



Predicta Smart Monitoring (PSM)



PREDICTA
L · A · B · S

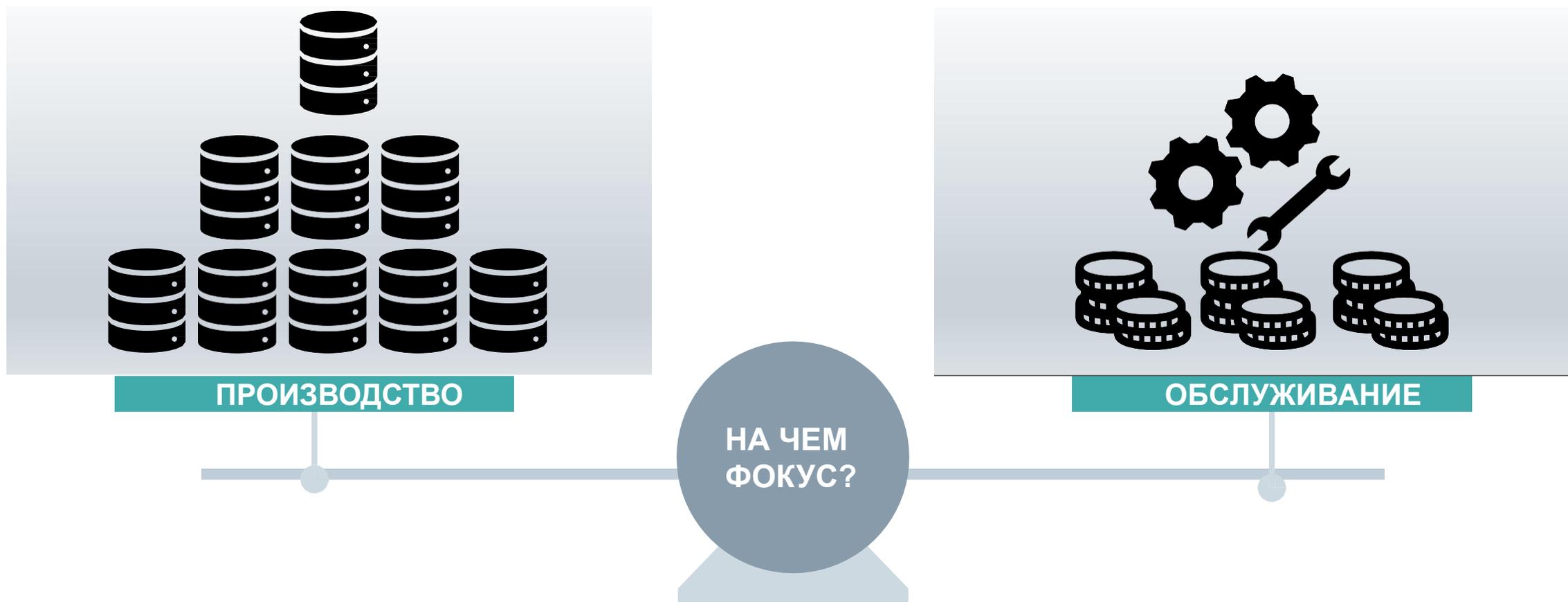
**Предиктивная аналитика и обслуживание:
методология и подходы к внедрению**

Выгоды от увеличения производства VS выгоды от экономии на ТОиР

Когда объем производства и объем обслуживания оборудования достиг определенного равновесия, встает вопрос, как **увеличить производительность имеющегося оборудования?**



PREDICTA
L · A · B · S



Выгоды от увеличения производства VS выгоды от экономии на ТОиР



PREDICTA
L · A · B · S

Такую возможность предлагают технологии Индустрии 4.0 - предиктивное обслуживание (PdM) и продление времени работы оборудования за счет снижения как плановых, так и внеплановых простоев



Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)

Какие факторы ограничивают производительность оборудования?

В чем заключаются точки роста даже при кажущейся сбалансированности процессов производства и ТОиР?



Как предиктивное обслуживание (PDM) влияет на рост эффективности работы оборудования

- Появление технологий Индустрии 4.0, доступность хранилищ/вычислительных мощностей и продвинутых аналитических возможностей позволяют предсказывать поломки оборудования, снижать стоимость его обслуживания и продлевать жизнь активам

Основные преимущества предиктивного обслуживания:

- Более точное понимание состояния активов и оставшегося срока жизни оборудования ведет к снижению оттока ресурсов на его замену
- Уменьшение расходов на сверхурочную работу из-за снижения количества внеплановых ремонтов
- Оптимальная доступность квалифицированного технического персонала и операторов в условиях дефицита специалистов
- Лучшее управление запасными частями и предсказуемость отказов
- Лучший контроль над производственным/операционным планированием
- Улучшение сбалансированности труда/отдыха для технического персонала
- Улучшение безопасности труда из-за снижения количества аварий



