



XXII международная научно-практическая конференция  
НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

# Прогнозирование нештатных ситуаций на производстве с помощью инструментов предиктивной аналитики в продукте «1С:RCM»

**Нечаев Владимир**

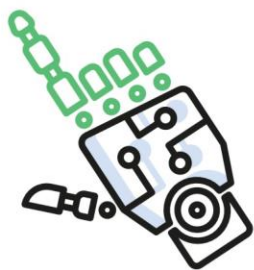
Data Scientist  
«Деснол Софт»

**1-2**

февраля  
2022 года

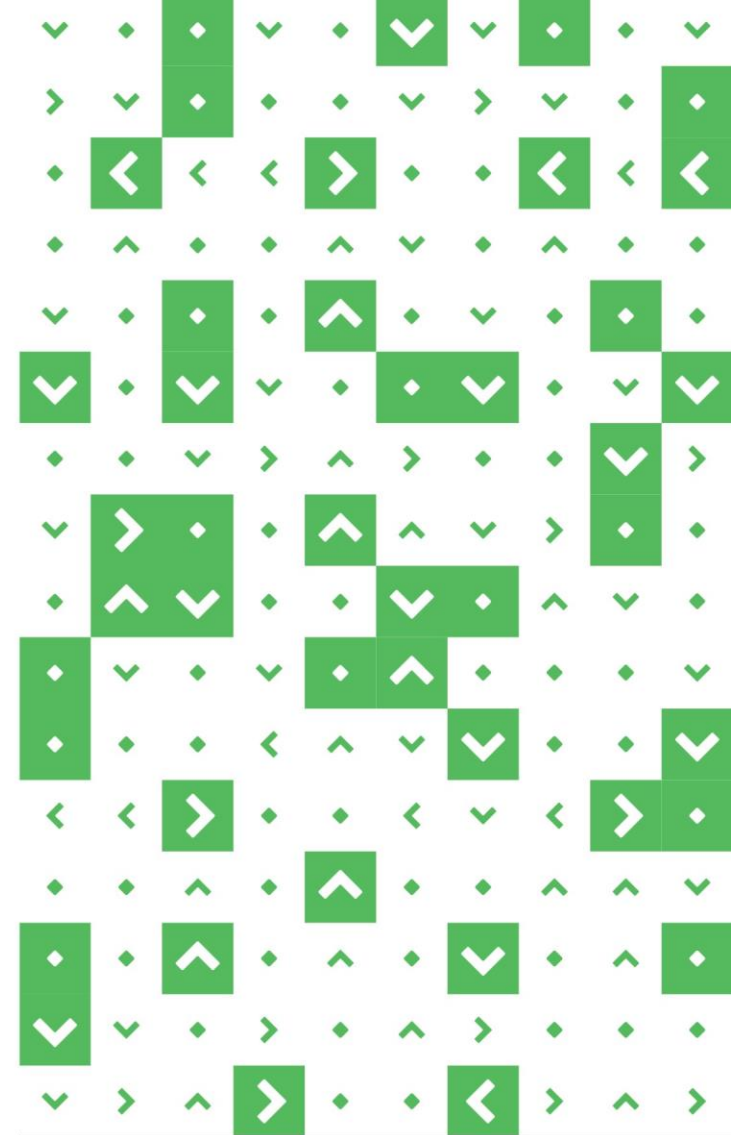
# Machine Learning

Методы контролируемого и неконтролируемого машинного обучения используются для определения:



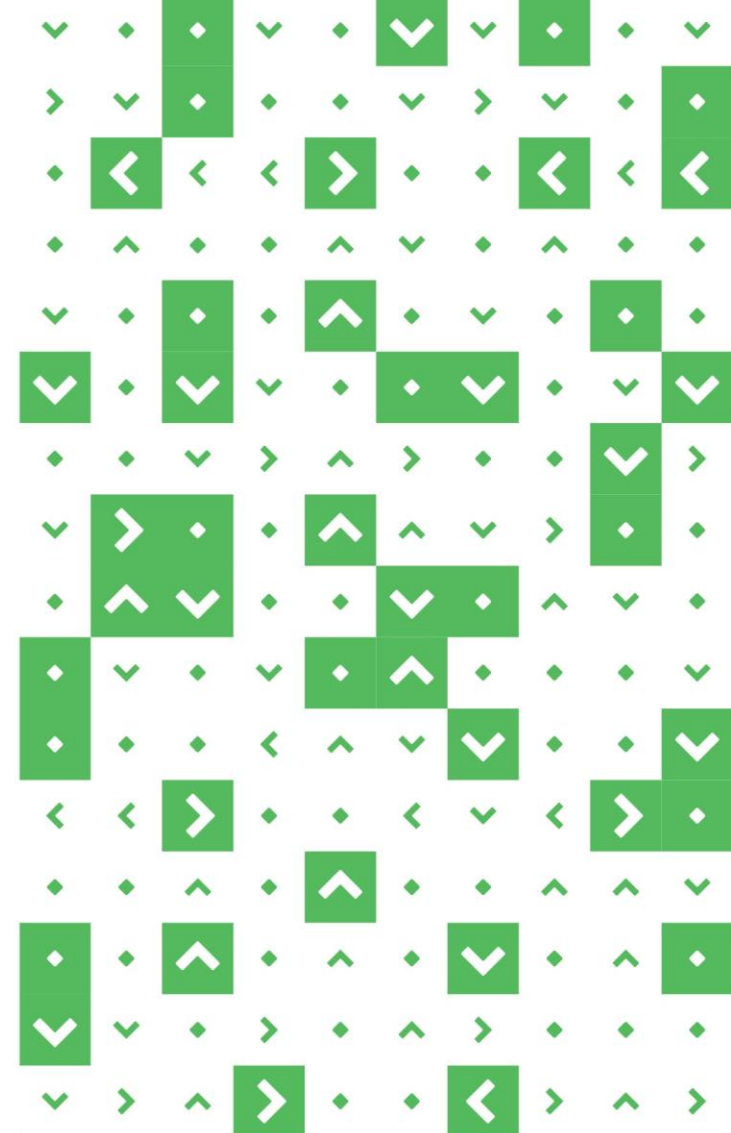
## Predictive Maintenance

- аномальных режимов работы оборудования
- прогноза и оптимизации остаточного срока службы устройств
- планирования мероприятий по обслуживанию и ремонту
- оптимизации расхода сырья и топлива



# Ситуация с данными

**Разметка представляет отражение человеческого опыта и других внешних данных —** всего того, что мы хотим предсказывать на доступных данных, например, на комплексных показаниях датчиков.

