



Северсталь

«Опыт применения цифровых решений
компании «Северсталь» для выявления
неисправностей на ранней стадии и их
предотвращение»



Северсталь

Осминкин Ярослав



Руководитель службы мониторинга
состояния оборудования

Лидер экспертной группы по автоматизации
и цифровизации процессов ТОиР компании
«Северсталь»

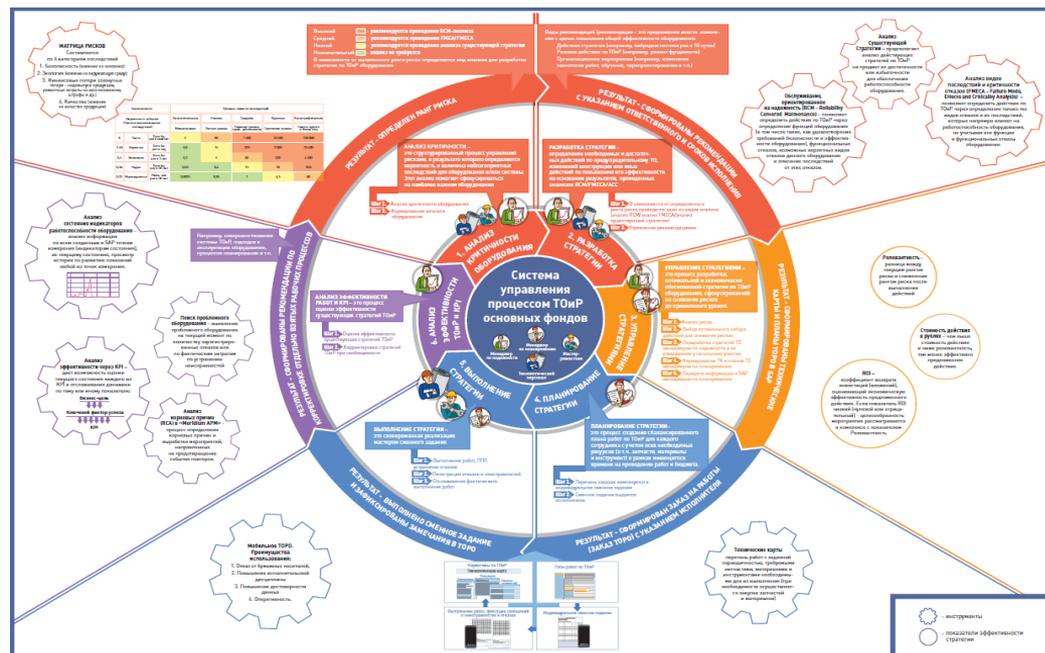


Одна из основных задач всех ремонтных служб во всех промышленных компаниях – отсутствие аварий и инцидентов, обеспечение требуемого КТГ оборудования

Система управления процессом ТОиР основных фондов



В Компании Северсталь выстроена и работает система технического обслуживания оборудования ориентированного на надежность





01 ПО Надежность

Разработка стратегий

Выбор оптимальной стратегии обслуживания

- Увеличение доступности
- Снижение простоев
- Контроль рисков по безопасности и экологии
- Снижение затрат на ТОиР

04 ПО ИСМД, СУРС

Мониторинг и анализ состояния оборудования

PF интервал

- Снижение вероятности внеплановых простоев и их продолжительности
- Снижение времени принятия решений по действиям в предаварийных ситуациях



02 ПО Планирование

Планирование работ

Реализация стратегий с учетом ресурсов

- Снижение трудозатрат на планирование
- Повышение качества планирования
- Улучшение качества планирования графика остановов и точности выстраивания линейки ремонтов

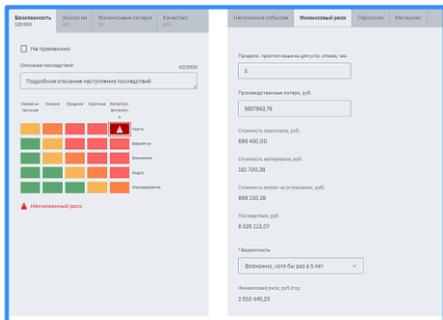
03 Мобильное ТОиР

Выполнение работ

Онлайн контроль: работ, неисправностей

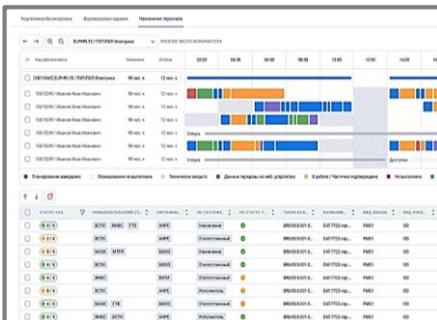
- Улучшение качества сбора данных по оборудованию
- Повышение эффективности выполнения операций ТОиР
- Оперативность передачи информации

Комплексное ИТ-решение



Надежность

- Анализ критичности
- Управление стратегиями
- Реализация стратегии
- Инспекции оборудования под давлением с учетом факторов риска
- Анализ корневых причин отказов
- Расследование отказов
- Управление рекомендациями



Планирование

- Управление остановочными ремонтами
- Риск-ориентированное управление ремонтным фондом
- Планирование работ
- Управление ремонтными запасами
- Управление подрядчиками
- Ремонтное производство
- Выполнение работ



