



ЦИФРОВЫЕ  
КОРПОРАТИВНЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

# **Ахіота** - Предиктивная система автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ

Март 2025

Совместный проект «Норникель Норсофт» и «Цифровые Корпоративные Технологии»

# Описание программного продукта

## Отраслевое решение – предиктивная система автоматического контроля выбросов (САКВП)

### ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Разработка и внедрение программного комплекса для прогнозирования выбросов промышленных предприятий как альтернатива дорогостоящим и сложным в эксплуатации импортным средствам инструментального контроля эмиссий.

- ✓ Альтернатива традиционным системам инструментального контроля эмиссий, не имеющая отечественных и зарубежных аналогов в РФ.
- ✓ Обеспечивает мониторинг эмиссий на основе информации о состоянии технологического оборудования, поступающей из автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) и смежных систем.
- ✓ Универсальное отраслевое решение для всех типов промышленных предприятий:
  - металлургической,
  - газонефтехимической,
  - энергетической,
  - нефтегазовой,
  - химической отраслях.

### ЧТО СДЕЛАНО

Разработано базовое отраслевое решение системы предиктивного мониторинга эмиссий PEMS (Predictive Emission Monitoring Systems). Получено свидетельство в Роспатенте о регистрации совместного права (ООО «Норсофт» (ПАО «ГМК «Норильский никель») и ООО «Цифровые корпоративные технологии») на разработанное решение (систему автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ «Ахіота»). Решение адаптировано под технологическую цепочку ПАО «ГМК «Норильский никель», выполнена интеграция с действующими корпоративными системами.

На производственной площадке в г. Норильск успешно состоялись испытания работы ПО «Ахіота». В рамках испытания проводились работы по тестированию-сопоставимости результатов математических моделей «Ахіота», данными анализа проб аккредитованной лаборатории и инструментальными замерами сертифицированного газоаналитического оборудования в режиме реального времени. Замеры выполнялись в соответствии с требованиями в области единства измерений под контролем представителя ВНИИМ им. Менделеева.

Получен сертификат (аккредитованный центр ВШЭ) на предмет соответствия предиктивной системы автоматического контроля выбросов «Ахіота» требованиям средства измерений на основе искусственного интеллекта №ОС/1-001-2024 от 3 декабря 2024. Утверждена и зарегистрирована Ростестом Рекомендация Государственной системы обеспечения единства измерений «Измерение параметров загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу с применением программного обеспечения «Ахіота» для автоматического мониторинга (контроля) выбросов промышленных предприятий».

# Инновационность. Как это работает?

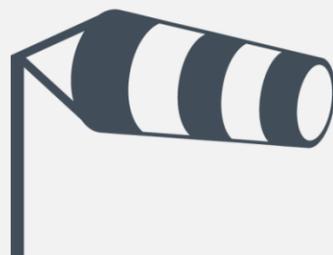
## Входные данные



SCADA / MES



Характеристика сырья



Характеристики окружающей среды

## Валидатор данных



## Цифровой двойник



## Параметры выбросов

- Концентрации
- Расход
- Температура
- Давление
- И др.

Предиктивная система автоматического контроля выбросов (САКВП) строится на основе цифрового двойника технологического процесса, который:

- представляет собой набор математических моделей, описывающих физико-химические процессы протекающие в выбранной технологической цепочке,
- использует данные АСУТП о фактическом состоянии техпроцесса,
- строится на избыточном наборе входных параметров (датчиков) для обеспечения устойчивости по входным данным.

