



Применение методов математического моделирования и технологий интернета вещей для повышения надежности и эффективности производственных активов



Проблематика

3801

количество аварий на
объектах генерирующих
компаний ЕЭС России* в 2017 г.

6 из 8

основных причин аварий
могут быть спрогнозированы
системой ПРАНА

*minenergo.gov.ru

15 млрд. ₽

убытков понесли российские генерирующие
компании в 2017 г.

7,5 млрд. ₽

минимальный экономический эффект от
внедрения системы на объектах генерации
ЕЭС России





прапа — IoT решение для диагностики и прогноза состояния промышленного оборудования с целью эффективной работы и снижения эксплуатационных затрат.

На защите критически важных объектов

В основу решения ПРАНА лег **7-летний опыт** РОТЕК как сервисной компании.

1

IoT-решение ПРАНА уже **используется на 6-ти объектах (ПГУ/ГТУ)**, заключены соглашения на подключение еще 6-ти. Общая мощность подключаемых энергоблоков превышает **3.2 ГВт** (2% от тепловой генерации РФ). Их общая стоимость **более \$2.8 млрд.**

2

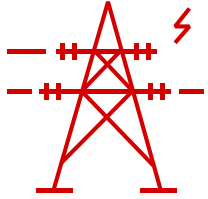
Благодаря своему архитектурному решению ПРАНА успешно отработала на различных типах сложного оборудования, такого как турбины, компрессоры, насосы, котельное оборудование и т.д

3

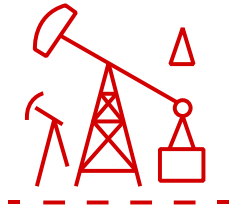
ПРАНА предлагает решения предиктивной аналитики в различных секторах, таких как энергетика, нефть и газ, горнодобывающая и перерабатывающая промышленности, прогнозируя отклонения в работе оборудования и предотвращая возникновение чрезвычайных ситуаций.