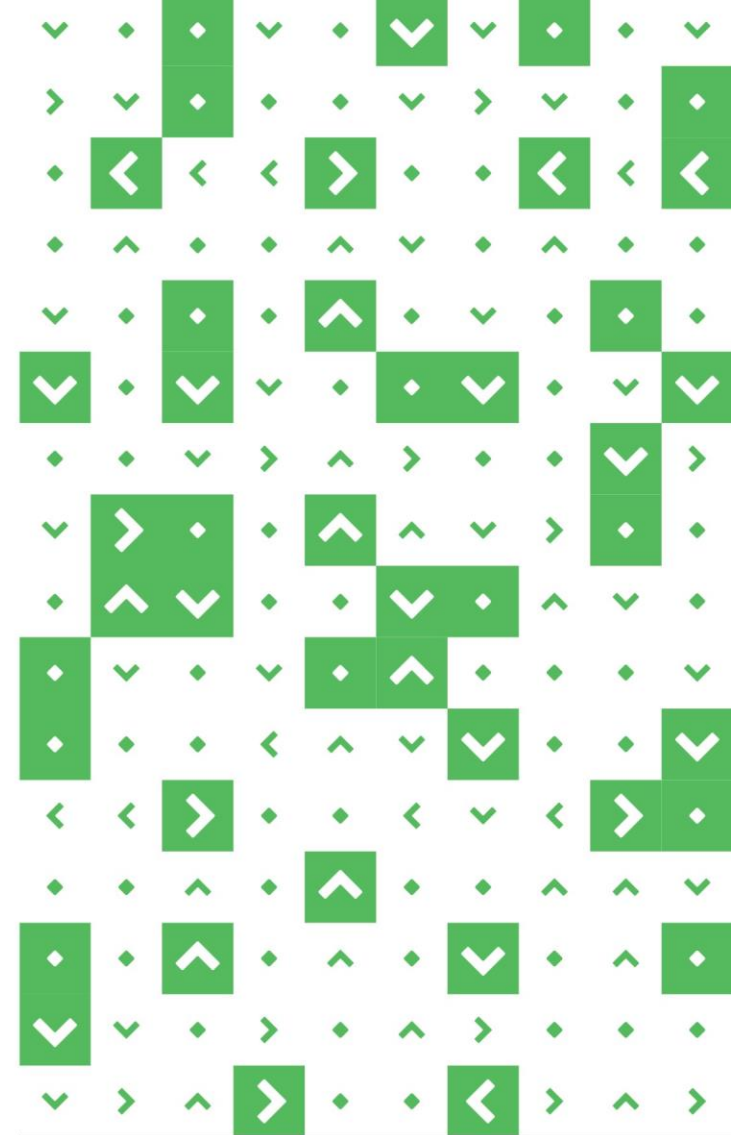


# Ситуация с данными

**Разметка представляет отражение человеческого опыта и других внешних данных —** всего того, что мы хотим предсказывать на доступных данных, например, на комплексных показаниях датчиков.



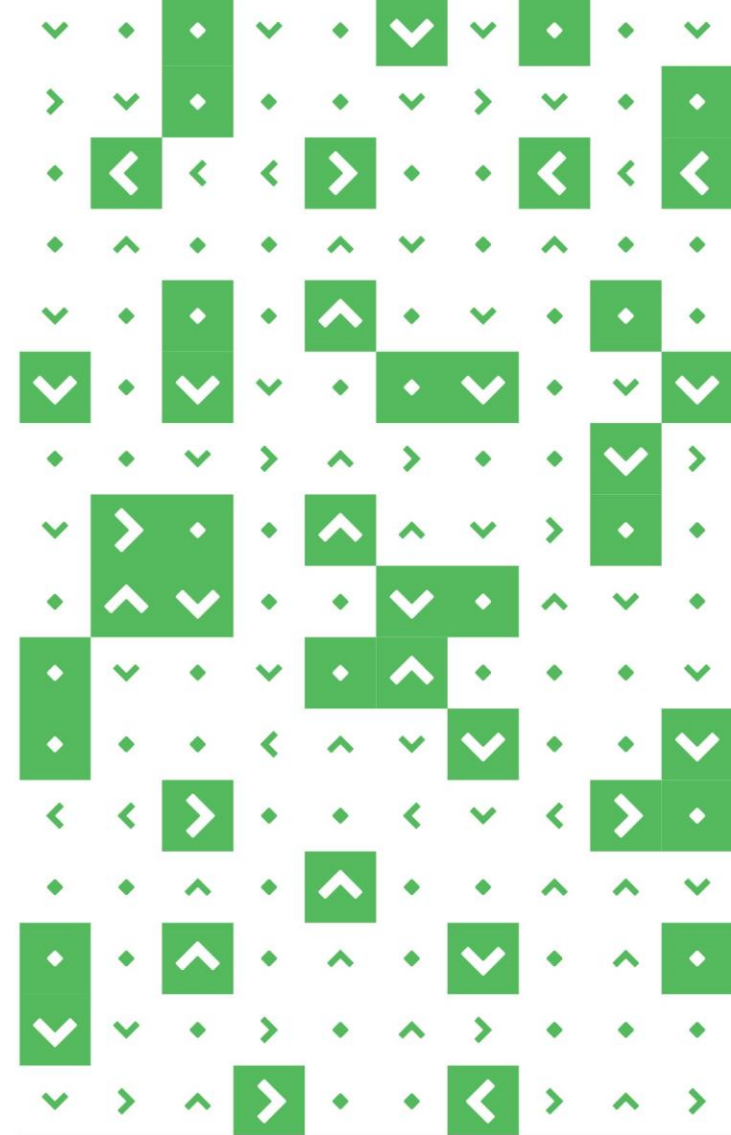
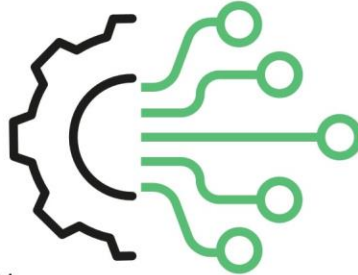
**Нужно ориентироваться на сами данные** и на их статистическую природу



# Постановка проблемы

## Дано:

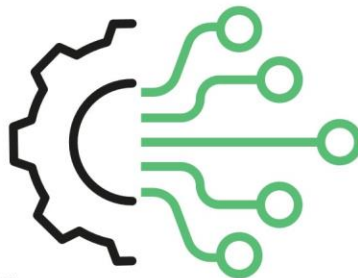
- Энергетический сектор
- Установка — компрессор
- Датчики, снимающие показатели
- База данных для хранения показателей



