The background of the slide features a close-up, high-angle shot of several bees on a golden honeycomb. The bees are in various positions, some facing the viewer and others with their backs to it, creating a sense of a busy hive. The honeycomb cells are clearly visible, with some containing a small amount of honey. The overall color palette is warm, dominated by the yellow and orange tones of the honey and the bees' bodies.

Предиктивная аналитика для индустриального Интернета Вещей:

От подключенных устройств до
интеллектуальных сервисов

Какие данные уже собираются



Теплоэлектростанция - 10^3 наблюдений/мс



Завод металлопроката - 10^4 наблюдений/мс



Современный самолет - до **0.5 Tb за полет**

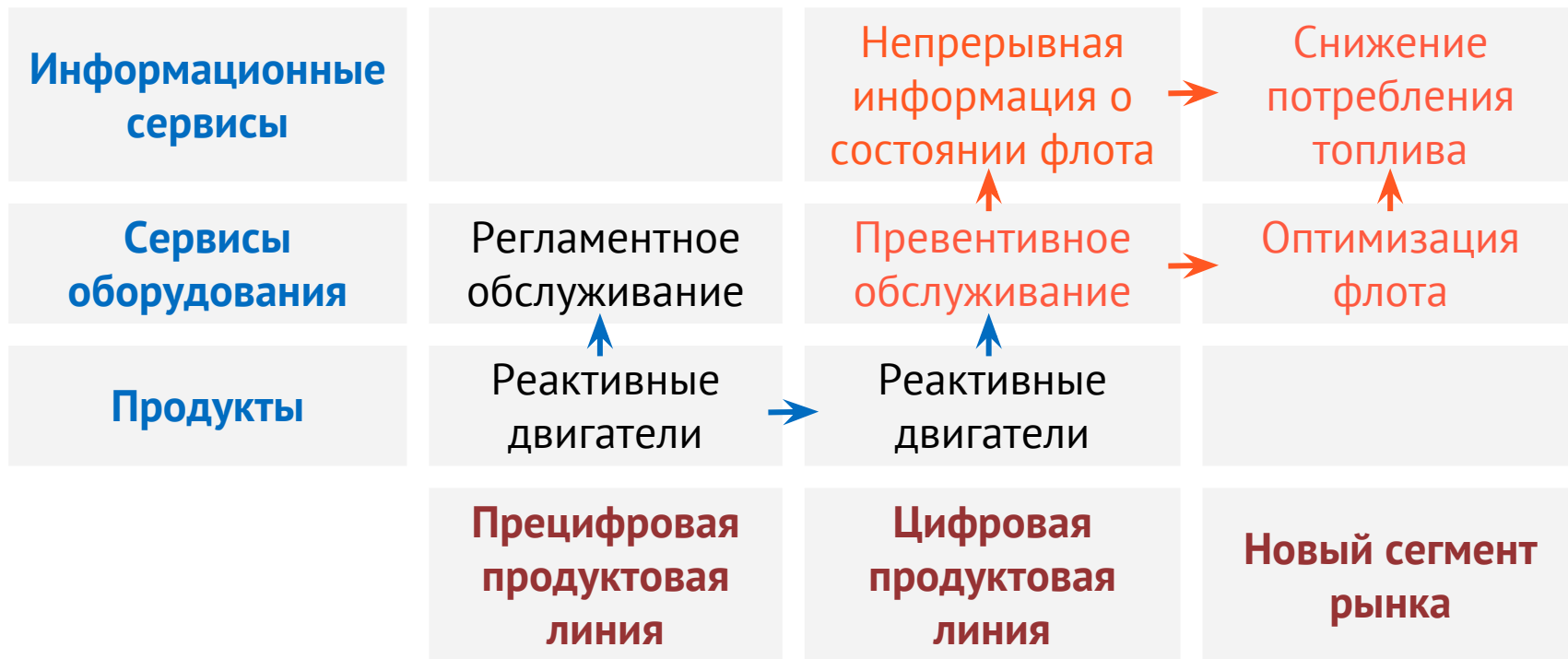
- Сейчас используется менее 1%, большая часть информация не хранится и не анализируется
- Следующее поколение двигателей Pratt & Whitney до **10 Гб/сек**



