

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

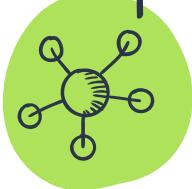
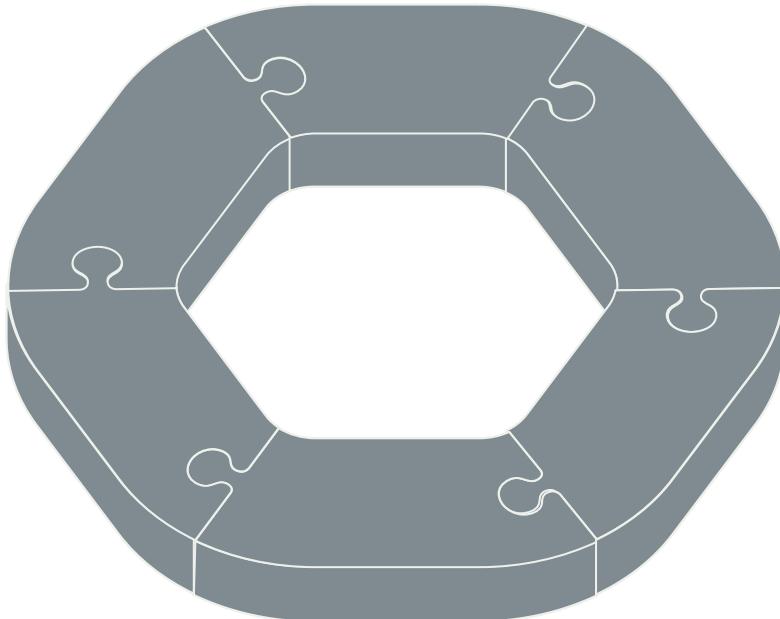


  Toparvion

 toparvion.pro



ИОТ ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



НАШ ROADMAP НА СЕГОДНЯ

Fleet
Management

1

Умный
анализ

3

Резюме
и выводы

5

Интеграции

2

Нормализация

4

Q&A

6



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 колокольчик

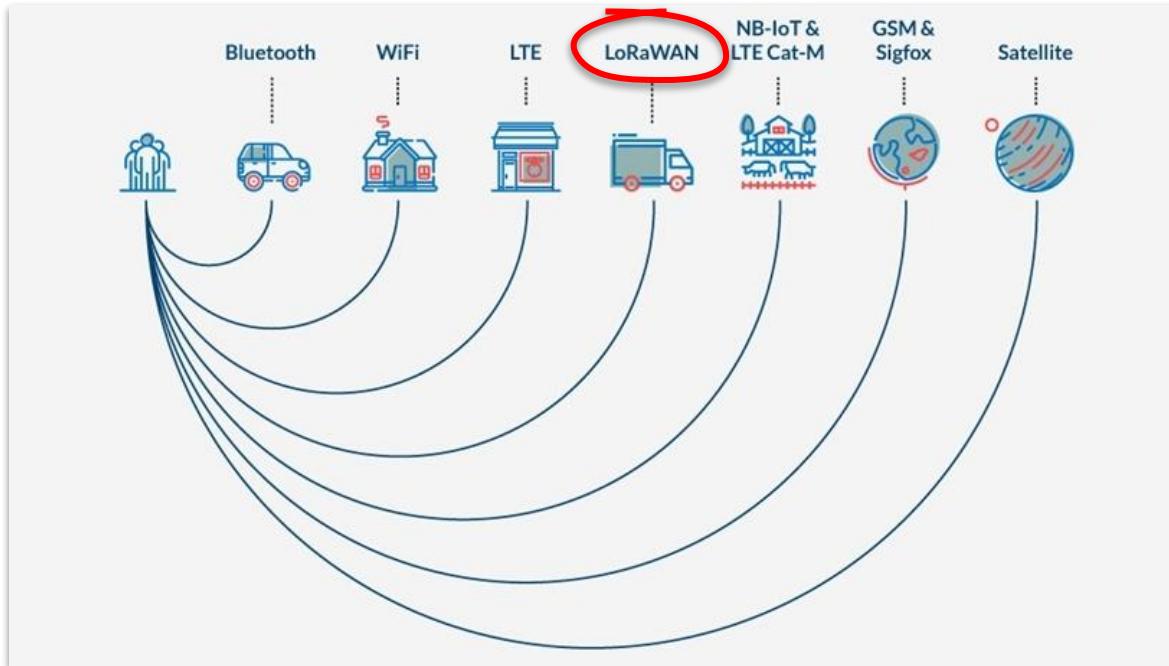


ТРЕКЕР ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ КРС

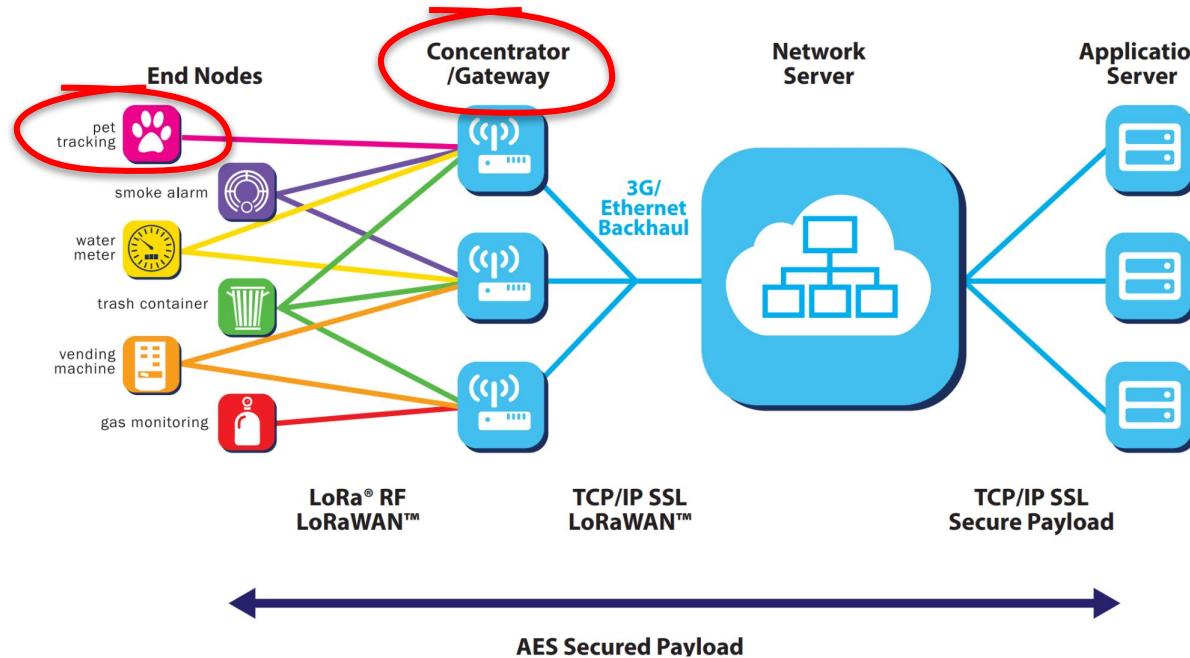
- ★ Масса <300 г
- ★ Приемник
GPS/ГЛОНАСС
- ★ Протокол передачи
LoRaWAN 1.0.3 class A



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)



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)

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



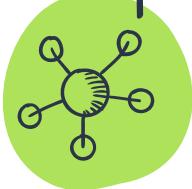
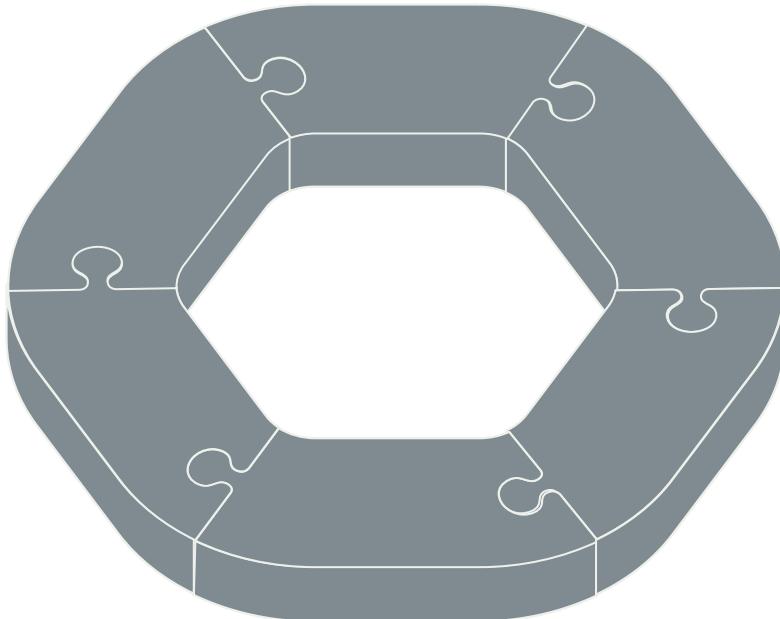
Cassandra



