



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

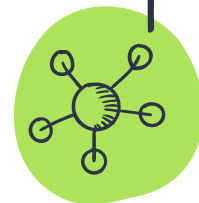
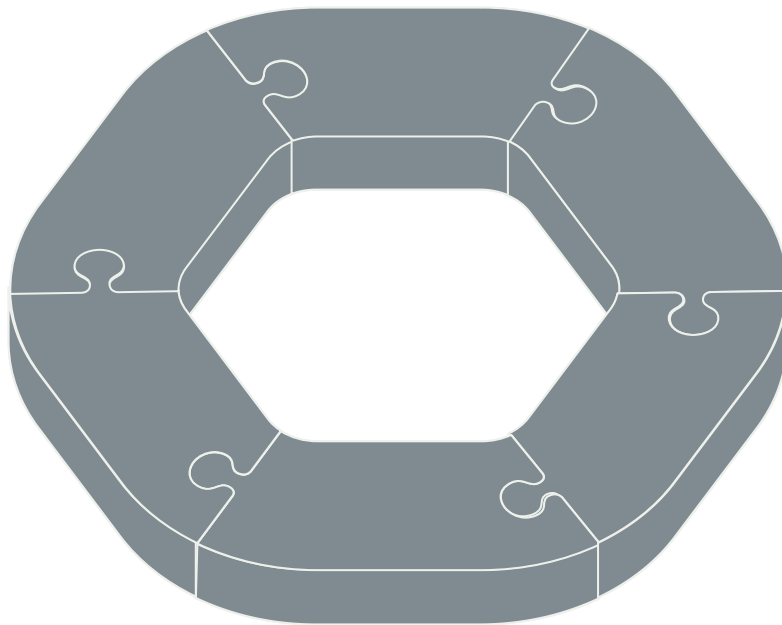




ПЛАН ~~ЗООПАРКА~~ ДОКЛАДА

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

IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ





1

FLEET MANAGEMENT

Каким его никто не видел

A close-up photograph of a black and white cow's face. The cow has a white blaze on its forehead and muzzle, with black patches on its face and ears. It is wearing two orange ear tags. The background is a solid blue color. The entire image is framed by a hand-drawn green border with various decorative elements like arrows and asterisks.

ЗНАКОМЬТЕСЬ!
ЕЕ ЗОВУТ МАЯ

И ОНА НЕ ОДНА



Мая



Мура



Шура



Бойка



Жаба



Cow_6



Cow_7

...



Cow_N



ЗАДАЧИ ПАСТУХА¹

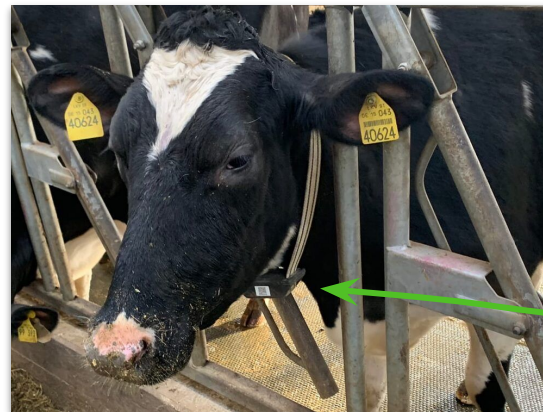
- ✗ Вовремя отвести всех на выпас
- ✗ Никого не пропустить
- ✗ Вовремя всех собрать и отвести обратно

¹ Частный случай Fleet Management'а



Дух цифровой трансформации

Еще недавно здесь
висел обычный
колокольчик

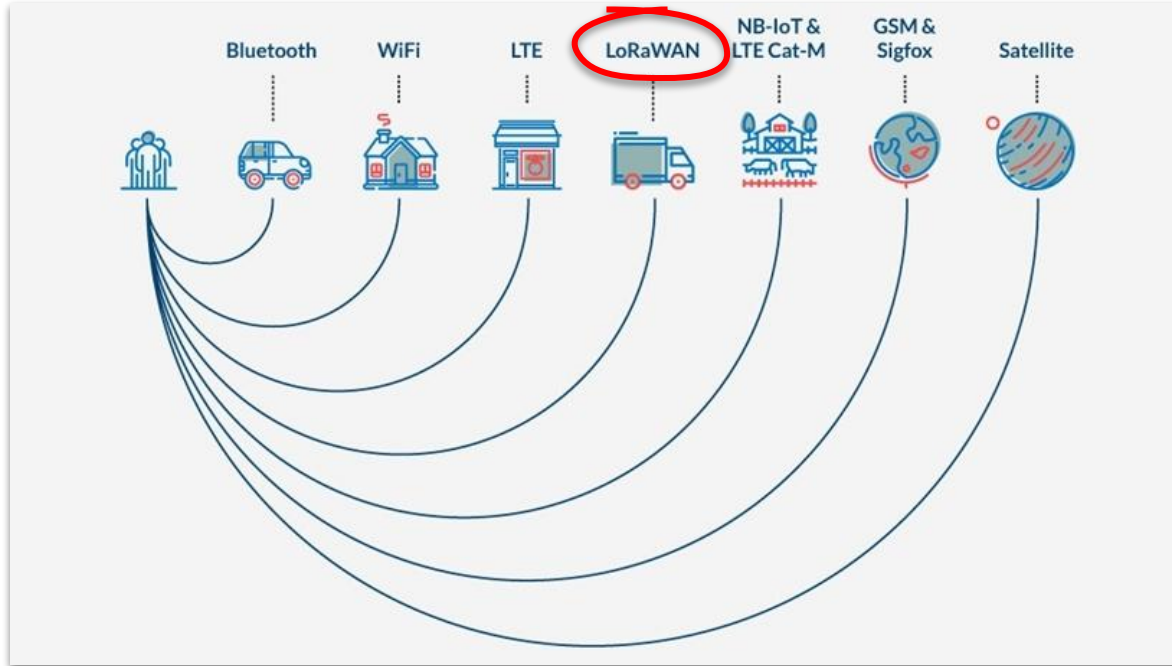


ТРЕКЕР ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КРС

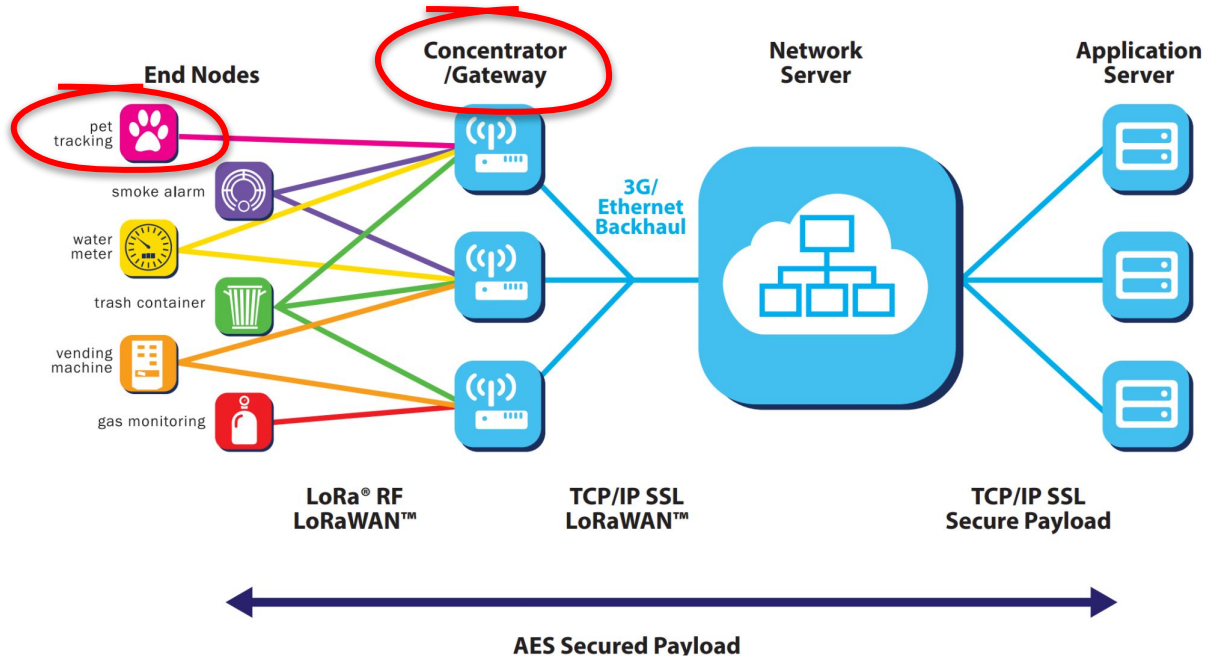
- ★ Масса <300 г
- ★ Приемник
GPS/ГЛОНАСС
- ★ Протокол передачи
LoRaWAN 1.0.3 class A



LORAWAN – LONG RANGE WIDE AREA NETWORK



КАК ПОЛУЧИТЬ ДАННЫЕ С УСТРОЙСТВА ПО LoRaWAN



ВАРИАНТ АРХИТЕКТУРЫ БЭЖЕНДА

- ✗ 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

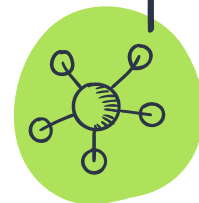
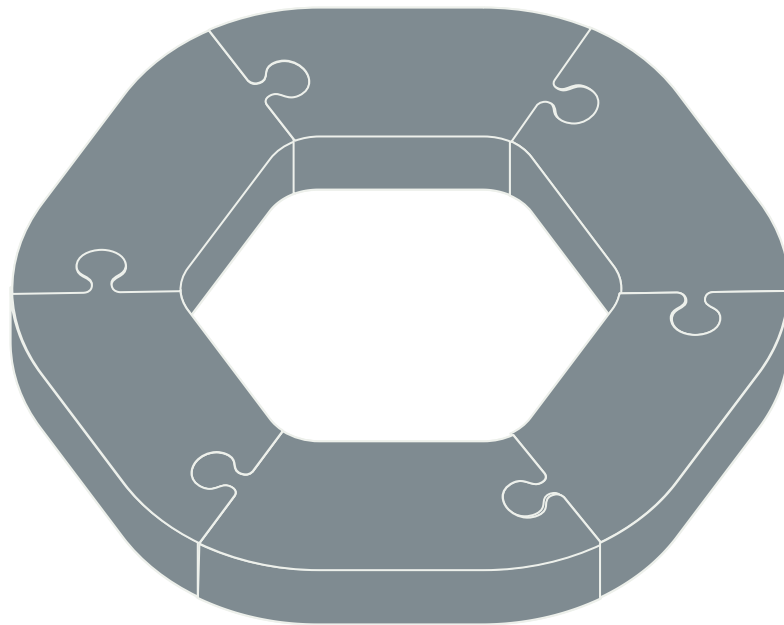


