



Научно-практическая конференция в НИУ «МЭИ»

Системы предиктивной аналитики и управления надёжностью. Лучшие мировые практики и опыт компании GE.

Евгений Автухов

Старший архитектор цифровых решений, GE Digital

20 ноября 2019 г.

GE Digital APM – **A**sset **P**erformance **M**anagement

APM - управление производительностью оборудования / активов

GE Digital APM

smart**signal**®

Приобретён GE в 2009 г.

+

meridium

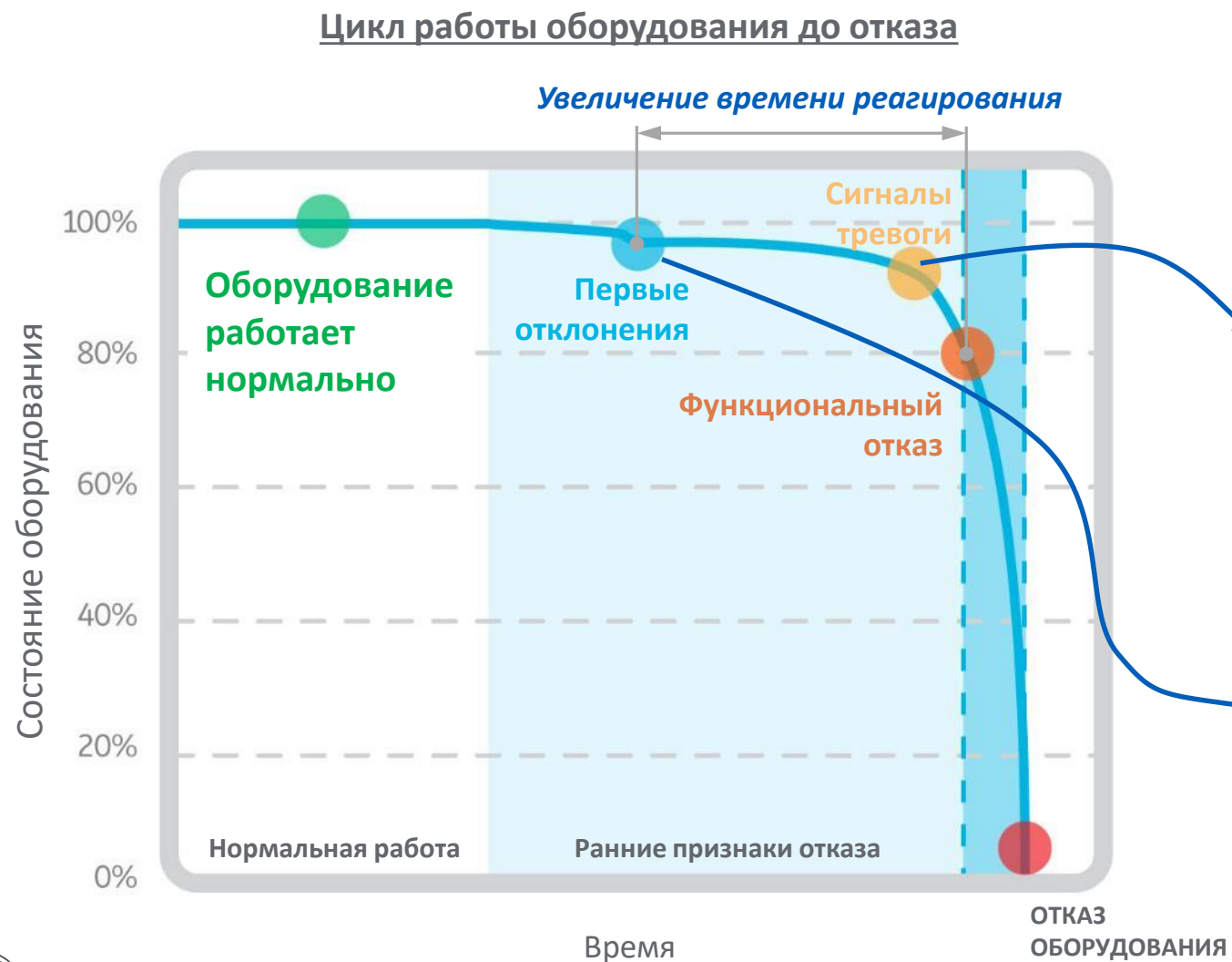
Приобретён GE в 2016 г.