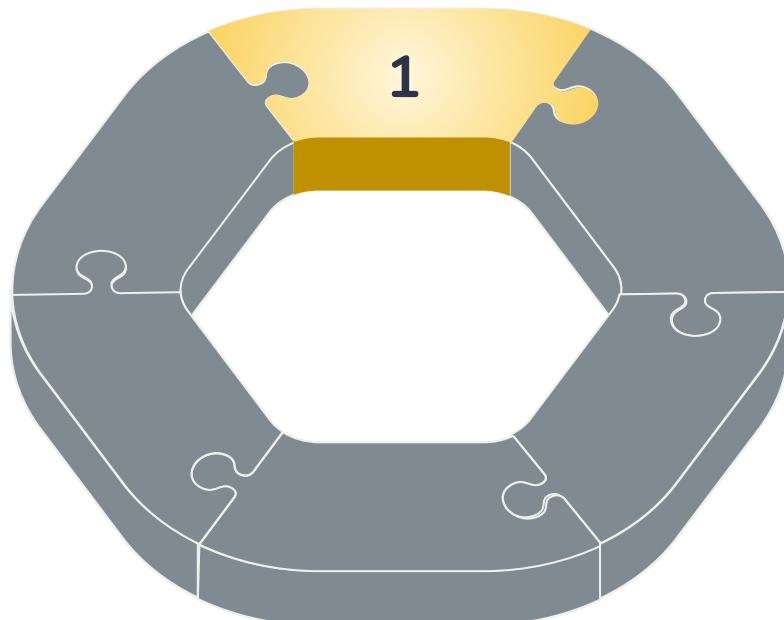
ВАРИАНТ КОМПРОМИССА НА ПРИМЕРЕ AGGREGATE

Storage Customization	
Configuration Storage	
Event Storage	
Binary Data 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

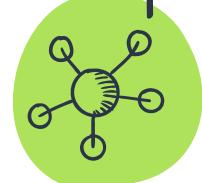
ИОТ ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



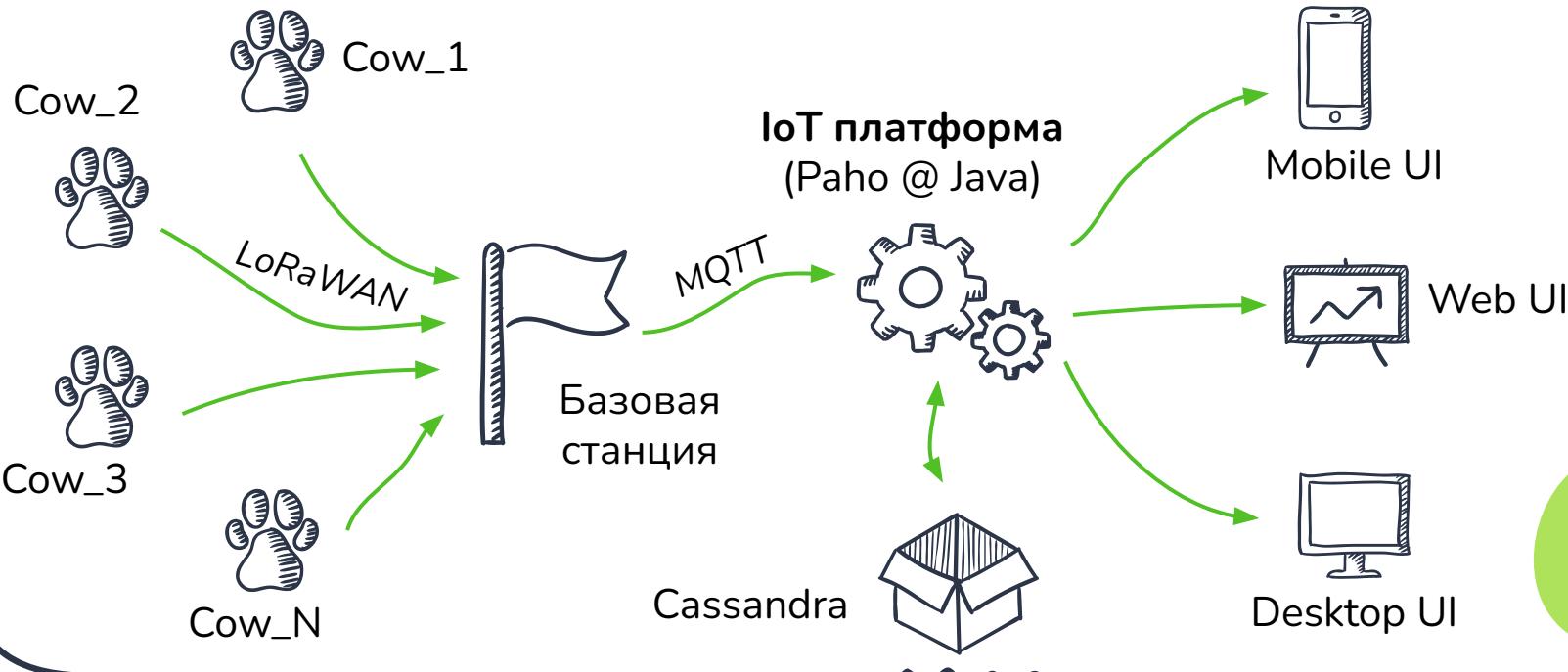
IoT ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