MQTT – MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT

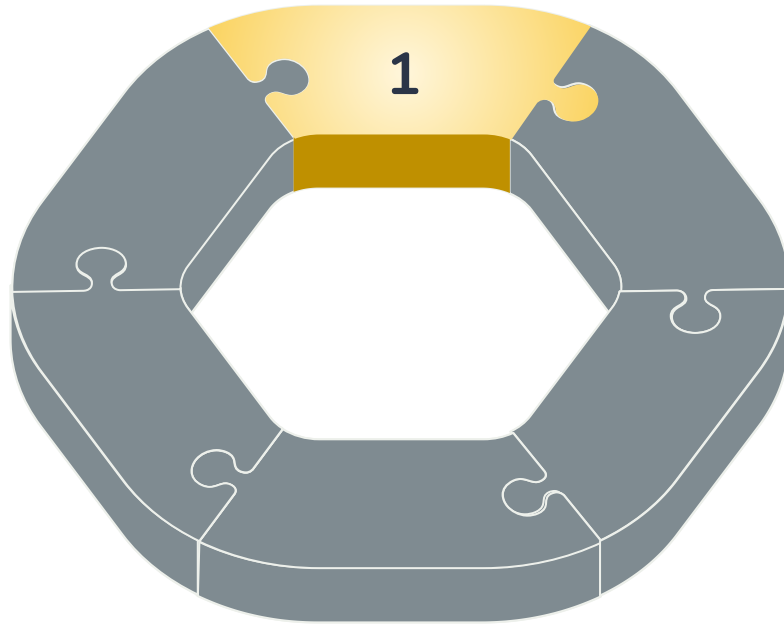
- ✗ Работает (в т.ч.) поверх TCP/IP
- ✗ Специально для полевых устройств
- ✗ Поддержан в проекте Eclipse Paho (в т.ч. Java)



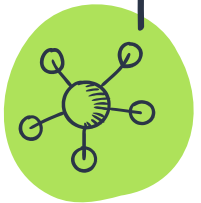
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



1 Полиглотность
интеграций



ВЫБИРАЕМ ХРАНИЛИЩЕ (1/2)

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

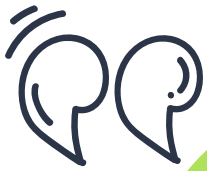
⇒ Колоночное NoSQL-хранилище



ВЫБИРАЕМ ХРАНИЛИЩЕ (2/2)

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





... 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	File Storage
Event Storage	NoSQL Storage
Binary Data Storage	File Storage

Relational Database

Key-Value Storage

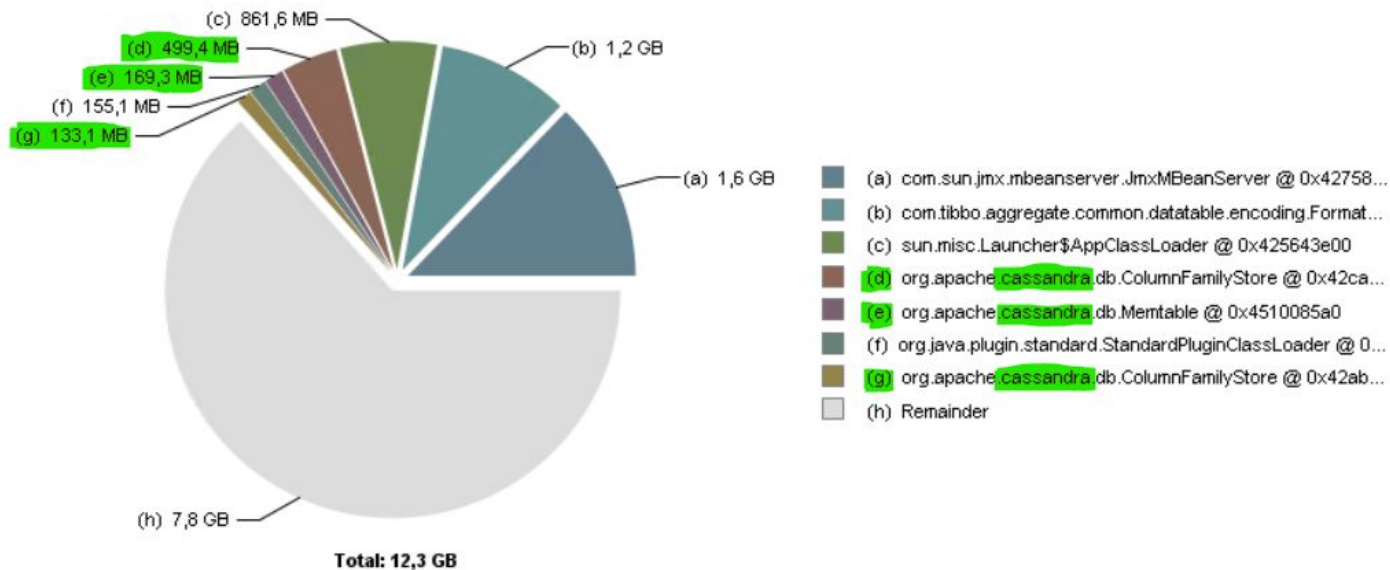
NoSQL Storage

Use Embedded Service	<input checked="" type="checkbox"/>
Use external YAML configuration file	<input checked="" type="checkbox"/>
Database Port	9042
Storage Directory	<Not set>
Commitlog Directory	<Not set>
Caches Directory	<Not set>
Replication Factor	1



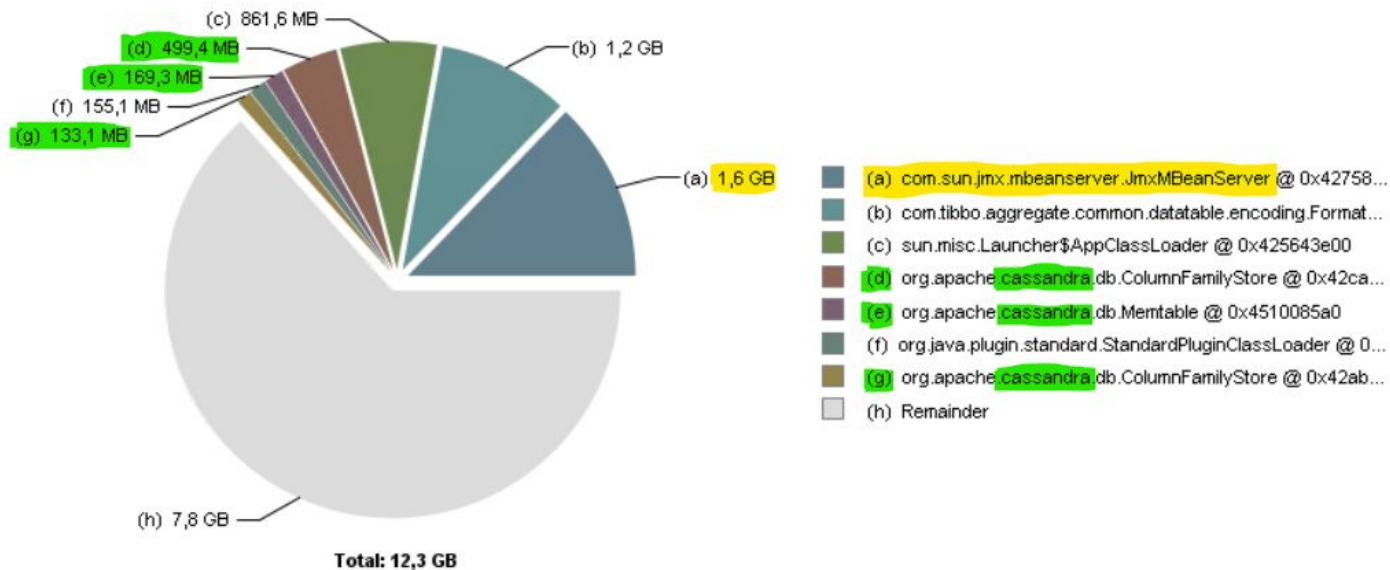
КОГДА EMBEDDED УЖЕ НЕ ТОРТ (1/3)

▼ Biggest Objects (Overview)



КОГДА EMBEDDED УЖЕ НЕ ТОРТ (2/3)

▼ Biggest Objects (Overview)

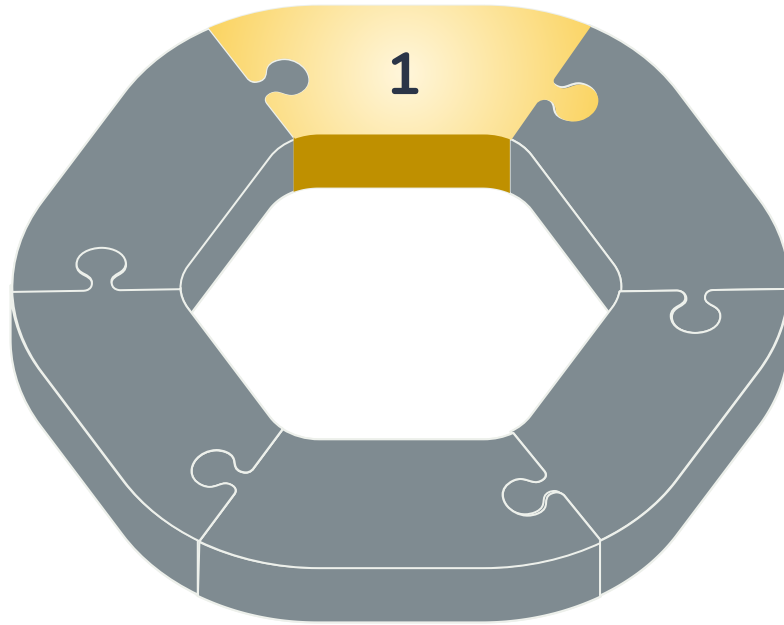


КОГДА EMBEDDED УЖЕ НЕ ТОРТ (3/3)

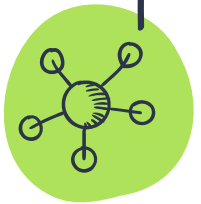
Class Name	Shallow Heap	Retained Heap
<Regex>	<Numeric>	<Numeric>
com.sun.jmx.mbeanserver.JmxMBeanServer @ 0x4275897b8	40	1 688 008 552
outerShell com.sun.jmx.mbeanserver.JmxMBeanServer @ 0x4275897b8	40	1 688 008 552
mbsInterceptor com.sun.jmx.interceptor.DefaultMBeanServerInterceptor @ 0x4275c3738	40	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
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		