5%-15%

Снижение простоев,
высвобождение
мощностей



5%-20%

Увеличение
производительности
работников



10%-30%

Снижение количества
запчастей на складе



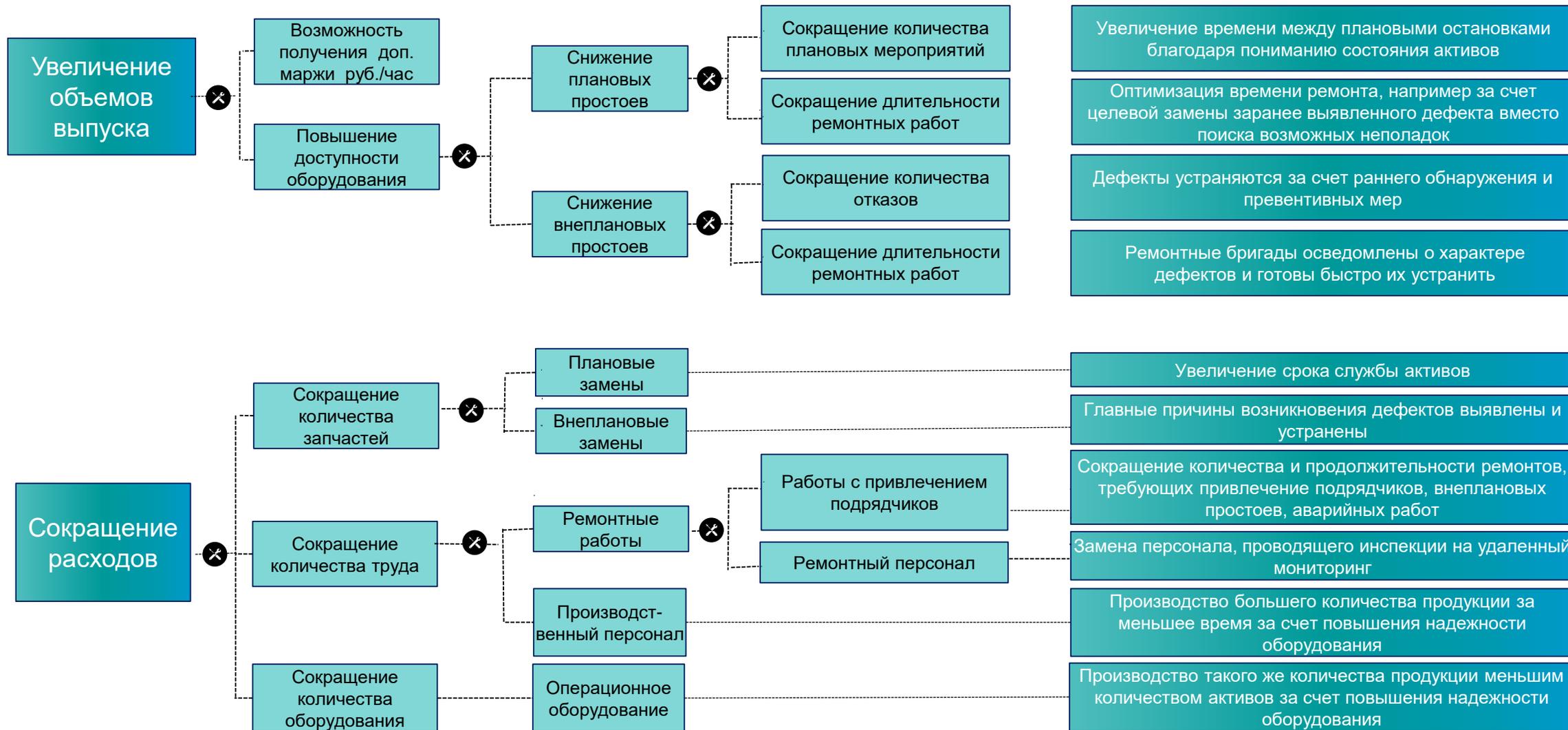
3%-5%

Снижение расходов на
новое оборудование



Поток создания ценности

Как предиктивная аналитика и обслуживание помогают реализовать точки роста и повышения эффективности



Применение PDM в промышленности

Драйвер роста

Эффективность работы оборудования является ключом к прибыльности в обрабатывающей промышленности. Это означает максимизацию добавленной стоимости за счет увеличения объемов производства, качества и доступности и минимизацию затрат на ресурсы (например, энергии и запасных частей и материалов)

Каковы препятствия, по которым клиенты не проводят постоянную оптимизацию?



Ресурсы – у большинства клиентов нет необходимых ресурсов для постоянного контроля и анализа своих процессов и активов



Компетенция - у некоторых клиентов нет необходимого понимания в какой области, какие процессы и как можно оптимизировать, а низкая прозрачность процессов затрудняет принятие необходимых решений

PSM — программно-аппаратный комплекс мониторинга и предиктивной аналитики (для разных активов)



Пользовательский уровень



- Анализ данных и диагностика
- Мониторинг состояния активов
- Предиктивное обслуживание

Сервисы и приложения

Разработки предприятия	Приложения вендоров	Приложения для обрабатывающей промышленности					
Собственные Dashboard	Приложения OEM - производителей оборудования	Пакет управления активами и процессами	Мониторинг компрессора	Аналитика приводов и редукторов	Аналитика двигателей и насосов	Аналитика станов и конвейеров	...
Собственные приложения и программы	Аналитические приложения и пользовательское ПО оборудования		Управление производительностью	DCS Анализ жизненного цикла	Предиктивная аналитика	Аналитика производительности	...

- Специализированные приложения для разных групп активов
- Гармонизированный интерфейс и инструменты анализа
- Анализирует работу оборудования разных производителей

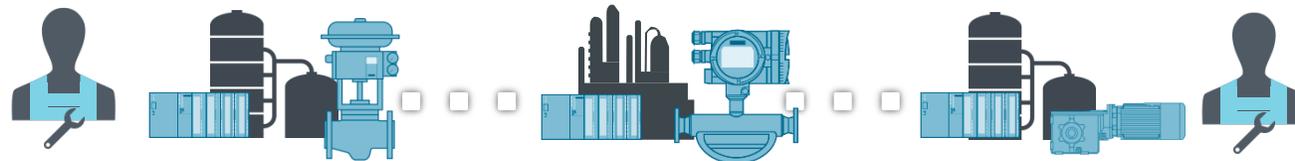
IIoT платформа



■ Доступно ■ Пилот/MVP

- Безопасное хранение данных
- Доступ к данным и управлению из любой точки мира

Уровень предприятия



- Сбор данных с помощью «полевых» датчиков и сетей предприятия

PSM — программно-аппаратная архитектура решения

В составе ПАК - линейка **собственных IoT датчиков*** на универсальных решениях, **протоколы передачи данных и программные приложения**, обеспечивающие требуемый функционал, быстрое развёртывание и удобное сервисное обслуживание