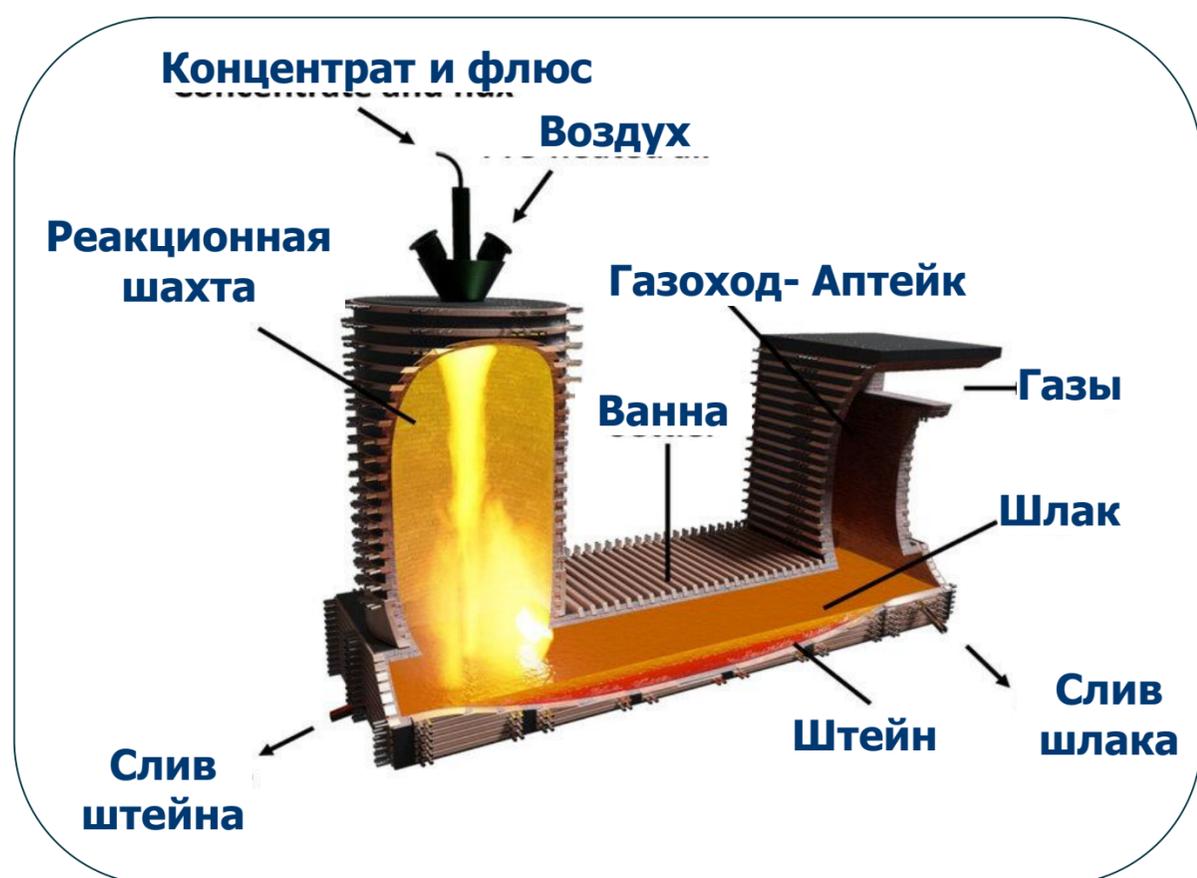


- измеряет выбросы загрязняющих веществ на основе входных данных из систем АСУ ТП, отчетов по сырью и характеристикам окружающей среды;
- автоматически передает измеренные данные в производственные и экологические службы предприятия и в государственные системы учета выбросов

# Пример цифрового двойника технологической цепочки

## Технологическая цепочка Metallurgical plant of GМК Norilsk:

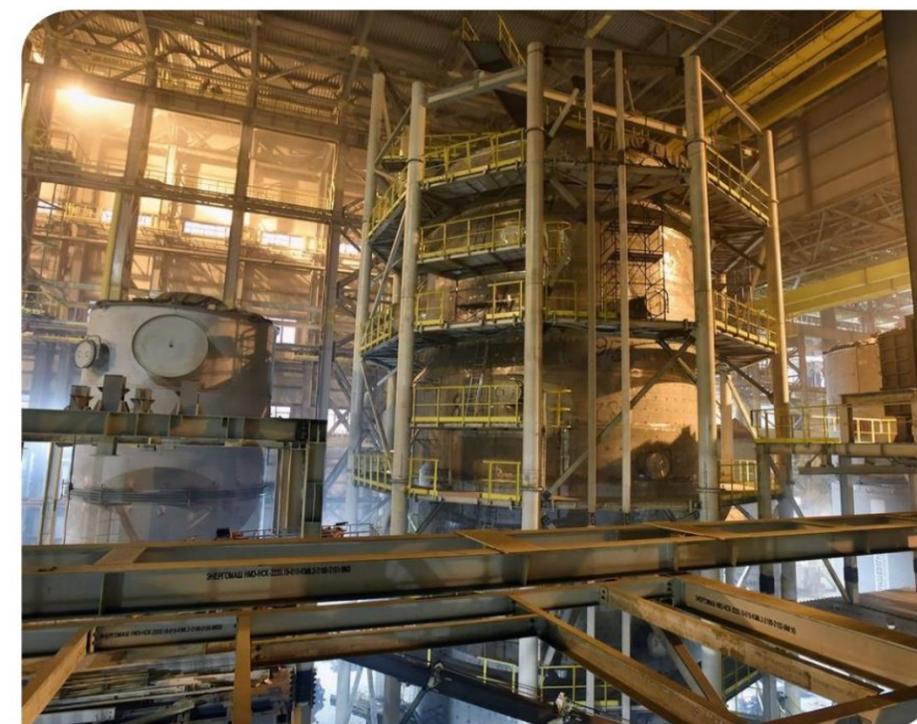
Пирометаллургический процесс - Автогенная плавка на штейн