Мобильное ТОРО

- Отражение фактической информации по оборудованию
- Контроль выполнения и фиксации выполнения работ
- Ведение процессов восстановления и крупно-узловой сборки
- Управление доступностью персонала
- Сбор данных с внешних устройств диагностики
- Доступ к справочной и технологической документации



ПО «ИСМД» и ПО «СУРС»

- Мониторинг и анализ работы оборудования в реальном времени 24*7
- Единый интерфейс для работы со всем стационарными системами вибродиагностики
- Выявление потенциальных проблем на ранней стадии и выдача рекомендаций по их устранению
- Визуальное и графическое представление данных, отчеты



Северсталь

Программное обеспечение

«Интеллектуальная система мониторинга
и диагностики»

ПО «ИСМД»



Предпосылки создания системы мониторинга и диагностики

В 2013 году международные эксперты при аудите ремонтных процессов обратили наше внимание на то, что мы не используем возможности установленных у нас датчиков на оборудовании для выявления неисправностей на ранней стадии



С 1 июня 2013 года стартовал проект по созданию первой версии системы мониторинга технологического оборудования ЧерМК

Первая версия – ПО «Система мониторинга технического состояния»



Параметр	Значение	Ед. изм.	Мин	Макс.	Статус	Время фиксации
Температура масла в магистрали системы Ж-10	35,00	град. С	0	30	Тревога	22.01.15 08:11
Давление						
Статусы						
Тип статуса	Мин.	Макс.	Комментарий	Задержка, сек		
Тревога	0	30	Проверить исправность подсистемы охлаждения смазочной системы. В случае невозможности устранения неисправности в смене, сообщить специалистам.	10		
Предупреждение	30	32	Организовать температуру масла в диапазоне от 32 до 40 град. С	10		
Норма	32	40		10		
Предупреждение	40	43	Организовать температуру масла в диапазоне от 32 до 40 град. С. Контролировать температуру подшипников ПКТ клетки №10	10		
Тревога	43	43	Проверить исправность подсистемы охлаждения смазочной системы. В случае невозможности устранения неисправности в смене, сообщить специалистам. Контролировать температуру подшипников ПКТ клетки №10	10		

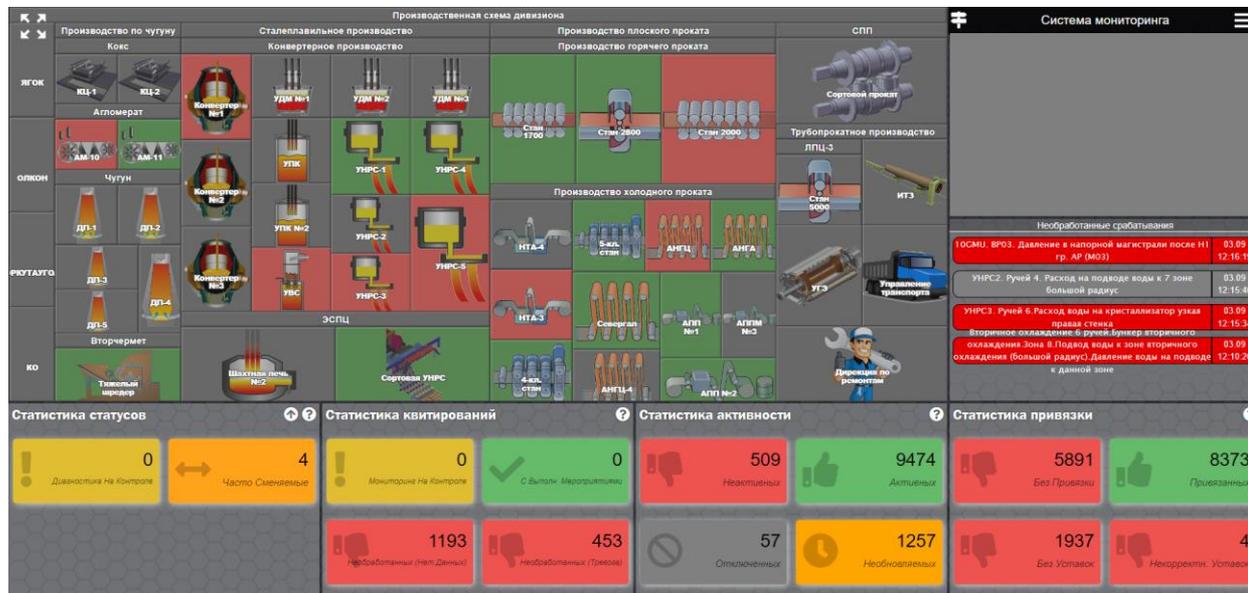
Было реализовано:

- Табличное представление
- Настройка порогов и рекомендаций
- Иерархия оборудования без связи с ERP

В ходе эксплуатации данной системы возникла необходимость отслеживать ход устранения неисправности, отслеживать действия персонала при возникновении событий, вести статистику.

