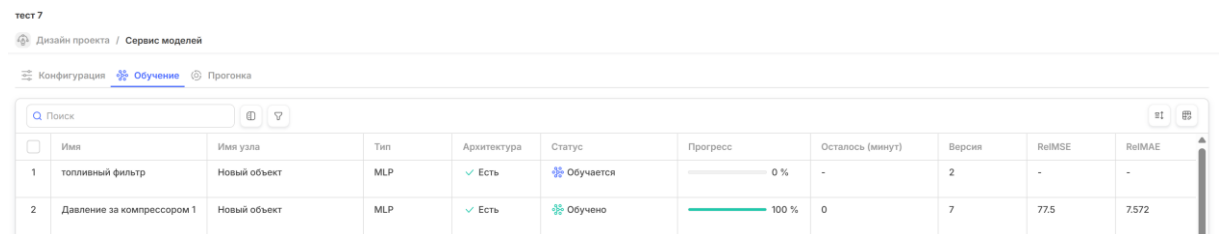


Рисунок 155. Модель в статусе «Обучается»

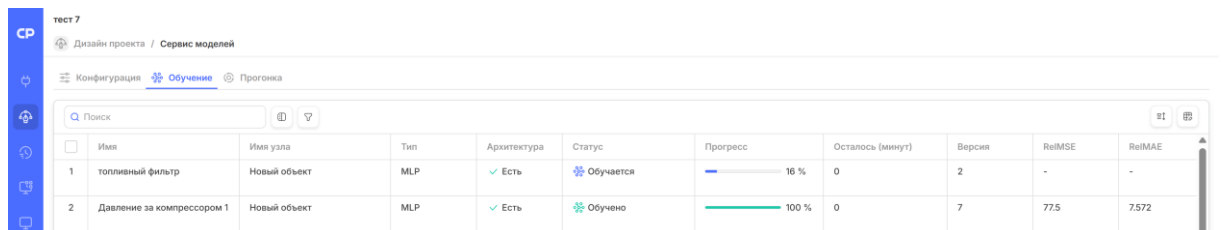


Рисунок 156. Прогресс обучения модели

По завершении обучения статус модели изменится на «Обучено». В таблице становятся доступны метрики точности, рассчитанные на тестовой выборке (Рисунок 157).

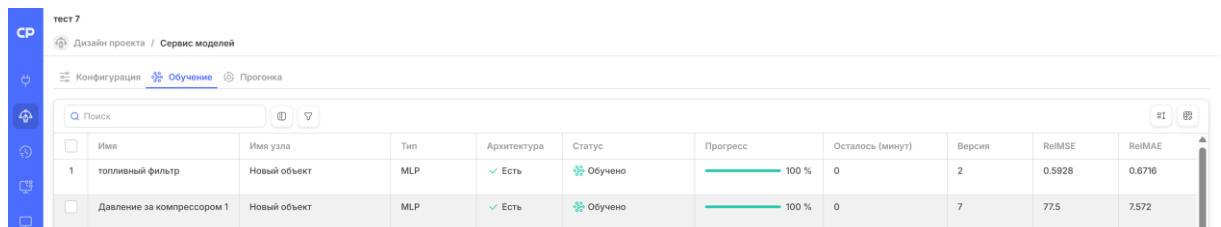


Рисунок 157. Результат обучения: статус «Обучено» и метрики в таблице

9.8.2 МЕТРИКИ ТОЧНОСТИ

После обучения для каждой модели рассчитываются метрики точности на тестовой выборке. Метрики отображаются в сводной таблице и в детальной информации о версии.

Таблица 16.

Метрики точности модели

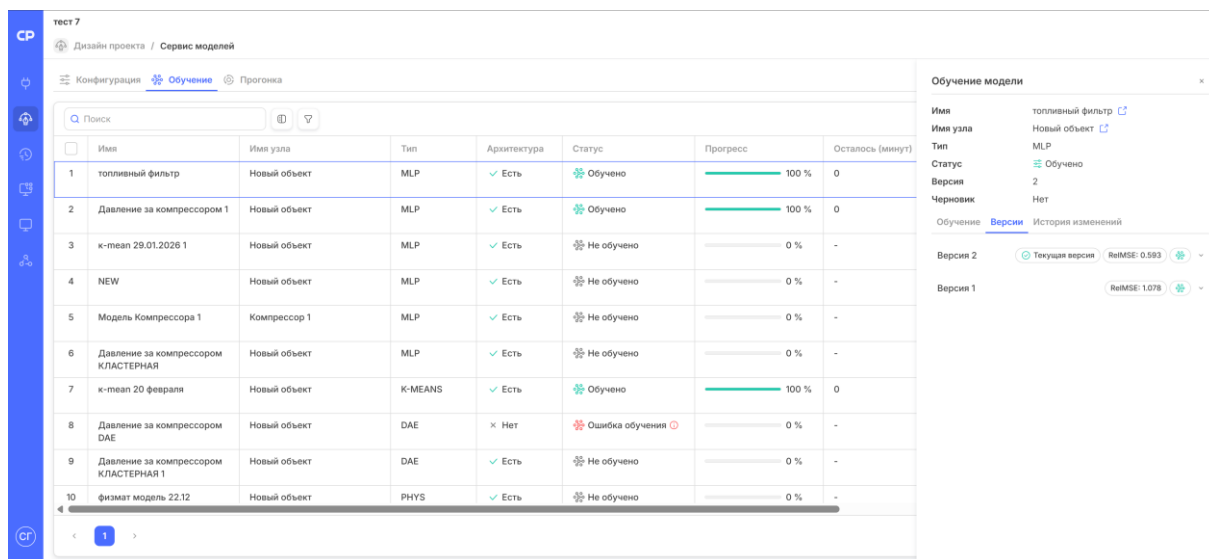
Метрика	Формула	Интерпретация
RelMSE (относительная среднеквадратичная ошибка)	$\text{RelMSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2$	Средний квадрат отклонения предсказанного значения от фактического. Чувствительна к выбросам. Чем ближе к 0, тем точнее модель. Значения рассчитываются на нормированных данных
RelMAE (относительная средняя абсолютная ошибка)	$\text{RelMAE} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i - \hat{y}_i }{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i }$	
MAPE (средняя абсолютная процентная ошибка), %	$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right $	
R2 (коэффициент детерминации)	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$	Доля дисперсии данных, объяснённая моделью. Принимает значения от 0 до 1 (может быть отрицательным при очень плохой модели). R2 = 1 означает идеальное совпадение; R2 > 0.9 — хорошая точность; R2 < 0.5 — модель требует доработки

В формулах: y_i — фактическое значение, $\hat{y}_i$ — предсказанное моделью значение, $\bar{y}$ — среднее фактическое значение, N — число точек в тестовой выборке.

9.8.3 ВЕРСИИ МОДЕЛИ

Каждое обучение создаёт новую версию модели. Предыдущие версии сохраняются и доступны для просмотра и переключения.

Для просмотра версий откройте боковую панель модели и перейдите на вкладку «Версии» (Рисунок 158).



Имя	Имя узла	Тип	Архитектура	Статус	Прогресс	Осталось (минут)
1 топливный фильтр	Новый объект	MLP	✓ Есть	Обучено	100 %	0
2 Давление за компрессором 1	Новый объект	MLP	✓ Есть	Обучено	100 %	0
3 к-тепл 29.01.2026 1	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
4 NEW	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
5 Модель Компрессора 1	Компрессор 1	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
6 Давление за компрессором КЛАСТЕРНАЯ	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
7 к-тепл 20 февраля	Новый объект	K-MEANS	✓ Есть	Обучено	100 %	0
8 Давление за компрессором DAE	Новый объект	DAE	✗ Нет	Ошибка обучения	0 %	-
9 Давление за компрессором КЛАСТЕРНАЯ 1	Новый объект	DAE	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
10 физмат модель 22.12	Новый объект	PHYS	✓ Есть	Не обучено	0 %	-

Обучение модели	
Имя	топливный фильтр
Имя узла	Новый объект
Тип	MLP
Статус	Обучено
Версия	2
Черновик	Нет
Обучение Версии История изменений	
Версия 2	Текущая версия RelMSE: 0.593
Версия 1	RelMSE: 1.078

Рисунок 158. Вкладка «Версии» в боковой панели обучения

Для каждой версии можно открыть подробную информацию (Рисунок 159):

- дата создания версии и автор;
- тип и архитектура модели (функция активации, число слоёв, мультипликатор);
- метрики точности (RelMSE, RelMAE, MAPE, R2);
- параметры обучения (размер батча, количество эпох, скорость обучения).

тест 7

Дизайн проекта / Сервис моделей

Конфигурация **Обучение** Прогонка

Поиск

	Имя	Имя узла	Тип	Архитектура	Статус	Прогресс	Осталось (минут)
1	топливный фильтр	Новый объект	MLP	✓ Есть	Обучено	100 %	0
2	Давление за компрессором 1	Новый объект	MLP	✓ Есть	Обучено	100 %	0
3	к-тепл 29.01.2026 1	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
4	NEW	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
5	Модель Компрессора 1	Компрессор 1	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
6	Давление за компрессором КЛАСТЕРНАЯ	Новый объект	MLP	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
7	к-тепл 20 февраля	Новый объект	K-MEANS	✓ Есть	Обучено	100 %	0
8	Давление за компрессором DAE	Новый объект	DAE	✗ Нет	Ошибка обучения	0 %	-
9	Давление за компрессором КЛАСТЕРНАЯ 1	Новый объект	DAE	✓ Есть	Не обучено	0 %	-
10	физмат модель 22.12	Новый объект	PHYS	✓ Есть	Не обучено	0 %	-

Обучение модели

Имя: топливный фильтр

Имя узла: Новый объект

Тип: MLP

Статус: Обучено

Версия: 2

Черновик: Нет

Обучение: **Версии** История изменений

Версия 2 Текущая версия ReIMSE: 0.593

Дата создания версии: 18.03.2026, 12:56:44

Кем создана версия: Сергей Гавриленков

Тип: MLP

Архитектура: Явный вид

Функция активации: RELU

Число слоев: 2

Мультипликатор: 2

ReIMSE: 0.5927910069334075

ReIMAE: 0.6715957515495867

MAPE: 40.80560508383662

R2: -2.7294804079770256

Размер батча: 1500

Количество эпох: 30

Скорость обучения: 0.001

Рисунок 159. Подробная информация о версии модели

Для установки версии как актуальной нажмите кнопку «Включить» в нижней части карточки версии (Рисунок 160). Выбранная версия получит бейдж «Текущая версия» и будет использоваться при потоковых вычислениях в мониторинге.

Обучение модели

×

Имя

топливный фильтр

↗

Имя узла

Новый объект

↗

Тип

MLP

Статус

Обучено

Версия

2

Черновик

Нет

Обучение

Версии

История изменений

Мультипликатор

2

RelMSE

1.0782682364366056

RelMAE

0.6272071534408956

MAPE

691.7882349572662

R2

-0.14632787665471292

Размер батча

1500

Количество эпох

30

Скорость обучения

0.001

Обучающая выборка

01.01.2022, 01:39:00 — 22.10.2023, 07:05:24

Тестовая выборка

22.10.2023, 07:05:25 — 04.04.2024, 02:27:00

Теги

перепад на фильтре, -1.9651 — 16.07

Расход топлива, 9.009 — 157.64

Включить

Рисунок 160. Кнопка «Включить» для выбора актуальной версии

9.8.4 ДООБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ

После обучения вкладка «Обучение» очищается — интервалы предыдущей версии фиксируются и более не отображаются (Рисунок 161).

Обучение модели

×

Имя	топливный фильтр 
Имя узла	Новый объект 
Тип	MLP
Статус	 Обучено
Версия	1
Черновик	Нет

[Обучение](#)[Версии](#)[История изменений](#)

Чтобы обучить модель, выполните
настройки обучения.

[Настройки обучения](#)

Рисунок 161. Вкладка «Обучение» после завершения обучения

Для создания новой версии (дообучения) задайте новые интервалы обучения и тестирования. До запуска обучения все настройки имеют статус «черновик», который можно сбросить (Рисунок 162).

Обучение модели



Имя	топливный фильтр 
Имя узла	Новый объект 
Тип	MLP
Статус	 Не обучено
Версия	1
Черновик	Обучение 

[Обучение](#)[Версии](#)[История изменений](#)

Обучающая выборка

17131 ч.

2 млн. т. | 752.7 тыс. т.



01.01.2022, 01:39:00 - 22.10.2023, 07:05:24

 Добавить интервал

Тестовая выборка

17131 ч.

2 млн. т. | 208.9 тыс. т.



22.10.2023, 07:05:25 - 04.04.2024, 02:27:00

 Добавить интервал

Границы тегов



Тег

Нижняя
границаВерхняя
граница **Обучить**

Рисунок 162. Черновик новой версии с возможностью сброса

В разделе «Параметры обучения» боковой панели доступен флажок «Дообучение» (Рисунок 163). При активации этого флажка модель будет обучаться не с нуля, а на основе весов предыдущей версии. Это позволяет:

- ускорить обучение при незначительных изменениях данных;
- сохранить ранее выученные закономерности, дополнив их новыми данными;
- адаптировать модель к изменившимся условиям эксплуатации без полной переподготовки.

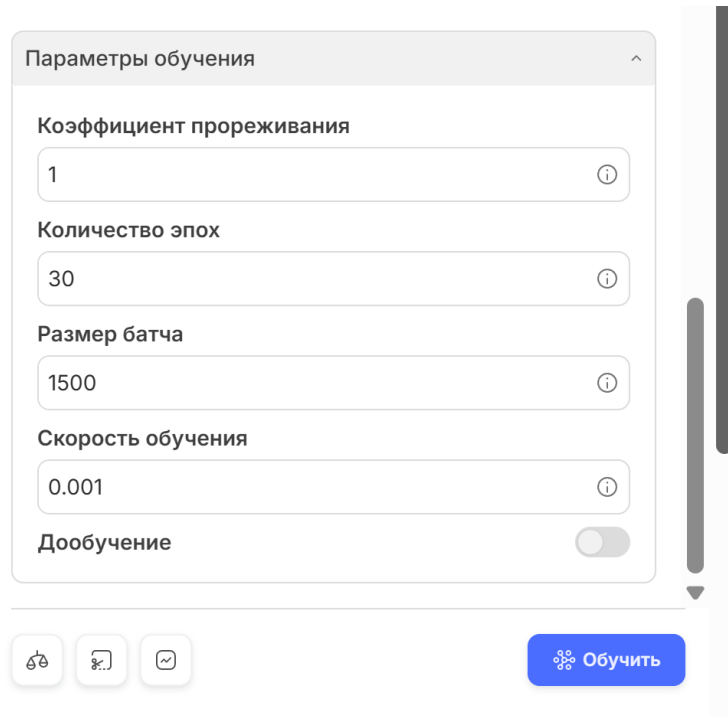


Рисунок 163. Флажок «Дообучение» в параметрах обучения

После задания интервалов и настройки параметров нажмите «Обучить». Будет создана новая версия модели. Для её активации перейдите на вкладку «Версии» и нажмите «Включить».

9.9 ПРОГОНКА МОДЕЛЕЙ: ПОДГОТОВКА

Прогонка — это расчёт модели на исторических данных с целью оценки её работы перед запуском в мониторинг. Цель прогонки — убедиться в отсутствии ложных срабатываний в периоды исправной работы оборудования (априорная информация) и в наличии срабатываний при известных дефектах.

Перед запуском прогонки необходимо выполнить два ключевых шага: задать границы тегов (зоны ИС) и настроить параметры прогонки. Эти действия выполняются на вкладке «Прогонка» СМД.

9.9.1 ЗАДАНИЕ ГРАНИЦ ТЕГОВ

Границы тегов определяют, какое значение отклонения между фактическим и расчётным значением выходного параметра модели соответствует какому значению ИС. Это ключевая настройка чувствительности модели к отклонениям.

Для настройки границ тега нажмите на строку модели в сводной таблице на вкладке «Прогонка» — откроется боковая панель «Прогонка модели» (Рисунок 164).

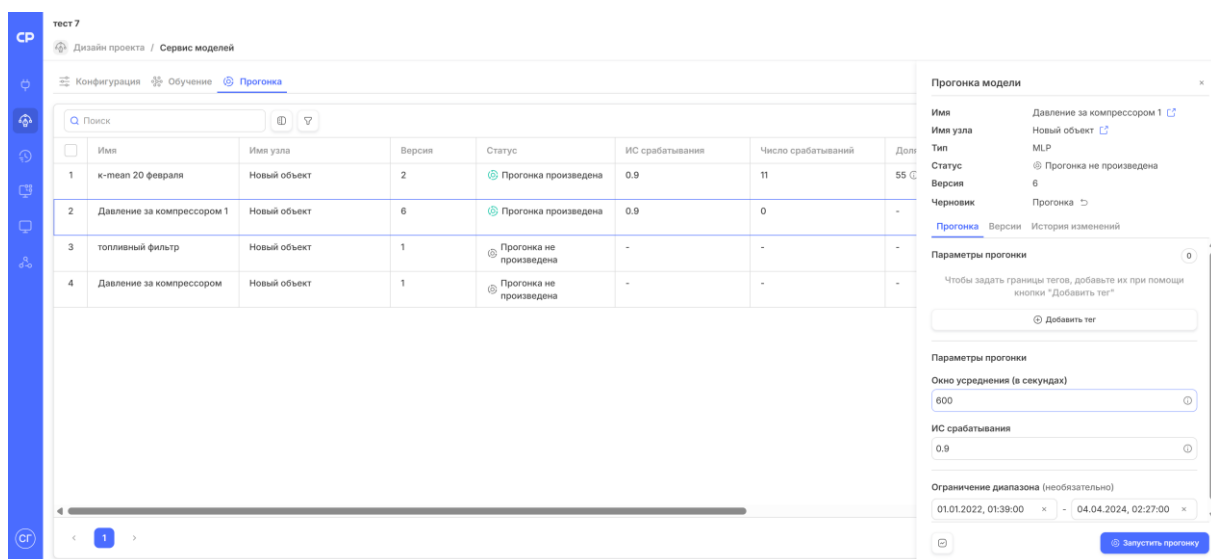


Рисунок 164. Боковая панель прогонки модели

В разделе «Параметры прогонки» боковой панели находится блок «Границы тегов». Для каждого выходного тега модели задаётся мини-таблица с параметрами:

- Направление «вверх» (↑): отклонение фактического значения выше модельного;
- Направление «вниз» (↓): отклонение фактического значения ниже модельного;
- для каждого направления указываются два значения порога — для ИС минимальной разладки (например, при ИС = 0,9 — начало «жёлтой зоны») и для ИС максимальной разладки (при ИС = 0 — предельное отклонение).

Пример настройки границ тега «Давление за компрессором» показан на Рисунке 165.

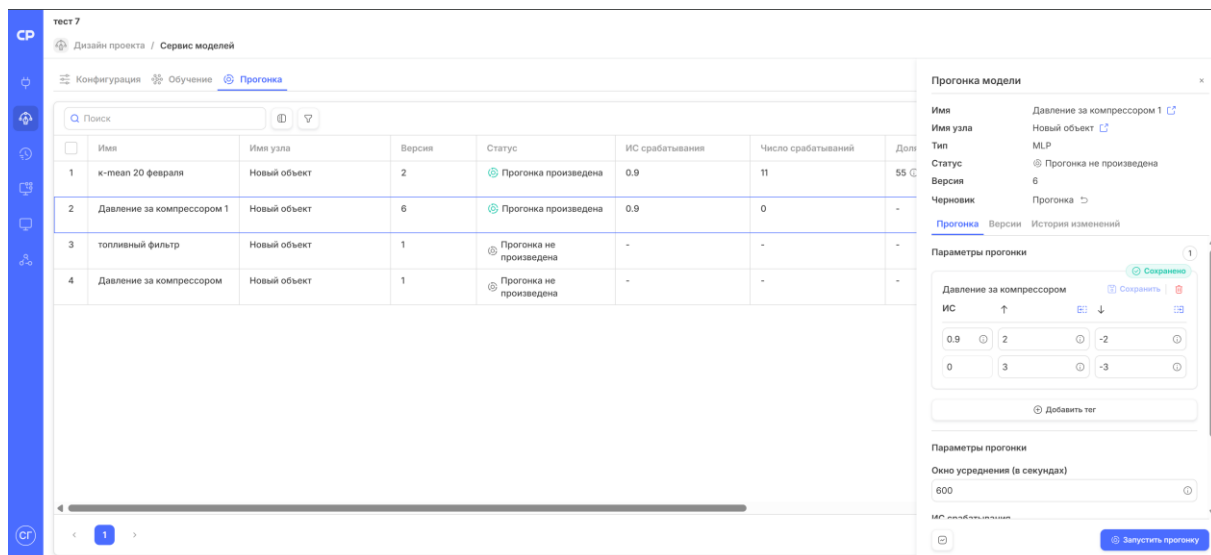


Рисунок 165. Настройка границ тега

В данном примере для тега задано: при ИС = 0,9 порог вверх = 2 (и -2 вниз), при ИС = 0 порог вверх = 3 (и -3 вниз). Это означает, что отклонение фактического значения от модельного на 2 единицы соответствует начальному ИС = 0,9, а отклонение на 3 единицы — максимальной разладке (ИС = 0).

Кнопка зеркалирования (между столбцами ↑ и ↓) позволяет автоматически перенести значения из одного направления в другое с противоположным знаком.

Для добавления тега в список нажмите «Добавить тег» — откроется перечень доступных для добавления тегов модели. Уже добавленные теги не отображаются в списке.

Для сохранения настроек каждого тега нажмите иконку сохранения рядом с тегом. Статус тега изменится на «Сохранено». При изменении значений статус автоматически сменится на «Не сохранено».

9.9.2 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОДБОР ГРАНИЦ ТЕГОВ

При работе с большим количеством моделей границы тегов могут быть подобраны автоматически. Для этого при запуске прогонки (одной или нескольких моделей) включите переключатель «Автоматический подбор границ» и задайте параметры:

- Окно поиска (дней) — временной интервал для анализа (по умолчанию 7 дней, допустимые значения 1–365);
- Допустимые выбросы (%) — процент данных, которые могут быть отнесены к выбросам (по умолчанию 0%, допустимые значения 0–100).

Внимание: при включённом автоматическом подборе границ в тех моделях, где границы были установлены вручную, новые границы заменят старые.

9.9.3 ПАРАМЕТРЫ ПРОГОНКИ

Помимо границ тегов, перед запуском необходимо задать следующие параметры:

1. Окно усреднения (в секундах) — временное окно, в рамках которого ИС модели усредняется. По умолчанию 600 секунд (10 минут). Увеличение окна сглаживает кратковременные выбросы.
2. ИС срабатывания — пороговое значение ИС, при котором фиксируется срабатывание. По умолчанию 0,9. Если ИС модели становится ниже этого порога, система регистрирует срабатывание.
3. Ограничение диапазона (необязательно) — даты «От» и «До» для ограничения исторического интервала, на котором будет выполнена прогонка. Если не задано, прогонка выполняется на всех доступных данных.

9.9.4 ЗАПУСК ПРОГОНКИ ОДНОЙ МОДЕЛИ

После того как границы тегов заданы и параметры настроены, нажмите кнопку «Запустить прогонку» в нижней части боковой панели. Боковая панель закроется, и прогонка запустится.

Внимание: пока настройка прогонки не выполнена (границы тегов не заданы), кнопка запуска находится в неактивном состоянии.

9.9.5 ЗАПУСК ПРОГОНКИ НЕСКОЛЬКИХ МОДЕЛЕЙ

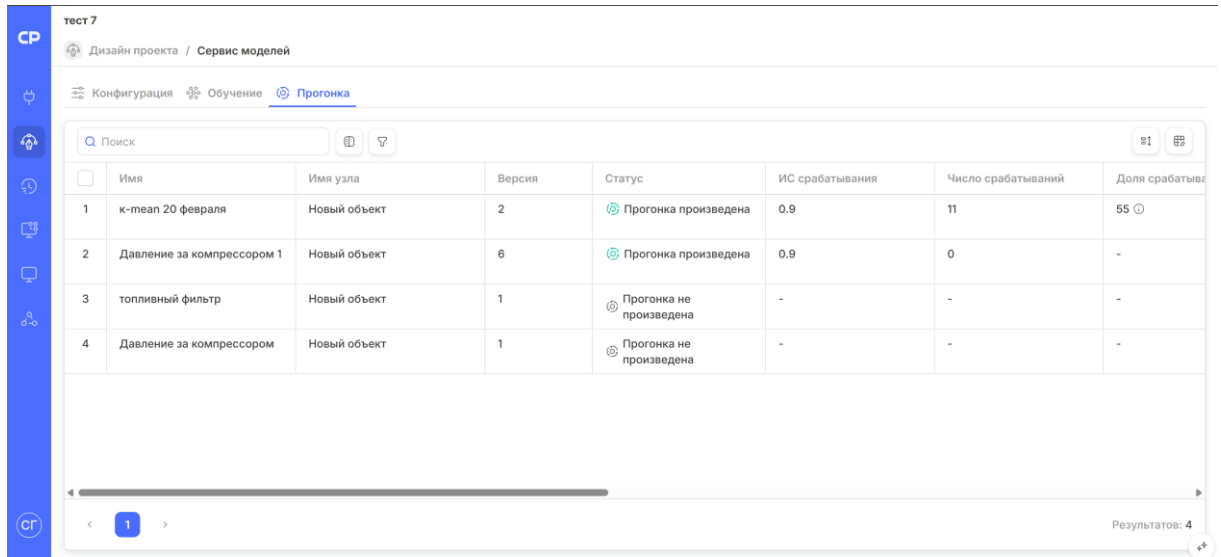
Для одновременной прогонки нескольких моделей выделите нужные строки в сводной таблице. В панели групповых действий в нижней части экрана выберите «Прогонка» — откроется боковая панель «Прогонка моделей».

В боковой панели указано количество выделенных моделей. Параметры прогонки (окно усреднения, ИС срабатывания) будут применены ко всем выделенным моделям. Дополнительно можно задать число данных (%) — какой процент исторических данных использовать для прогонки (по умолчанию 100%).

9.10 ПРОГОНКА МОДЕЛЕЙ: РЕЗУЛЬТАТЫ

9.10.1 СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПРОГОНКИ

Результаты прогонки отображаются в сводной таблице на вкладке «Прогонка» (Рисунок 166).



	Имя	Имя узла	Версия	Статус	ИС срабатывания	Число срабатываний	Доля срабатываний
1	к-тепл 20 февраля	Новый объект	2	Прогонка произведена	0.9	11	55
2	Давление за компрессором 1	Новый объект	6	Прогонка произведена	0.9	0	-
3	топливный фильтр	Новый объект	1	Прогонка не произведена	-	-	-
4	Давление за компрессором	Новый объект	1	Прогонка не произведена	-	-	-

Рисунок 166. Сводная таблица прогонки моделей

Таблица содержит следующие столбцы:

- Имя — название модели;
- Имя узла — узел, к которому принадлежит модель;
- Версия — номер текущей версии модели;
- Статус — текущее состояние прогонки, обозначается цветной иконкой: серая — «Прогонка не произведена», синяя — «Производится прогонка», красная — «Ошибка прогонки», зелёная — «Прогонка произведена»;
- ИС срабатывания — заданный пороговый ИС;
- Число срабатываний — количество зафиксированных срабатываний на интервале прогонки;
- Доля срабатываний (%) — отношение времени, в которое есть срабатывание, к общему времени интервалов прогонки. При наведении отображается подсказка с указанием времени срабатываний и общего времени в часах;
- ИС 99% — индекс состояния, ниже которого не опускаются 99% данных. Позволяет оценить, нет ли редких экстремальных выбросов;
- ИС 90% — аналогично для 90% данных;
- ИС 75% — аналогично для 75% данных;
- Дата последнего изменения — дата/время последней операции;
- Кем изменено — автор последнего изменения.

Таблица поддерживает поиск (по имени и имени узла), фильтрацию по всем столбцам и сортировку.

9.10.2 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГОНКИ

Метрики ИС 99%, ИС 90% и ИС 75% позволяют быстро оценить распределение индекса состояния:

- если ИС 99% близок к 1 — модель почти не показывает отклонений, прогонка «чистая»;
- если ИС 75% существенно ниже порога срабатывания — значительная часть данных находится в зоне разладки, что может указывать на завышенную чувствительность или реальные дефекты в данных;
- доля срабатываний показывает, какую долю времени модель фиксирует аномалию. На данных исправной работы эта доля должна быть минимальной.

9.10.3 ПРОСМОТР ГРАФИКОВ ПРОГОНКИ

Для детального анализа результатов прогонки доступен функционал графиков. Для перехода к графикам выберите нужную модель в таблице на вкладке «Прогонка» и нажмите кнопку «Графики» в панели действий (Рисунок 167). Также можно выделить до 15 моделей и выбрать «Графики» в панели групповых действий.

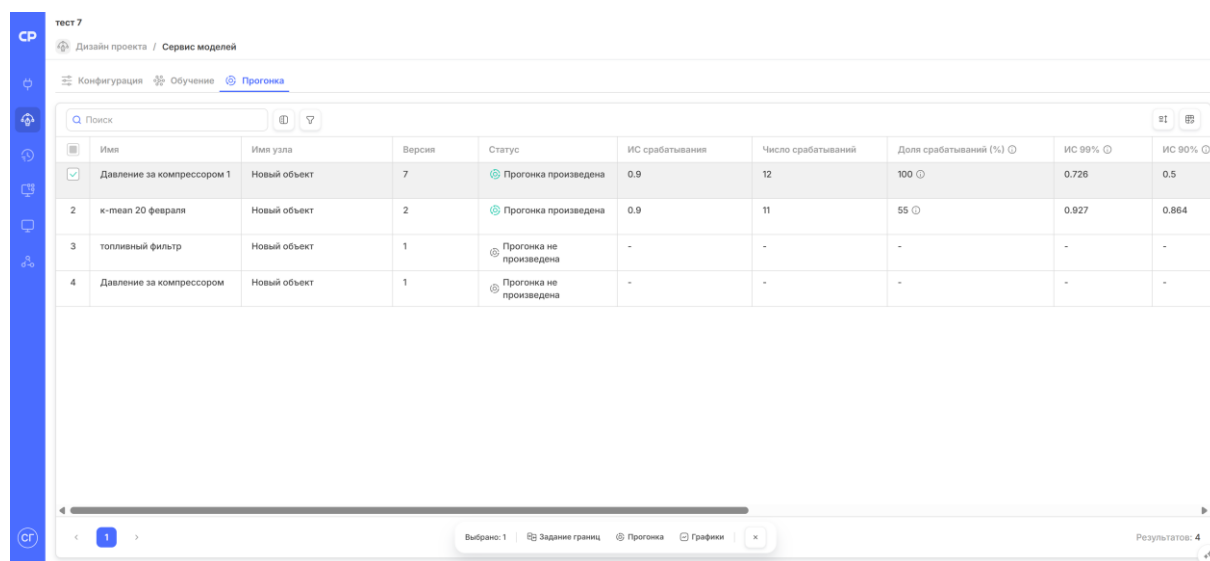


Рисунок 167. Выбор модели и переход к графикам

Внимание: действие «Графики» недоступно при выборе более 15 моделей.

В открывшемся окне выберите тип области «Линейные» — на графиках будут отображены изменения ИС, ошибки модели и расчётные показатели за период прогонки (Рисунок 168).



Рисунок 168. Выбор типа графической области

Далее в менеджере данных выберите теги для отображения — аналогично историческому сервису (Рисунок 169).

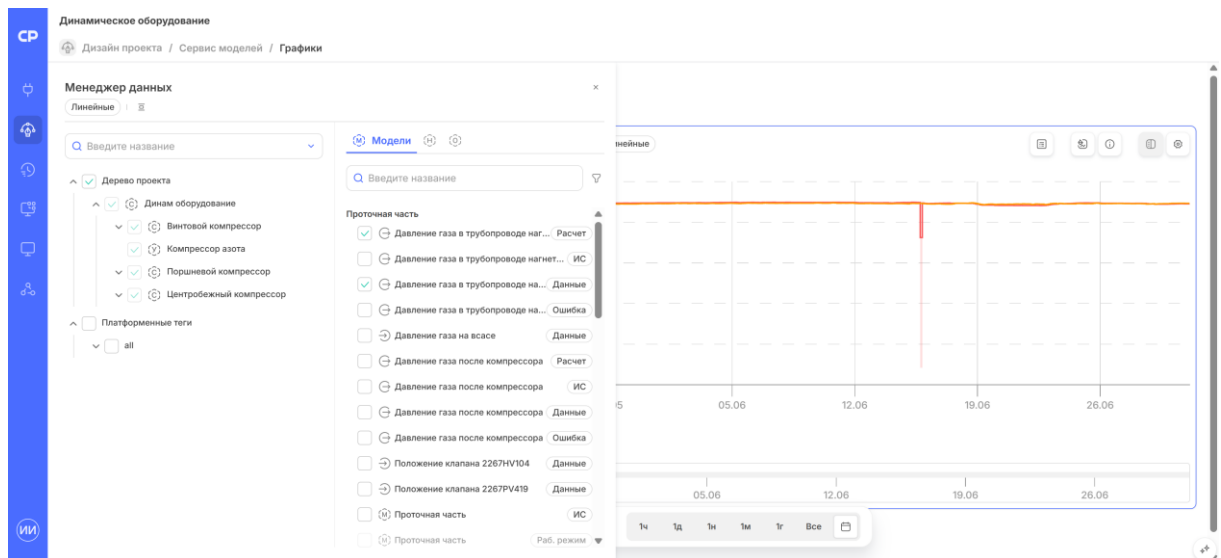


Рисунок 169. Выбор тегов в менеджере данных для графиков прогонки

В отличие от исторического сервиса, графические области в режиме прогонки синхронизированы по умолчанию. Набор инструментов для управления диапазонами аналогичен, но имеет ряд дополнений (Рисунок 170).



Рисунок 170. Синхронизированные графические области прогонки

Управление масштабом. Инструмент «управление масштабом» позволяет увеличить изображение в выбранном прямоугольнике, а не только по временному диапазону (Рисунок 171). Для этого зажмите левую кнопку мыши и выделите область на графике.

