



HighLoad++
FOUNDATION

Экскурсия в backend Интернета вещей

Владимир Плизга
Tibbo Systems

- ✖ Я – Владимир Плизгá
- ✖ 2011-2021: ЦФТ (Java)
- ✖ бэкенд Интернет-банков
- ✖ 2021-  : Tibbo Systems (Java)
- ✖ бэкенд IoT-платформы



  Toparvion

 toparvion.pro

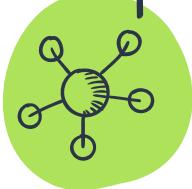
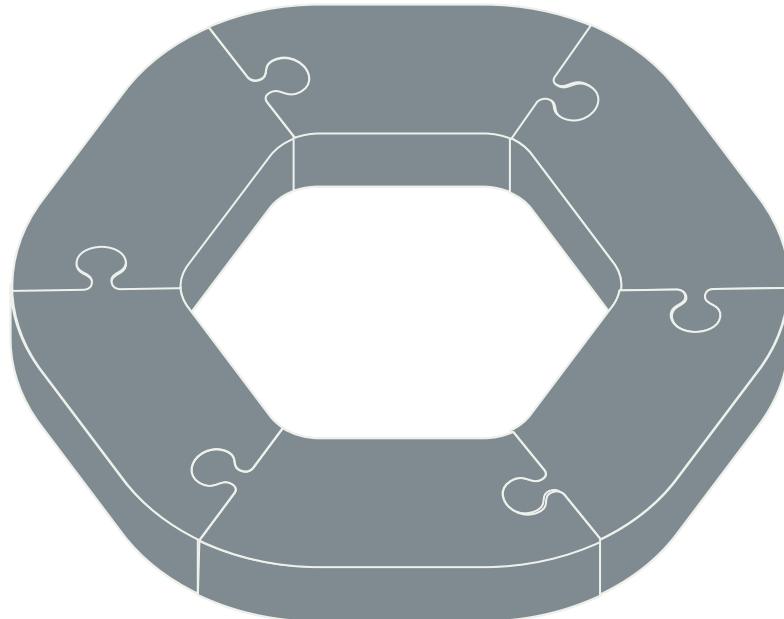




План зоопарка доклада

- ★ Примерно так, только про IIoT
- ★ А еще про IoT-платформу

ИОТ-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



I

FLEET MANAGEMENT

Каким его никто не видел



ЗНАКОМЬТЕСЬ!
ЕЕ ЗОВУТ МАЯ

И ОНА НЕ ОДНА



Мая



Мура



Шура



Бойка



Жаба



Cow_6



Cow_7

• • •



Cow_N



ЗАДАЧИ ПАСТУХА¹

- ✗ Вовремя отвести всех на выпас
- ✗ Никого не про反腐ить
- ✗ Вовремя всех собрать и отвести обратно

¹ Частный случай Fleet Management'а



Дух цифровой трансформации

Еще недавно здесь
висел обычный
колокольчик

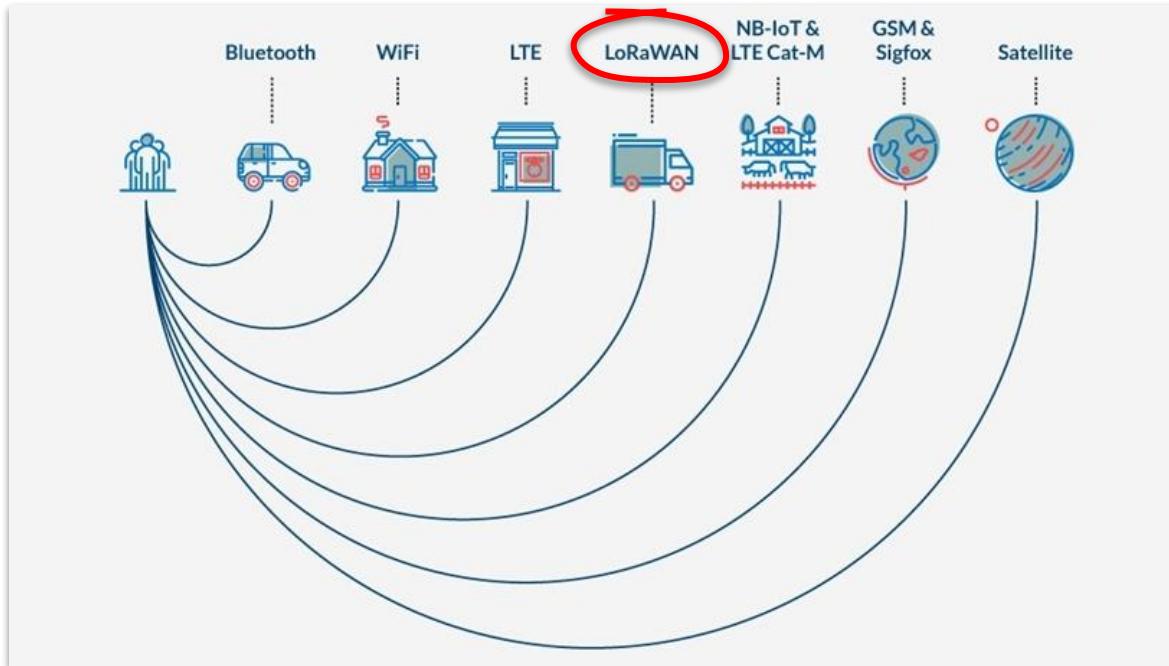


ТРЕКЕР ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КРС

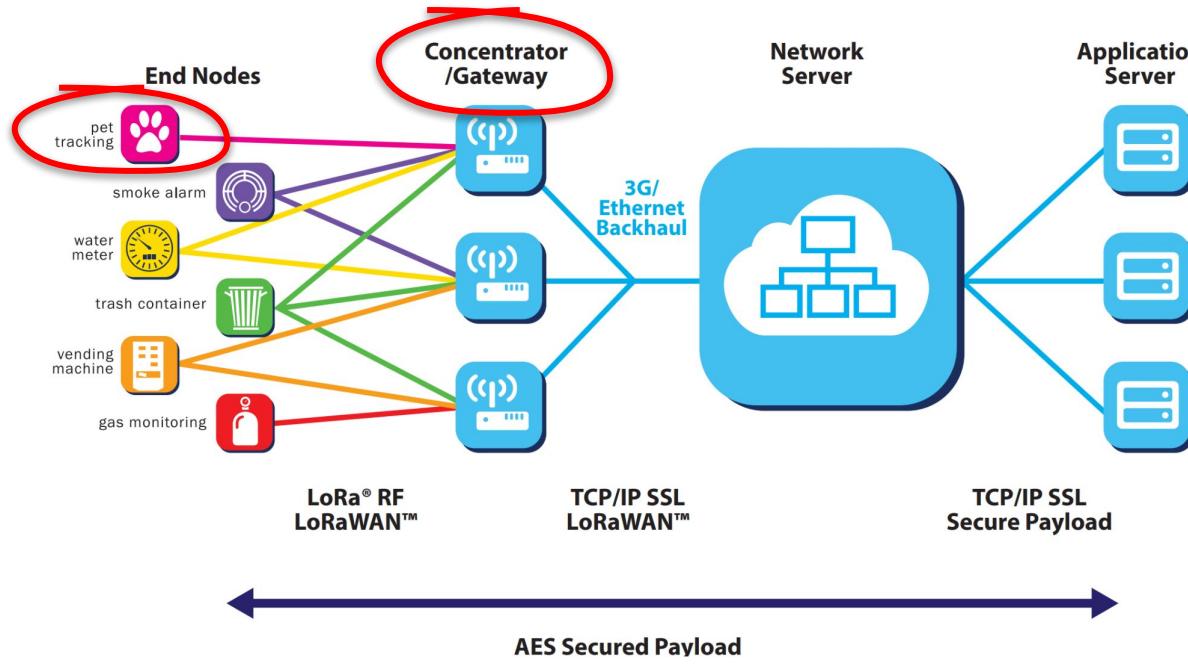
- ★ Масса <300 г
- ★ Приемник
GPS/ГЛОНАСС
- ★ Протокол передачи
LoRaWAN 1.0.3 class A



LORAWAN – LONG RANGE WIDE AREA NETWORK



КАК ПОЛУЧИТЬ ДАННЫЕ С УСТРОЙСТВА ПО LORAWAN



ВАРИАНТ АРХИТЕКТУРЫ БЭКЕНДА

- ✗ Платформа/язык – Java
 - ✗ т.к. надо запускаться где попало
- ✗ Подход – pub-sub
 - ✗ т.к. иначе устанем опрашивать
- ✗ Прикладной протокол – MQTT
 - ✗ т.к. (см. далее)



AggreGate



ThingWorx

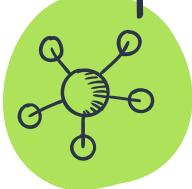
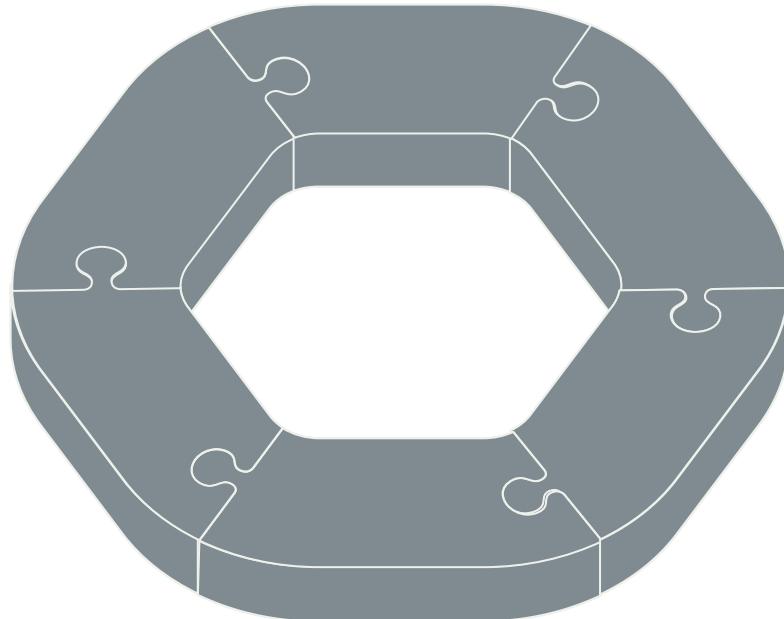