Количество возникающих событий, связанных с неисправностью составляло 0,01% из которых устранялось в течение 24 часов – 10%

Вторая версия – ПО «Автоматизированная система мониторинга и диагностики»



- Было реализовано:
- Мнемосхема
 - Процесс квитирования
 - Система отчетности
 - В отдельное направление выделено была работа со стационарными системами вибродиагностики

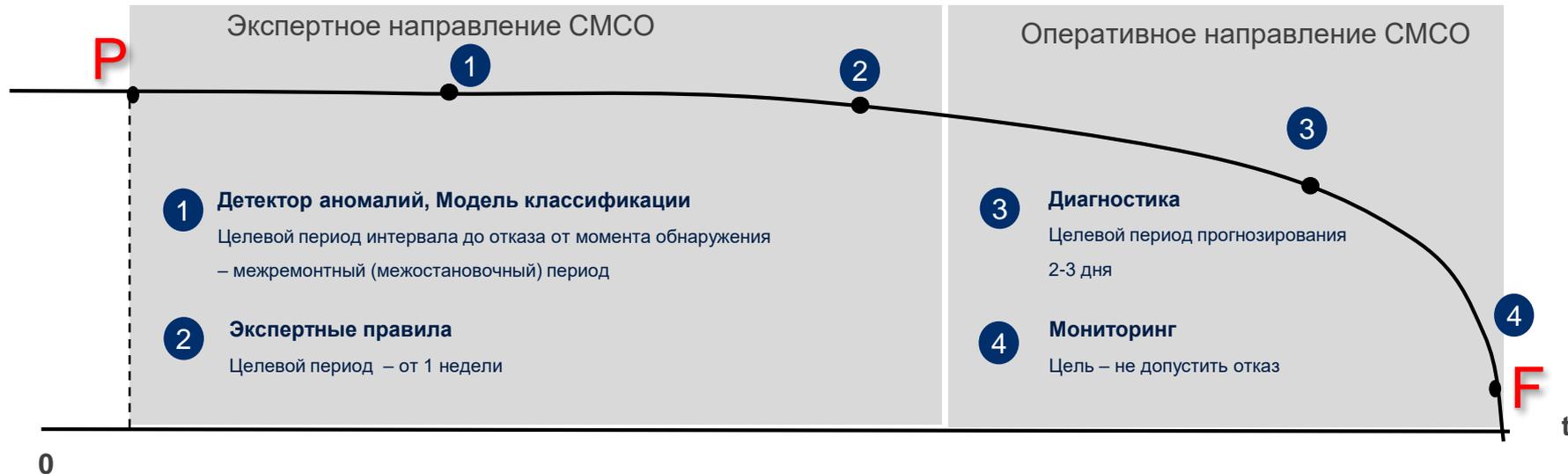
Количество возникающих событий, связанных с неисправностью составляло 10%, устранялось в течение 24 часов 10-15%

Предотвращалось финансовых рисков с случае наступления отказа (разработана методика оценки) за год на сумму в несколько десятков миллионов рублей



В службе мониторинга состояния оборудования мы развиваем два направления деятельности:

- Оперативное (сменный круглосуточный персонала), задача которого не допустить unplanned отказ оборудования
- Экспертное, задача которого разработка и внедрение экспертных правил и моделей детектора аномалий для выявления неисправностей на раннем горизонте, что бы работы по устранению неисправностей можно было встраивать в существующую систему планирования, а «не тушить пожары»



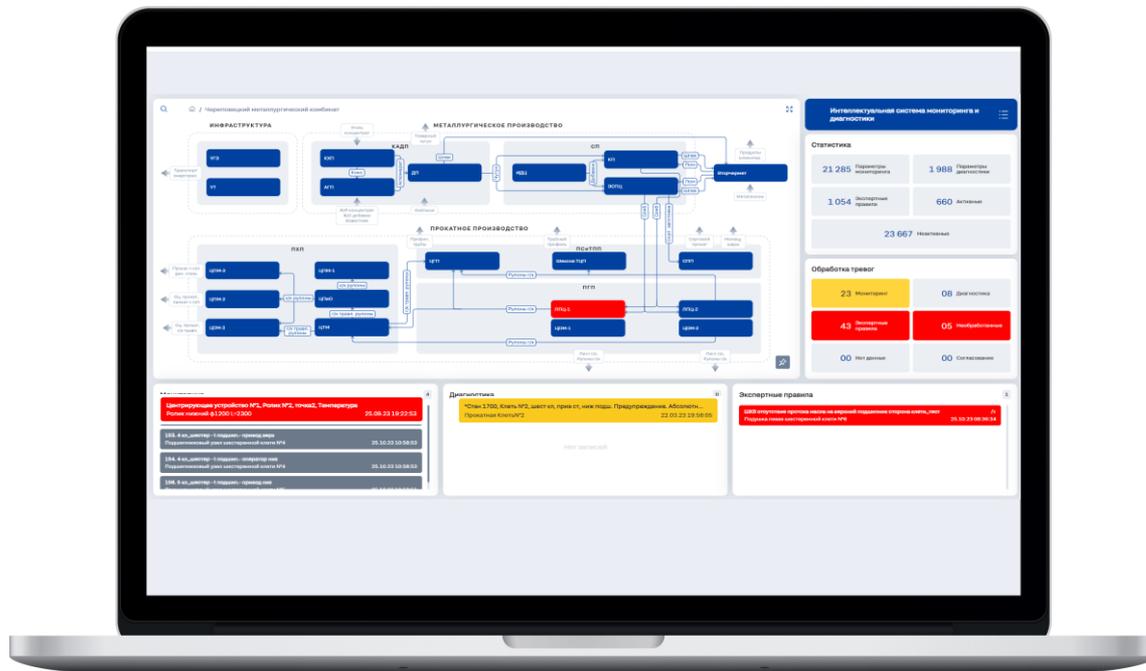


Мониторинг оборудования

Настройка условий срабатывания тревог в форме пороговых значений осуществляется в справочнике параметров системы.