16

измерительных IoT-модулей мониторинга состояния
(data-sheets по запросу)

3

базовых варианта передачи данных
(data-sheets по запросу)

2

варианта развёртывания и подключения к системе



* Возможна разработка индивидуальных модулей (на базе любых протоколов передачи данных) по требованиям заказчика

Преимущества предиктивной аналитики оборудования

Ценностное предложение

Увеличение времени безотказной работы оборудования



- **Предотвращение незапланированных простоев** предприятия, прогнозируя отказы критического оборудования (на основе исторических и параметрических данных)
- **Анализ работы технологического оборудования и выявление аномалии**

Снижение расходов



Повышение надежности и эффективности (OEE)

Более высокая эффективность работы активов



- Своевременное и эффективное получение **истинной картины** технического состояния и загрузки вашего оборудования
- **Обслуживание по состоянию** вместо планово-предупредительных и аварийных ремонтов
- Возможность удаленного мониторинга для выявления проблем

Настройка активов



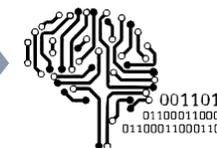
Активы **полностью готовы** к работе и **оптимально** используются

Повышение точности в принятии решений



- **Выявление взаимосвязей**, на основе анализа больших данных, для более точных решений по дальнейшей эксплуатации и ремонтам
- **Консолидация знаний** и опыта профессионалов с большими данными и машинным обучением для повышения качества предиктивной аналитики
- **Снижение нагрузки на опытных инженеров** при ограниченных ресурсах.

Smart данные



Интеллектуальная **связка знаний и данных**

Практичный и надежный инструмент для предиктивного мониторинга интегрирующий человеческий опыта/ноу-хау с возможностями машинного анализа

Предиктивная аналитика: Цели

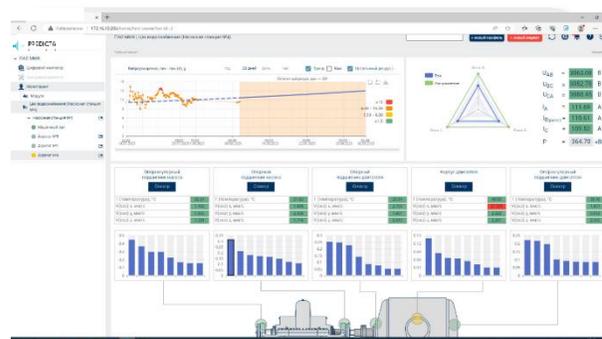
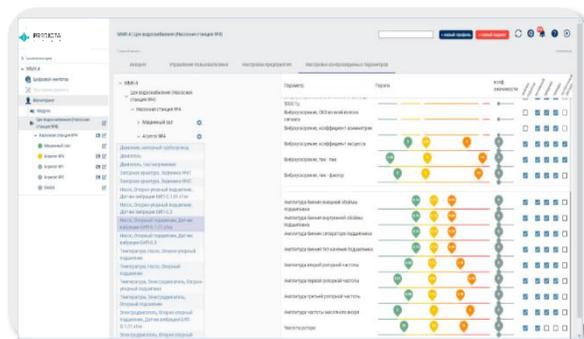


PREDICTA
L · A · B · S

Конфигурация и обучение

Предиктивная аналитика

Мониторинг



Обеспечение общей эффективности
оборудования

↑ **Время безотказной работы**

Увеличение времени безотказной работы оборудования за счет предотвращения простоев путем предварительного оповещения о проблемах

↑ **Эффективность операций**

Повышение эффективности эксплуатации за счет предиктивного мониторинга

↑ **Точность решений**

Повышение точности решений за счет выявления корреляций скрытых в данных



Big Data



Искусственный интеллект



Корреляция



Облачные технологии



Отчеты



IT безопасность



Что такое искусственный интеллект в предиктивной аналитике?



1. Накопление данных от сенсоров



Аналитика данных и выявление закономерностей
Создание моделей

2. Текущая модель обслуживания



Применяем модели и делаем выводы



Создание новых моделей на основе текущего поведения оборудования

Искусственный интеллект

Программа, которая может чувствовать, рассуждать, действовать, адаптироваться

Машинное обучение

Программа обучается только при наличии большого массива данных

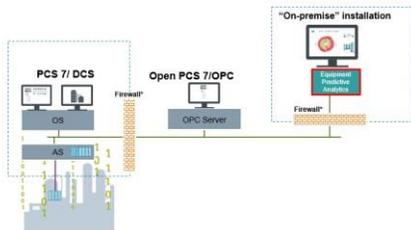
Глубокое обучение

Программа, которая обучается на основе многослойных нейронных сетей

Решение и ключевые методы

Интеграция данных

- Контроль процессов посредством анализа данных с датчиков
- Постоянный «real-time» контроль состояния оборудования
- прочее



Корреляция данных между связанными процессами датчиками

Выявление закономерностей



Понимание и интерпретация



Интеграция опыта и ноу-хау



Надежность на протяжении всего жизненного цикла



Корреляция
Идентификация

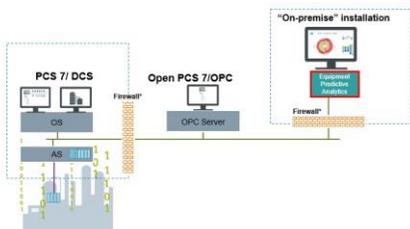
Понимание /
Интерпретация

Опыт / Ноу-хау /
Интеграция

Устойчивость на всем
жизненном цикле

Интеграция данных

- Настройка и контроль процесса сбора данных с датчиков
- Постоянный «real-time» мониторинг данных состояния оборудования
- прочее