1 Гибкое
хранение

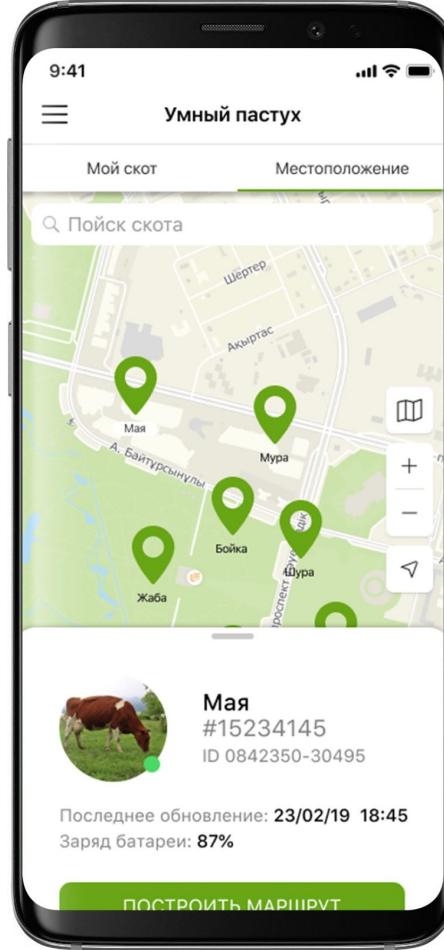


ОБЩАЯ КАРТИНА



ГЛАЗАМИ ЗАКАЗЧИКА

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



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

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



НАШ ROADMAP НА СЕГОДНЯ

Fleet
Management



Умный
анализ



Резюме
и выводы



Интеграции

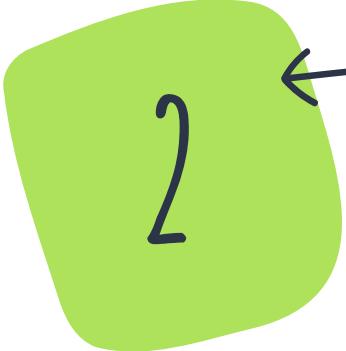


Нормализация



Q&A





2

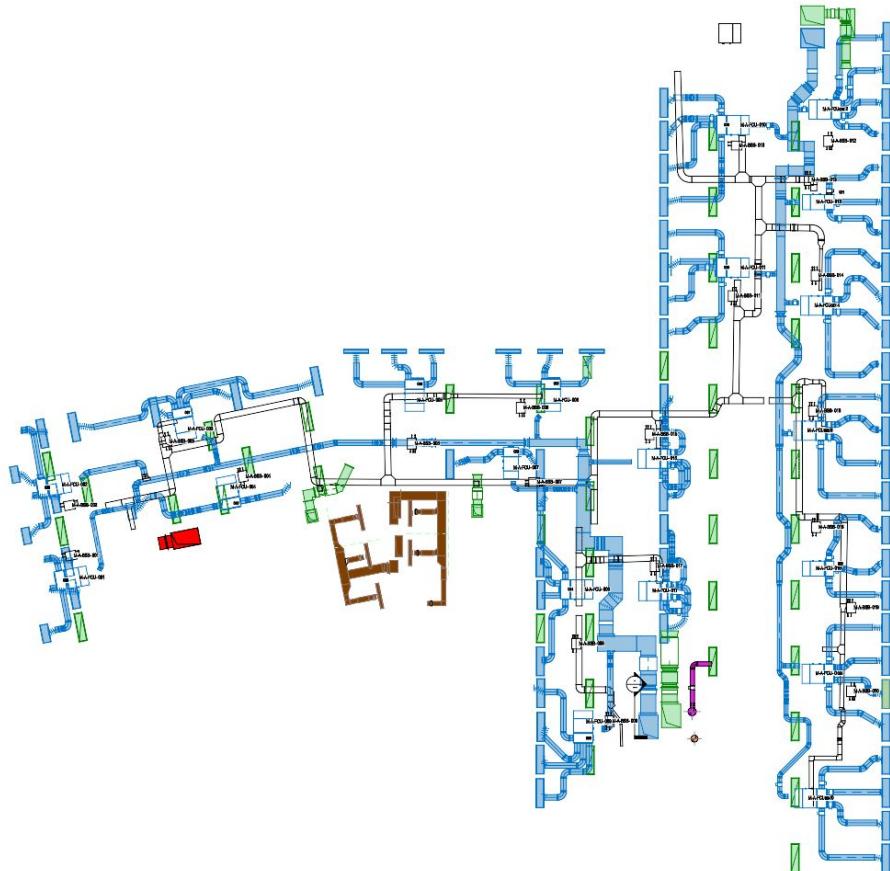
Интеграции

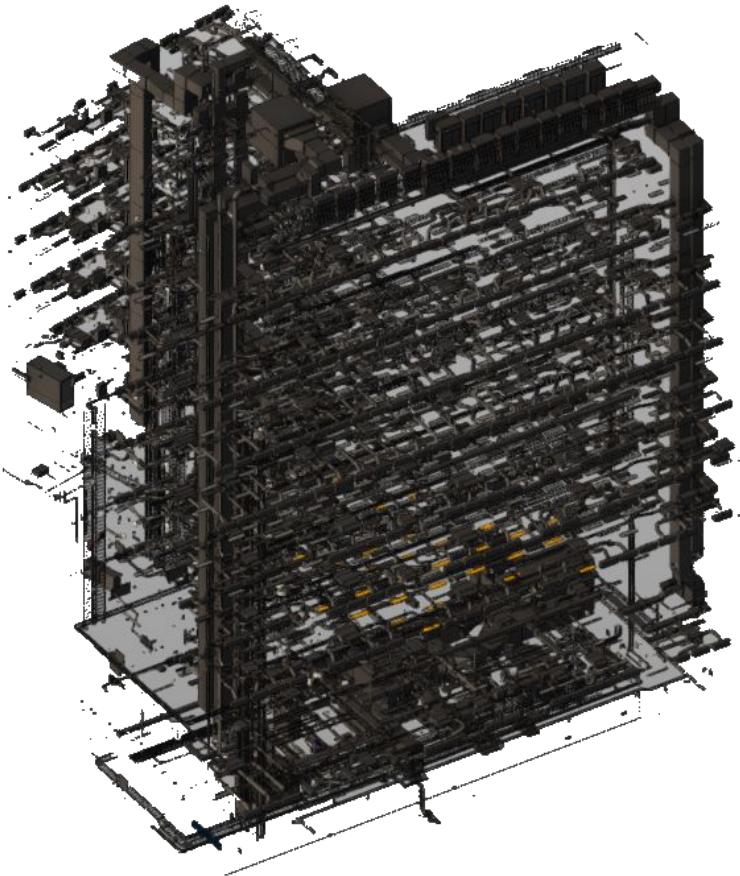
когда “build” значит больше,
чем “сборка”



СХЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ

- ★ Нежилое здание
- ★ Только один этаж
- ★ Включая аппаратуру





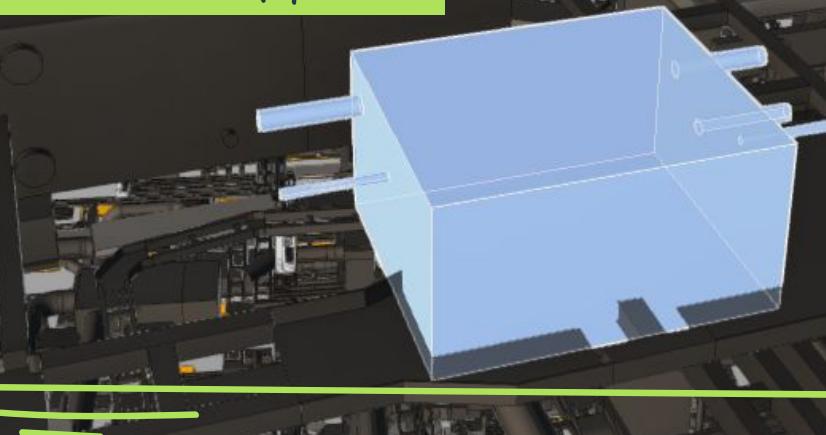
А можно всех
посмотреть?

Схема всех систем
всего здания
в объеме

M_Ventilation_BS Box [5345512]

COBie.create...	2021-10-22T15:10:35
COBie.Compo...	L05-Mechanical Equipment-BS Box
COBie.Compo...	Office-Space_05-01
COBie.Compo...	
COBie.Compo...	
COBie.Compo...	01/02/2019
COBie.Compo...	14/10/2019
COBie.Compo...	
COBie.Compo...	
COBie.Compo...	51M-L05-M-A-BSB-003
COBie.Compo...	0.0 m ²
COBie.Compo...	0.0 mm
Model Verific...	2
COBie.Syste...	Ss_65_80 : Air conditioning systems
COBie.Type.E...	
COBie.Type	1

Не наигрался в детстве?
Иди проектировать здания!



DIGITAL TWIN

- ✗ Цифровой двойник здания – это:
 - ✗ BIM* с данными в реальном времени
 - ✗ и автоматическим управлением (в идеале)
- ✗ Все контролируемые устройства – цифровые
- ✗ Либо полагаются на интеграционные узлы

*BIM – *Building Information Model*



ПРИМЕР УСТРОЙСТВА (узла)

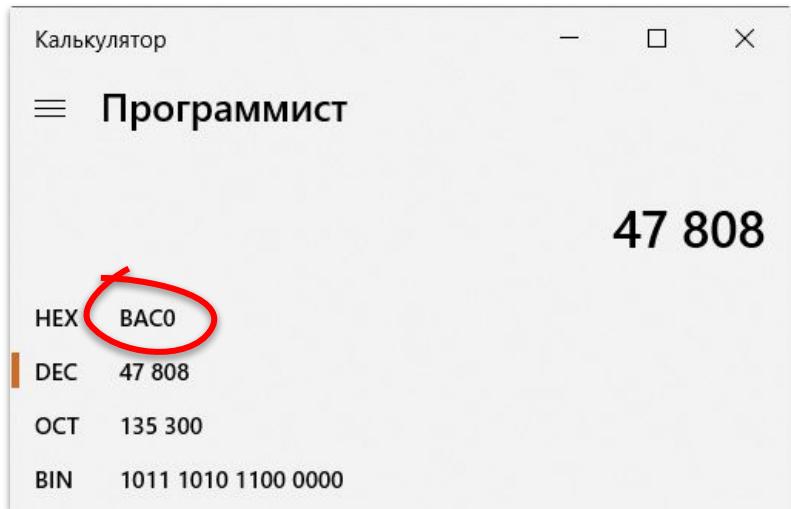
- ★ Собиралка/раздавалка
- ★ Сетевой уровень:
Ethernet и Wi-Fi
- ★ Прикладной уровень:
BACnet



Протокол ВАСНЕТ

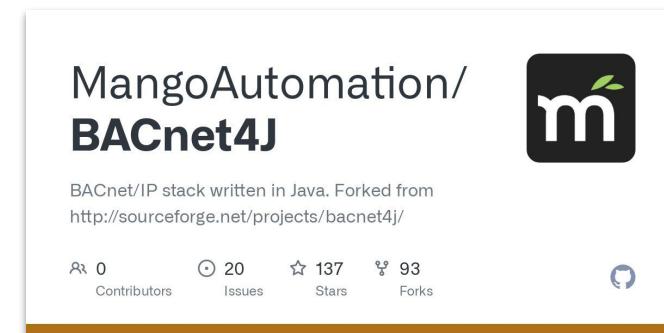
- ✗ ВАС – Building Automation & Control
- ✗ Создан в 1997 году (и сайт тогда же)
- ✗ Широко применяется в автоматизации зданий





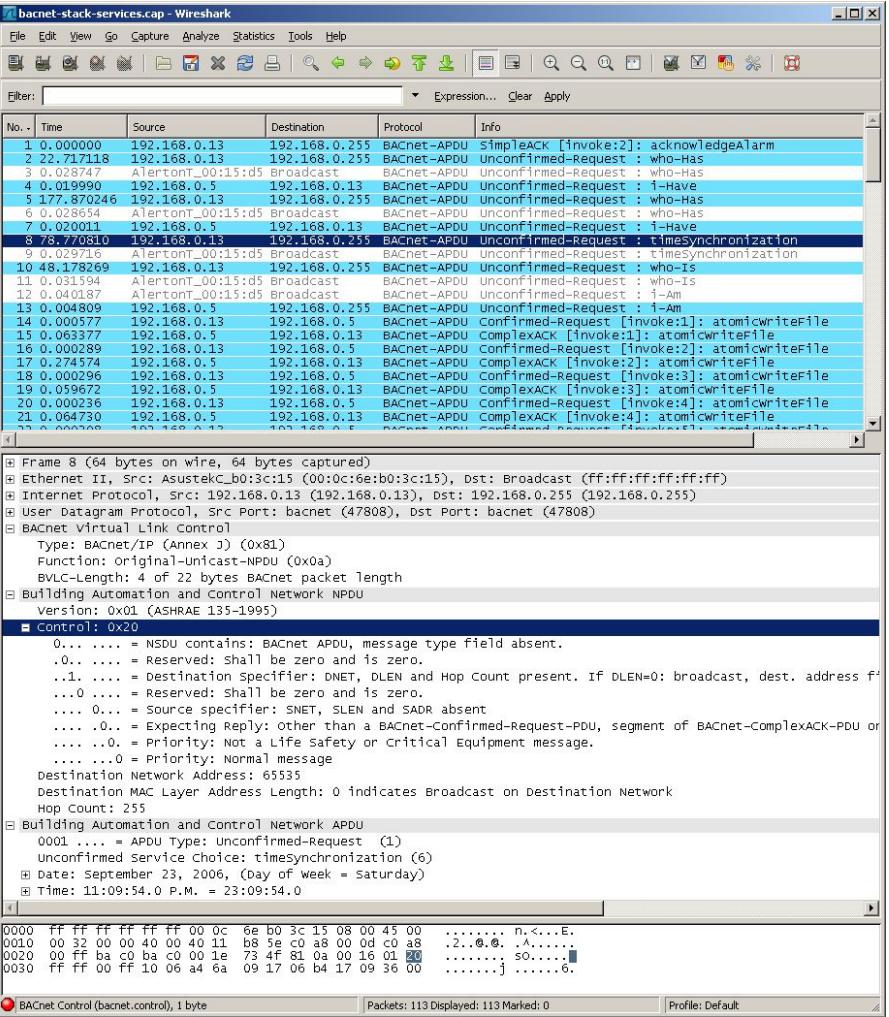
БИБЛИОТЕКА ДЛЯ JAVA: BACNET4J

- ✗ Open-source (SourceForge, GitHub)
- ✗ С приличным кодом и комментариями
- ✗ Без документации 🤷