Автопилотируемые машины Google - до **1 Гб/сек**

- Болид Формулы-1 - **1.2 Гб/сек**

Пример использования из авиации



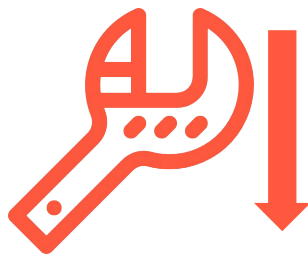


Эксплуатация	Время до поломки					Поломка
Годы/месяцы	Месяцы	Недели		Дни		
Оптимальное состояние	Начало вибрации	Признаки износа	Ухудшение показателей	Слышимый шум	Нагрев	Мотор сломан (нужно чинить или заменить)
Использование интеллектуального обслуживания	Первое детектирование деградации		Проведение корректирующего обслуживания			Событие предотвращено
Использование других подходов	Возможно проведение регламентного обслуживания. Собираемые данные никак не используются					Экстренное обслуживание при поломке

4

Выбор стратегии тех. обслуживания

Часто при выборе стратегии необходимо оптимизировать сразу несколько целевых показателей



Пример из авиации

При проведении технического обслуживания необходимо:

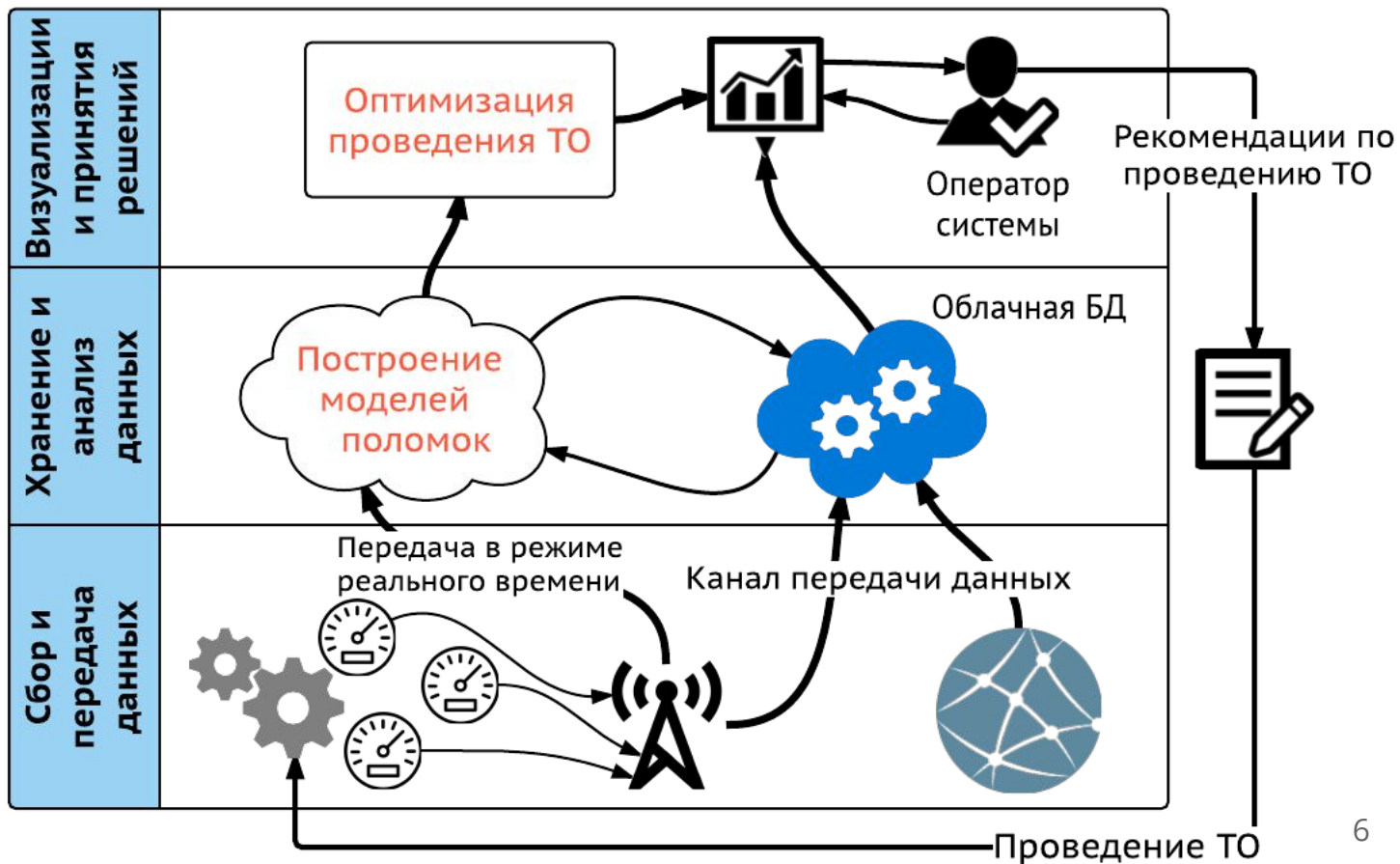
- Увеличивать доступность воздушного судна (availability)
- Снижать затраты на обслуживание (maintenance costs)
- Минимизировать число перерывов в эксплуатации (operational interruptions)