Идентификация

- Определите ключевые точки контроля, а также типы датчиков поддержки
- Определите комплексную модель контроля состояния для каждого конкретного оборудования - **“ДНК агрегата”**
 - ❖ **На входе:**
Исторические данные за определенный период времени (рекомендуемый ≥ 1 год), состоящие из временных рядов, сгенерированных датчиками
 - установленными на оборудовании для контроля состояния
 - установленными в рамках соответствующего производственного контекста/ процесса
 - ❖ **На выходе:**
 - Целевые датчики контроля и мониторинга
 - Обученные модели обслуживания для целей заблаговременного предупреждения и ремонта

Корреляция
Идентификация

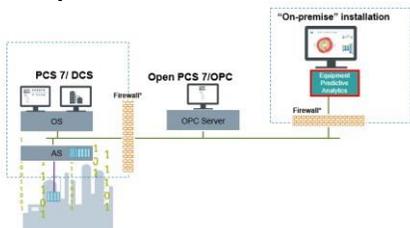
Понимание /
Интерпретация

Опыт / Ноу-хау /
Интеграция

Устойчивость на всем
жизненном цикле

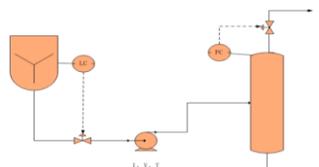
Интеграция данных

- Контроль процессов посредством анализа данных с датчиков
- Постоянный «real-time» контроль состояния оборудования
- прочее



Понимание / Интерпретация

- Определение коррелирующих факторов для формирования соответствующих сообщений
- Определение комплексной модели - «ДНК агрегата»



Риск-анализ

Предварительное оповещение об аномалиях

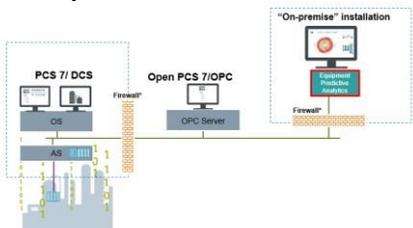
- На основе «ДНК агрегата», создать **Библиотеку референсных показателей** для оповещения об аномалиях
 - ❑ **Обучение / моделирование:**
 - Описание эталонных «нормальных» состояний в прошлом
 - ❖ **Вход:** - ДНК агрегата
 - Набор временных периодов, характеризующих хорошее состояние оборудования
 - Исторические данные за этот период
 - ❖ **Выход:** Модель библиотеки эталонных состояний
 - ❑ **Мониторинг:** Оценка текущих рисков аварий
 - ❖ **Вход:** - Модель эталонных состояний
 - Поток данных в реальном времени
 - ❖ **Выход:** Оценка рисков по отклонениям от нормальных условий и предупреждения при высоком риске

Решение и ключевые методы



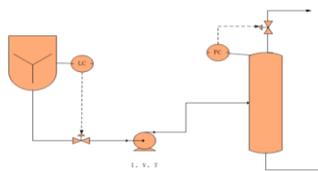
Интеграция данных

- Контроль процессов посредством анализа данных с датчиков
- Постоянный «real-time» контроль состояния оборудования
- прочее



Понимание / Интерпретация

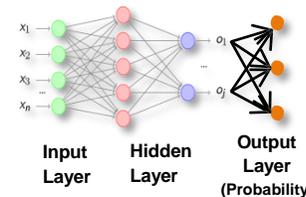
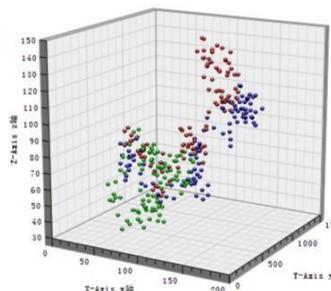
- Определение коррелирующих факторов для формирования соответствующих сообщений
- Определение комплексной модели - «ДНК агрегата»



Риск-Анализ

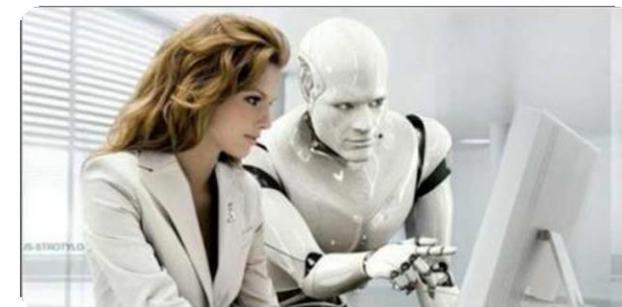
Обнаружение аномалий

- На основании «ДНК агрегата», создается библиотека референсных показателей для предупреждения об аномалиях



Интерактивное машинное обучение

- Исследование первопричин аварий
- Обратная связь для итеративного совершенствования модели
- Адаптация модели для жизненного цикла разного оборудования



Процедура внедрения у заказчика



PREDICTA
L · A · B · S

Технико-экономическое обоснование (2 недели)¹

- Необходимы исторические данные (лучше за 1 год)
- Аналитика и оценка данных
- Выбор ограниченного числа моделей для оценки состоятельности проекта

Запуск проекта (1-2 недели)¹

- Семинар для определения ожиданий и прояснения задач
- Определение ключевых датчиков и мест установки
- Определение периодов сбора и обработки данных

Моделирование (2 - 4 недели)¹

- Подготовка технологических карт оборудования – «ДНК агрегатов»
- Обучение и валидация моделей
- Программное и аппаратное обеспечение, подготовка к развертыванию

Развертывание & обучение (1 неделя)¹

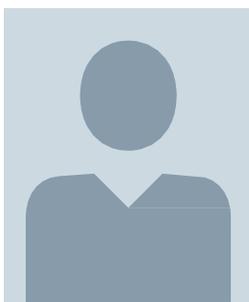
- Развертывание приложений
- Анализ первых результатов на «живых» данных
- Консолидация моделей
- Обучение пользователей