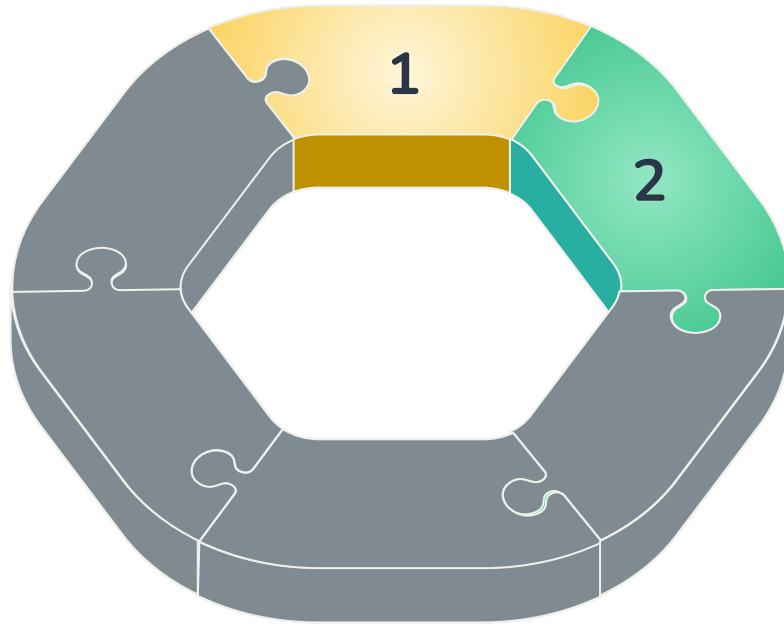
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



1 Полиглотность
интеграций

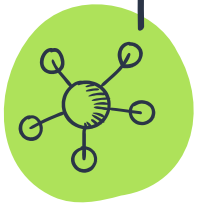


IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ

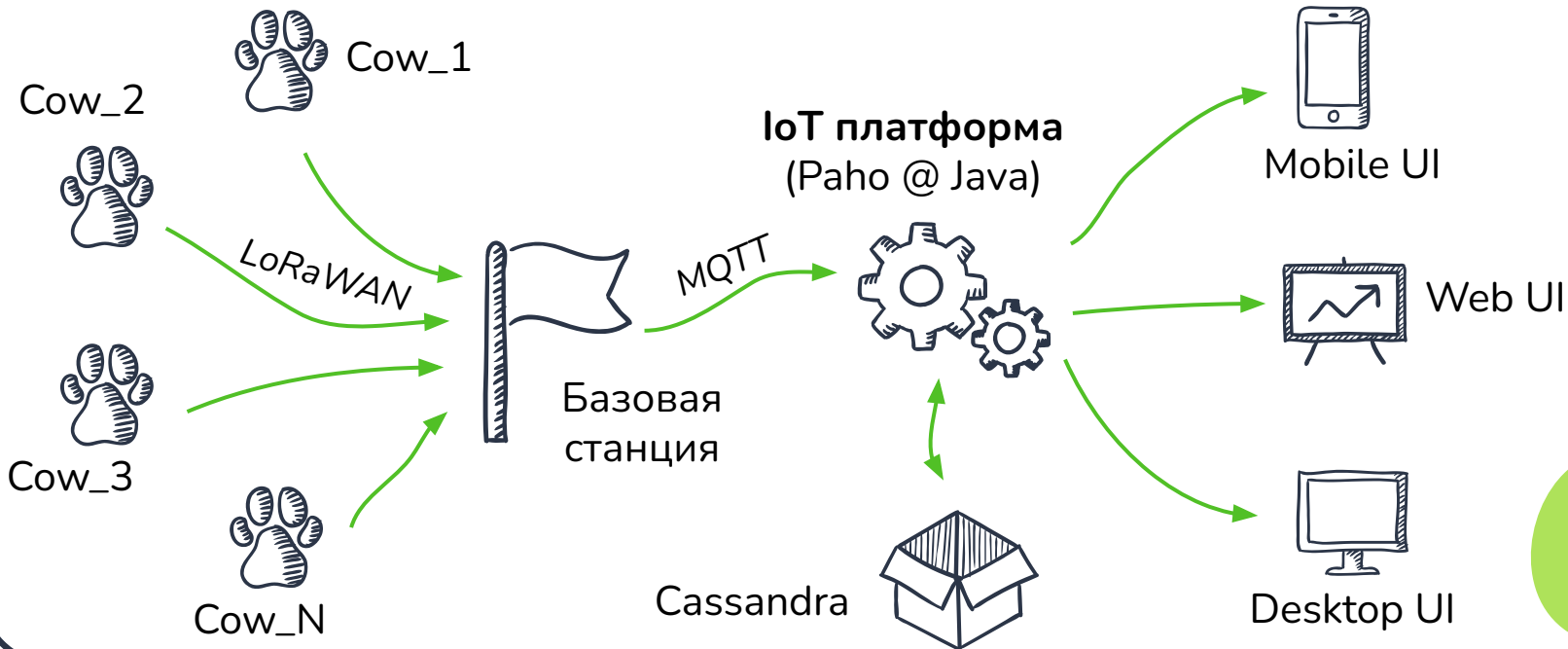


1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

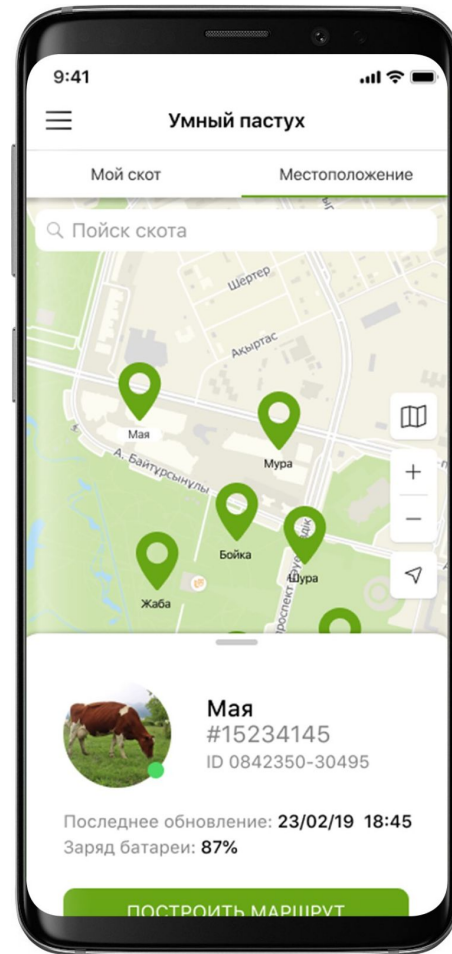


ОБЩАЯ КАРТИНА



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

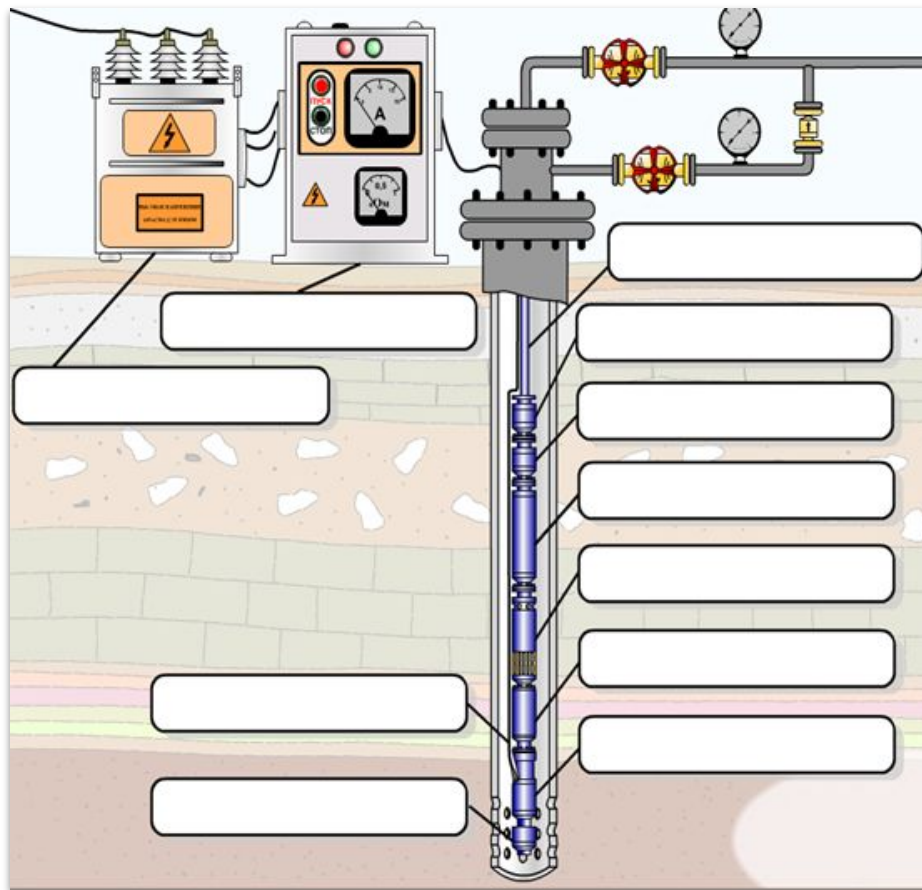
машинных данных



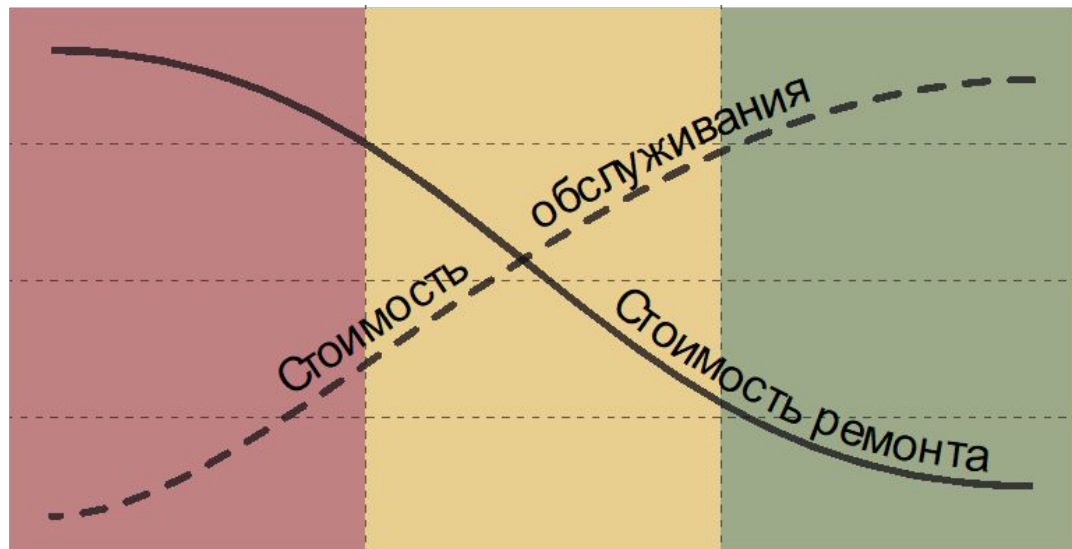
ЧАЯНДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЯКУТИЯ

УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

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



РАЗНОВИДНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ



Реактивное
обслуживание

Упреждающее
обслуживание

Прогностическое
обслуживание



ПРИЧЕМ ЗДЕСЬ IOT [ПЛАТФОРМА]?