Газы с высоким содержанием SO<sub>2</sub>

Охлаждение,  
Очистка,  
Разбавление  
воздухом

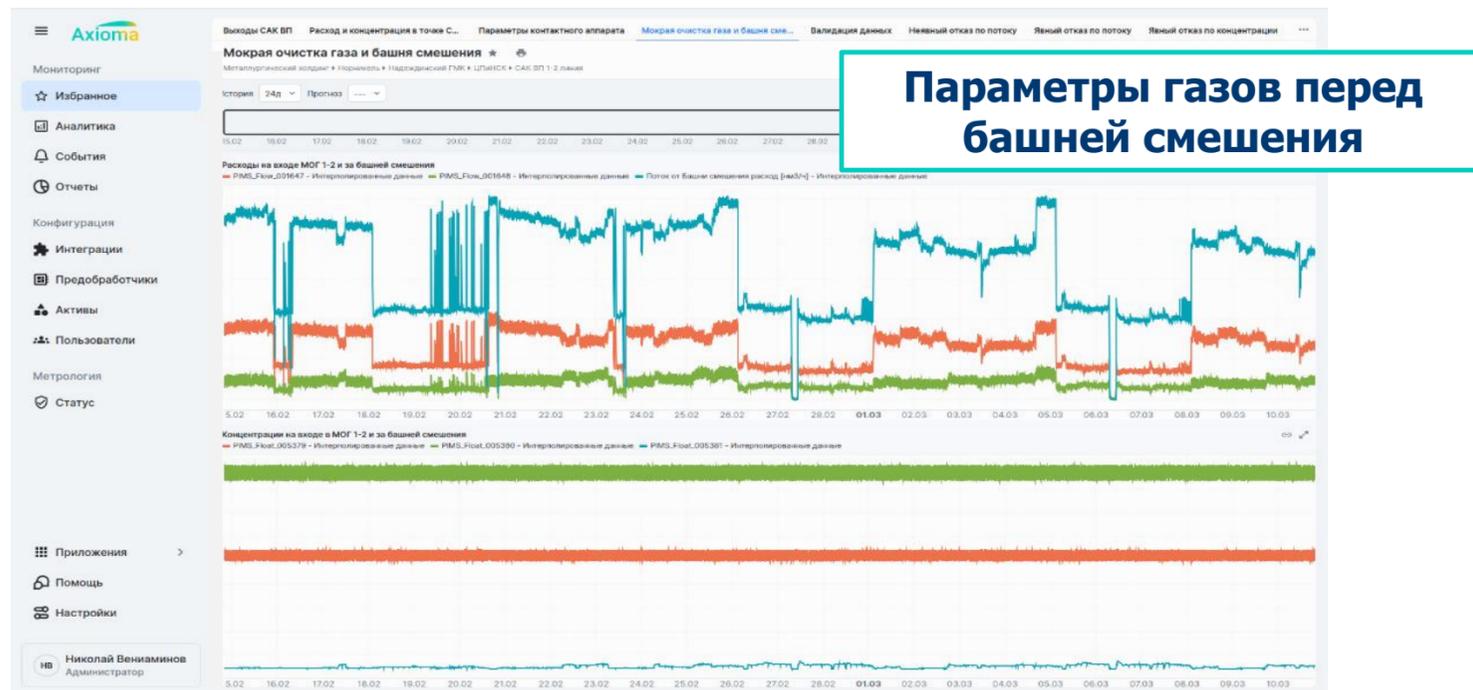
