

Машинное обучение в задачах прогноза отказов оборудования

ИПУ РАН

Некрасов И.В.

Правдивец Н.А.

Задача обслуживания и ремонта оборудования

Термины и определения

Оборудование (активы) – основные средства производства предприятия, создающие добавленную стоимость продукции

Деградация / износ – изменение свойств оборудования, приводящее к снижению его основных характеристик (производительности, качества продукции) вплоть до полной потери работоспособности

Отказ оборудования – полная потеря работоспособности оборудования, рассматривается как предельное состояние деградации

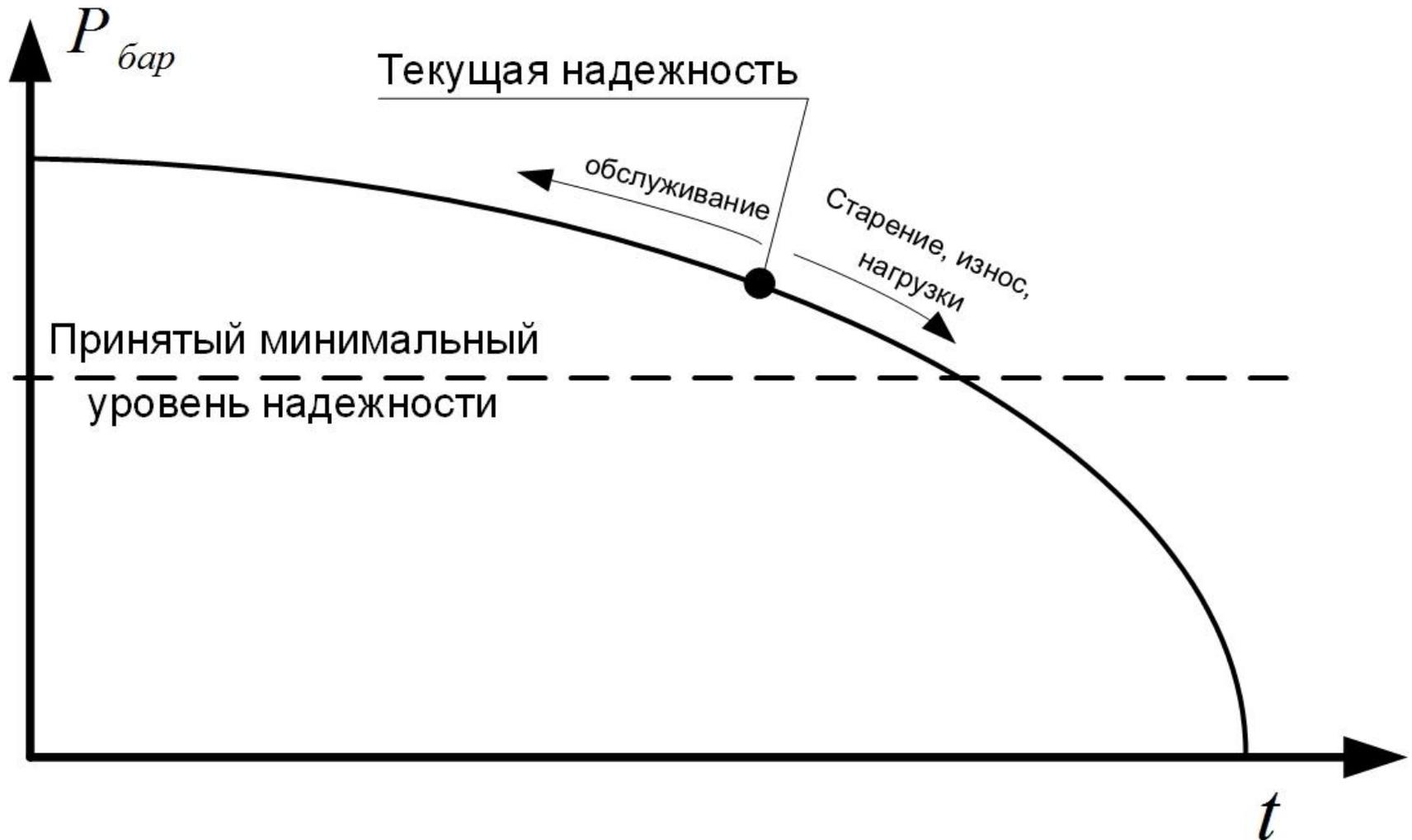
Восстановление / ремонт – комплекс мероприятий по компенсации деградации/износа оборудования