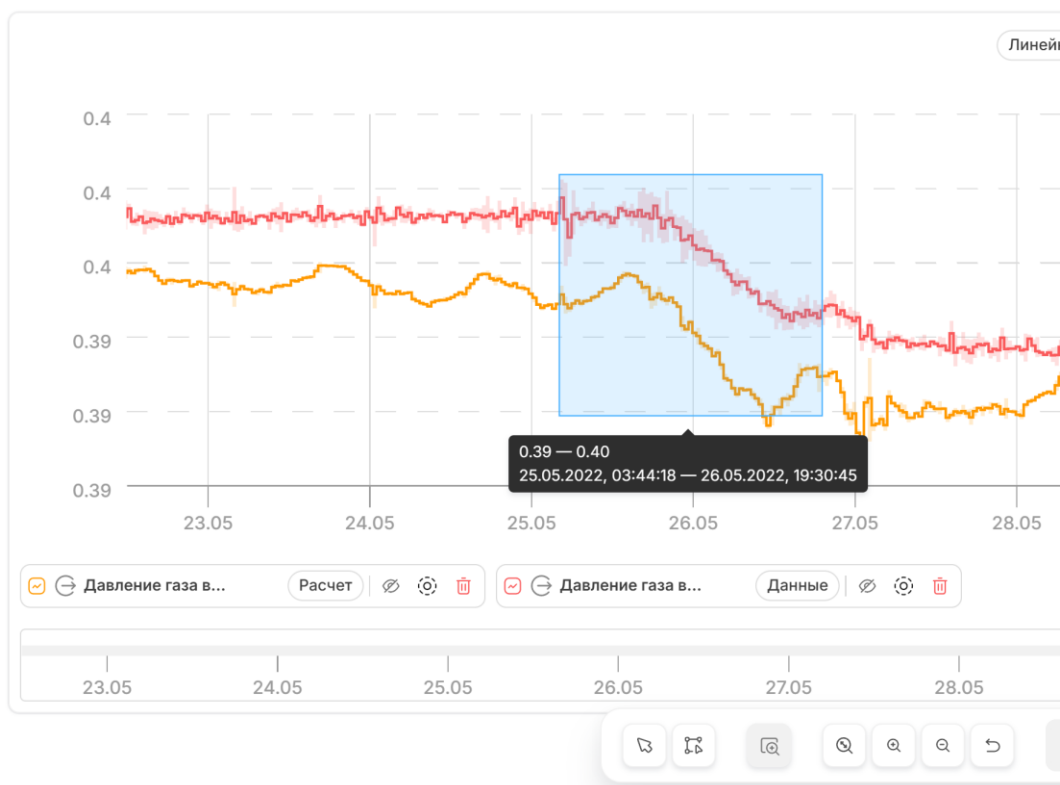


Рисунок 171. Увеличение области прямоугольным выделением

Меню слоёв. В боковой панели «Слои» отображается информация о прогонке (Рисунок 172):

- Интервалы — актуальный временной интервал прогонки;
- Границы тегов — предельные значения разладки для каждого тега;
- Текущий интервал — выбранный диапазон; при запуске прогонки расчёт будет выполнен именно на этом периоде;
- Драфты — сохранённые черновики интервалов.

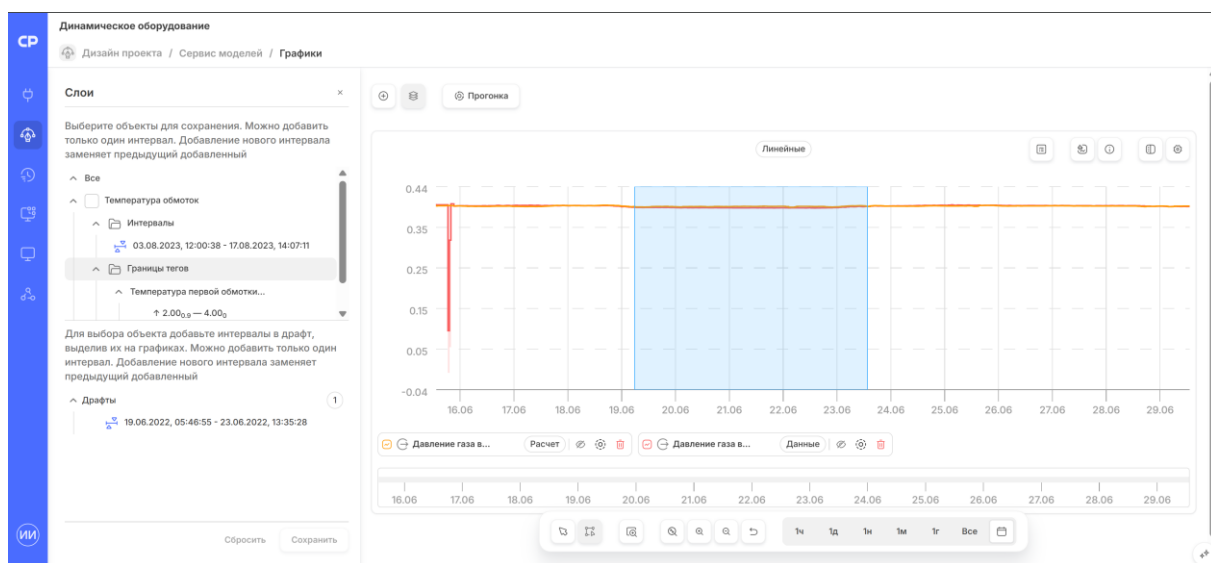


Рисунок 172. Меню слоёв: интервалы, границы тегов, драфты

Для каждого тега в разделе «Границы тегов» отображаются предельные значения разладки для положительного и отрицательного диапазонов (Рисунок 173). В подстрочном индексе указывается значение ИС, которому соответствует данная граница.

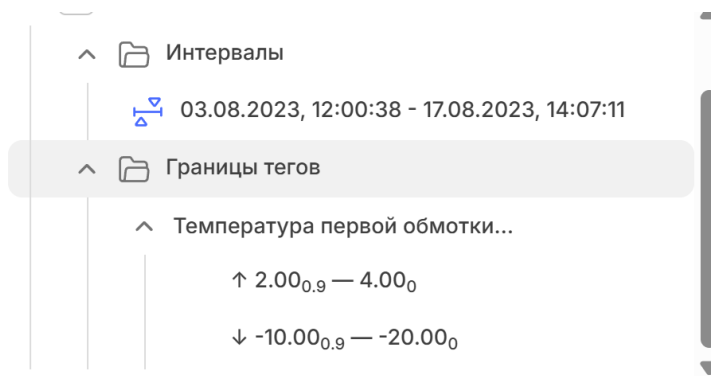


Рисунок 173. Границы тегов: значения разладки и соответствующие ИС

9.10.4 ВЕРСИИ ПРОГОНКИ

Каждый запуск прогонки с определёнными настройками фиксируется как версия. Для просмотра версий откройте боковую панель модели и перейдите на вкладку «Версии».

Для каждой версии, по которой была успешно проведена прогонка, отображаются:

- статус прогонки (произведена, ошибка, в процессе);
- параметры прогонки (окно усреднения, ИС срабатывания);
- ограничение диапазона (если было задано);
- число и доля срабатываний;
- метрики ИС 99%, ИС 90%, ИС 75%;
- зафиксированные границы тегов.

Для выбора рабочей версии нажмите «Включить» — на выбранной версии появится бейдж «Текущая версия».

9.10.5 ЧЕРНОВИК ПРОГОНКИ

При изменении параметров прогонки (границ тегов, окна усреднения и пр.) без запуска новой прогонки система фиксирует наличие черновика. Статус «Черновик: Есть» отображается в боковой панели.

Для сброса черновика (отмены незафиксированных изменений) нажмите кнопку «Сбросить» рядом со статусом черновика. Информация на вкладке «Прогонка» будет возвращена к последней зафиксированной версии.

9.10.6 ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ НА ВКЛАДКЕ «ПРОГОНКА»

При выделении нескольких моделей в сводной таблице доступны следующие групповые действия:

1. Задание границ — открывает боковую панель для задания границ тегов сразу для нескольких моделей.
2. Прогонка — открывает боковую панель для одновременного запуска прогонки выделенных моделей.

3. Графики — переход к просмотру графиков для выделенных моделей (до 15).

10 НАСТРОЙКА ФОРМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

10.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА

Сервис дизайна мнемосхем (СДМ) предназначен для создания и настройки интерактивных визуализаций — мнемосхем, которые отображают состояние оборудования и технологических процессов в режиме реального времени.

Мнемосхема представляет собой рабочую область (канвас), на которую размещаются блоки различных типов: числовые значения, статусы, графики, спидометры, гистограммы, таблицы и другие виджеты. Каждый блок подключается к источникам данных через дерево проекта или платформенные теги и отображает актуальные значения параметров.

СДМ выполняет следующие функции:

- управление каталогом мнемосхем: создание, дублирование и удаление мнемосхем;
- редактирование мнемосхем: размещение и настройка блоков на канвасе;
- подключение данных: привязка блоков к источникам данных через менеджер данных;
- настройка навигации: установка ссылок между мнемосхемами и ссылок на группы областей исторического сервиса.

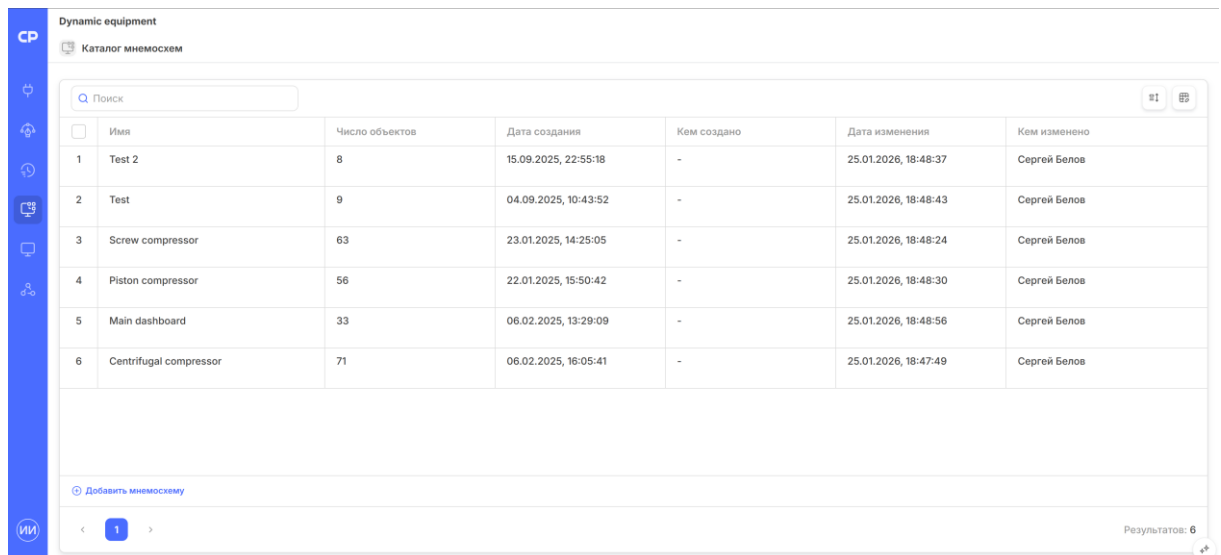
Внимание: мнемосхемы, созданные в СДМ, отображаются в сервисе мониторинга (СМ) в режиме реального времени. В СДМ выполняется только проектирование визуализаций.

10.2 ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ

Работа с мнемосхемами организована в три этапа:

1. Подготовка проекта в СДП — создание узлов, моделей, неисправностей и прогнозов, данные которых потребуется визуализировать. Дерево проекта формирует источники данных для блоков мнемосхем.
2. Дизайн мнемосхем в СДМ — создание мнемосхемы в каталоге, открытие редактора канваса, размещение блоков, подключение данных и настройка параметров визуализации.
3. Просмотр в сервисе мониторинга — готовые мнемосхемы отображаются в СМ. Пользователь может переключаться между мнемосхемами (если настроены ссылки) и переходить к историческим данным (при наличии ссылок на группы областей СИ).

Перейдите в СДМ из навигационной панели платформы. Откроется каталог мнемосхем — таблица со списком созданных мнемосхем (Рисунок 174).



	Имя	Число объектов	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем изменено
1	Test 2	8	15.09.2025, 22:55:18	-	25.01.2026, 18:48:37	Сергей Белов
2	Test	9	04.09.2025, 10:43:52	-	25.01.2026, 18:48:43	Сергей Белов
3	Screw compressor	63	23.01.2025, 14:25:05	-	25.01.2026, 18:48:24	Сергей Белов
4	Piston compressor	56	22.01.2025, 15:50:42	-	25.01.2026, 18:48:30	Сергей Белов
5	Main dashboard	33	06.02.2025, 13:29:09	-	25.01.2026, 18:48:56	Сергей Белов
6	Centrifugal compressor	71	06.02.2025, 16:05:41	-	25.01.2026, 18:47:49	Сергей Белов

Рисунок 174. Каталог мнемосхем — главный экран СДМ

10.3 КАТАЛОГ МНЕМОСХЕМ

Каталог мнемосхем — это таблица, содержащая список всех мнемосхем проекта (Рисунок 174). Таблица позволяет просматривать, создавать, дублировать и удалять мнемосхемы.

10.3.1 СТОЛБЦЫ ТАБЛИЦЫ

Таблица 17.

Столбцы таблицы мнемосхем

Столбец	Тип	Описание
Имя	Текст	Название мнемосхемы
Число объектов	Число	Количество блоков, размещённых на канвасе
Дата создания	Дата и время	Когда мнемосхема была создана
Кем создано	Текст	Имя пользователя, создавшего мнемосхему
Дата последнего изменения	Дата и время	Когда мнемосхема была изменена последний раз
Кем изменено	Текст	Имя пользователя, выполнившего последнее изменение

Сортировка доступна по всем столбцам таблицы. По умолчанию применяется сортировка по дате последнего изменения (по убыванию).

10.3.2 СОЗДАНИЕ МНЕМОСХЕМЫ

Для создания мнемосхемы нажмите кнопку «Добавить мнемосхему» в нижней части таблицы. В модальном окне введите название мнемосхемы и нажмите «Добавить». Новая мнемосхема появится в таблице.

10.3.3 ДУБЛИРОВАНИЕ МНЕМОСХЕМ

Выберите одну или несколько мнемосхем с помощью чекбоксов в строках таблицы. На появившейся панели множественных действий нажмите «Дублировать». В таблице появятся копии выбранных мнемосхем.

10.3.4 УДАЛЕНИЕ МНЕМОСХЕМ

Выберите мнемосхемы в таблице. На панели множественных действий нажмите «Удалить». Система запросит подтверждение и отобразит количество выбранных элементов. После подтверждения мнемосхемы будут удалены.

10.3.5 ПЕРЕХОД К РЕДАКТИРОВАНИЮ

Нажмите на строку мнемосхемы в таблице. Откроется редактор канваса выбранной мнемосхемы. В верхней части экрана хлебные крошки отображают путь: Каталог мнемосхем > Название мнемосхемы. Клик по «Каталог мнемосхем» возвращает к таблице.

10.4 РЕДАКТОР МНЕМОСХЕМЫ

Редактор мнемосхемы — основной инструмент для размещения и настройки блоков. Экран редактора состоит из рабочей области (канваса) и боковой панели инструментов (Рисунок 175).

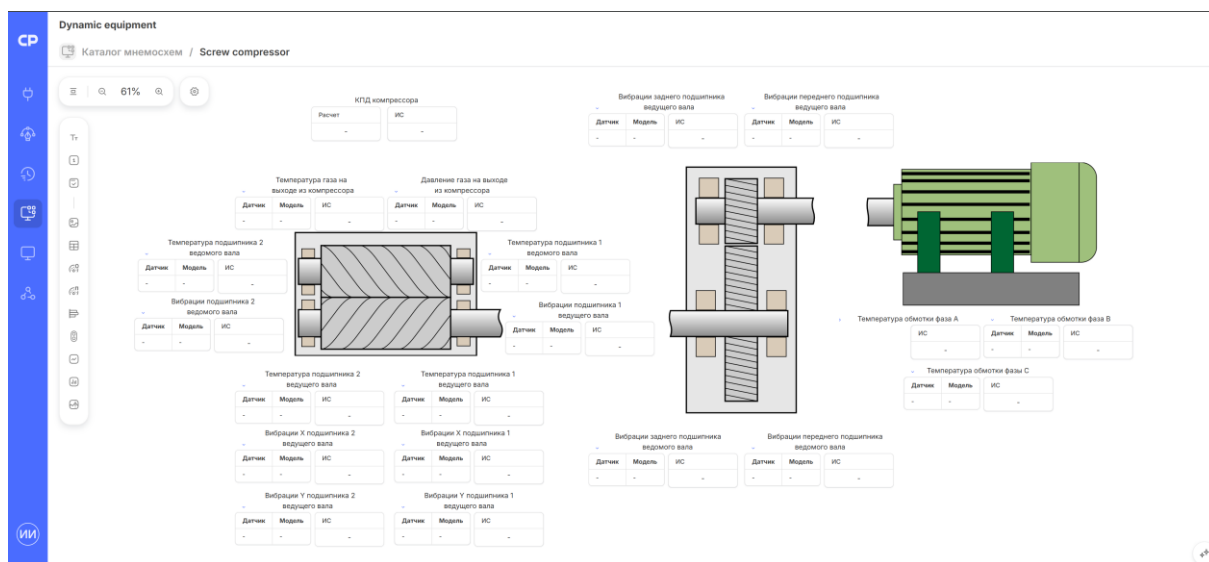


Рисунок 175. Редактор мнемосхемы с панелью инструментов

10.4.1 КАНВАС

Канвас — это бесконечная рабочая область, на которой размещаются блоки. Для навигации по канвасу используйте перетаскивание фона (зажатие левой кнопки мыши на пустом месте), а для масштабирования — колесо мыши.

10.4.2 ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ

Слева от канваса расположена боковая панель с доступными типами блоков. Для добавления блока на канвас зажмите его иконку на панели инструментов и перетащите в нужное место на канвасе.

Доступные типы блоков: Текст, Значение, Статус, Изображение, Таблица, Пользовательский спидометр, Влияние, Светофор, График, Гистограмма, Лепестковая диаграмма.

10.4.3 НАСТРОЙКИ ОБЛАСТИ

Нажмите кнопку «Настройки области» в верхней части экрана. Откроется сайдбар с параметрами канваса (Рисунок 176):

- Название мнемосхемы — текстовое поле для изменения названия;
- Отображать сетку — включение или выключение сетки на канвасе (по умолчанию выключено);
- Отображать линейку — включение или выключение линейки (по умолчанию выключено).

В нижней части сайдбара настроек расположена кнопка «Удалить канвас», позволяющая удалить мнемосхему вместе со всеми блоками. Перед удалением система запрашивает подтверждение.

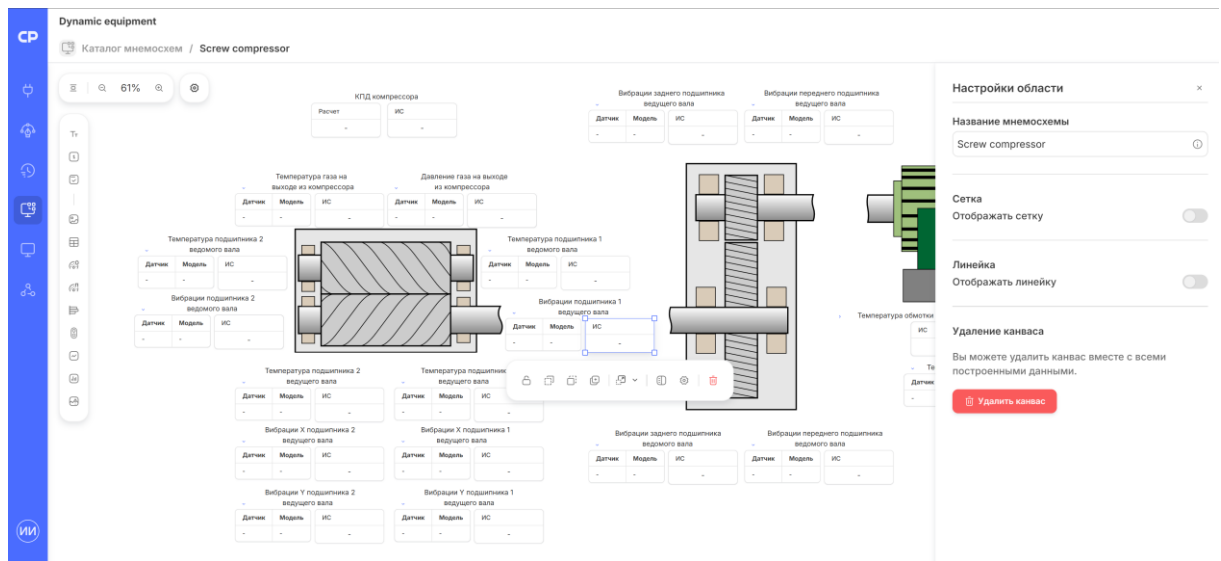


Рисунок 176. Сайдбар настроек области

10.4.4 ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С БЛОКАМИ

Блоки размещаются на канвасе и перемещаются перетаскиванием. При клике на блок под ним появляется всплывающая панель с опциями (Рисунок 177):

- Заблокировать блок — фиксирует положение блока, перемещение становится невозможным;
- Переместить назад / вперёд — изменяет Z-индекс блока (порядок наложения);
- Множитель размера блока — выбор множителя из списка: 1x, 1.25x, 1.5x, 1.75x, 2x (недоступно для блоков «Текст» и «Изображение»);
- Удалить блок — удаляет блок с канваса;
- Менеджер данных — открывает панель подключения данных (недоступно для блоков «Текст» и «Изображение»);
- Настройки блока — открывает сайдбар с параметрами блока.

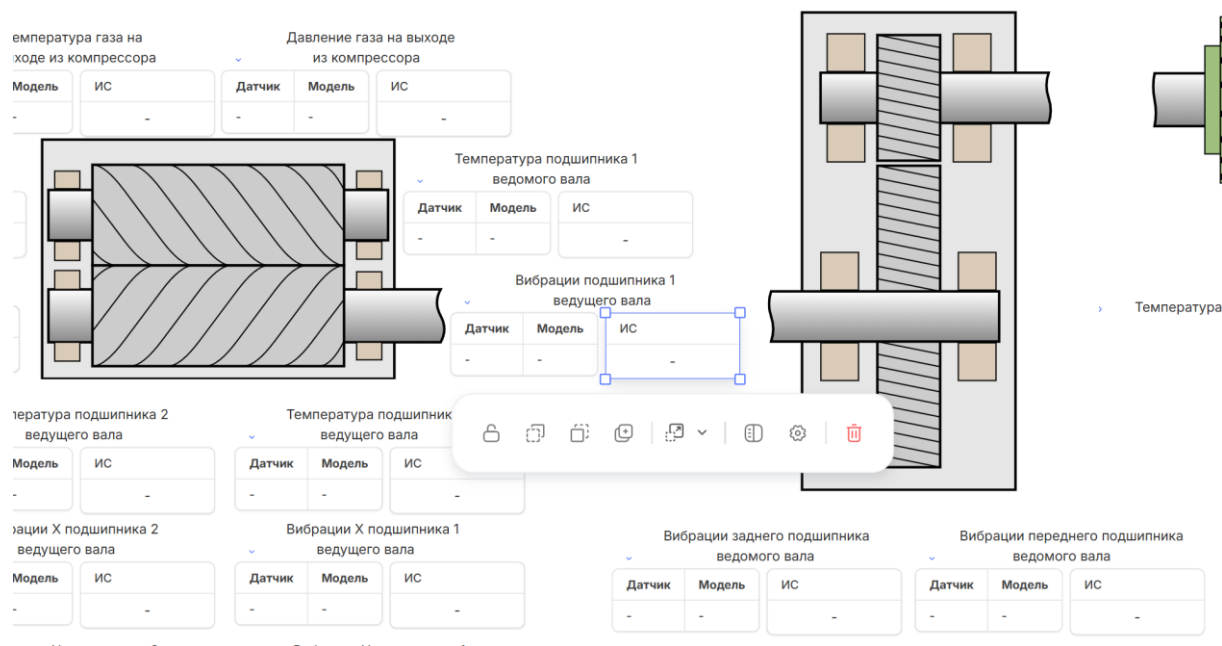


Рисунок 177. Всплывающая панель опций блока

10.4.5 ОБЩИЕ НАСТРОЙКИ БЛОКОВ

Каждый блок (кроме «Текст») имеет общие настройки, доступные в сайдбаре:

Таблица 18.

Общие настройки блоков

Параметр	Тип	Описание
Название блока	Текст	Отображаемое название над блоком на канвасе. Может быть пустым
Отображать название на канвасе	Вкл/Выкл	Управляет видимостью названия (по умолчанию включено)
X	Число	Горизонтальная координата положения блока
Y	Число	Вертикальная координата положения блока
Z	Перечисление (1–10)	Порядок наложения блока (по умолчанию 2)
Множитель размера блока	Перечисление	1x, 1.25x, 1.5x, 1.75x, 2x (по умолчанию 1x). Недоступен для «Текст» и «Изображение»
Ссылка на мнемосхему	Выпадающий список	Позволяет указать другую мнемосхему, на которую будет вести ссылка при просмотре в мониторинге
Ссылка на группу областей	Выпадающий список	Позволяет указать группу областей исторического сервиса для перехода к историческим данным

Примечание: ссылка на мнемосхему позволяет организовать навигацию между мнемосхемами в сервисе мониторинга. Ссылка на группу областей позволяет перейти к историческим графикам в сервисе СИ.

10.4.6 МЕНЕДЖЕР ДАННЫХ

Менеджер данных — это двухуровневая панель для подключения источников данных к блокам (Рисунок 178).

Первый уровень содержит три вкладки:

- Дерево проекта — иерархическая структура активов и объектов проекта. Раскройте нужный актив, затем отметьте чекбоксами объекты, теги которых нужно подключить. Выбранные объекты отобразят доступные теги на втором уровне.

- Платформенные теги — иерархическая структура групп тегов платформы. Раскройте группу, отметьте нужные подгруппы — их теги появятся на втором уровне.
- Подключённые данные — линейный список уже подключённых тегов. Каждый тег можно удалить нажатием иконки корзинки.

Второй уровень отображает теги, доступные для подключения к блоку, с группировкой: «Активы», «Модели», «Неисправности», «Теги». Для удобства поиска доступны фильтры по типу данных и лейблу. Максимальное количество подключённых данных зависит от типа блока.

Внимание: для блоков «Статус» и «Влияние» на первом уровне недоступна вкладка «Платформенные теги», а на втором — группы «Активы» и «Теги».

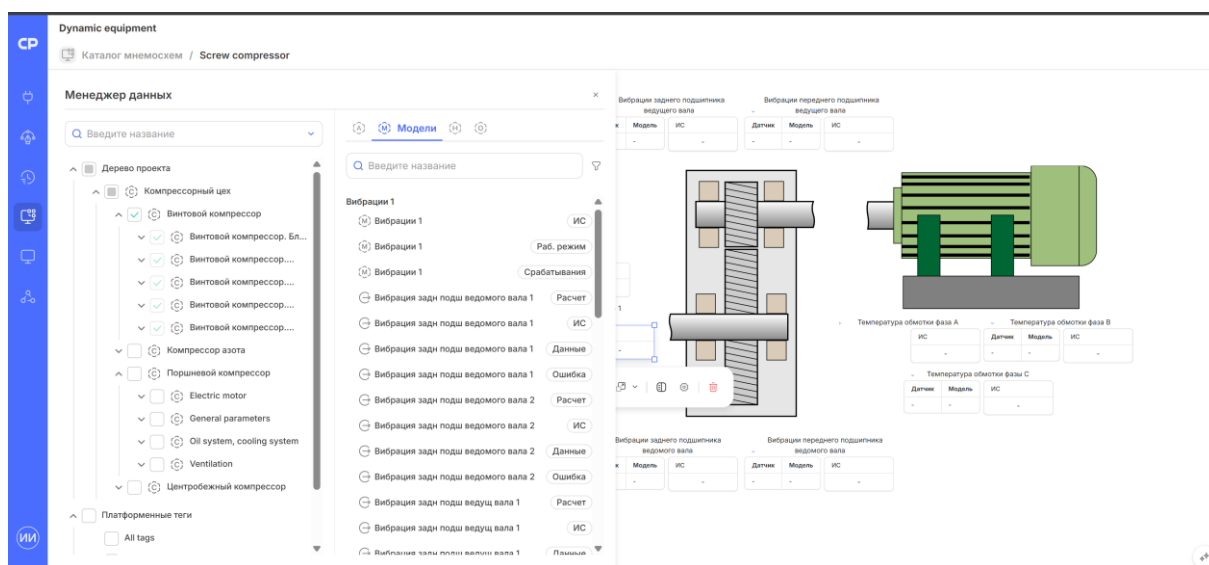


Рисунок 178. Менеджер данных — два уровня

10.5 ТИПЫ БЛОКОВ

В СДМ доступно 12 типов блоков. В данном разделе описаны назначение, настраиваемые параметры и особенности подключения данных для каждого типа.

10.5.1 БЛОК «ТЕКСТ»

Блок предназначен для размещения произвольного текста на канвасе. При добавлении внутри блока отображается заглушка «Текстовый блок», которая исчезает после ввода текста.

Блок «Текст» не имеет менеджера данных и множителя размера. Вместо этого доступны дополнительные опции форматирования:

- Размер текста — выбор из списка: 8 (по умолчанию), 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64;
- Жирный, Наклонный, Перечёркнутый, Подчёркнутый — стилизация текста;
- Дублировать — создание копии блока с такими же настройками.

В сайдбаре настроек доступно поле «Текст блока» (многострочное текстовое поле).

10.5.2 БЛОК «ЗНАЧЕНИЕ»

Блок отображает числовое значение подключённого параметра. При добавлении в заголовке отображается «Новое значение», в теле — заглушка «—».

Специфические настройки в сайдбаре:

- Сигнализация — список интервалов, при попадании значения в которые обводка блока окрашивается в заданный цвет. Каждый интервал задаётся правой границей и цветом. Для добавления интервала нажмите «Добавить сигнализацию».

Доступна опция «Дублировать». Максимальное число подключённых данных: 1.

10.5.3 БЛОК «СТАТУС»

Блок отображает статус объекта (модели или неисправности). При добавлении в заголовке отображается «Новый статус», в теле — заглушка «—».

Настройки блока совпадают с общими настройками. Максимальное число подключённых данных: 1.

Примечание: в менеджере данных для блока «Статус» недоступны вкладка «Платформенные теги» (первый уровень) и группы «Активы» и «Теги» (второй уровень).

10.5.4 БЛОК «ИЗОБРАЖЕНИЕ»

Блок предназначен для размещения статичного изображения на канвасе. При добавлении внутри блока отображается заглушка «Выберите изображение», в заголовке — «Новое изображение».

Блок не имеет менеджера данных и множителя размера. Для загрузки изображения используйте опцию «Загрузить изображение» (через всплывающую панель или через область выбора файла в сайдбаре). Поддерживается загрузка через выбор файла или перетаскивание. Загруженное изображение можно заменить или удалить через миниатюру в сайдбаре.

10.5.5 БЛОК «ТАБЛИЦА»

Блок представляет собой таблицу с числовыми параметрами подключённых источников данных (Рисунок 179). По мере подключения данных таблица заполняется: ячейки с доступными данными содержат заглушку «—», ячейки без данных окрашиваются в серый.

Специфические настройки в сайдбаре:

- Отображать строку заголовка — включение или выключение заголовочной строки;
- Отображение столбцов — управление видимостью, порядком и отображаемыми названиями столбцов. Столбцы сгруппированы по типам: Тип тега, Название тега, Датчик, Модель, Ошибка, ИС, Оптимальный, Режим, Срабатывания. Порядок столбцов можно изменить перетаскиванием (иконка точек);
- Отображение строк — управление видимостью, порядком и отображаемыми названиями строк (по одной строке на каждый подключённый поток данных).

Доступна опция «Дублировать». Максимальное число подключённых данных не ограничено.

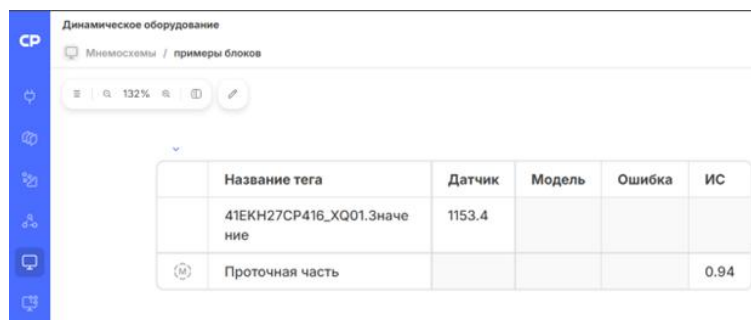


Рисунок 179. Пример блока «Таблица» на канвасе

10.5.6 БЛОК «ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ СПИДОМЕТР»

Блок представляет собой спидометр с дуговой 180-градусной шкалой, отображающий текущее значение подключённого параметра. При добавлении отображается заглушка с символами «—».

Специфические настройки в сайдбаре:

- Секторы — список секторов шкалы спидометра с настраиваемым цветом заливки. Каждый сектор задаётся правой границей и цветом. Для добавления сектора нажмите «Добавить сектор».

Максимальное число подключённых данных: 1.

10.5.7 БЛОК «ВЛИЯНИЕ»

Блок отображает набор столбчатых диаграмм, показывающих влияние тегов на состояние объекта (в процентах от 0 до 100%). При добавлении в теле блока отображается заглушка «Настройте отображение».

Специфические настройки в сайдбаре:

- Количество тегов для отображения — целое число (≥ 1), определяющее сколько тегов с наибольшим влиянием показывать.

Максимальное число подключённых данных: 10.

Примечание: в менеджере данных для блока «Влияние» недоступны вкладка «Платформенные теги» (первый уровень) и группы «Активы» и «Теги» (второй уровень).

10.5.8 БЛОК «СВЕТОФОР»

Блок представляет собой набор лампочек, которые окрашиваются в зависимости от текущего значения подключённого параметра (Рисунок 180).

Специфические настройки в сайдбаре:

- Вид — ориентация светофора: «Вертикальный» (по умолчанию) или «Горизонтальный»;
- Секторы — список секторов с настраиваемыми левой и правой границами и цветом заливки. Для добавления сектора нажмите «Добавить сектор».

Максимальное число подключённых данных: 1.

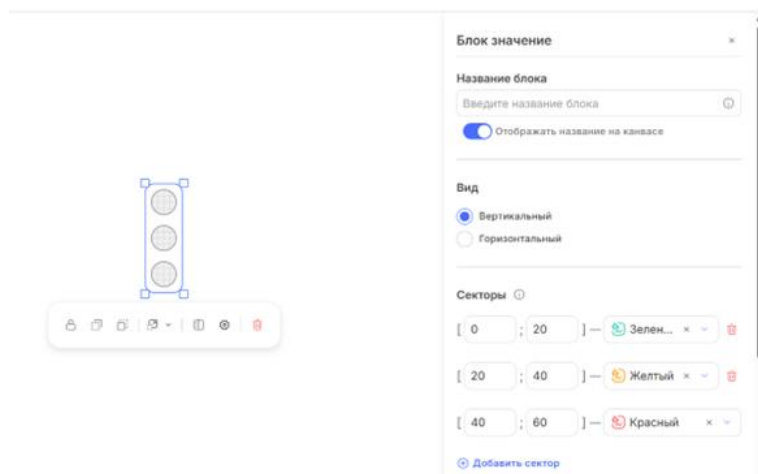


Рисунок 180. Пример блока «Светофор»

10.5.9 БЛОК «ГРАФИК»

Блок представляет собой линейный график, отображающий динамику подключённого параметра. При добавлении в заголовке отображается «Новый график», в теле — заглушка с сеткой.