Сообщения по тревогам отображаются в соответствующей ленте событий и подсвечивают соответствующий блок мнемосхемы

Генерация тревог осуществляется с использованием алгоритмов проверки достоверности данных и дополнительных условий, задаваемых в настройках параметров системы.



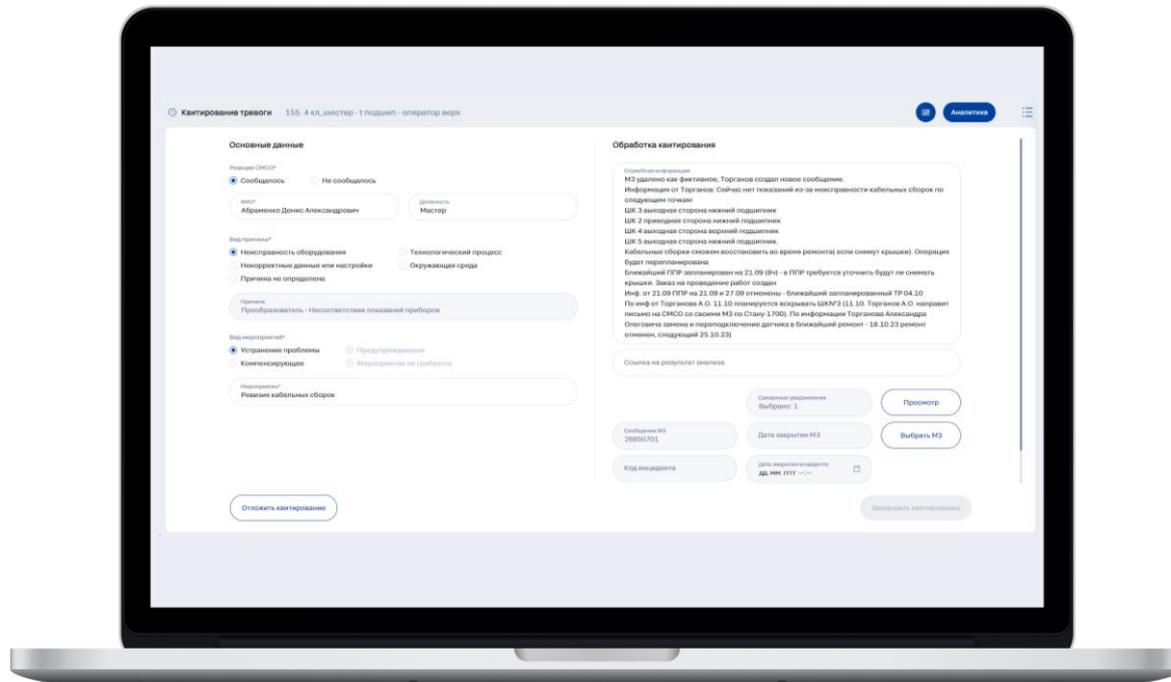


Управление возникающими событиями – процесс квитирования

В карточке квитирования фиксируются причины тревоги и мероприятия по их устранению

При обработке сообщений о тревогах осуществляется обмен данными с модулем EAM ERP системы

Результат успешного квитирования с подробным описанием фиксируется в истории тревог и используется для выбора оптимальной стратегии реагирования на неисправность в будущем.

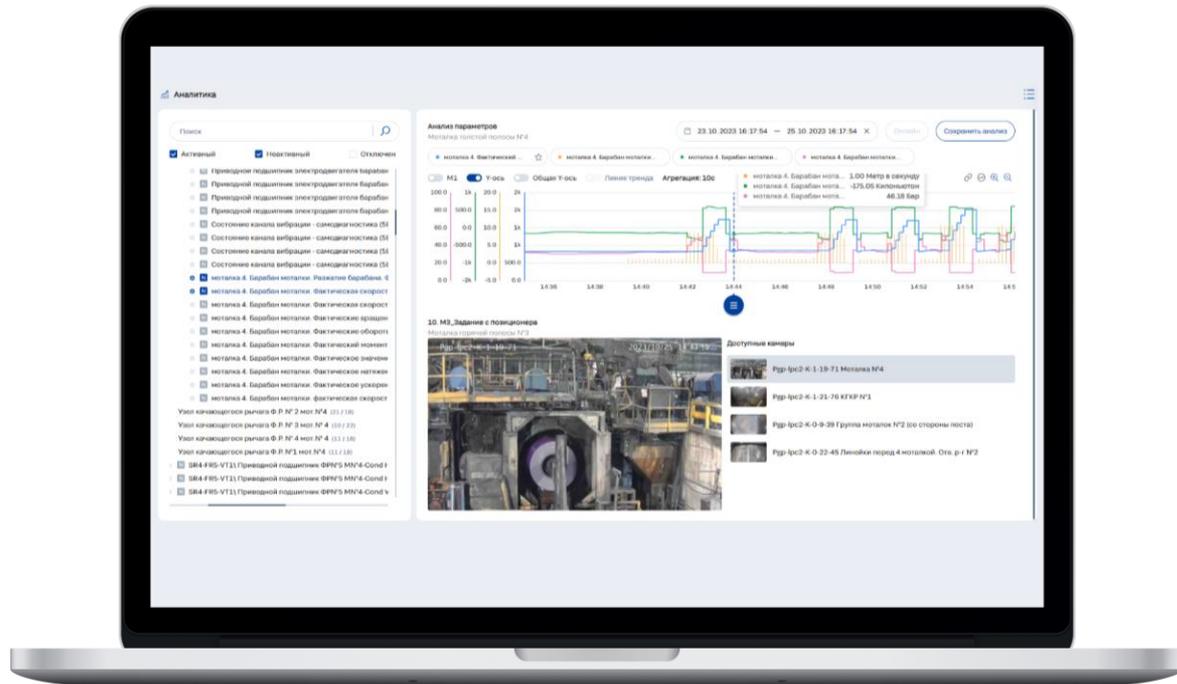




Анализ ситуации

Для проведения комплексного анализа в системе предусмотрены инструменты совмещенного во времени просмотра, поиска повторений и сопоставления трендов параметров и режимов работы оборудования.