Получение

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

Обработка

Статистика, ML,
корреляция,
фильтрация, ...

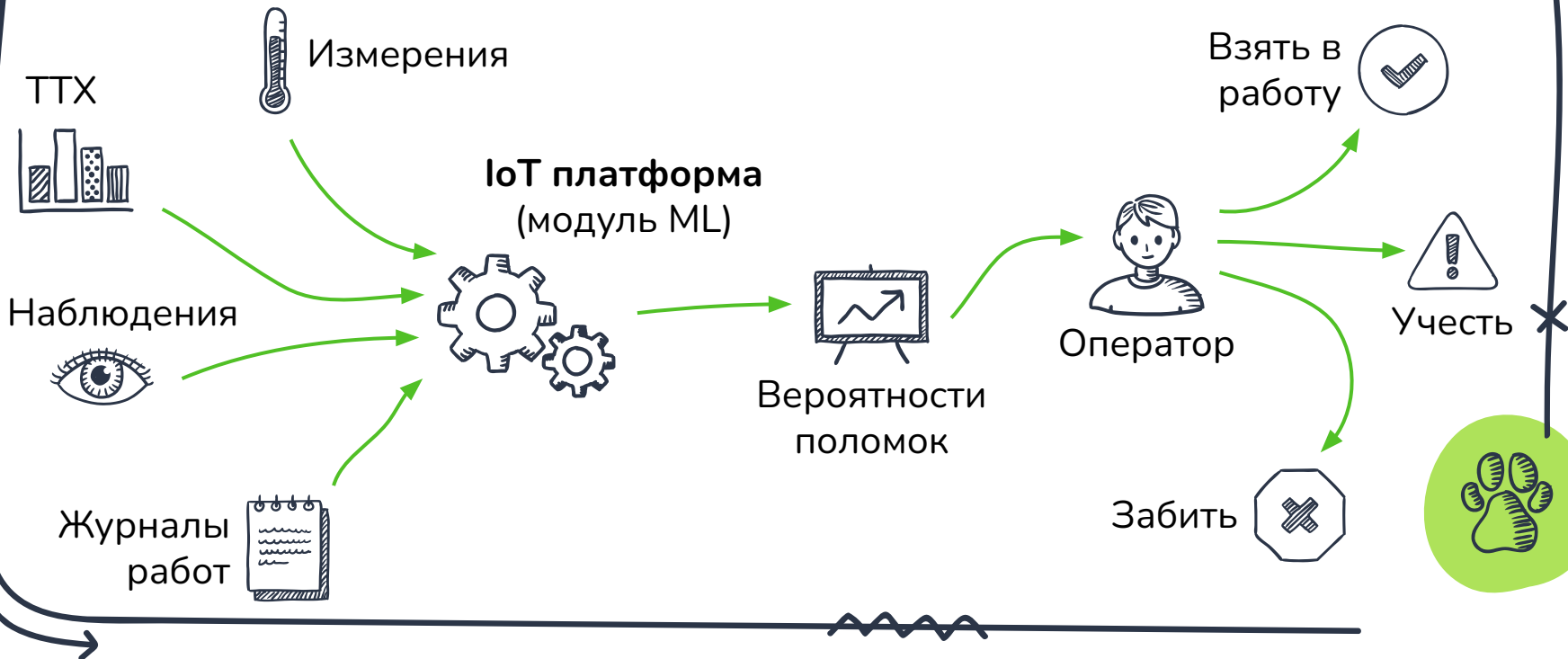
Выдача

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”

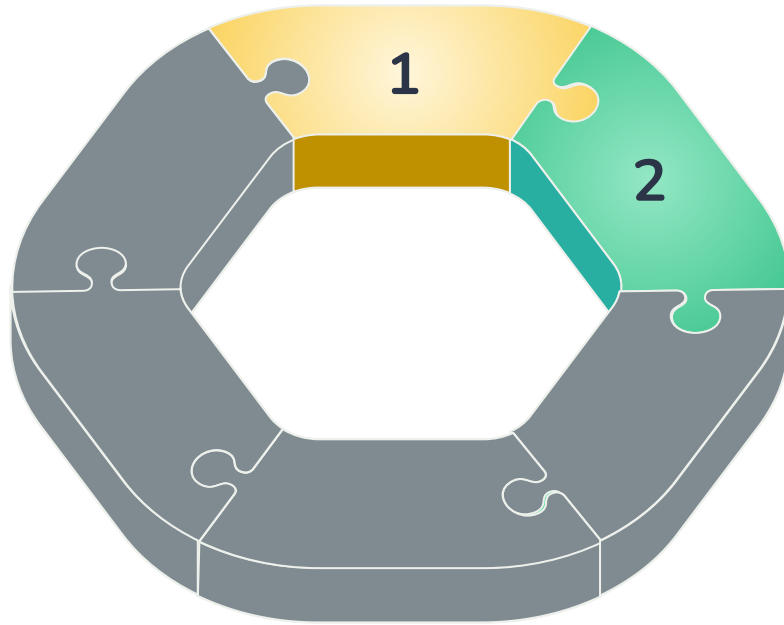


А ЕСЛИ НЕ JAVA? КАК НАСЧЁТ PYTHON?

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

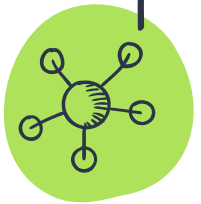


IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ

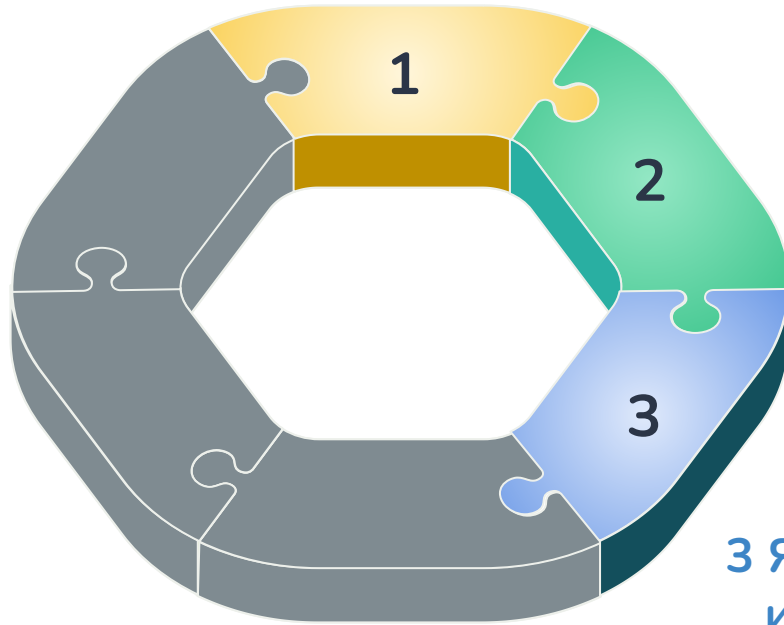


1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение



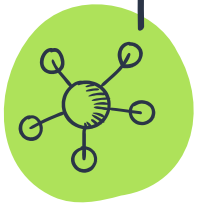
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



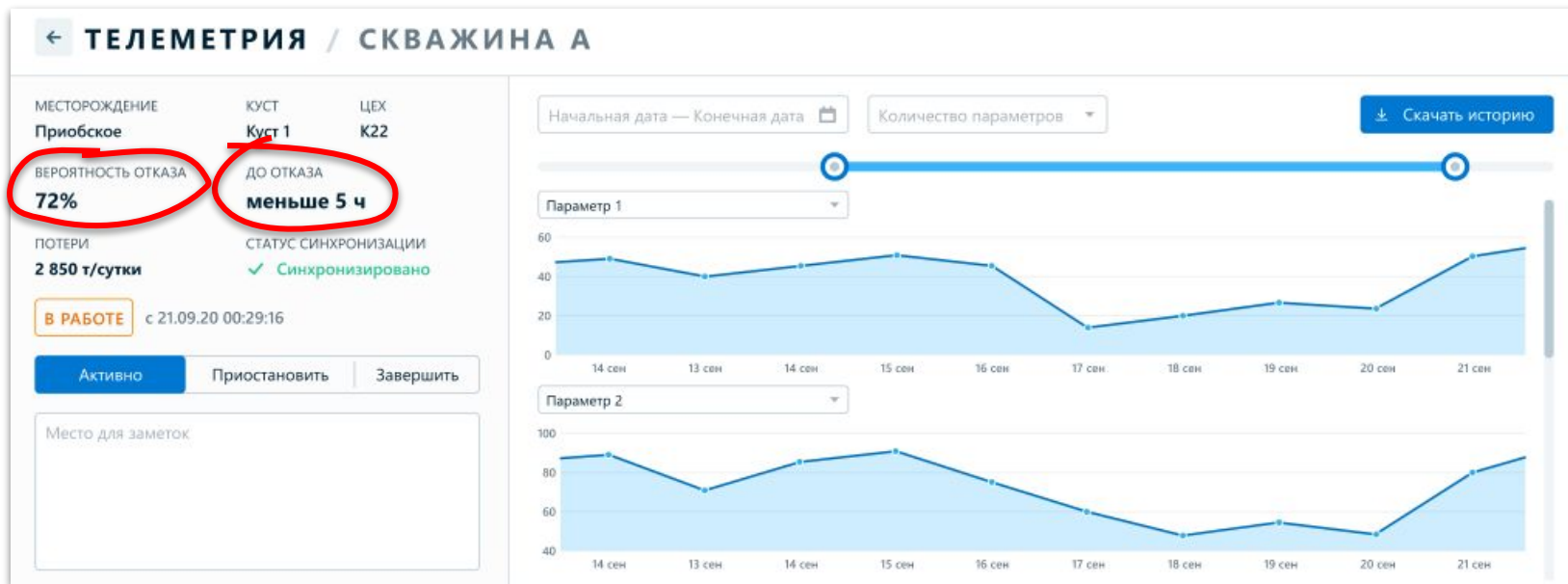
1 Полиглотность
интеграций

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

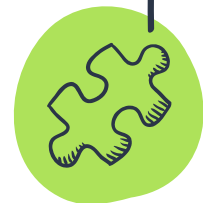
ЧТО МЫ УМЕЕМ

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

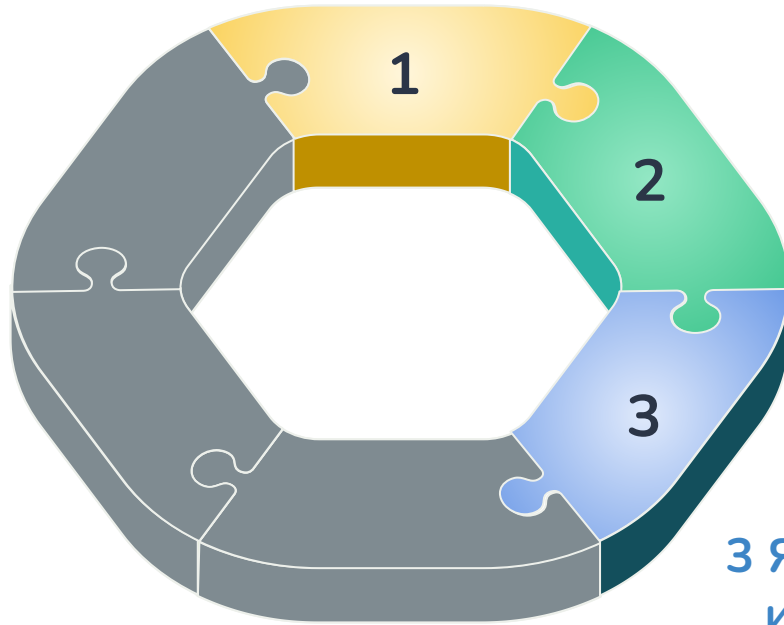
1



Игрушечная линия по производству сахара
demo.aggregate.digital



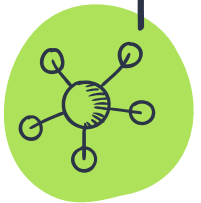
IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