Специфические настройки в сайдбаре:

- Период агрегации (в сутках) — целое число от 1 до 365, определяющее временное окно отображения;
- Минимум и Максимум — границы шкалы по оси значений.

Максимальное число подключённых данных: 1.

10.5.10 БЛОК «ГИСТОГРАММА»

Блок представляет собой столбчатую диаграмму для сравнения значений нескольких параметров (Рисунок 181).

Специфические настройки в сайдбаре:

- Вид — ориентация: «Вертикальный» (по умолчанию) или «Горизонтальный»;
- Столбцы — список подключённых тегов с возможностью переименования, скрытия и изменения порядка перетаскиванием;
- Минимум и Максимум — границы шкалы значений;
- Секторы — цветовые интервалы для заливки фона столбцов. Каждый сектор задаётся правой границей и цветом.

Максимальное число подключённых данных: 10.

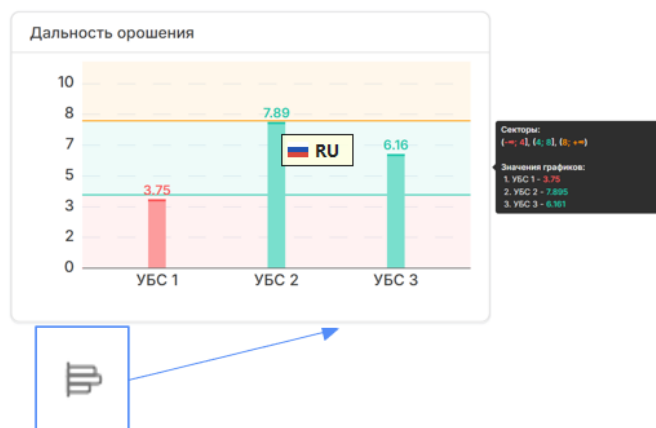


Рисунок 181. Пример блока «Гистограмма»

10.5.11 БЛОК «ЛЕПЕСТКОВАЯ ДИАГРАММА»

Блок представляет собой лепестковую (радарную) диаграмму с осями, число которых соответствует числу подключённых тегов (не более 20) (Рисунок 182).

Специфические настройки в сайдбаре:

- Вид центра — «Точка» (по умолчанию) или «Круг»;
- Минимум и Максимум — границы шкалы осей;
- Отображать названия тегов — видимость подписей осей (по умолчанию включено);
- Отображать легенду — видимость легенды (по умолчанию выключено);
- Отображение графиков — управление видимостью слоёв: Датчик, Модель, Ошибка, ИС (для каждого подключённого тега);
- Оси — список подключённых тегов с возможностью переименования, скрытия и изменения порядка перетаскиванием.

Максимальное число подключённых данных: 20.

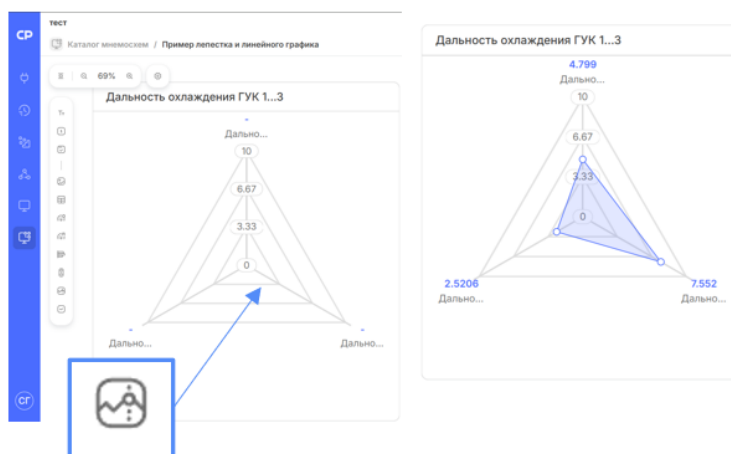


Рисунок 182. Пример блока «Лепестковая диаграмма»

11 УПРАВЛЕНИЕ РАСЧЁТНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

11.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

После того как модели, неисправности и прогнозные блоки сконфигурированы, обучены и протестированы (прогонка), их необходимо запустить в мониторинг —

перевести в режим потоковых вычислений на данных реального времени. Управление статусом расчётных объектов выполняется через раздел «Мониторинг» на главной странице сервиса дизайна проекта.

Для перехода к разделу откройте навигатор на главной странице СДП и выберите раздел «Запуск на мониторинг» (Рисунок 183).

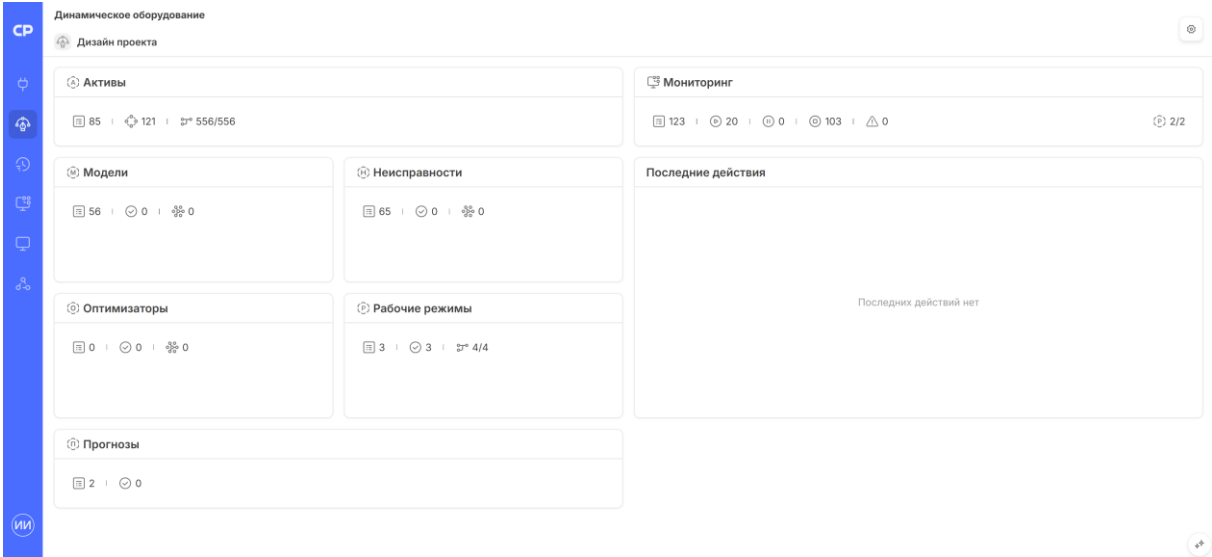
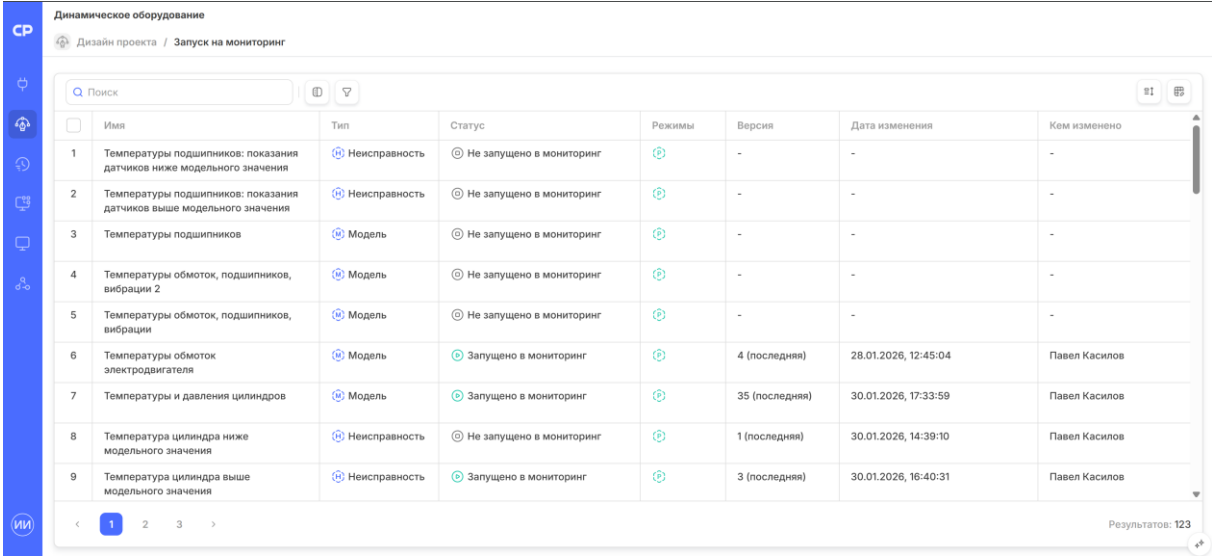


Рисунок 183. Навигатор СДП: переход к разделу управления мониторингом

11.2 ТАБЛИЦА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ

На странице «Запуск на мониторинг» отображается сводная таблица всех расчётных объектов проекта (Рисунок 184).

The image shows the 'Запуск на мониторинг' (Start Monitoring) page. It features a search bar and a table with 9 rows of calculation objects. The table columns are: checkbox, name, type, status, modes, version, last change date, and last change user. The first three rows are for temperature sensors, the next three for temperature and vibration models, and the last three for temperature and pressure models. The status column shows whether an object is 'Not started in monitoring' or 'Started in monitoring'. The bottom right corner indicates 'Результатов: 123' (Results: 123).

	Имя	Тип	Статус	Режимы	Версия	Дата изменения	Кем изменено
☐	1 Температуры подшипников: показания датчиков ниже модельного значения	Неисправность	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	-	-	-
☐	2 Температуры подшипников: показания датчиков выше модельного значения	Неисправность	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	-	-	-
☐	3 Температуры подшипников	Модель	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	-	-	-
☐	4 Температуры обмоток, подшипников, вибрации 2	Модель	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	-	-	-
☐	5 Температуры обмоток, подшипников, вибрации	Модель	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	-	-	-
☐	6 Температуры обмоток электродвигателя	Модель	⊕ Запущено в мониторинг	⚙	4 (последняя)	28.01.2026, 12:45:04	Павел Касилов
☐	7 Температуры и давления цилиндров	Модель	⊕ Запущено в мониторинг	⚙	35 (последняя)	30.01.2026, 17:33:59	Павел Касилов
☐	8 Температура цилиндра ниже модельного значения	Неисправность	⊖ Не запущено в мониторинг	⚙	1 (последняя)	30.01.2026, 14:39:10	Павел Касилов
☐	9 Температура цилиндра выше модельного значения	Неисправность	⊕ Запущено в мониторинг	⚙	3 (последняя)	30.01.2026, 16:40:31	Павел Касилов

Рисунок 184. Таблица расчётных объектов

Таблица 19.

Столбцы таблицы расчётных объектов

Столбец	Описание
Имя	Наименование расчётного объекта
Тип	Тип объекта: Модель, Неисправность или Прогноз
Статус	Текущее состояние: «Запущено в мониторинг» или «Не запущено в мониторинг»
Режимы	Привязанные рабочие режимы (если заданы)
Версия	Номер текущей версии объекта
Дата изменения	Дата и время последнего изменения

Столбец	Описание
Кем изменено	Имя пользователя, выполнившего последнее изменение

Таблица поддерживает поиск по имени объекта.

11.3 ФИЛЬТРАЦИЯ

Для работы с большим количеством расчётных объектов доступны два способа фильтрации.

Атрибутивный фильтр позволяет отфильтровать таблицу по значениям столбцов: имя, тип, статус, режимы, дата изменения, кем изменено (Рисунок 185).

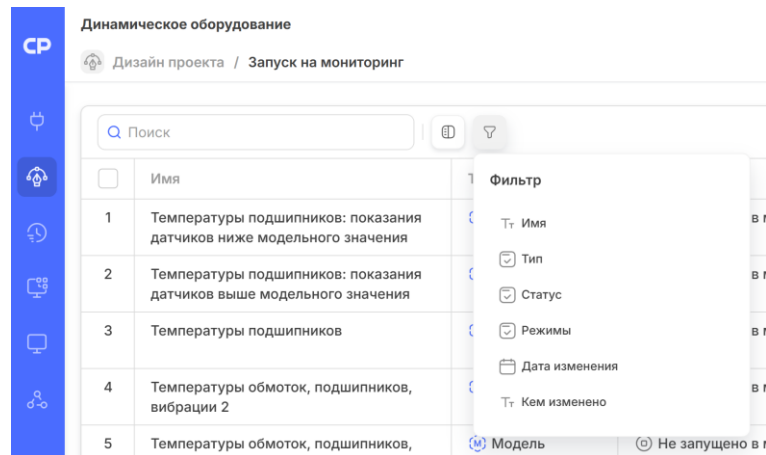


Рисунок 185. Атрибутивный фильтр

Фильтрация по дереву проекта открывает боковую панель с иерархией активов. При выборе узла или сборки в дереве таблица отображает только расчётные объекты, принадлежащие выбранному элементу (Рисунок 186).

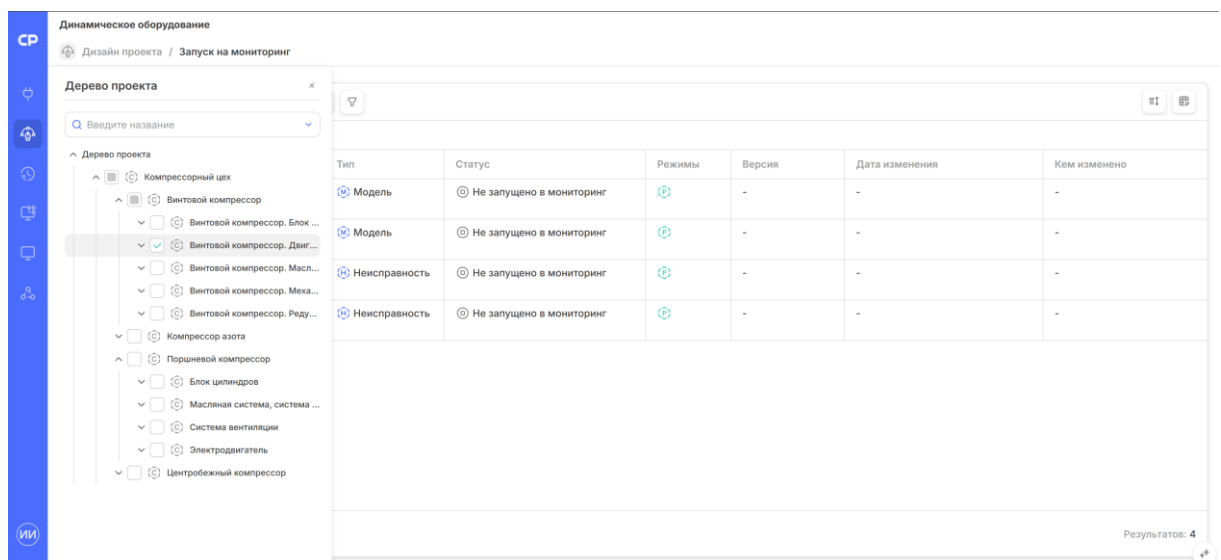


Рисунок 186. Фильтрация по дереву проекта

Для сброса применённого фильтра нажмите соответствующую кнопку (Рисунок 187).

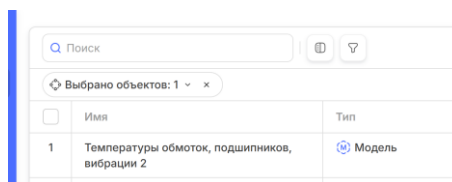


Рисунок 187. Сброс фильтра

11.4 УПРАВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫМ ОБЪЕКТОМ

При нажатии на строку расчётного объекта в таблице открывается боковая панель «Мониторинг» (Рисунок 188).

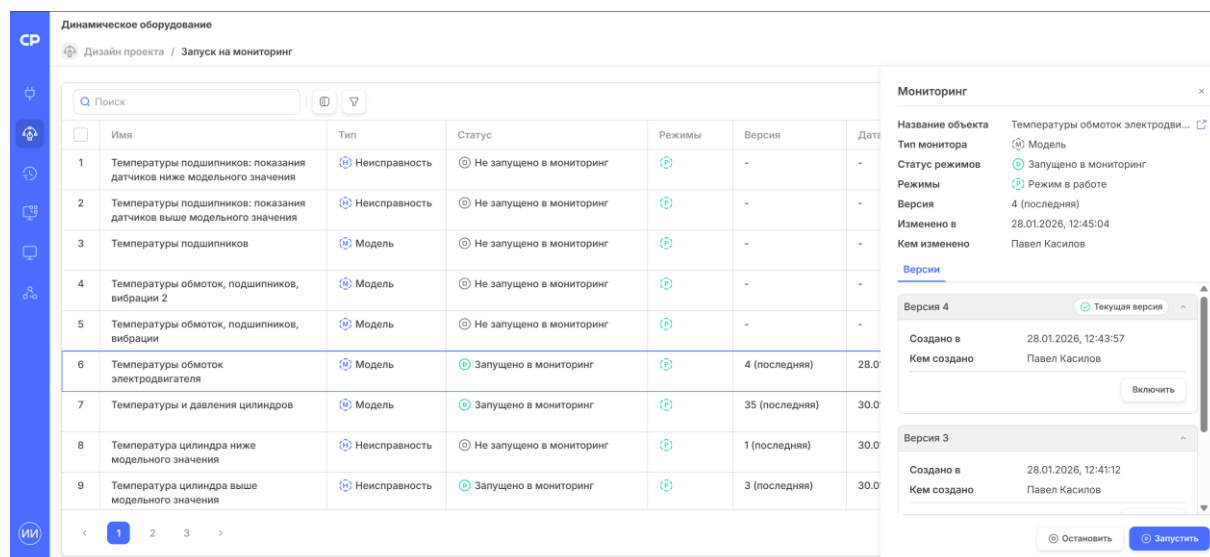


Рисунок 188. Боковая панель управления расчётным объектом

В боковой панели отображается:

- название объекта;
- тип мониторинга (Модель, Неисправность, Прогноз);
- статус расчётов (Запущено в мониторинг / Расчёты в работе / Не запущено);
- режимы (привязанные рабочие режимы);
- дата изменения и автор;
- список версий с датами создания и авторами.

Для управления расчётным объектом доступны действия:

- Запустить — запуск объекта в потоковый расчёт. После запуска объект начнёт вычислять индексы состояния в реальном времени;
- Остановить — остановка потоковых вычислений для данного объекта;
- Текущая версия — выбор конкретной версии конфигурации для расчётов.

11.5 ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ

При выделении нескольких расчётных объектов в таблице чекбоксами внизу интерфейса появляется панель групповых действий (Рисунок 189):

☒	Температуры обмоток электродвигателя	Модель	Запущено в мониторинг	4 (последняя)	28.
☒	Температуры и давления цилиндров	Модель	Запущено в мониторинг	35 (последняя)	30.
☒	Температура цилиндра ниже модельного значения	Неисправность	Не запущено в мониторинг	1 (последняя)	30.
9	Температура цилиндра выше модельного значения	Неисправность	Запущено в мониторинг	3 (последняя)	30.

< 1 2 3 >
Выбрано: 3
 Запустить
 Остановить
 Установить последнюю версию

Рисунок 189. Панель групповых действий

Доступные действия:

- Запустить — одновременный запуск в мониторинг всех выбранных объектов;
- Остановить — одновременная остановка всех выбранных объектов;
- Установить последнюю версию — для всех выбранных объектов установить последнюю доступную версию конфигурации.

12 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

12.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА

Сервис прогноза (СП) предназначен для настройки прогнозных блоков — объектов, выполняющих экстраполяцию временных рядов параметров оборудования на заданный горизонт.

Прогнозный блок анализирует накопленные значения прогнозируемого параметра в скользящем окне агрегации, выполняет предобработку данных (линейную интерполяцию в равномерный ряд) и строит прогноз по выбранной математической модели (Рисунок 190).

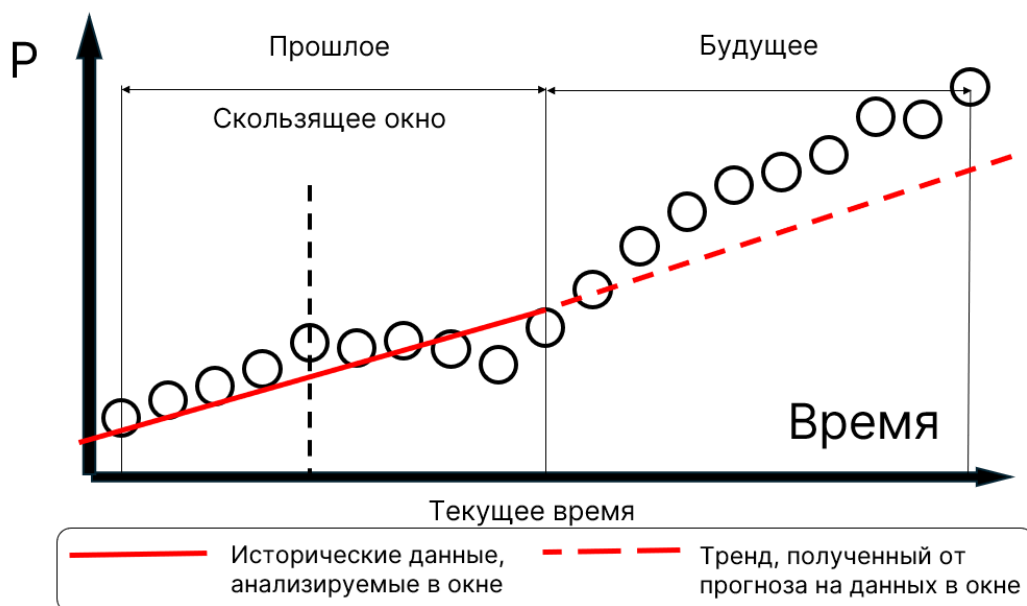


Рисунок 190. Принципиальная схема работы прогнозного блока

СП выполняет следующие функции:

- конфигурация прогнозного блока: выбор алгоритма прогнозирования, задание параметров скользящего окна и горизонта прогноза;

- настройка параметров остаточного ресурса: для каждого прогнозируемого тега задаются ограничения (клиппирование) и предельное значение;
- применение конфигурации (конфигурирование): запуск расчёта с выбранными параметрами;
- управление версиями конфигураций.

Внимание: экземпляры прогнозных блоков, включая их связь с узлами и входные теги, создаются в сервисе дизайна проекта (СДП). В СП выполняется только конфигурация уже созданных прогнозных блоков.

12.2 ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ

Работа с прогнозными блоками организована в два этапа:

1. Создание прогнозного блока в СДП — определение структуры: какие параметры (теги) будут прогнозироваться. Для этого на холст проекта добавляется объект типа «Прогноз», устанавливаются связи между его тегами и тегами блоков-источников данных (модели, теги платформы, другие расчётные блоки). После сохранения проекта прогнозный блок появится в таблице конфигурации СП.
2. Конфигурация в СП — задание параметров алгоритма прогноза и настроек остаточного ресурса. Выбирается нужный прогнозный блок в таблице, в боковой панели задаются параметры, затем выполняется конфигурирование.

Примечание: в отличие от сервиса неисправностей, в СП нет этапа прогонки (расчёта на исторических данных). После конфигурации прогнозный блок сразу готов к работе в режиме мониторинга.

Перейдите в СП из сервиса дизайна проекта (с карточки сервиса). Откроется интерфейс с таблицей прогнозных блоков (Рисунок 191).

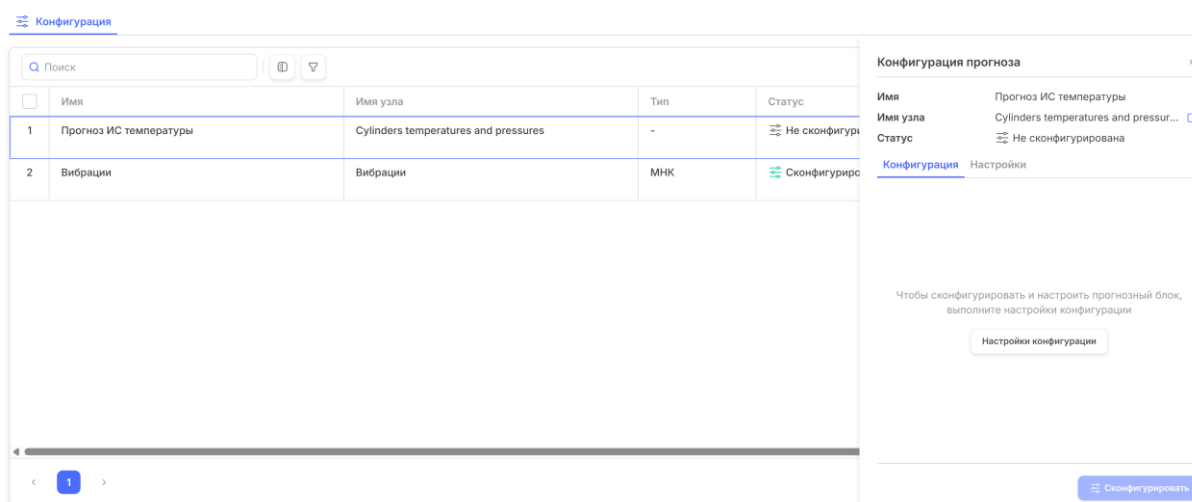


Рисунок 191. Интерфейс сервиса прогноза

12.3 ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРОГНОЗНОГО БЛОКА

В режиме мониторинга (при поступлении данных от внешних источников) для каждого прогнозного блока выполняется следующая последовательность:

1. Агрегация данных — из потока поступающих данных отбираются значения в пределах окна агрегации заданной величины. Окно агрегации определяется как

интервал $[t_1, t_2]$, где t_2 — текущее время, $t_1 = t_2 - \Delta T_{\text{арг}}$ (длительность окна задаётся параметром «Окно агрегации»). Данные попадают в окно с учётом условий рабочего режима.

2. Интерполяция — данные в окне агрегации преобразуются в равномерный временной ряд из N точек (параметр «Размер окна») методом линейной интерполяции (Рисунок 192). Равномерная дискретизация является необходимым условием для корректной работы всех поддерживаемых алгоритмов.
3. Обучение модели — на интерполированных данных выполняется подбор коэффициентов выбранной математической модели (МНК, Авторегрессия или Prophet).
4. Расчёт прогноза — модель экстраполирует тренд на заданный горизонт прогнозирования. Результатом являются: — прогнозное значение параметра (среднее, нижняя и верхняя границы доверительного интервала); — время до достижения предельного значения (если задана настройка остаточного ресурса).

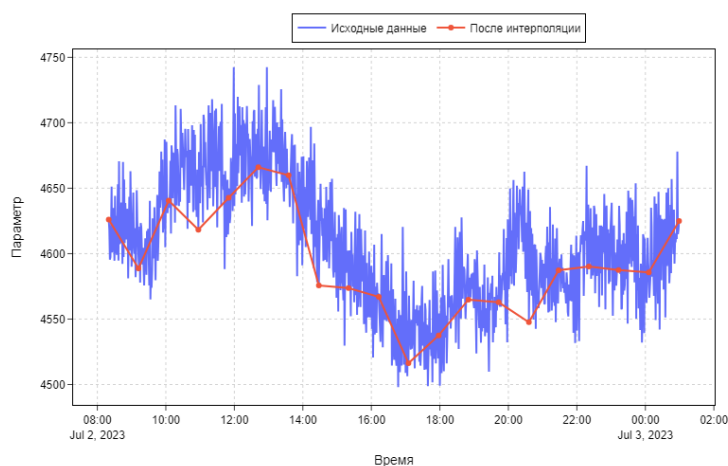


Рисунок 192. Пример интерполяции: исходные данные (точки) преобразуются в равномерный ряд (линия)

Рабочий режим — набор условий (например, «мощность не менее 1000 МВт И частота вращения не менее 2900 об/мин»), при выполнении которых данные считаются валидными для прогноза. Рабочий режим задаётся при создании прогнозного блока в СДП и обеспечивает поступление в окно агрегации только данных, соответствующих нормальному режиму эксплуатации.

12.4 ТАБЛИЦА КОНФИГУРАЦИИ

Информация о прогнозных блоках проекта представлена в виде сводной таблицы (Рисунок 193). Каждая строка таблицы соответствует одному прогнозному блоку.

Связать автоматически

Связать через Excel

Поиск

Выбрано объектов: 1

☐	Тег объекта	Имя объекта	Имя узла	Тег связи
1	Температура т.2	Прогноз ИС температуры	Cylinders temperatures and pressures	Температуры и давления цилиндров/Температура цилиндра 1 ст ИС
2	Температура т.1	Прогноз ИС температуры	Cylinders temperatures and pressures	Температуры и давления цилиндров/Давление газа на выходе 2 ст... ИС

Рисунок 193. Таблица конфигурации прогнозных блоков

Таблица 20.

Столбцы таблицы конфигурации прогнозных блоков

Столбец	Тип	Описание
Имя	текст	Название прогнозного блока (задаётся в СДП)
Имя узла	текст	Название узла оборудования, к которому привязан блок
Тип	перечисление	Алгоритм прогнозирования: МНК, Авторегрессия, Prophet (пустое — если конфигурация не задана)
Статус	иконка + текст	Текущее состояние конфигурации (см. ниже)
Горизонт прогноза	число	Горизонт прогнозирования в часах
Версия	число	Номер версии конфигурации
Дата изменения	дата и время	Дата и время последнего изменения конфигурации
Кем изменено	текст	Имя пользователя, выполнившего последнее изменение

Прогнозный блок может находиться в одном из четырёх состояний:

- Не сконфигурирован — конфигурация не задана или ещё не применена;
- Производится конфигурация — запущен процесс применения конфигурации;
- Сконфигурирован — конфигурация успешно применена, блок готов к работе;
- Ошибка конфигурации — при применении конфигурации произошла ошибка (подробности в сообщении об ошибке).

Таблица поддерживает поиск по имени и имени узла, фильтрацию по любому столбцу, а также сортировку по имени, имени узла, горизонту прогноза, дате изменения и автору.

12.5 САЙДБАР КОНФИГУРАЦИИ

Для настройки прогнозного блока нажмите на соответствующую строку таблицы — откроется боковая панель (сайдбар) конфигурации (Рисунок 194).

Конфигурация прогноза

×

Имя	Прогноз ИС температуры
Имя узла	Cylinders temperatures and pressur... ↗
Статус	 Не сконфигурирована

[Конфигурация](#) [Настройки](#)

Окно агрегации (в днях)



Размер окна



Горизонт прогноза (в часах)



Тип прогноза



Форма тренда



 **Сконфигурировать**

Рисунок 194. Сайдбар конфигурации прогнозного блока

12.5.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В верхней части сайдбара отображается справочная информация:

- Имя — название прогнозного блока (со ссылкой для перехода к объекту в СДП);
- Имя узла — название узла оборудования (со ссылкой на узел в СДП);
- Статус — текущее состояние конфигурации.

Если прогнозный блок ещё не был сконфигурирован, в теле сайдбара отображается приглашение начать настройку с кнопкой «Настройки конфигурации».

12.5.2 ВКЛАДКА «КОНФИГУРАЦИЯ»

Вкладка «Конфигурация» содержит параметры алгоритма прогнозирования. Параметры разделены на общие (применимые ко всем алгоритмам) и специфичные (зависящие от выбранного типа).

Общие параметры:

Таблица 21.

Общие параметры конфигурации прогнозного блока

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Описание
Окно агрегации (дни)	1 — 365	30	Длительность скользящего окна, в пределах которого отбираются данные для обучения модели
Размер окна	1 — 50 000	1000	Количество точек, в которое интерполируются исходные данные внутри окна агрегации
Горизонт прогноза (часы)	1 — 8 760	24	Временной горизонт экстраполяции. Значение 8 760 часов соответствует одному году
Тип	МНК / Авторегрессия / Prophet	МНК	Алгоритм прогнозирования (подробное описание см. в разделе «Алгоритмы прогнозирования»)

При выборе типа алгоритма в сайдбаре отображаются дополнительные параметры, специфичные для данного алгоритма. Описание каждого алгоритма и его параметров приведено в разделе «Алгоритмы прогнозирования».

12.5.3 ВКЛАДКА «НАСТРОЙКИ»

Вкладка «Настройки» содержит параметры решения задачи остаточного ресурса — для каждого прогнозируемого тега можно задать ограничения прогнозируемых значений и предельное значение. Подробное описание приведено в разделе «Настройки остаточного ресурса».

12.5.4 ПРИМЕНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ

После задания всех параметров на обеих вкладках нажмите кнопку «Сконфигурировать» в нижней части сайдбара. Конфигурация будет применена, статус прогнозного блока сменится на «Производится конфигурация», а после завершения — на «Сконфигурирован».

При успешном применении конфигурации создаётся новая версия. Номер версии отображается в таблице и позволяет отслеживать историю изменений.

Для просмотра истории версий откройте сайдбар прогнозного блока и перейдите на вкладку «Версии». Каждая версия содержит номер, дату создания и автора. Одна из версий помечена бейджем «Текущая версия». Для переключения на другую версию выберите её в списке и нажмите «Включить».

Внимание: после конфигурирования прогнозный блок начинает работу в режиме мониторинга автоматически — дополнительных действий для запуска не требуется.

12.6 ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ

Для одновременной настройки нескольких прогнозных блоков выделите нужные строки в таблице с помощью чекбоксов. На панели действий станут доступны две операции:

- Конфигурация — открывает сайдбар групповой конфигурации, где задаются общие параметры алгоритма. Заданные параметры будут применены ко всем выбранным прогнозным блокам;
- Настройка — открывает сайдбар групповой настройки остаточного ресурса. В отличие от индивидуальной настройки, при групповом применении задаётся один набор параметров (направление, ограничения, предельное значение) без привязки к конкретным тегам — он применяется ко всем тегам всех выбранных блоков.

12.7 АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Сервис прогноза поддерживает три алгоритма, каждый из которых подходит для определённого класса задач. Выбор алгоритма определяется характером прогнозируемого параметра — скоростью изменения, наличием сезонности и сложностью тренда.

12.7.1 МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ (МНК)

Метод наименьших квадратов — параметрический метод регрессионного анализа, который подбирает параметры заданной математической функции так, чтобы сумма квадратов отклонений фактических значений от расчётных была минимальной. В отличие от авторегрессии, модель строит прогноз исключительно на основе временной компоненты, не используя предыдущие значения прогнозируемого параметра.

Обобщённая формула модели:

$$X(t) = f(t; \beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n) + \text{varepsilon}(t)$$

где $X(t)$ — прогнозируемое значение в момент времени t ; $f(t)$ — параметрическая функция тренда выбранного типа; $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ — параметры модели, подбираемые алгоритмом; $\text{varepsilon}(t)$ — случайная ошибка.