# Постановка проблемы

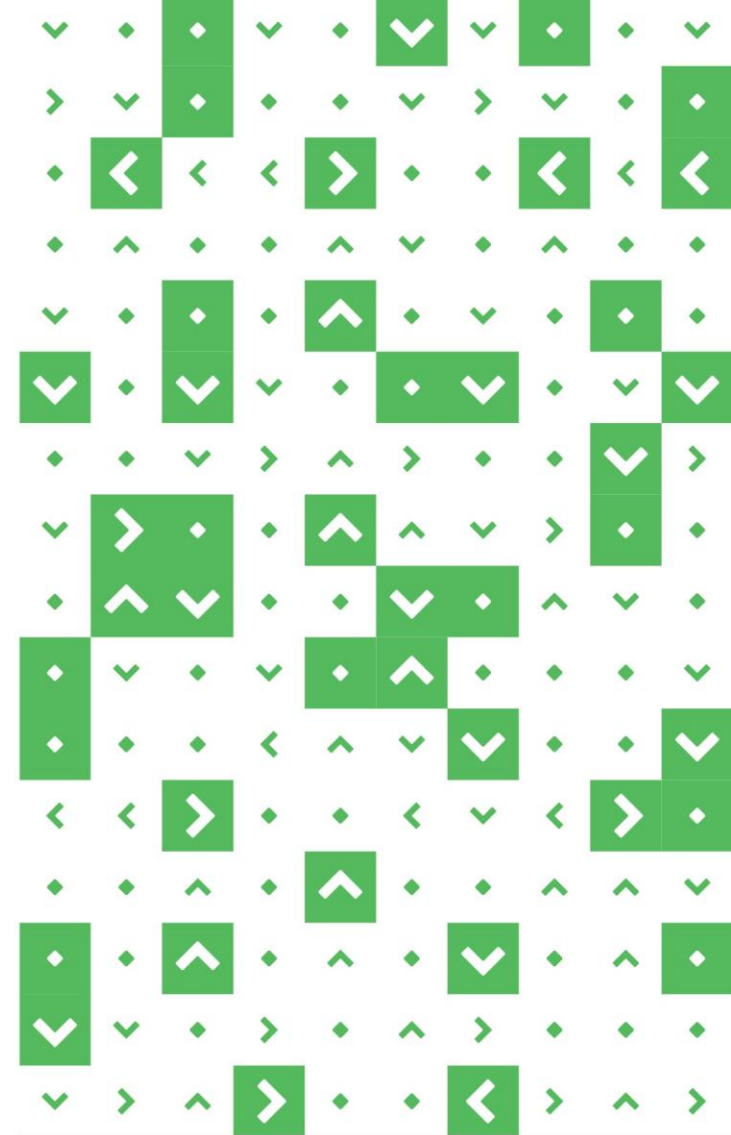
## Дано:

- Энергетический сектор
- Установка — компрессор
- Датчики, снимающие показатели
- База данных для хранения показателей



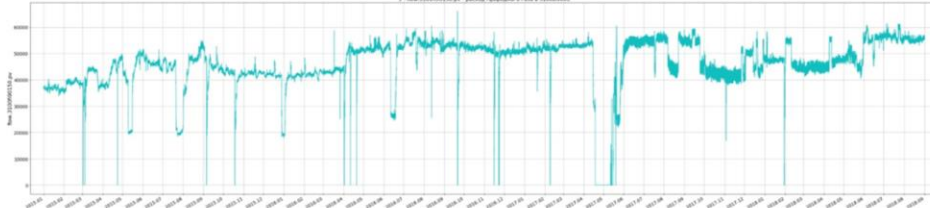
## Необходимо создать систему, которая:

- заблаговременно предупреждает о развивающейся проблеме
- поможет сократить время простоя установки
- снизит вероятность возникновения аварийной ситуации

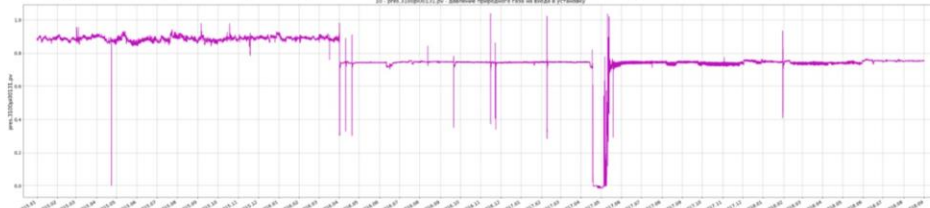


# Описание данных

9 - flow.3100fi90150.pv - расход природного газа в 3100D0006



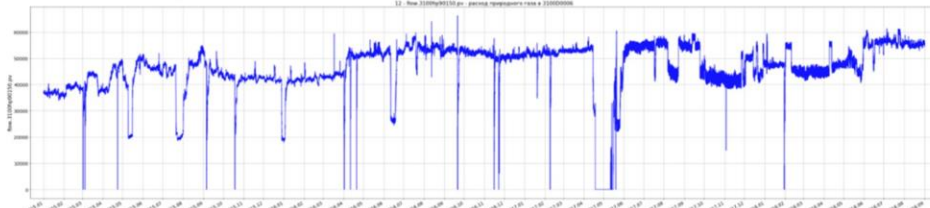
10 - pres.3100pi00131.pv - давление природного газа на входе в установку



11 - temp.3100ti00151.pv - температура природного газа на входе в установку



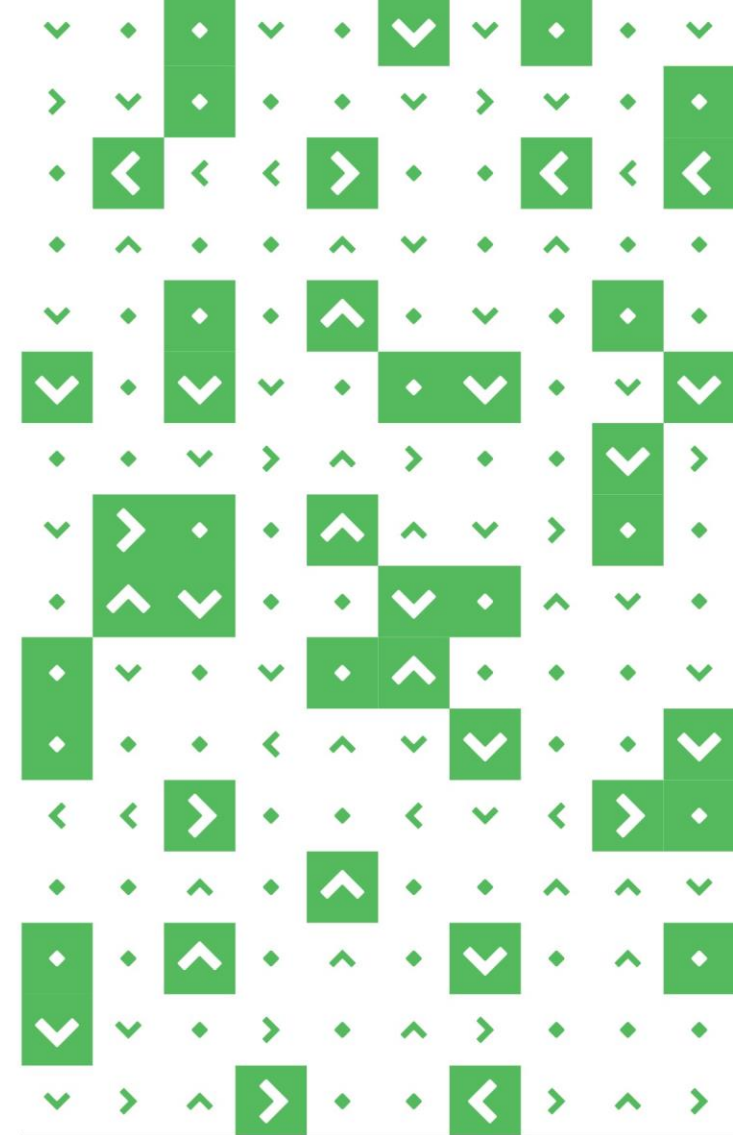
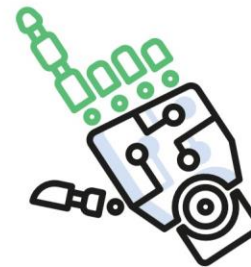
12 - flow.3100fq90150.pv - расход природного газа в 3100D0006



Пример исходных данных.