Система интеллектуального обслуживания

Специфично для
системы управления
жизненным циклом

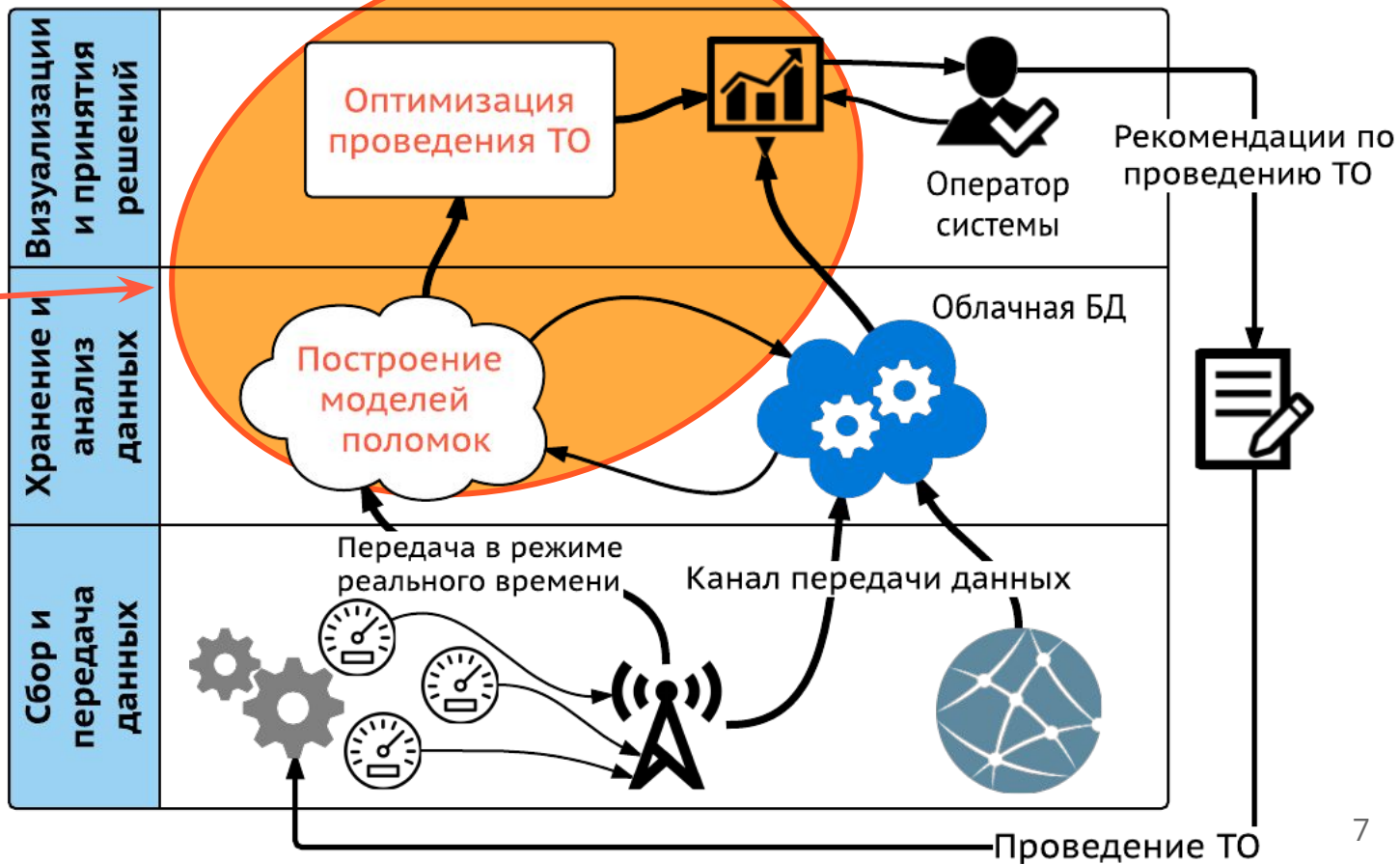
Может быть
унифицировано

Специфично для
индустрии



Система интеллектуального обслуживания

Область охвата платформы



Компетенции команды

- Опыт полного цикла разработки платформы анализа данных для инженерии
- Успешные проекты по анализу данных для крупнейших технологических компаний (авиация и космос, автопром, энергетика, судостроение и т.д.)
