

Предварительная архитектура Internet of Energy: основные подходы, принципы, базовые элементы

Габитов Рустам,
Группа компаний «Современные технологии»

Ключевые требования к Internet of Energy

Традиционная энергетическая инфраструктура

- Обеспечение системной надежности в условиях изменения типов потребителей
- Извлечение системного эффекта от использования распределенных источников энергии

Провайдеры услуг для конечных потребителей

- Обеспечение интеграции сервисов провайдеров и энергетических устройств
- Технологический и коммерческий учет энергетических и финансовых транзакций

Internet of Energy

Просьюмеры*

- Двухнаправленная передача мощности в электрических сетях
- Легкость подключения к энергетической инфраструктуре
- Обеспечение монетизации услуг просьюмеров
- Отсутствие спец. требований к квалификации обслуживающего персонала

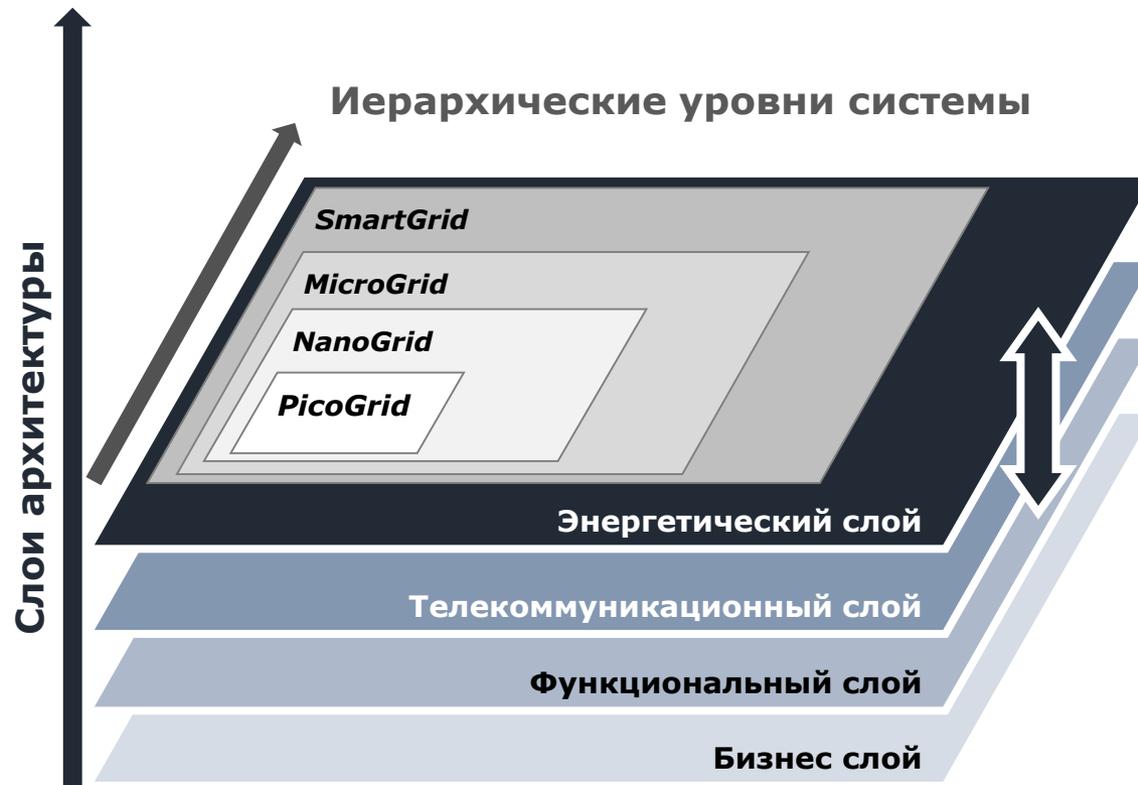
Потребители с повышенными требованиями к качеству и надежности

- Постоянство качества э/э для высокотехнологичного производства
- Надежность электроснабжения в условиях изменения типов потребителей

Internet of Energy - экосистема производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией

*«производитель-потребитель»

Состав архитектуры



Этап 1. «Цифровые
инфраструктуры и сервисы»

Этап 2. «Адаптивные
инфраструктуры и сервисы»

Этап 3.
«Самоорганизующиеся
инфраструктуры и сервисы»