MQTT – MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT

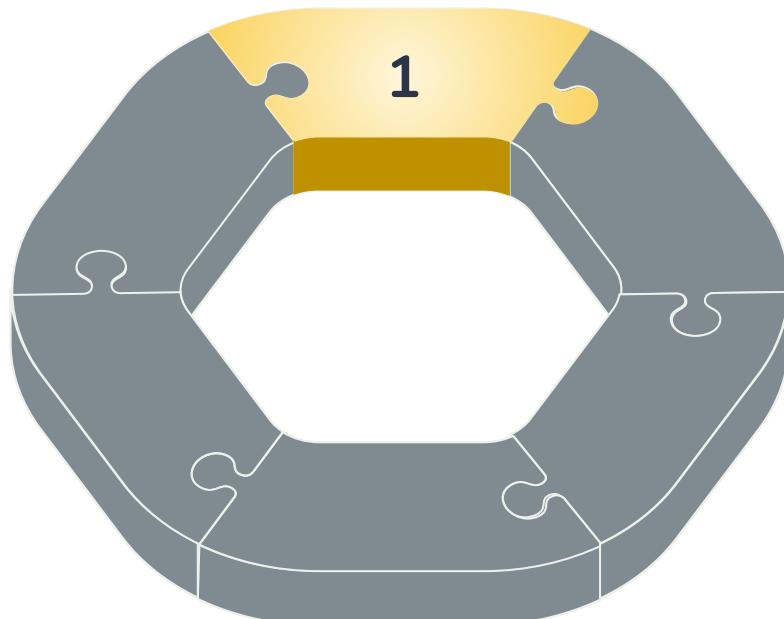
- ✗ Работает (в т.ч.) поверх TCP/IP
- ✗ Специально для полевых устройств
- ✗ Поддержан в проекте Eclipse Paho (в т.ч. Java)



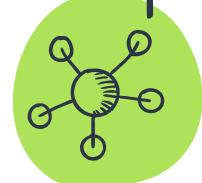
ИОТ-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



1 Полиглотность
интеграций



ВЫБИРАЕМ ХРАНИЛИЩЕ (1/2)

- ✗ Однотипные данные поступают часто и много
- ✗ Чтений значительно меньше
- ✗ Транзакционность и ACID не нужны



Колоночное NoSQL-хранилище



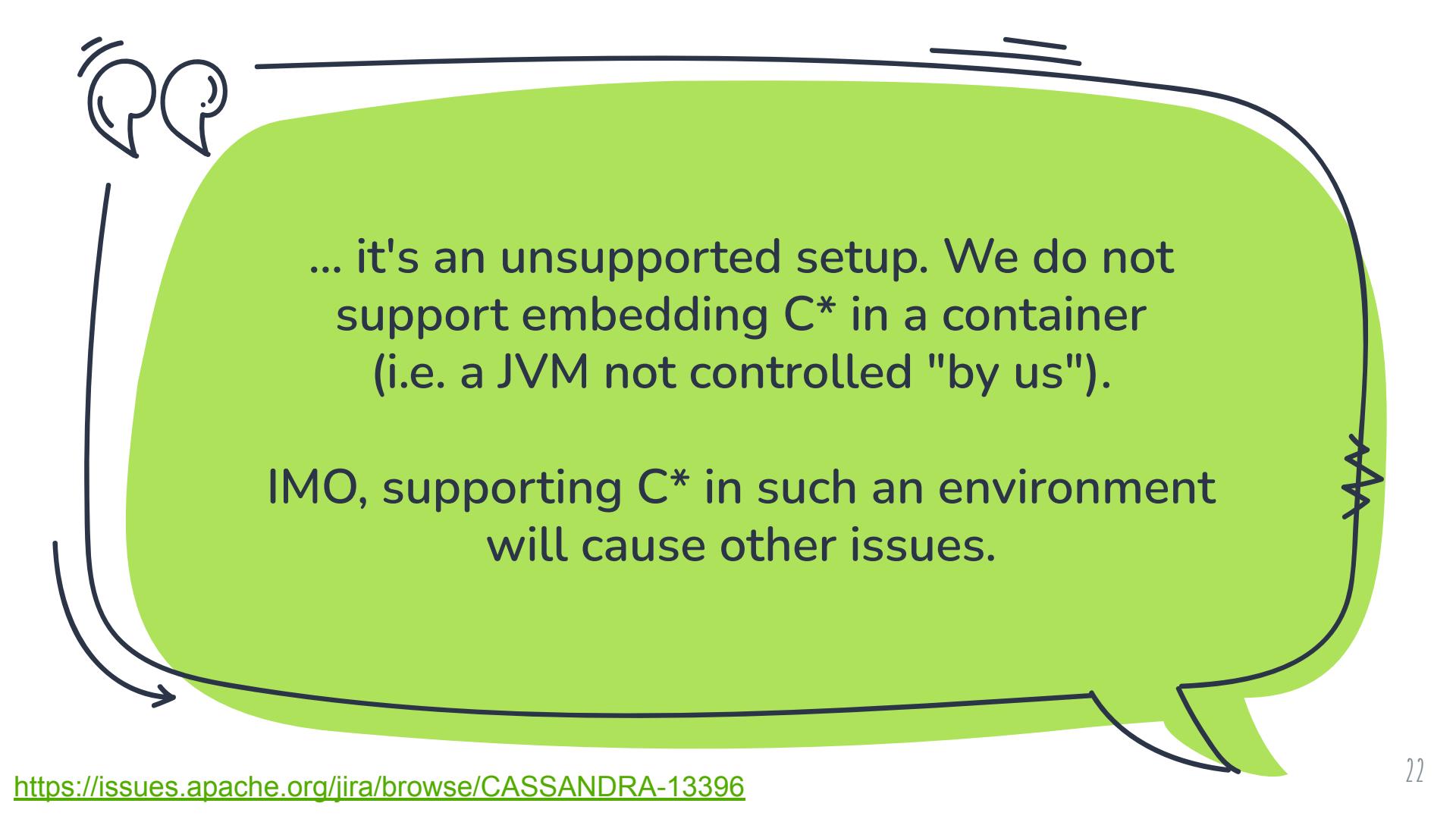
ВЫБИРАЕМ ХРАНИЛИЩЕ (2/2)

- ✗ Benchmarking Cassandra Scalability on AWS
— Over a million writes per second (Netflix)
- ✗ Платформа должна быть “коробочной”
- ✗ Но масштабирование важно сохранить



Cassandra





... it's an unsupported setup. We do not support embedding C* in a container (i.e. a JVM not controlled "by us").

IMO, supporting C* in such an environment will cause other issues.

Плюсы развертывания CASSANDRA в разных вариантах

Embedded

- ★ Только одна JVM
- ★ Нулевой сетевой лаг
- ★ Единство настроек

External

- ★ Разные JVM
- ★ Масштабируемость
- ★ Гибкость настроек



ВАРИАНТ КОМПРОМИССА НА ПРИМЕРЕ AGGREGATE

Server Configuration - Configuration (config)

You are locking this context for editing

General Settings Database Cluster License Server Event Processing Security Devices Statistics Active Plugins Store Logger Validators

WARNING: Saving database cluster property changes can cause cluster database synchronization that takes significant time. Do not stop server while database synchronization.

Storage Customization

- Configuration Storage
- Event Storage**
- Binary Data Storage

Relational Database

Key-Value Storage

NoSQL Storage

- Use Embedded Service**
- Use external YAML configuration file**
- Database Port
- Storage Directory
- Commitlog Directory
- Caches Directory
- Replication Factor

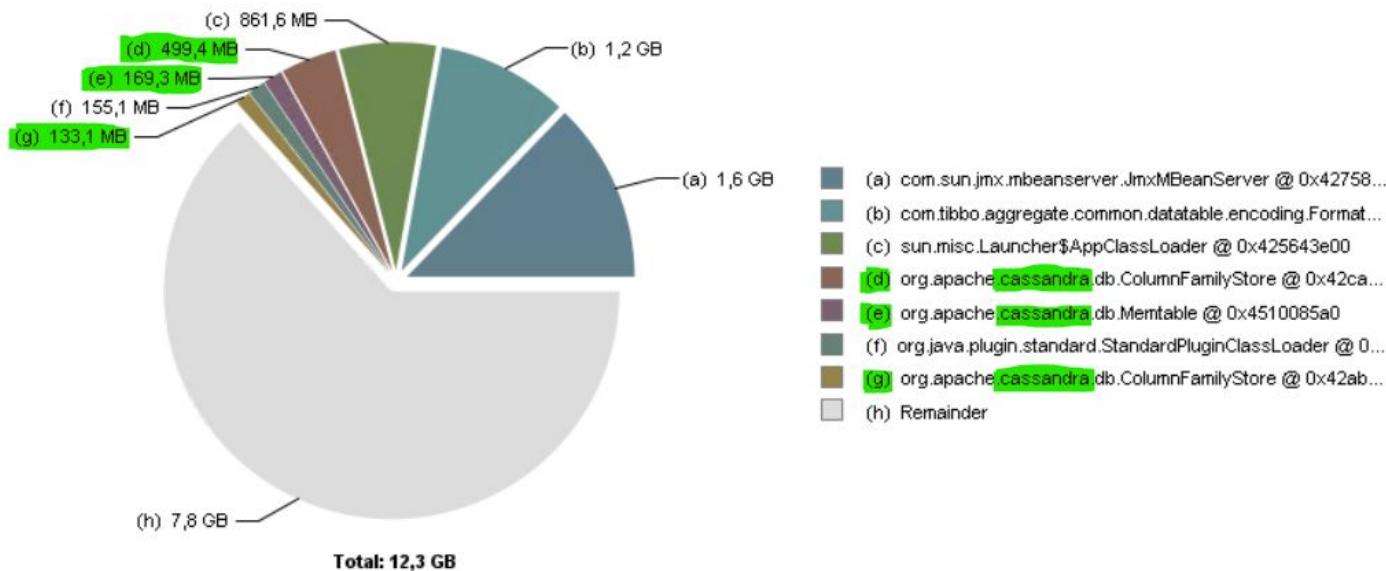
File Storage
NoSQL Storage
File Storage

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9042	<Not set>
<Not set>	<Not set>
1	



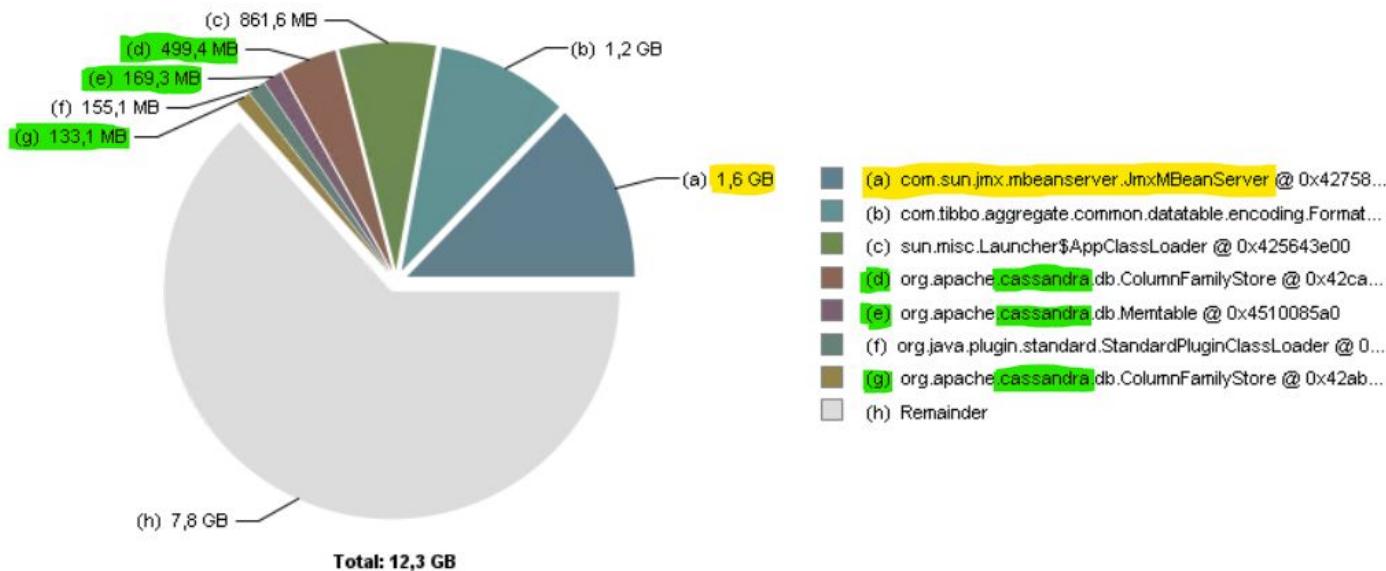
Когда EMBEDDED уже не торт (1/3)