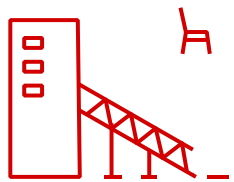
Рынки



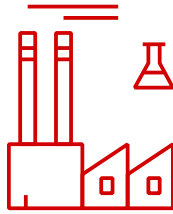
Энергетика



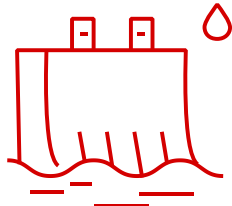
Нефть и газ



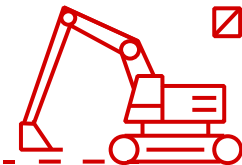
Деревопереработка



Химическая
промышленность



Водоснабжение



Добыча и переработка

Оборудование

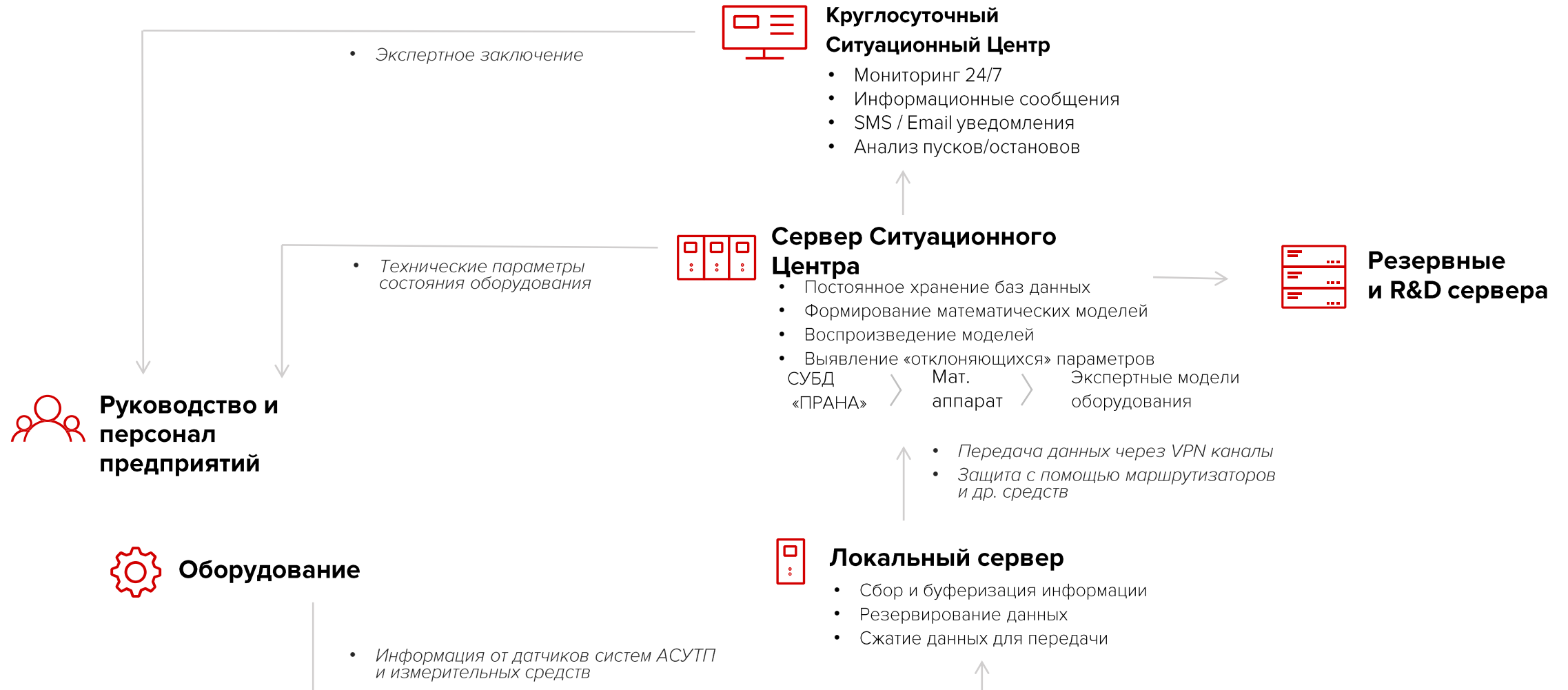
- Турбины
- Компрессоры
- Котлы-утилизаторы
- Водогрейные и паровые котлы
- Насосы
- Электрические генераторы
- Ветрогенераторы
- Теплообменники
- Трансформаторы
- Газоперекачивающие агрегаты
- Газопоршневые установки

И многое другое:

- Лифтовое оборудование
- Железнодорожный транспорт
- Авиастроение

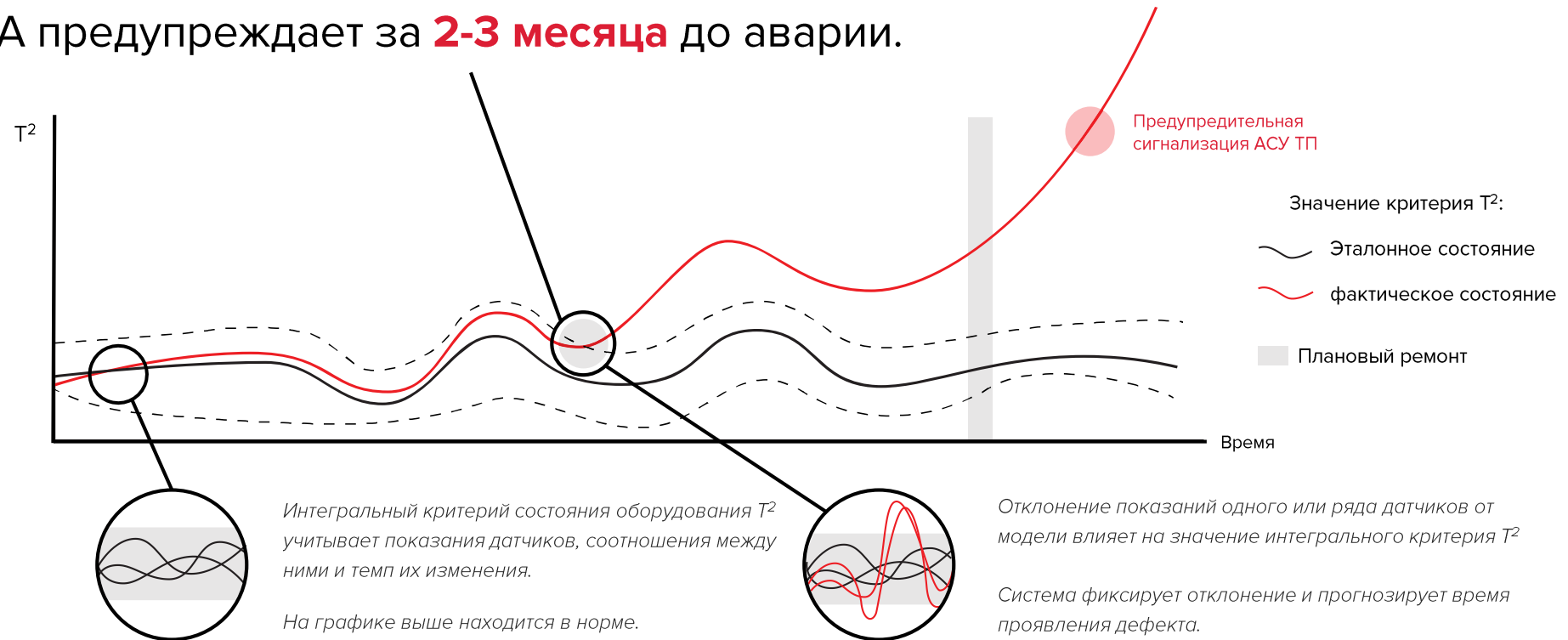
...