Надежность – комплексное понятие, связанное со способностью оборудования выполнять свою функцию в заданные сроки и с надлежащим качеством

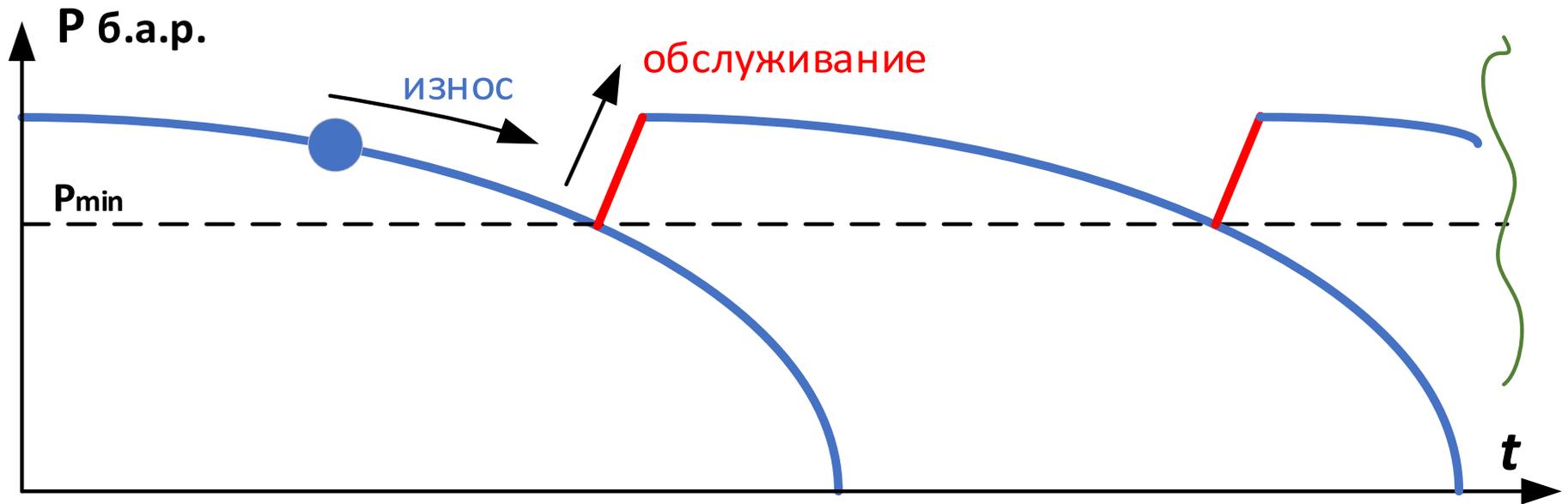
Вероятность отказа – количественная величина, характеризующая степень деградации оборудования (близость состояния к отказу).

Вероятность безаварийной (безотказной) работы – частное понятие надежности в техническом смысле

Надежность как вероятность безотказной работы



Задача обслуживания и ремонта оборудования: восстановление надежности



Ремонт/обслуживание восстанавливает состояние оборудования до рабочего.
Рабочее состояние – в котором вероятность отказа меньше принятой максимальной величины