▼ Biggest Objects (Overview)



Когда EMBEDDED уже не торт (2/3)

▼ Biggest Objects (Overview)

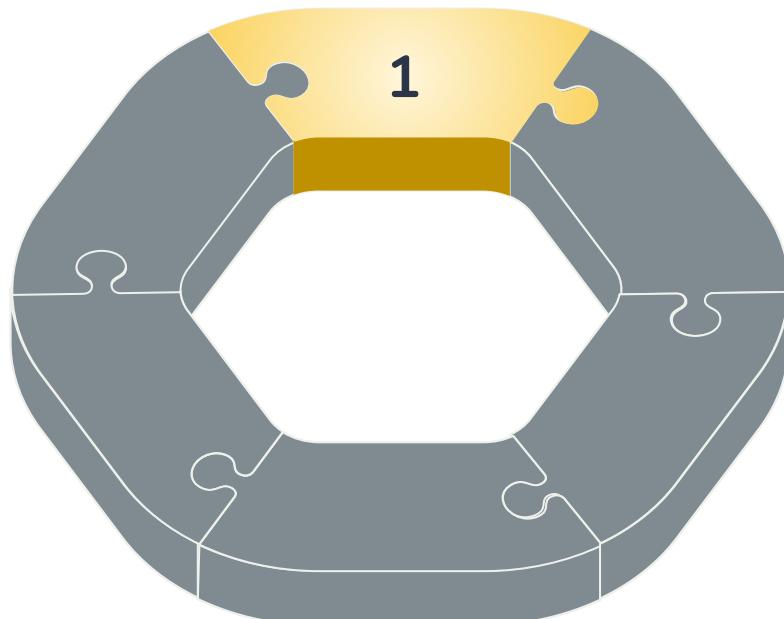


Когда EMBEDDED уже не торт (3/3)

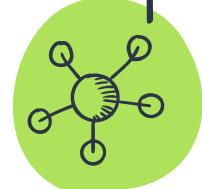
Class Name	Shallow Heap	Retained Heap
	<Numeric>	<Numeric>
> <Regex>		
com.sun.jmx.mbeanserver.JmxMBeanServer @ 0x4275897b8	40	1 688 008 552
> outerShell com.sun.jmx.mbeanserver.JmxMBeanServer @ 0x4275897b8	40	1 688 008 552
mbslInterceptor com.sun.jmx.interceptor.DefaultMBeanServerInterceptor @ 0x4275c3738	40	1 688 008 272
> server com.sun.jmx.mbeanserver.JmxMBeanServer @ 0x4275897b8	40	1 688 008 552
repository com.sun.jmx.mbeanserver.Repository @ 0x427590828	32	1 688 007 768
repository domainTb java.util.HashMap @ 0x42758b720	48	1 688 007 592
table java.util.HashMap\$Node[32] @ 0x494b961b0	144	1 688 007 544
[9] java.util.HashMap\$Node @ 0x42a53d050	32	1 673 937 224
value java.util.HashMap @ 0x42aa8fcf0	48	1 673 937 192
> table java.util.HashMap\$Node[2097152] @ 0x477f231c8	8 388 624	1 673 937 128
<class> class java.util.HashMap @ 0x42574ca38 System Class, JNI Global	40	168
values java.util.HashMap\$Values @ 0x6bebaeb28	16	16
Σ Total: 3 entries		
key java.lang.String @ 0x425a0c730 org.apache.cassandra.metrics	24	96
<class> class java.util.HashMap\$Node @ 0x428e28d48 System Class	8	32
Σ Total: 3 entries		



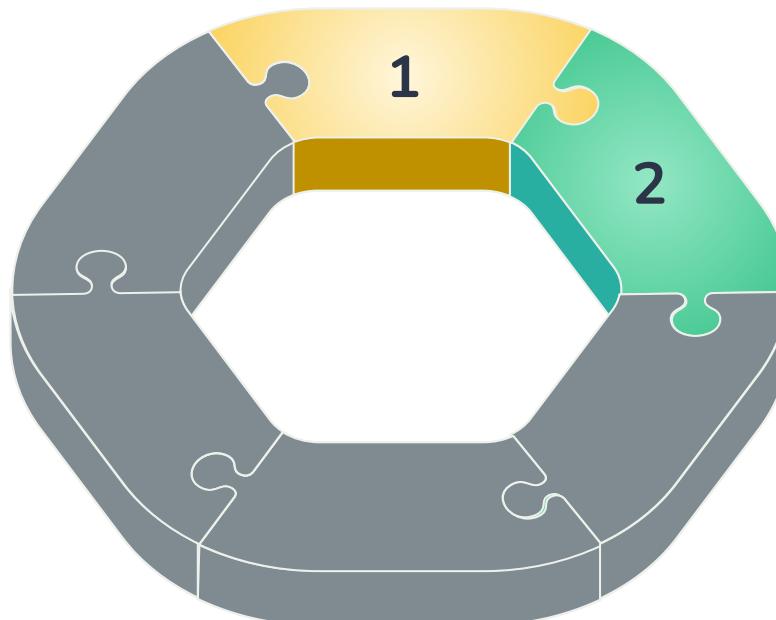
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



1 Полиглотность
интеграций

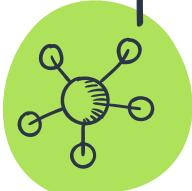


IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ

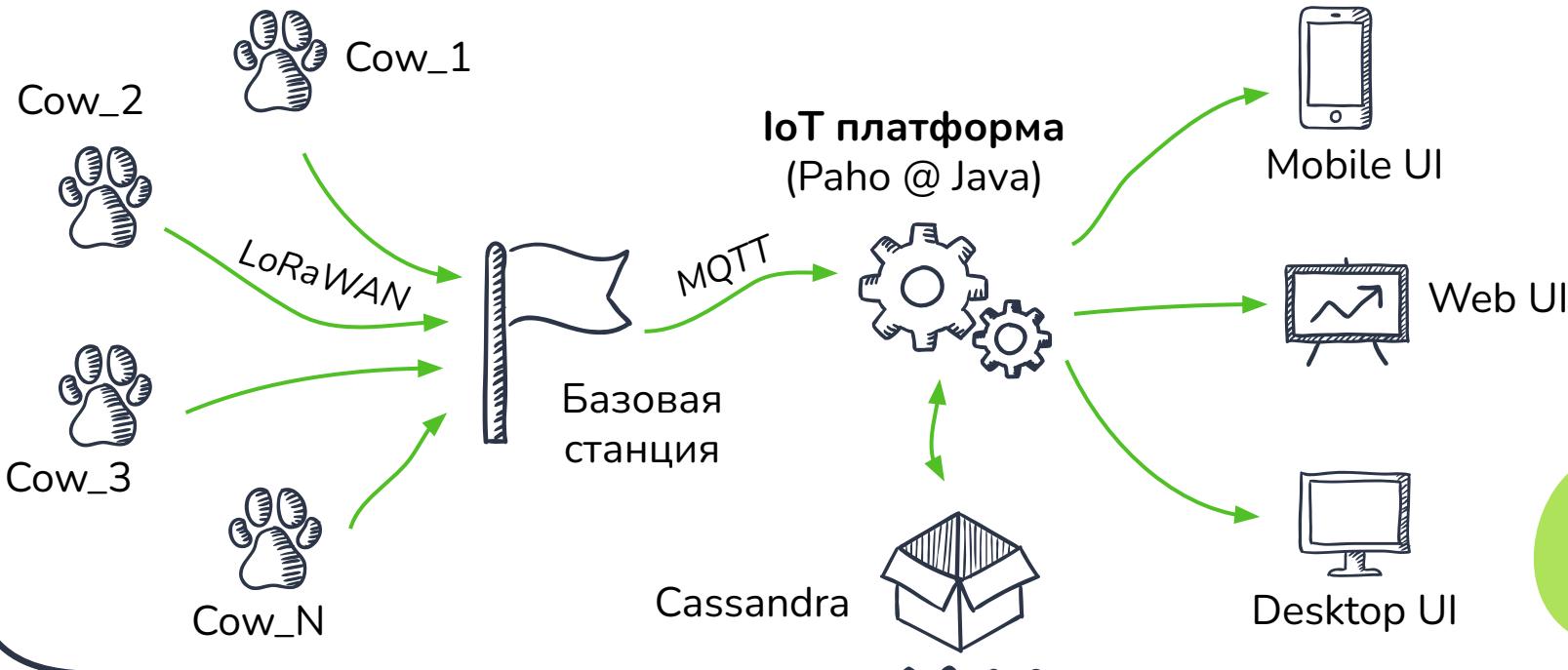


1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

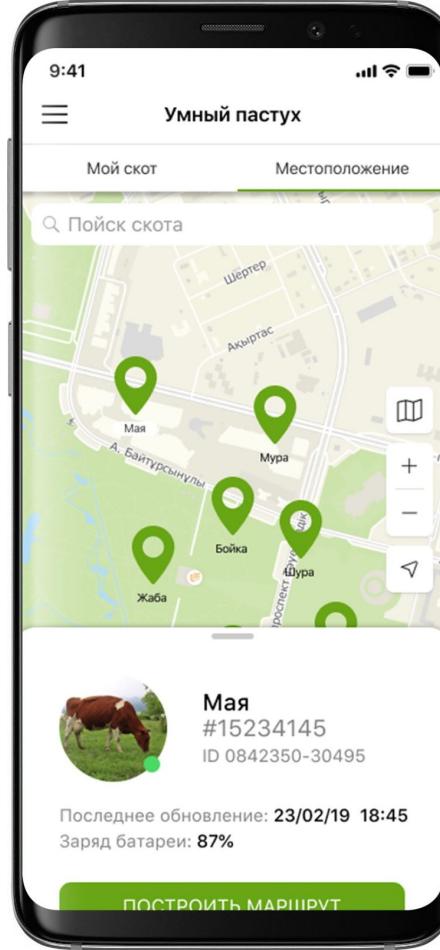


ОБЩАЯ КАРТИНА



А НА САМОМ ДЕЛЕ

- ★ Мобильное приложение под iOS и Android
- ★ Бэкенд на AggreGate
- ★ Обновление координат каждые **несколько минут**



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Важен выбор не языка, а его экосистемы
- ✗ (не)Критичность данных решает многое
- ✗ Коровы тоже прыгают