Фрагмент многомерного временного ряда.

Каждый график представляет значения датчиков в разные моменты времени.



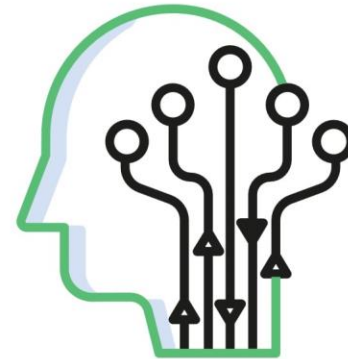
# Описание решения проблемы

## Модель № 1

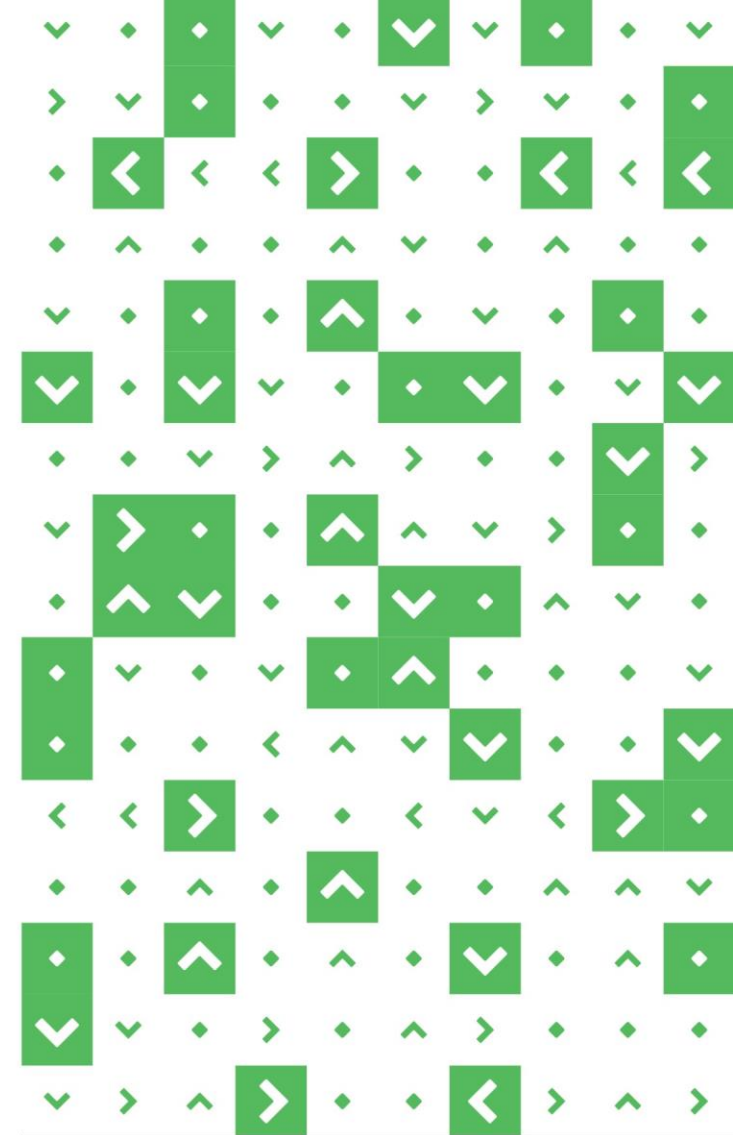
### Мультирегрессионная модель

Модель предсказания непрерывных значений всех датчиков

**На основе алгоритма машинного обучения — градиентный бустинг над решающими деревьями**



Показания датчиков в каждый момент времени предсказываются на основании показаний других датчиков

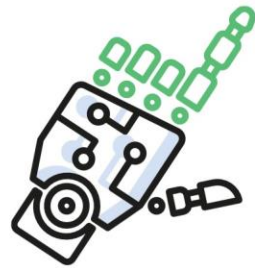




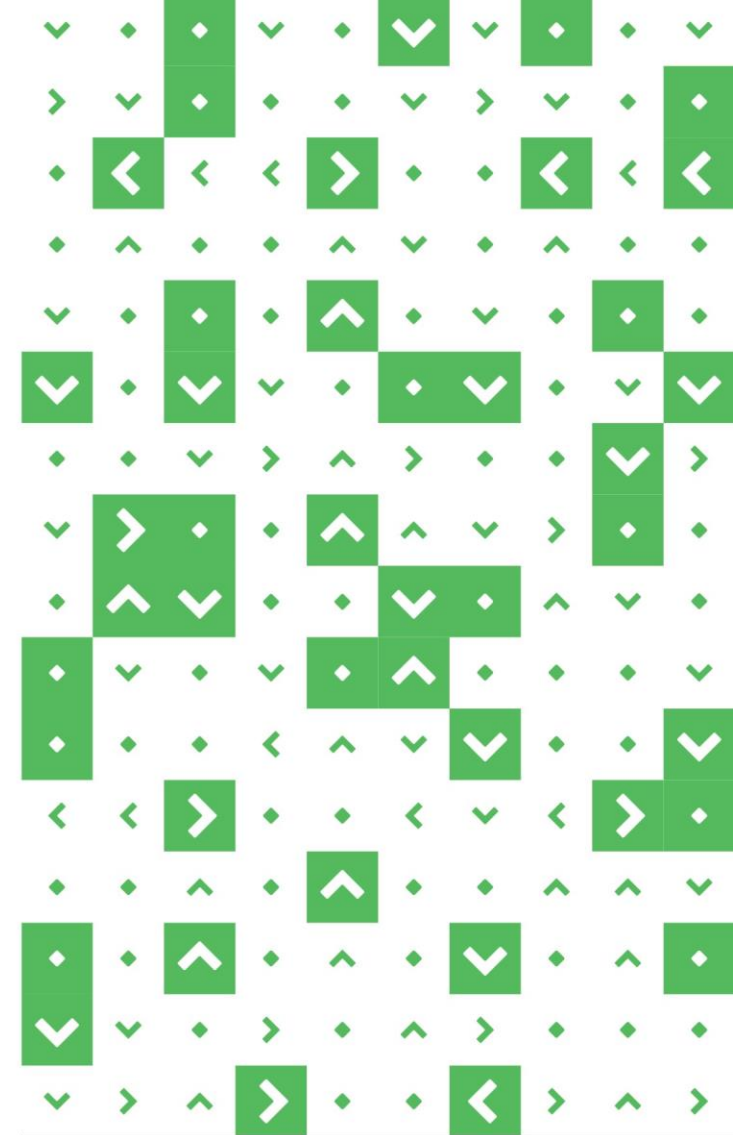
# Описание решения проблемы

## Модель № 1

1. Необходимо исключить линейно связанные значения
2. Для каждой точки определяется допустимый «коридор отклонений» (RMSE)
3. Рассчитывается оценка аномальности (anomaly score)