Архитектура решения



ПРАНА – машинное обучение в действии

ПРАНА предупреждает за **2-3 месяца** до аварии.



1. Решение основано на **технике оценки** многомерных состояний (MSET) с использованием идеологии контрольных T^2 -карт Хотеллинга и методов машинного обучения

2. На основе архивных данных ПРАНА строит **эталонную модель работы** оборудования. Далее все измерения с объекта в режиме реального времени сравниваются с ней

3. Система выявляет **ТОП-10 критически важных отклонений**, на основании которых проводит первичную идентификацию проблемы

4. Программное обеспечение ПРАНА включает **готовые экспертные модули и библиотеки**, которые ложатся в основу рекомендаций, что позволяет избежать погрешностей

Принцип работы



Преимущества для бизнеса

ПРАНА обеспечивает комплексный технический анализ сложных промышленных систем:

1

Сокращение внеплановых остановов

Контроль технического состояния позволяет рассчитать остаточный ресурс и провести ремонт в оптимальные сроки.

2

Снижение расходов

Снижает затраты на ремонт оборудования за счет точного планирования, оптимизации логистики и своевременного заказа запасных частей.

3

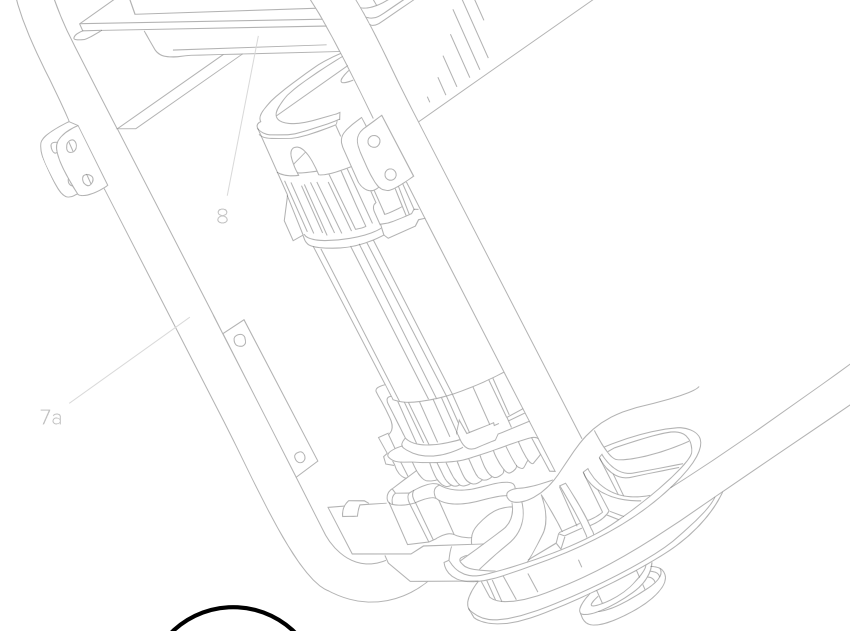
Контроль работы

Система позволяет объективно оценить качество проектирования, изготовления, монтажа, эксплуатации и ремонтно-технического обслуживания оборудования.