- Команда разработчиков и исследователей из ведущих научно-исследовательских организаций



Наши разработки

- Библиотека для типовых задач предсказательного обслуживания **PHM Tools**
- Несколько специальных проектов под конкретных заказчиков

Что мы предлагаем:

- Построение системы анализа данных для ИТО в конкретной области
- Создание масштабируемой платформы для ИТО

Примеры проектов

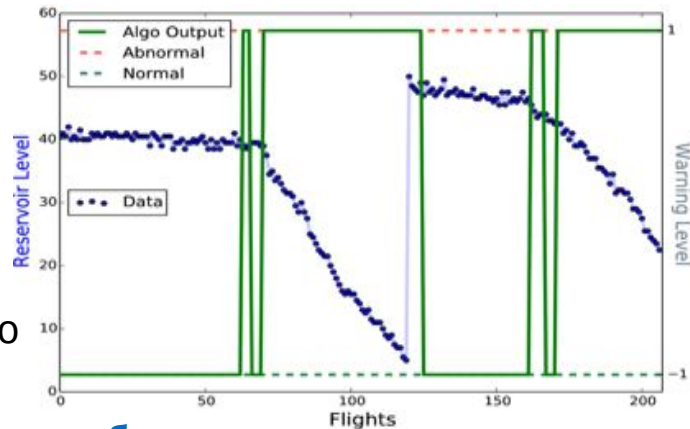
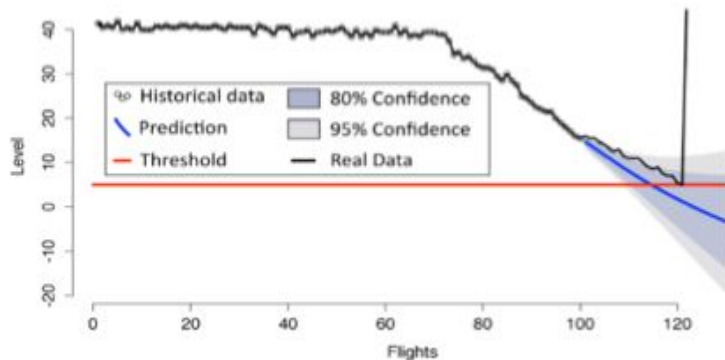
Пример 1