- Если величина оценки аномальности выходит за рамки порогового значения, то детектируется аномалия
- Если детектируется аномалия, то определяется корень проблемы
- Если изменение является штатным, модель дообучается



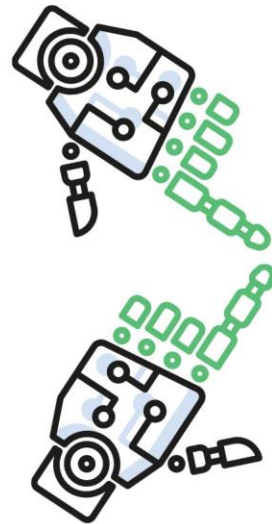
# Описание решения проблемы

## Модель № 2

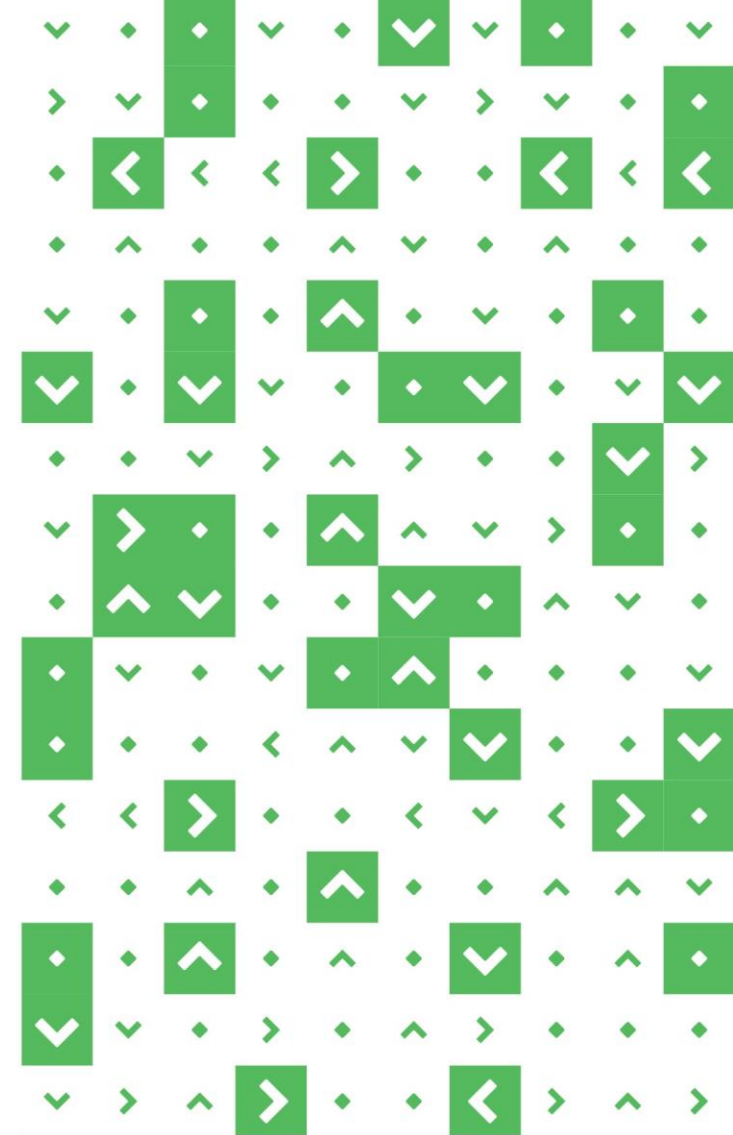
### Модель на основе нейронных сетей:

- рекуррентной (RNN, LSTM),
- сверточной (CNN)

**Показания датчиков предсказываются с учетом ретроспективных данных**



- Предсказываются показания датчиков через определенный промежуток времени
- По значению среднеквадратичной ошибки оценивается значение оценки аномальности
- Производятся аналогичные шаги, что и в случае модели № 1



# Описание решения проблемы

## Модель № 3

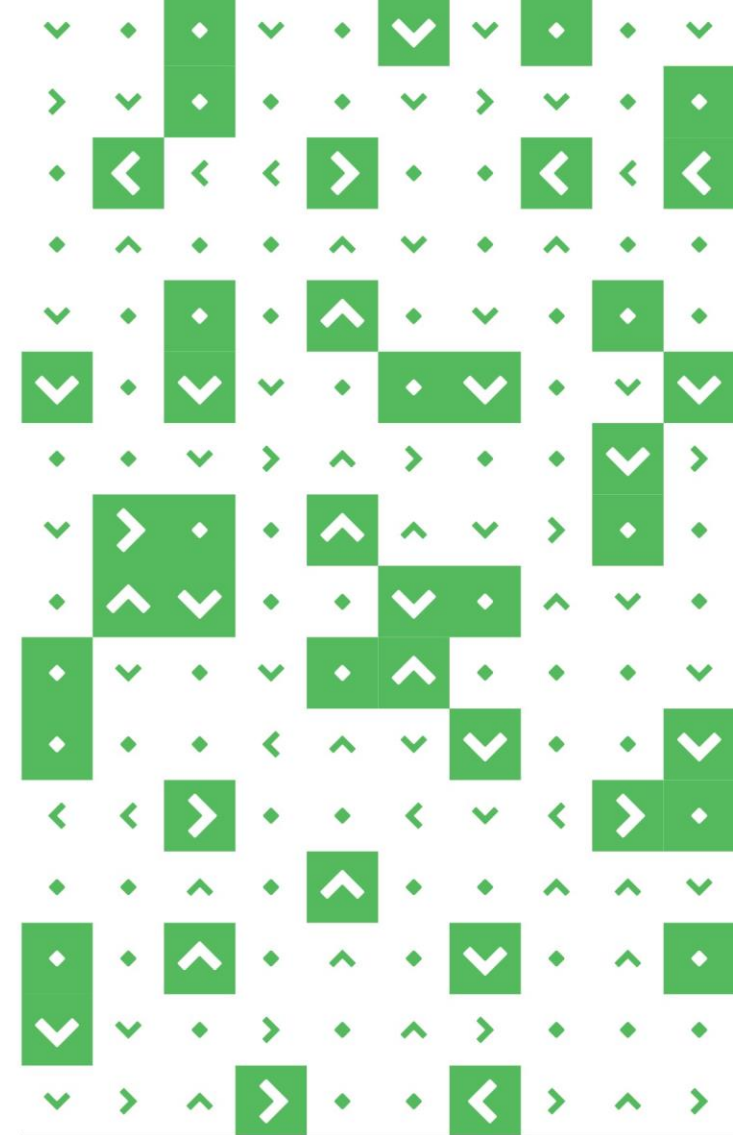
### Multi-horizon

Модель  
предсказания  
временных рядов  
на основе Temporal  
Fusion Transformers