Оценка & консолидация (3 – 6 месяцев)¹

- Непрерывно улучшение модели
- Определение перечня требуемых alert-сообщений



**Эксперт
процесса**



**Дата
аналитик**



**Инженеры
разработчики ПО**

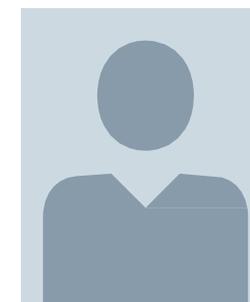
**Ключевые
ресурсы
«ПРЕДИКТЫ»**



**Ключевые
ресурсы
Заказчика**



**Поддержка
руководством**



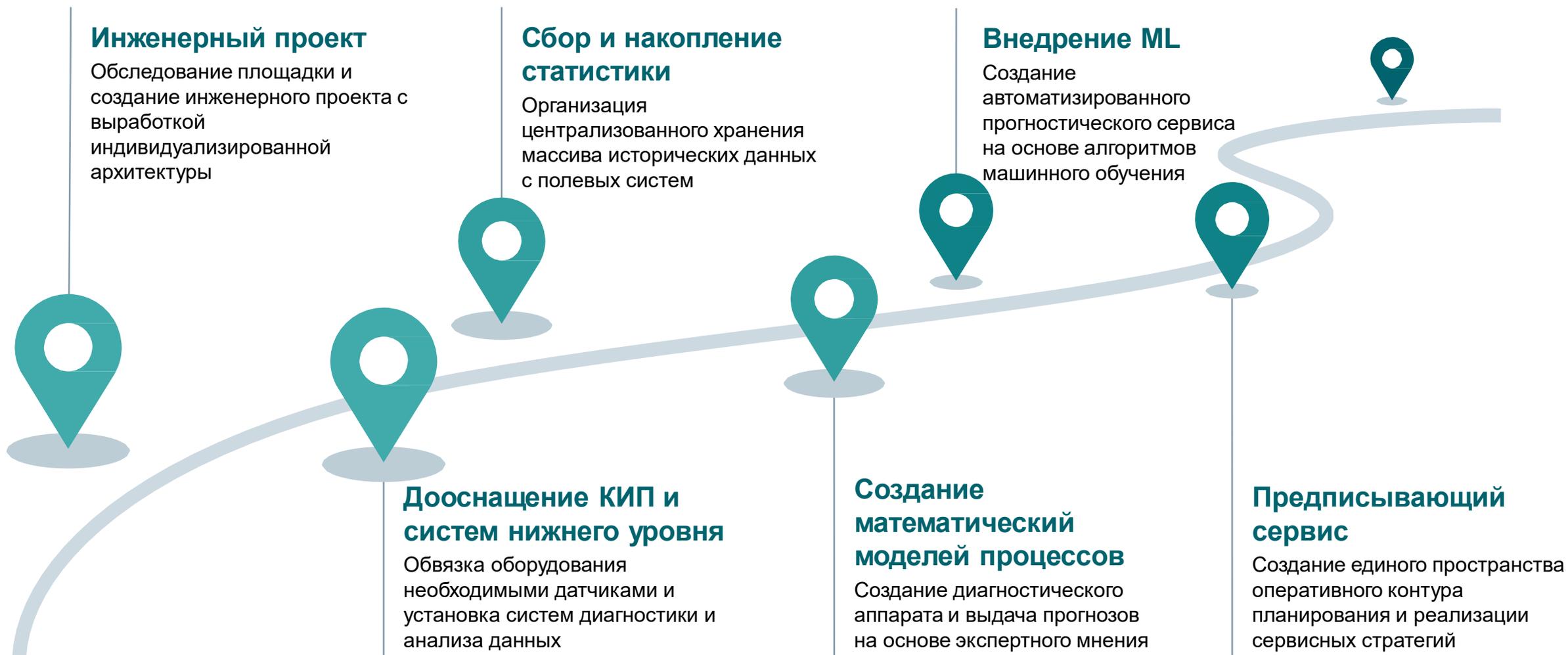
**Эксперты
предприятия**

¹ Сроки могут меняться в соответствии с графиком клиента

Дорожная карта



PREDICTA
L · A · B · S



Предиктивная аналитика

Основные выводы

Предиктивная аналитика повышает общую эффективность оборудования (ОЕЕ)