+

**СОБСТВЕННЫЕ
РАЗРАБОТКИ
GE Digital**



Ценность предиктивной аналитики APM / SmartSignal



Эксплуатационные сигналы тревоги

Реакция на сигналы тревоги стандартной системы мониторинга. Очень мало времени на анализ ситуации и принятие решений → Срабатывание аварийной защиты

Первые признаки отказа

Проактивная культура технического обслуживания на базе предиктивной аналитики. Увеличение времени реагирования позволит провести всесторонний анализ ситуации и заблаговременно принять меры и подготовиться к ремонту

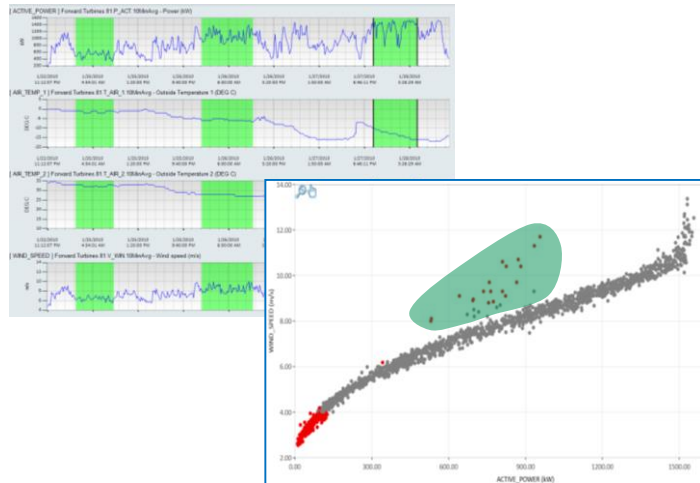


Цифровой двойник – цифровая модель реального объекта



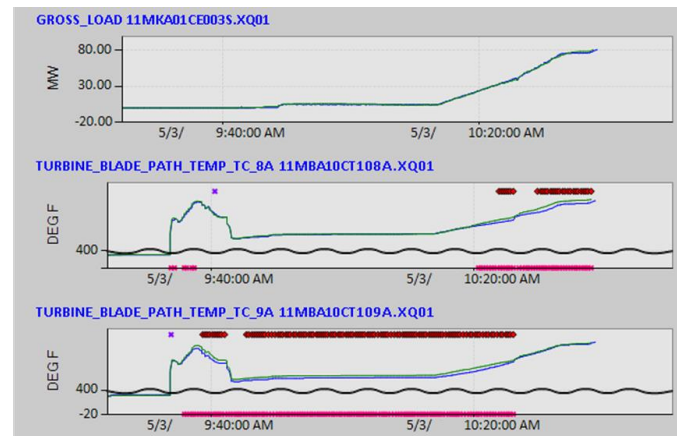
Понимание прошлого

Обучение модели двойника на
базе исторических данных