4

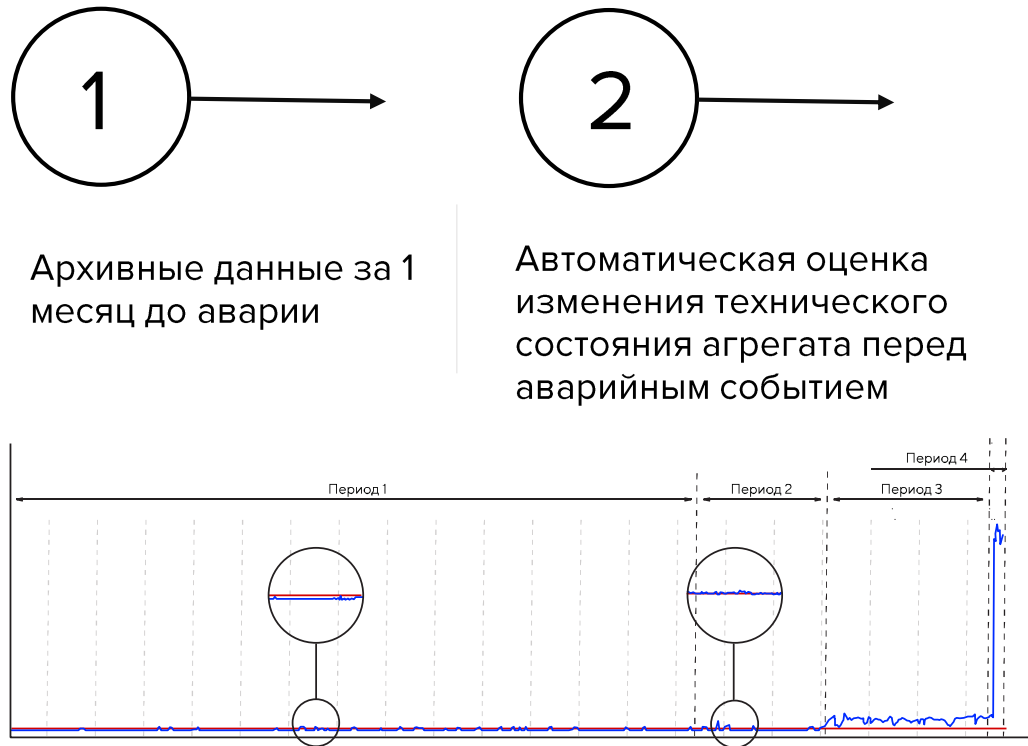
Выявление причин

Анализ архивных данных позволяет выявить причины инцидента при их расследовании и проанализировать корректность действий персонала и поведения оборудования.



Анализ данных

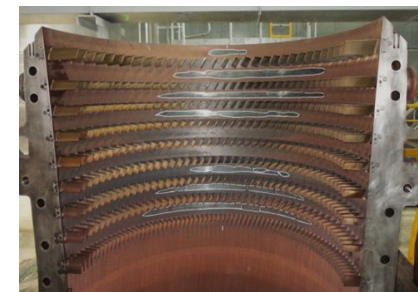
Расследование инцидента



Было выявлено устойчивое отклонение и нарастание негативных трендов по следующим показателям:

- температура баббита упорных колодок со стороны генератора
- температура баббита подшипника №3 генератора
- вибрация подшипника турбины

В течении 12 дней происходила устойчивая деградация газовой турбины.



- При наличии системы работа турбины должна была бы быть остановлена за 7 дней до аварии
- Эксплуатация была абсолютно недопустима в течение суток до аварии
- Полученные убытки оцениваются в сумму, которая обнуляет весь NPV ДПМ проекта по

Режим реального времени

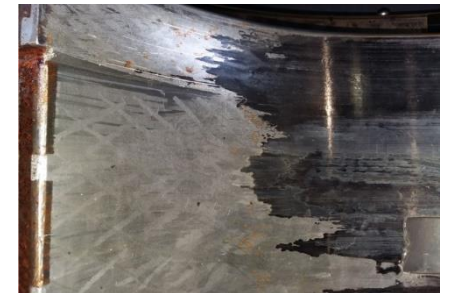
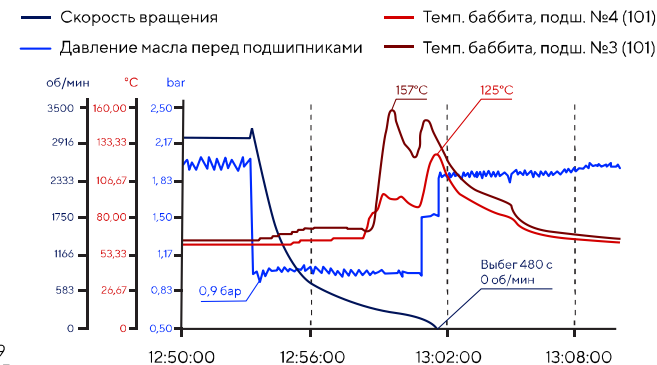
Предотвращение инцидента

В декабре 2015 г. на ТЭЦ произошло отключение генератора ГТУ от сети по срабатыванию аварийной защиты.