Типы систем

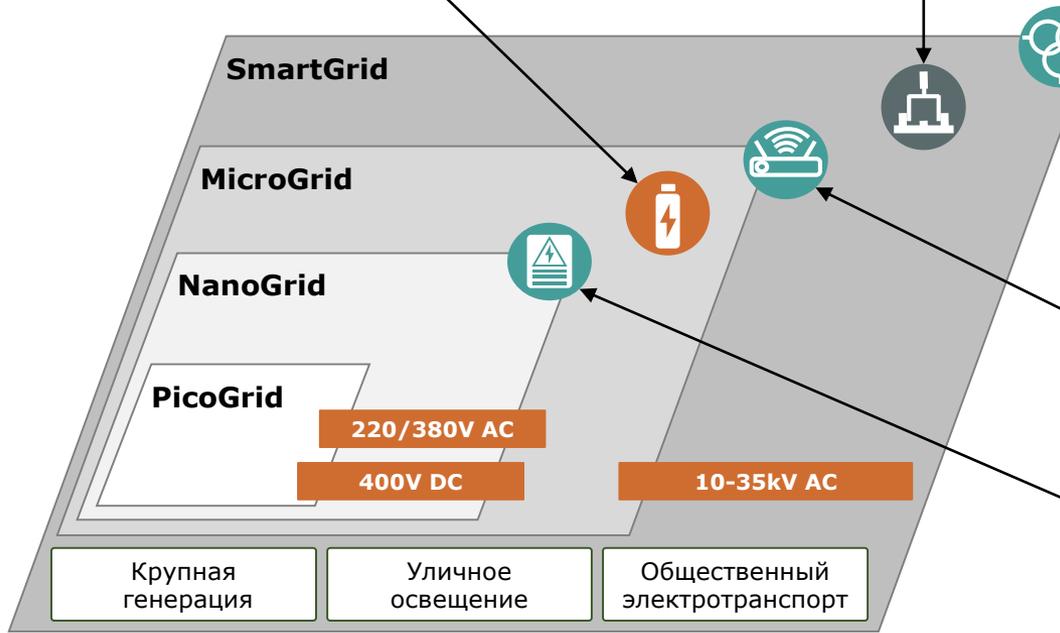
Типы систем	Мощность и напряжение	Описание	Масштаб
SmartGrid (SmG)	Свыше 1000 кВт 10-35 кВ (AC)	Выполняет функцию интеграции традиционных сетей и MicroGrid с целью получения системного эффекта (синергия)	<ul style="list-style-type: none">• Город
MicroGrid (MrG)	100 кВт - 1000 кВт 220 В (AC) 400 В (DC)	Минимальная единица энергетической самодостаточной сети (автономность при отключении централизованного источника энергии)	<ul style="list-style-type: none">• Район города• Поселок• Бизнес центр• Торговый центр
NanoGrid (NG)	10 кВт - 50 кВт 220 В (AC) 400 В (DC)	Представляет собой составную часть MrG, находящуюся в управлении конечного пользователя	<ul style="list-style-type: none">• Дом• Квартира• Офис• Цех
PicoGrid (PG)	0,01 - 5 кВт 220 В (AC) 400 В (DC)	Представляет собой сложносоставное конечное устройство потребления, накопления и генерации электроэнергии	<ul style="list-style-type: none">• Устройства

Энергетический уровень

Накопитель э/э – оперативное сглаживание пиков потребления внутри MicroGrid

Реклоузер – автоматическая перенастройка систем защиты и автоматики под изменение поведения MicroGrid

Устройства на границах уровней



Цифровая подстанция – понижение напряжения с магистральных сетей до напряжения распределительных сетей, интеграция традиционных сетей с MicroGrid

Энергорouter – синхронизация сетей MicroGrid, двунаправленная передача энергии

Энергокоммутатор – интеграция систем генерации, накопления и потребления электроэнергии

Коммуникационный уровень

Взаимодействие по уровням – взаимодействие всех устройств происходит среди своего уровня

Переходные устройства – взаимодействуют со смежными уровнями

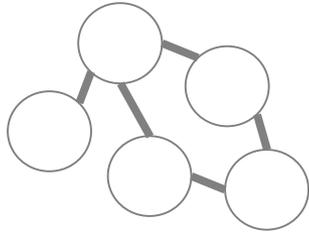


Ключевые свойства:

- Возможность P2P (peer-to-peer) взаимодействия
- Безударное подключение устройств
- Высокая скорость работы
- Высокая надежность при различных авариях
- Кибербезопасность