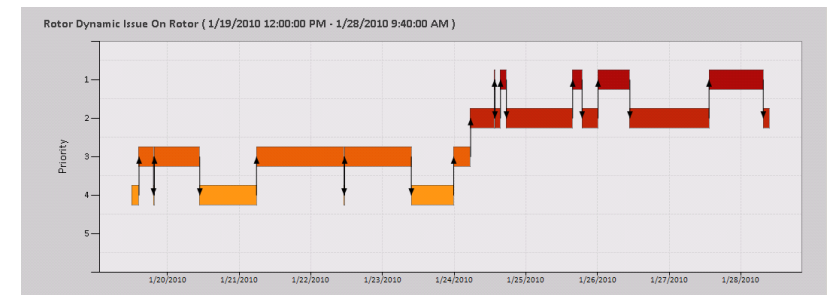
Наблюдение настоящего

Мониторинг параметров работы в
реальном времени



Прогноз будущего

Предиктивная аналитика: раннее
обнаружение неисправностей



Раннее оповещение

Эскалация



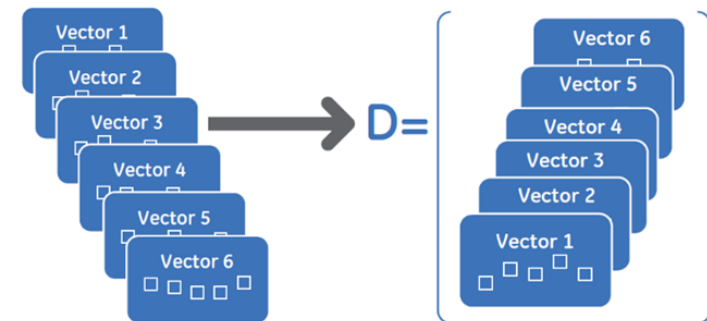
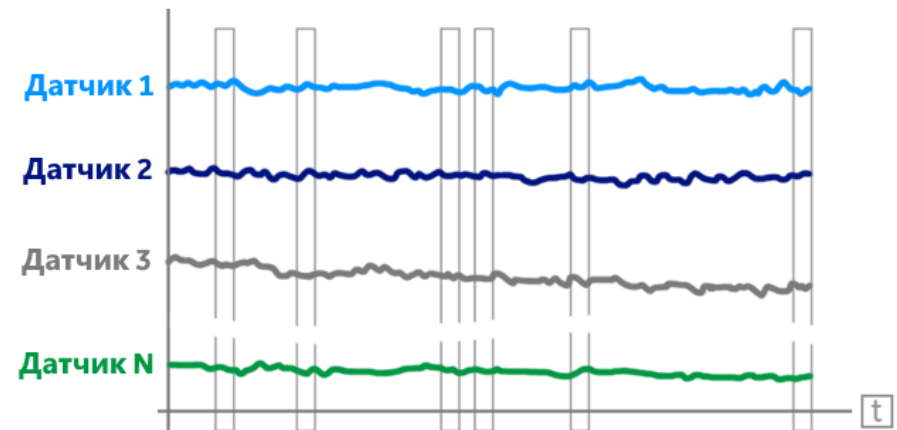
Алгоритм построения модели Similarity Based Modeling (SBM)

- Основа метода – **матрица допустимых состояний** оборудования
- Составляется из сочетаний параметров, встречающихся в **истории наблюдений**

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{(n-1)1} & x_{(n-1)2} & \dots & x_{(n-1)m} \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

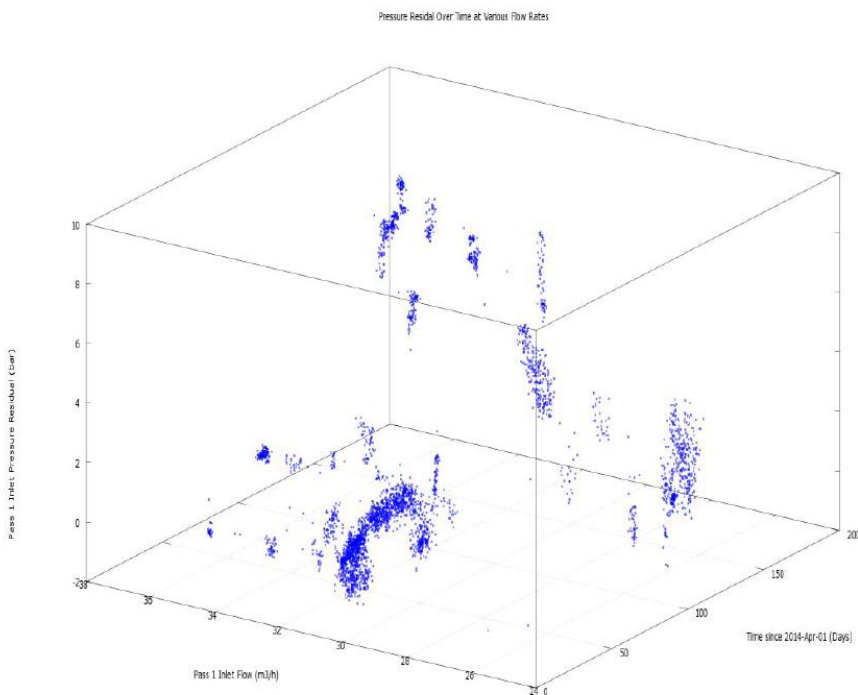
m – количество векторов, включенных в матрицу