Единственный настраиваемый параметр — форма тренда (Таблица 22).

Таблица 22.

Параметры алгоритма МНК

Параметр	Значения	По умолчанию	Описание
Форма тренда	Линейный / Квадратичный / Экспоненциальный	Линейный	Вид математической функции для аппроксимации тренда

Формулы для каждого типа тренда:

- Линейный: $f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t$
- Квадратичный: $f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t^2$
- Экспоненциальный: $f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot e^t$

Результатом является прогнозная кривая с доверительным интервалом (уровень доверия 95 %). Доверительный интервал позволяет оценить неопределённость прогноза — чем дальше от текущего момента, тем шире интервал.

Область применения: МНК лучше всего подходит для прогнозирования параметров с выраженной монотонной тенденцией — температура подшипников при постепенном износе, деградация эффективности теплообменника, медленно нарастающий уровень вибрации.

Рекомендация: для модели МНК достаточно 20–50 точек интерполяции (параметр «Размер окна»). Избыточное количество точек не улучшит точность, но увеличит время расчёта.

12.7.2 АВТОРЕГРЕССИЯ

Авторегрессия (AR) — статистическая модель прогнозирования, в которой будущее значение временного ряда оценивается на основе его собственных предыдущих значений. Модель предполагает, что текущее значение параметра линейно зависит от предыдущих отсчётов, а также, опционально, от тренда и сезонной компоненты.

Формула модели:

$$X(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot X(t-1) + \dots + \beta_n \cdot X(t-n) + T(t) + S(t) + \text{varepsilon}(t)$$

где $X(t)$ — прогнозируемое значение в момент t ; n — количество лагов; β_0 — постоянный коэффициент; $\beta_1 \dots \beta_n$ — коэффициенты авторегрессии; $X(t-1) \dots X(t-n)$ — предыдущие значения ряда; $T(t)$ — компонента тренда; $S(t)$ — сезонная компонента; $\text{varepsilon}(t)$ — случайная ошибка.

Таблица 23.

Параметры алгоритма авторегрессии

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Описание
Число отсчётов авторегрессионной компоненты	≥ 2	10	Количество предыдущих отсчётов (лагов), используемых для прогнозирования. Лаг 1 — значение на предыдущем шаге, лаг 2 — два шага назад и т. д.
Активация компоненты линейного тренда	Вкл / Выкл	Вкл	Включение учёта общей тенденции изменения данных
Число отсчётов периодической компоненты	≥ 0	0	Частота основной сезонности в единицах числа отсчётов. Значение 0 — сезонность не учитывается

Периодическая компонента задаёт число отсчётов, через которое ряд повторяет свой цикл. Например, если данные дискретизированы с интервалом 10 минут, а параметр периодической компоненты установлен в 6, модель будет учитывать часовую сезонность (6 отсчётов $\times$ 10 минут = 60 минут).

Область применения: авторегрессия подходит для прогнозирования параметров с выраженной инерционностью — когда текущее состояние закономерно зависит от предыстории. Это справедливо для большинства технологических процессов: температура, давление, вибрация не изменяются мгновенно.

Рекомендация: для авторегрессии достаточно 20–50 точек интерполяции. Выбор числа лагов зависит от характерного времени процесса — для медленных процессов достаточно 5–10 лагов, для быстрых может потребоваться больше.

12.7.3 АДДИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ (PROPHET)

Аддитивная модель — композитная модель прогнозирования, которая декомпозирует временной ряд на несколько ключевых компонент: тренд, сезонность и шум. Прогноз строится как сумма этих независимых компонент. Особенностью алгоритма является автоматическое обнаружение точек перелома тренда — моментов, когда основная тенденция существенно меняет характер.

Таблица 24.

Параметры аддитивной модели (Prophet)

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Описание
Дневная сезонность	Вкл / Выкл	Выкл	Учёт повторяющихся паттернов в течение суток. Требуется не менее 24 последовательных отсчётов, охватывающих полные сутки
Недельная сезонность	Вкл / Выкл	Выкл	Учёт паттернов, повторяющихся еженедельно. Требуются данные минимум за 7 последовательных дней
Число точек преломления тренда	≥ 0	1	Количество моментов, в которых тренд может кардинально изменить поведение. Большее значение позволяет лучше адаптироваться к частым изменениям, но может привести к переобучению

Область применения: модель предназначена для прогнозирования параметров со сложной структурой, где одновременно присутствуют долгосрочная тенденция (тренд), циклические колебания (сезонность) и резкие изменения динамики (переломы тренда). Например, прогноз энергопотребления с суточными циклами, постепенным износом и резкими изменениями при смене режима работы.

Рекомендация: для аддитивной модели рекомендуется не менее 100–200 точек интерполяции (параметр «Размер окна»). Эта модель использует более сложные паттерны, и большая детализация помогает точнее выявить сезонность и точки перелома тренда.

12.8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ПАРАМЕТРОВ

12.8.1 ОКНО АГРЕГАЦИИ

Размер окна агрегации следует выбирать исходя из динамики прогнозируемого параметра:

1. Для медленных процессов (износ оборудования, деградация характеристик): окно от недели до нескольких месяцев — это позволяет захватить долгосрочный тренд и отфильтровать краткосрочный шум.
2. Для процессов с суточной и недельной сезонностью (энергопотребление, температура теплоносителя): минимальный размер окна 7–14 дней — это необходимо для корректного выделения сезонных компонент.
3. Для быстрых процессов: окно от нескольких часов до суток — слишком большое окно может «размыть» важные краткосрочные изменения.

12.8.2 РАЗМЕР ОКНА (ЧИСЛО ТОЧЕК)

Количество точек интерполяции определяет детализацию временного ряда:

- для МНК и авторегрессии достаточно 20–50 точек;
- для аддитивной модели (Prophet) рекомендуется 100–200 точек и более.

12.8.3 ГОРИЗОНТ ПРОГНОЗА

Горизонт прогноза задаёт, на какое время вперёд строится экстраполяция. Чем больше горизонт, тем выше неопределённость прогноза (шире доверительный интервал). Рекомендуется устанавливать горизонт, соразмерный характерному времени развития прогнозируемого процесса.

12.9 НАСТРОЙКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Задача остаточного ресурса — определить, через какое время прогнозируемый параметр достигнет предельного значения. Эта информация используется для планирования обслуживания: система может заблаговременно предупредить о приближении параметра к критической отметке.

Настройки остаточного ресурса задаются на вкладке «Настройки» сайдбара конфигурации прогнозного блока (Рисунок 195). Для каждого прогнозируемого тега отображается отдельный блок настроек.

Конфигурация прогноза

Имя

Прогноз ИС температуры

Имя узла

Cylinders temperatures and pressur... [↗](#)

Статус

 Не сконфигурирована

Конфигурация

Настройки

Температура т.1

Ограничения

Уставка

Минимум

Максимум

Значение

0 

1 

0 

↑

↓

Температура т.2

Ограничения

Уставка

Минимум

Максимум

Значение

0 

1 

0 

↑

↓

 Сконфигурировать

Рисунок 195. Вкладка «Настройки» сайдбара конфигурации

12.9.1 ПАРАМЕТРЫ НАСТРОЙКИ

Таблица 25.

Параметры остаточного ресурса для каждого тега

Параметр	Тип	По умолчанию	Описание
Направление	Возрастающий / Убывающий	Возрастающий	Тип тренда, при котором контролируется достижение предельного значения
Минимум (min_clip)	число	—	Минимальное ограничение прогнозируемого значения
Максимум (max_clip)	число	—	Максимальное ограничение прогнозируемого значения
Значение (limit)	число	—	Предельное значение, при достижении которого ресурс считается исчерпанным

12.9.2 НАПРАВЛЕНИЕ ТРЕНДА

Параметр «Направление» определяет, каким образом прогнозная кривая приближается к предельному значению:

- **Возрастающий (up)** — ресурс считается исчерпанным, когда прогнозное значение параметра поднимается до предельного значения. Применяется для параметров, опасных при росте: температура подшипника, уровень вибрации, содержание примесей;
- **Убывающий (down)** — ресурс считается исчерпанным, когда прогнозное значение опускается до предельного значения. Применяется для параметров, опасных при снижении: давление масла, толщина стенки, КПД оборудования.

12.9.3 ОГРАНИЧЕНИЯ (КЛИППИРОВАНИЕ)

Параметры «Минимум» и «Максимум» задают диапазон допустимых значений прогнозируемого параметра. Прогнозные значения, выходящие за пределы этого диапазона, ограничиваются (клиппируются) до заданных границ. Это позволяет исключить физически невозможные прогнозы — например, отрицательную температуру подшипника или давление выше конструктивного предела.

Оба параметра необязательны. Если ограничение не задано, клиппирование в соответствующем направлении не выполняется.

12.9.4 ПРЕДЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Параметр «Значение» (limit) задаёт порог, при пересечении которого прогнозной кривой система определяет время исчерпания ресурса. Если предельное значение не задано, расчёт остаточного ресурса для данного тега не выполняется — прогнозный блок выдаёт только прогнозное значение на заданный горизонт.

Внимание: настройка остаточного ресурса не является обязательной. Если задача заключается только в получении прогнозных значений параметра без определения времени до достижения порога, вкладку «Настройки» можно оставить незаполненной.

12.9.5 ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Допустим, необходимо прогнозировать температуру подшипника турбины и определить, через сколько часов она достигнет предельного значения 120 °С.

Настройки остаточного ресурса для тега температуры:

- Направление: Возрастающий (температура опасна при росте);
- Минимум: 20 (температура не может быть ниже 20 °С при работающем оборудовании);
- Максимум: 150 (конструктивный предел датчика);
- Значение: 120 (предельная температура по регламенту).

После конфигурации система будет отслеживать тренд температуры и рассчитывать, через какое время прогнозная кривая пересечёт отметку 120 °С. Это значение будет доступно в сервисе мониторинга для оперативного принятия решений.

13 ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

13.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА

Сервис неисправностей (СН) обеспечивает настройку правил обнаружения неисправностей оборудования и технологических процессов на основе данных, поступающих от моделей и тегов платформы.

Основное назначение СН — определить набор диагностических признаков (правил), по которым система будет автоматически выявлять отклонения от нормальной работы оборудования, и генерировать события (предупреждающие сообщения) при обнаружении неисправности.

СН выполняет следующие функции:

- конфигурация неисправностей: создание и настройка правил обнаружения двух типов — по параметрам (no-code) и по критериям (low-code);
- связь с источниками данных: привязка правил к тегам платформы, модельным значениям, ошибкам моделей или индексу состояния моделей;
- прогонка неисправностей на исторических данных для оценки корректности правил перед запуском в мониторинг;
- управление версиями конфигураций и прогонок.

Внимание: экземпляры неисправностей, включая их связь с узлами и входные теги, создаются в сервисе дизайна проекта. В СН выполняется только настройка правил, задание границ разладки и прогонка уже созданных неисправностей.

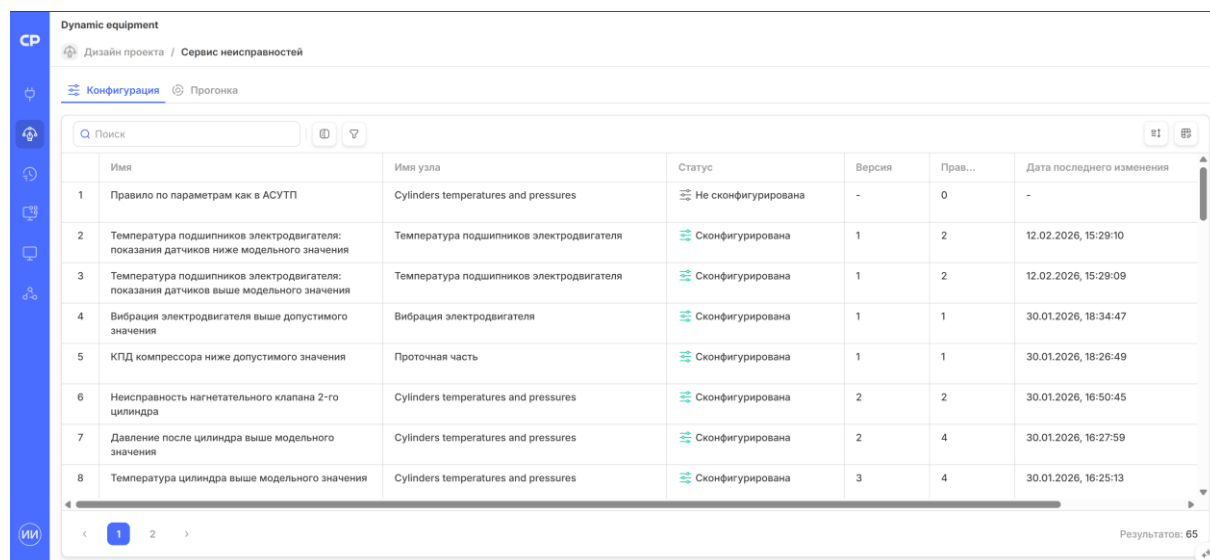
13.2 ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ

Работа с неисправностями в СН организована в виде последовательных этапов, каждому из которых соответствует отдельная вкладка интерфейса:

1. Конфигурация — создание правил обнаружения неисправности. Для каждой неисправности задаётся один или несколько правил двух типов: по параметрам (no-code подход, выбор тегов и направления отклонения) и по критериям (low-code подход, написание формул на Python).

2. Прогонка — расчёт на исторических данных для проверки корректности настроенных правил. На этом этапе задаются границы разладки для каждого параметра или критерия, параметры прогонки (окно усреднения, порог срабатывания, временной диапазон), после чего выполняется пробный расчёт.

Перейдите в СН из сервиса дизайна проекта (с карточки сервиса). Откроется интерфейс с двумя вкладками и сводной таблицей неисправностей (Рисунок 196).



	Имя	Имя узла	Статус	Версия	Прав...	Дата последнего изменения
1	Правило по параметрам как в АСУТП	Cylinders temperatures and pressures	Не сконфигурирована	-	0	-
2	Температура подшипников электродвигателя: показания датчиков ниже модельного значения	Температура подшипников электродвигателя	Сконфигурирована	1	2	12.02.2026, 15:29:10
3	Температура подшипников электродвигателя: показания датчиков выше модельного значения	Температура подшипников электродвигателя	Сконфигурирована	1	2	12.02.2026, 15:29:09
4	Вибрация электродвигателя выше допустимого значения	Вибрация электродвигателя	Сконфигурирована	1	1	30.01.2026, 18:34:47
5	КПД компрессора ниже допустимого значения	Проточная часть	Сконфигурирована	1	1	30.01.2026, 18:26:49
6	Неисправность нагнетательного клапана 2-го цилиндра	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	2	2	30.01.2026, 16:50:45
7	Давление после цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	2	4	30.01.2026, 16:27:59
8	Температура цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	3	4	30.01.2026, 16:25:13

Рисунок 196. Интерфейс сервиса неисправностей

Информация о неисправностях представлена в виде сводной таблицы — строки соответствуют отдельным неисправностям. Доступные вкладки (Конфигурация, Прогонка) соответствуют основным этапам пользовательского пути.

Внимание: действия по настройке неисправностей можно применять как к отдельным неисправностям, так и к нескольким при помощи функционала групповых действий.

13.3 ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

Входные параметры неисправности — это теги, привязанные к блоку неисправности в сервисе дизайна проекта. В качестве входных данных могут использоваться:

- теги платформы — сигналы от датчиков оборудования;
- модельные значения — рассчитанные моделями эталонные значения параметров;
- ошибки модели — отклонения фактического значения от модельного;
- индекс состояния модели — значение ИС, рассчитанное для тега модели.

Выбор типа входных данных определяет, какие сигналы будут анализироваться правилами неисправности. Типичная конфигурация использует ошибки модели или ИС модели как входные параметры правил.

13.4 ИНДЕКС СОСТОЯНИЯ НЕИСПРАВНОСТИ

Индекс состояния (ИС) неисправности — интегральный показатель, отражающий степень проявления неисправности. ИС варьируется от 0 (неисправность активна) до 1 (нормальная работа). Расчёт ИС выполняется в несколько уровней.

13.4.1 РАСЧЁТ ИС ДЛЯ ПРАВИЛА ПО ПАРАМЕТРАМ

Для каждого параметра в правиле ИС определяется как кусочно-линейная функция отклонения. При настройке задаются:

- Направление отклонения: вверх, вниз или в обе стороны;
- Значение ИС «зелёной зоны» (ci_min) — пороговое значение ИС, ниже которого фиксируется разладка (по умолчанию 0,9);
- Пороговые значения: min_val — значение при ИС = ci_min , max_val — значение при ИС = 0.

Расчёт ИС для направления «вверх»:

- если $v \leq min_val$, то ИС = 1,0 (параметр в норме);
- если $v \geq max_val$, то ИС = 0,0 (предельное отклонение);
- иначе выполняется линейная интерполяция:

$$ИС = ci_min - ci_min \cdot \frac{v - min_val}{max_val - min_val}$$

Для направления «вниз» логика зеркальна: нормой считается значение выше min_val , а критическим — ниже max_val . Для направления «в обе стороны» рассчитываются ИС по обоим направлениям, итоговый ИС равен минимуму из двух.

13.4.2 РАСЧЁТ ИС ДЛЯ ПРАВИЛА ПО КРИТЕРИЯМ

Для каждого критерия (формулы) вычисляется результат выражения, после чего к нему применяется аналогичная кусочно-линейная функция с границами разладки. Если граница разладки не задана, ИС критерия считается равным 1,0.

13.4.3 АГРЕГАЦИЯ ИС НЕИСПРАВНОСТИ

Агрегация выполняется в два уровня:

- на уровне правила (логика «И»): ИС правила = максимум из ИС всех его параметров или критериев. Правило срабатывает только если все параметры показывают отклонение;
- на уровне неисправности (логика «ИЛИ»): ИС неисправности = минимум из ИС всех правил. Неисправность срабатывает при отклонении любого из правил.

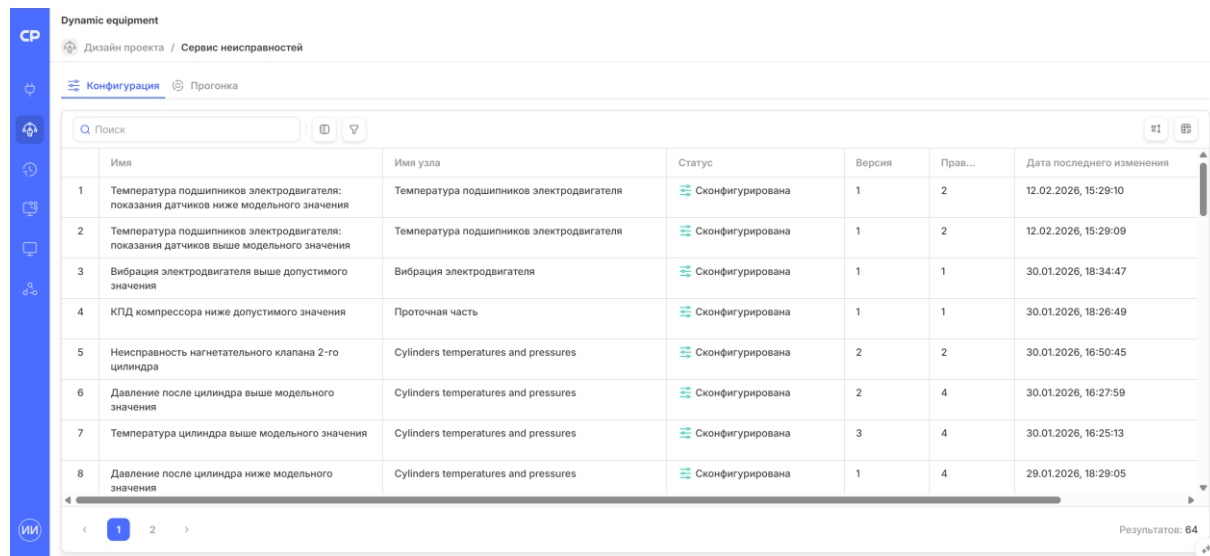
13.4.4 УСРЕДНЕНИЕ ВО ВРЕМЕНИ И ТРИГГЕР

Для сглаживания кратковременных скачков значение ИС неисправности усредняется в рамках окна агрегации (по умолчанию 600 секунд). Если усреднённое значение ИС становится ниже заданного порога срабатывания ($trigger_ci$, по умолчанию 0,9), система фиксирует триггер — неисправность считается активной.

При активации неисправности система формирует событие (предупреждающее сообщение), которое отображается операторам в сервисе мониторинга.

13.5 ТАБЛИЦА КОНФИГУРАЦИИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

При переключении на вкладку «Конфигурация» отображается сводная таблица со списком всех неисправностей проекта (Рисунок 197).



Имя	Имя узла	Статус	Версия	Прав...	Дата последнего изменения
1 Температура подшипников электродвигателя: показания датчиков ниже модельного значения	Температура подшипников электродвигателя	Сконфигурирована	1	2	12.02.2026, 15:29:10
2 Температура подшипников электродвигателя: показания датчиков выше модельного значения	Температура подшипников электродвигателя	Сконфигурирована	1	2	12.02.2026, 15:29:09
3 Вибрация электродвигателя выше допустимого значения	Вибрация электродвигателя	Сконфигурирована	1	1	30.01.2026, 18:34:47
4 КПД компрессора ниже допустимого значения	Проточная часть	Сконфигурирована	1	1	30.01.2026, 16:26:49
5 Неисправность нагнетательного клапана 2-го цилиндра	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	2	2	30.01.2026, 16:50:45
6 Давление после цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	2	4	30.01.2026, 16:27:59
7 Температура цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	3	4	30.01.2026, 16:25:13
8 Давление после цилиндра ниже модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	Сконфигурирована	1	4	29.01.2026, 18:29:05

Рисунок 197. Таблица конфигурации неисправностей

Таблица 26.

Столбцы таблицы конфигурации неисправностей

Столбец	Описание
Имя	Наименование неисправности
Имя узла	Узел, к которому привязана неисправность
Статус	Текущее состояние конфигурации
Версия	Номер текущей версии конфигурации
Правила	Количество правил в неисправности
Дата последнего изменения	Дата и время последнего редактирования
Кем изменено	Имя пользователя, внёсшего последние изменения

Столбец «Статус» отображает одно из четырёх состояний:

- Не сконфигурирована (серая иконка) — конфигурация ещё не создавалась;
- В процессе (синяя иконка) — конфигурация применяется;
- Сконфигурирована (зелёная иконка) — конфигурация успешно применена;
- Ошибка конфигурации (красная иконка) — при применении конфигурации произошла ошибка.

Таблица поддерживает поиск по имени неисправности и имени узла, сортировку по всем столбцам (по умолчанию — по дате последнего изменения, по убыванию), а также фильтрацию по дереву активов проекта с помощью менеджера данных в левой панели.

13.6 САЙДБАР КОНФИГУРАЦИИ НЕИСПРАВНОСТИ

Для настройки конфигурации выберите неисправность в таблице — откроется боковая панель (сайдбар) с информацией о выбранной неисправности (Рисунок 198).

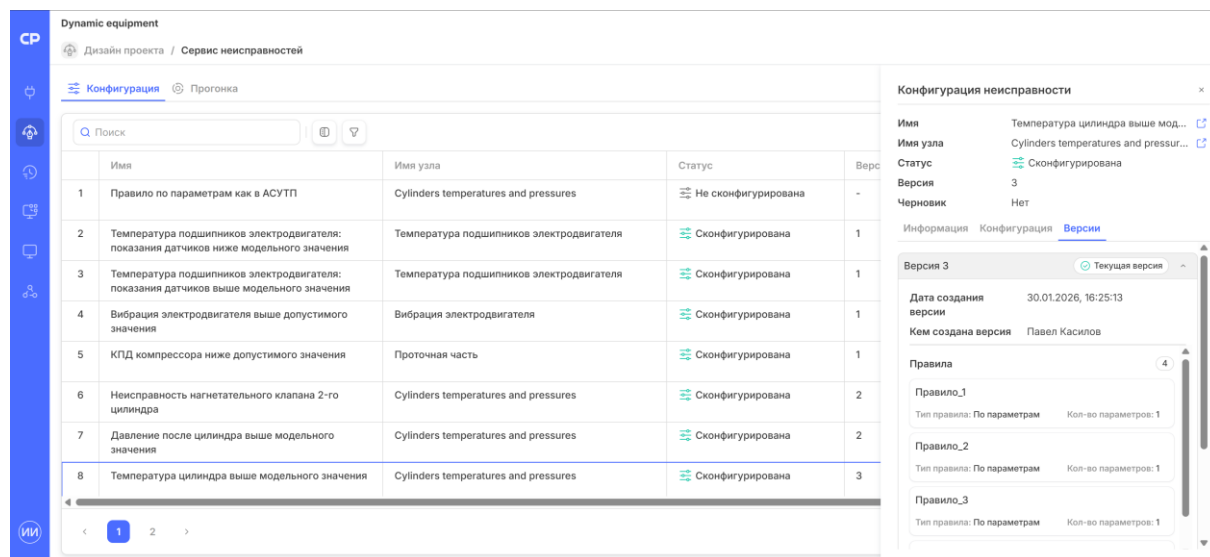


Рисунок 198. Сайдбар конфигурации неисправности

В верхней части сайдбара отображается общая информация:

- Имя — наименование неисправности (со ссылкой для перехода в сервис дизайна проекта);
- Имя узла — узел, к которому привязана неисправность (со ссылкой на канвас узла);
- Статус — текущее состояние конфигурации;
- Версия — номер текущей версии;
- Черновик — наличие несохранённых изменений (с возможностью сброса черновика).

Во вкладке «Информация» отображается описание неисправности и список входных параметров (тегов).

13.6.1 СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ КОНФИГУРАЦИИ

Если неисправность ранее не конфигурировалась, система отобразит сообщение «Чтобы сконфигурировать неисправность, выполните настройки конфигурации» и кнопку «Настройки конфигурации». Нажмите на неё, чтобы создать черновик конфигурации и перейти к настройке правил.

13.6.2 ВКЛАДКА «КОНФИГУРАЦИЯ»

Перейдите во вкладку «Конфигурация» сайдбара. Здесь отображается список правил неисправности с указанием имени, типа и количества параметров каждого правила.

Для добавления нового правила нажмите кнопку «Добавить правило» и выберите тип:

- По параметрам — no-code подход, описан в следующем разделе;
- По критериям — low-code подход с формулами на Python.

Каждое правило можно переименовать, отредактировать или удалить при помощи соответствующих кнопок рядом с элементом списка.

13.6.3 ПРИМЕНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ

После настройки всех правил нажмите кнопку «Сконфигурировать» в нижней части сайдбара. Система применит конфигурацию, и статус изменится на «В процессе», а после завершения — на «Сконфигурирована».

При применении конфигурации автоматически создаётся новая версия. Если ранее существовал черновик, его можно сбросить кнопкой «Сбросить» рядом с полем «Черновик».

13.6.4 ВЕРСИИ КОНФИГУРАЦИИ

Во вкладке «Версии» сайдбара отображается история всех версий конфигурации неисправности. Каждая версия содержит номер, дату создания, имя автора и список правил. Одна из версий помечена бейджем «Текущая версия». Для переключения на другую версию выберите её в списке и нажмите кнопку «Включить».

13.7 ПРАВИЛА ПО ПАРАМЕТРАМ (NO-CODE)

Правило по параметрам — основной no-code инструмент для настройки обнаружения неисправностей. Этот тип правила позволяет задать набор контролируемых параметров (тегов) и направление отклонения для каждого из них, без написания кода.

13.7.1 ПРИНЦИП РАБОТЫ

Каждый параметр в правиле привязан к одному из входных тегов неисправности. Для него задаётся направление отклонения — какое именно изменение значения считать аномальным:

- Вверх (↑) — аномалия фиксируется при превышении нормы (значение выше модельного);
- Вниз (↓) — аномалия фиксируется при падении ниже нормы (значение ниже модельного);
- В обе стороны (↑↓) — аномалия фиксируется при любом отклонении от нормы.

Правило по параметрам реализует логику «И»: неисправность по данному правилу считается подтверждённой только тогда, когда все параметры правила одновременно показывают отклонение. Если хотя бы один параметр находится в норме, ИС правила остаётся высоким.

13.7.2 НАСТРОЙКА ПРАВИЛА

При создании или редактировании правила по параметрам откроется сайдбар настройки (Рисунок 199).

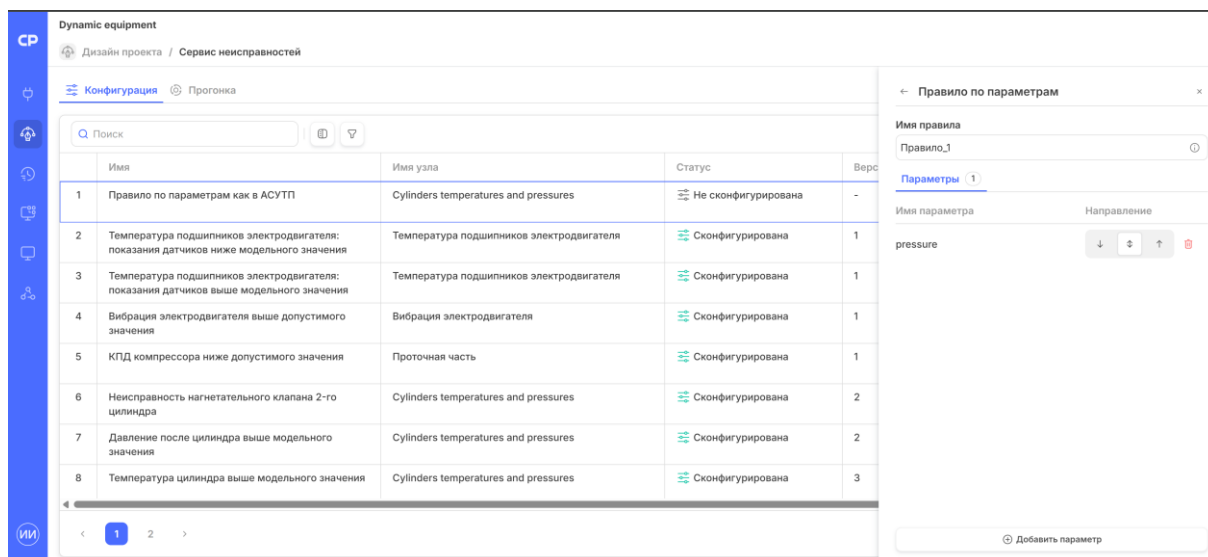


Рисунок 199. Сайдбар правила по параметрам

Для настройки правила выполните следующие действия:

1. Задайте имя правила в поле «Имя правила» (при создании присваивается имя «Новое правило»).
2. Добавьте параметры, нажав кнопку «Добавить параметр». Откроется выпадающий список с доступными входными тегам неисправности. Выберите один или несколько тегов с помощью чекбоксов и нажмите «Добавить». Каждый тег можно добавить в правило только один раз.
3. Для каждого добавленного параметра задайте направление отклонения с помощью переключателя (↑ / ↓ / ↑↓). По умолчанию устанавливается значение «В обе стороны».
4. При необходимости удалите параметр из правила, нажав кнопку удаления рядом с ним.
5. Нажмите кнопку возврата в заголовке сайдбара, чтобы вернуться к сайдбару конфигурации неисправности.

13.7.3 ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассмотрим неисправность «Повышенная вибрация подшипника». Входными параметрами являются ошибки модели по двум выходным тегам: вибрация подшипника 1 и вибрация подшипника 2. Правило по параметрам настраивается следующим образом:

- добавляются оба параметра вибрации;
- для каждого задаётся направление «Вверх» (контролируется превышение модельного значения);
- правило сработает только тогда, когда обе вибрации одновременно превысят модельные значения за пределами заданных границ разладки.

13.8 ПРАВИЛА ПО КРИТЕРИЯМ (LOW-CODE)

Правило по критериям — low-code инструмент для настройки обнаружения неисправностей с использованием произвольных математических формул на языке Python.

Этот тип правила применяется в случаях, когда простого контроля направления отклонения недостаточно и требуется вычислить составной диагностический признак.

13.8.1 ПРИНЦИП РАБОТЫ

Правило по критериям состоит из двух частей:

- Параметры — входные теги неисправности, каждому из которых назначается символьная переменная (например, А, В, Т1). Эти переменные используются в формулах;
- Критерии — математические формулы, вычисляемые на основе значений переменных. Результат формулы преобразуется в ИС через кусочно-линейную функцию с границами разладки.

Аналогично правилам по параметрам, агрегация внутри правила выполняется по логике «И»: ИС правила равен максимуму из ИС всех критериев. Правило срабатывает только если все критерии одновременно показывают отклонение.

13.8.2 НАСТРОЙКА ПРАВИЛА

При создании или редактировании правила по критериям откроется сайдбар настройки (Рисунок 200).

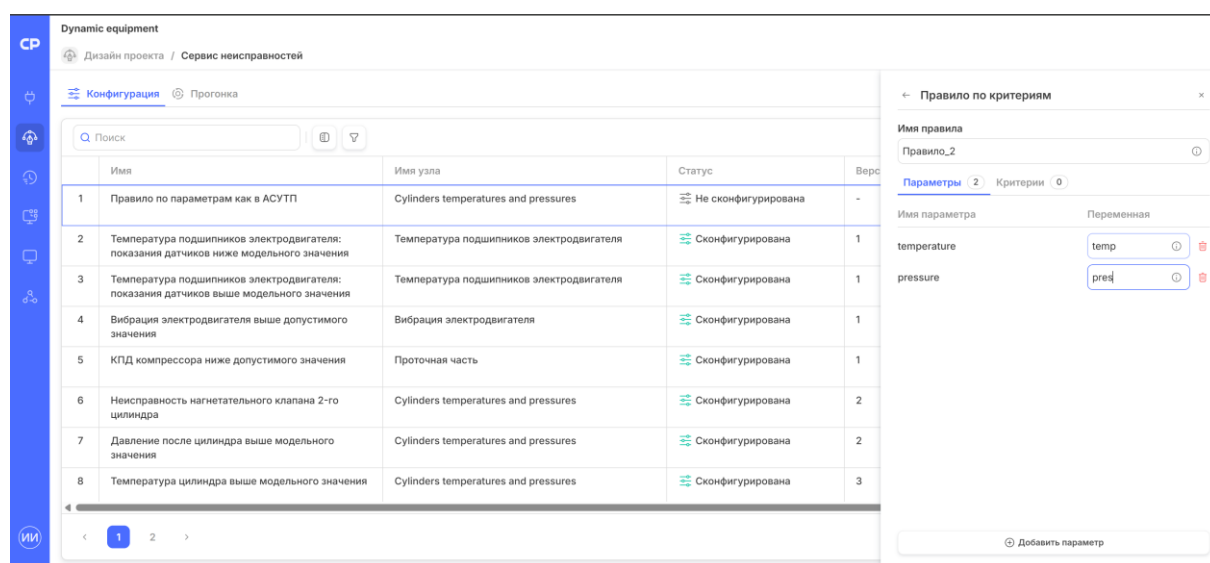


Рисунок 200. Сайдбар правила по критериям

Настройка правила выполняется в два этапа.