Система охлаждения двигателя самолета

Цель: оптимизация обслуживания системы охлаждения (минимизация числа проверок)

Подзадачи

- Определение критического уровня хладагента
- Быстрое детектирование утечки
- Предсказание времени до достижения критического уровня



Данные для анализа и обучения

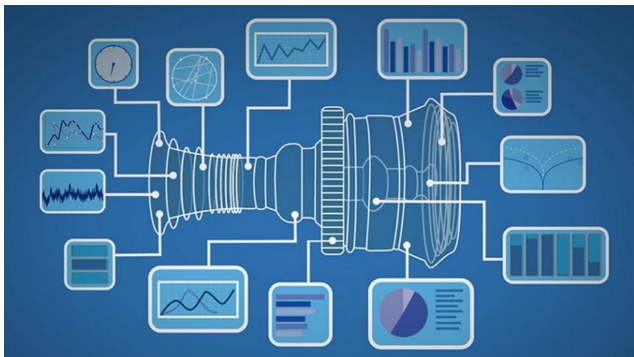
- Временные ряды уровней хладагента
- 17 самолетов, ~400 полетов для каждого

Результат

- Процент ложных срабатываний детектирования утечки **< 1%**
- Процент детектирования утечки **> 99%**
- Средняя ошибка предсказания за 10 полетов до критического уровня **< 1 полета**

Пример 2

Масляный фильтр двигателя самолета



Цель: оптимизация обслуживания масляного фильтра (минимизация числа проверок и стоимости расходников)

Подзадачи

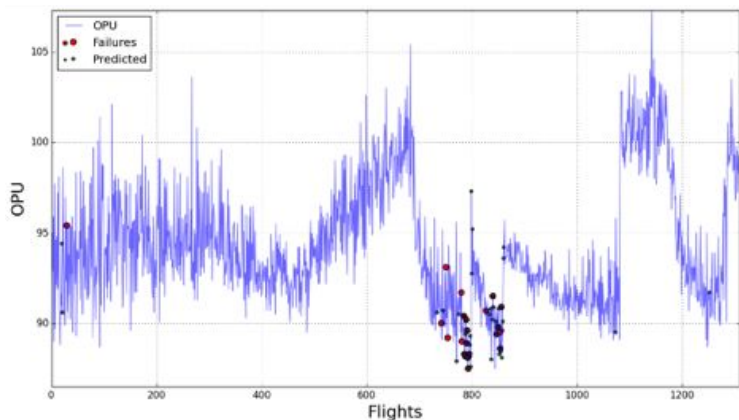
- Определение параметров связанных с засорением масляного фильтра
- Построение модели засорения фильтра по наблюдаемым параметрам

Данные для анализа и обучения

- 30 самолётов и более 200 параметров на самолёт
- Обучение: 3 года (~400 полетов в год)
- Тестирование: Полгода