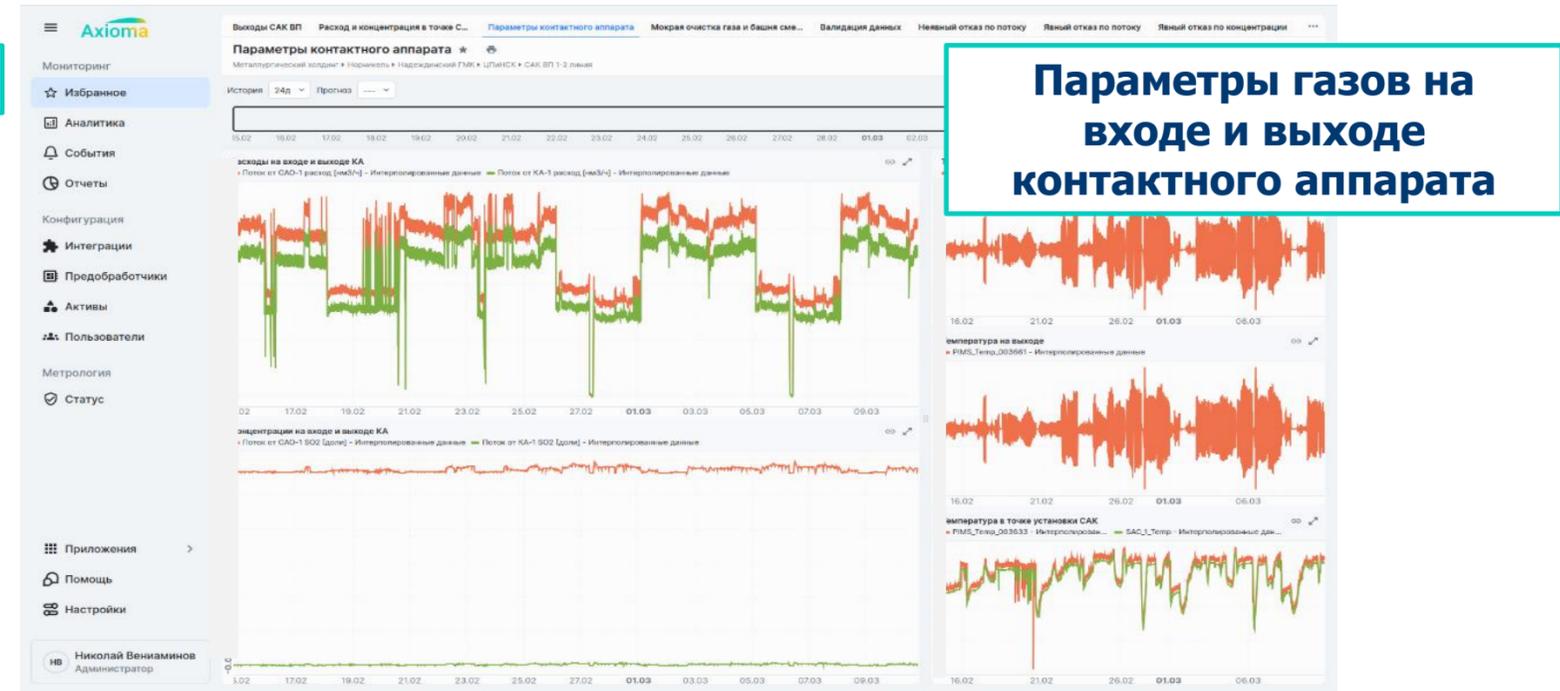
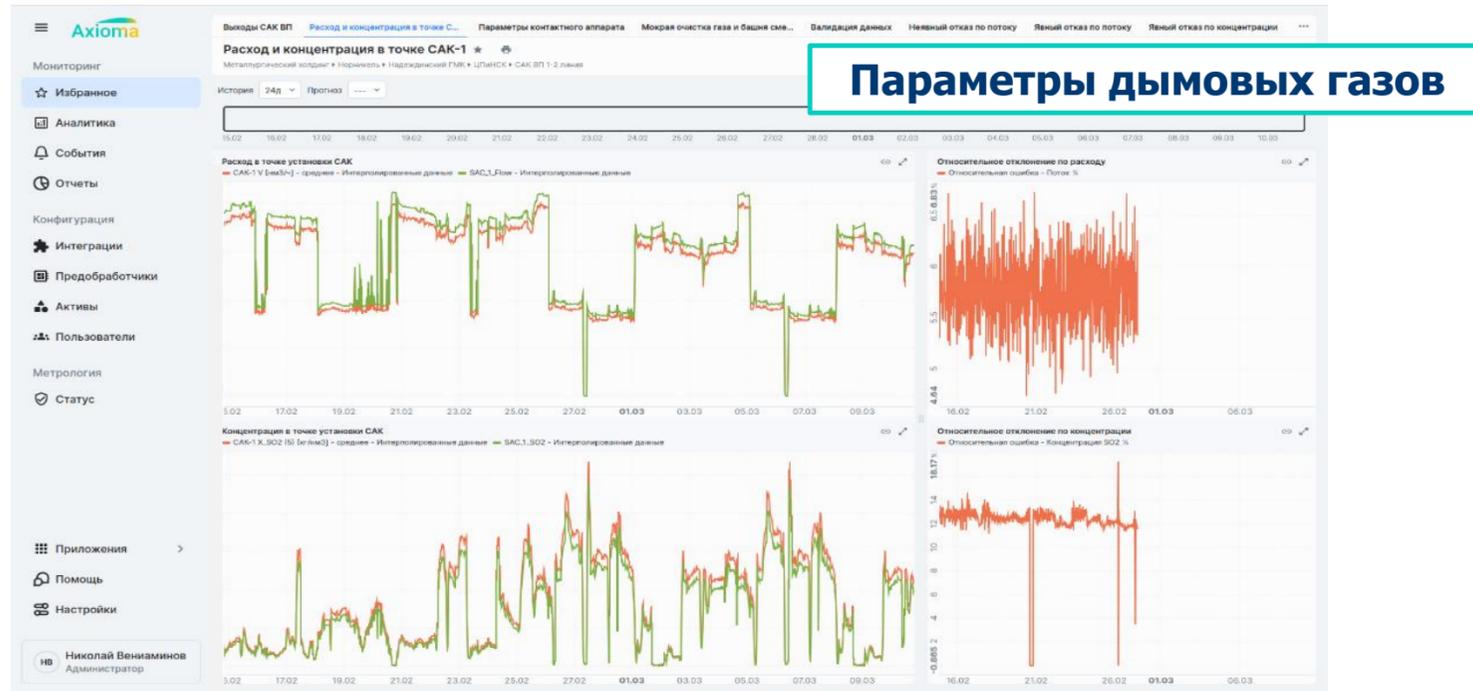
Каталитическая конверсия SO<sub>2</sub> в серную кислоту