Этап 1: добавление параметров. Нажмите «Добавить параметр», выберите входные теги из списка и нажмите «Добавить». Для каждого параметра задайте имя переменной (до 20 символов) — это имя будет использоваться в формулах критериев. Например, если входной тег — «Температура на выходе», можно задать переменную Т1.

Этап 2: создание критериев. Нажмите «Добавить критерий» — система создаст пустой критерий. В поле формулы введите математическое выражение, используя заданные переменные.

13.8.3 СИНТАКСИС ФОРМУЛ

Формулы записываются как выражения Python и вычисляются в безопасном окружении. Максимальная длина формулы — 5000 символов. В формулах доступны:

- арифметические операции: $+$, $-$, $*$, $/$, $**$ (возведение в степень);
- встроенные функции: `abs()`, `min()`, `max()`;
- функции библиотеки NumPy через префикс `np`: `np.sqrt()`, `np.log()`, `np.exp()`, `np.sin()`, `np.cos()` и другие;
- переменные, заданные на этапе добавления параметров.

Таблица 27.

Примеры формул критериев

Формула	Назначение
<code>abs(A - B)</code>	Абсолютная разность двух параметров
<code>np.sqrt(A² + B²)</code>	Геометрическая сумма двух параметров
<code>max(A, B) - min(A, B)</code>	Размах двух параметров
<code>A / B</code>	Отношение параметров

13.8.4 ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассмотрим неисправность «Фактическая вибрация выше расчётной» (Рисунок 201). Входные параметры — ИС тега модели и разница между фактическим и расчётным значением выходного тега. Настройка выполняется следующим образом:

1. Добавляются параметры: ИС тега модели (переменная `CI`) и разница факт/расчёт (переменная `E`).
2. Создаётся критерий с формулой, которая учитывает одновременно и ИС, и знак разладки: `CI * (1 - (E > 0))`. Такой критерий повторяет значение ИС тега, но только при положительной разности (фактическое выше расчётного).

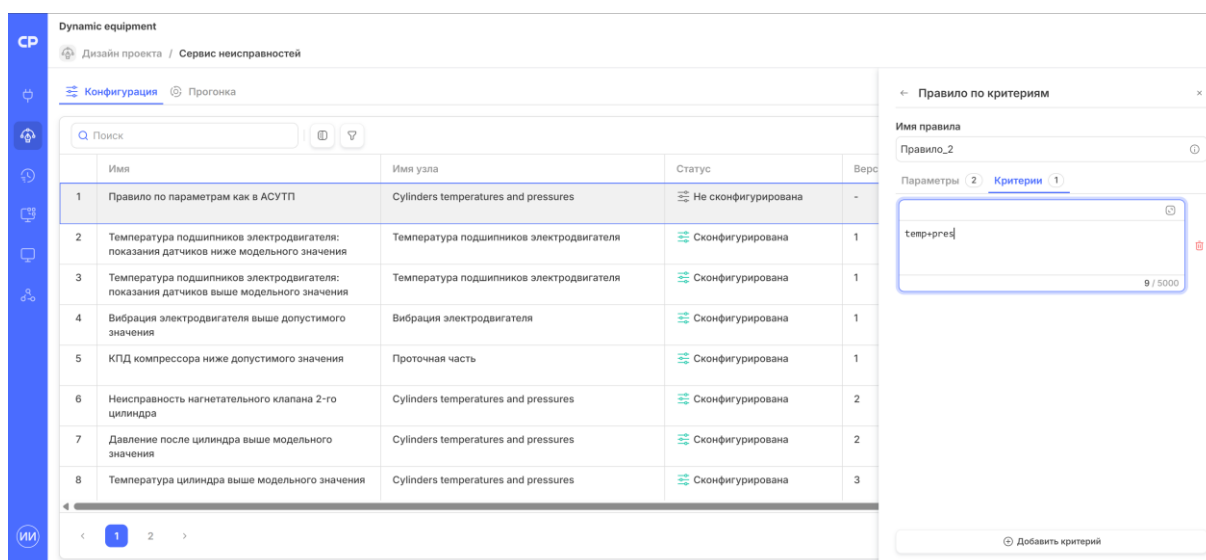


Рисунок 201. Пример настройки правил по критериям

Внимание: формулы вычисляются для каждого момента времени по текущим значениям переменных. Убедитесь, что все используемые в формуле переменные определены в списке параметров правила.

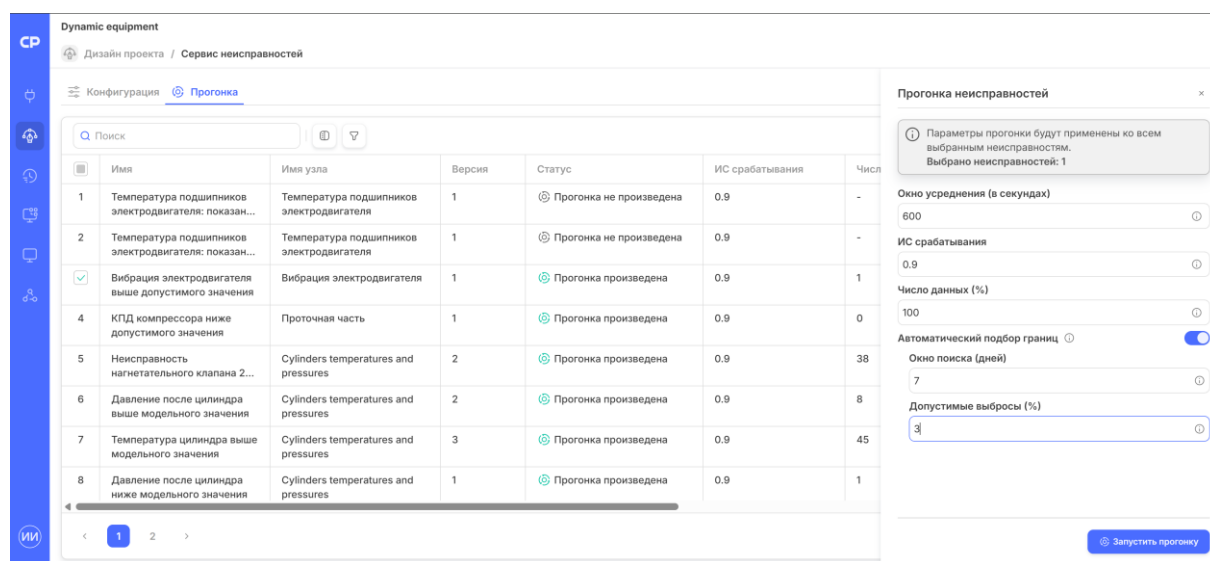
13.9 ПРОГОНКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Прогонка неисправностей — расчёт на исторических данных, позволяющий оценить корректность настроенных правил до запуска в мониторинг. Цель прогонки — убедиться в отсутствии ложных срабатываний в периоды исправной работы и наличии срабатываний при известных дефектах.

Прогонка выполняется аналогично сервису моделирования: задаются границы разладки для параметров и критериев, настраиваются параметры расчёта, после чего запускается вычисление ИС на историческом периоде.

13.9.1 ТАБЛИЦА ПРОГОНОК

При переключении на вкладку «Прогонка» отображается сводная таблица со списком неисправностей и результатами их прогонок (Рисунок 202).



Имя	Имя узла	Версия	Статус	ИС срабатывания	Число срабатываний
1 Температура подшипников электродвигателя: показан...	Температура подшипников электродвигателя	1	Прогонка не произведена	0.9	-
2 Температура подшипников электродвигателя: показан...	Температура подшипников электродвигателя	1	Прогонка не произведена	0.9	-
3 Вибрация электродвигателя выше допустимого значения	Вибрация электродвигателя	1	Прогонка произведена	0.9	1
4 КПД компрессора ниже допустимого значения	Проточная часть	1	Прогонка произведена	0.9	0
5 Неисправность нагнетательного клапана 2...	Cylinders temperatures and pressures	2	Прогонка произведена	0.9	38
6 Давление после цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	2	Прогонка произведена	0.9	8
7 Температура цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	3	Прогонка произведена	0.9	45
8 Давление после цилиндра ниже модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	1	Прогонка произведена	0.9	1

Рисунок 202. Таблица прогонок неисправностей

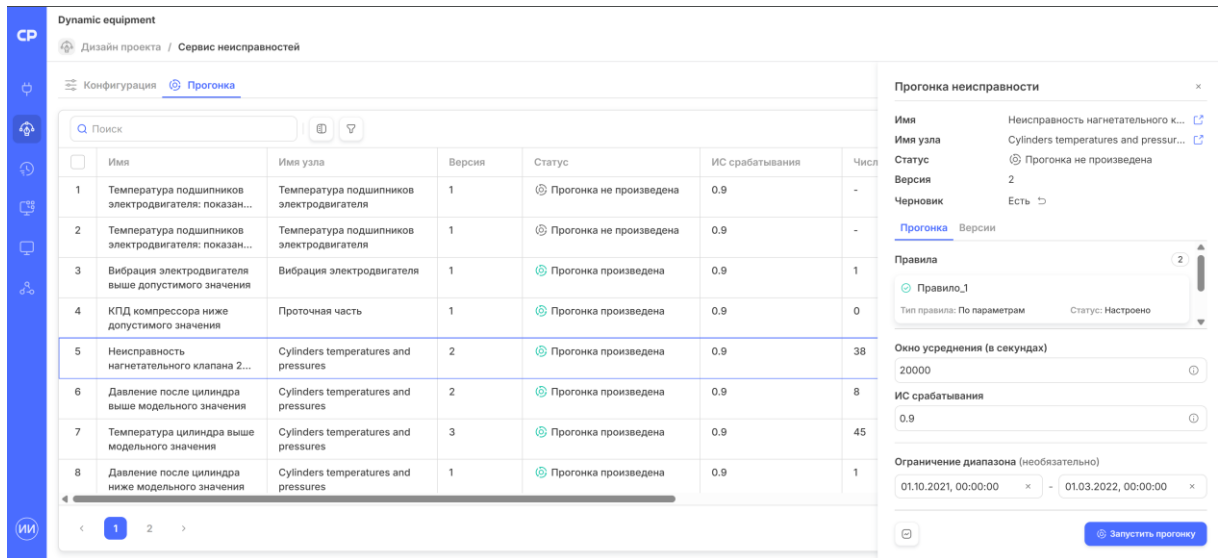
Таблица 28.

Столбцы таблицы прогонок неисправностей

Столбец	Описание
Имя	Наименование неисправности
Имя узла	Узел, к которому привязана неисправность
Версия	Номер версии прогонки
Статус	Состояние прогонки (Не начата / В процессе / Завершена / Ошибка)
Порог срабатывания	Заданное пороговое значение ИС для триггера
Кол-во срабатываний	Число раз, когда ИС опустился ниже порога
Доля срабатываний, %	Отношение суммарного времени срабатывания к общему времени периода
ИС 99%	99-й перцентиль ИС за период прогонки
ИС 90%	90-й перцентиль ИС
ИС 75%	75-й перцентиль ИС
Дата	Дата выполнения прогонки
Автор	Пользователь, запустивший прогонку

13.9.2 НАСТРОЙКА ГРАНИЦ РАЗЛАДКИ

Для запуска прогонки необходимо задать границы разладки для каждого параметра (в правилах по параметрам) и каждого критерия (в правилах по критериям). Выберите неисправность в таблице — откроется сайдбар прогонки (Рисунок 203).



The screenshot shows the 'Dynamic equipment' interface. The main table lists faults with columns: Имя (Name), Имя узла (Node name), Версия (Version), Статус (Status), ИС срабатывания (Activation ICS), and Число (Count). The sidebar on the right is titled 'Прогонка неисправности' (Fault prediction) and contains settings for rules, averaging window, activation ICS, and a date range.

Имя	Имя узла	Версия	Статус	ИС срабатывания	Число	
1	Температура подшипников электродвигателя: показан...	Температура подшипников электродвигателя	1	Прогонка не произведена	0,9	-
2	Температура подшипников электродвигателя: показан...	Температура подшипников электродвигателя	1	Прогонка не произведена	0,9	-
3	Вибрация электродвигателя выше допустимого значения	Вибрация электродвигателя	1	Прогонка произведена	0,9	1
4	КПД компрессора ниже допустимого значения	Проточная часть	1	Прогонка произведена	0,9	0
5	Неисправность нагнетательного клапана 2...	Cylinders temperatures and pressures	2	Прогонка произведена	0,9	38
6	Давление после цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	2	Прогонка произведена	0,9	8
7	Температура цилиндра выше модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	3	Прогонка произведена	0,9	45
8	Давление после цилиндра ниже модельного значения	Cylinders temperatures and pressures	1	Прогонка произведена	0,9	1

Сайдбар 'Прогонка неисправности' содержит:

- Имя: Неисправность нагнетательного клапана 2...
- Имя узла: Cylinders temperatures and pressures...
- Статус: Прогонка не произведена
- Версия: 2
- Черновик: Есть
- Правила: Правило_1
- Тип правила: По параметрам
- Статус: Настроено
- Окно усреднения (в секундах): 20000
- ИС срабатывания: 0,9
- Ограничение диапазона (необязательно): 01.10.2021, 00:00:00 - 01.03.2022, 00:00:00
- Кнопка: Запустить прогонку

Рисунок 203. Сайдбар прогонки неисправности

Границы для правил по параметрам. Для каждого параметра задаются:

- ИС минимальный (ci_min) — значение ИС на границе «зелёной зоны» (по умолчанию 0,9);
- Граница верхней разладки ($deviation_up$) — диапазон значений для отклонения вверх (min — начало разладки, max — предельное отклонение);
- Граница нижней разладки ($deviation_down$) — диапазон значений для отклонения вниз.

Границы разладки могут задаваться двумя способами:

- абсолютные значения — конкретные числовые пороги;
- по квантилям (сигма) — процентиля распределения (от 1 до 99), рассчитываемые по историческим данным.

Направление отклонения, заданное при конфигурации, определяет, какие из границ (верхняя, нижняя или обе) будут использоваться при расчёте ИС.

Границы для правил по критериям. Для каждой формулы критерия задаются ИС минимальный и граница верхней разладки (min и max).

13.9.3 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОДБОР ГРАНИЦ

Система может автоматически определить границы разладки на основании исторических данных (Рисунок 204).

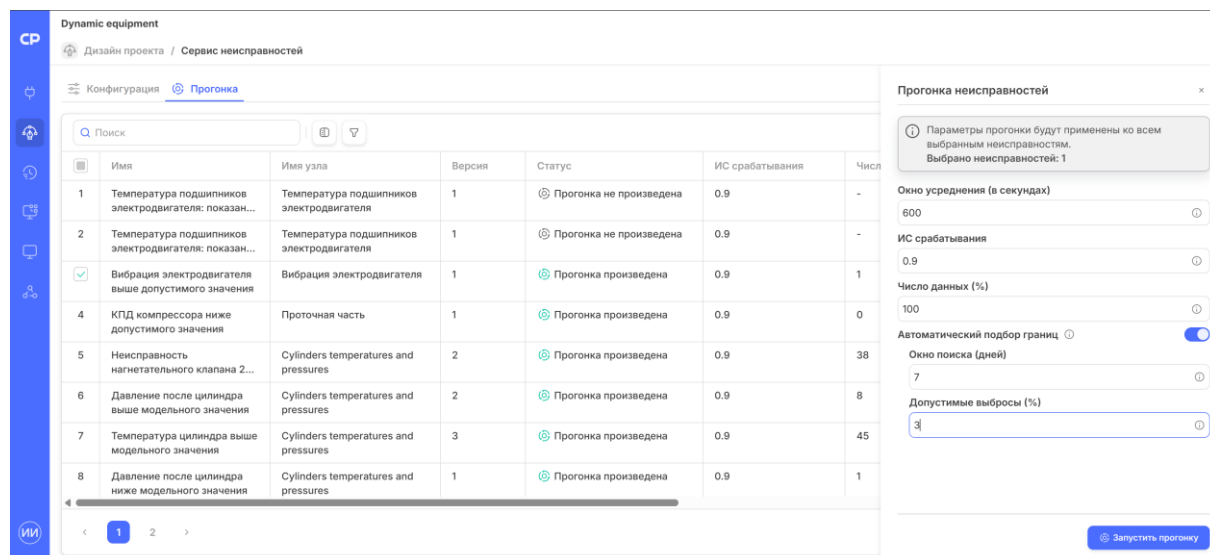


Рисунок 204. Автоподбор границ разладки

Для настройки автоподбора задаются два параметра:

- Окно поиска — количество дней исторических данных для анализа (от 1 до 365, по умолчанию 7);
- Допустимое отклонение — процент допустимых выбросов в данных (от 0 до 100%, по умолчанию 0).

При включении автоподбора система определяет статистические характеристики параметров за заданное окно и рассчитывает оптимальные границы, исключая указанный процент выбросов.

13.9.4 ПАРАМЕТРЫ ПРОГОНКИ

Помимо границ разладки, для прогонки задаются общие параметры расчёта:

- Окно усреднения — интервал сглаживания ИС в секундах (по умолчанию 600 секунд = 10 минут). Чем больше окно, тем плавнее изменения ИС и тем меньше влияние кратковременных скачков;
- Порог срабатывания (trigger_ci) — пороговое значение ИС, ниже которого правило считается сработавшим (по умолчанию 0,9);
- Временной диапазон — начало и конец периода анализа. Если не задан, определяется автоматически из доступных данных.

13.9.5 ЗАПУСК ПРОГОНКИ

После настройки границ разладки и параметров нажмите кнопку запуска прогонки. Система выполнит расчёт ИС на историческом периоде: для каждого момента времени будут вычислены ИС всех параметров и критериев, агрегированы по правилам и неисправности, усреднены в скользящем окне и проверены на превышение порога.

Статус прогонки изменится на «В процессе», а по завершении — на «Завершена» (или «Ошибка» в случае проблем). Результаты отобразятся в сводной таблице.

Прогонку можно запустить одновременно для нескольких неисправностей, выделив их в таблице при помощи функционала множественного выбора.

13.9.6 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

После завершения прогонки обратите внимание на следующие показатели в сводной таблице:

- Количество срабатываний и Доля срабатываний — при корректной настройке в периоды исправной работы срабатывания должны отсутствовать; при известных дефектах — присутствовать;
- ИС 99/90/75% — проценты позволяют оценить общий уровень ИС за период. Значения близкие к 1,0 указывают на стабильную работу, низкие значения — на систематические отклонения.

Для детального анализа выберите неисправность и просмотрите график изменения ИС во времени (Рисунок 205). На графике отображается кривая ИС, отметки рабочего режима и зоны срабатывания триггера.

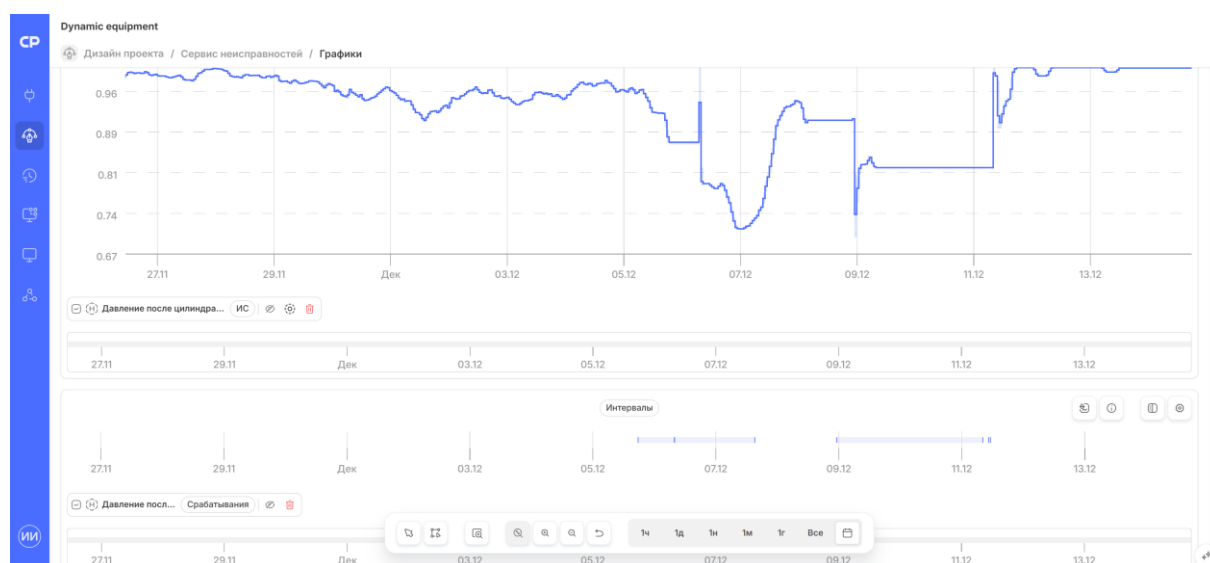


Рисунок 205. График результатов прогонки неисправности

Если результаты неудовлетворительны (ложные срабатывания или отсутствие срабатываний при известных дефектах), скорректируйте границы разладки или параметры прогонки и выполните повторный расчёт.

14 НАСТРОЙКА ПРОЦЕССОВ РЕАГИРОВАНИЯ

14.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСА

Сервис бизнес-логики (СБЛ) — центральный узел управления операционными действиями и процедурами в ПО CyberStudio. Если аналитические сервисы платформы (моделирование, обнаружение неисправностей, прогнозирование) отвечают за выявление отклонений в работе оборудования, то СБЛ обеспечивает организованную реакцию на эти отклонения — от момента появления предупреждающего сообщения до полного завершения всех необходимых действий.

Типовой цикл работы с СБЛ выглядит следующим образом:

- аналитический сервис обнаруживает отклонение (падение индекса состояния, срабатывание неисправности, критический прогноз) и формирует событие;
- событие поступает в СБЛ и отображается в таблице событий;

- автоматизация, настроенная заранее, создаёт процесс реагирования по заранее подготовленному шаблону и при необходимости рассылает уведомления ответственным;
- назначенные исполнители выполняют задачи процесса: анализируют данные, проверяют оборудование, вносят корректировки;
- прогресс фиксируется, комментарии с вложениями формируют обратную связь.

Основные функции СБЛ:

- централизованный просмотр и фильтрация всех событий от аналитических сервисов CyberStudio;
- создание и настройка шаблонов процессов — типовых схем реагирования для повторяющихся ситуаций;
- настройка автоматизаций для автоматического создания процессов и рассылки уведомлений при появлении событий;
- управление задачами в рамках процессов: назначение исполнителей, контроль статусов, ведение комментариев;
- визуализация прогресса выполнения процессов и экспорт данных о событиях.

14.2 ПУТЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СЕРВИСЕ

Для перехода к СБЛ воспользуйтесь навигационной панелью (Рисунок 206).

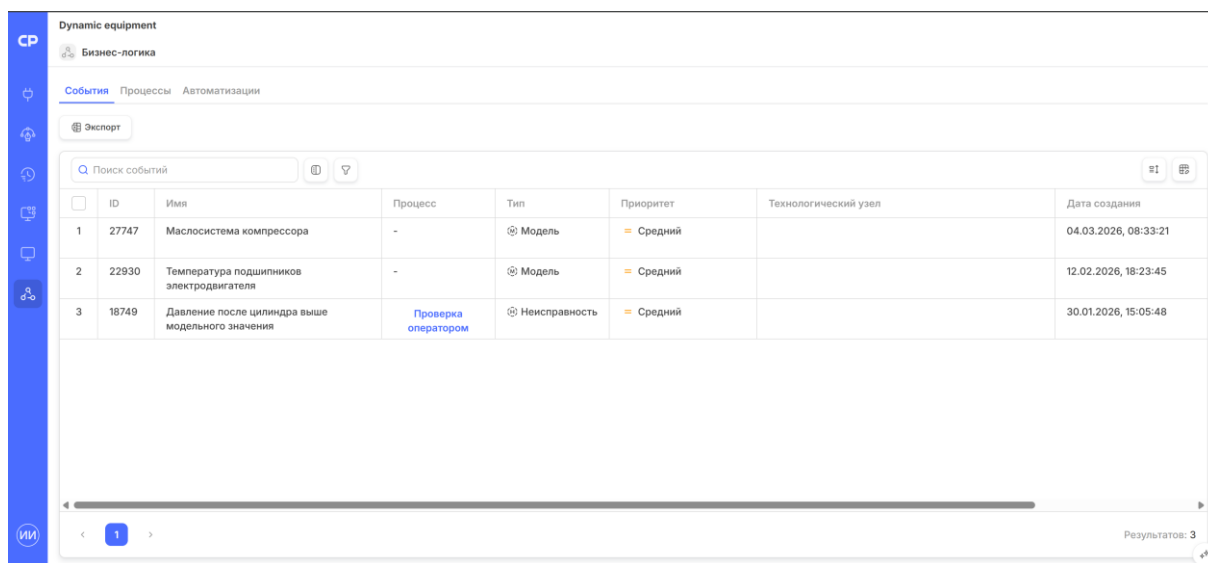


Рисунок 206. Переход к сервису бизнес-логики

Содержимое и функционал СБЛ разделены на три вкладки:

- События — единое окно для просмотра и работы с событиями, поступающими от аналитических сервисов платформы;
- Процессы — инструменты работы с процессами и шаблонами процессов;
- Автоматизации — настройка автоматического реагирования на события.

В рамках типового рабочего процесса в СБЛ пользователь выполняет следующие действия:

- Подготовка: создаёт шаблоны процессов, описывающие последовательность задач для типовых ситуаций (см. подраздел «Шаблоны процессов»);

- Настройка автоматизаций: связывает появление определённых типов событий с созданием процессов по шаблонам и рассылкой уведомлений (см. подраздел «Автоматизации»);
- Оперативная работа: просматривает события, отслеживает процессы, выполняет назначенные задачи (см. подразделы «События», «Таблица процессов», «Холст процесса», «Управление процессом»).

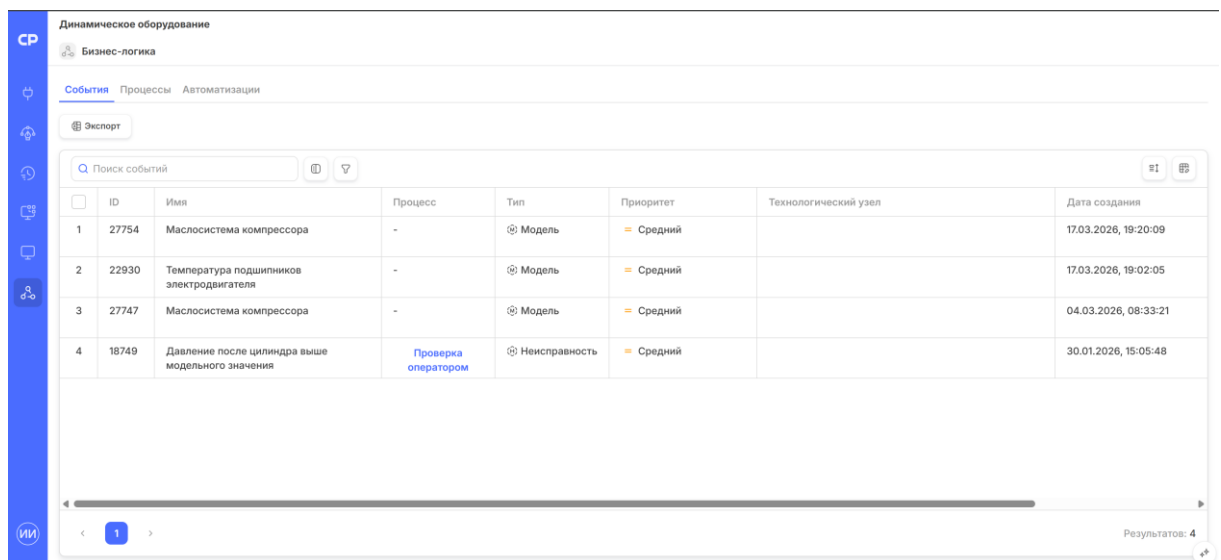
Примечание: процессы могут создаваться не только автоматически, но и вручную — как с нуля, так и на основе шаблона. Подробнее об этом — в подразделе «Таблица процессов».

14.3 ВКЛАДКА «СОБЫТИЯ»

Вкладка «События» — единое окно для просмотра всех предупреждающих сообщений, сформированных аналитическими сервисами платформы. Здесь собраны события от сервисов неисправностей, моделирования, прогнозирования и сбора данных.

14.3.1 ТАБЛИЦА СОБЫТИЙ

При переключении на вкладку «События» отображается сводная таблица со списком всех событий проекта (Рисунок 207).



ID	Имя	Процесс	Тип	Приоритет	Технологический узел	Дата создания
1 27754	Маслосистема компрессора	-	⊞ Модель	= Средний		17.03.2026, 19:20:09
2 22930	Температура подшипников электродвигателя	-	⊞ Модель	= Средний		17.03.2026, 19:02:05
3 27747	Маслосистема компрессора	-	⊞ Модель	= Средний		04.03.2026, 08:33:21
4 18749	Давление после цилиндра выше модельного значения	Проверка оператором	⊞ Неисправность	= Средний		30.01.2026, 15:05:48

Рисунок 207. Таблица событий

Таблица 29.

Столбцы таблицы событий

Столбец	Описание
ID	Порядковый номер события
Имя	Наименование события
Процесс	Название привязанного процесса (если есть)
Тип	Тип события: Неисправность, Модель, Сбор данных или Прогноз
Приоритет	Уровень важности: Высокий, Средний или Низкий
Технологический узел	Путь к оборудованию в дереве проекта
Дата создания	Дата и время появления события
Дата изменения	Дата и время последнего обновления

Таблица поддерживает:

- поиск по ID и имени события;

- сортировку по всем столбцам (по умолчанию — по дате создания, по убыванию);
- атрибутивную фильтрацию по столбцам таблицы (тип, приоритет, даты и др.);
- фильтрацию по дереву активов проекта при помощи менеджера данных в левой панели (Рисунок 208).

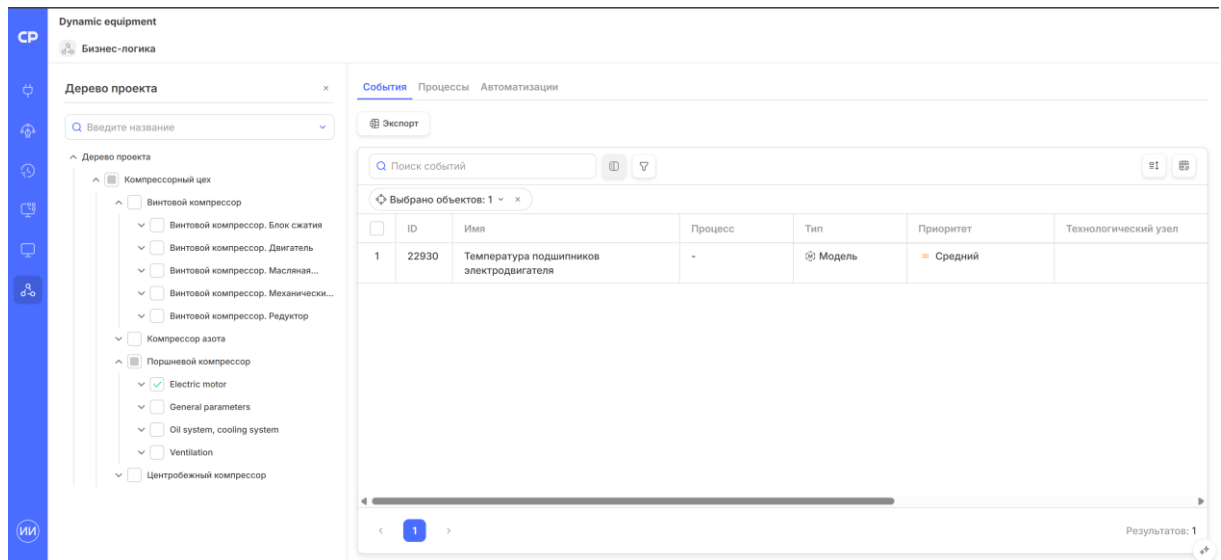


Рисунок 208. Фильтрация событий по дереву активов

Для фильтрации по дереву активов откройте менеджер данных, раскройте нужные уровни дерева и отметьте интересующие объекты. Таблица отобразит только события, относящиеся к выбранным объектам. Для поиска объектов в дереве воспользуйтесь поисковой строкой.

14.3.2 САЙДБАР СОБЫТИЯ

Для просмотра подробной информации о событии выберите строку в таблице — откроется боковая панель (сайдбар) с данными о событии (Рисунок 209).

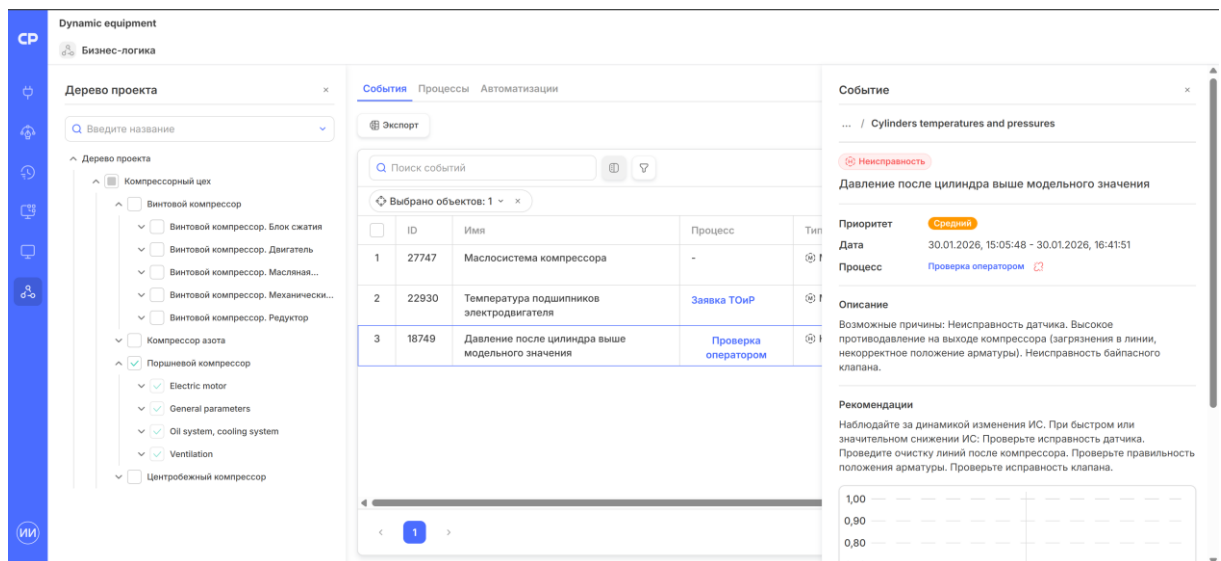


Рисунок 209. Сайдбар события

Сайдбар содержит следующие поля:

- Название — наименование события;
- Описание — текстовое описание (если задано);

- Рекомендации — рекомендуемые действия (если заданы);
- Тип — тип события, отображается в виде бейджа (для типа «Неисправность» — красный, для остальных — серый);
- Приоритет — уровень важности, отображается в виде бейджа (Высокий — красный, Средний — оранжевый, Низкий — чёрный);
- Дата начала / Дата конца — временной интервал события;
- Процесс — привязанный процесс (если есть).