Результат

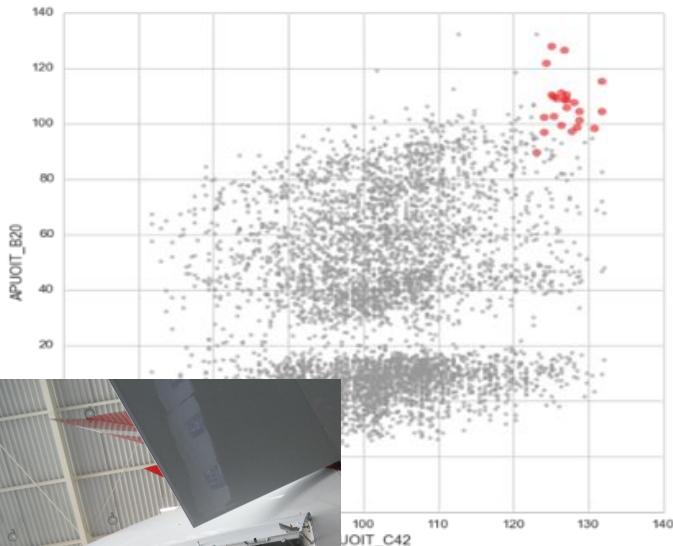
- Раннее предупреждение о возможности засорения
- Оценка **сокращения затрат** на обслуживание масляного фильтра - **50%**



Пример 3

Выход из строя вспомогательной силовой установки

Цель: сокращение затрат, связанных с простоем самолета из-за непредвиденных поломок ВСУ



Данные для анализа и обучения

- 30 самолётов и более 200 параметров
- Обучение: 3 года (~400 полетов в год)
- Тестирование: Полгода

Результат

- Раннее предупреждение о некоторых типах поломок
- **Сокращение затрат** от простоя самолета из-за непредвиденной поломки **на ~34%**
- Выявление поломок с точностью ~90% (на 9 правильно предсказанных поломок приходится 1 ложная тревога)



Пример 4

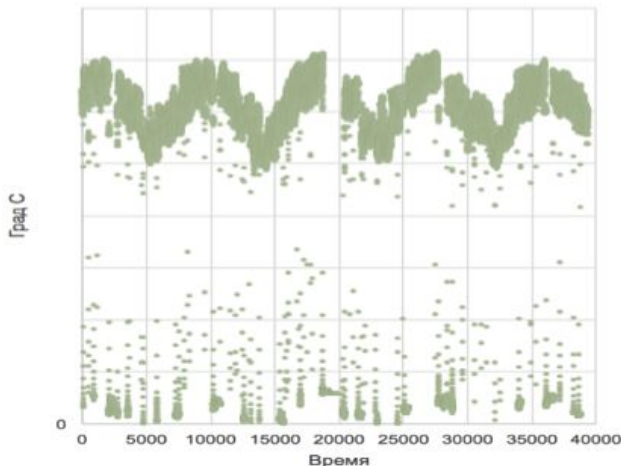
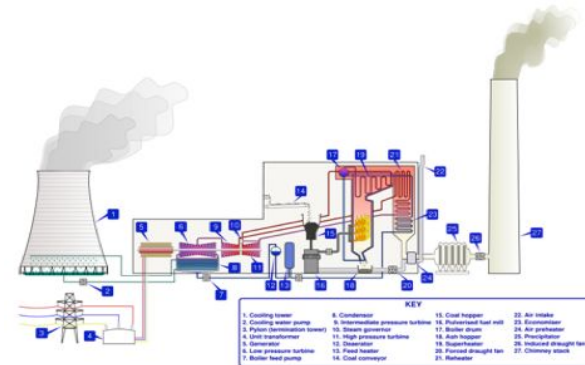
Потери мощности в ТЭЦ

Цели:

1. Детектирование мощностных потерь в системе
2. Локализация проблем, связанных со потерей мощности

Подзадачи

- Построение модели поведения системы в нормальных режимах
- Анализ чувствительности модели к изменению поведения (потенциальным поломкам)



Данные для анализа и обучения

- Многомерные временные ряды (200+ параметров, раз в 10 минут)

Результат

- Детектирование спада мощности в станции
- Определение проблемного участка
- Результаты подтверждены экспертами

Контакты

Павел Ерофеев

pavel.erofeev@phystech.edu

+7(906)0583492

Евгений Бурнаев

burnaev@iitp.ru

+7(926)5623355