Национальная технологическая инициатива

Пространство возможного

Энерджинет

Национальная технологическая инициатива

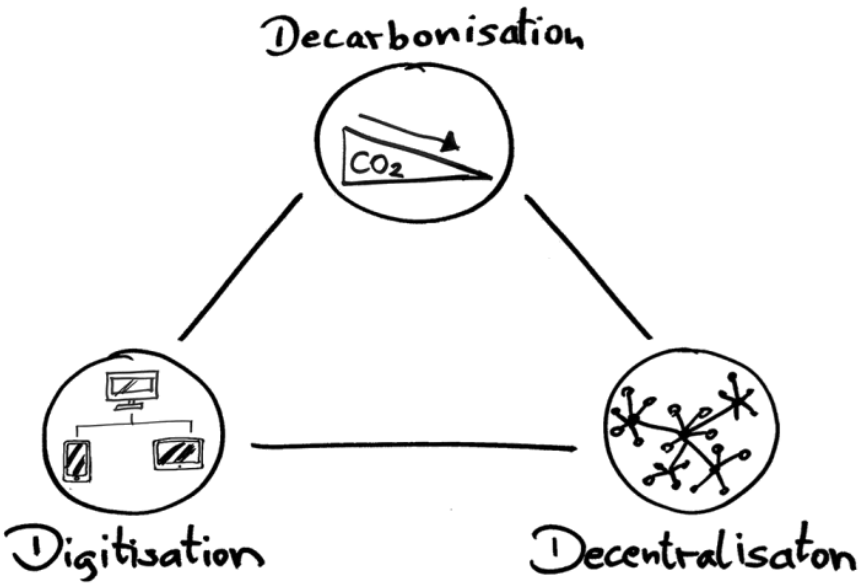
Реализация НТИ Энерджинет через призму комплексных пилотных проектов

Корев Дмитрий Андреевич

Ответственный секретарь РГ Энерджинет НТИ

14 декабря 2018, Екатеринбург

СЛОЖИЛСЯ КОМПЛЕКС ПРИЧИН И ДРАЙВЕРОВ ПЕРЕХОДА К НОВОМУ УКЛАДУ В ЭНЕРГЕТИКЕ



Причины

- Рост спроса
- Рост требований потребителей
- Потепление климата
- Новый инвестиционный цикл
- Новая урбанизация

Драйверы

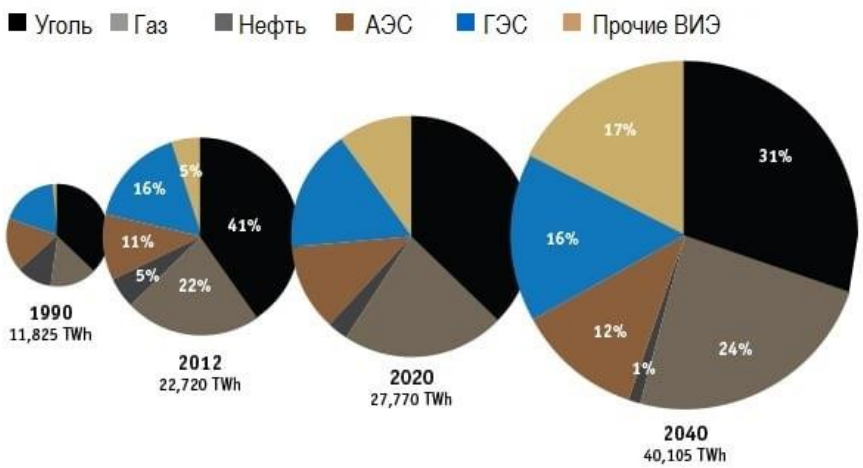
- Распределенная энергетика (в т.ч. ВИЭ, СНЭ)
- Активные потребители
- Цифровизация инфраструктуры, активов
- Интеллектуализация управления
- Цифровые финансовые технологии

ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ – ЯВЛЯЕТСЯ ПЕРВОПРИЧИНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Декарбонизация - переход к экологически чистой «безуглеродной» экономике и энергетике, не сопровождающейся выбросами парниковых газов (в частности, диоксида углерода)