**Предсказания  
делаются  
на разные  
интервалы времени**



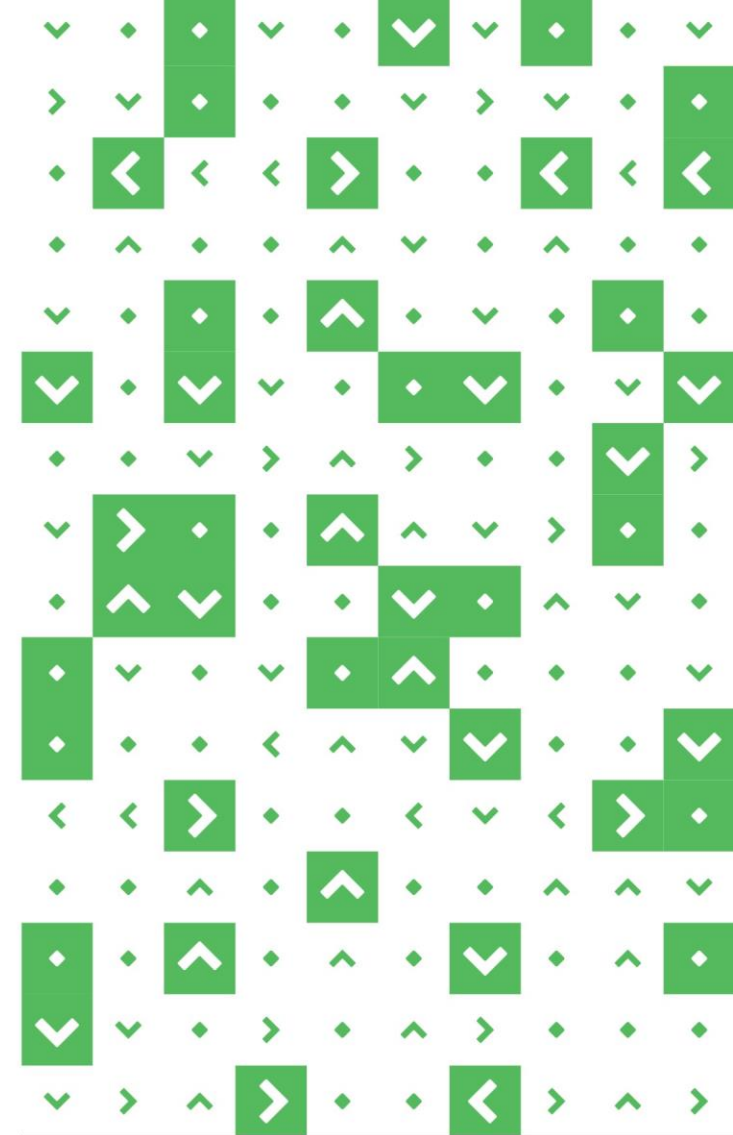
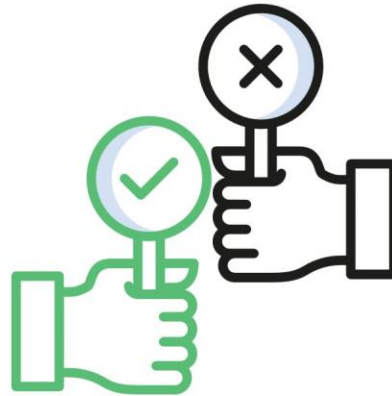
- Предсказываются показания датчиков через определенный промежуток времени
- С помощью мультирегрессионной модели на основе градиентного бустинга на предсказанных данных определяется оценка аномальности и ее развитие (тренд)



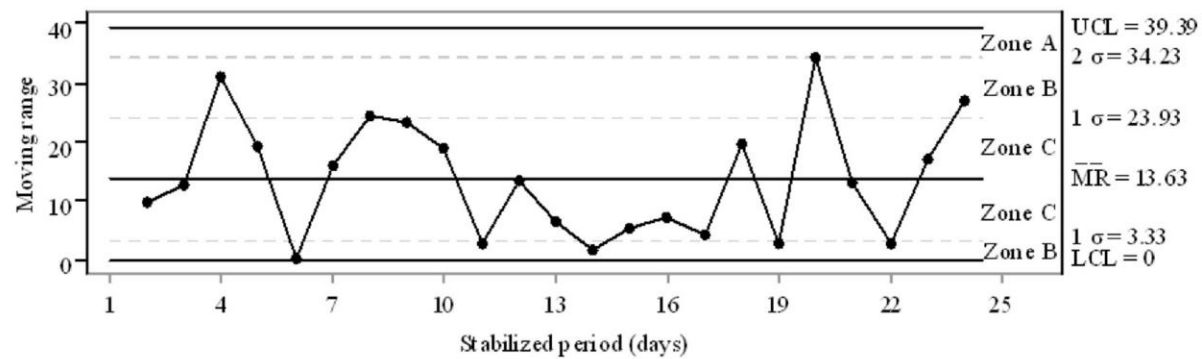
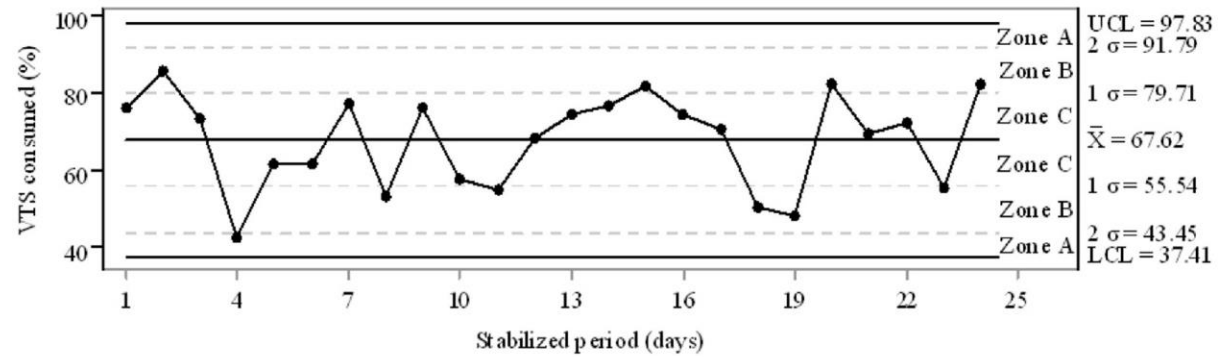
# Описание решения проблемы