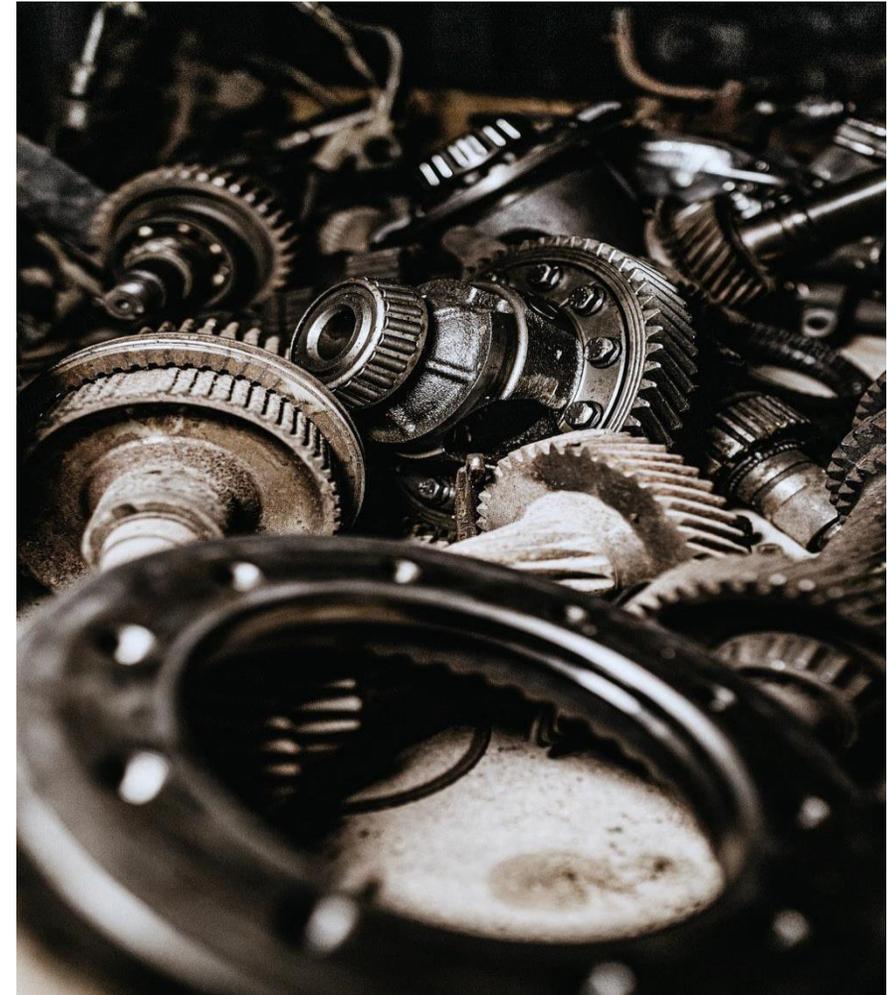
Чтобы стать «умным» - искусственный интеллект нуждается в данных и предметных экспертах

Это переосмысление процессов – давайте работать в команде

Переход к предиктивному обслуживанию начинается с накопления объективных исторических данных