В системе предусмотрена возможность просмотра информации об агрегате с камер системы видеонаблюдения с привязкой к временной шкале анализируемых трендов параметров



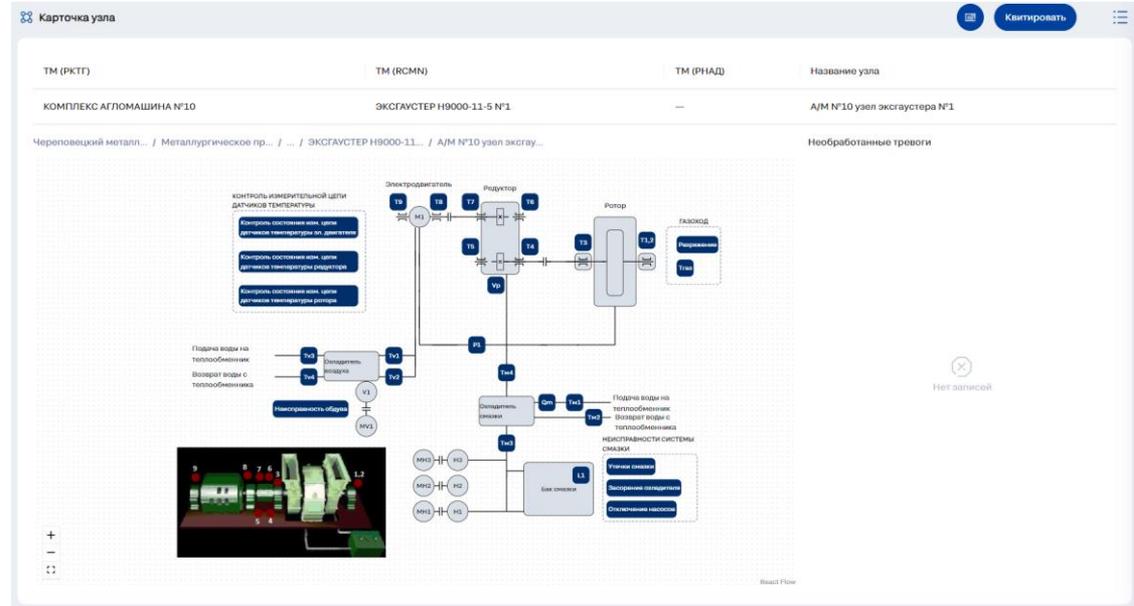


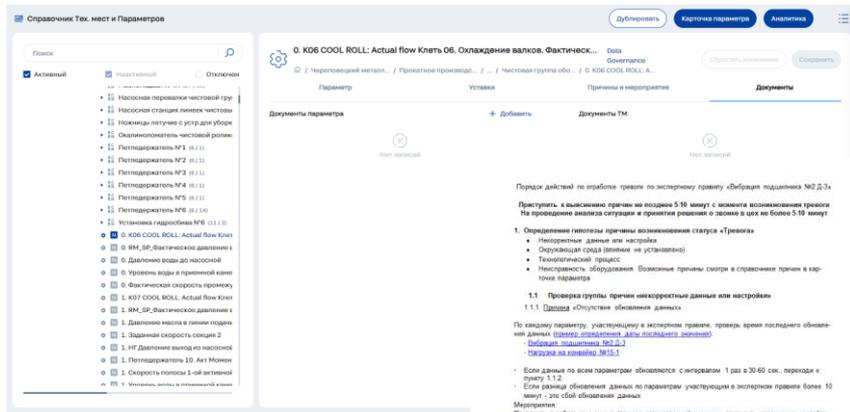
ПО «ИСМД» для оперативного направления

Развитие инструментов диагностики: от единицы оборудования до узла

Информация по отклонению от нормальных значений для единичного параметра не дает возможности понять ситуацию по агрегату в целом.

Проведение анализа и оценки состояния на основании множества связанных параметров состояния элементов узла дает возможность автоматизировать процесс идентификации проблемы и определения необходимых мероприятий по нормализации состояния оборудования





"Перед вводом параметров в работу разрабатывается двусторонний регламент взаимодействия с подразделением, который затем прикрепляется к соответствующему параметру."



В настоящее время ведется разработка функционала по созданию 'Цифровых инструкций', встроенных непосредственно в процесс обработки различных событий.