ДИССЕКТОР WIRESHARK ДЛЯ ВАСНЕТ

- ★ Поддерживает все уровни применения
- ★ Умеет гибко фильтровать пакеты



Wireshark_tcp_logs-combined method.pcapng

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help

((ip.src == 172.19.11.200 && ip.dst == 172.19.11.20) || (ip.src == 172.19.11.20 && ip.dst == 172.19.11.200) || (ip.src == 172.19.11.20 && ip.dst == 172.19.11.255)) && bacnet

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
447	2022-03-21 08:46:00,619713	172.19.11.200	172.19.11.20	BACnet-APDU	895	Complex-ACK readPropertyMultiple[0] (Message Reassembled)
448	2022-03-21 08:46:00,620766	172.19.11.20	172.19.11.200	BACnet-APDU	52	Segment-ACK
449	2022-03-21 08:46:00,621493	172.19.11.20	172.19.11.200	BACnet-APDU	53	Confirmed-REQ readPropertyMultiple[1]
473	2022-03-21 08:46:03,605234	172.19.11.200	172.19.11.20	BACnet-APDU	00	Abort other[1]

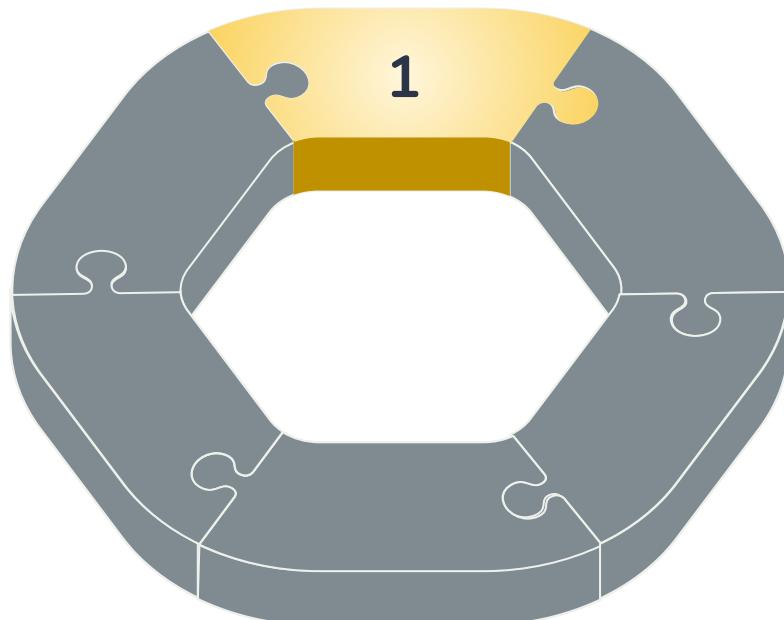
> User Datagram Protocol, Src Port: bacnet (47808), Dst Port: bacnet (47808)
> BACnet Virtual Link Control
> Building Automation and Control Network NPDU
✓ Building Automation and Control Network APDU
 v 0111 = APDU Type: Abort (7)
 1 = SRV: True
 Invoke ID: 1
 Abort Reason: other (0)

0000 c4 00 ad 69 ae d3 80 f5 b5 e7 6d 43 08 00 45 00
0010 00 25 30 1d 00 00 40 11 db a8 ac 13 0b c8 ac 13
0020 0b 14 ba c0 ba c0 00 11 28 33 81 0a 00 09 01 00
0030 71 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

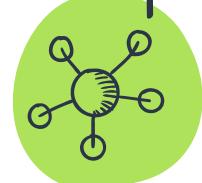
Abort Reason: other (0) 

Но иногда даже он беспомощен

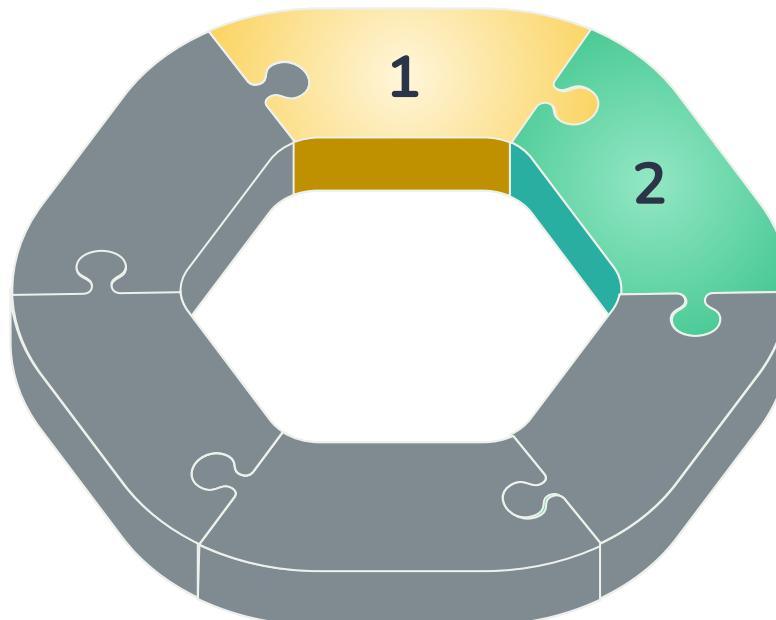
IoT ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ



1 Гибкое
хранение

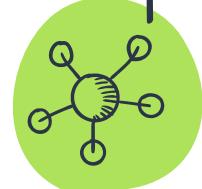


IoT платформа по частям



1 Гибкое
хранение

2 Полиглотность
интеграций



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Цифровой двойник здания – это ВІМ с данными в реальном времени
- ✗ Диссекторы в Wireshark – топчик
- ✗ Промышленные протоколы – “дивный” мир



НАШ ROADMAP НА СЕГОДНЯ

Fleet
Management



Интеграции

Умный
анализ



Нормализация

Резюме
и выводы



Q&A





• ЗАВОД ПО ПРОИЗВОДСТВУ САХАРА •

Управление обработкой • Мониторинг производственной линии

OEE statistics

• ЗАВОД

Привоз сырья
102.0 тонн

Произв. сахара
23.25 тонн

Local farmer
TONN

▶ Старт линии

- ② To launch the Production Line, please select a supplier from the dropdown list, enter any number in the Batch Weight input field and then click the Launch Line button.

• ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ

ПРИЁМ СЫРЬЯ



Вес партии
—
Заяв. дигестия
—

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА



Загрязнения
—
Сред. дигестия
—

ОЧИСТКА СЫРЬЯ



Выход сырья
—
Потери сырья
—

ОБРЕЗКА СЫРЬЯ



Выход сырья
—
Потери сырья
—

• ИЗВЛЕЧЕНИЕ САХАРА



Примеси
—
Концентрация сахара
—

Downtime simulation

Потери сахара
—

• ВЫПАРИВАНИЕ СИРОПА



T° сиропа
—
Концентрация сахара
—

Выход сиропа
—

Потери сахара
—

• КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ САХАРА



Давление
—
Нач./итог. влажность
—

Выход сиропа
—

Потери сахара
—

• ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЕ



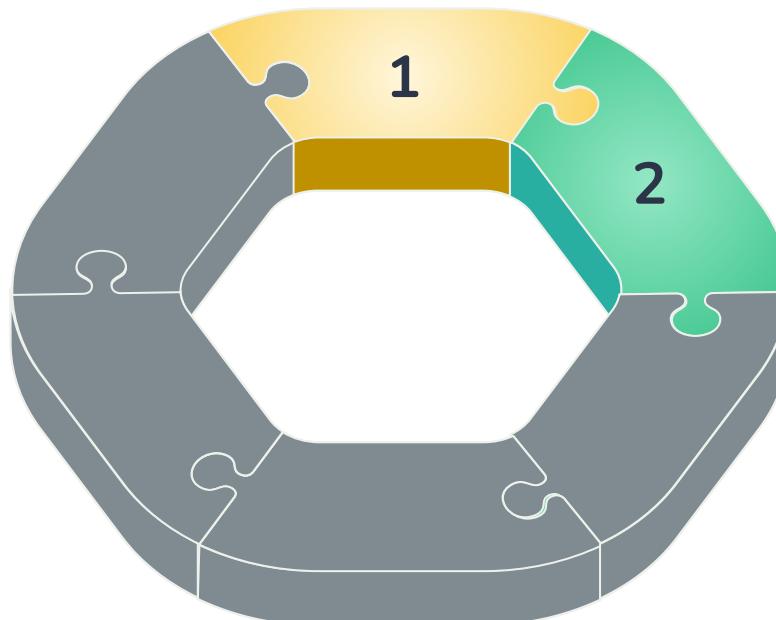
Фактор разд.
—
Скорость вращения
—

Выход сиропа
—

Ост. Мелассы
—

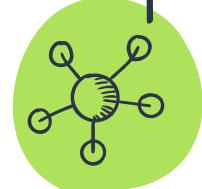
<https://demo.aggregate.digital/>

IoT платформа по частям

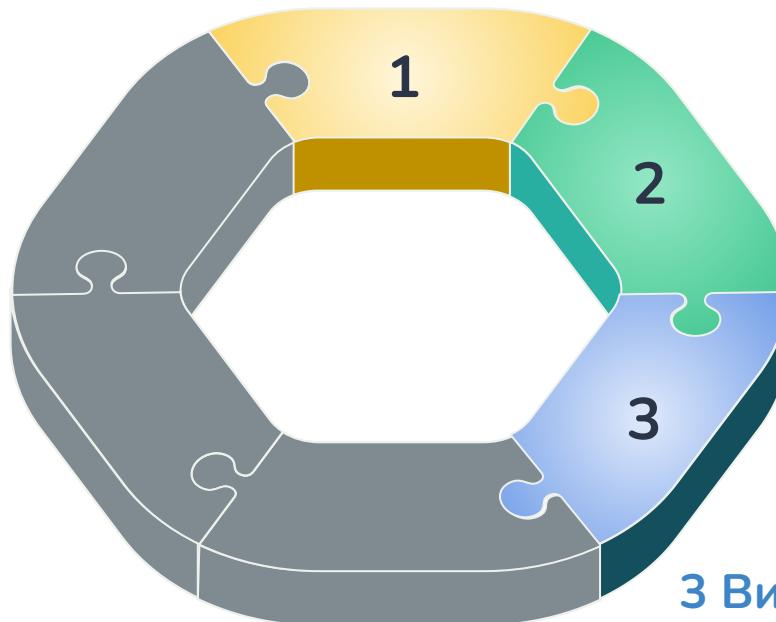


1 Гибкое
хранение

2 Полиглотность
интеграций



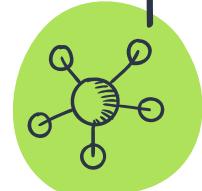
IoT платформа по частям



1 Гибкое хранение

2 Полиглотность интеграций

3 Визуализация



3

Интеллектуальный анализ

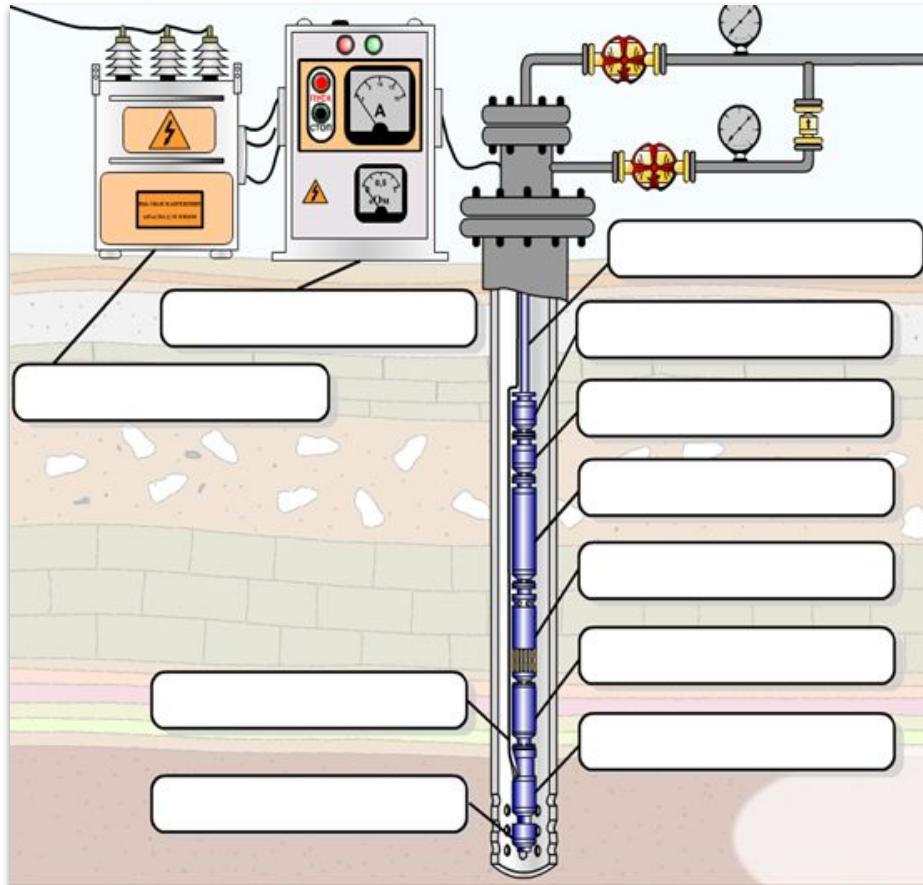
(машинных данных)



ЧАЯНДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ
ЯКУТИЯ

Установка Электроприводного Центробежного насоса

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

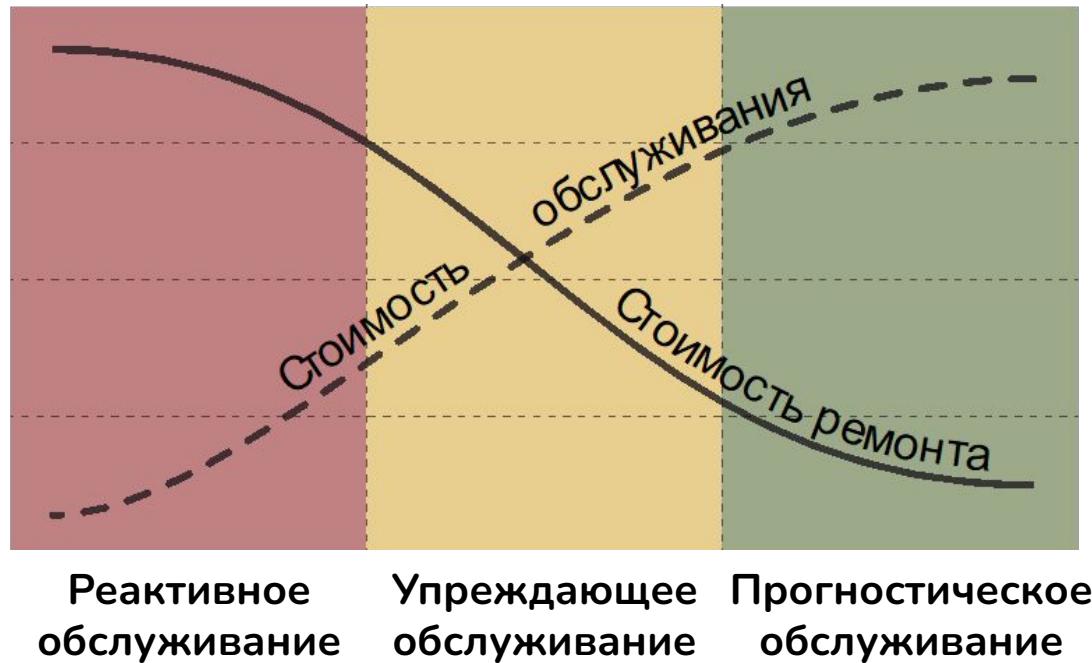




\$ XXX,XXX,XXX

Во столько обходится средняя поломка УЭЦН

Разновидности обслуживания



ПРИЧЕМ ЗДЕСЬ ИОТ [ПЛАТФОРМА]?

Получение

Обработка

Выдача

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

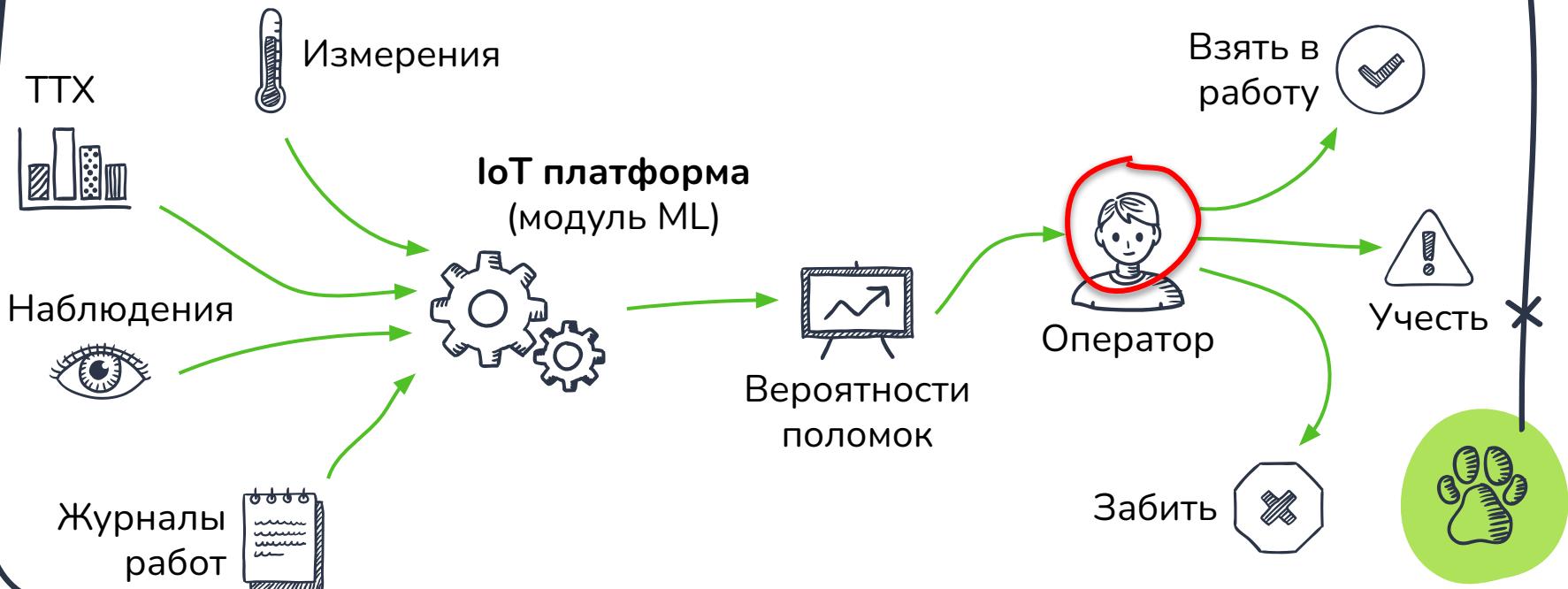
Статистика, ML,
корреляция,
фильтрация, ...

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

Удобно делать **одним** инструментом



КАК РЕАЛИЗУЕТСЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ





ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ – НАШЕ ВСЁ

“Давай, расскажи мне
про модели и
вероятности
поломки”

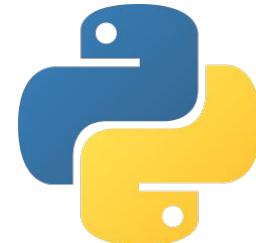
А ЧТО ПОД КАПОТОМ?