Функциональный уровень

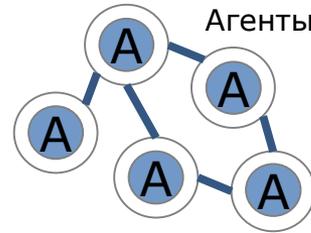
Этап 1



Управление через операции

- Класс
- Функция
- Принадлежность

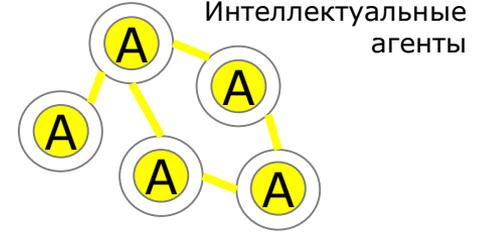
Этап 2



Управление через функции

- Класс
- Функция
- Принадлежность
- **Заявка (потребность / предложение)**

Этап 3

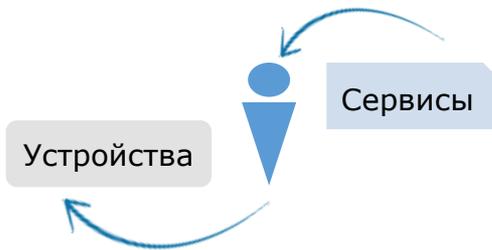


Управление через цели

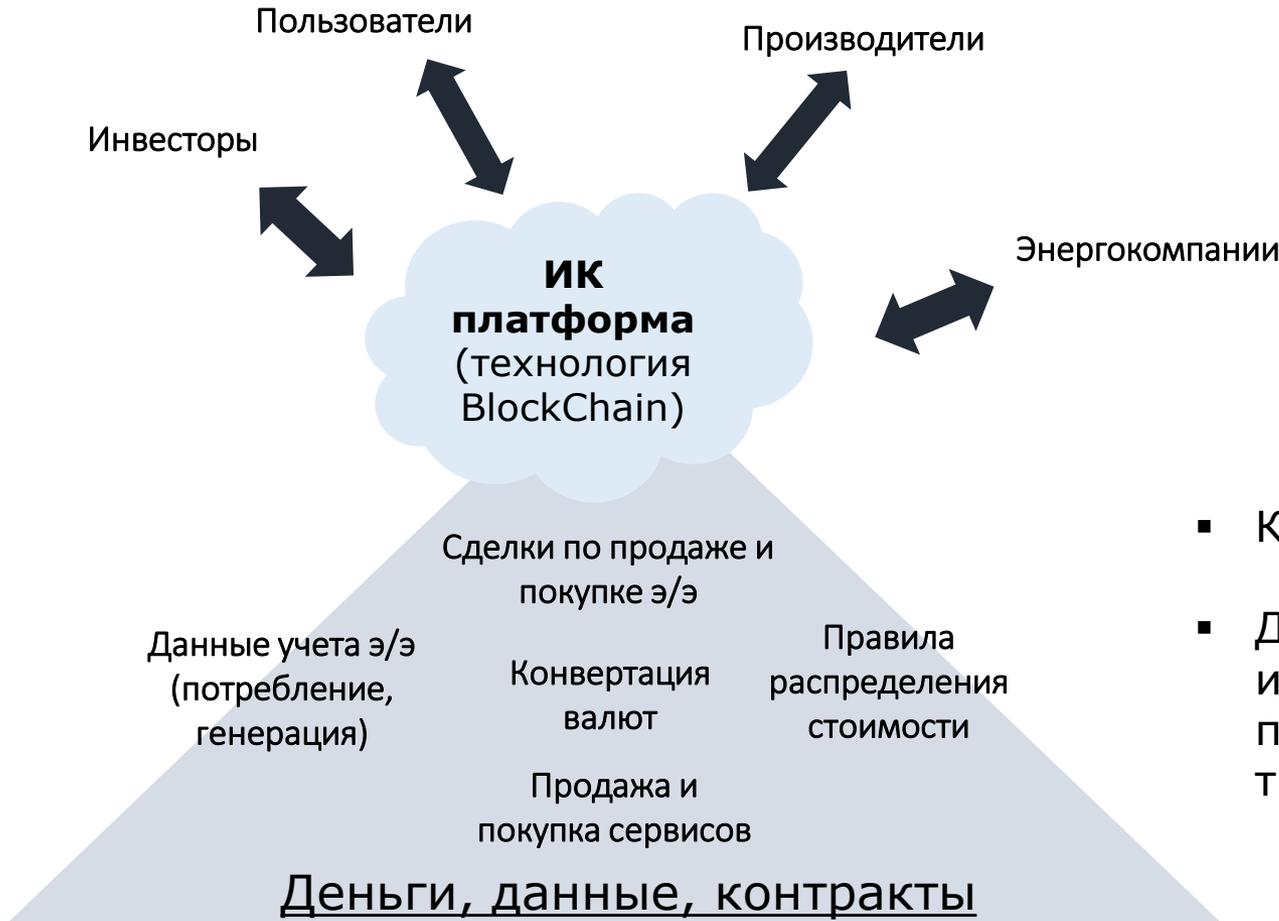
- Класс
- Функция
- Принадлежность
- **Заявка (потребность / предложение)**
- **Задачи, в том числе бизнес-задачи**