Проект Data governance новые возможности для ПО «ИСМД»



Справочник Тех. мест и Параметров

Дублировать Карточка параметра Аналитика

Поиск

Активный Новостный Отключен

- Цех покрытия металла 1 (10 / 702)
- Цех покрытия металла 2 (2 / 2187)
- Цех покрытия металла 3 (13 / 1434)
- Цех прокатки и отжига (14 / 1743)
- Цех травления металла (22 / 2682)
- HTA-3 (80 / 404)
- HTA-4 (120 / 1822)
- Ванна предохранительной промывки (0)
- Ванна промывки (0 / 28)
- Входной накопитель (0 / 305)
- Привод входного накопителя (15 / 50)
- Телега входного накопителя (17 / 48)
- Колесо безребордное Zigt (0 / 0)
- Вх. накопитель, Телега, Зад (0 / 0)
- Колесо реборданое Zigt (0 / 0)
- Ролик отклоняющий 1 (0 / 4)
- Ролик колостой бочкообразный
- Ролик колостой бочкообразный
- Ролик колостой бочкообразный

Вх. накопитель, Телега, Задние колеса, точка1, Температура Data Governance

Мониторинг Новостный 24 Проверка параметров Проверен Тренинг при М1 Формировать

Наименование: Вх. накопитель, Телега, Задние колеса, точка1, Температура

Техническое место	Код техк	Актуальность параметра	Дата последнего значения	
Колесо безреборданое Zigt.	ED35CE1953084C59E053D901780AE...	Да	29.08.24 10:29:29	
Техническое имя	Пользовательское описание	Описание источника данных	Альтернативное наименование	
Температура	Вх. накопитель, Телега, Задние коле...	—	TT106.1 (Bera TT-11)	
Таблица META	Таблица DATA	Тип измерения	Единицы измерения	
logawan_parameter_meta	logawan_parameter_data	Температура	Градусов по Цельсию	
Тип параметра	Точка измерения	Интервал ч	Последняя передача	
number			—	
Применяемые	Качество	Проводимость	Экология	Безопасность
Включен в расчет				
—				

В ходе проекта Data governance описываются все параметры АСУ ТП и связываются с каталогом оборудования ERP оборудования



Исчезла проблема непонимания между службами автоматизации, ремонтниками (механики, энергетики, гидравлики и др.) и службой мониторинга



Поиск повторений и корреляций

Для поиска повторяющихся ситуаций и выявления взаимосвязности между отдельными параметрами реализованы инструменты:

- поиск повторений поведения параметров, предшествующих возникновению событий неисправностей (отказов)
- расчет корреляции в группе параметров для выявления взаимосвязи между ними





Экспертные правила

Экспертные правила создаются по результатам анализа возникновения неисправностей оборудования, которые имеют высокую вероятность повторения и могут быть выявлены на ранних стадиях развития аномалий на основе анализа поведения взаимосвязанных параметров.

Для написания используется встроенный редактор с использованием синтаксиса JavaScript.

Заклинивание ролика №35, отводящий ролик №1, секция №4, полусекция 4В

Тип: Экспертные правила

Статус: Активный

Параметры и индикаторы

Параметр	Псевдоним	Тест.знач.
16. Секция 4. Момент ролика №35.	a	
16. Секция 4. Скорость ролика №35.	b	
7. Секция 4В. Среднее значение скорости	c	
Средняя нагрузка на ролики отводящий ролик №1, секц...	d	

```
// если нагрузка на ролики больше 90 микрон-метров и превышает среднюю нагрузку на ролики в полу секции
// и скорость вращения ролика ниже на 10% от средней скорости в полу секции
var x = data.c - 0.15*data.d;
4
5
6 if (data.a > 90 && data.a > data.d)
7 {
8   data.b < x
9 }
else
```

Формула для расчета

```
1 // если нагрузка на ролики больше 90 микрон-метров и превышает среднюю нагрузку на ролики в полу секции
2 // и скорость вращения ролика ниже на 10% от средней скорости в полу секции
3 var x = data.c - 0.15*data.d;
4
5
6 if (data.a > 90 && data.a > data.d)
7 {
8   data.b < x
9 }
10
```

Проверить формулу



ПО «ИСМД» для экспертного направления

Развитие ИСМД. Разработка инструмента «Детектор аномалий»

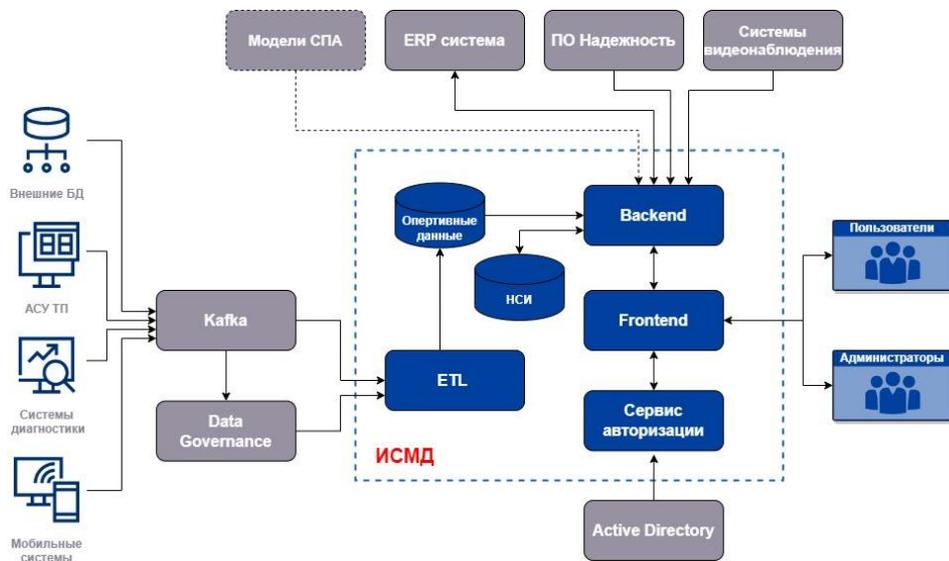
Наряду с внедрением экспертных моделей выявления проблем с оборудованием разрабатывается модуль выявления связанных с развивающимися неисправностями аномалий в работе оборудования.