В зависимости от типа события сайдбар может содержать дополнительные данные:

- для события типа «Неисправность» — название узла, к которому привязана неисправность, и график индекса состояния (ИС);
- для события типа «Модель» — название узла и тип модели;
- для события типа «Сбор данных» — список тегов;
- для события типа «Прогноз» — название узла и описание прогноза.

14.3.3 ПРИВЯЗКА И ОТВЯЗКА ПРОЦЕССА

Из сайдбара события можно привязать процесс для организации реагирования. Связь между событием и процессом — один к одному: к одному событию можно привязать строго один процесс.

Для привязки процесса нажмите кнопку «Добавить процесс» в поле «Процесс» сайдбара. В открывшемся контекстном меню доступны два варианта:

- выбрать существующий шаблон — из списка шаблонов процессов создаётся экземпляр процесса и привязывается к событию;
- создать новый процесс — заполните название и описание, после чего новый пустой процесс будет создан и привязан к событию.

Для отвязки процесса нажмите иконку открепления рядом с названием процесса в сайдбаре. После отвязки к событию можно привязать другой процесс.

Примечание: в типовом рабочем процессе привязка процесса к событию выполняется автоматически при помощи автоматизаций (см. подраздел «Автоматизации»). Ручная привязка используется для нештатных ситуаций.

14.3.4 ЭКСПОРТ СОБЫТИЙ

Таблицу событий можно выгрузить в файл формата Microsoft Excel (.xlsx). Для этого нажмите кнопку «Экспорт» над таблицей (Рисунок 210).

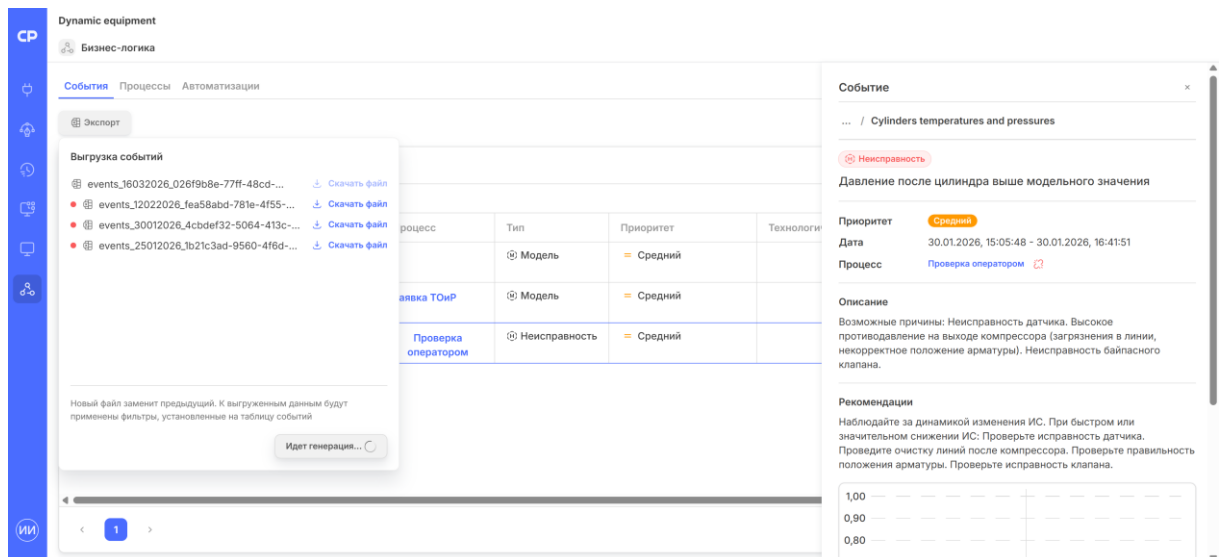


Рисунок 210. Экспорт событий

В открывшемся меню:

- если файл экспорта ещё не сгенерирован, отображается заглушка с текстом «Файл ещё не был сгенерирован»;
- нажмите «Сгенерировать» для запуска создания файла. К выгружаемым данным будут применены фильтры, установленные на таблицу событий;
- после завершения генерации отобразятся имя файла и кнопка «Скачать файл».

Примечание: новый файл заменит предыдущий. Генерация выполняется асинхронно — дождитесь завершения перед скачиванием.

14.4 ШАБЛОНЫ ПРОЦЕССОВ

Шаблон процесса — заранее подготовленная конфигурация процесса с набором задач, их связями и назначенными ролями. Шаблоны позволяют стандартизировать реакцию на типовые ситуации: например, шаблон проверки срабатывания инженером или шаблон реагирования оператора на предупреждающее сообщение. На основе одного шаблона может быть создано произвольное количество экземпляров процессов — как вручную, так и автоматически через автоматизации.

14.4.1 ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ НА РАБОТУ С ШАБЛОНАМИ

Шаблоны процессов доступны на вкладке «Процессы». Для переключения нажмите кнопку «Шаблоны» над сводной таблицей процессов — содержимое вкладки будет перестроено для работы с шаблонами (Рисунок 211).

Dynamic equipment

Бизнес-логика

События Процессы Автоматизации

Поиск процессов

Шаблоны

Требуют моего участия

	Имя	Событие	Статус	Прогресс	Активные задачи	Дата начала события	Дата окончания события
1	Проверка оператором	-	В процессе	0%	Проверка срабатывания оператором	-	-
2	Дообучение моделей	-	В процессе	0%	-	-	-
3	Изменение ЕО, привязанной к ТМ	-	В процессе	0%	Модели ОК?	-	-
4	Измерение единицы измерения тега	-	В процессе	0%	-	-	-
5	Изменение ЕО, привязанной к ТМ	-	В процессе	100%	-	-	-
6	Заявка ТОиР	Температура подшипников электродвигателя	В процессе	0%	Проверить событие	12.02.2026, 18:23:45	-
7	Поломка электродвигателя	Падения логики	Фальсификатор	0%	Поломка срабатывания	20.01.2026, 15:05:48	20.01.2026, 16:41:57

Добавить процесс

Результатов: 7

Рисунок 211. Переключение между процессами и шаблонами

Для возврата к таблице процессов нажмите кнопку «Вернуться к процессам».

14.4.2 ТАБЛИЦА ШАБЛОНОВ

В режиме работы с шаблонами отображается сводная таблица со всеми шаблонами проекта (Рисунок 212).

Dynamic equipment

Бизнес-логика

События

Процессы

Автоматизации

Поиск шаблонов

Вернуться к процессам

☐	Имя	Статус	Задачи	Дата создания	Кем создано	Дата изменения	Кем изменено
☐	Проверка оператором 2	-	2	30.01.2026, 11:31:04	Павел Касилов	30.01.2026, 11:31:04	Сергей Белов
☐	Проверка оператором	-	6	25.01.2026, 22:57:40	Сергей Белов	25.01.2026, 22:57:40	Иван Иванов
☐	Отчетность по дообучению	-	1	16.03.2026, 18:32:26	Иван Иванов	16.03.2026, 18:32:26	Иван Иванов
☐	Измерение единицы измерения тега	-	0	16.03.2026, 18:04:00	Иван Иванов	16.03.2026, 18:04:00	Иван Иванов
☐	Изменение ЕО, привязанной к ТМ	-	1	12.02.2026, 17:05:07	Иван Иванов	12.02.2026, 17:05:07	Иван Иванов
☐	Дообучение моделей	-	0	16.03.2026, 18:04:52	Иван Иванов	16.03.2026, 18:04:52	Иван Иванов

Добавить шаблон

Отображать результатов: 10

Рисунок 212. Таблица шаблонов процессов

Таблица 30.

Столбцы таблицы шаблонов

Столбец	Описание
Имя	Наименование шаблона
Задачи	Количество задач в шаблоне
Дата создания	Дата и время создания шаблона
Кем создано	Имя пользователя-автора
Дата последнего изменения	Дата и время последнего редактирования
Кем изменено	Имя пользователя, внёсшего последние изменения

Таблица поддерживает поиск по имени, сортировку по всем столбцам, а также атрибутивную фильтрацию.

14.4.3 СОЗДАНИЕ НОВОГО ШАБЛОНА

Для создания нового шаблона нажмите кнопку «Добавить шаблон» и заполните свойства: название и описание (Рисунок 213).

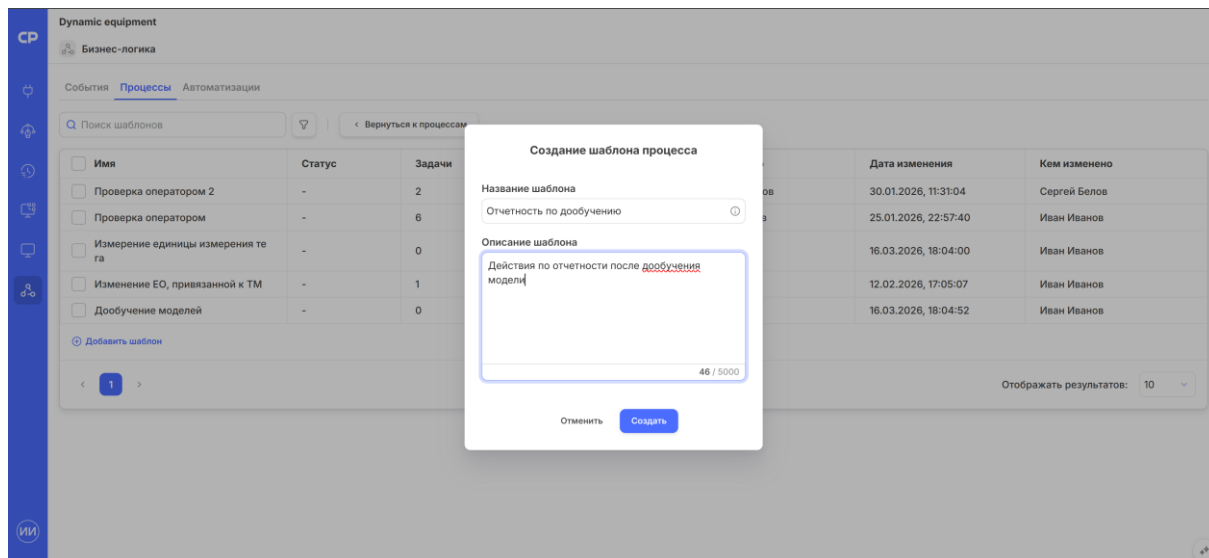


Рисунок 213. Создание нового шаблона

После создания в таблице появится новая строка. Для дальнейшей работы с шаблоном перейдите к его редактированию.

14.4.4 РЕДАКТИРОВАНИЕ ШАБЛОНА НА ХОЛСТЕ

Для редактирования шаблона нажмите на соответствующую строку в таблице — система перенаправит вас на интерфейс холста (Рисунок 214).

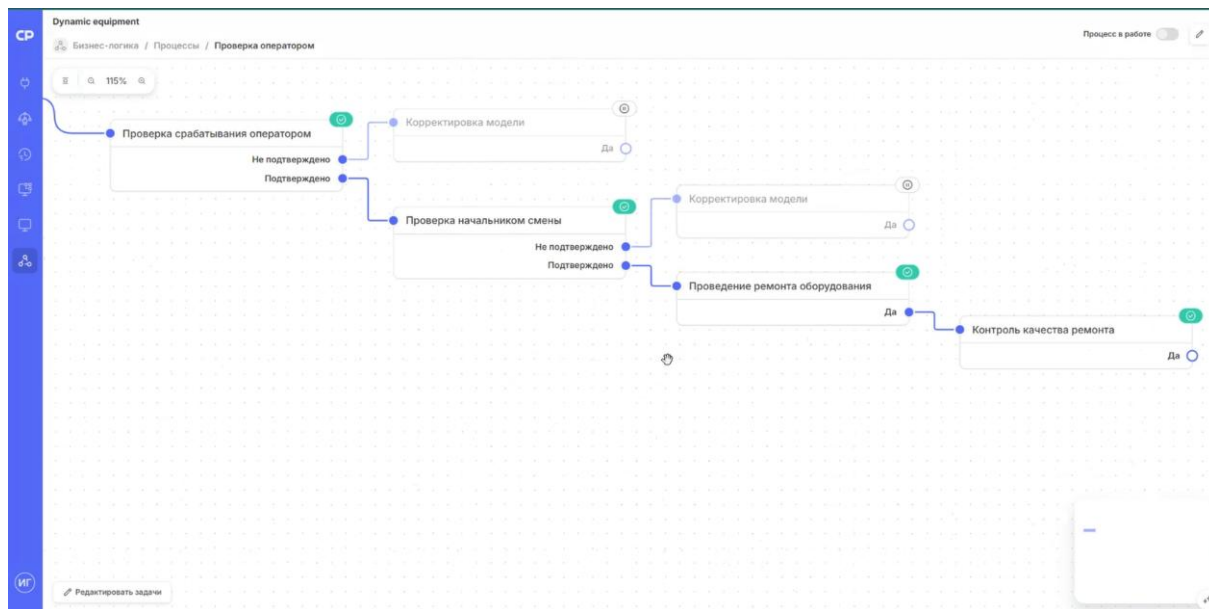


Рисунок 214. Холст шаблона процесса

Холст шаблона отображает задачи в виде карточек и связи между ними. Работа с холстом шаблона аналогична работе с холстом процесса (подробнее — в подразделе «Холст процесса»), за исключением следующих особенностей:

- для добавления задачи нажмите кнопку «Добавить задачи» и заполните свойства задачи в открывшемся сайдбаре: название, описание, возможные состояния (выходные порты) и ответственных (Рисунок 215);

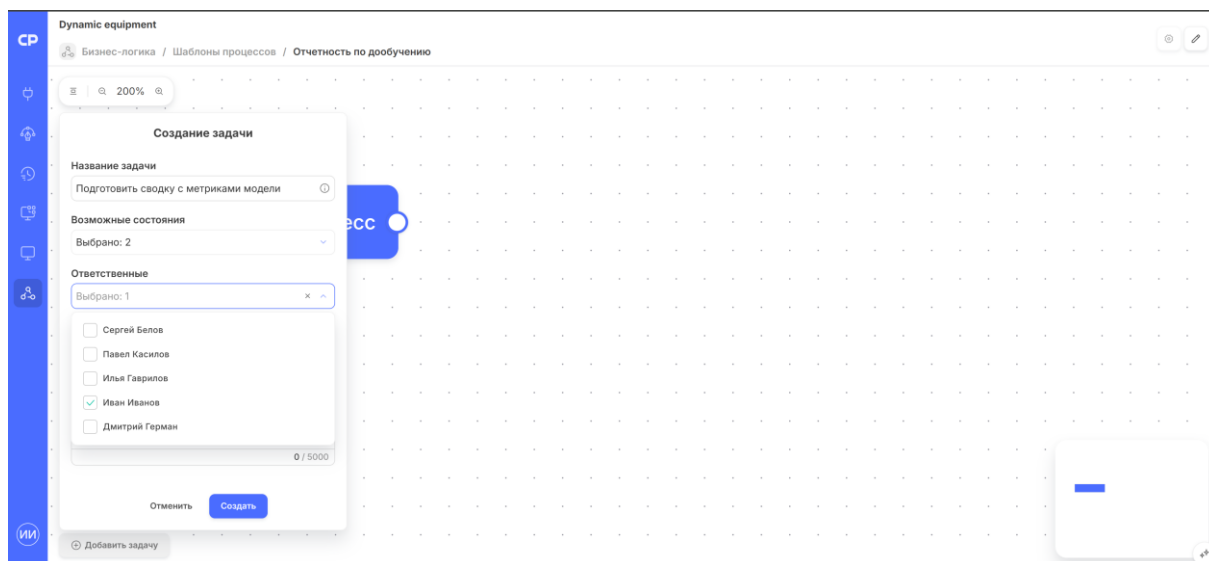


Рисунок 215. Добавление задачи в шаблон

- при добавлении задачи в шаблон не требуется указывать конкретных исполнителей — они могут быть назначены позднее, в экземпляре процесса;
- все изменения в шаблоне сохраняются автоматически при завершении редактирования.

14.4.5 СТРУКТУРА ЗАДАЧИ В ШАБЛОНЕ

Каждая задача в шаблоне представлена в виде карточки на холсте. Карточка содержит:

- Входной порт — расположен на левом краю карточки. Через него задача получает сигнал о том, что процесс дошёл до неё и можно приступать к выполнению.
- Выходные порты — расположены на правом краю карточки. Каждый порт соответствует одному из возможных состояний (результатов) задачи. Например, «Подтверждено» и «Не подтверждено».

Задачи соединяются стрелками от выходного порта одной задачи к входному порту другой. Таким образом формируется логика процесса: «Если задача А завершилась с результатом X, то следующей активируется задача Б».

Первая задача в цепочке должна быть соединена с плашкой «Точка входа в процесс» — это стартовая точка, с которой начинается выполнение.

14.4.6 СОЕДИНЕНИЕ ЗАДАЧ

Для соединения задач на холсте доступны два способа:

- Последовательное указание (клик-клик): наведите курсор на выходной порт задачи-источника (курсор изменит вид), кликните по порту, затем кликните по входному порту задачи-приёмника. Между портами автоматически появится стрелка-связь.

- Перетаскивание (drag & drop): наведите курсор на выходной порт, нажмите левую кнопку мыши и перетащите к входному порту задачи-приёмника. Отпустите кнопку — связь будет создана.

Для удаления связи нажмите на стрелку между задачами — появится иконка удаления.

14.4.7 ДУБЛИРОВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ

При выделении одного или нескольких шаблонов в таблице чекбоксами внизу интерфейса появляется контекстное меню с групповыми действиями. Доступные действия: дублирование и удаление выбранных шаблонов.

Примечание: шаблон может находиться в двух состояниях — «Редактируется» (изменения вносятся) и «Готов» (готов к использованию для создания процессов). Создание процесса возможно из шаблона в любом состоянии.

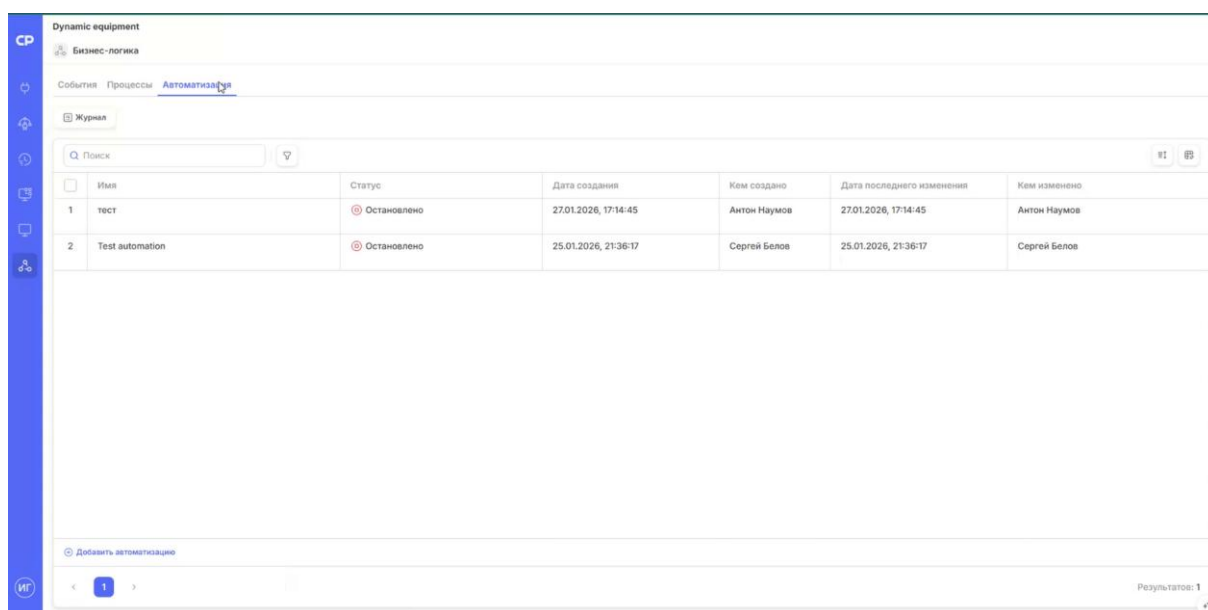
14.5 АВТОМАТИЗАЦИИ

Автоматизации позволяют настроить автоматическое реагирование на события в системе по схеме «Триггер → Условия → Действия». При наступлении определённого события (триггера) система проверяет заданные условия и, если все условия выполнены, выполняет указанные действия — например, создаёт процесс по шаблону или отправляет уведомление на электронную почту.

Типовой сценарий использования автоматизаций: при появлении события типа «Неисправность» система автоматически создаёт процесс по заранее подготовленному шаблону и рассылает уведомления ответственным инженерам.

14.5.1 ТАБЛИЦА АВТОМАТИЗАЦИЙ

При переключении на вкладку «Автоматизации» отображается сводная таблица со списком всех автоматизаций проекта (Рисунок 216).



ID	Имя	Статус	Дата создания	Кем создано	Дата последнего изменения	Кем изменено
1	тест	Остановлено	27.01.2026, 17:14:45	Антон Наумов	27.01.2026, 17:14:45	Антон Наумов
2	Test automation	Остановлено	25.01.2026, 21:36:17	Сергей Белов	25.01.2026, 21:36:17	Сергей Белов

Рисунок 216. Таблица автоматизаций

Таблица 31.

Столбцы таблицы автоматизаций

Столбец	Описание
Имя	Наименование автоматизации
Статус	Текущее состояние: «Запущено» или «Остановлено»
Дата создания	Дата и время создания автоматизации
Кем создано	Имя пользователя-автора
Дата последнего изменения	Дата и время последнего редактирования
Кем изменено	Имя пользователя, внесшего последние изменения

Таблица поддерживает поиск по имени, сортировку по всем столбцам (по умолчанию — по дате последнего изменения, по убыванию), а также атрибутивную фильтрацию.

14.5.2 СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

Для создания новой автоматизации нажмите кнопку «Добавить автоматизацию». В открывшемся сайдбаре заполните название и описание, затем нажмите «Создать» (Рисунок 217). Система создаст автоматизацию и перенаправит на экран её настройки.

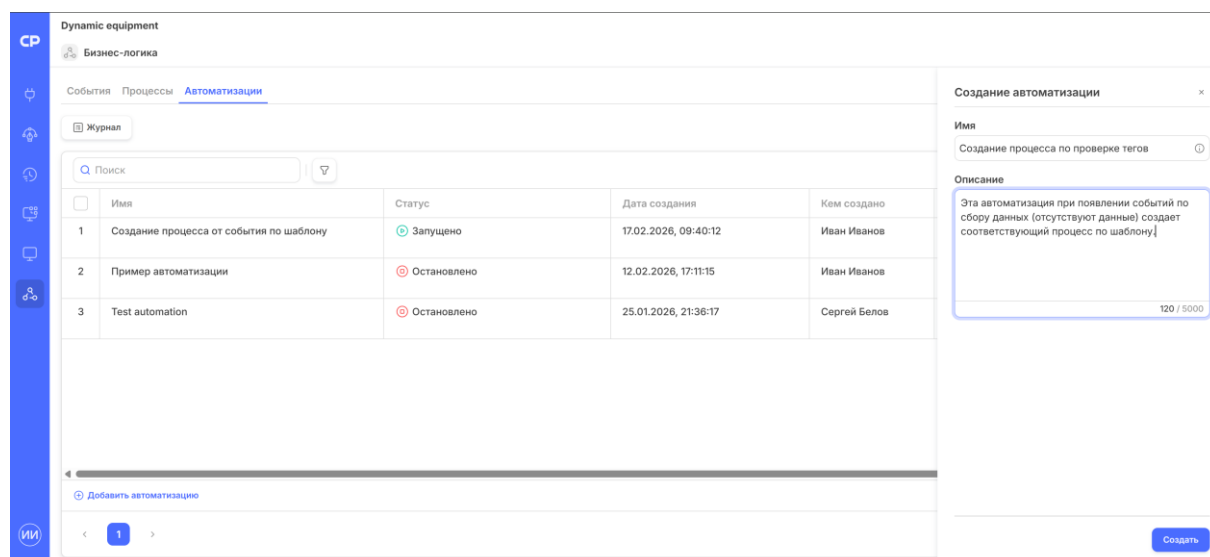


Рисунок 217. Создание новой автоматизации

Новая автоматизация создаётся в состоянии «Остановлено» с пустым триггером, без условий и действий. После настройки всех параметров автоматизацию необходимо запустить.

14.5.3 ГРУППОВЫЕ ДЕЙСТВИЯ С АВТОМАТИЗАЦИЯМИ

При выделении одной или нескольких автоматизаций в таблице чекбоксами внизу интерфейса появляется контекстное меню с групповыми действиями:

- Запустить — запуск выбранных остановленных автоматизаций;
- Остановить — остановка выбранных запущенных автоматизаций;
- Дублировать — создание копий выбранных автоматизаций.

14.5.4 ЭКРАН НАСТРОЙКИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Для перехода к настройке автоматизации нажмите на строку в таблице. Система перенаправит на экран редактирования, состоящий из трёх блоков: триггер, условия и действия (Рисунок 218).

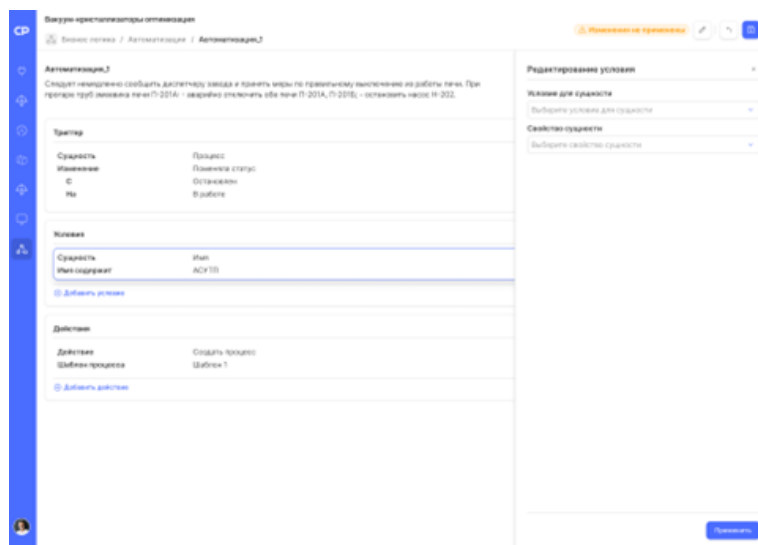


Рисунок 218. Экран настройки автоматизации

В верхней части экрана отображаются название и описание автоматизации. Для их редактирования нажмите кнопку редактирования рядом с хлебными крошками — откроется сайдбар с полями названия и описания.

14.5.5 НАСТРОЙКА ТРИГГЕРА

Триггер — событие, запускающее проверку условий автоматизации. У каждой автоматизации ровно один триггер. Для его настройки нажмите на блок триггера — откроется сайдбар «Редактирование триггера» (Рисунок 219).

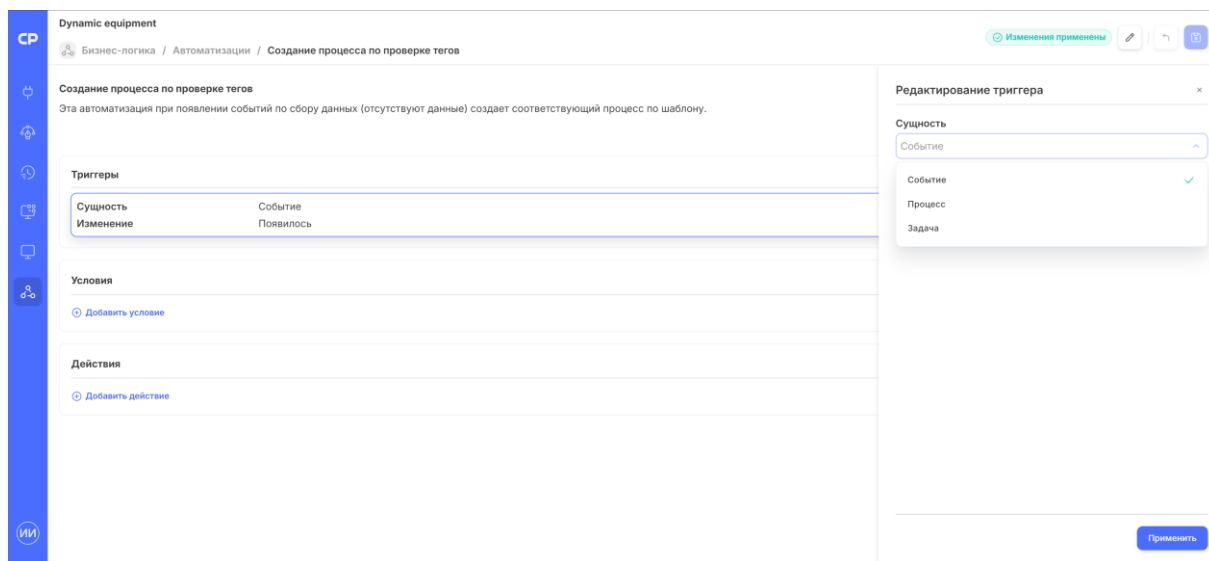


Рисунок 219. Настройка триггера автоматизации

В сайдбаре задаются два параметра:

- Сущность — тип объекта, изменение которого отслеживается: Событие, Процесс или Задача;

- Изменение — вид изменения, который запускает автоматизацию. Набор доступных значений зависит от выбранной сущности.

Таблица 32.

Доступные изменения по типам сущностей

Сущность	Доступные изменения
Событие	Появилось, Закончилось
Процесс	Создан, Поменял статус, Удалён
Задача	Поменяла статус

Для изменения «Поменял статус» (процесс) и «Поменяла статус» (задача) доступны дополнительные параметры «С» и «На», позволяющие указать конкретный переход статусов. Для процесса доступны значения: «Остановлен», «В работе», «Завершён». Для задачи: «Не взято в работу», «В процессе», «Выполнено».

Пока все обязательные параметры триггера не заданы, на блоке отображается предупреждающий бейдж «Настройте триггер». После успешной настройки на блоке триггера отображаются его параметры в формате «Ключ: Значение».

14.5.6 НАСТРОЙКА УСЛОВИЙ

Условия определяют, при каких характеристиках объекта должна сработать автоматизация. Условий может быть несколько или не быть вовсе. Все заданные условия проверяются одновременно по логике «И»: автоматизация сработает только при выполнении всех условий.

Для добавления условия нажмите «Добавить условие». При нажатии на созданное условие откроется сайдбар «Редактирование условия» (Рисунок 220).

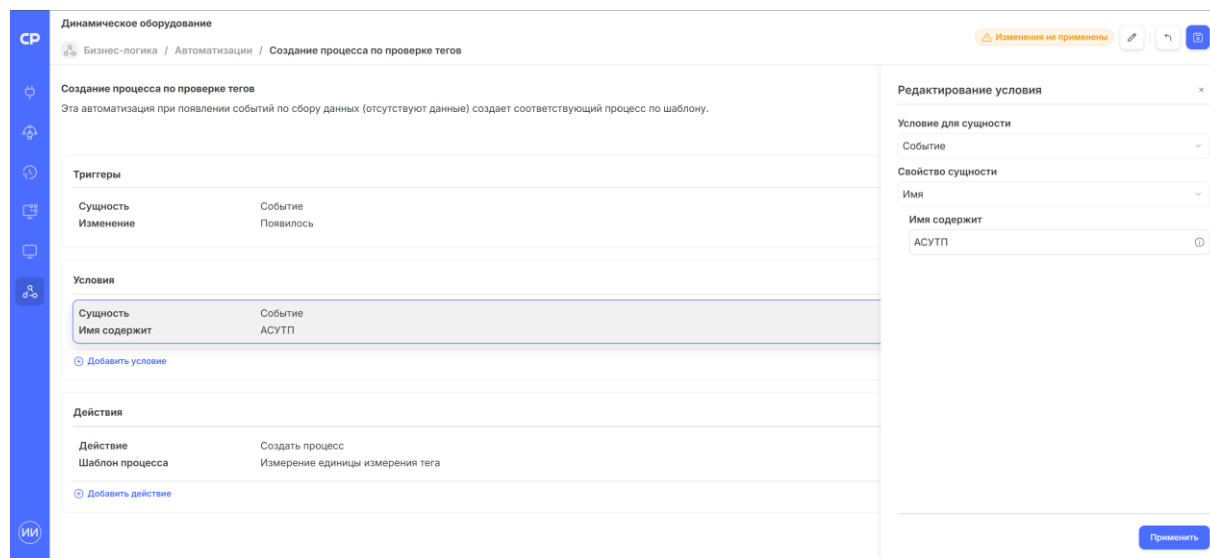


Рисунок 220. Настройка условия автоматизации

В сайдбаре задаются параметры:

- Условие для сущности — тип проверяемого объекта. Набор доступных типов зависит от сущности, выбранной в триггере: для триггера по событию доступны «Событие» и «Процесс»; для триггера по процессу или задаче — «Событие», «Процесс» и «Задача»;

- Свойство сущности — проверяемое поле объекта. Для события доступны: Имя, Тип, Приоритет. Для процесса: Имя, Шаблон процесса. Для задачи: Имя, Состояние;
- Оператор и значение — способ сравнения и значение для проверки. Для текстовых свойств (Имя) доступен оператор «Содержит»; для перечислений (Тип, Приоритет, Шаблон, Состояние) — оператор «Это».

Для удаления условия нажмите иконку корзины рядом с блоком условия и подтвердите действие в модальном окне.

14.5.7 НАСТРОЙКА ДЕЙСТВИЙ

Действия определяют, что именно система выполнит при срабатывании автоматизации. Действий может быть одно или несколько — все будут выполнены.

Для добавления действия нажмите «Добавить действие». При нажатии на созданное действие откроется сайдбар «Редактирование действия» (Рисунок 221).