## Исследованы подходы (не используются):

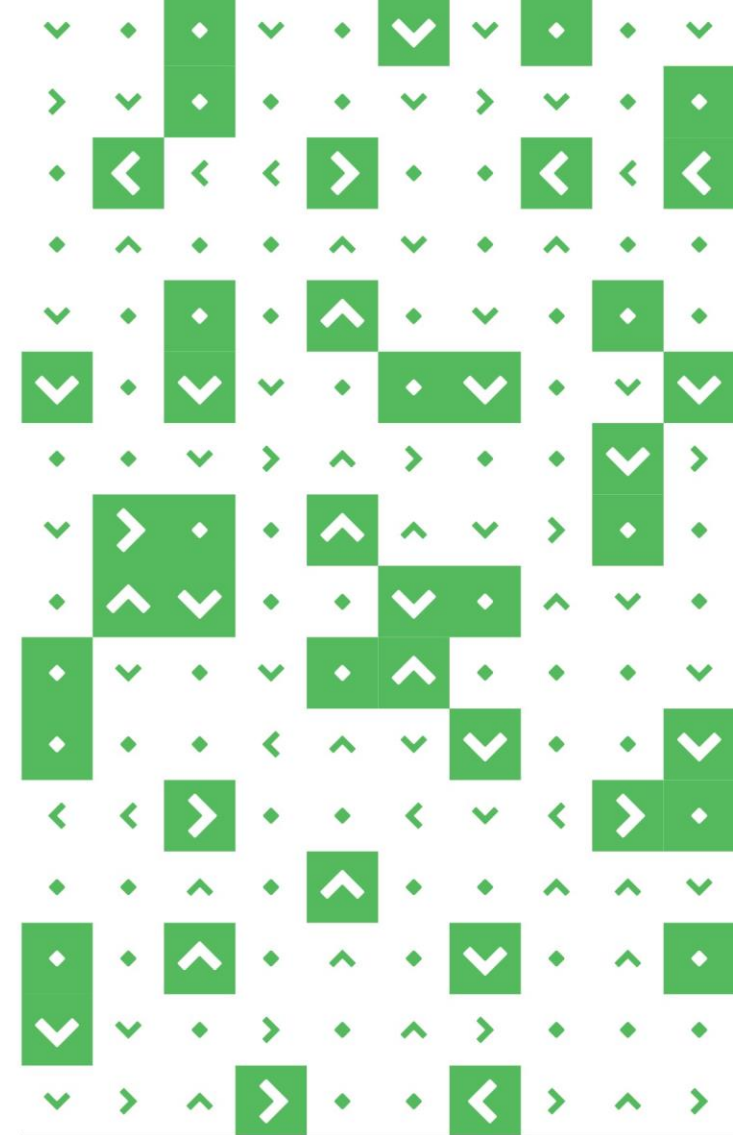
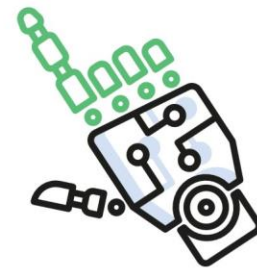
- One Class SVM
- Local Outlier Factor
- Isolation Forest
- Elliptic Envelope



# Выбор пороговых значений и настройка системы



Графики контрольных карт Шухарта



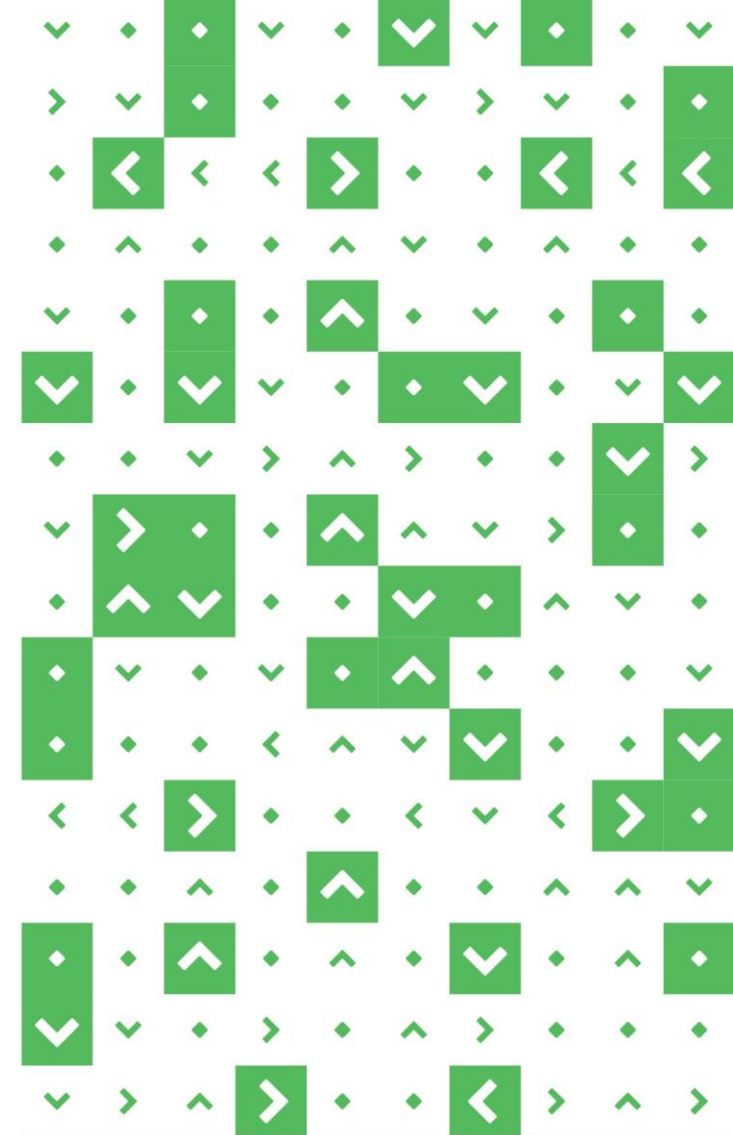
# Выбор пороговых значений и настройка системы

## Статистически управляемый процесс

Методика решает проблему  
с неопределенностью: какой выход  
значений за ожидаемые рамки  
считать действительно нештатным

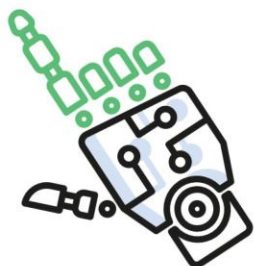


Разработан унифицированный подход,  
который можно адаптировать под любую  
установку/ устройство/ аппарат,  
работающую стабильно во времени