2

Интеллектуальный анализ

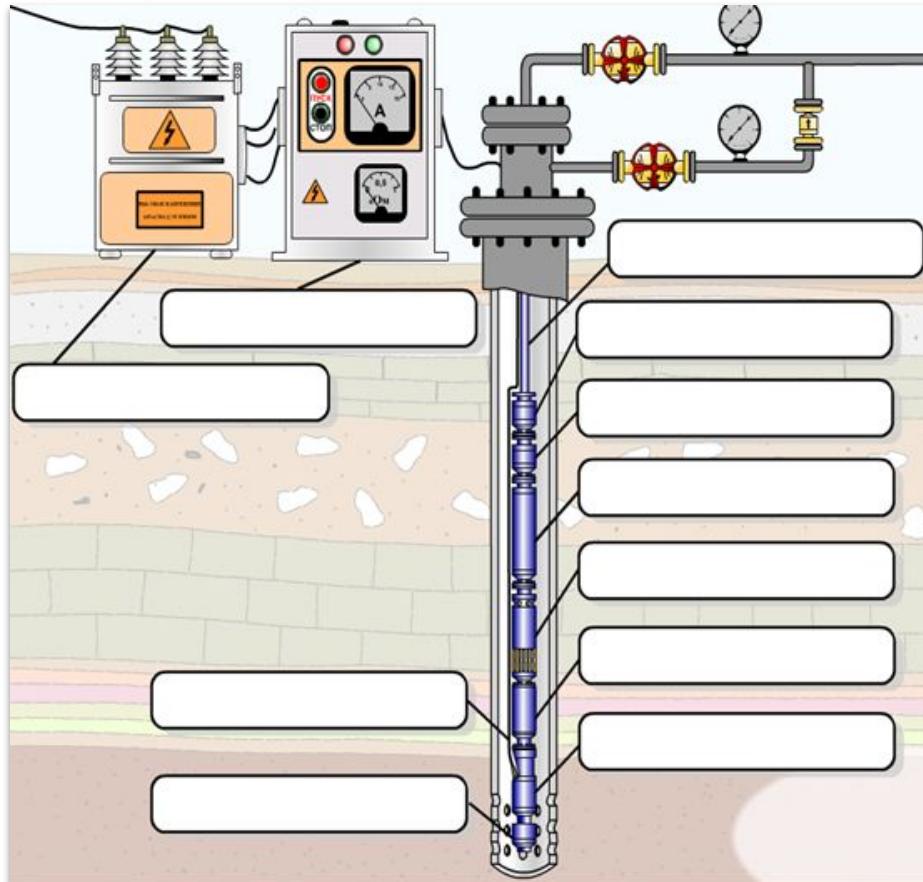
машинных данных



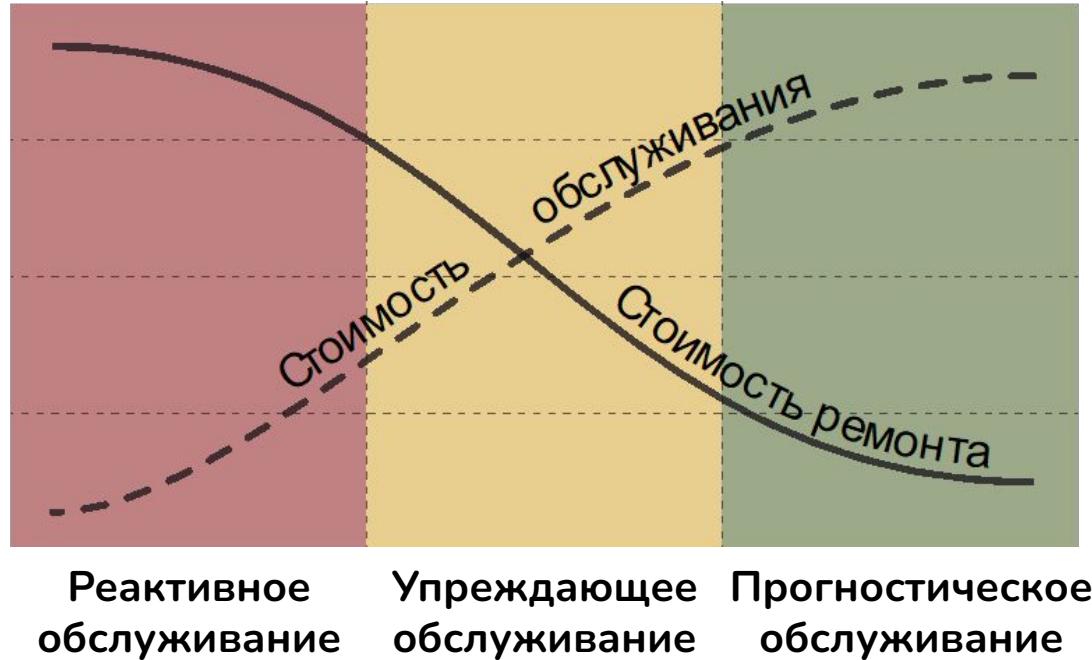
ЧАЯНДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ
ЯКУТИЯ

Установка Электроприводного Центробежного насоса

- ★ Служит для откачки нефти, воды, газа, ...
- ★ Имеет длину до 50 м



Разновидности обслуживания



ПРИЧЕМ ЗДЕСЬ ИОТ [ПЛАТФОРМА]?

Получение

Обработка

Выдача

ModBus, OPC,
BacNet, SNMP,
COM, MQTT, ...

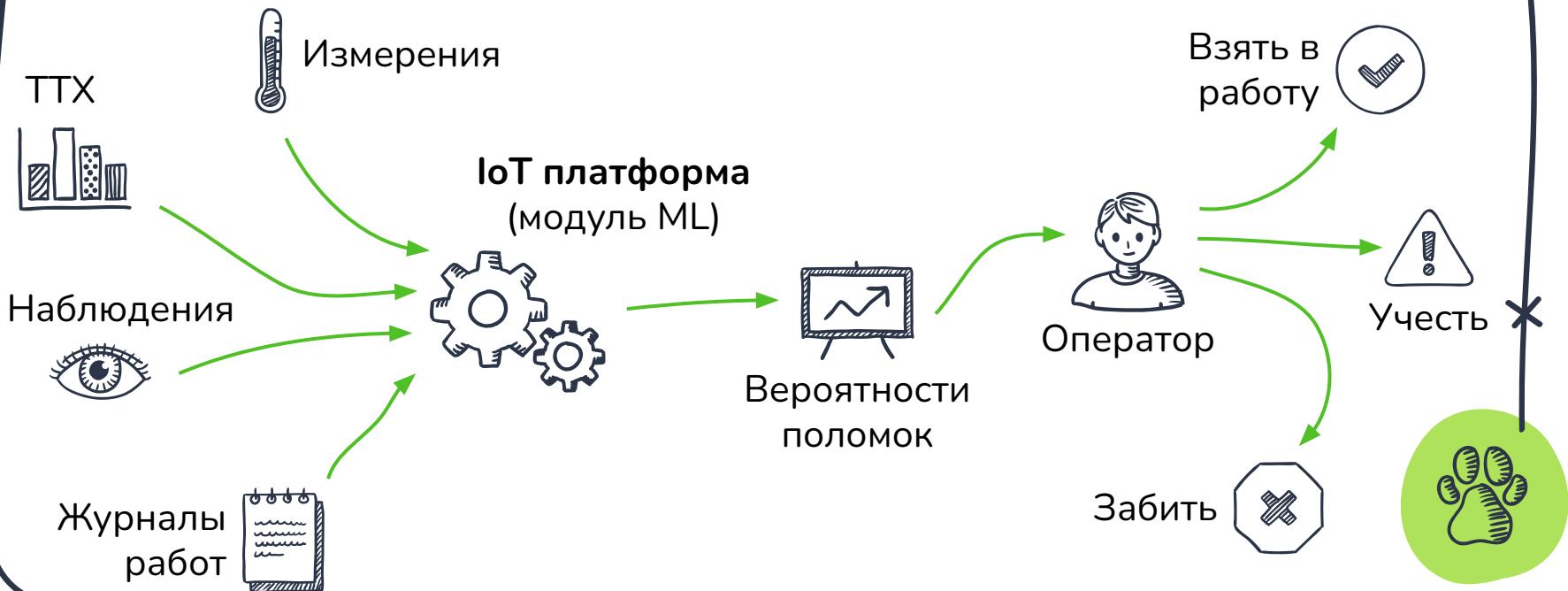
Статистика, ML,
корреляция,
фильтрация, ...

GUI, e-mail,
PDF, REST API,
SOAP, SMS, ...

Удобно делать **одним** инструментом



КАК РЕАЛИЗУЕТСЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



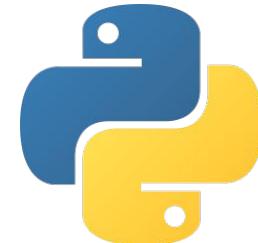
А ЧТО ПОД КАПОТОМ? (AGGREGATE)

- ✗ Поддержаны 3 типа задач ML:
 - ✗ регрессия
 - ✗ классификация
 - ✗ обнаружение аномалий
- ✗ Библиотека Weka
 - ✗ база знаний называется “Weka Wiki”

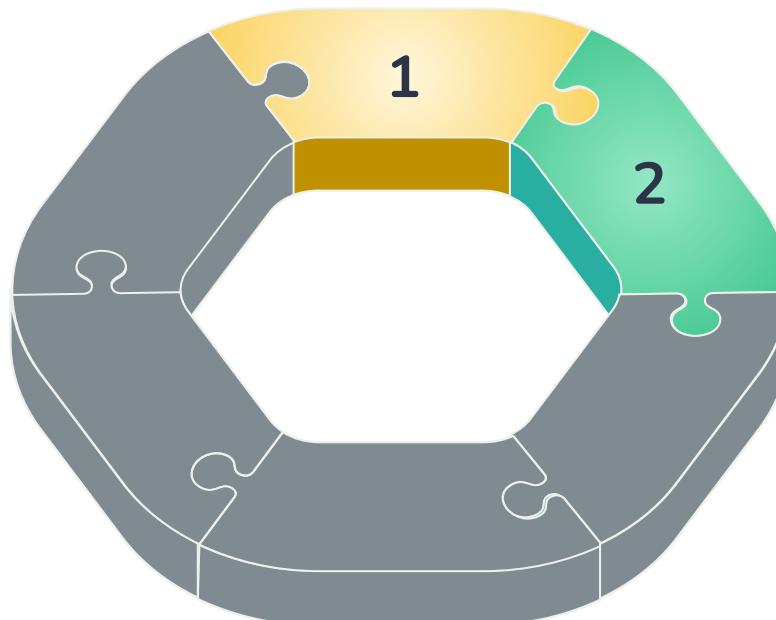


А ЕСЛИ НЕ JAVA? КАК НАСЧЁТ PYTHON?