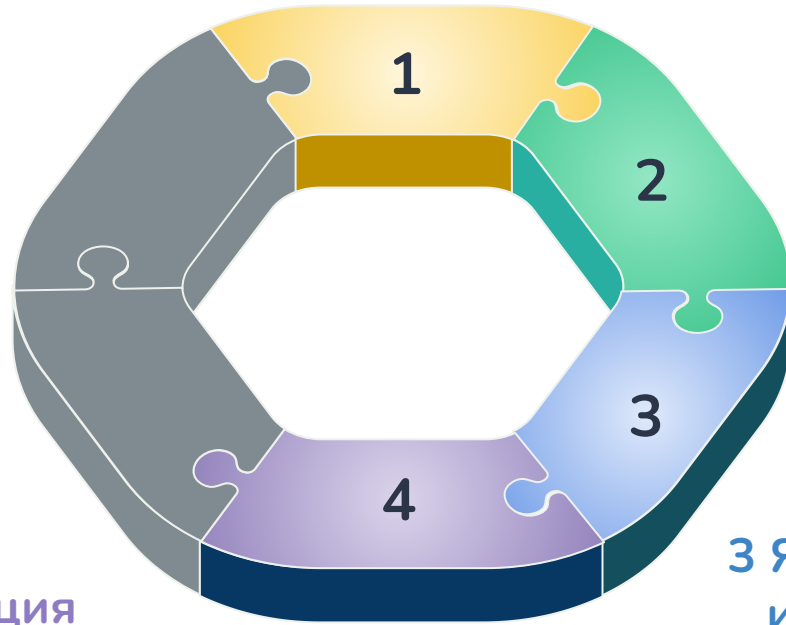
1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

3 Языковой
интероп



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ

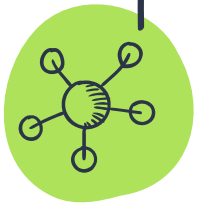


1 Полиглотность
интеграций

2 Гибкое
хранение

3 Языковой
интероп

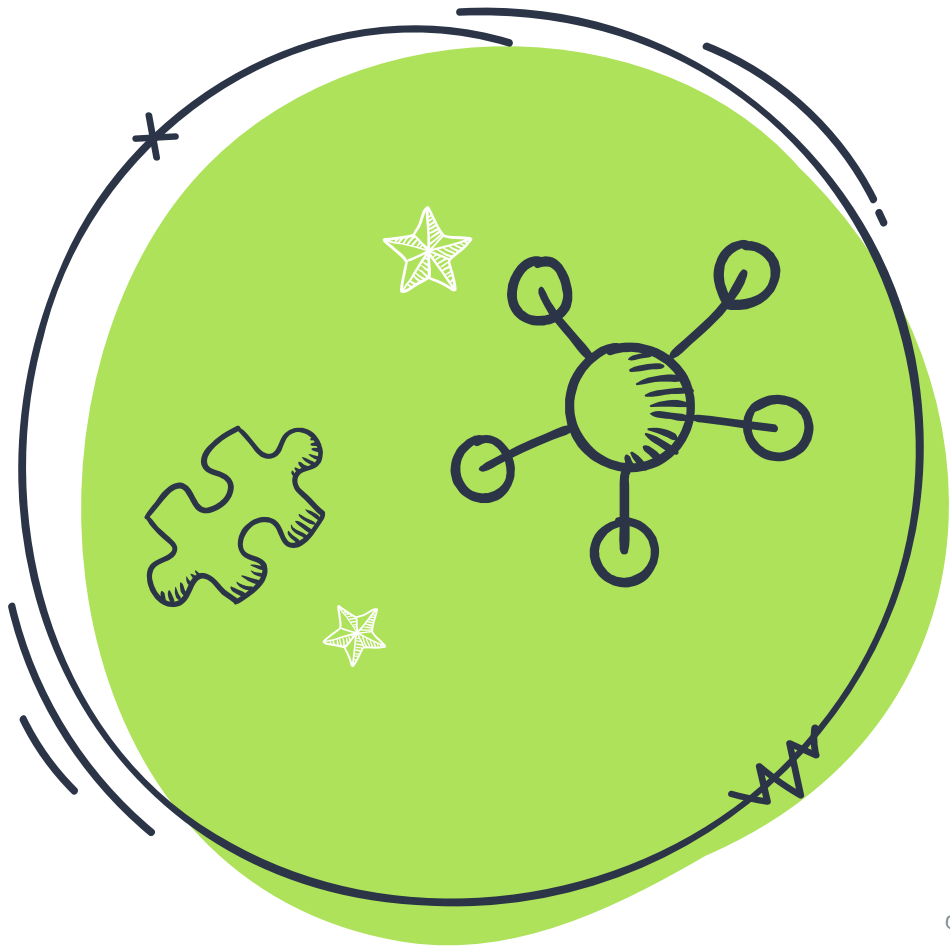
4 Визуализация



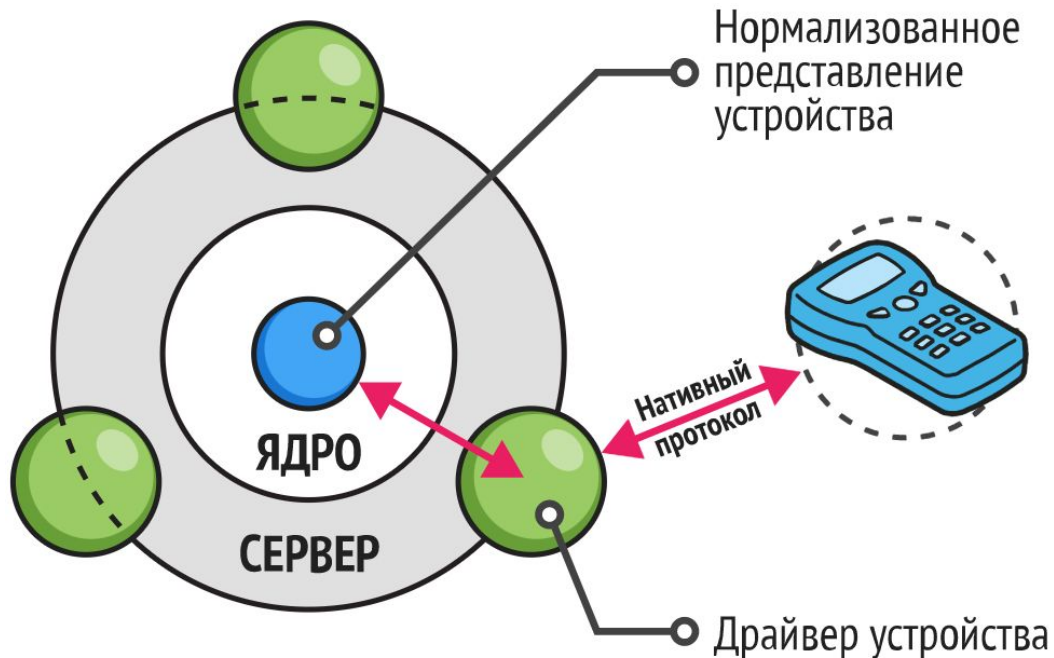
НЕДОСТАЮЩЕЕ ЗВЕНО

Хорошо иметь отдельные
“кубики”.

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

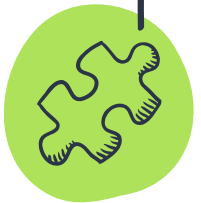
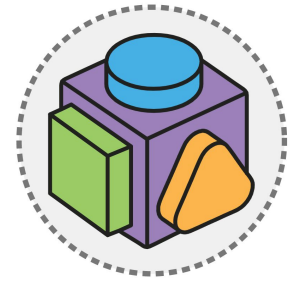


ОТВЕТ: НОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ



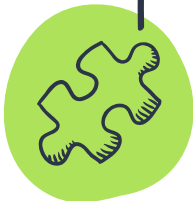
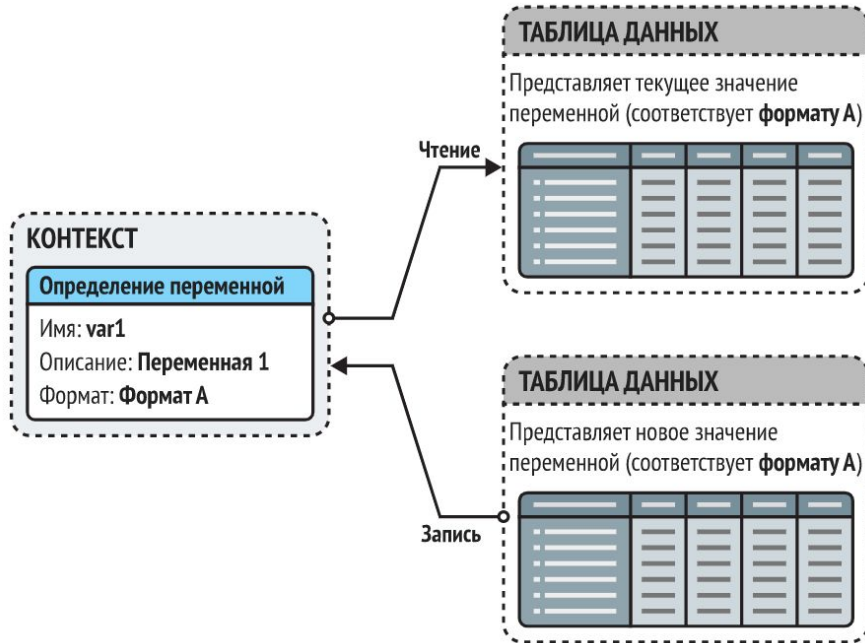
ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ (AGGREGATE)