Нейтрализации серной кислоты известняком и складирование гипса

Очищенные газы с ничтожным содержанием SO<sub>2</sub> в атмосфере

# Цифровой двойник Технологической цепочки Metallurgical завод



- Цифровой двойник позволяет отслеживать неизмеряемые параметры техпроцесса (виртуальные датчики)
- Цифровой двойник позволяет детектировать рассогласования между параметрами техпроцесса

# Сравнение результатов Аxioma с инструментальными и лабораторными измерениями: расход и концентрации

## Валидация цифрового двойника:

- Цифровой двойник технологической цепочки в рамках испытаний валидирован относительно инструментальных замеров в контрольных точках. Продемонстрировано адекватное и непротиворечивое описание протекающих физико-химических процессов в их динамике
- Верификация системы выполнена в точке поверки системы автоматического контроля выбросов относительно замеров, выполненных сертифицированной лабораторией (5 замеров по 20 минут в течение 3х часов). Продемонстрировано согласие с инструментальными измерениями в пределах установленных законодательством

### С инструментальными измерениями: концентрация

- Инструментальные измерения проведены аккредитованной организацией газоанализатором Полар
- Результаты инструментальных измерений усреднены на интервале 20 мин.
- Относительное отклонение, показанное на графике в %, рассчитано как соотношение между усреднёнными на 20-ти минутном интервале значениями инструментальных измерений и измерений Аxioma