- ✖ Поддерживается библиотека JEP
- ✖ Java Embedded Python
- ✖ Работает через JNI и CPython API
- ✖ потому что важна скорость
- ✖ Полагается на библиотеку Pandas

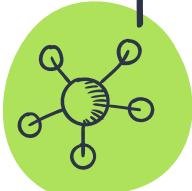


IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ

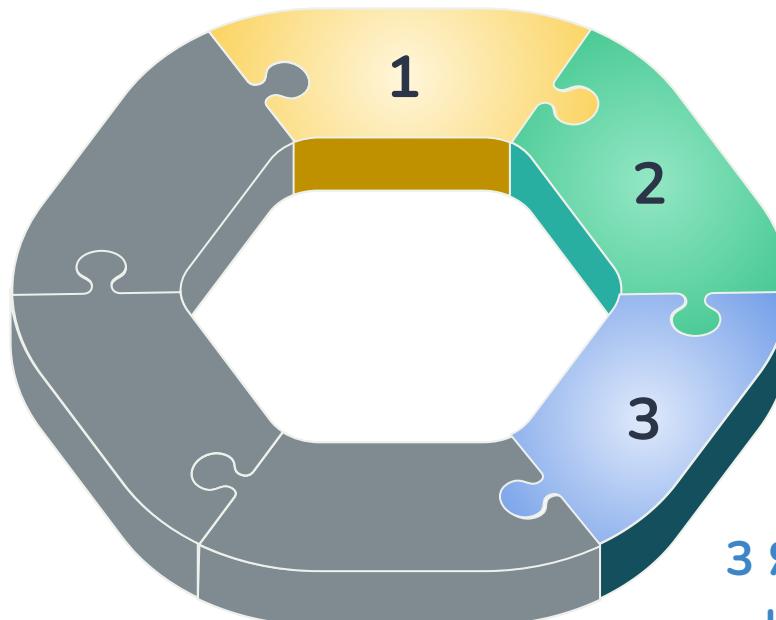


1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение



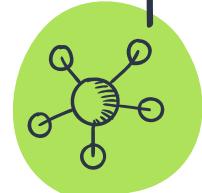
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



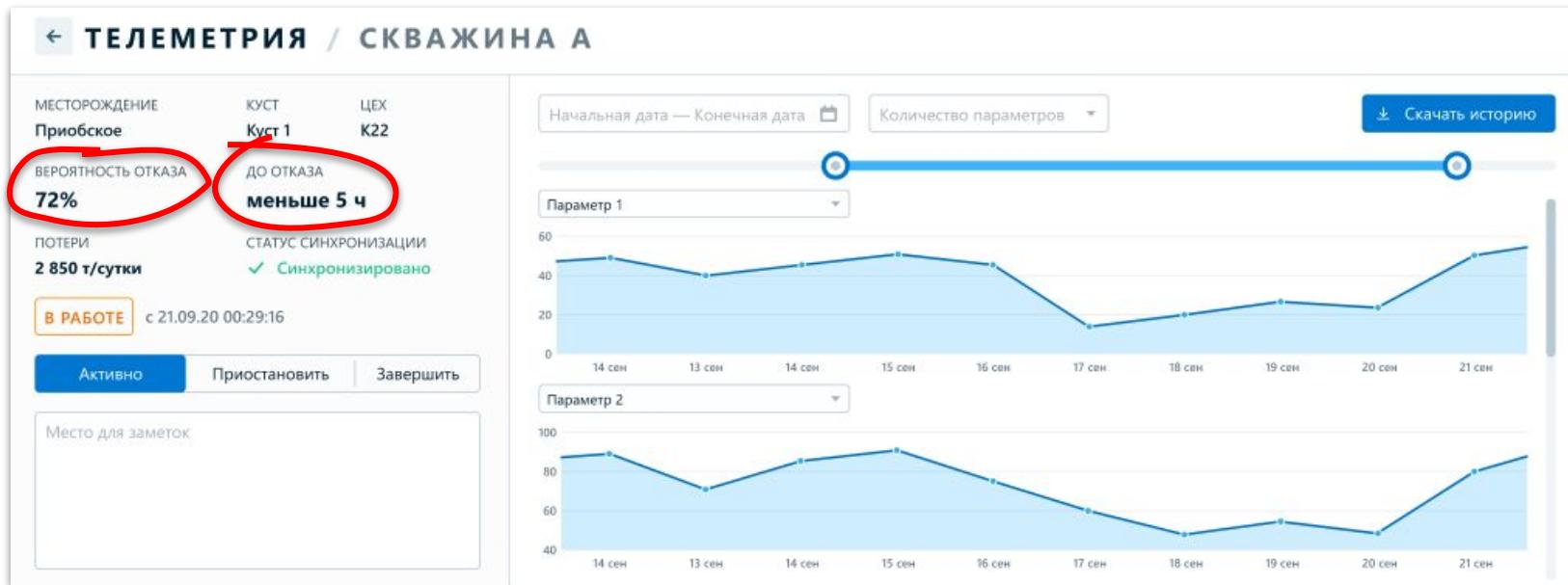
1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

3 Языковой
интероп



А ВОТ ЧТО ВИДЯТ ОПЕРАТОРЫ



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Прогностические ТОиР применяются не от хорошей жизни
- ✗ Обработка машинных данных – богатая область для методов ML
- ✗ ИИ, конечно, хорошо, но ~~Михалыч знает лучше~~ гибридные модели надежнее



4

НОРМАЛИЗАЦИЯ, или Как связать несвязуемое

ЧТО МЫ ИМЕЕМ

- ✗ Собирать данные с устройств (🐮)
- ✗ Интеллектуально обрабатывать их (💻)
- ✗ Красиво визуализировать (🤖¹)

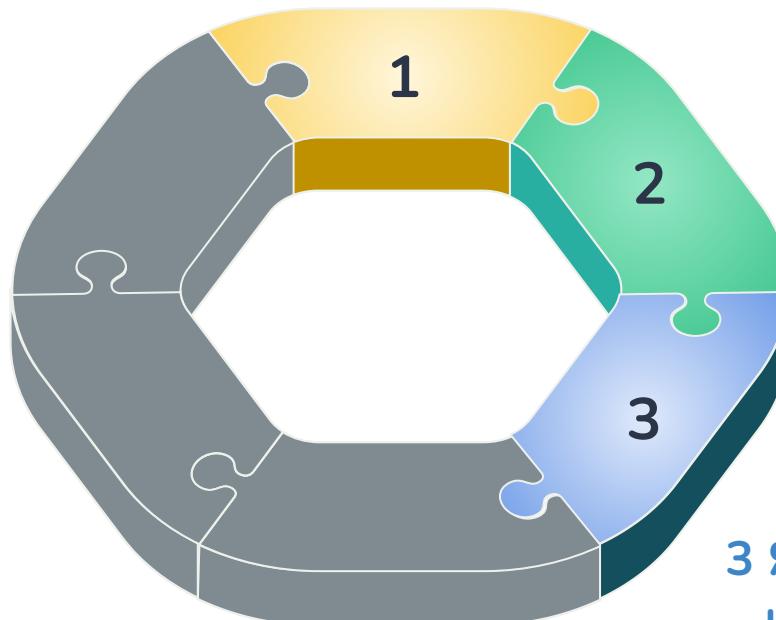
1



Игрушечная линия по производству сахара
demo.aggregate.digital



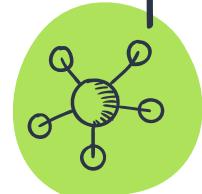
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



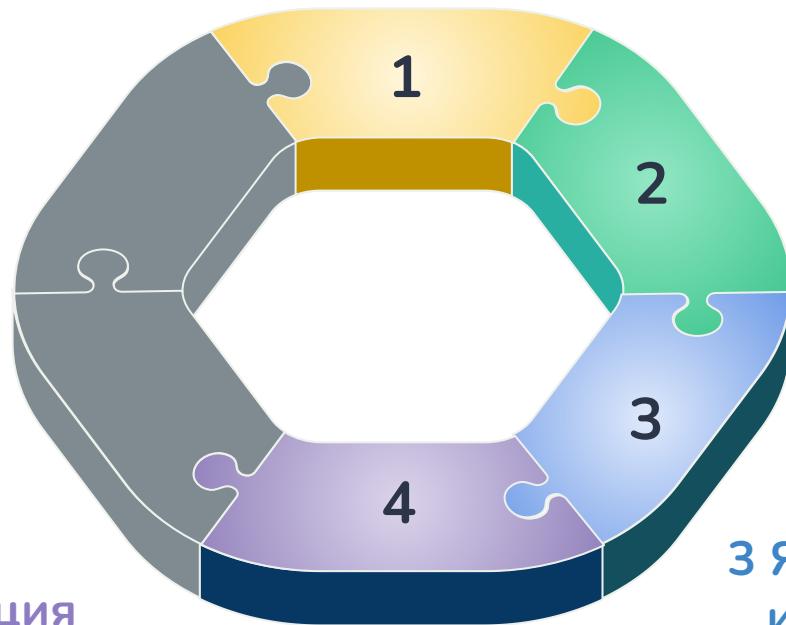
1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