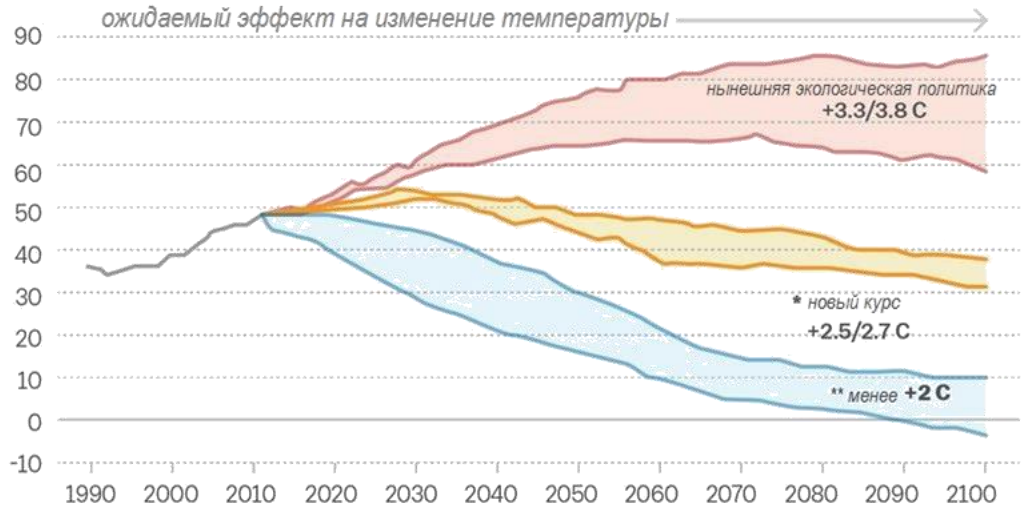
- увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе стран и их объединений;
- максимальный отказ от применения любых технологий, в которых формируются выбросы парниковых газов (угольной генерации, газового отопления, двигателей внутреннего сгорания);
- увеличение доли электрического транспорта, в первую очередь, частных электромобилей.

Изменение мирового энергобаланса, ТВт·ч



Ожидаемые общемировые выбросы парниковых газов

в гигатоннах



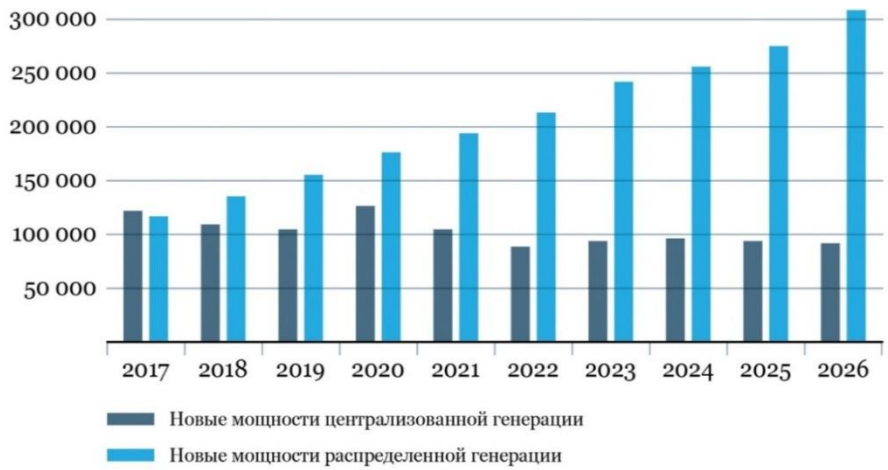
** Предусмотренный предыдущей Рамочной конвенцией ООН об изменении климата*