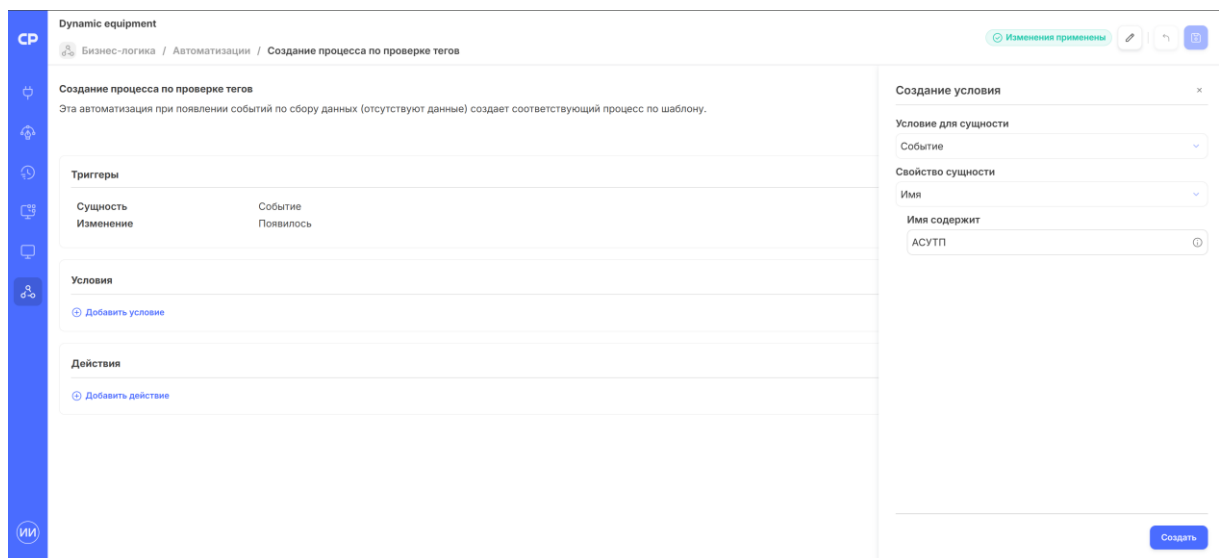


Рисунок 221. Настройка действия автоматизации

Доступны два типа действий:

- Создать процесс — при срабатывании автоматизации система создаёт экземпляр процесса по указанному шаблону. В сайдбаре задаётся поле «Шаблон процесса» — выбор из списка существующих шаблонов (Рисунок 222);

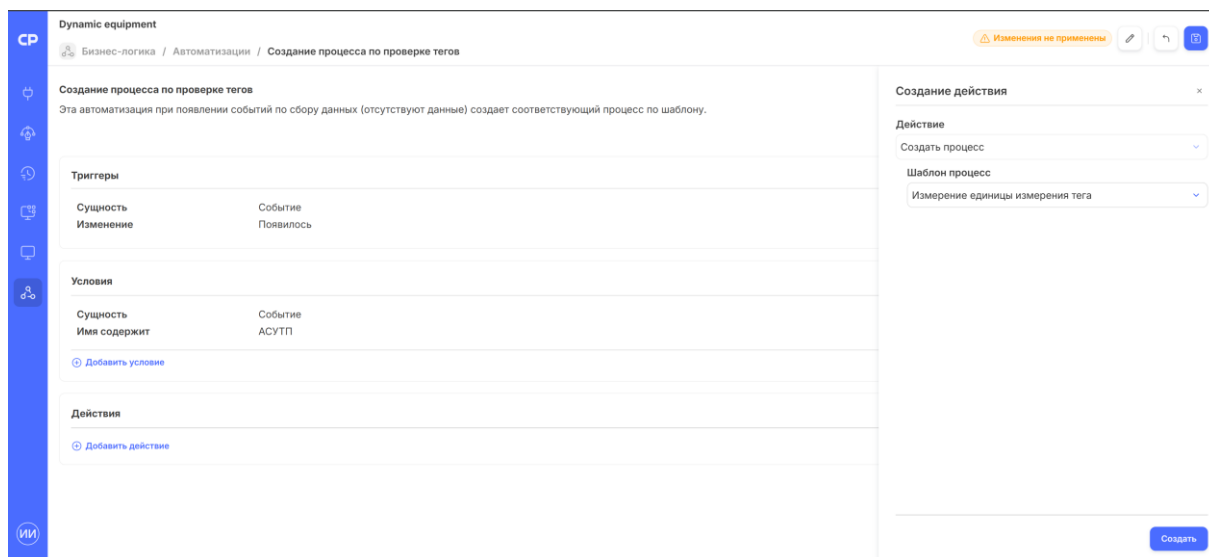


Рисунок 222. Действие «Создать процесс»

- Отправить письмо на e-mail — при срабатывании система отправляет электронное письмо указанным получателям. В сайдбаре задаются: тема письма, текст сообщения и список получателей (Рисунок 223).

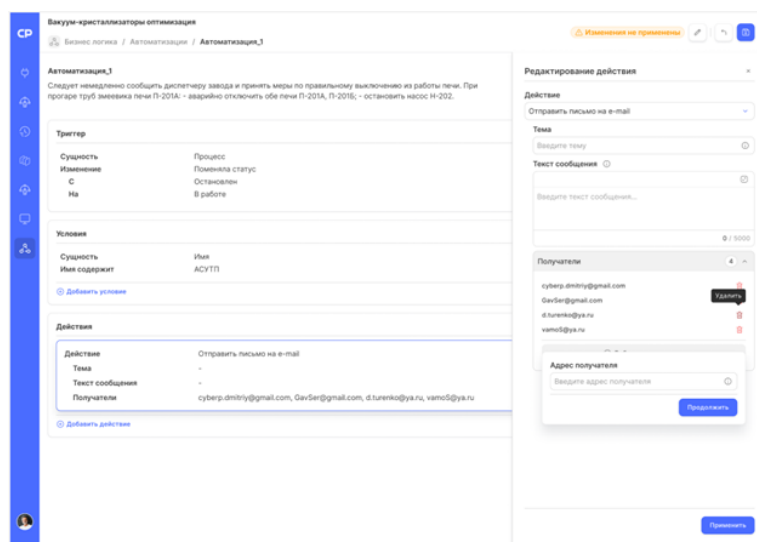


Рисунок 223. Действие «Отправить письмо на e-mail»

При составлении текста письма доступны аргументы — подстановочные переменные в фигурных скобках, которые при отправке заменяются актуальными данными. Список доступных аргументов отображается в подсказке рядом с полем ввода. Примеры аргументов: {event_name} — имя события, {process_name} — имя процесса, {task_name} — имя задачи, {event_type} — тип события, {event_priority} — приоритет события.

Для добавления получателя нажмите «Добавить получателя», введите адрес электронной почты и нажмите «Добавить». Для удаления получателя нажмите кнопку «Удалить» рядом с адресом.

Для удаления действия нажмите иконку корзины рядом с блоком действия и подтвердите действие в модальном окне.

14.5.8 ПРИМЕНЕНИЕ И ОТКАТ ИЗМЕНЕНИЙ

Все изменения в настройках автоматизации (триггер, условия, действия) сохраняются как черновик. Для вступления изменений в силу их необходимо явно зафиксировать.

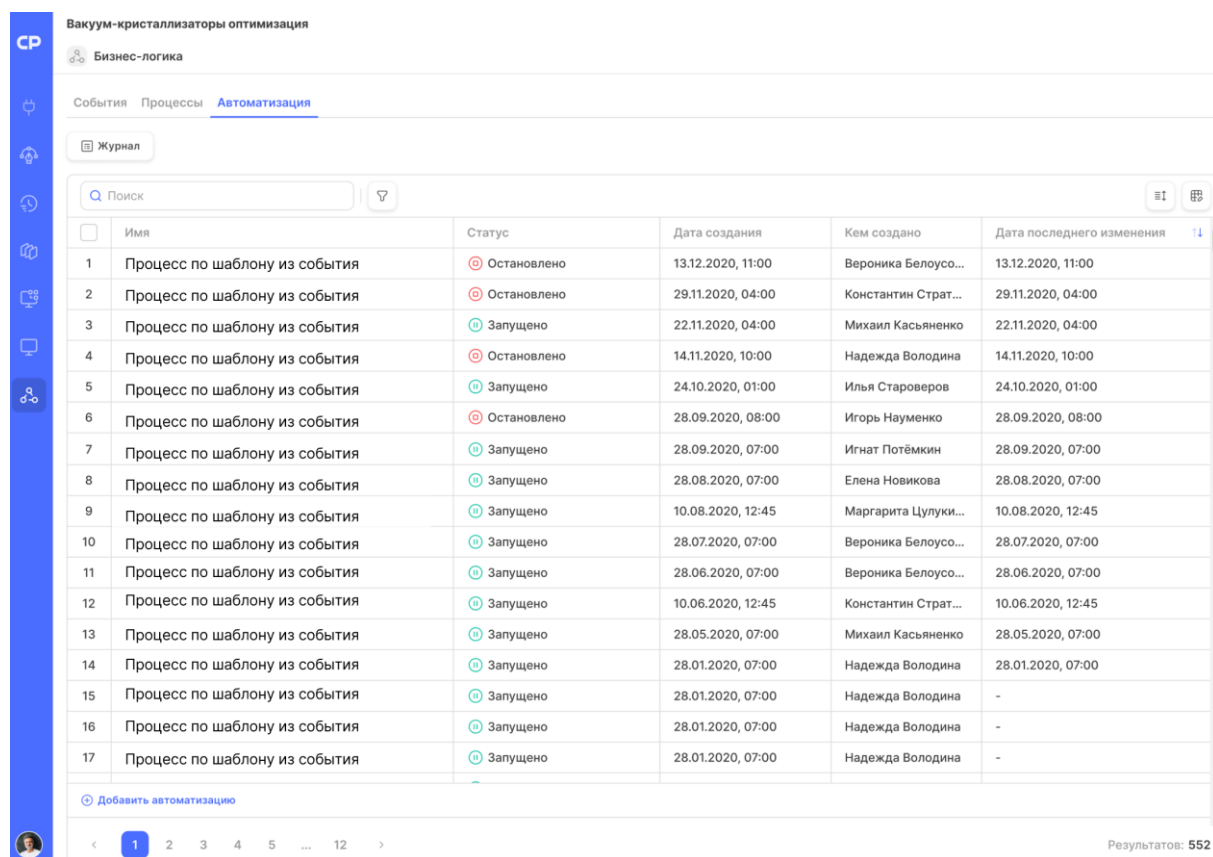
При наличии незафиксированных изменений в верхней части экрана появляется бейдж «Изменения не применены» и становятся доступны две кнопки:

- Применить изменения — фиксация всех изменений. После подтверждения в модальном окне черновик записывается в конфигурацию автоматизации;
- Откатить изменения — сброс всех несохранённых изменений до последней зафиксированной версии.

Примечание: автоматизация может быть запущена только после того, как все обязательные параметры (триггер и хотя бы одно действие) настроены и изменения применены.

14.5.9 ЖУРНАЛ АВТОМАТИЗАЦИЙ

Журнал автоматизаций содержит записи обо всех срабатываниях автоматизаций проекта. Для перехода к журналу нажмите кнопку «Журнал» на вкладке «Автоматизации» (Рисунок 224).



Имя	Статус	Дата создания	Кем создано	Дата последнего изменения
1 Процесс по шаблону из события	Остановлено	13.12.2020, 11:00	Вероника Белоусо...	13.12.2020, 11:00
2 Процесс по шаблону из события	Остановлено	29.11.2020, 04:00	Константин Страт...	29.11.2020, 04:00
3 Процесс по шаблону из события	Запущено	22.11.2020, 04:00	Михаил Касьяненко	22.11.2020, 04:00
4 Процесс по шаблону из события	Остановлено	14.11.2020, 10:00	Надежда Володина	14.11.2020, 10:00
5 Процесс по шаблону из события	Запущено	24.10.2020, 01:00	Илья Староверов	24.10.2020, 01:00
6 Процесс по шаблону из события	Остановлено	28.09.2020, 08:00	Игорь Науменко	28.09.2020, 08:00
7 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.09.2020, 07:00	Игнат Потёмкин	28.09.2020, 07:00
8 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.08.2020, 07:00	Елена Новикова	28.08.2020, 07:00
9 Процесс по шаблону из события	Запущено	10.08.2020, 12:45	Маргарита Цулуки...	10.08.2020, 12:45
10 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.07.2020, 07:00	Вероника Белоусо...	28.07.2020, 07:00
11 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.06.2020, 07:00	Вероника Белоусо...	28.06.2020, 07:00
12 Процесс по шаблону из события	Запущено	10.06.2020, 12:45	Константин Страт...	10.06.2020, 12:45
13 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.05.2020, 07:00	Михаил Касьяненко	28.05.2020, 07:00
14 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.01.2020, 07:00	Надежда Володина	28.01.2020, 07:00
15 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.01.2020, 07:00	Надежда Володина	-
16 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.01.2020, 07:00	Надежда Володина	-
17 Процесс по шаблону из события	Запущено	28.01.2020, 07:00	Надежда Володина	-

Рисунок 224. Журнал автоматизаций

Таблица 33.

Столбцы таблицы журнала

Столбец	Описание
Имя	Название сработавшей автоматизации (кликабельное — при нажатии открывается)

Столбец	Описание
	экран настройки)
Статус	Результат срабатывания: «Успех» или «Ошибка» (при ошибке доступна подсказка с текстом ошибки)
Дата срабатывания	Дата и время срабатывания

Таблица поддерживает поиск по имени, сортировку по всем столбцам (по умолчанию — по дате срабатывания, по убыванию) и атрибутивную фильтрацию.

Примечание: записи журнала хранятся 30 дней.

14.6 ТАБЛИЦА ПРОЦЕССОВ

Вкладка «Процессы» — основной инструмент для работы с процессами реагирования. Здесь отображаются все процессы проекта: как созданные автоматически (через автоматизации), так и созданные вручную.

14.6.1 СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПРОЦЕССОВ

При переключении на вкладку «Процессы» отображается сводная таблица со списком всех процессов проекта (Рисунок 225).

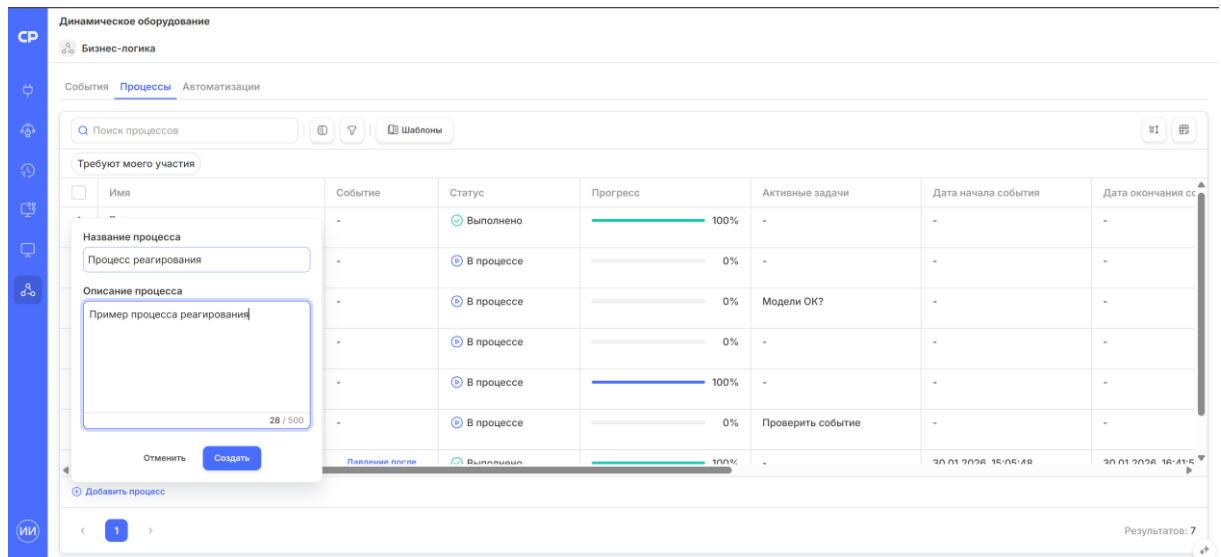


Рисунок 225. Таблица процессов

Таблица 34.

Столбцы таблицы процессов

Столбец	Описание
Имя	Наименование процесса (кликабельное — при нажатии открывается холст процесса)
Событие	Название привязанного события (кликабельное — при нажатии открывается сайдбар события)
Статус	Текущее состояние процесса: «Запущено», «Остановлено» или «Завершено»
Прогресс	Прогресс-бар выполнения задач процесса
Активные задачи	Перечень задач, находящихся в работе
Дата начала события	Дата и время начала привязанного события
Дата окончания события	Дата и время окончания привязанного события
Дата создания	Дата и время создания процесса
Кем создано	Имя пользователя-автора
Дата последнего изменения	Дата и время последнего обновления

Столбец	Описание
Кем изменено	Имя пользователя, внёсшего последние изменения

Прогресс-бар в столбце «Прогресс» отображается соответствующим цветом: серый — нет активных задач, синий — есть активные задачи, зелёный — все задачи выполнены. При наведении курсора на прогресс-бар отображается подсказка с детальной информацией: общее количество задач, число активных задач и процент выполнения.

Таблица поддерживает поиск по имени процесса и событию, сортировку по всем столбцам (по умолчанию — по дате последнего изменения, по убыванию), а также атрибутивную фильтрацию по всем столбцам.

14.6.2 ФИЛЬТР «ТРЕБУЮТ МОЕГО УЧАСТИЯ»

Для быстрого поиска процессов, в которых текущему пользователю назначены активные задачи, используйте фильтр «Требуют моего участия» (Рисунок 226). При активации фильтра таблица отображает только те процессы, в которых есть задачи, назначенные на текущего пользователя. Это позволяет оперативно определить, какие процессы требуют внимания и действий со стороны инженера.

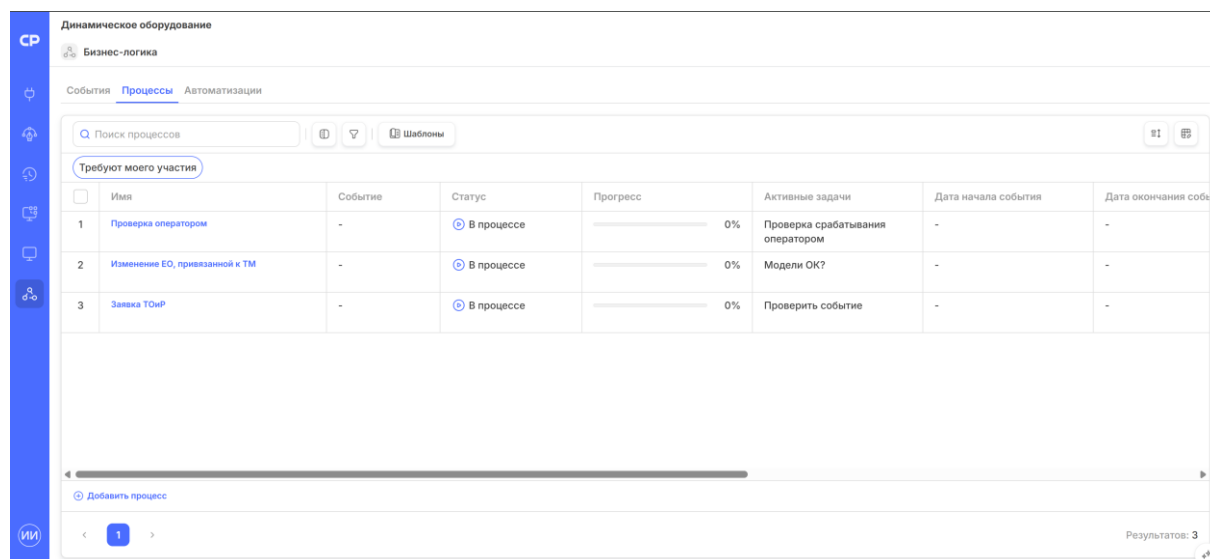


Рисунок 226. Фильтр «Требуют моего участия»

14.6.3 ФИЛЬТРАЦИЯ ПО ШАБЛОНАМ

В левой части интерфейса расположен менеджер данных с боковой панелью «Шаблоны», содержащей список всех шаблонов процессов и группу «Процессы без шаблона» (Рисунок 227).

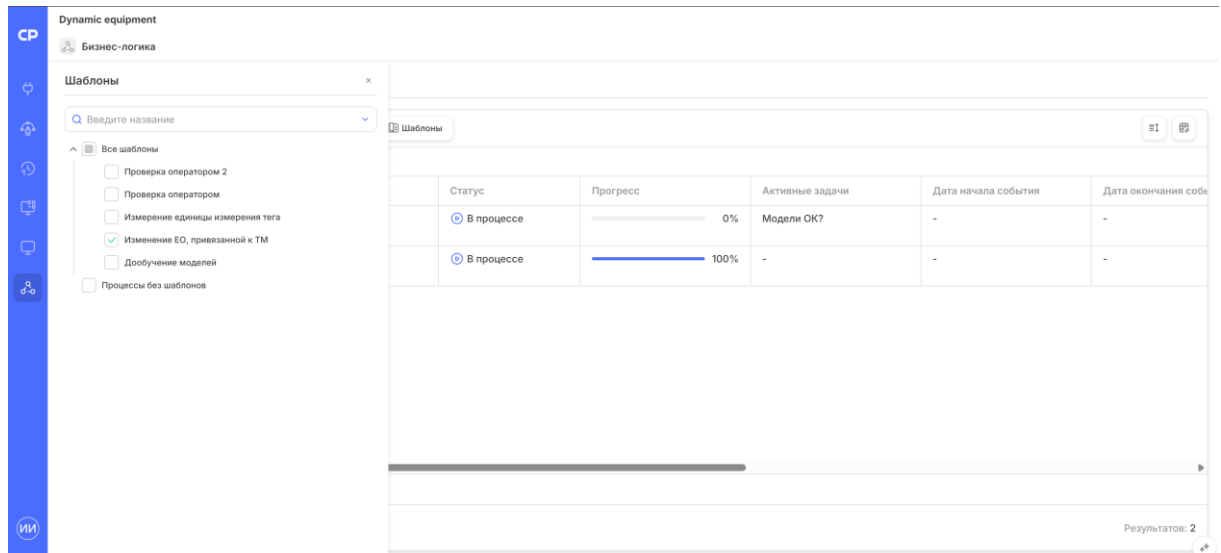


Рисунок 227. Фильтрация процессов по шаблонам

Для фильтрации отметьте нужные шаблоны чекбоксами — таблица отобразит только процессы, созданные на основе выбранных шаблонов. Для просмотра процессов, не связанных ни с одним шаблоном, отметьте группу «Процессы без шаблона».

14.6.4 СОЗДАНИЕ ПРОЦЕССА ВРУЧНУЮ

Помимо автоматического создания процессов через автоматизации, процесс можно создать вручную. Для этого нажмите кнопку «Добавить процесс» под таблицей (Рисунок 228).

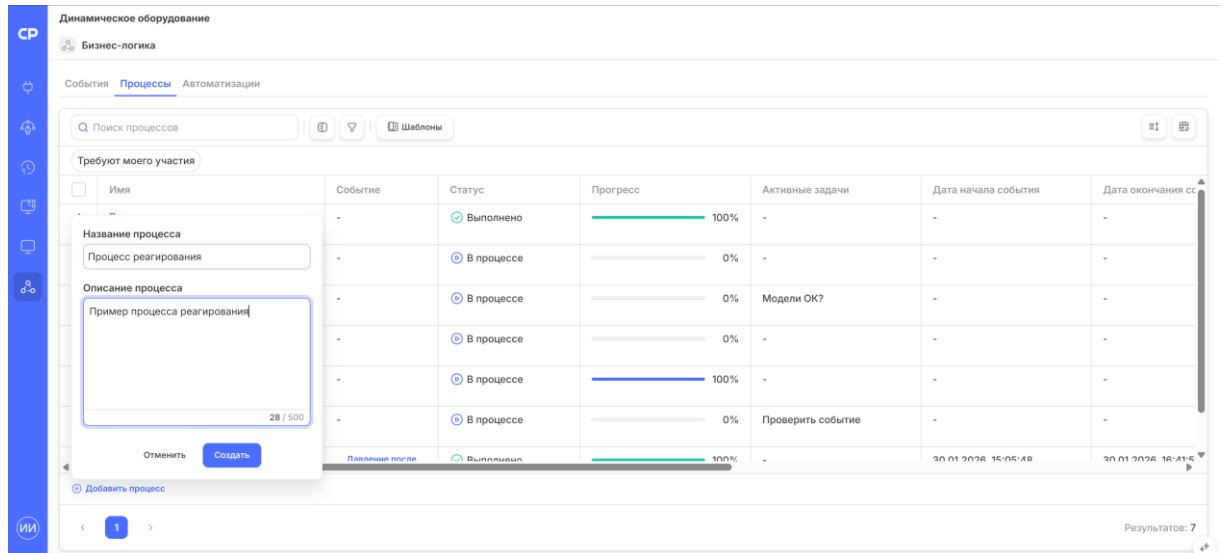


Рисунок 228. Создание процесса вручную

В открывшемся меню доступны два варианта:

- Выбрать шаблон — в списке отображаются все доступные шаблоны процессов (с возможностью поиска). При выборе шаблона процесс создаётся на его основе с предустановленными задачами и связями;
- Создать новый процесс — при нажатии на соответствующую кнопку открывается форма с полями «Название» и «Описание». После заполнения и нажатия «Создать» в таблице появится новый пустой процесс.

Примечание: при создании процесса из шаблона все задачи и связи шаблона копируются в новый экземпляр. Исполнители, не указанные в шаблоне, могут быть назначены позднее на холсте процесса.

14.6.5 ЗАПУСК И ОСТАНОВКА ПРОЦЕССОВ

При выделении одного или нескольких процессов в таблице чекбоксами внизу интерфейса появляется контекстное меню с групповыми действиями:

- Запустить — запуск выбранных остановленных процессов. Первые задачи в цепочке (связанные с точкой входа) переводятся в состояние «В процессе»;
- Остановить — остановка выбранных запущенных процессов. Перед остановкой система запросит подтверждение.

14.6.6 САЙДБАР ПРОЦЕССА

При нажатии на строку процесса в таблице (вне области ссылки на название) справа открывается сайдбар управления процессом с основной информацией, списком активных задач и историей изменений. Подробнее о работе с сайдбаром — в подразделе «Управление процессом».

14.7 ХОЛСТ ПРОЦЕССА

Холст процесса — визуальный интерфейс для построения и управления цепочкой задач. На холсте задачи представлены в виде карточек, соединённых стрелками, которые определяют логику переходов между задачами.

14.7.1 ПЕРЕХОД НА ХОЛСТ

Для перехода на холст процесса нажмите на название процесса в таблице процессов или нажмите кнопку «Перейти в процесс» в сайдбаре управления процессом (Рисунок 229).

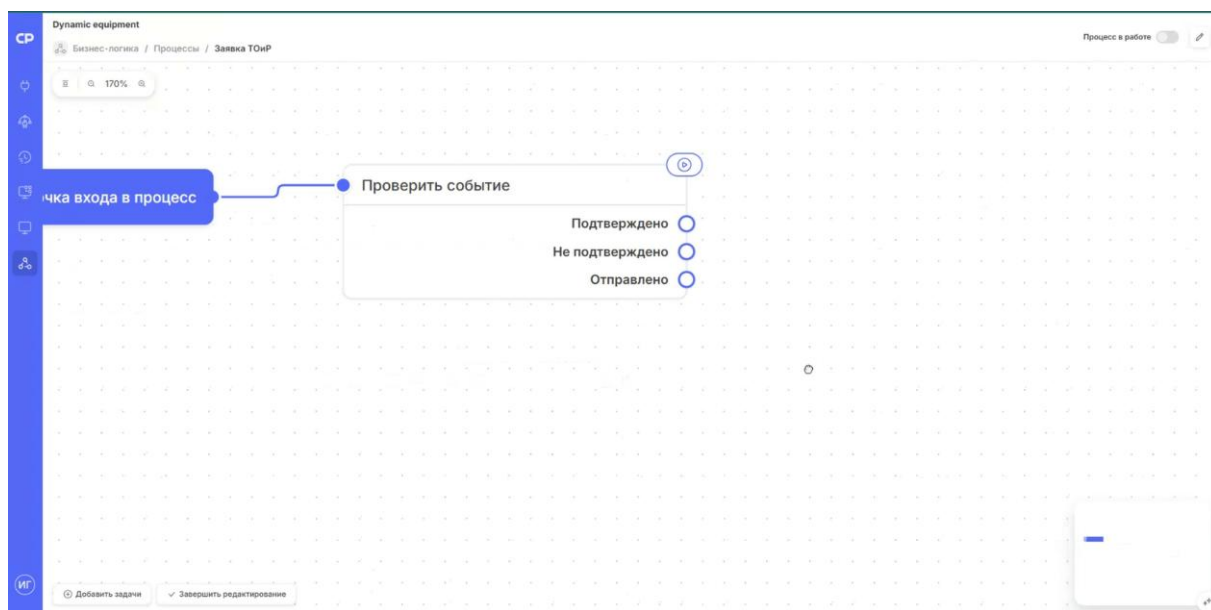


Рисунок 229. Холст процесса

14.7.2 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ХОЛСТА

Холст процесса может находиться в одном из трёх режимов:

- Процесс в работе — основной режим. Задачи выполняются исполнителями, при нажатии на задачу открывается сайдбар управления задачей. Переключение между режимами «В работе» и «Остановлен» осуществляется через переключатель «Процесс в работе» в верхней части экрана;
- Процесс остановлен — взаимодействие с задачами заблокировано. Карточки задач отображаются, но действия с ними недоступны;
- Режим редактирования — позволяет изменять структуру процесса: добавлять, удалять и перемещать задачи, создавать и удалять связи. Переход в режим редактирования выполняется нажатием кнопки «Редактировать задачи» в левом нижнем углу холста.

Внимание: переход в режим редактирования сбрасывает статусы всех задач процесса. Если процесс создан из шаблона, связь с шаблоном будет утеряна без возможности восстановления. Перед переходом система запросит подтверждение.

14.7.3 СТРУКТУРА ЗАДАЧИ НА ХОЛСТЕ

Каждая задача на холсте представлена карточкой, содержащей (Рисунок 230):

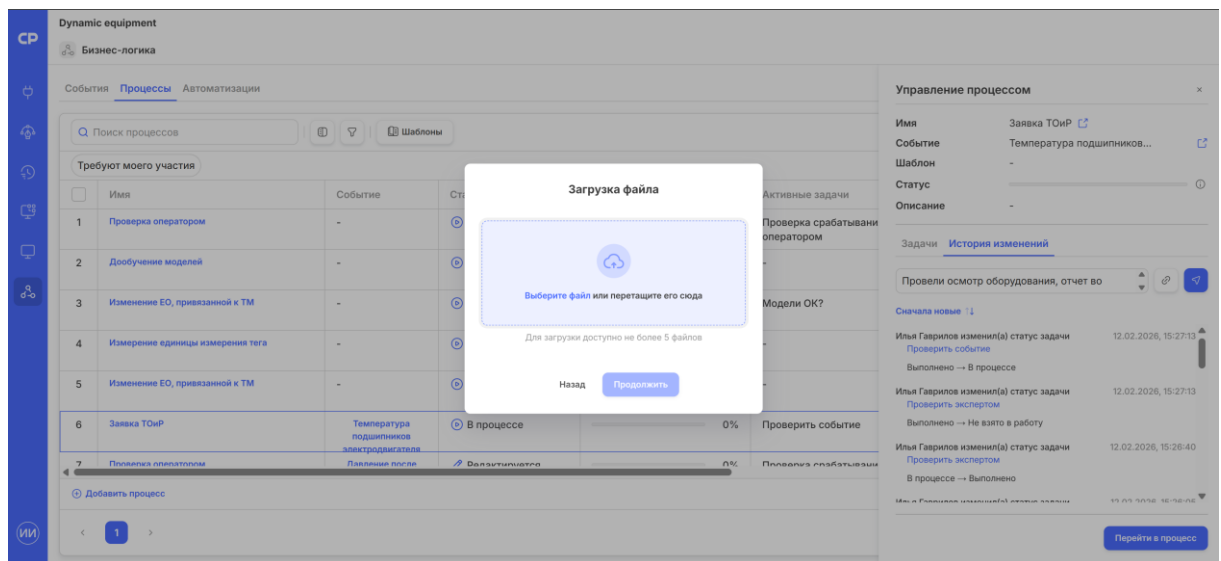


Рисунок 230. Карточка задачи на холсте

- Входной порт — расположен на левом краю карточки. Через него задача получает сигнал о начале выполнения;
- Выходные порты (состояния) — расположены на правом краю. Каждый порт соответствует одному из возможных результатов выполнения задачи (например, «Подтверждено» и «Не подтверждено»);
- Название задачи — отображается в центре карточки;
- Статус задачи — визуальное обозначение текущего состояния: «Не взято в работу» (серый), «В процессе» (синий), «Выполнено» (зелёный).

Задачи соединяются стрелками от выходного порта одной задачи к входному порту другой. Логика процесса: если задача А завершена с результатом X, активируется задача Б,

соединённая с портом X. Дочерняя задача активируется только после того, как все её родительские задачи завершены с соответствующими состояниями.

Первая задача в цепочке соединяется с плашкой «Точка входа в процесс» — стартовой точкой выполнения.

14.7.4 ДОБАВЛЕНИЕ ЗАДАЧИ (РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ)

Для добавления задачи нажмите кнопку «Добавить задачи» в левом нижнем углу холста. В открывшемся сайдбаре заполните свойства задачи (Рисунок 231):

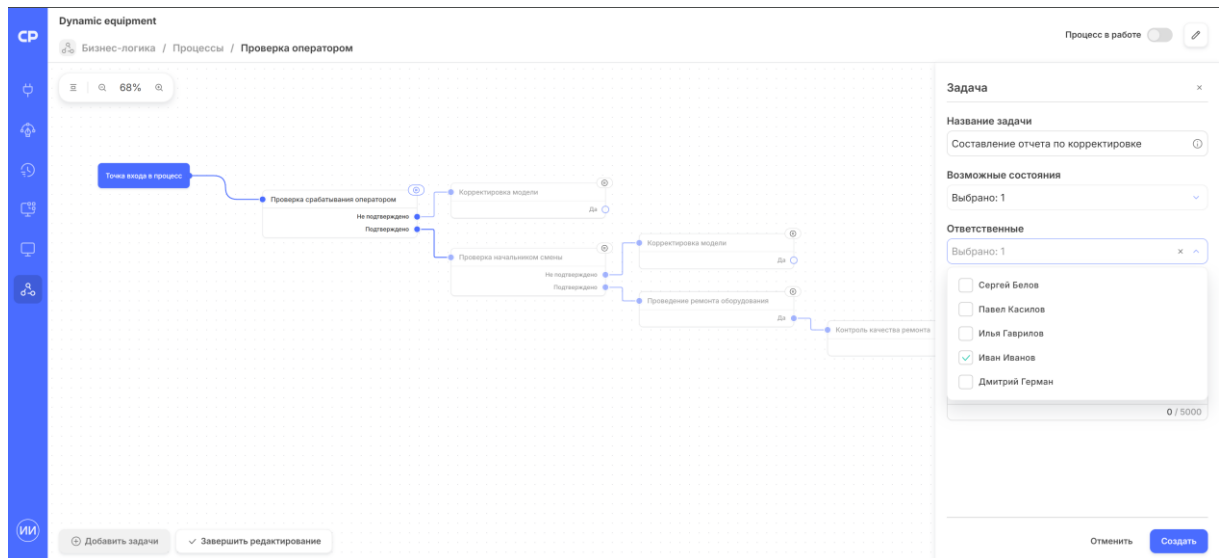


Рисунок 231. Добавление задачи в процесс

- Название задачи — обязательное поле;
- Возможные состояния — выходные порты задачи. Доступны предустановленные варианты: «Да», «Нет», «Подтверждено», «Не подтверждено», «Остановлено», «Не остановлено», «Отправлено», «Не отправлено». Можно выбрать одно или несколько;
- Ответственные — один или несколько пользователей из списка участников проекта;
- Описание задачи — текстовое описание (необязательно).