3 Языковой
интероп



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ

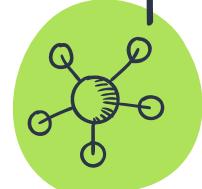


4 Визуализация

1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

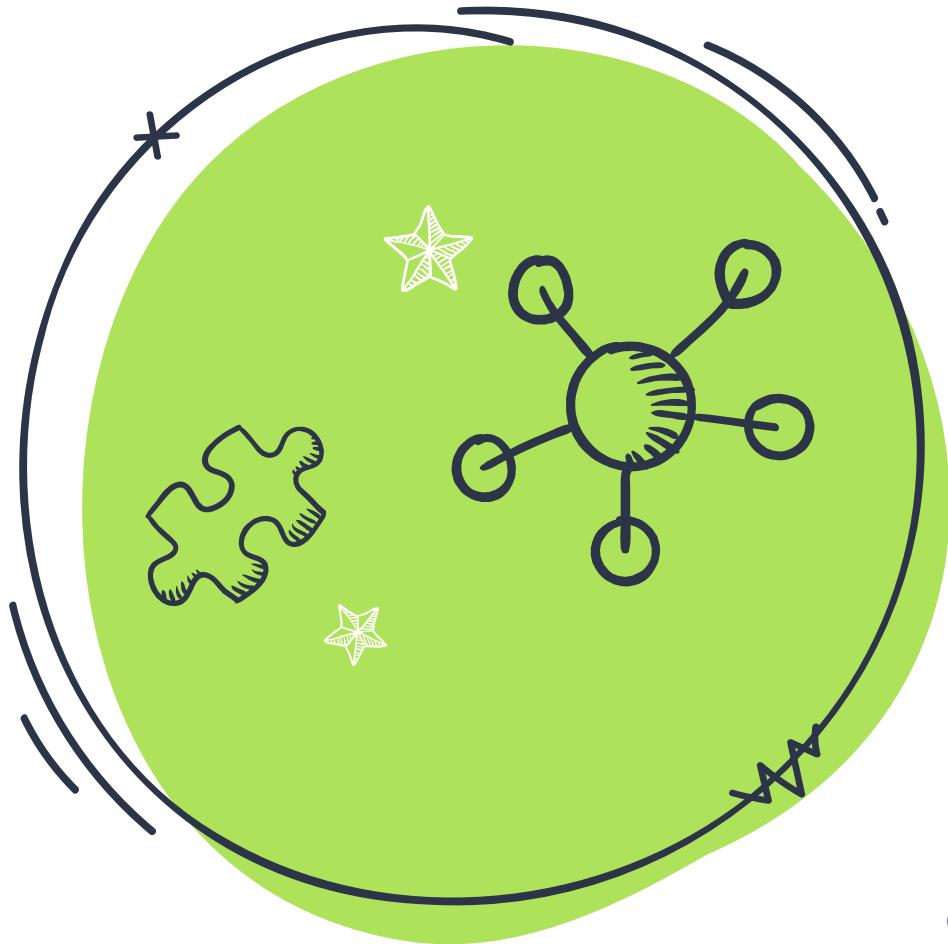
3 Языковой
интероп



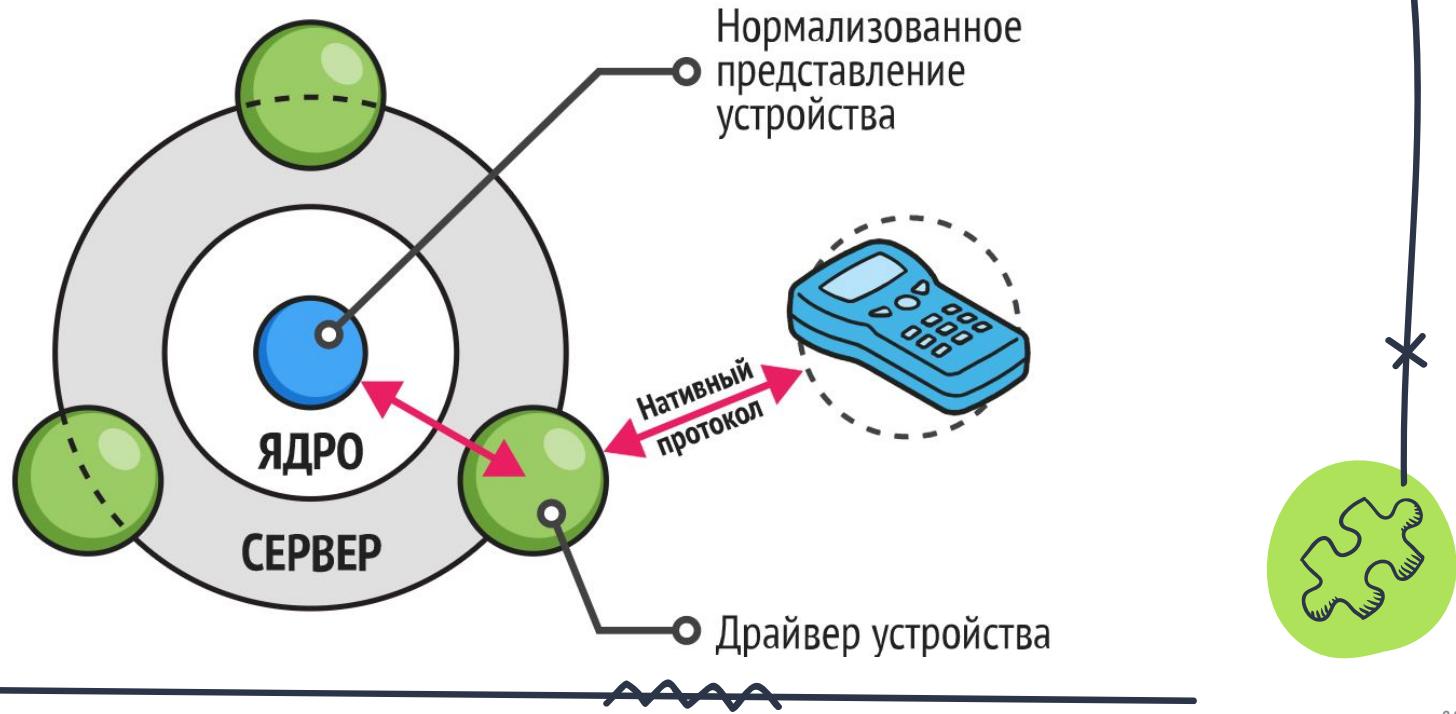
НЕДОСТАЮЩЕЕ ЗВЕНО

Хорошо иметь отдельные
“кубики”.

Но как построить из этого,
например, цифровую
шину предприятия?

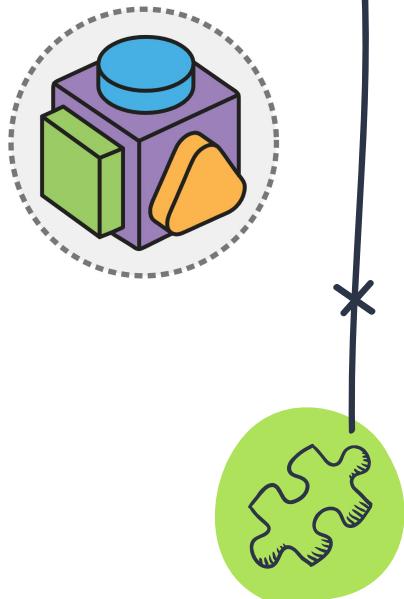


ОТВЕТ: НОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ



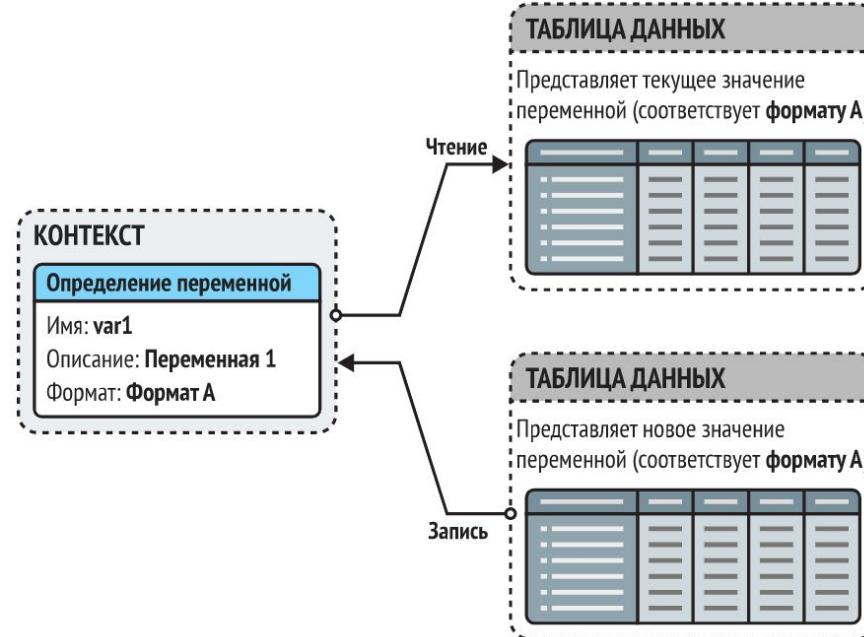
ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ (AGGREGATE)

- ✗ Содержит нормализованные данные
- ✗ Организует данные в контексты
- ✗ В каждом контексте:
 - ✗ функции
 - ✗ события
 - ✗ **переменные**



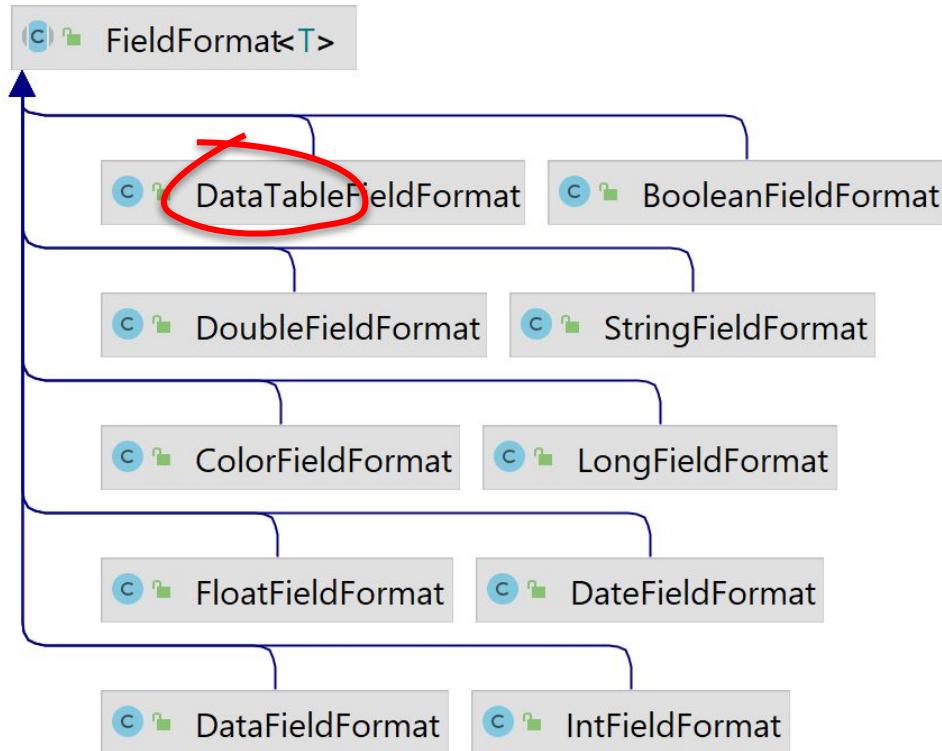
ПЕРЕМЕННАЯ В ЕДИНОЙ МОДЕЛИ – ЭТО:

- Примитив
- Объект
- Массив
- Таблица



ФОРМАТ ТАБЛИЦЫ ИЗНУТРИ

- ★ Содержит список ее полей с их типами
- ★ Обеспечивает валидацию данных таблицы



ЗА ЧЕЙ СЧЕТ БАНКЕТ?