*** В соответствии с "Парижским Соглашением" 2015 года*

Источники: IAE Power, Climate Action Tracker

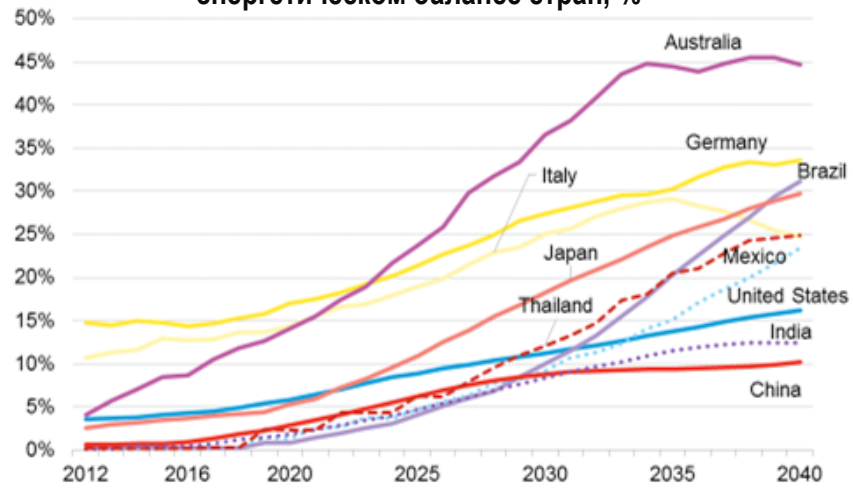
ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ – ЗАДАЕТ НОВЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП

Прогноз ввода новых мощностей централизованной и распределенной генерации в мире, МВт

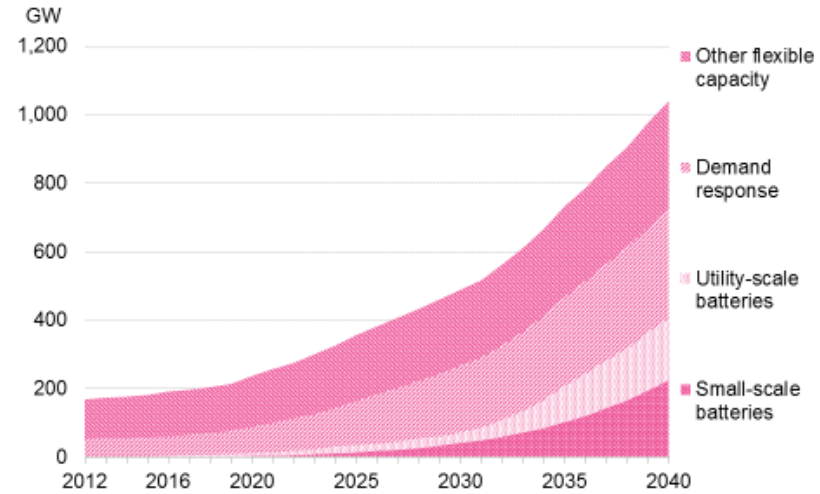


- **Децентрализация** – масштабное развитие распределенной энергетики (генерация, накопители, управляемая нагрузка); в каждой стране формируется своя модель рынка, определяющаяся соотношением централизованной и распределенной энергетики
- **Распределенная генерация** – это совокупность электростанций (в т.ч. на базе ВИЭ), расположенных близко к месту потребления энергии и подключенных либо непосредственно к потребителю, либо к распределительной электрической сети
- Важную роль будут играть **новые сегменты рынка и сервисы**, возможные только при децентрализации, – p2p-энергообмен, управление спросом, агрегация накопителей, гибкое управление нагрузкой

Прогноз доли децентрализованной энергетики в энергетическом балансе стран, %



Прогноз установленной мощности управляемой нагрузки в мире, ГВт



Источники: Bloomberg New Energy Finance, Navigant Research

ДИДЖИТАЛИЗАЦИЯ – ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНЫМ СРЕДСТВОМ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

- **Цифровая ЭКОНОМИКА** – это глобальная сеть экономической деятельности, коммерческих трансакций и профессиональных взаимодействий, которые обеспечиваются информационно-коммуникационными технологиями
- **Цифровая платформа** – открытая цифровая среда для организации производственных отношений субъектов
- **Цифровая энергетика** – новый способ организации экономических отношений в энергетике, обеспечивающий с низкими трансакционными издержками вовлечение в экономический оборот распределенной энергетики

Д.А.Медведев: *«Цифровизация понимается не как отдельная отрасль или совокупность технологий, а как **алгоритм развития отношений** в современном обществе и его культурная среда»*