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

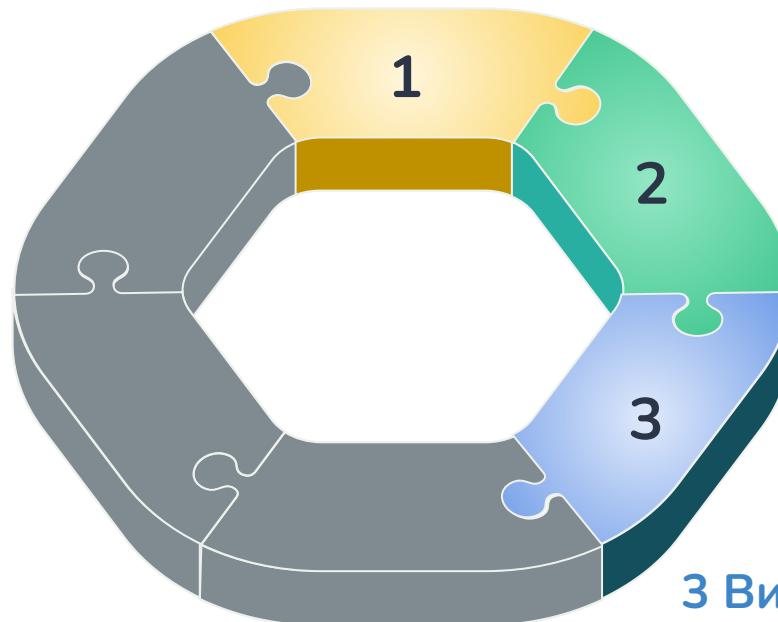


А ЕСЛИ НЕ JAVA? КАК НАСЧЁТ PYTHON?

- ✖ Поддерживается библиотека JEP
 - ✖ Java Embedded Python
- ✖ Работает через JNI и CPython API
 - ✖ поэтому быстро
- ✖ Полагается на библиотеку Pandas



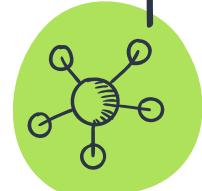
IoT платформа по частям



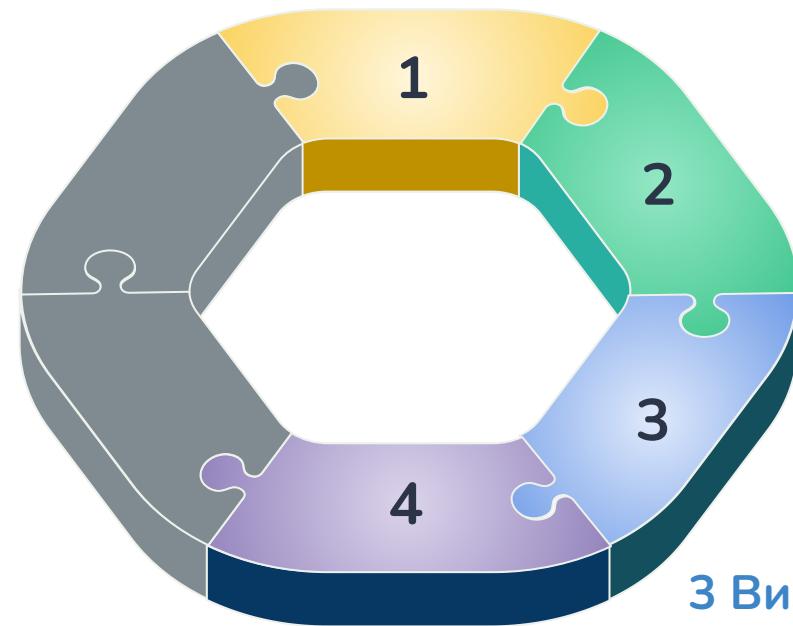
1 Гибкое хранение

2 Полиглотность интеграций

3 Визуализация



IOT ПЛАТФОРМА ПО ЧАСТИМ

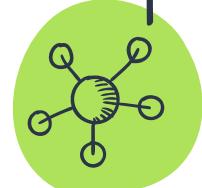


4 Языковой
интероп

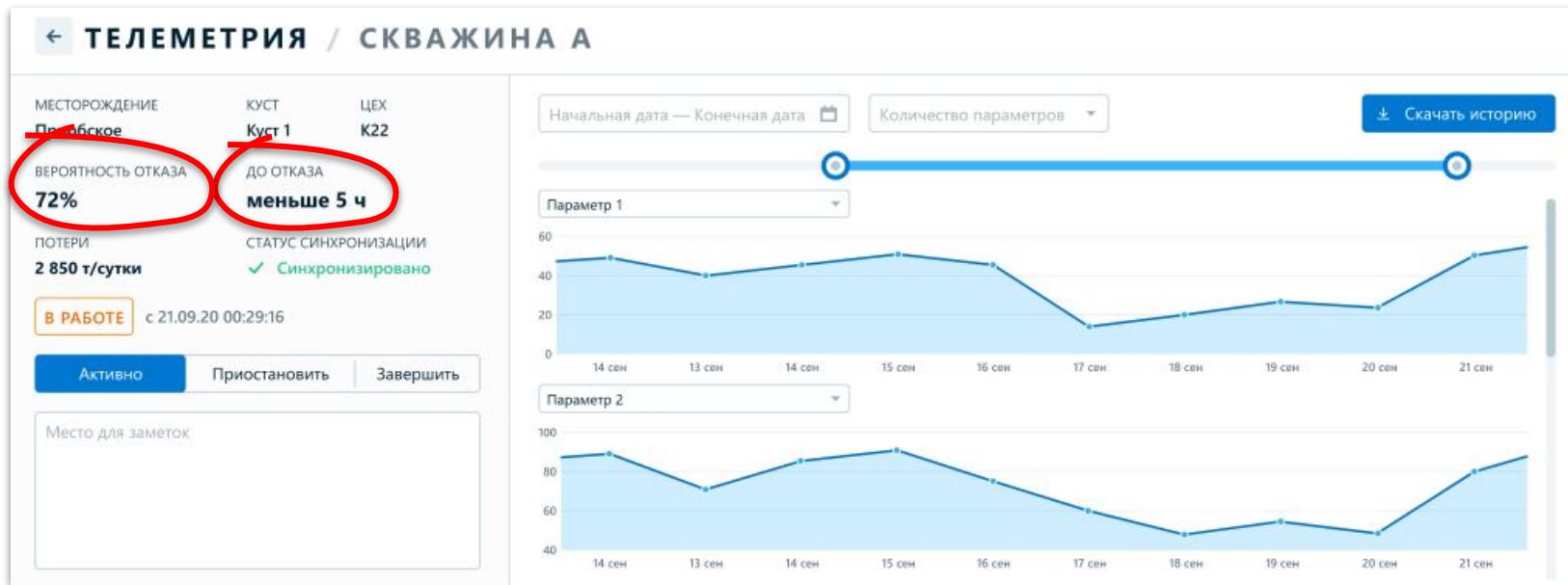
1 Гибкое
хранение

2 Полиглотность
интеграций

3 Визуализация



А ВОТ ЧТО ВИДЯТ ОПЕРАТОРЫ



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Прогностические ТОиР применяются не от хорошей жизни
- ✗ ИИ, конечно, хорошо, но ~~Михалыч знает лучше~~ гибридные модели надежнее
- ✗ IoT-платформа – способ не натягивать  на 