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



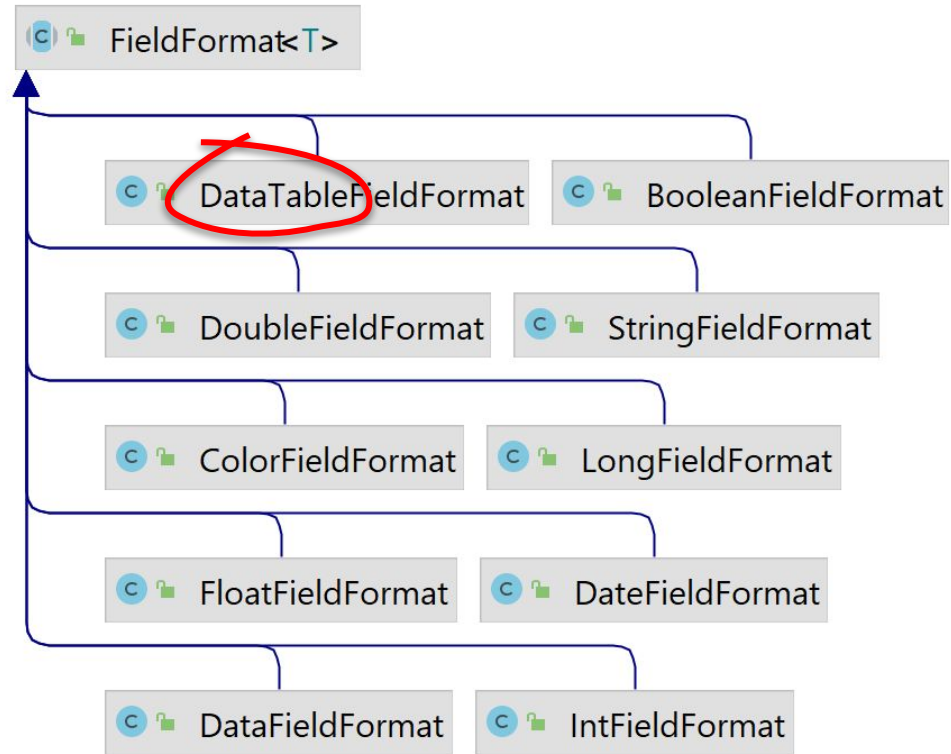
ПЕРЕМЕННАЯ В ЕДИНОЙ МОДЕЛИ – ЭТО:

- Примитив
- Объект
- Массив
- Таблица



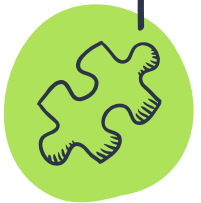
ФОРМАТ ТАБЛИЦЫ ИЗНУТРИ

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



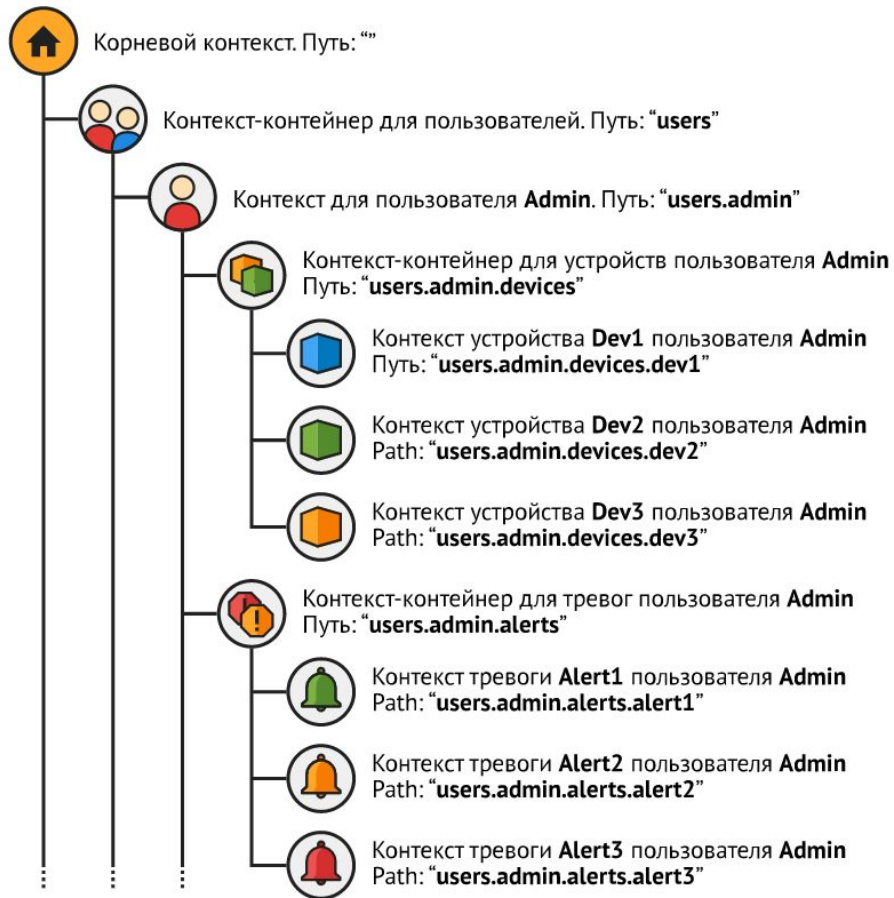
ЗА ЧЕЙ СЧЕТ БАНКЕТ?

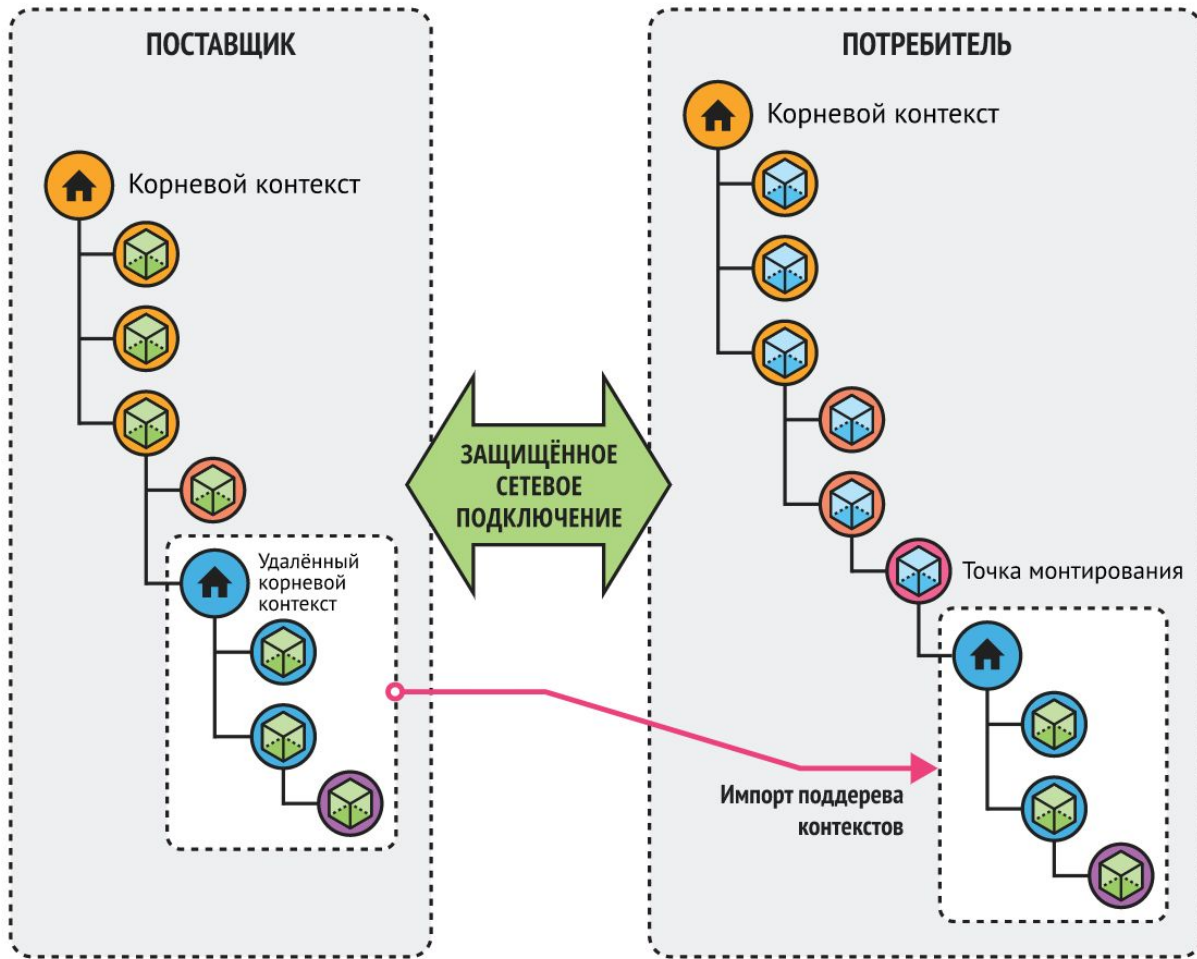
- ✗ Транзиентный кэш
 - ✗ RAM (SoftReference)
- ✗ Персистентный кэш
 - ✗ File / RDBMS / NoSQL
- ✗ Строковая сериализация
 - ✗ с прозрачным сжатием