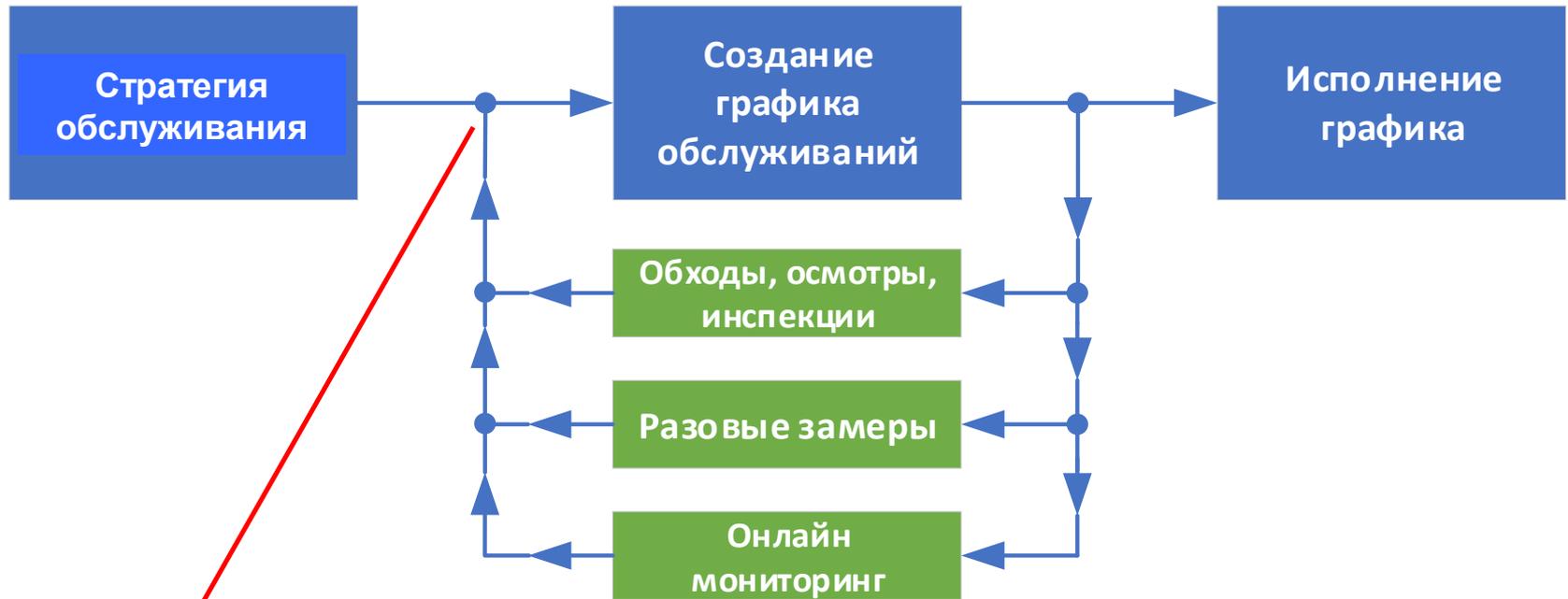
Планирование обслуживания и ремонта и обратная связь по состоянию



Стратегия обслуживания – свод правил формирования и корректировки графика обслуживания