n – количество параметров в каждом векторе

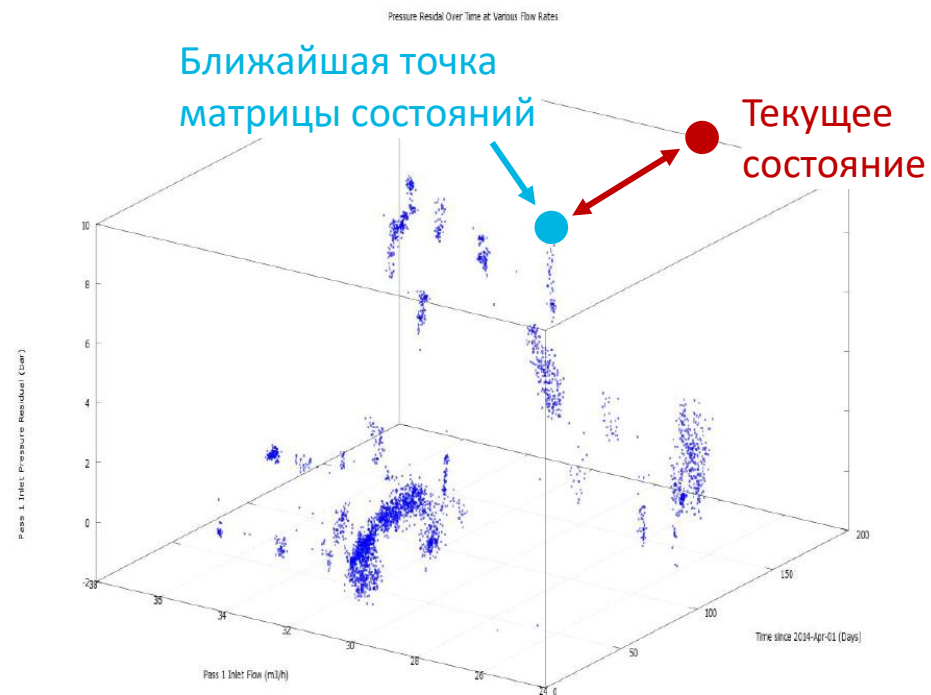


Графическая интерпретация модели SBM

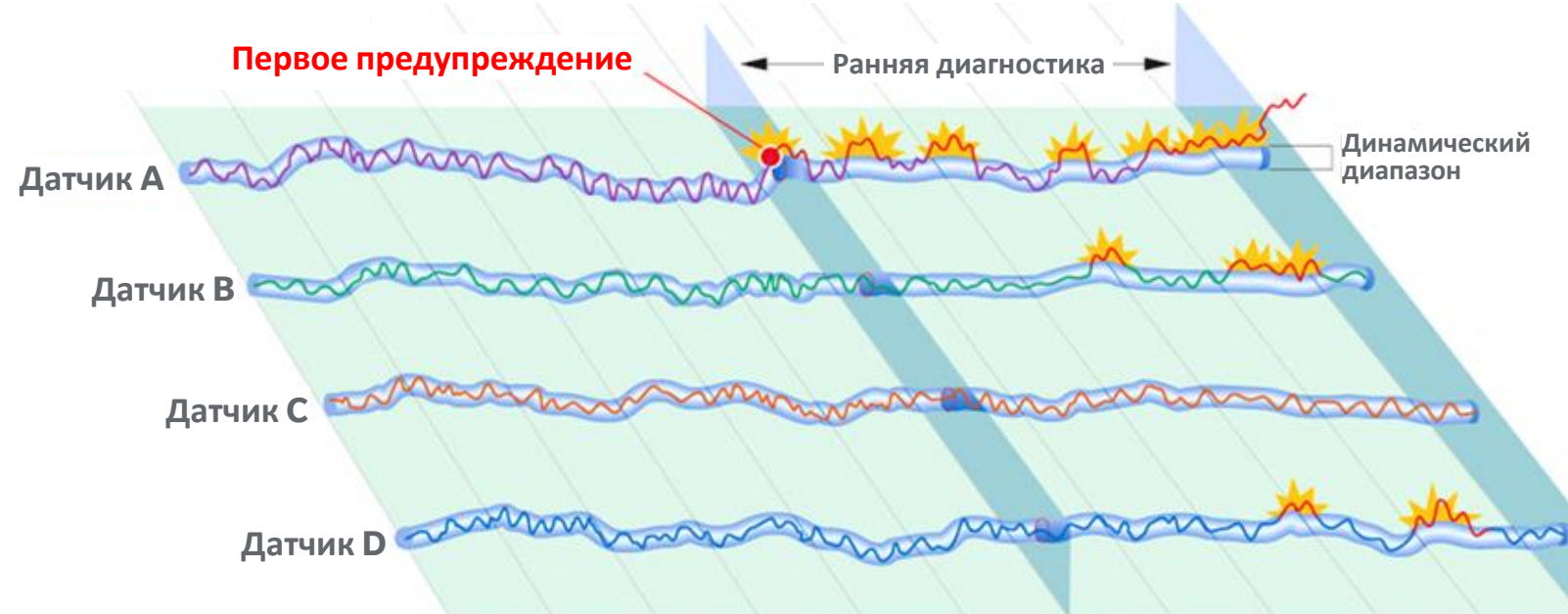
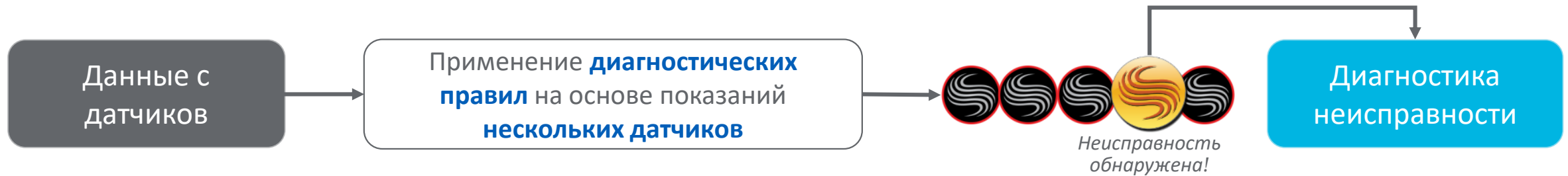
Область пространства состояний (в частном случае, поверхность), которая соответствует **нормальному функционированию оборудования**



- Оценивается удалённость текущего состояния от ближайшей точки матрицы состояний
- Если точка далеко → **нестатная ситуация**



Работа SmartSignal



Метод моделирование на основе подобиа, применяемый в SmartSignal использует данные с нескольких датчиков для выдачи предупреждений на ранней стадии



Работа диагностических правил SmartSignal

♦ Высокое
♦ Очень высокое



Соответствие найдено!