После нажатия «Создать» задача появится на холсте в виде карточки.

14.7.5 РЕДАКТИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ (РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ)

Для редактирования задачи нажмите на её карточку — откроется сайдбар с текущими свойствами задачи. Доступны действия (Рисунок 232):

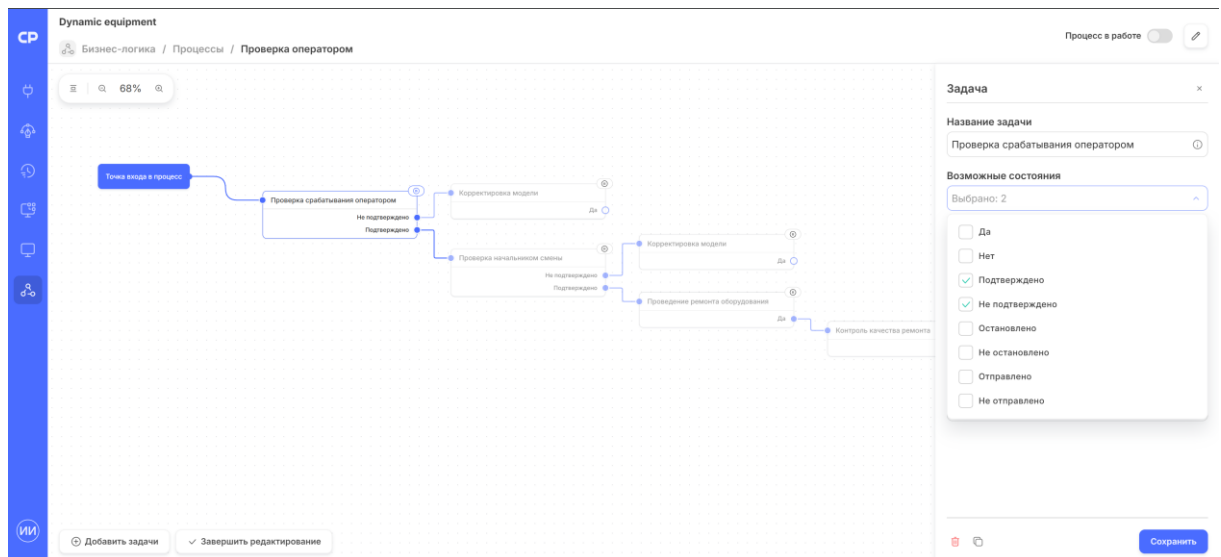


Рисунок 232. Редактирование задачи

- Сохранить — сохранение внесённых изменений;
- Дублировать задачу — создание копии задачи на холсте;
- Удалить задачу — удаление задачи и всех связанных с ней стрелок.

Задачи на холсте можно свободно перемещать, зажав левую кнопку мыши и перетаскив карточку в нужное место.

14.7.6 СОЕДИНЕНИЕ ЗАДАЧ (РЕЖИМ РЕДАКТИРОВАНИЯ)

Для создания связи между задачами наведите курсор на выходной порт задачи-источника и протяните связь к входному порту задачи-приёмника. Способы соединения аналогичны описанным в подразделе «Шаблоны процессов»: последовательное указание (клик-клик) или перетаскивание (drag & drop).

Для удаления связи нажмите на стрелку между задачами — появится иконка удаления.

14.7.7 ЗАВЕРШЕНИЕ РЕДАКТИРОВАНИЯ

Для выхода из режима редактирования нажмите кнопку «Завершить редактирование» в левом нижнем углу холста. Процесс вернётся в рабочее состояние, а все задачи будут сброшены к начальному статусу «Не взято в работу». Выполнение процесса начнётся с первой задачи, связанной с точкой входа.

14.7.8 ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧИ (ПРОЦЕСС В РАБОТЕ)

Когда процесс запущен, при нажатии на активную задачу открывается сайдбар управления задачей (Рисунок 233):

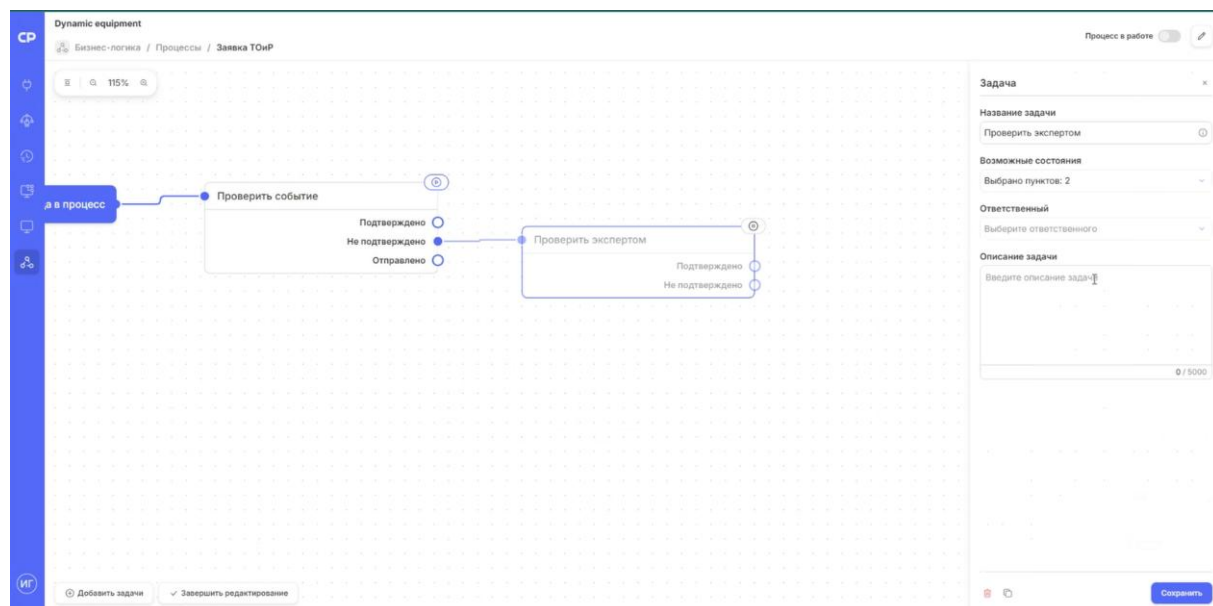


Рисунок 233. Управление задачей на холсте

В сайдбаре отображаются: название задачи, статус, описание, список ответственных и доступные состояния (выходные порты). Также доступна история изменений задачи и комментарии.

Для завершения задачи:

1. Выберите состояние (результат) из списка доступных.
2. Нажмите «Отметить как выполненное».

Если состояние не было выбрано заранее, при нажатии кнопки завершения система предложит выбрать состояние из выпадающего списка.

После завершения задачи её статус изменится на «Выполнено», а все дочерние задачи, связанные с выбранным состоянием, перейдут в статус «В процессе».

14.7.9 ОТКАТ ЗАДАЧИ

Для выполненной задачи доступна операция «Вернуть в работу». При её выполнении задача возвращается в статус «В процессе», а все дочерние (последующие) задачи сбрасываются в статус «Не взято в работу». Перед откатом система запросит подтверждение.

14.7.10 РЕДАКТИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ПРОЦЕССА

Для изменения названия, описания или привязки к событию нажмите кнопку редактирования в верхней части холста. В открывшемся модальном окне доступны поля: название процесса, описание и событие (выбор из списка доступных событий).

14.7.11 НАВИГАЦИЯ ПО ХОЛСТУ

Для навигации по большим процессам используйте мини карту в правом нижнем углу холста. Мини карта отображает общий вид расположения задач и позволяет быстро переместиться к нужному участку.

14.8 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ

Сайдбар управления процессом — боковая панель, предоставляющая сводную информацию о процессе и инструменты для оперативной работы с задачами без перехода на холст.

14.8.1 ОТКРЫТИЕ САЙДБАРА

Сайдбар открывается при нажатии на строку процесса в таблице процессов (Рисунок 234).

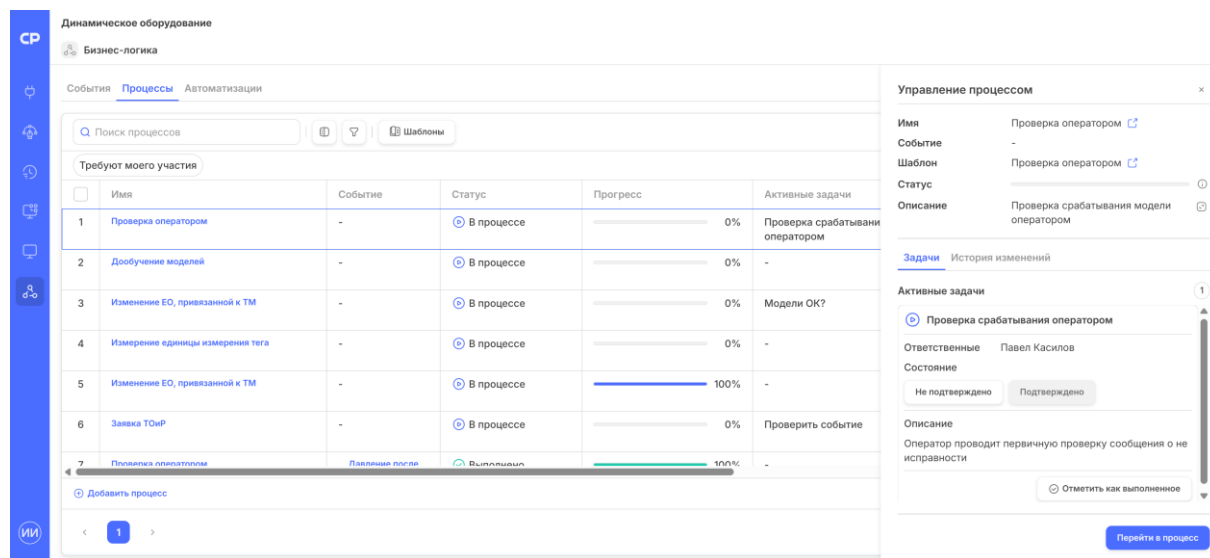


Рисунок 234. Сайдбар управления процессом

В верхней части сайдбара отображается основная информация о процессе:

- Имя — название процесса со ссылкой для перехода на холст;
- Событие — название привязанного события (если есть) со ссылкой для перехода к сайдбару события;
- Шаблон — название шаблона, на основе которого создан процесс (если есть) со ссылкой для перехода к шаблону;
- Статус — прогресс-бар с цветовой индикацией (серый — нет активных задач, синий — есть активные задачи, зелёный — все задачи выполнены). При наведении отображается: общее количество задач, число активных задач и процент выполнения;
- Описание — текстовое описание процесса. Длинное описание отображается в свёрнутом виде и может быть развёрнуто нажатием.

14.8.2 ВКЛАДКА «ЗАДАЧИ»

На вкладке «Задачи» отображается список активных задач процесса — задач, которые в данный момент находятся в статусе «В процессе» (Рисунок 235).

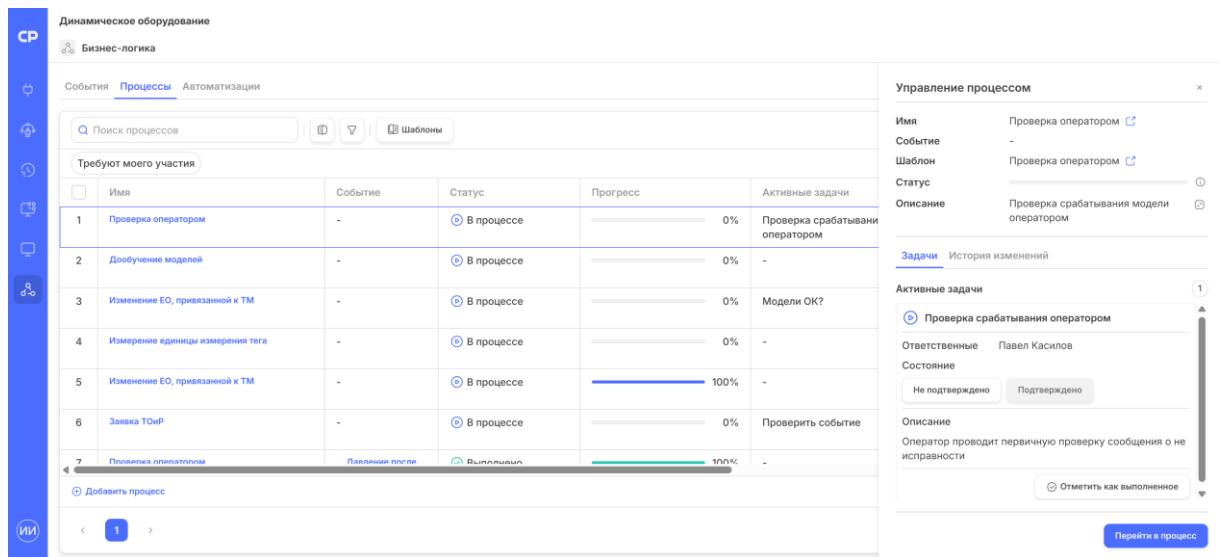


Рисунок 235. Вкладка «Задачи» сайдбара процесса

Для каждой задачи отображаются: название, статус, описание, список ответственных и доступные состояния (выходные порты).

Выполнение задачи из сайдбара:

1. Выберите состояние задачи из списка доступных.
2. Нажмите «Отметить как выполненное».

После завершения задачи сайдбар автоматически обновится: завершённая задача исчезнет из списка, а на её место могут появиться новые активные задачи — дочерние задачи, связанные с выбранным состоянием. Прогресс-бар в заголовке сайдбара также обновится.

Если состояние не было выбрано, при нажатии кнопки завершения рядом с ней появится выпадающий список доступных состояний. После выбора состояния задача будет завершена.

При отсутствии активных задач в процессе отображается заглушка «Нет активных задач».

14.8.3 ВКЛАДКА «ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ»

На вкладке «История изменений» отображается хронологическая лента всех действий, связанных с процессом (Рисунок 236).

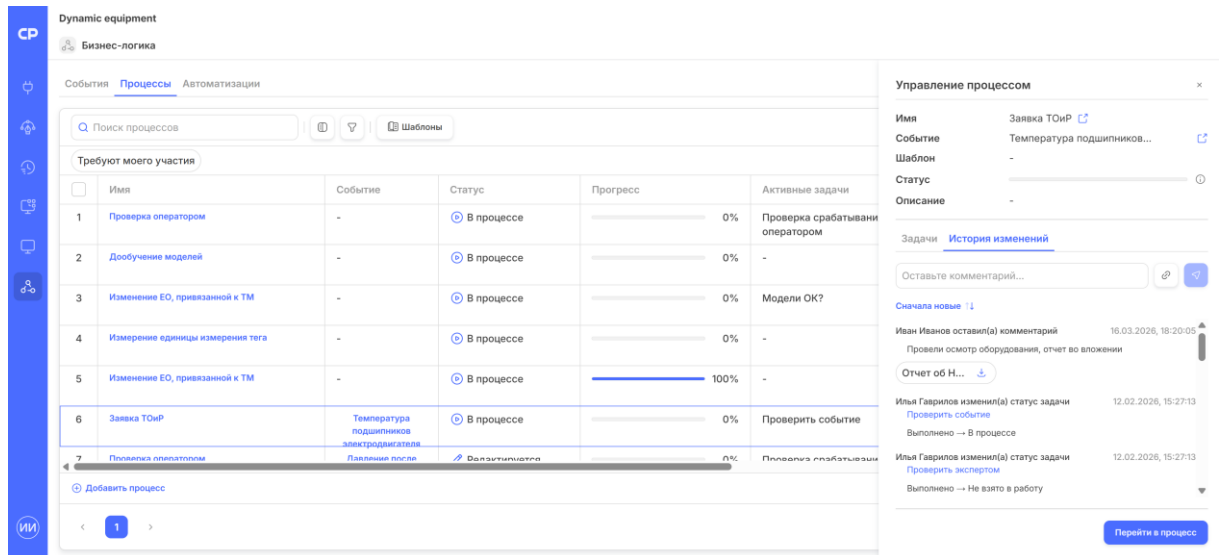


Рисунок 236. Вкладка «История изменений» сайдбара процесса

Лента содержит записи двух типов:

- Изменения статусов задач — автоматические записи, фиксирующие каждое изменение статуса задачи. Для каждой записи указаны: имя пользователя, название задачи (кликабельное — при нажатии открывается сайдбар задачи), прежний и новый статус, дата и время;
- Комментарии — текстовые записи пользователей с возможностью прикрепления файлов. Для каждого комментария указаны: имя автора, текст, список вложений (если есть) и дата и время.

Историю изменений можно сортировать по дате: «Сначала новые» (по умолчанию) или «Сначала старые». При отсутствии записей отображается заглушка «История изменений отсутствует».

14.8.4 ДОБАВЛЕНИЕ КОММЕНТАРИЕВ

Для добавления комментария к процессу введите текст в поле внизу вкладки «История изменений» и нажмите кнопку отправки (Рисунок 237).

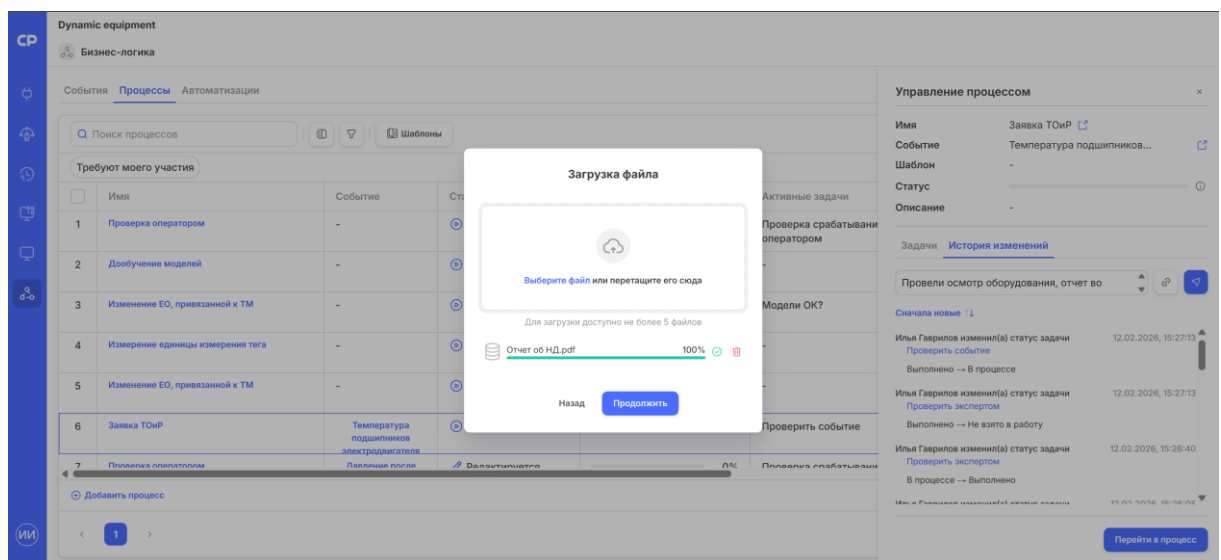


Рисунок 237. Добавление комментария к процессу

К комментарию можно прикрепить файлы (не более 5 за раз). Для этого нажмите иконку прикрепления, выберите файлы в проводнике и дождитесь завершения загрузки. После загрузки нажмите «Продолжить» — файлы будут добавлены к комментарию. Ограничений по формату прикрепляемых файлов не предусмотрено.

Примечание: удаление прикрепленного файла из комментария возможно только до публикации комментария. После публикации файлы доступны для скачивания, но не для удаления.

Для скачивания файла из опубликованного комментария нажмите кнопку скачивания рядом с именем файла.

14.8.5 ПЕРЕХОД К ХОЛСТУ ПРОЦЕССА

Для перехода к полному интерфейсу управления процессом (холсту) нажмите кнопку «Перейти в процесс» в нижней части сайдбара или нажмите на ссылку-название процесса в заголовке.

14.8.6 ПЕРЕХОД К СВЯЗАННЫМ ОБЪЕКТАМ

Из сайдбара доступны быстрые переходы к связанным объектам:

1. Нажатие на название события — переход к вкладке «События» с открытием сайдбара соответствующего события.
2. Нажатие на название шаблона — переход к экрану редактирования шаблона процесса.

15 КОРРЕКТИРОВКА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ

15.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В процессе эксплуатации системы предиктивной аналитики может возникнуть необходимость корректировки настроек расчётных объектов: изменение границ тегов моделей, уточнение правил неисправностей, дообучение модели на свежих данных. Типичные причины:

- появление ложных срабатываний из-за изменения условий эксплуатации;
- расширение диапазона нормальной работы оборудования после модернизации;
- снижение точности модели со временем (дрейф данных);
- необходимость учесть новые режимы работы.

Корректировка расчётного объекта — это сквозной сценарий, затрагивающий несколько сервисов платформы. Ниже описана рекомендуемая последовательность действий.

15.2 ЭТАП 1. ОСТАНОВКА РАСЧЁТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Перед внесением изменений необходимо остановить потоковые вычисления для корректируемых объектов, чтобы избежать ложных срабатываний в процессе настройки.

1. Перейдите в раздел «Запуск на мониторинг» на главной странице СДП.

2. Найдите нужные расчётные объекты (модели, неисправности) при помощи фильтров или дерева проекта.
3. Выделите объекты и нажмите «Остановить» в панели групповых действий.

Подробное описание интерфейса управления мониторингом приведено в разделе «Управление расчётными объектами».

15.3 ЭТАП 2. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ НА ГРАФИКАХ

Для определения причин ложных срабатываний или снижения точности используйте исторический сервис.

1. Перейдите в исторический сервис (СИ).
2. Создайте графическую область типа «Линейные».
3. Через менеджер данных загрузите на график: фактические значения параметров (теги), расчётные значения модели и индексы состояния.
4. Используйте инструменты навигации по времени для детального изучения периодов срабатываний.
5. Сопоставьте срабатывания с фактическим состоянием оборудования: определите, были ли отклонения реальными дефектами или ложными срабатываниями.

Подробное описание работы с графиками приведено в разделе «Визуализация и анализ исторических данных».

15.4 ЭТАП 3. ВНЕСЕНИЕ КОРРЕКТИРОВОК

В зависимости от результатов анализа выполните одно или несколько действий:

Корректировка границ тегов модели. Если модель показывает избыточную чувствительность или, наоборот, пропускает отклонения, откорректируйте границы разладки для отдельных тегов в сервисе моделей (вкладка «Прогонка», задание границ). Подробнее — в разделе «Моделирование».

Корректировка правил неисправностей. Если срабатывания классификатора дефектов не соответствуют реальным дефектам, измените пороги срабатывания, окно усреднения или формулы критериев в сервисе неисправностей. Подробнее — в разделе «Обнаружение неисправностей».

Дообучение модели. Если точность модели снизилась из-за дрейфа данных или изменения условий эксплуатации, выполните дообучение:

1. В сервисе моделей (вкладка «Обучение») добавьте новые интервалы обучения, включающие актуальные данные нормальной работы.
2. При необходимости скорректируйте интервалы тестирования.
3. Запустите обучение модели.

Подробнее — в разделе «Моделирование».

15.5 ЭТАП 4. ПРОВЕРКА НА ИСТОРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

После внесения изменений выполните прогонку для проверки корректности новых настроек:

1. В сервисе моделей перейдите на вкладку «Прогонка».

2. Запустите прогонку для скорректированных объектов.

3.1. Проанализируйте результаты: доля срабатываний на данных исправной работы должна быть минимальной, а на данных с известными дефектами — срабатывания должны фиксироваться.

4.2. При необходимости используйте графики прогонки для детального анализа.

Подробнее — в разделе «Моделирование», подраздел «Прогонка моделей: результаты».

15.6 ЭТАП 5. ПОВТОРНЫЙ ЗАПУСК В МОНИТОРИНГ

После успешной проверки запустите скорректированные расчётные объекты обратно в мониторинг:

1. Перейдите в раздел «Запуск на мониторинг» на главной странице СДП.
2. Выделите скорректированные объекты.
3. При необходимости установите последнюю версию конфигурации.
4. Нажмите «Запустить».

После запуска объекты возобновят потоковые вычисления на данных реального времени с обновлёнными настройками.

16 СЕРВИСЫ ИМПОРТА И ЭКСПОРТА

16.1 НАЗНАЧЕНИЕ СЕРВИСОВ

Сервисы экспорта и импорта предназначены для организации переноса проектов и их данных между различными экземплярами (инсталляциями) ПО CyberStudio.

Основные функции сервисов:

- **Создание резервных копий проектов:** формирование архивных файлов (в формате .csv), содержащих полную конфигурацию и данные выбранных сервисов проекта.
- **Миграция проектов:** перенос проектов из одной инсталляции CyberStudio в другую, что необходимо при обновлении оборудования, развёртывании в новых окружениях или передаче проекта между средами (разработка, тестирование, продуктив).
- **Восстановление проектов:** импорт ранее созданного архива для восстановления состояния проекта после сбоев или для тиражирования конфигурации.

16.2 ПЕРЕХОД К СЕРВИСАМ

Переход к сервисам импорта и экспорта отличается от прочих сервисов CyberStudio — отсутствует иконка на боковой навигационной панели. Для перехода нажмите на иконку учётной записи пользователя внизу боковой панели — откроется контекстное меню со ссылками на сервисы экспорта и импорта.

16.3 ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ

Интерфейсы сервисов экспорта и импорта типовые, включают в себя страницу со сводной таблицей, строки которой соответствуют:

- Операциям формирования архива проекта — для сервиса экспорта;
- Операциям построения структуры проекта на основе загруженного архива — для сервиса импорта.

Свойства операций и механизмы управления доступны в боковой панели, активируемой по нажатию на строку сводной таблицы.

16.4 ЭКСПОРТ ПРОЕКТА (СОЗДАНИЕ АРХИВА)

Для создания нового архива нажмите кнопку « $\oplus$ Добавить файл». Откроется боковая панель справа. Для создаваемого архива имя файла генерируется автоматически, но его можно изменить. Требования к имени файла:

- Не может быть пустым;
- Не может быть длиннее 200 символов;
- Не должно содержать символов `\ | / : * ? " < > .`

Укажите, из каких сервисов нужно экспортировать данные, отметив соответствующие чекбоксы. Для запуска процесса экспорта нажмите кнопку «Начать экспорт» — в сводной таблице добавится строка с информацией о создаваемом архиве.

Если экспорт прошёл успешно для всех выбранных сервисов, статус изменится на зелёную галочку.

Для скачивания архива проекта нажмите на строку, соответствующую нужному архиву, и в нижней части открывшейся боковой панели нажмите кнопку скачивания. На компьютер пользователя будет сохранён файл с расширением `.csv` — это и есть архив проекта.

16.4.1 УДАЛЕНИЕ АРХИВА

Архив проекта можно удалить двумя способами:

- Выбрать соответствующую строку в сводной таблице и воспользоваться функционалом групповых действий;
- Через кнопку удаления в боковой панели свойств архива проекта.

16.5 ИМПОРТ ПРОЕКТА (СОЗДАНИЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ АРХИВА)

Для импорта нового архива нажмите кнопку « $\oplus$ Добавить файл». В открывшемся модальном окне перетащите файл с архивом в область загрузки или выберите файл через диалоговое окно.

После загрузки файла нажмите кнопку «Продолжить» — в таблицу будет добавлена новая строка со статусом импорта «не производился».

Для запуска импорта нажмите на нужную строку в таблице — справа откроется боковая панель с настройками импорта. Укажите:

- Для каких сервисов будет производиться импорт (отметьте нужные чекбоксы);
- Режим импорта:
 - Добавление новых объектов без изменения существующих;
 - Добавление новых объектов, существующие объекты заменяются при совпадении имён;
 - Замена всех объектов на новые (существующие объекты удаляются).

Нажмите кнопку «Начать импорт». По мере выполнения будет обновляться статус операции импорта для отдельных сервисов.

Статусы операции импорта:

- **N/M** — успешно импортированы N сервисов из M заданных;
- **N/N** — успешно импортированы все N сервисов;
- Импорт не производился (только загружен файл);
- Импорт неуспешен (импортировано 0 сервисов).

После завершения импорта в боковой панели будет выведена история проделанных действий для каждого сервиса. Загруженный файл хранится в базе данных сервиса, при необходимости импорт данных можно повторить.

17 СЕРВИС АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

ПО CyberStudio является многопользовательским и поддерживает гибкую ролевую модель.

Для управления учётными записями пользователей (создание, редактирование, удаление) используется система управления доступом Keycloak, развёртываемая вместе с ПО и доступная по адресу:

```
https://<SERVER_IP>/cyberstudio/keycloak
```

Информация в ПО структурирована в виде пространств и проектов. Пользователи с учётными записями добавляются в пространства, из пространств они могут быть добавлены в проекты.

Для управления пространствами и проектами используется панель администрирования, доступная по адресу:

```
https://<SERVER_IP>/cyberstudio/select-project
```

После развёртывания ПО главному администратору передаётся учётная запись администратора Keycloak, а главный администратор создаёт учётные записи остальных пользователей.

17.1 СОЗДАНИЕ УЧЁТНЫХ ЗАПИСЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В KEYCLOAK

1. Перейдите в систему управления доступом Keycloak. Введите имя пользователя и пароль, нажмите «Вход».
2. В открывшемся интерфейсе выберите пространство (realm). Название пространства конфигурируется при развёртывании.
3. Перейдите на вкладку «Пользователи» и нажмите кнопку «Добавить пользователя». В открывшемся окне введите учётные данные и нажмите кнопку «Создать».

4. После сохранения новый пользователь будет выведен в таблице. Перейдите к редактированию свойств пользователя, нажав на соответствующую строку таблицы.
- 5.1. Установите пароль: перейдите во вкладку «Учётные данные», затем задайте пароль (Set Password). Активированный флажок «Временный» означает, что пользователь после первой авторизации должен будет сменить пароль. Рекомендуется всегда оставлять эту опцию активированной по соображениям информационной безопасности.
- 6.2. Если необходимо, чтобы пользователь мог создавать пространства в ПО, назначьте ему роль суперпользователя: перейдите во вкладку «Role mapping» и активируйте роль «super user».

17.2 ПЕРВЫЙ ВХОД

Авторизация в ПО и переход к панели администрирования происходят по адресу:

```
https://<SERVER_IP>/cyberstudio/select-project
```

Если при создании пользователя была активирована опция «Временный», то после авторизации с временным паролем пароль необходимо сменить. После обновления пароля откроется приветственная страница, с которой можно перейти к панели администрирования.

17.3 РОЛЕВАЯ МОДЕЛЬ И ИЕРАРХИЯ ОБЪЕКТОВ

Создаваемые в ПО объекты (источники данных, модели, настройки классификатора дефектов и пр.) хранятся в проектах, являющихся частями пространств.

ПО является многопользовательским, полномочия отдельных пользователей определяются ролевой моделью в зависимости от статуса пользователя в конкретном пространстве и проектах этого пространства. Пользователям можно назначить принадлежность к конкретному пространству или пространствам, а также к проекту или проектам внутри пространства.

17.4 РАБОТА С ПРОСТРАНСТВАМИ

17.4.1 СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВ

Согласно ролевой модели пространства может создавать только суперпользователь. Перейдите в панель администрирования с приветственного окна.

Для добавления пространства нажмите кнопку «Добавить пространство». В открывшемся модальном окне введите название и описание, а также задайте ограничение по количеству проектов.

Для редактирования пространства нажмите на соответствующую строку в таблице — откроется окно с информацией о проектах, пользователях пространства и настройках. Для редактирования свойств пространства нажмите на иконку «Настройки пространства» (⚙).

Для удаления пространства нажмите кнопку «Удалить пространство» и подтвердите удаление.

17.4.2 УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ В ПРОСТРАНСТВЕ

Для добавления пользователей в пространство перейдите в карточку пространства на вкладку «Пользователи». Нажмите кнопку «⊕ Добавить пользователя», в открывшемся модальном окне начните вводить адрес электронной почты — система выведет выпадающий список с подходящими пользователями. Выберите нужного пользователя и нажмите «Добавить».

Для редактирования свойств пользователя нажмите на соответствующую строку в таблице пользователей. В открывшемся модальном окне можно изменить права (назначить администратором) или удалить пользователя.

Удаление пользователя из пространства не удаляет его учётную запись.

17.4.3 УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ В ПРОСТРАНСТВЕ

Для добавления проекта активируйте вкладку «Проекты» и нажмите «⊕ Добавить проект». В открывшемся модальном окне введите имя и описание проекта.

17.5 РАБОТА С ПРОЕКТАМИ

Для редактирования свойств проекта в карточке пространства на вкладке «Проекты» нажмите на соответствующую строку в таблице — откроется карточка проекта с двумя вкладками:

- Вкладка с текущими пользователями проекта;
- Вкладка с инструментами для редактирования прав доступа.

17.5.1 УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ ПРОЕКТА

Для добавления пользователей в проект нажмите кнопку «⊕ Добавить пользователя», в открывшемся модальном окне найдите нужных пользователей в строке поиска, добавьте их и назначьте роль в рамках проекта. Для сохранения нажмите «Добавить».

Для изменения роли пользователя или удаления пользователя из проекта нажмите на строку с пользователем в таблице.

17.5.2 УПРАВЛЕНИЕ ПРАВАМИ ДОСТУПА

ПО CyberStudio поддерживает гибкую ролевую модель, где для каждого пользователя можно задать права доступа к сервисам:

- Сбор данных;
- Исторический сервис;
- Сервис создания моделей;
- Сервис бизнес-логики;
- Сервис мониторинга;
- Сервис импорта;
- Сервис экспорта.

Информация о правах доступа выводится в таблице на вкладке «Доступы». Отредактировать права доступа к тому или иному модулю можно путём нажатия на соответствующую иконку.

17.5.3 РЕДАКТИРОВАНИЕ И УДАЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Для редактирования свойств проекта нажмите кнопку «Настройки» — в открывшемся модальном окне можно изменить наименование, описание и ограничение по количеству пользователей. Для удаления проекта нажмите кнопку удаления (🗑).