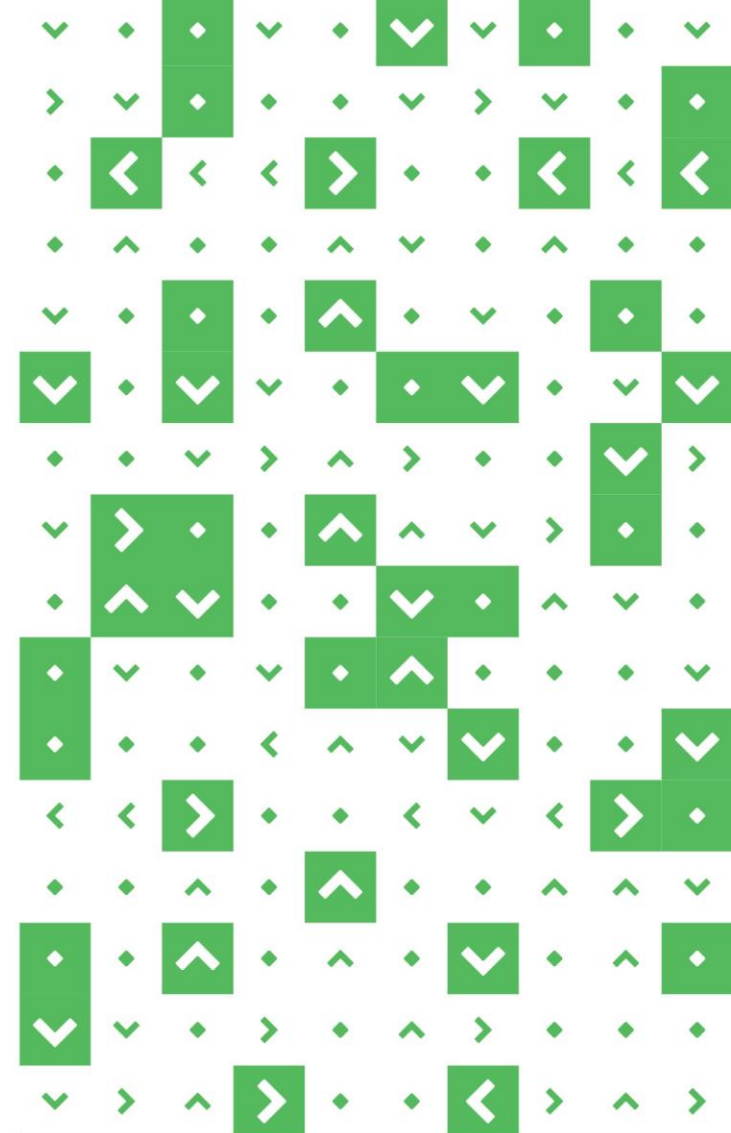
# Готовое решение

- Инструмент для проведения RCM-анализа
- Подсистема предиктивной аналитики



## ТС:RCM Управление надежностью

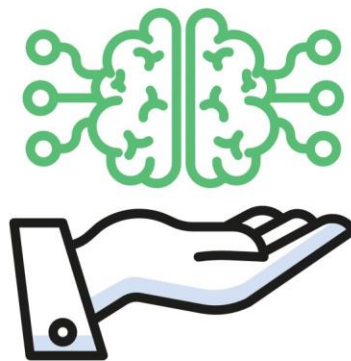
- Определение возможных видов отказа, их параметров и создание программы обслуживания с учетом риска возможных видов отказа
- Получение данных об аномалиях и автоматическая классификация их в развивающиеся виды отказа



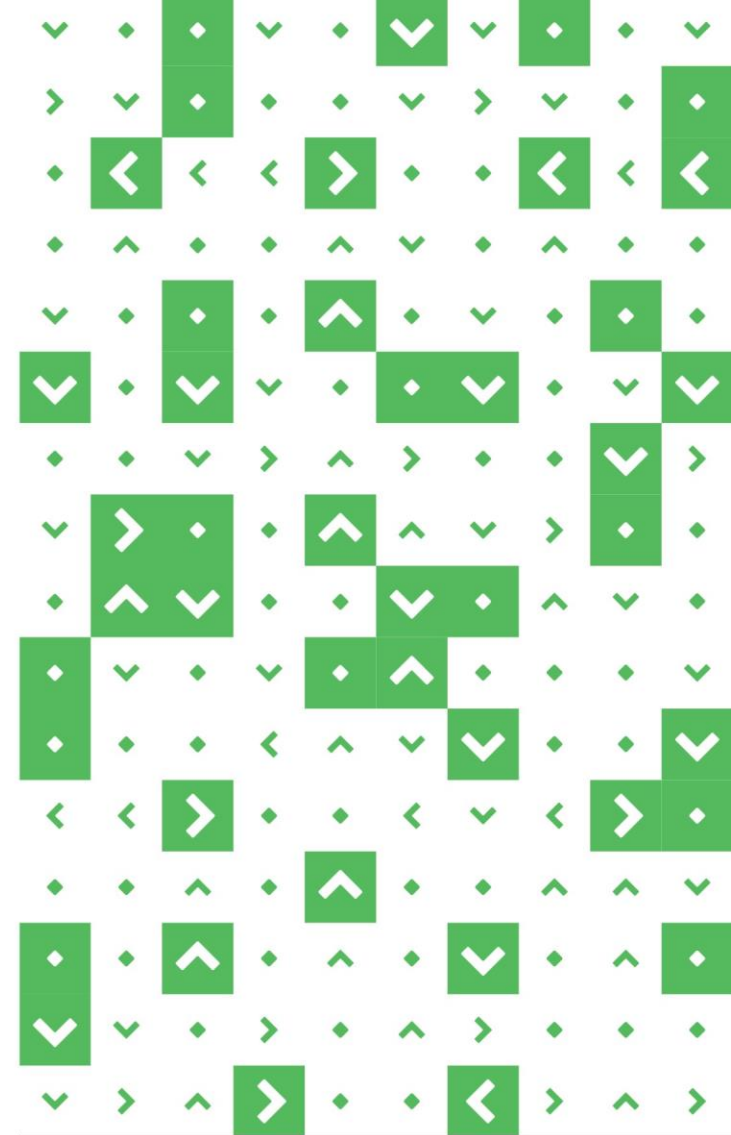
# Результат

## Разработана система:

- Заблаговременно предупреждает о наступлении неблагоприятных событий, нестандартных ситуаций
- Определяет отклонения и аномалии в работе объекта мониторинга
- Интерпретируема и помогает принимать решения о выборе мер для поддержания нормального функционирования установки
- Указывает на то, в какой части оборудования замечены отклонения



- Заблаговременно предупреждает о развивающейся проблеме
- Сокращает время простоя установки
- Снижает вероятность возникновения аварийной ситуации



**Desno1**

[www.desno1.ru](http://www.desno1.ru)





**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**