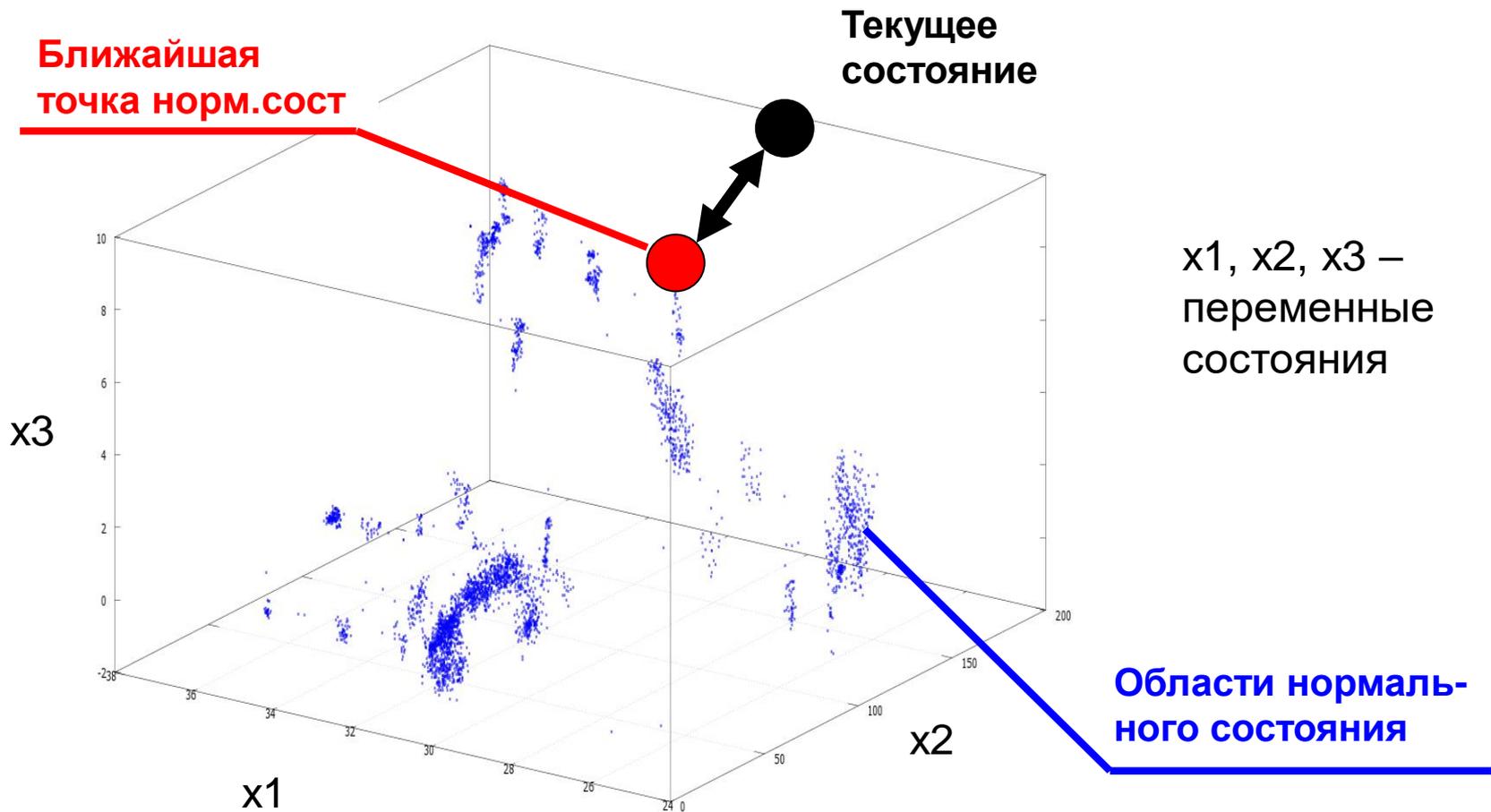
График обслуживания – набор действий по обслуживанию оборудования, привязанных к времени

Варианты обратной связи по состоянию



Оценка состояния оборудования

Задача оценки состояния оборудования



Построение математической модели состояния оборудования

Типы моделей по принципу реализации

Детерминированные

Строятся на основе физических закономерностей объекта

Статистические

Строятся на основе экспериментальных данных об объекте

Стохастические

Строятся на основе вероятностных представлений о процессах в объекте

Статистические методы

Деревья решений

Методы пространства состояния (геометрические)