Отклонение от модели

Температура подшипника



Вибрация подшипника



Температура масла на выходе

Давление на уплотнении

Потеря давления на уплотнении



Проблема с подшипником



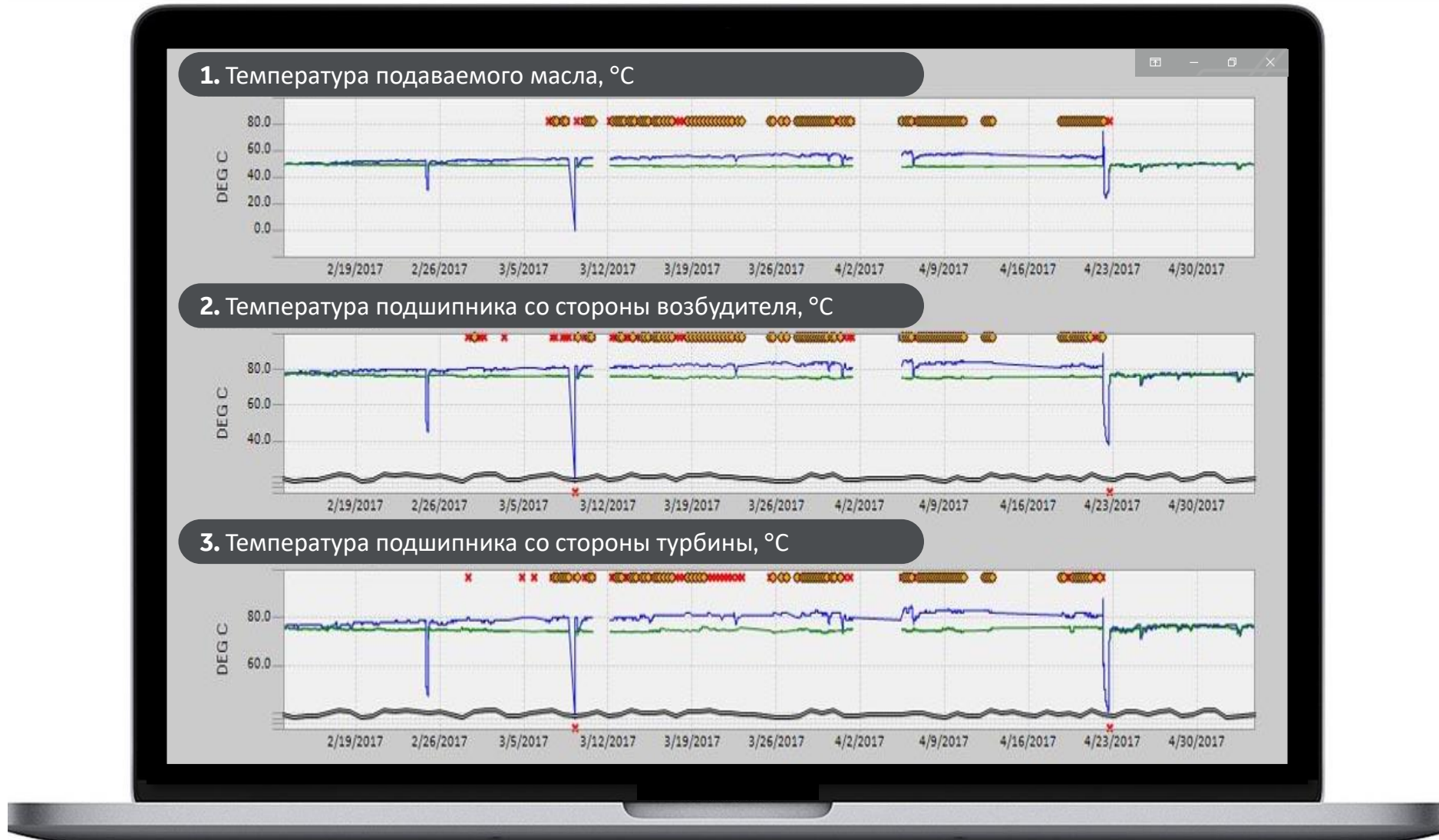
Проблема с охлаждением



Диагностические правила

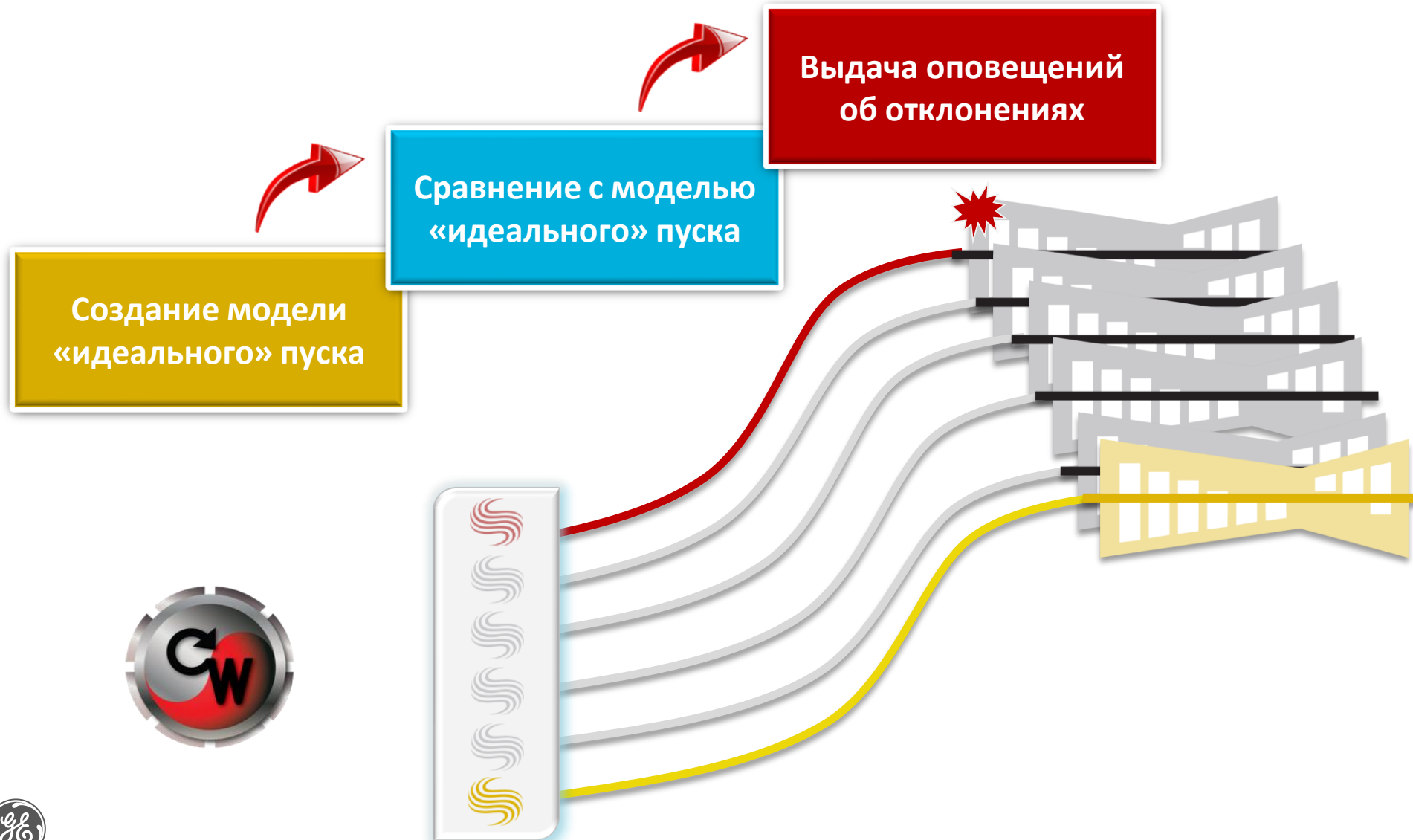


Пример диагностики генератора



Обнаружен сбой в работе маслоохладителя. Экономический эффект **\$54,000**

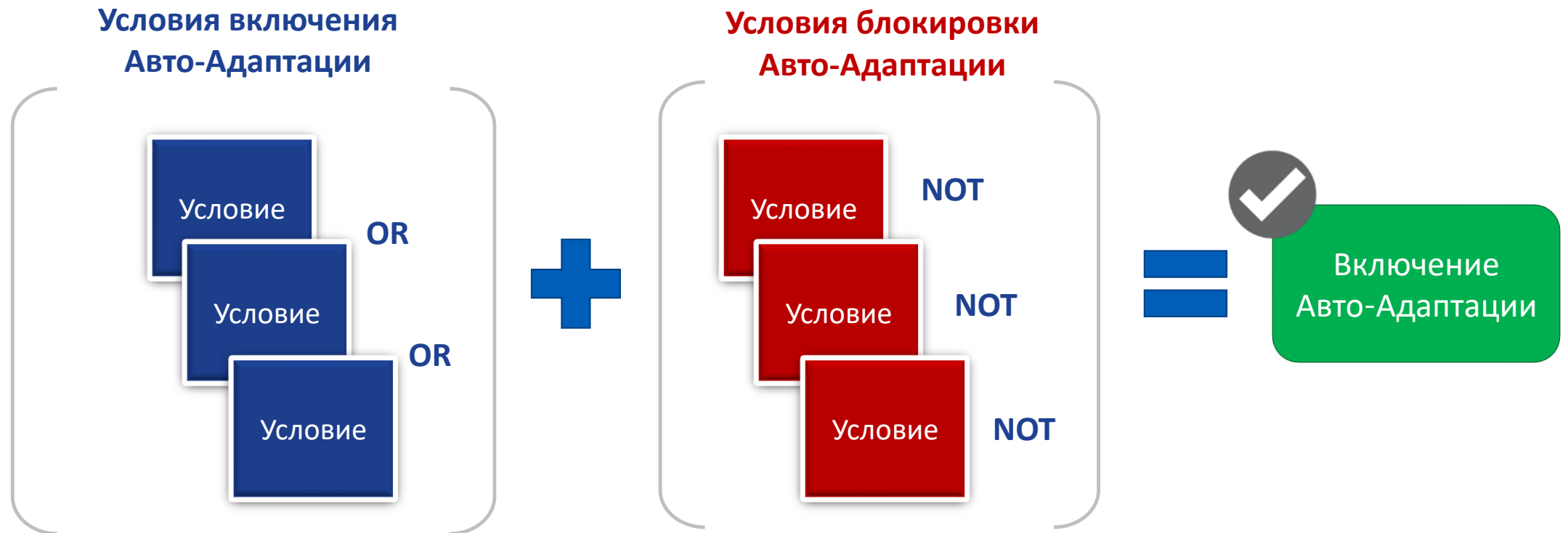
CycleWatch – диагностика неуставившегося режима работы



Auto-Adaptation – функция авто-адаптации модели