Среднее относительное отклонение  
**13%**



### С инструментальными измерениями: расход

- Инструментальные измерения проведены аккредитованной организацией дифференциальным манометром
- Измерение дифференциальным манометром занимает 6 минут с последующим расчетом расхода на основе измеренного профиля скорости потока
- Относительное отклонение, показанное на графике в %, рассчитано как соотношение между усреднёнными на 6-ти минутном интервале значениями инструментальных измерений и измерений Аxioma

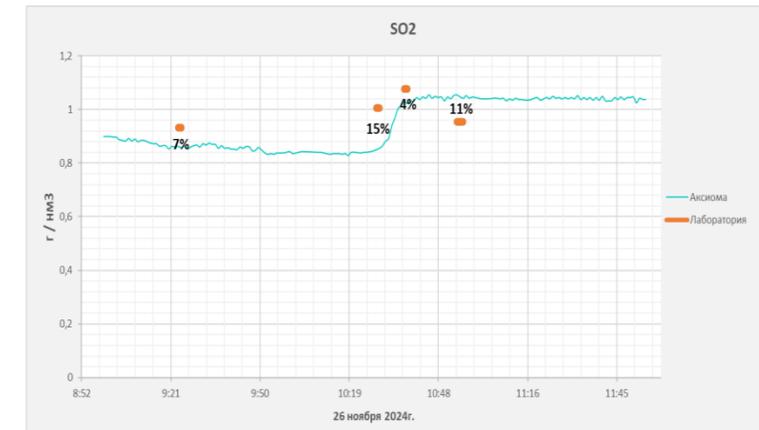
Среднее относительное отклонение  
**10%**



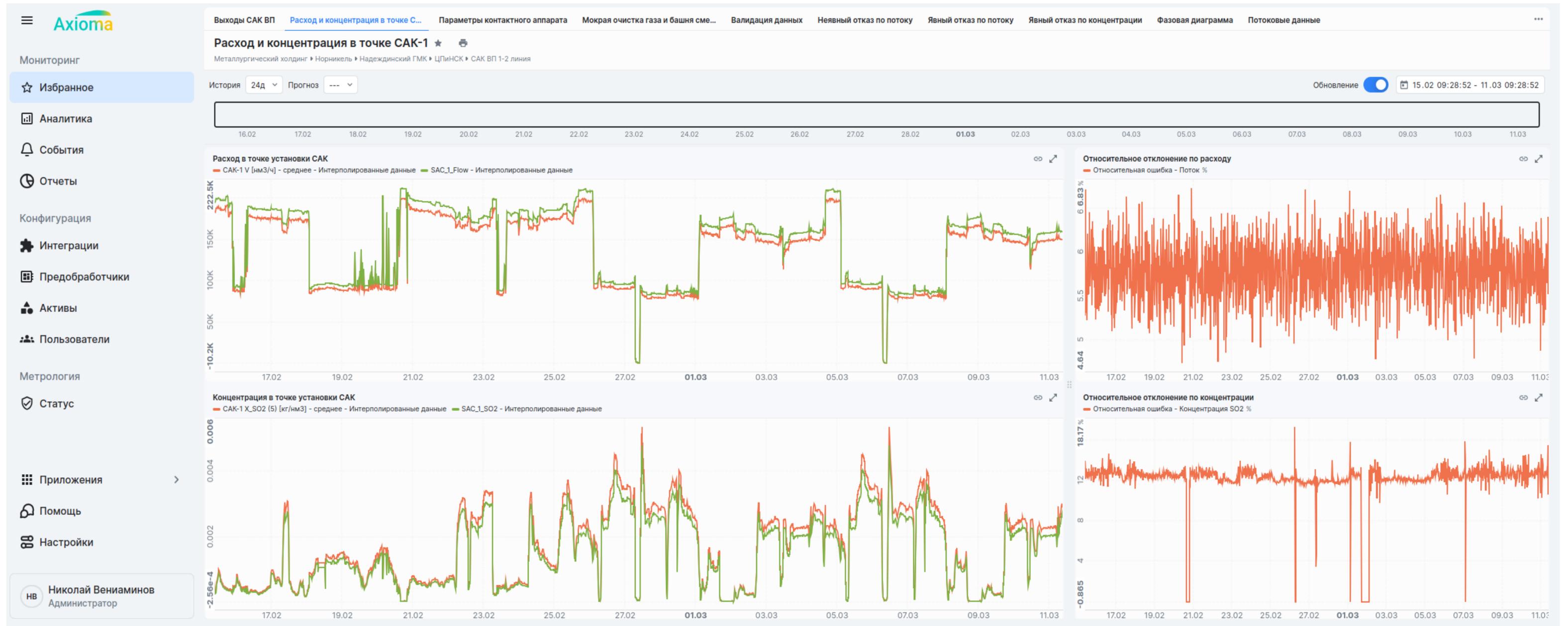
### С лабораторными измерениями: концентрация