Представление элемента

Взаимодействие с человеком

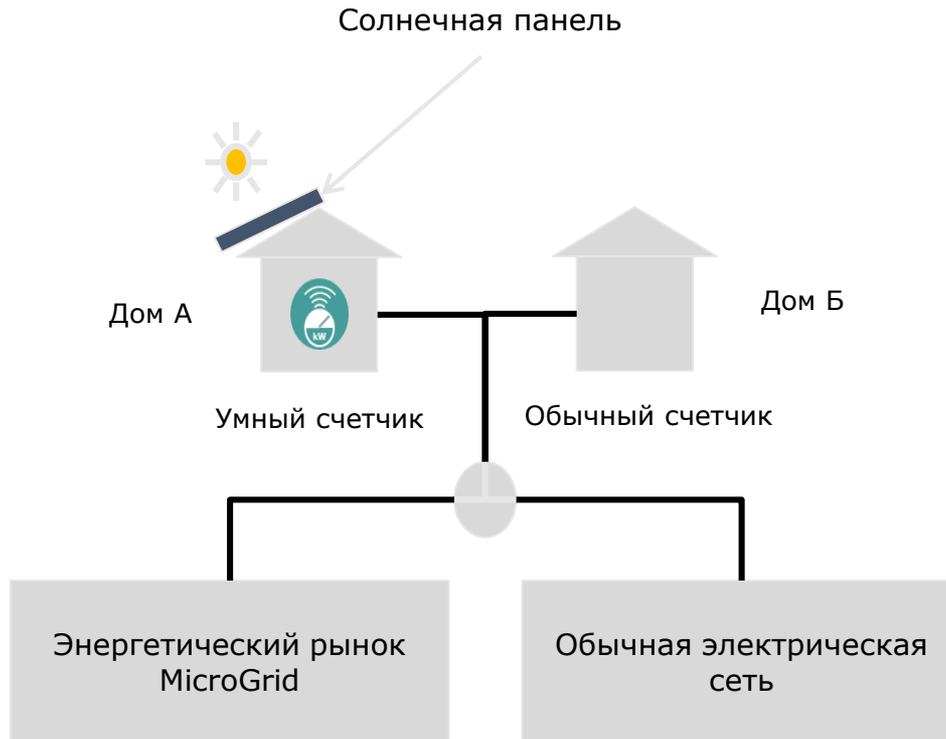


Бизнес уровень



- Конструктор сервисов
- Доступный для новых игроков (просьюмеров, провайдеров сервисов и т.д.) рынок

Пример peer-to-peer обмена энергией (TransActive Grid, US)



Накопленная солнечной панелью избыточная электроэнергия, может перетекать из дома А в дом Б, для этого используется умный счетчик.

Умный счетчик реализует следующие функции:

- Преобразует избыточную электроэнергию в энергетические кредиты (криптовалюта)
- Энергетические кредиты являются валютой на местном энергетическом рынке MicroGrid, на основе Smart контрактов

В данной модели сети, у пользователя есть **выбор** покупки электроэнергии **из сети**, либо **из энергетического рынка MicroGrid**

Ключевые выводы

- 1. В результате разработки архитектуры были определены ключевые требования к решениям Internet of Energy**
- 2. Для того чтобы получить типовую архитектуру необходимо отработка решений в пилотном режиме на всех уровнях**

Спасибо за внимание!