ДЕРЕВО КОНТЕКСТОВ

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

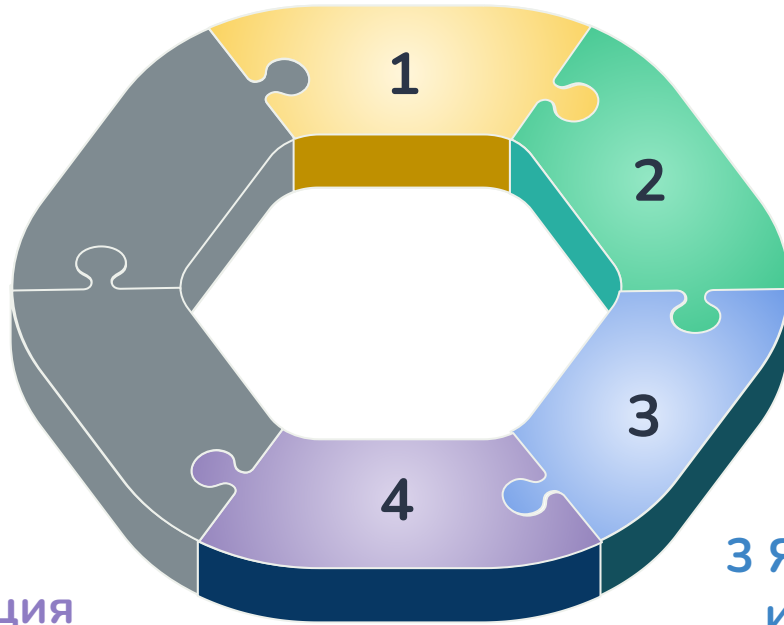




РАСПРЕДЕЛЕННАЯ АРХИТЕКТУРА

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

IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ

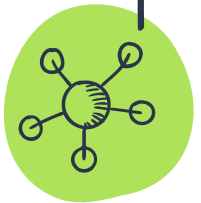


1 Гибкое
хранение

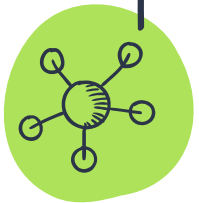
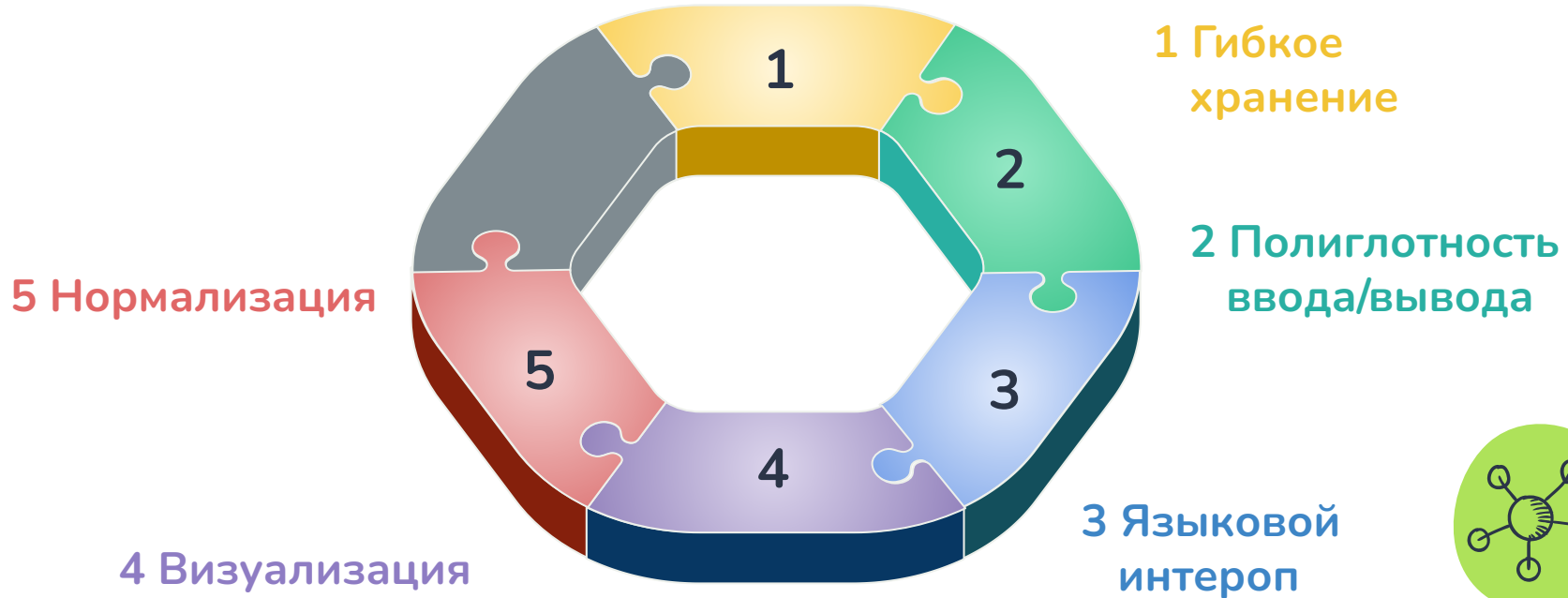
2 Полиглотность
ввода/вывода

3 Языковой
интероп

4 Визуализация



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



4¹/₂

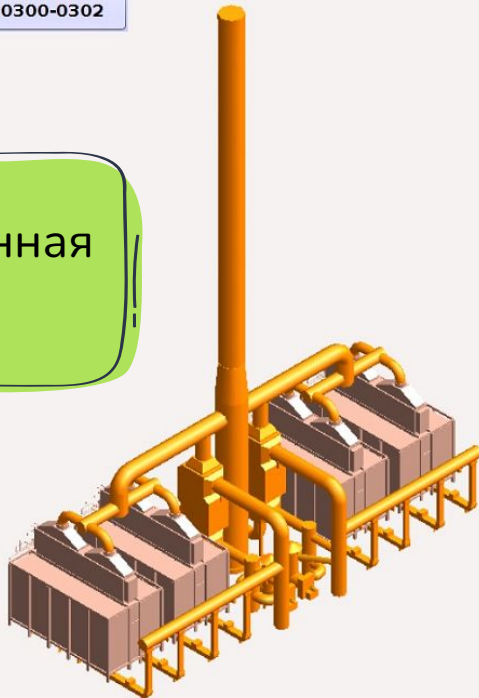
РЕАЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ

применения единой модели данных

Титул 0300-0302

Печи глубокой переработки

Переменная
(скаляр)



Титул 0303

Титул 0304

Азота оксиды			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

Углерода оксид			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

Сероводород			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

Серы диоксид			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

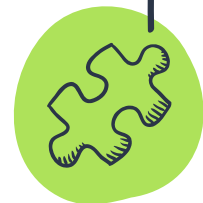
Азота оксиды			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

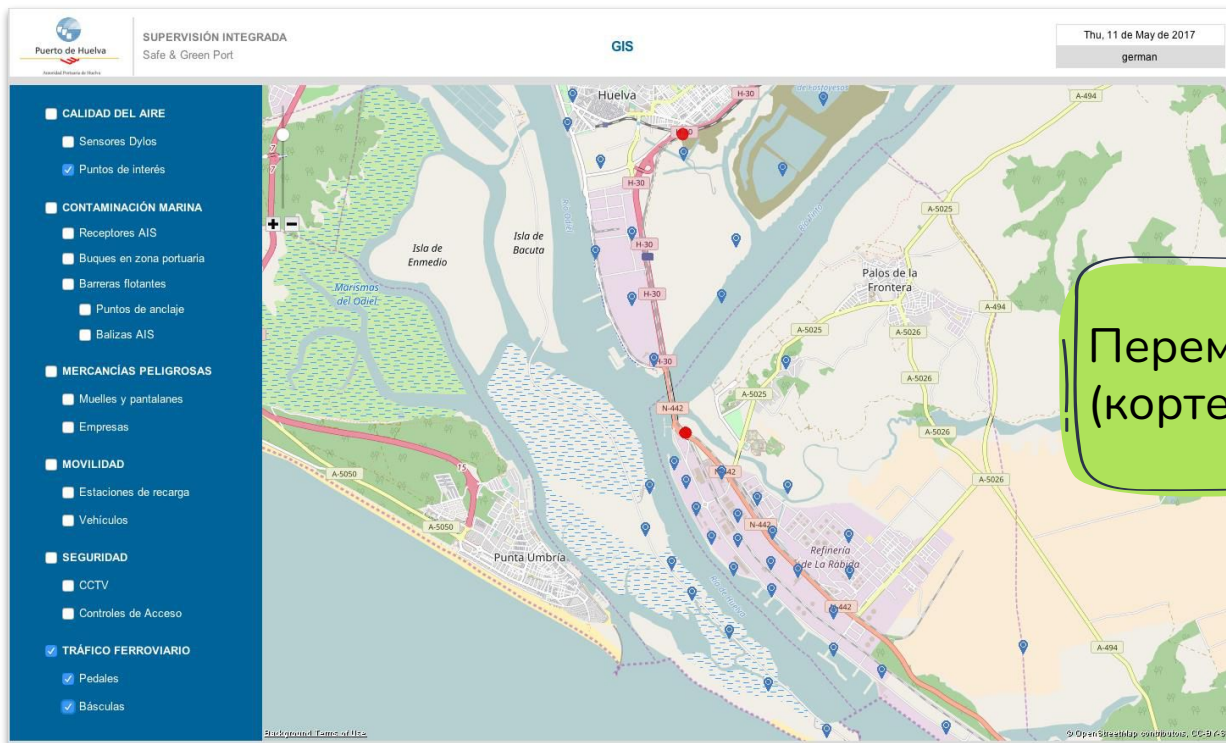
Углерода оксид			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

Сероводород			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

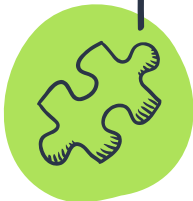
Серы диоксид			
Текущие		ПДВ	
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м ³	999.00	мг/м ³

Содержание газа в воздухе





Переменная
(кортеж)




Геопозиция объекта

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 ODU

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

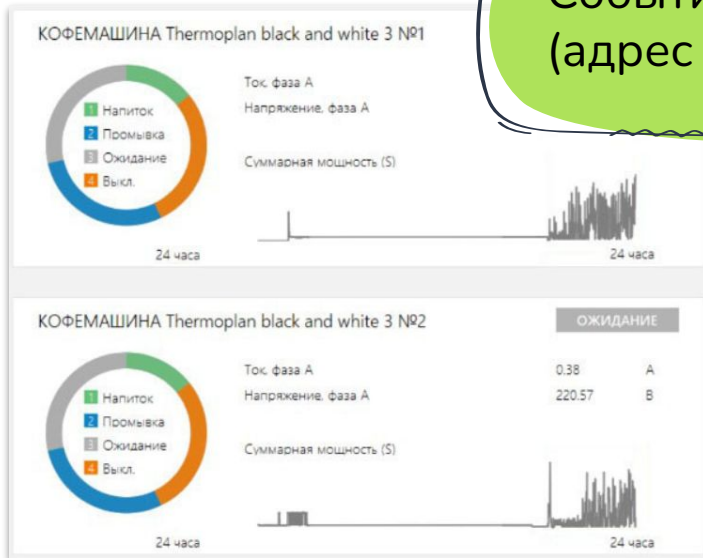
FPGA Information

#	Name	Code No.	Version
1	-	-	2.24

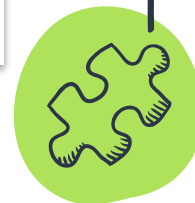
Переменная
(таблица)

Список сетевых интерфейсов

Событие
(адрес машины)



Исчерпание зерна в кофемашине



Управление: подъезд 1

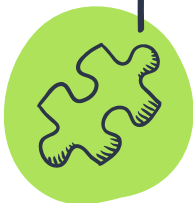
Подключение		Режим	Дверь №1	Дверь №2	Дверь №3
Устройство:	Статус:	Автомат	Открыто	Открыто	Открыто
Контроллер	Подключено				
Пожар					
		<input type="button" value="Ручной"/>	<input type="button" value="Открыть"/>	<input type="button" value="Открыть"/>	<input type="button" value="Открыть"/>
		<input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

Функция
(номер замка)