У нас есть ответы и решения

Мы работаем чтобы поддерживать Вас



Сравните уровень ваших систем с возможностями PSM

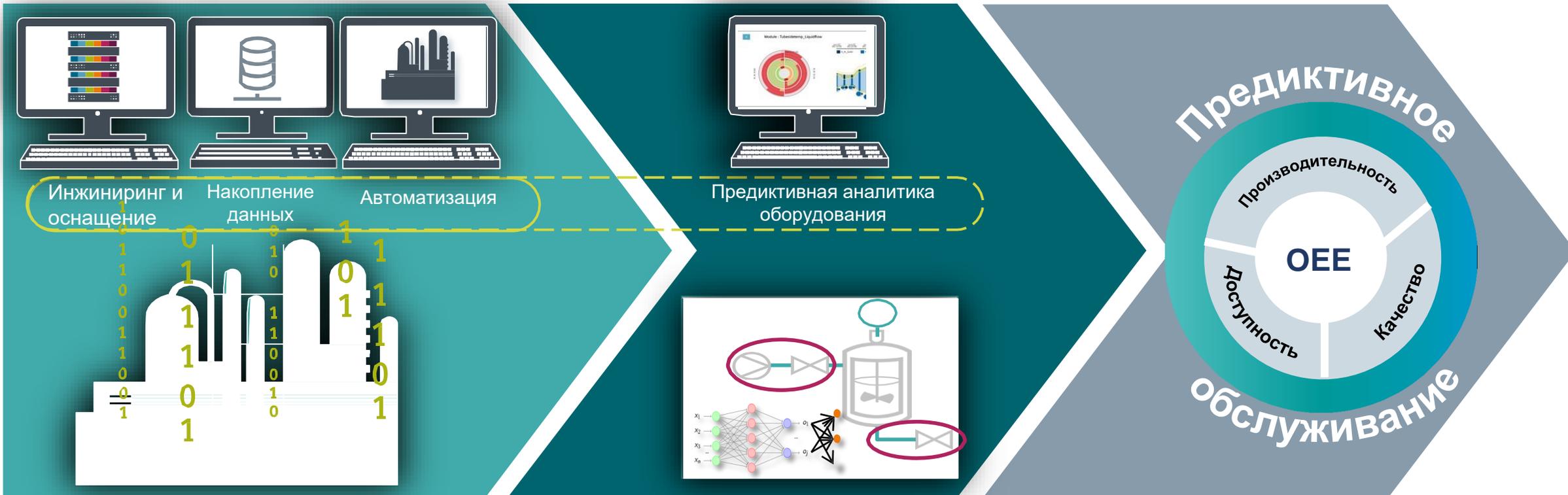




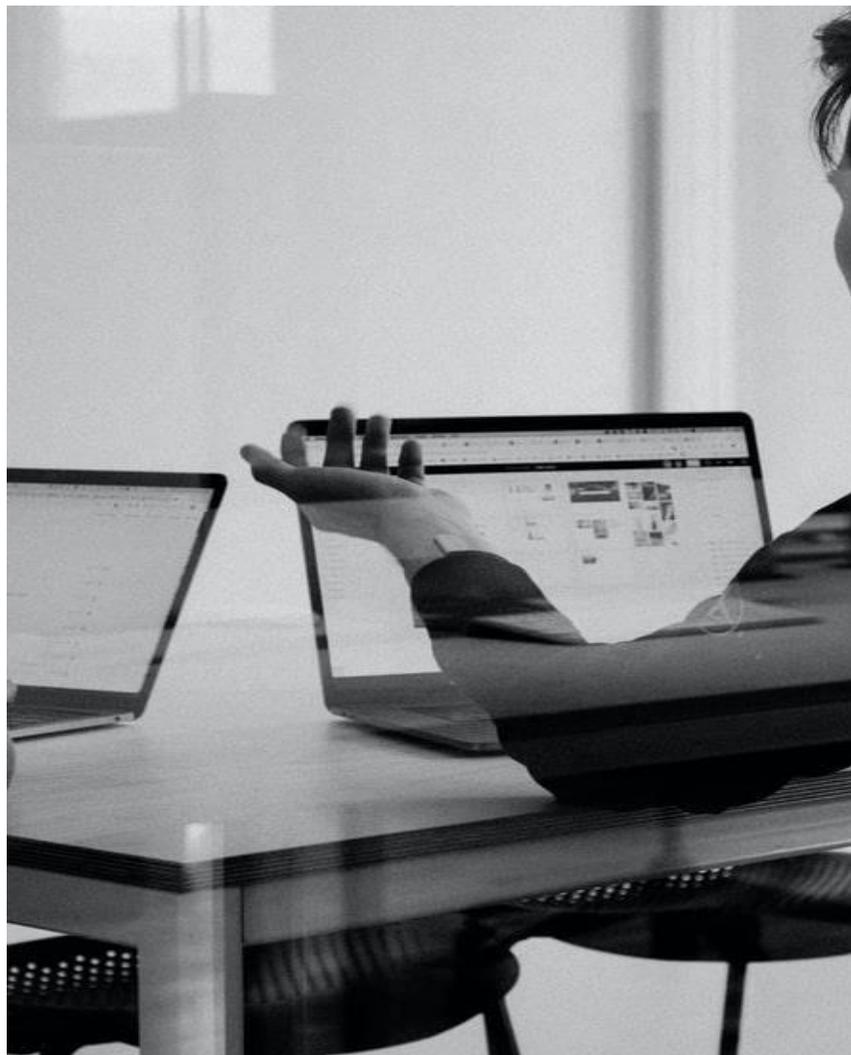
Ваша стратегия перехода к предиктивному обслуживанию

Level 1

Level 2



Благодарим за внимание!



Ершов Андрей

Заместитель директора по цифровым
продуктам и сервисам

Моб: +7 925 617 67 70

E-mail: ershov.a@predictalab.ru

Михаил Ведров

Представитель в г. Магнитогорск

Моб: +7 902 892-03-36

E-Mail: vedrov.m@predictalab.ru

Спецификация оборудования



PREDICTA
L · A · B · S

ММ-101.2

Модуль мониторинга состояния электромеханического оборудования

Модуль мониторинга состояния электромеханического оборудования - это компактный беспроводной датчик с питанием от батареи для измерения основных параметров работы электродвигателей



Основные характеристики:

Измерение вибрации:

число осей	3
диапазон измерения	±2g
частотный диапазон	от 0,5 до 1600 Гц

Измерение температуры:

диапазон измерения	от -30 до +85 °C
погрешность измерения	не более ±0,5 °C

Измерение напряженности магнитного поля:

диапазон измерения	8 мТл
частотный диапазон	20 кГц
нелинейность	не более 1 %

Параметры радиоканала :

скорость обмена	не менее 50 кбит/с*	BLE до 650 кбит/с
частотный диапазон	868 МГц	2,4 ГГц
тип антенны	встроенная	встроенная

Время автономной работы:

Время автономной работы:	не менее 5 лет**
--------------------------	------------------

Рабочий температурный диапазон:

Рабочий температурный диапазон:	от -30 до +85 °C
---------------------------------	------------------

Температура хранения:

Температура хранения:	от 10 до +25 °C
-----------------------	-----------------

Элемент питания:

Элемент питания:	LS14500 (4 шт)
------------------	----------------

Крепление:

Крепление:	винт М4 (2 шт)
------------	----------------

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	114,6x63,8x31,7 мм
масса	0,256 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

** Опрос датчиков и передача данных 1 раз в 30 минут. Время автономной работы зависит от температурного режима эксплуатации.

ММ-103.2

Модуль мониторинга состояния вибрации

Модуль мониторинга состояния вибрации - это беспроводной датчик с автономным питанием, предназначенный для отслеживания состояния подшипников и редукторов. Модуль оснащен двумя внешними пьезоакселерометрами



Основные характеристики:

Измерение вибрации:

количество внешних датчиков вибрации	2 одноосевых
диапазон измерения	±50g
частотный диапазон	от 0,5 Гц до 10 кГц

Параметры радиоканала :

скорость обмена	не менее 50 кбит/с*	BLE до 650 кбит/с
частотный диапазон	868 МГц	2,4 ГГц
тип антенны	внешняя	встроенная

Время автономной работы:

Время автономной работы:	не менее 3 лет**
--------------------------	------------------

Рабочий температурный диапазон:

Рабочий температурный диапазон:	от -30 до +85 °C
---------------------------------	------------------

Температура хранения:

Температура хранения:	от 10 до +25 °C
-----------------------	-----------------

Элемент питания:

Элемент питания:	LS26500 (2 шт)
------------------	----------------

Крепление:

Крепление:	винт М4 (4 шт)
------------	----------------

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	114,6x63,8x55 мм
длина кабеля	2 м
масса	0,925 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

** Опрос датчиков и передача данных 1 раз в 30 минут. Время автономной работы зависит от температурного режима эксплуатации.

Спецификация оборудования



PREDICTA
L · A · B · S

MM-103.3

Модуль мониторинга состояния вибрации

Модуль мониторинга состояния вибрации - это миниатюрный беспроводной датчик с автономным питанием, предназначенный для отслеживания состояния подшипников и редукторов. Модуль оснащен встроенным трехосевым МЭМС-акселерометром.



Основные характеристики:

Измерение вибрации:

число осей	3
диапазон измерения	±16g
частотный диапазон	до 6 кГц

Параметры радиоканала :

скорость обмена	не менее 50 кбит/с*	BLE	до 650 кбит/с
частотный диапазон	868 МГц		2,4 ГГц
тип антенны	встроенная		встроенная

Время автономной работы:

не менее 3 лет**

Рабочий температурный диапазон:

от -30 до +85 °C

Температура хранения:

от 10 до +25 °C

Элемент питания:

LS26500 (1 шт)

Крепление:

винт М6 (1 шт)

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	81x42x42 мм
масса	0,17 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

** Опрос датчиков и передача данных 1 раз в 30 минут. Время автономной работы зависит от температурного режима эксплуатации.