НАШ ROADMAP НА СЕГОДНЯ

Fleet
Management



Умный
анализ



Резюме
и выводы



Интеграции



Нормали-
зация



Q&A

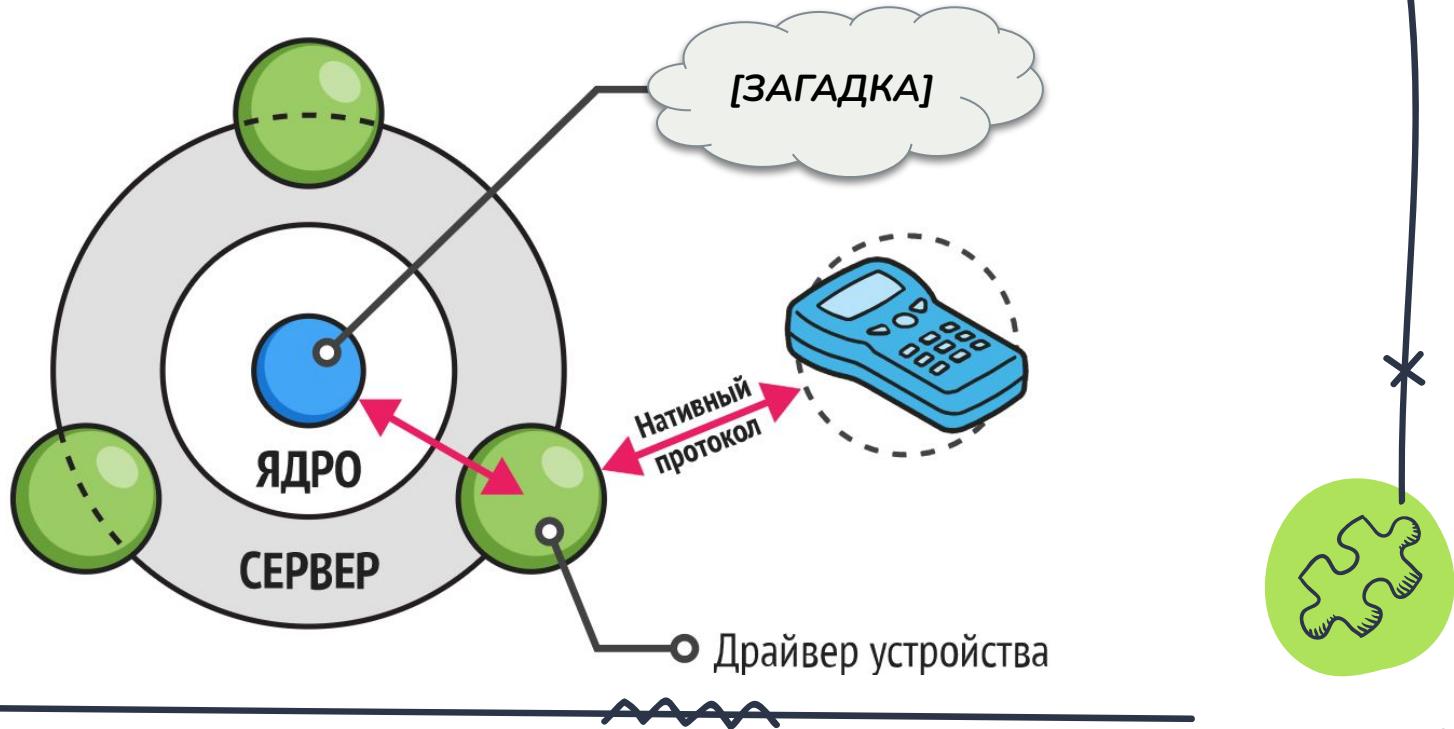


4

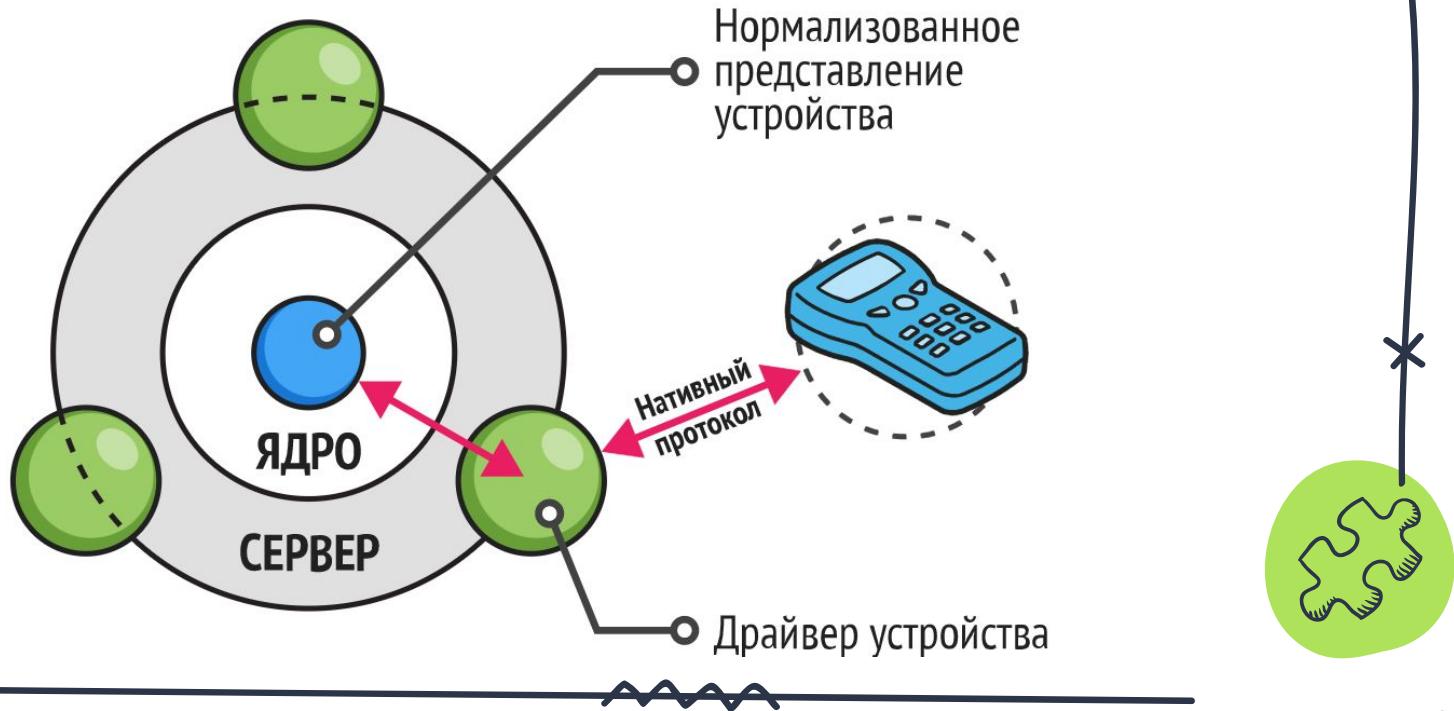
НОРМАЛИЗАЦИЯ

как связать несвязуемое

КАК УНИФИЦИРОВАТЬ ОБМЕН ДАННЫМИ?

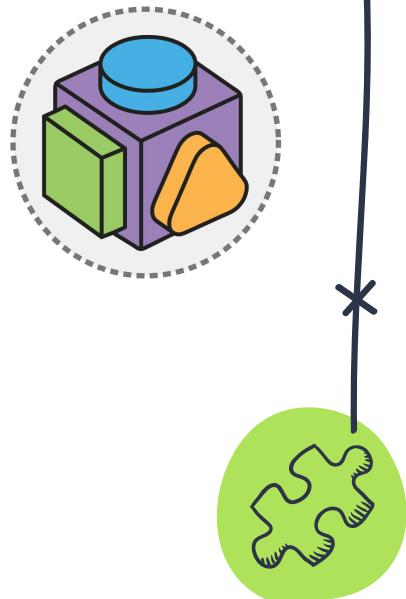


КАК УНИФИЦИРОВАТЬ ОБМЕН ДАННЫМИ?



ЕДИНАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ (AGGREGATE)

- ✖ Организует данные в **контексты** – логические контейнеры данных
- ✖ В каждом контексте устройства:
 - ✖ функции
 - ✖ события
 - ✖ переменные (табличные)



4½

РЕАЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ

применения единой модели данных

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

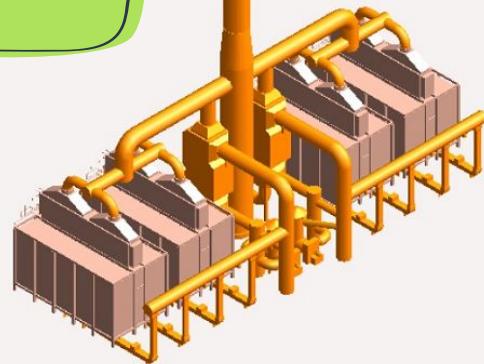
Переменная
(таблица)



Список сетевых интерфейсов

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

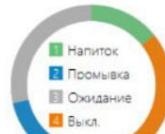
Текущие	ПДВ		
999.00	г/с	999.00	г/с
999.00	мг/м3	999.00	мг/м3

Серы диоксид

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

Содержание газа в воздухе

КОФЕМАШИНА Thermoplan black and white



Ток, фаза А
Напряжение, фаза А

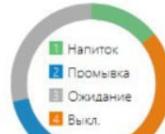
Суммарная мощность (S)

24 часа



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

<https://aggregate.digital/ru/customers.html>

Событие
(адрес машины)



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

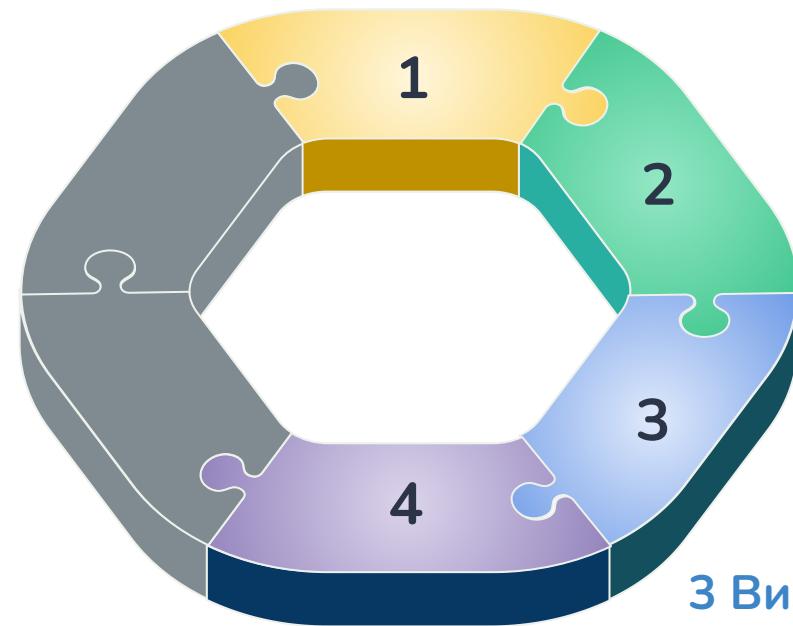
#	ID пользователя	ФИО	Адрес	Примечания
1	788696	Смирнов	Микрорайон в лесу	Действующая
2	523438	Иванов	Микрорайон в лесу	Действующая
3	714661	Кузнецов	Микрорайон в лесу	Действующая
4	790314	Попов	Микрорайон в лесу	Действующая
5	858291	Соколов	Микрорайон в лесу	Действующая
6	790695	Лебедев	Микрорайон в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