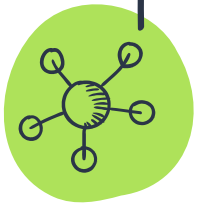
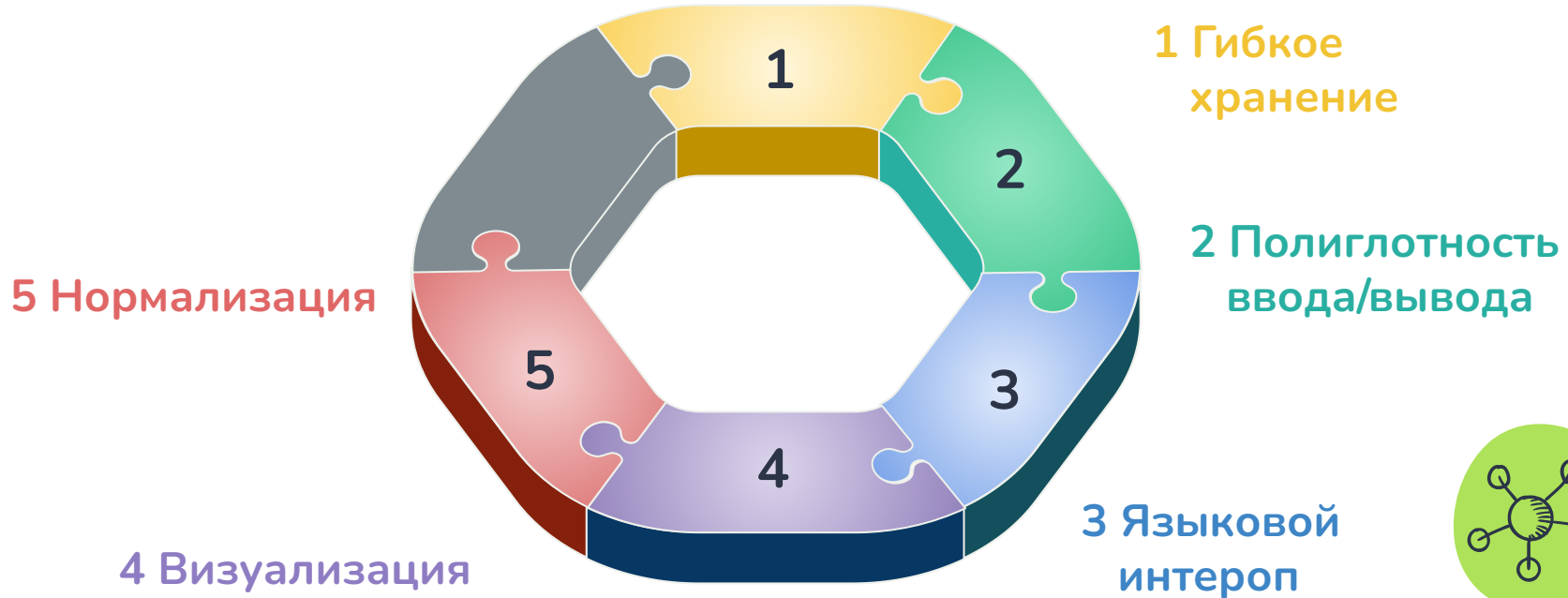
Кол-во записей (БД/Контроллер): 47/0 Требуется синхр. изменения

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

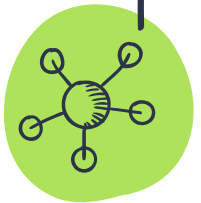
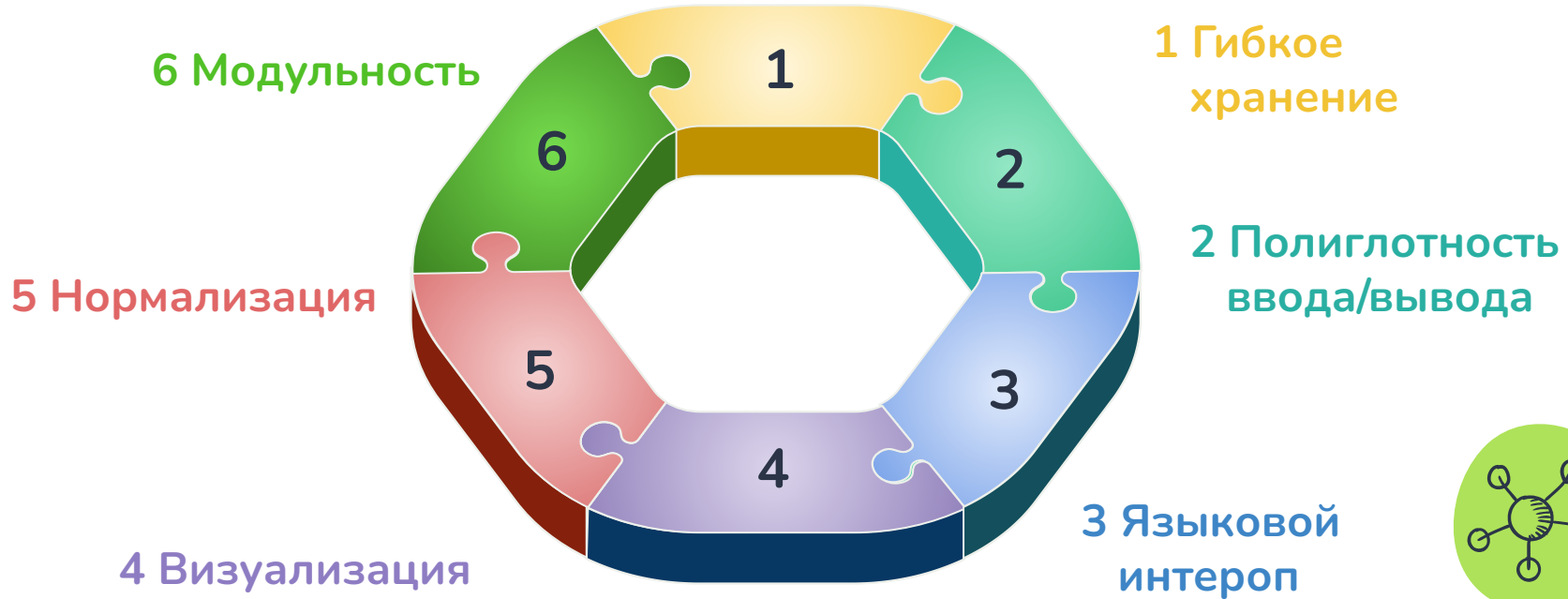
Управление замком



IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ

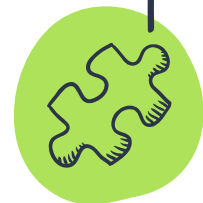


IoT-ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТЯМ



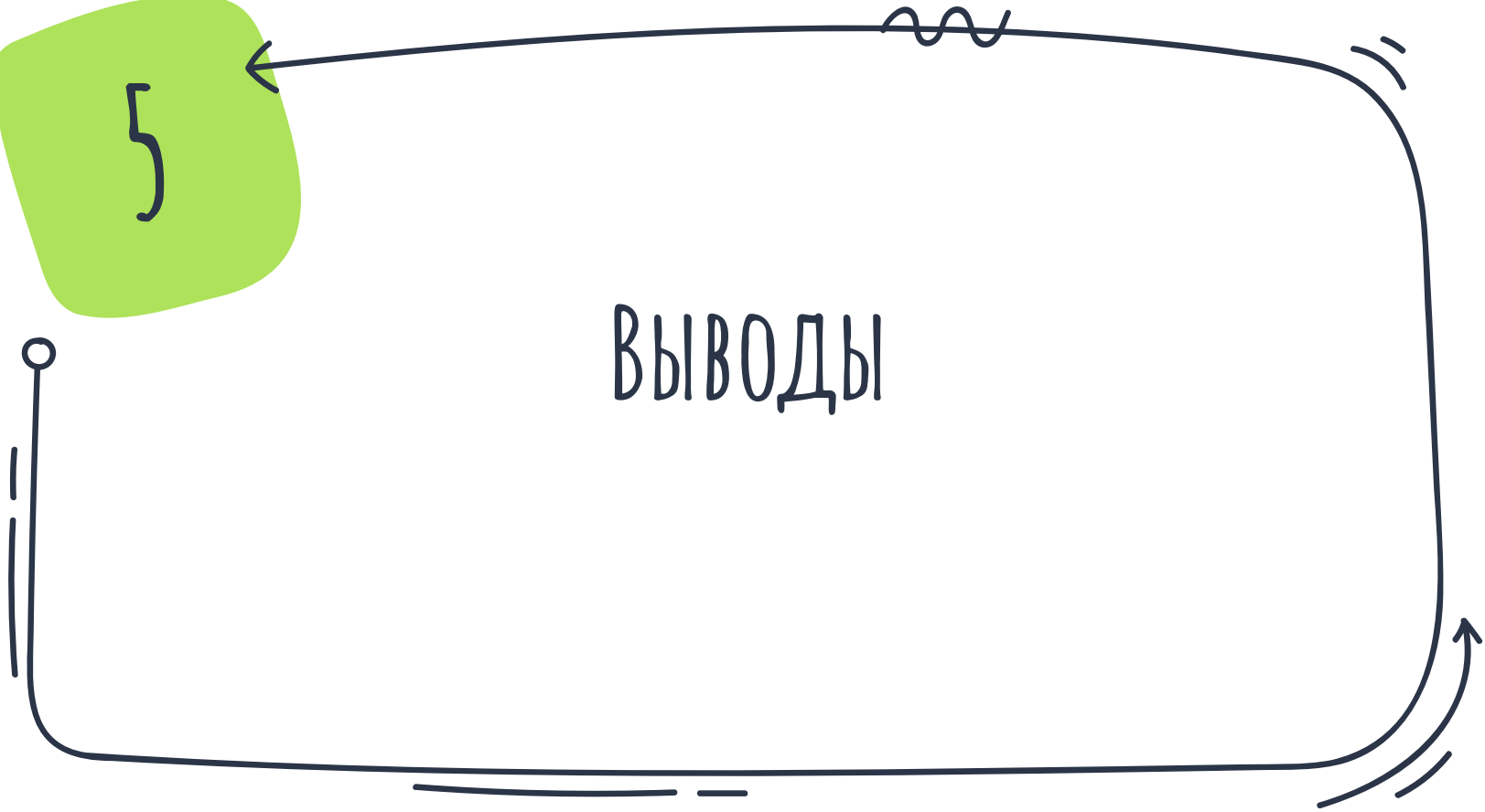
ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

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



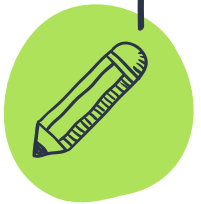
5

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?

- ✗ Общепринятого 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 Плизга́

  Toparvion

 toparvion.pro

 aggregate.digital



 слайды 

CREDITS

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

✕ Presentation template by [SlidesCarnival](#)