ИСМД построена по модульному принципу на базе микросервисной архитектуры и является частью комплексного ИТ-решения для ТОиР компании «Северсталь». Основой функционирования системы являются оперативные данные о параметрах состояния узлов технологических агрегатов, получаемые из корпоративной шины данных (DataLake).

Данные параметров состояния оборудования в реальном времени представлены в ИСМД в виде справочника в связке с каталогом технических мест модуля ТРО системы ERP и информацией системы Data Governance.





Мониторинг в реальном времени

Получение в реальном времени и накопление актуальной информации о состоянии технологического оборудования и влияющих на это состояние факторов



Контроль за состоянием оборудования

Единый интерфейс для работы со всем стационарными системами вибродиагностики позволяет осуществлять непрерывный контроль в реальном времени за трендами параметров режимов работы и состояния узлов технологического оборудования, с оповещением персонала



Выявление аномалий в поведении оборудования

Применение экспертных правил и моделей детектора аномалий. Система способна выявлять неисправности на ранней стадии, что позволяет предотвратить серьезные поломки



Экспертная поддержка оперативного ремонтного персонала

Возможность оцифровки знаний и опыта экспертов по оборудованию в виде алгоритмов, для поддержки принятия решения о корректирующих действий оперативным персоналом



Графики и отчеты

Пользователи могут получать подробные графики, диаграммы и отчеты о состоянии контролируемого системой оборудования, что помогает принимать информированные решения по его обслуживанию



Развитие и разработка

- Экспертные правила для выявления неисправностей
- Комплексная диагностика состояния узлов оборудования
- Детектор аномалий
- База экспертных рекомендаций по действиям
- Математические методы и ML-модели

Количество возникающих событий, связанных с неисправностью составляло 65%, целевая 85%

Предотвращено финансовых рисков с случае наступления отказа на сумму в несколько млрд руб.



Северсталь

Программное обеспечение

**«Система управления ремонтными
событиями»**

ПО «СУРС»



Актуальность разработки ПО «СУРС» для ремонтного персонала



Во время выполнения задач по оперативной работе у персонала возникает много вопросов:

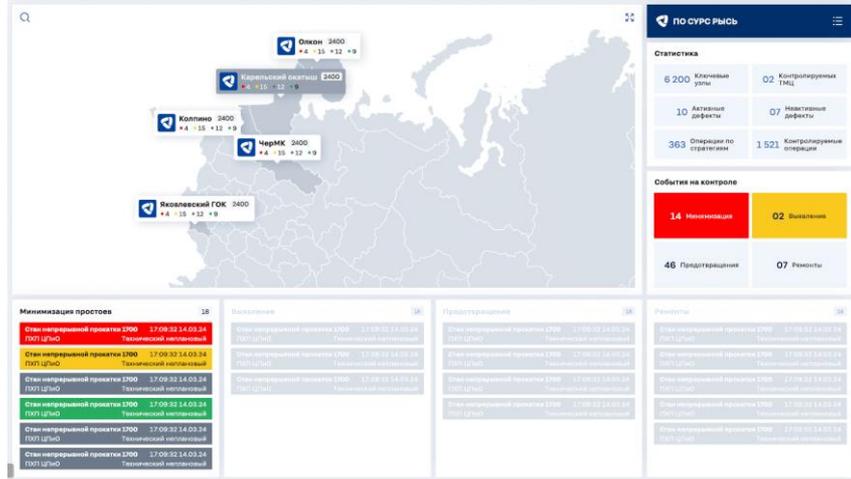
- Какие задачи приоритетнее выполнять
- Что случилось с оборудованием?
- Насколько критична проблема?
- Как и каким способом устранить неисправности?
- Когда?
- Есть ли ТМЦ?
- Как повлияет на производство?
- и др.



Наше решение - внедрение системы управления ремонтными событиями, которая позволит автоматизировать процессы эффективного управления всеми этапами ремонтных работ в режиме реального времени, обеспечить прослеживаемость и прозрачность Исполнения ремонтной деятельности.



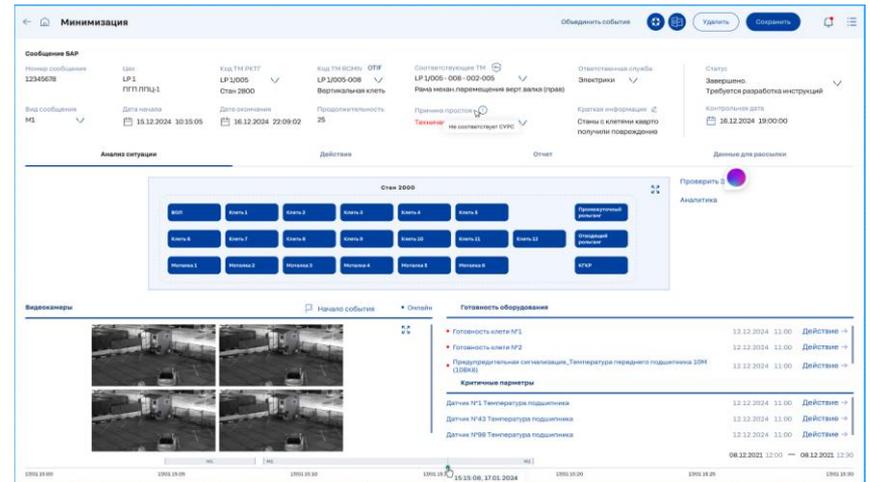
Интерфейс пользователя ПО «Система управления ремонтными событиями»



Система с дружелюбным, наглядным и максимально информативным интерфейсом для ремонтного персонала.