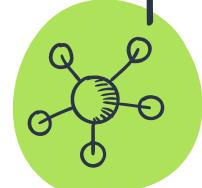


4 Языковой
интероп

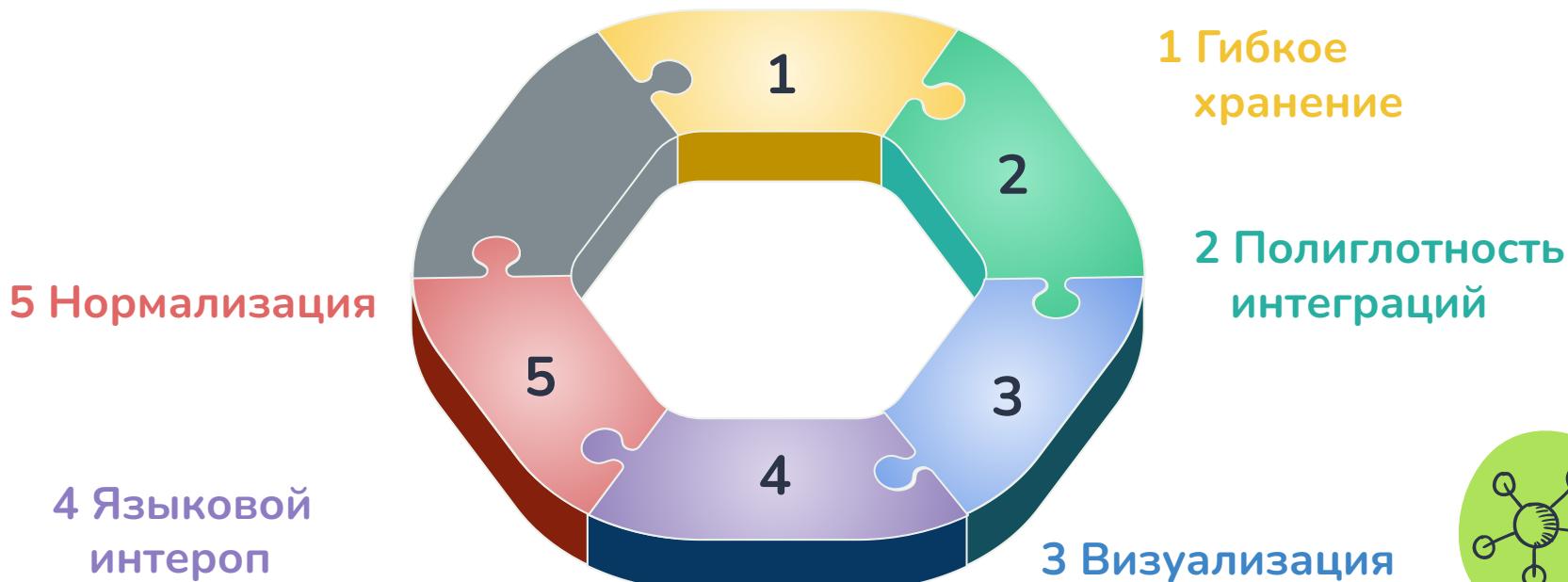
1 Гибкое
хранение

2 Полиглотность
интеграций

3 Визуализация



IoT платформа по частям



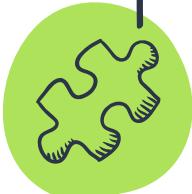
ЗА ЧЕЙ СЧЕТ БАНКЕТ?

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



ПУТЕВЫЕ ЗАМЕТКИ

- ✗ Нормализация – основа гибкости платформы
- ✗ Избыточность базовых структур данных оправдана
- ✗ Кофемашины становятся умнее людей



НАШ ROADMAP НА СЕГОДНЯ

Fleet
Management



Умный
анализ



Резюме
и выводы



Интеграции



Нормали-
зация



Q&A



5

ЗАКРУГЛЕНИЕ

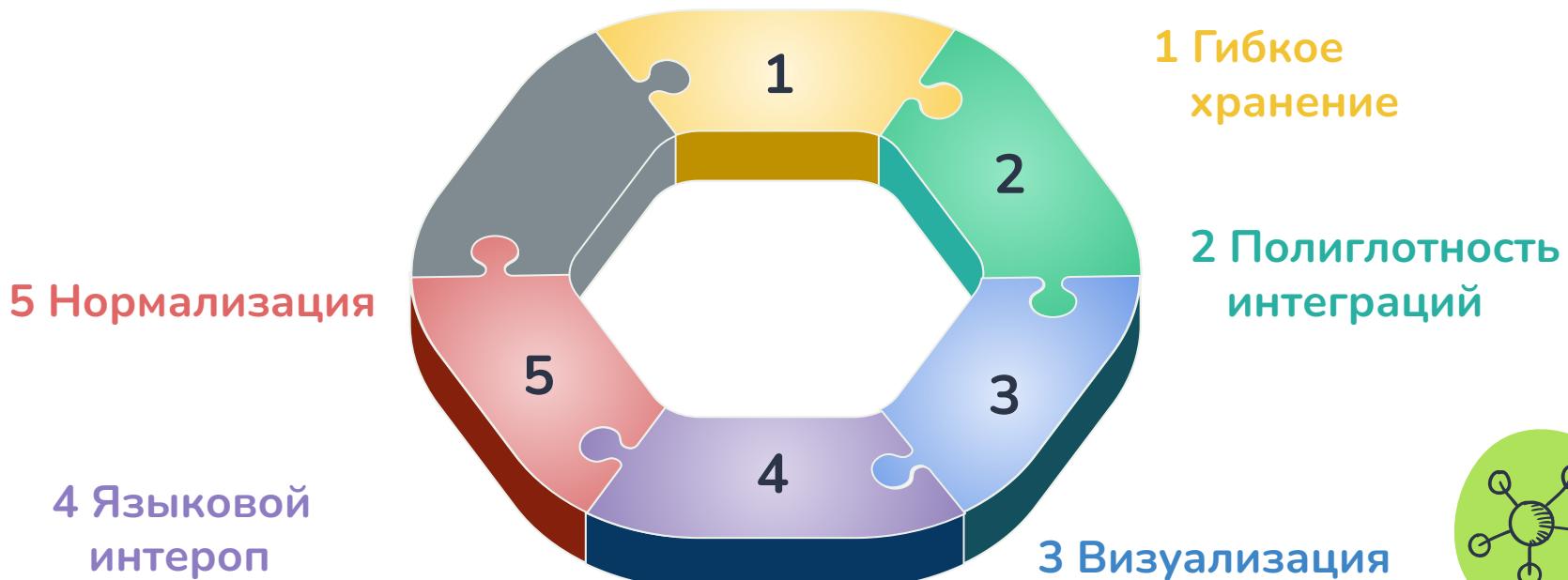
резюме и выводы

ЧТО СЕЙЧАС БЫЛО?

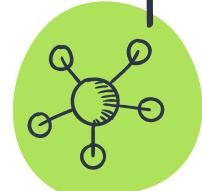
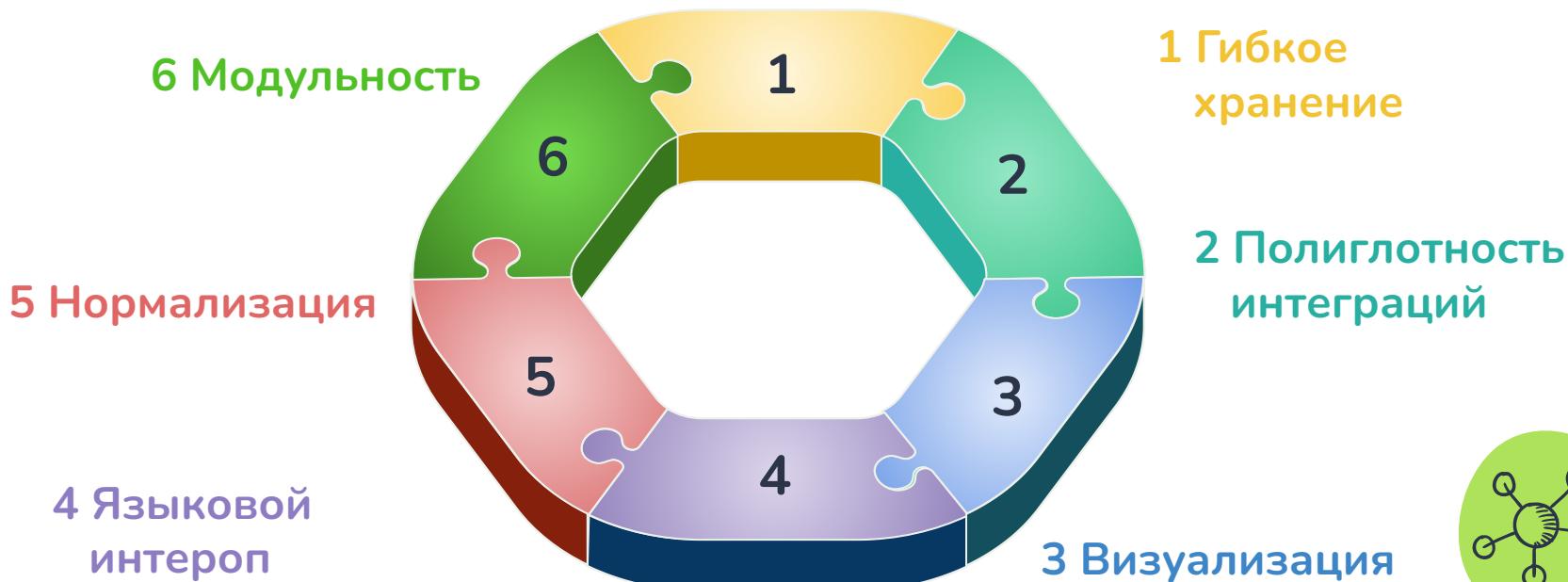
- ✗ Кейсы применения IoT
 - ✗ сельское хозяйство (*NoSQL*)
 - ✗ цифровые двойники (*BACnet*)
 - ✗ нефтегазовая промышленность (*ML*)
- ✗ Обобщение
 - ✗ единая модель данных (*нормализация*)



IoT платформа по частям



IoT платформа по частям



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 Плизá



Innopolis
Meetups



CREDITS

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

- ✗ Presentation template by [SlidesCarnival](#)