Реакция ПРАНА позволила мгновенно определить угрожающую ситуацию:

- Падение давления масла в системе смазки и гидроподъема ГТ
- Масляное голодание подшипников генератора
- Резкое увеличение температуры баббита до 157°C
- Крайне быстрый выбег с остановом на 0 об/мин.

В результате проведенной ревизии были выявлены повреждения баббита вкладыша подшипника №3.



- Рекомендации по предотвращению пуска позволили избежать возможного ущерба в размере 2,5 млн EUR

Будущее

Оценка остаточного срока службы

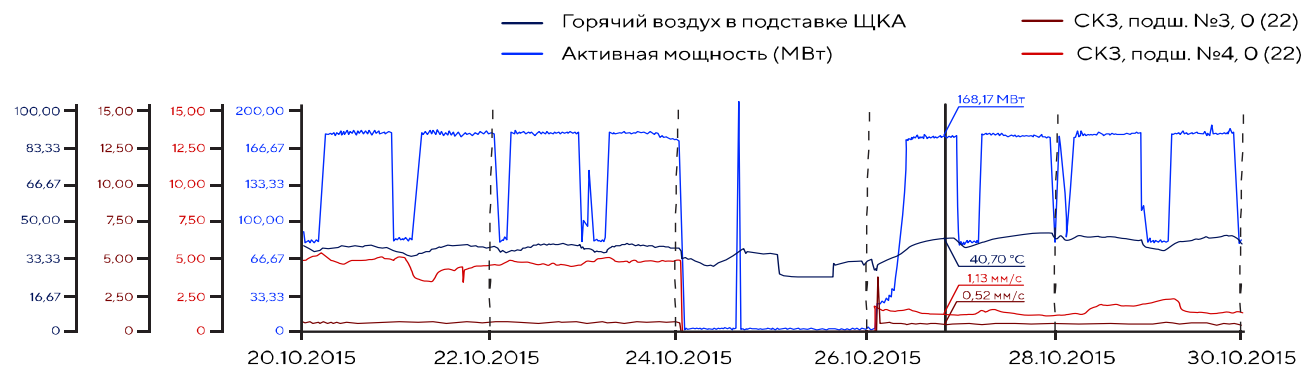
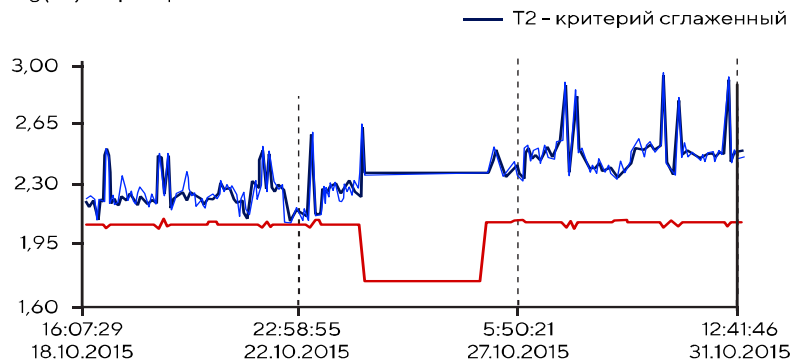
В октябре 2015 г. на ТЭЦ было зафиксировано периодическое отклонение технического состояния.

За несколько дней наблюдения была выявлена деградация параметров в процессе эксплуатации и корреляция вибрационного состояния с датчиком, который не входил в систему

- При сохранении условий эксплуатации через 40 дней показатель вибрации должен был выйти за регламентные пределы
- В результате был выявлен конструктивный дефект генератора.

Тренд критерия разладки

$\log(T_2)$ — критерий



- Предупреждены непрогнозируемые внеплановые остановки основного оборудования
- Произведен ремонт в плановом режиме



Спасибо!

Максим
Липатов

Технический Директор, проект ПРАНА
m.lipatov@zaorotec.ru

Москва, Россия, Никольямская ул., д.15
www.zaorotec.ru
+7 (495) 644-34-60