MM-104.4

Модуль мониторинга термосопротивлений

Модуль мониторинга термосопротивлений - это беспроводной автономный измерительный преобразователь, предназначенный для сбора показаний термосопротивлений.



Основные характеристики:

Входы:

количество	4
схема подключения ТС	двухпроводная или трехпроводная
тип ТС	50М, Pt100

Параметры радиоканала :

скорость обмена	не менее 50 кбит/с*	BLE	до 650 кбит/с
частотный диапазон	868 МГц		2,4 ГГц
тип антенны	внешняя		встроенная

Время автономной работы:

не менее 3 лет**

Рабочий температурный диапазон:

от -30 до +85 °C

Температура хранения:

от 10 до +25 °C

Элемент питания:

LS14550 (2 шт)

Крепление:

винт М4 (4 шт)

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	114,6x63,8x31,7 мм
масса	0,24 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

** Опрос датчиков и передача данных 1 раз в 30 минут. Время автономной работы зависит от температурного режима эксплуатации.

Спецификация оборудования

МО-421.1

Модуль обработки аналоговых сигналов в реальном времени

Модуль обработки аналоговых сигналов в реальном времени позволяет проводить онлайн анализ качества сетевого напряжения, питающего электродвигатель, а также диагностировать его неисправности.



Основные характеристики:

Аналоговые входы:

количество	9
входной сигнал	0...40 мА 40...250 мА 0...10 В

Параметры радиоканала :

скорость обмена	V.IIoT	BLE
частотный диапазон	не менее 50 кбит/с*	до 650 кбит/с
тип антенны	868 МГц	2,4 ГГц
	внешняя	встроенная

Внешние интерфейсы:

тип интерфейса	RS-485
количество	1 шт
протокол обмена	Modbus
скорость обмена	не более 115200 бит/с

Питание:

Рабочий температурный диапазон: от -30 до +85 °C

Температура хранения: от 10 до +25 °C

Срок службы: не менее 5 лет

Крепление: винт М5 (4 шт)

Индикация: светодиодная

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP20
габаритные размеры корпуса	160x103x30,5 мм
масса	0,45 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

ММ-105.1

Модуль мониторинга давления

Модуль мониторинга давления - это беспроводное устройство с автономным питанием, предназначенное для мониторинга технологических процессов в различных отраслях промышленности, энергетики и ЖКХ.



Основные характеристики:

Измерение давления:

диапазон измерений	от 0...40 мбар до 0...10 бар
диапазон температур измеряемой среды	от -40 до +125 °C

основная погрешность 0,25% ДИ

Параметры радиоканала :

скорость обмена	V.IIoT	BLE
частотный диапазон	не менее 50 кбит/с*	до 650 кбит/с
тип антенны	868 МГц	2,4 ГГц
	внешняя	встроенная

Время автономной работы: не менее 3 лет**

Рабочий температурный диапазон: от -30 до +85 °C

Температура хранения: от 10 до +25 °C

Элемент питания: LS26500 (2 шт)

Крепление: винт М4 (4 шт)

Механическое присоединение измерительного элемента: G1/2" EN 837

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP65
габаритные размеры корпуса	114,6x63,8x55 мм
длина кабеля	2 м
масса	0,75 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

** Опрос датчиков и передача данных 1 раз в 30 минут. Время автономной работы зависит от температурного режима эксплуатации.

Спецификация оборудования



ШС-219.3

Шлюз сетевой

Шлюз сетевой предназначен для развертывания беспроводной сети. Обеспечивает зону радиопокрытия сети и прозрачную двунаправленную передачу данных между конечными устройствами и сервером. Позволяет реализовать масштабируемые системы сбора и обработки данных.



Основные характеристики:

Связь с сервером:

технология	Ethernet	4G*	Wi-Fi*
тип антенны	-	внешняя**	внешняя

Связь с конечными устройствами:

тип радиоканала	V.IIoT	BLE*
количество каналов	2	-
скорость обмена	не менее 50 кбит/с***	до 650 кбит/с
частотный диапазон	868 МГц	2,4 ГГц
тип антенны	внешняя	внешняя

Питание: PoE, IEEE 802.3at

Индикация: светодиодная

Рабочий температурный диапазон: от -30 до +85 °С

Температура хранения: от 10 до +25 °С

Срок службы: не менее 5 лет

Крепление: на балки/мачты

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	129 x 146,6 x 41,6 мм
масса	0,6 кг

* Опционально.

** Не входит в комплект поставки. Тип соединителя: SMA.

*** Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.

ШС-218.1

Шлюз сетевой

Шлюз сетевой предназначен для развертывания беспроводной сети. Обеспечивает зону радиопокрытия сети и прозрачную двунаправленную передачу данных между конечными устройствами и сервером. Позволяет реализовать масштабируемые системы сбора и обработки данных.



Основные характеристики:

Связь с сервером:

интерфейс	RS-485
протокол обмена	Modbus
скорость обмена	не более 115200 бит/с

Связь с конечными устройствами:

тип радиоканала	V.IIoT
количество каналов	1
скорость обмена	не менее 50 кбит/с*
частотный диапазон	868 МГц
тип антенны	внешняя

Питание: 5...12 В

Индикация: светодиодная

Рабочий температурный диапазон: от -30 до +85 °С

Температура хранения: от 10 до +25 °С

Срок службы: не менее 5 лет

Крепление: на балки/мачты

Конструктивное исполнение:

степень защиты	IP66
габаритные размеры корпуса	65 x 115,1 x 51,6 мм
масса	0,265 кг

* Не менее 50 кбит/с при использовании одной полосы, не менее 100 кбит/с при использовании двух полос, не менее 200 кбит/с при использовании четырех полос.