Машинное обучение

Нейронные сети

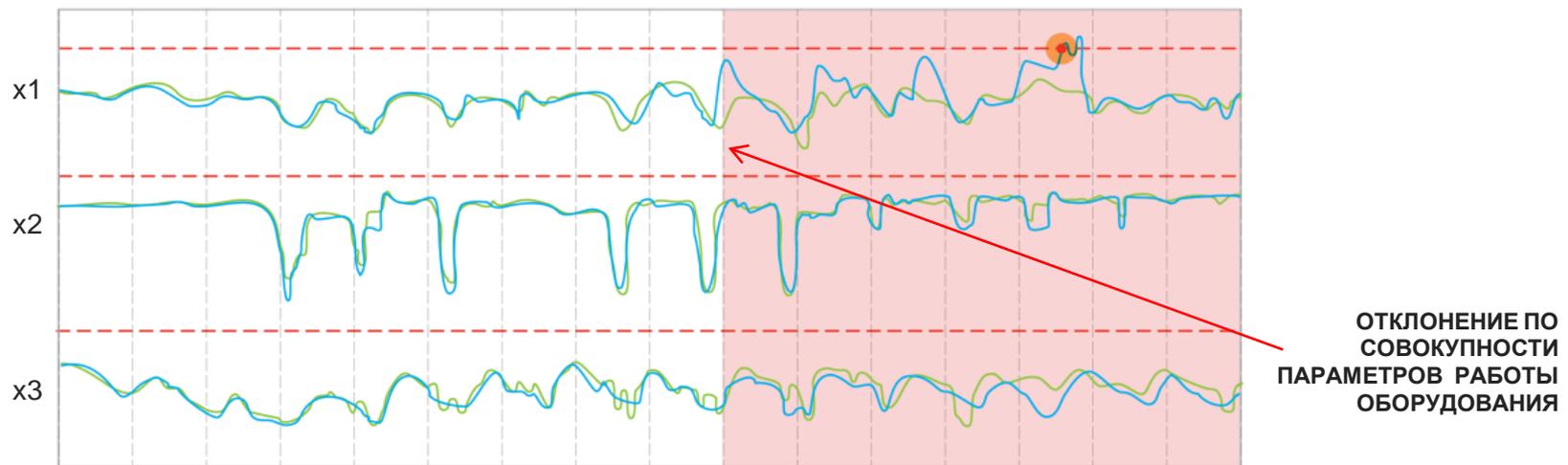
Корреляционные методы

Методы кластеризации и классификации

Задача 1: Моделирование нормального состояния и диагностика аномалий

На основе статистики штатной работы

Анализ совокупности сигналов в реальном времени

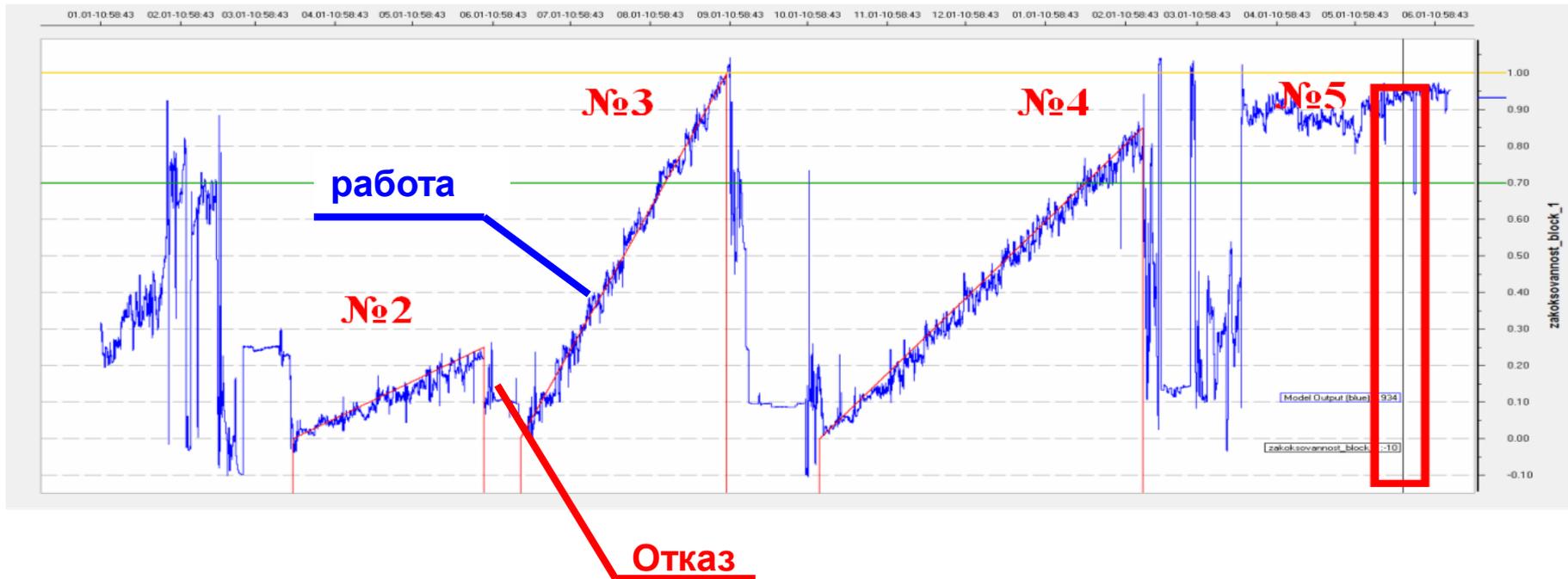


+ статистика штатной работы всегда в достаточном количестве

- срок до отказа нельзя определить точно