Функция Авто-Адаптации позволяет автоматически обновлять матрицу состояний в случае смена режима работы оборудования или изменения каких-либо параметров



Преимущества предиктивной диагностики **SmartSignal / APM**

Лидер по количеству внедрений: ПО установлено на станциях суммарной мощностью более **300 ГВт**, более **150** заказчиков и **50** центров мониторинга и диагностики по всему миру.

Возможность создания локальной IT-инфраструктуры. Полный контроль над потоками данных – данные не передаются третьим сторонам и за пределы РФ.



Кейс внедрения – Scottish and Southern Energy

Создание собственного центра мониторинга ... использование сервиса IMS на начальной стадии



Создание единого
Центра мониторинга
для **10+** объектов
генерации,
установленная
мощность – **3+ ГВт**

Мониторинг **1026**
систем и единиц
оборудования.
Возможность
копирования моделей
цифровых двойников

Фазовый подход:
постепенный переход
от использования
экспертной
поддержки GE к
самостоятельной
работе

РЕЗУЛЬТАТЫ

- ✓ **\$3M+** годовой экономический эффект от раннего обнаружения неисправностей
- ✓ Снижение стоимости страхования на **\$8M в год**



Спасибо за внимание!

GE APM - Asset Performance Management



Евгений Автухов

Старший архитектор цифровых решений, GE Digital

evgeny.avtukhov@ge.com