Встроенный конфигурактор событий позволит настроить под конкретные задачи перечень контролируемого оборудования, событий на нём, их приоритетность.

Технологии искусственного интеллекта помогут выдать необходимые рекомендации по мерам для оперативной реакции на возможные события.





Минимизация последствий отказов

Оперативная оценка ситуации, приоритезация события для каждого пользователя в зависимости от его приоритетов, поддержка принятия решений по управлению мероприятиями, направленными на снижение времени и последствий отказов оборудования



Предотвращение отказов

Приоритезация неисправностей исходя из оперативной обстановки, рекомендации по необходимым мерам для устранения неисправностей до наступления отказа



Индекс состояния оборудования

Наглядная визуализация состояние оборудования исходя из критичности оборудования с учетом приоритетов каждого пользователя и зоны его ответственности



Выявление неисправностей

Контроль выполнения приоритетных для пользователя запланированных операций стратегий, оценка и приоритезация вновь выявленных персоналом неисправностей оборудования с поддержкой принятия решения о критичности дефекта и необходимых оперативных мероприятиях.



Плановые ремонты оборудования

Мониторинг с приоритезацией выполняемых во время ремонта мероприятий по восстановлению работоспособности и предотвращению отказов оборудования

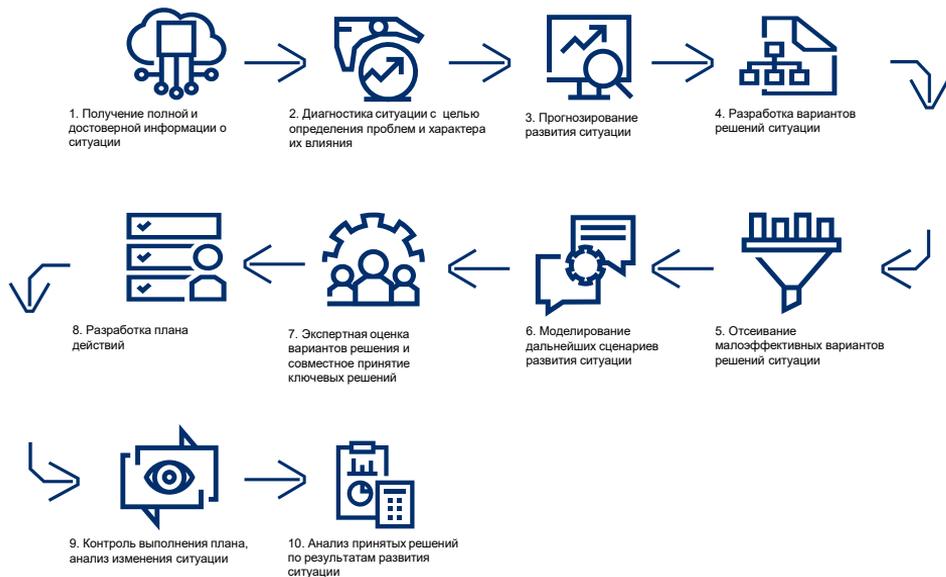


Мониторинг ремонтных процессов

Экспертные правила для выявления неисправностей
Комплексная диагностика состояния узлов оборудования
Детектор аномалий
База экспертных рекомендаций по действиям
Математические методы и ML-модели

Предназначено для оперативной оценки и управления текущим состоянием оборудования ситуацией мастерами, начальниками участков, экспертами по направлениям и ситуационным центром ДпР

Наши цифровые инструменты помогают двигаться к целевому состоянию процессов по выявлению неисправностей и предотвращению отказов оборудования



Служба мониторинга:

- ✓ В on-line режиме получает и анализирует информацию и предоставляет её персоналу в подразделениях, что позволит сконцентрироваться им на своих прямых обязанностях
- ✓ Совместно с технологическим персоналом выработают эффективный режим работы оборудования и произведут необходимые корректировки техпроцесса
- ✓ Выполнит оперативную координацию работ, с минимальными затратами человеческих и других ресурсов, что позволит сократить время, требуемое для принятия ответственных решений
- ✓ Поможет узнать о возникновении экстренной ситуации за ранее и оперативно предоставит первичную оценку ситуации
- ✓ В кратчайшие сроки выполнит оценку потенциальных потерь и необходимых затрат на проведение сервисных работ при различных сценариях устранения нештатной ситуации
- ✓ Проинформирует производственный персонал о возникшей проблеме, предоставит план мероприятий и обеспечит координацию с экспертами

Ситуационный центр службы мониторинга, консолидируя всю необходимую для анализа ситуации информацию, а так же объединяя экспертов во всех ключевых областях, позволяет ускорить прохождение каждого этапа принятия управленческого решения

Контакты. Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать



Ярослав Осминкин
Компания ПАО «Северсталь» - по вопросам бизнес-процесса
yasosminkin@severstal.com



Ольга Пешина
Компания АО «Северсталь-Инфоком» - по вопросам ИТ-решения
oa.peshina@severstal.com



Канал в телеграмме «Всероссийская экспертная сеть
«Автоматизации и цифровизации процессов ТОиР»



Северсталь

Спасибо
за внимание