- Лабораторные измерения проведены аккредитованной организацией путём отбора проб (до 5 образцов при каждом измерении) с последующим анализом на хроматографе. Результатом является среднее значение с учетом исключения промахов.
- Относительное отклонение, показанное на графике в %, рассчитано как соотношение между значениями лабораторных измерений и измерений Аxioma на момент времени взятия пробы.

Среднее относительное отклонение  
**9%**



# Сравнение результатов Аxioma с поверенной САК: расход и концентрации



Среднее относительное отклонение 6% (расход) и 12% (концентрации)

# Заключение

- Аномалии в показаниях датчиков, используемых системой в качестве входных параметров для прогнозирования выбросов, уверенно обнаруживаются системой за счёт базовой функциональности на уровне алгоритмов обработки входных данных и избыточности по входным данным
- Фальсификация всего набора входных данных невозможна в силу того, что эти параметры используются для управления технологическим процессом
- Фальсификация ограниченного набора данных отслеживается по рассогласованию с остальными датчиками на уровне цифрового двойника техпроцесса, отражающего базовые закономерности протекания физико-химических процессов
- Отказ датчика не приводит к нарушению работоспособности системы в силу реализации дублирующих цепочек измерения (дублирующие модели). Дублирующие модели используют альтернативный набор измеряемых параметров техпроцесса для валидации поступающих в систему данных с отказавшего датчика
- Система проводит онлайн диагностику измеряемых параметров КИПиА и выдает соответствующую информацию в системы предприятия
- Система отслеживает качество входных данных и достоверность полученных выходных параметров выбросов загрязняющих веществ

# Основные преимущества продукта

## **Ахіота** Отраслевое решение – предиктивная система автоматического контроля выбросов (САКВП)

### ЭФФЕКТЫ

**Социальный/экологический:** возможность не только измерения выбросов, но и прогнозирование их распространения при текущей загрузке оборудования, позволяющее регулировать производство при неблагоприятных метеорологических условиях.

**Экономический:** применение Ахіота является экономически привлекательным и низко трудоемким в техническом обслуживании методом мониторинга выбросов загрязняющих веществ. Потенциальное снижение затрат на CAPEX до 50%, на OPEX до 80% по сравнению с системой инструментального контроля выбросов.

**Научно-технологический:** измерительная система учета выбросов (конфигуратор цепочек, библиотека вычислительных блоков) на основе цифрового двойника производства обеспечивает достоверность и целостность данных, отказоустойчивость, гибкость реконфигурации, простота масштабируемость. Аналог на территории РФ (отечественные и зарубежные решения) отсутствуют. Включен к перечень особо значимых проектов РФ.

### ПРЕИМУЩЕСТВА

- ✓ Стоимость владения **в 2-4 раза меньше** по сравнению с инструментальной системой.
- ✓ **Срок внедрения 4-6 месяцев** по сравнению с 12-18 месяцев инструментальной системы.
- ✓ **Прогнозирует количество выбросов** в зависимости от условий технологического процесса и плана производства. Помогает оптимизировать производство.
- ✓ **Независимость** от зарубежных поставщиков компонентов для газоаналитического оборудования. Положительное влияние на торговый баланс России.
- ✓ **Независимость** от зарубежных поставщиков программного обеспечения, так как система является полностью отечественной разработкой.
- ✓ **Создание** абсолютно нового, инновационного направления в экологическом мониторинге в России.
- ✓ **Тиражируемость** для металлургической, нефтегазовой, нефтехимической, энергетической отраслей.



# Готова ответить на ваши вопросы!

**Малевицкая Алла**

Директор по продуктам ООО «Норсофт»

✉ [MalevitskayaAL@nornik.ru](mailto:MalevitskayaAL@nornik.ru)

☎ +7 (985) 634-25-92