- ✗ Транзиентный кэш
- ✗ RAM (SoftReference)
- ✗ Персистентный кэш
- ✗ File / RDBMS / NoSQL
- ✗ Строковая сериализация
- ✗ с прозрачным сжатием

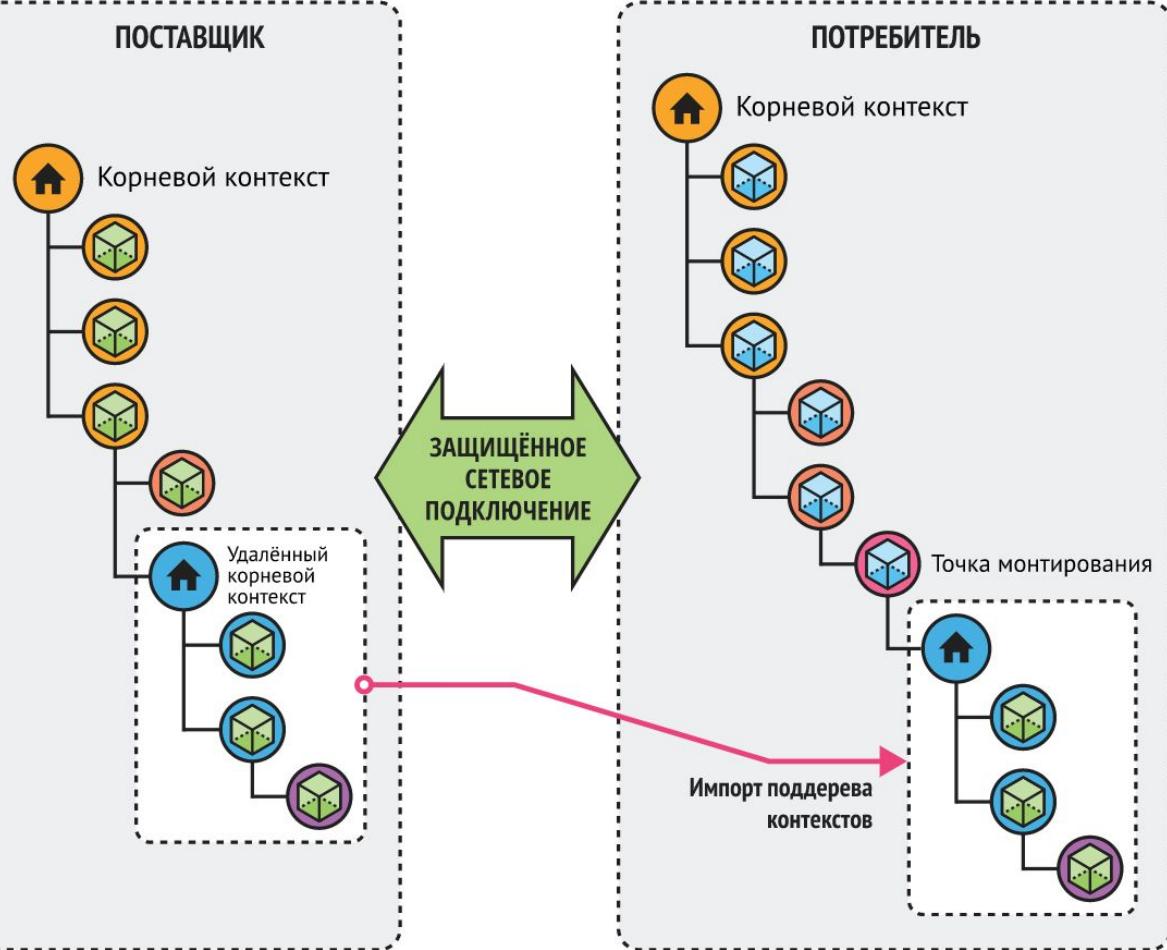


ДЕРЕВО КОНТЕКСТОВ

- ★ Контекст – логический контейнер данных от устройства или ресурса
- ★ Сильно облегчает групповые действия

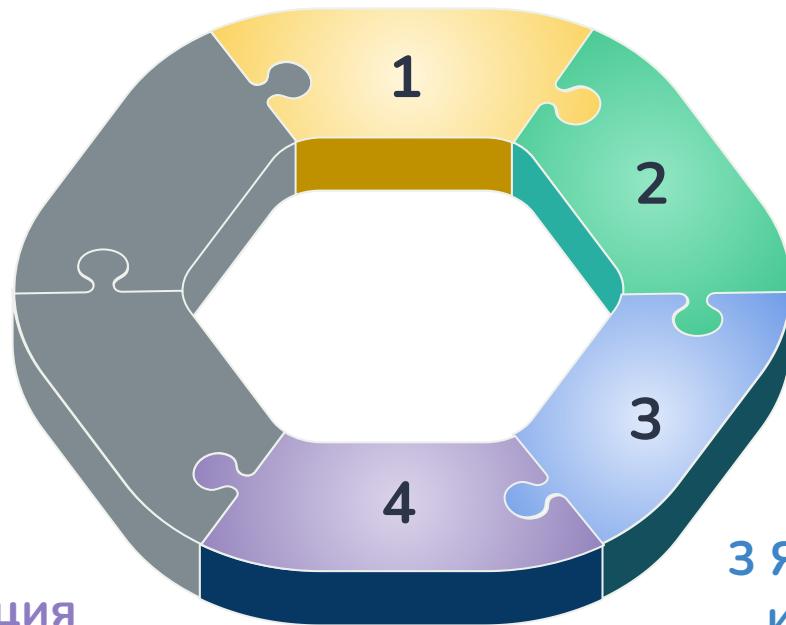


РАСПРЕДЕЛЕННАЯ АРХИТЕКТУРА



- ★ Метод горизонтального масштабирования AggreGate
- ★ Может сочетаться с отказоустойчивым кластером

IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ

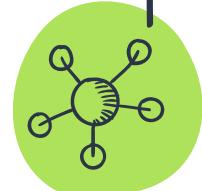


1 Гибкое
хранение

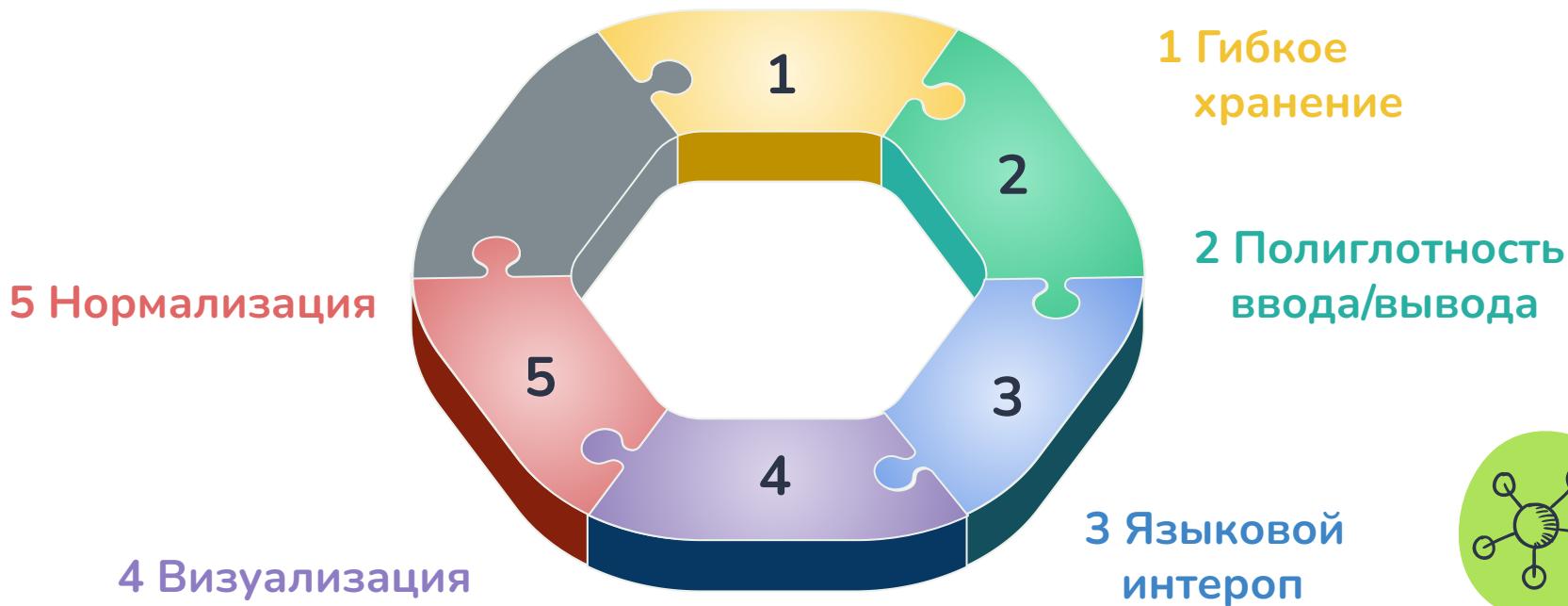
2 Полиглотность
ввода/вывода

3 Языковой
интероп

4 Визуализация



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



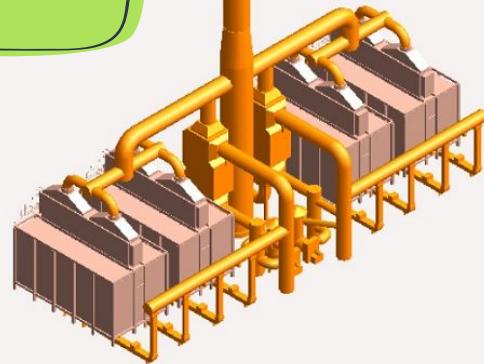
4½

РЕАЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ

применения единой модели данных

Титул 0300-0302

Переменная
(скаляр)



Печи глубокой переработки

Титул 0303

Азота оксиды

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Углерода оксид

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Сероводород

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Серы диоксид

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Титул 0304

Азота оксиды

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Углерода оксид

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Сероводород

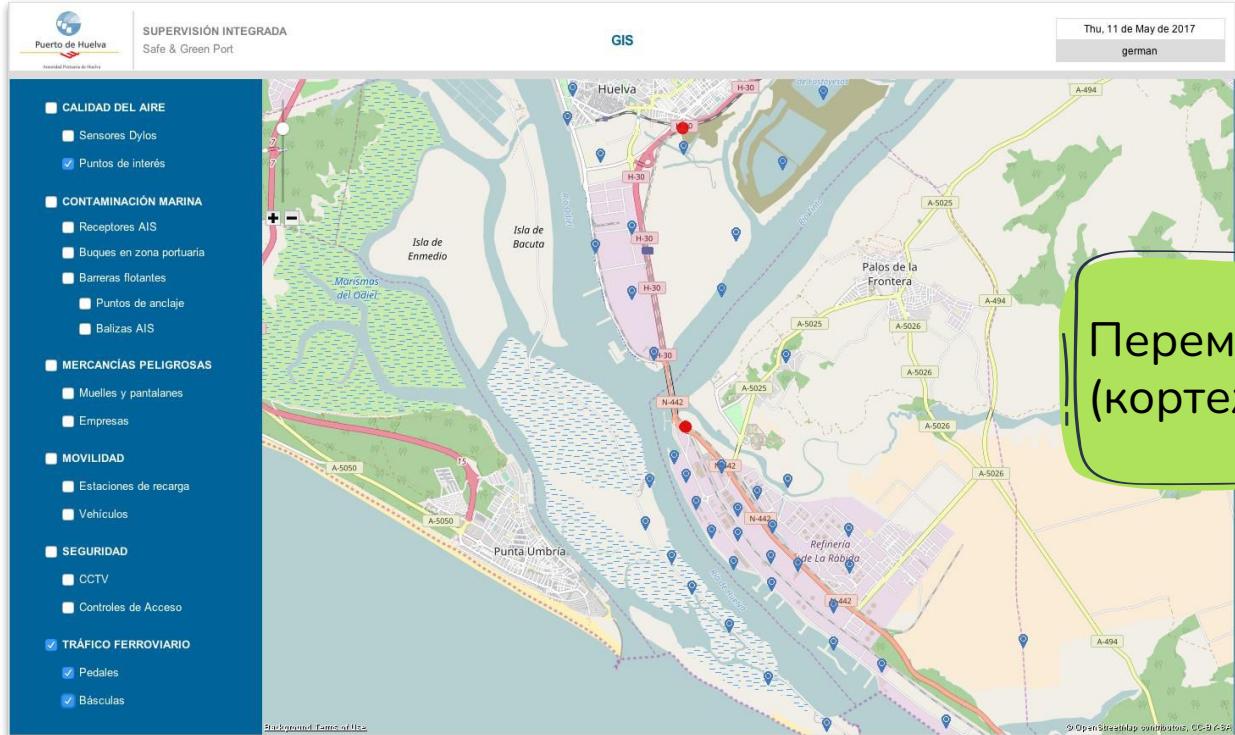
Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Серы диоксид

Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Содержание газа в воздухе





Геопозиция объекта

Переменная
(кортеж)



Информация по устройству - 780747-780989 (iPasolink 200 / 10.16.209.194)

Общая информация: 780747-780989 (iPasolink 200 / 10.16.209.194)

IP IDU	10.16.209.194
Время работы	9 Месяцы 5 Дни 6 Часы 24 Минуты 56 Секунды
Текущее время на устройстве	Thu Nov 17 23:28:51 MSK 2016



IDU / Card

#	Item	Code No.	Name	Serial No.	Manufactured Date	Hardware Version
1	IDU	NWA-055267-001	MDP-400MB-1B	00116865	2012.05	1.00
2	Main Board	NWA-055288-103	MAIN BOARD	00118171	2012.05	4.00
3	FAN-C	NWA-055294-001	FAN-C	00146084	2012.05	2.00

FPGA Information

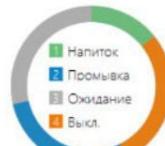
#	Name	Code No.	Version
1	-	-	2.24

Переменная
(таблица)



Список сетевых интерфейсов

КОФЕМАШИНА Thermoplan black and white 3 №1



Ток, фаза А
Напряжение, фаза А

Суммарная мощность (S)

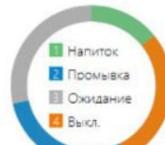
24 часа

Событие
(адрес машины)



24 часа

КОФЕМАШИНА Thermoplan black and white 3 №2



Ток, фаза А
Напряжение, фаза А

0.38
220.57

А
В

Суммарная мощность (S)

24 часа



24 часа



Исчерпание зерна в кофемашине

Управление: подъезд 1

Подключение		Режим	Дверь №1	Дверь №2	Дверь №3
Устройство: Контроллер	Статус: Подключено	Автомат	Открыто	Открыто	Открыто
Пожар		<input type="button" value="Ручной"/>	<input type="button" value="Открыть"/>	<input type="button" value="Открыть"/>	<input type="button" value="Открыть"/>
		<input type="button" value="Автомат"/>	<input type="button" value="Закрыть"/>	<input type="button" value="Закрыть"/>	<input type="button" value="Закрыть"/>

Кол-во записей (БД/Контроллер): 47/0 Требуется синхр. изменения

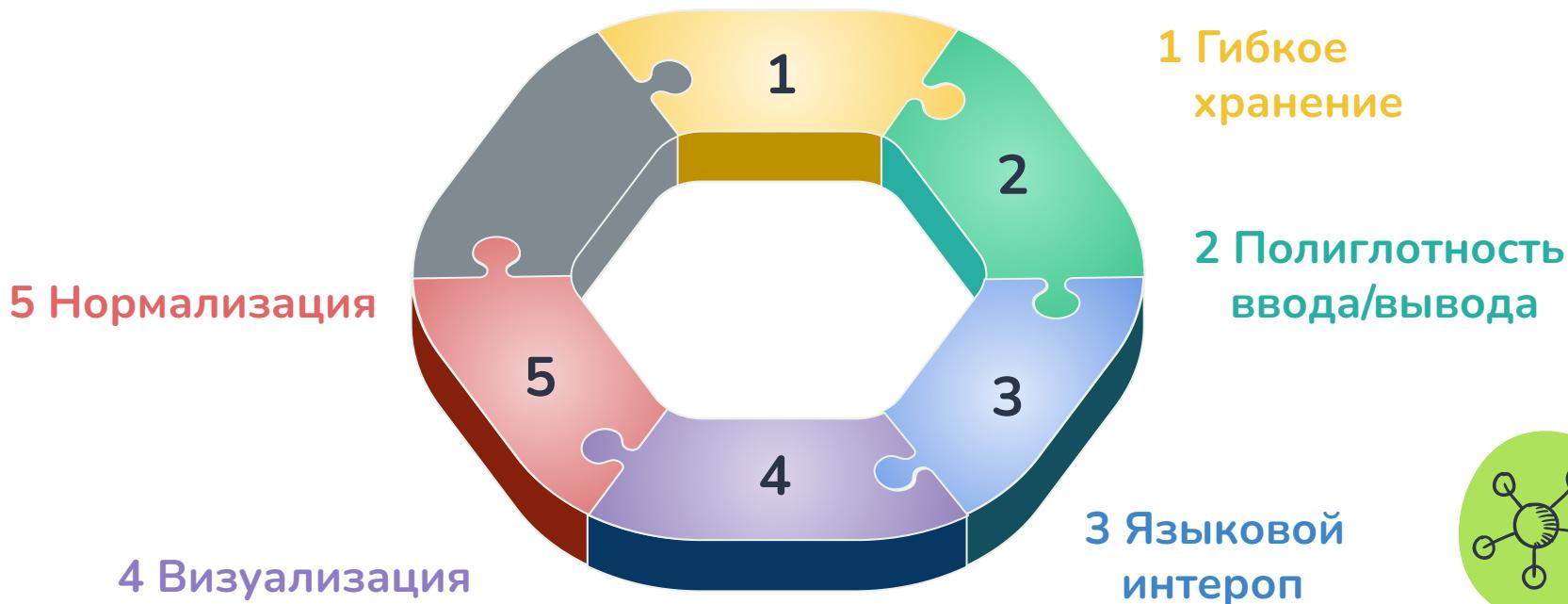
#	ID пользователя	ФИО	Адрес	Примечания
1	788696	Смирнов	Микрорайон в лесу	Действующая
2	523438	Иванов	Микрорайон в лесу	Действующая
3	714661	Кузнецов	Микрорайон в лесу	Действующая
4	790314	Попов	Микрорайон в лесу	Действующая
5	858291	Соколов	Микрорайон в лесу	Действующая
6	790695	Лебедев	Микрорайон в лесу	Действующая
7	770706	Козлов	Микрорайон в лесу	Действующая
8	690216	Новиков	Микрорайон в лесу	Действующая

**Функция
(номер замка)**

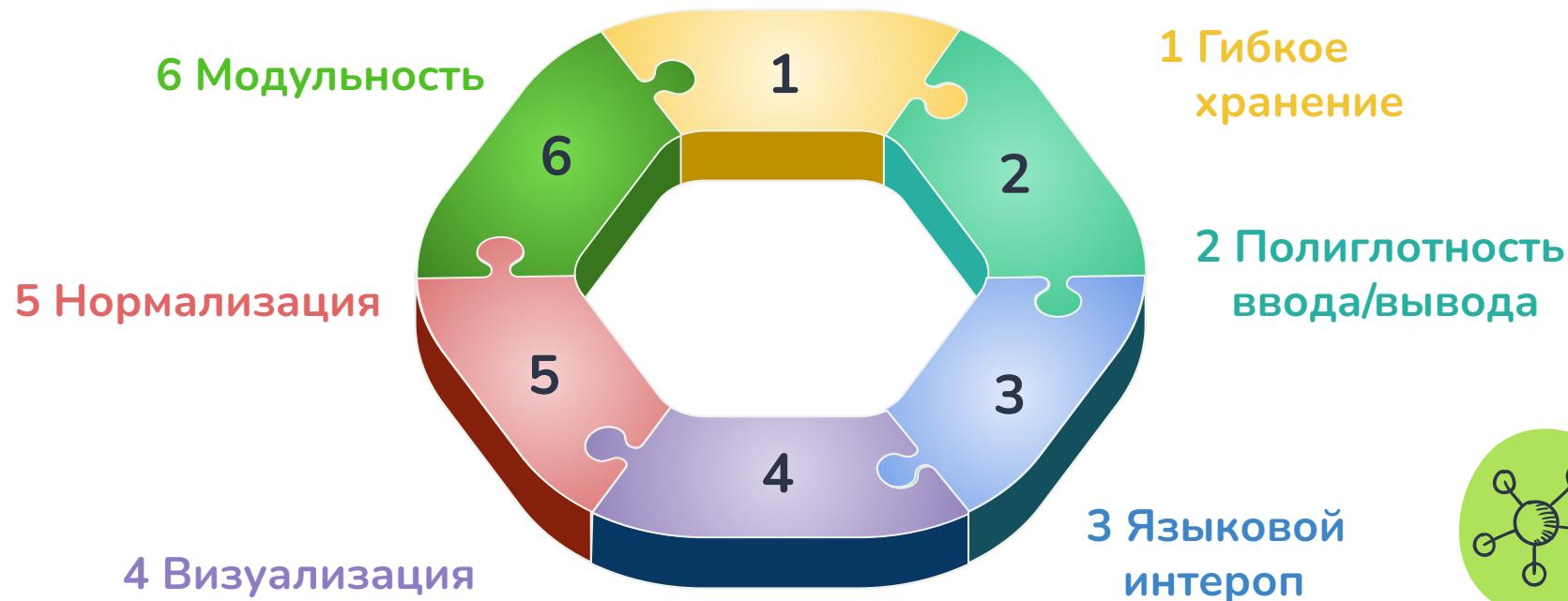
Управление замком



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Нормализация – основа **гибкости** платформы
- ✗ Избыточность базовых структур данных **оправдана**
- ✗ Большинство устройств можно представить в единой модели данных



5

выводы

ЧТО СЕЙЧАС БЫЛО?

- ✗ Кейсы применения IoT
 - ✗ сельское хозяйство (*NoSQL-хранилище*)
 - ✗ нефтегазовая промышленность (*ML*)
- ✗ Обобщение
 - ✗ единая модель данных (*переменные*)



И ЧТО ЖЕ ТАКОЕ IoT ПЛАТФОРМА?

- ✗ Общепринятое определения нет 
- ✗ Но есть неплохие попытки его дать:
 - ✗ <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/iot-platforms>
 - ✗ <https://www.link-labs.com/blog/what-is-an-iot-platform>
 - ✗ <https://www.softwaretestinghelp.com/best-iot-platforms/>
 - ✗ “IoT-платформа – это инструмент, который...





... empowering businesses ...
by mining valuable insights
from the connected world.”

ГДЕ УЗНАТЬ БОЛЬШЕ?

- ✗ О типах IoT-устройств вообще (англ):
 - ✗ <https://www.iot-now.com/world-of-iot/>
- ✗ О значении терминов в IoT (рус):
 - ✗ <https://iot.ru/wiki/>
- ✗ О том, что не удалось нагуглить:
 - ✗ Hard: <https://iot.stackexchange.com/>
 - ✗ Soft: <https://stackoverflow.com/tags/iot/>



Спасибо!

Время для вопросов

Владимир Плизгá



Toparvion



toparvion.pro



aggregate.digital



CREDITS

Special thanks to all the people who made and released these awesome resources for free:

- ✗ Presentation template by [SlidesCarnival](#)