Задача 2: Оценка остаточного ресурса, идентификация и прогнозирование отказов

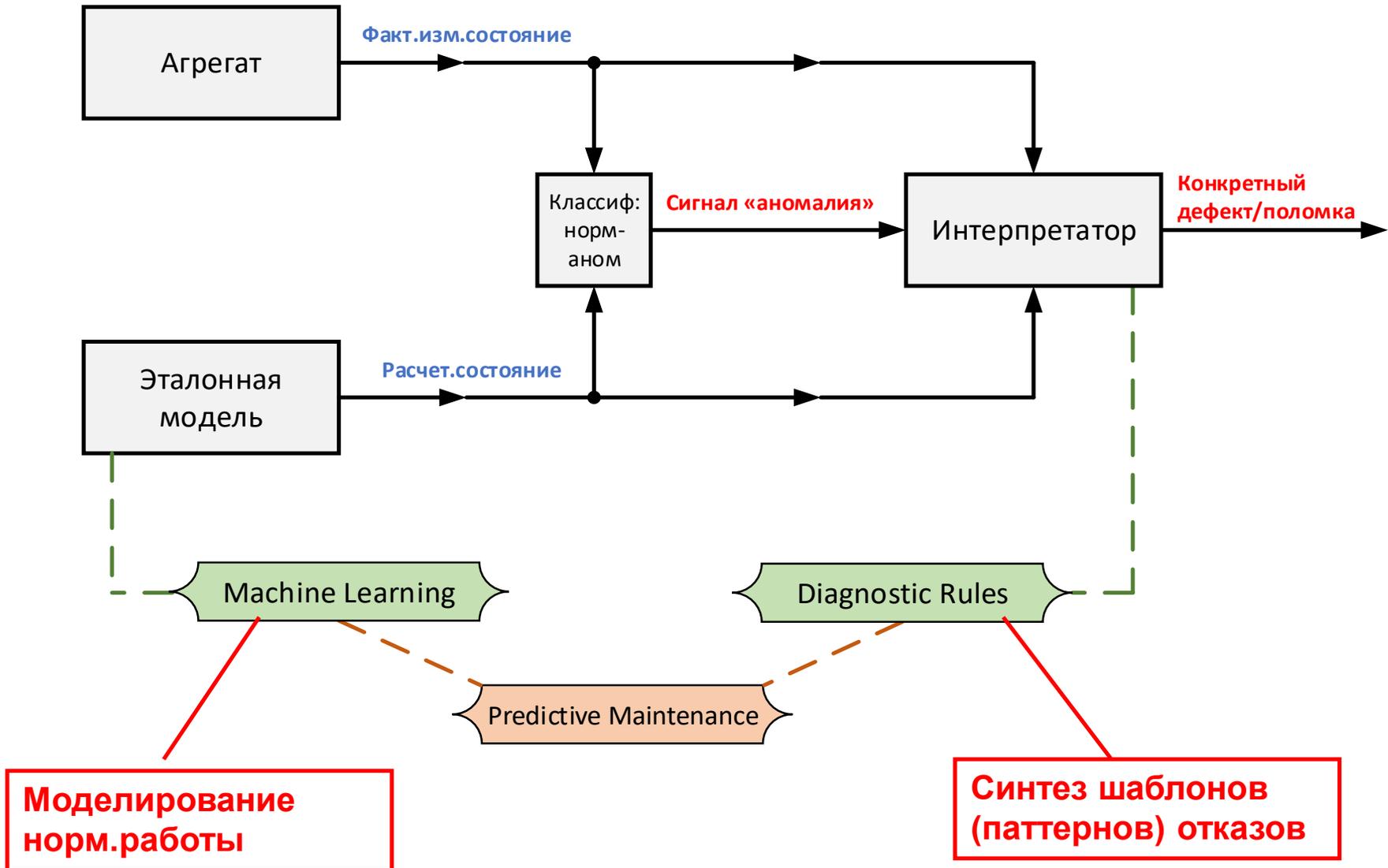
На основе статистики отказов



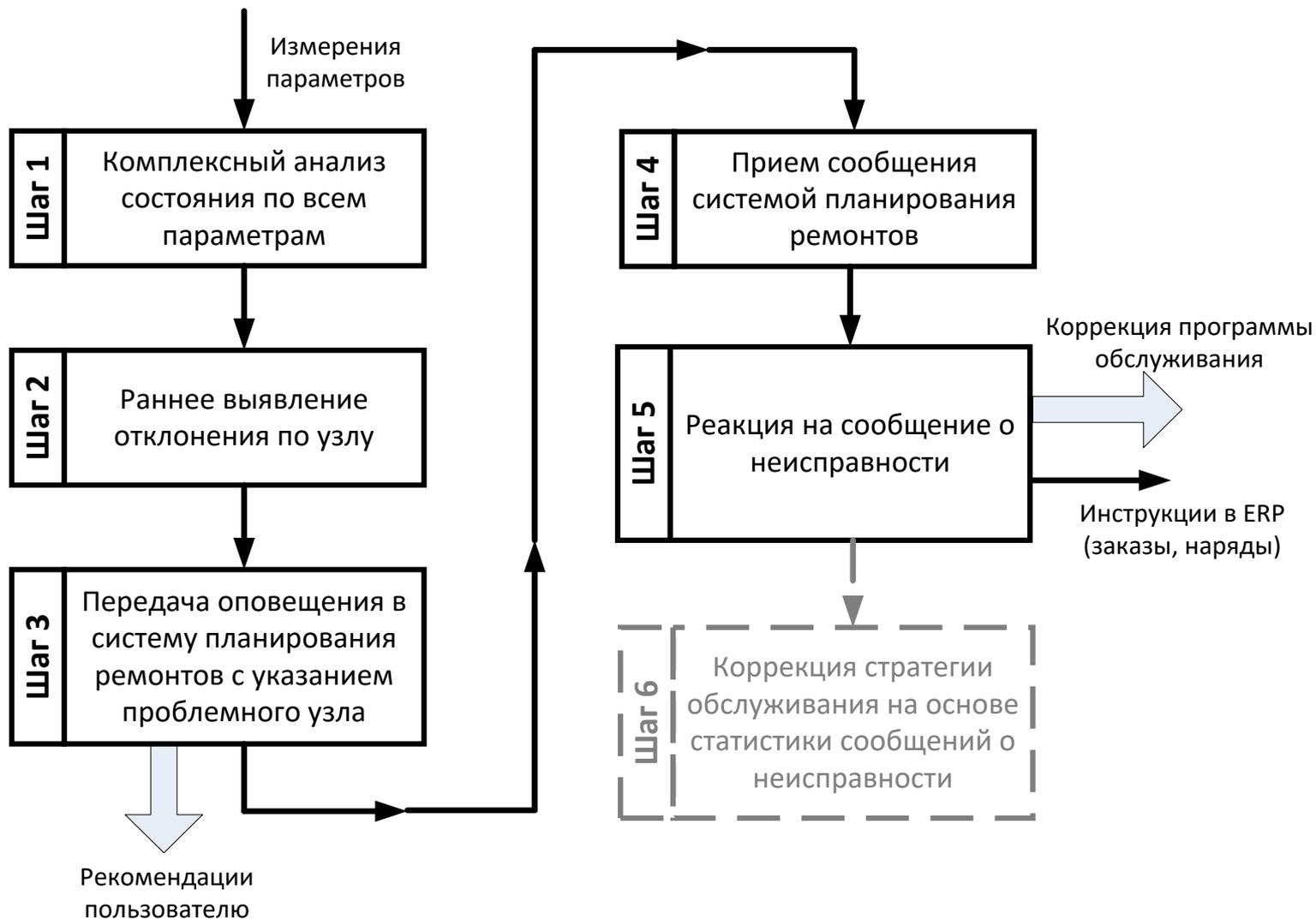
+: в явном виде определяем срок до отказа

-: статистика отказов как правило небольшая

Место машинного обучения в задачах прогнозирования отказов



Пошаговый процесс



Эффекты применения: типовой сценарий

- **Главная цель:** избежать внепланового отказа и останова оборудования, перевести его в плановый (за счет раннего обнаружения и прогноза)
- **Эффект:** экономия средств на ремонт за счет:
 - своевременный заказ запчастей
 - своевременное выделение людей
 - недопущение серьезных аварий (ранний перехват менее серьезных дефектов)
 - меньшие простои (ремонт проводится быстрее, т.к. все уже подготовлено заранее)

Спасибо за внимание.

ivannekr@mail.ru

pravdivets@ya.ru