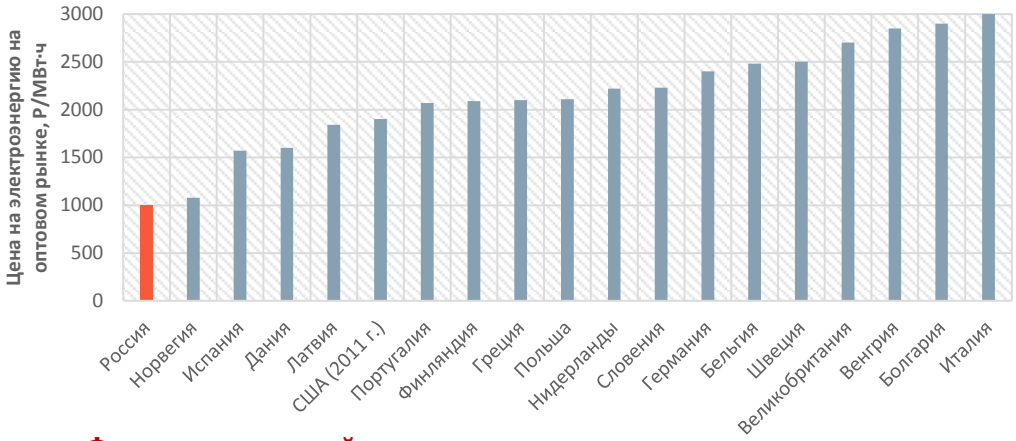
Кейс «VPP Тесла» (Австралия) – солнечная генерация и накопители домохозяйств в составе виртуальной электростанции по капитальным затратам на единицу мощности стоит на 20% меньше, чем «разрозненная» солнечная генерация

Источники: Tesla

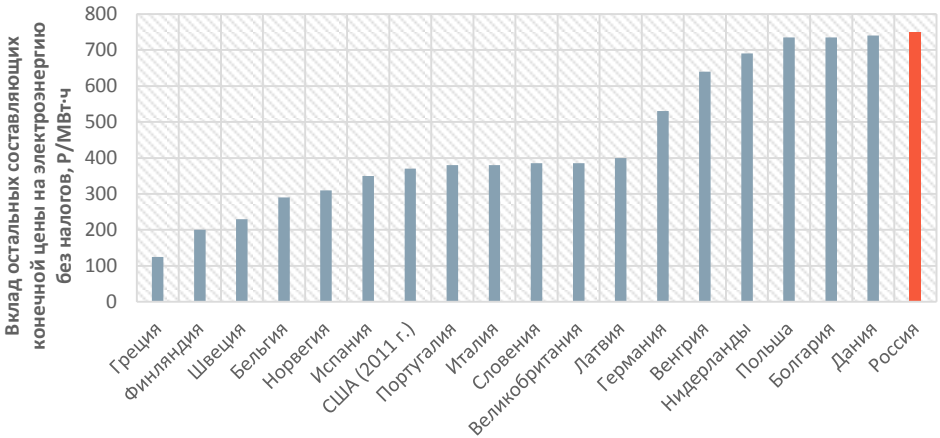
ВЫЗОВ ДЛЯ РОССИИ – НИЗКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЩНОСТИ

В России дешевая «электроэнергия», дорогая «мощность»

Цена на электроэнергию на оптовом рынке (2013 г.), Р/МВт·ч



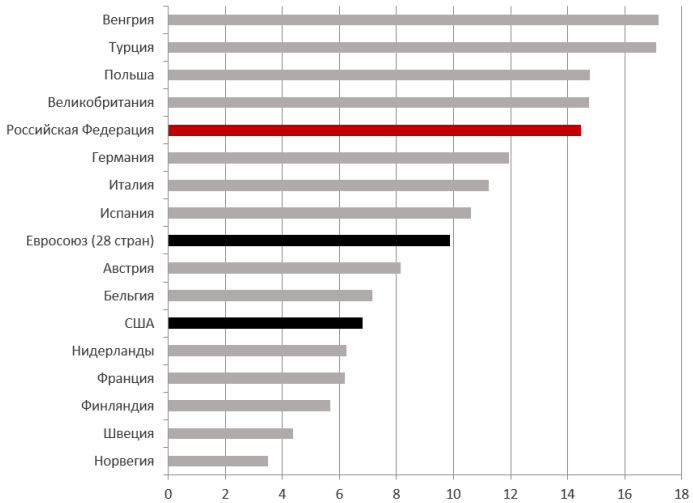
Другие компоненты цены на электроэнергию («мощность») без налогов (2013 г.), Р/МВт·ч



Факторы дорогой цены:

1) низкая плотность нагрузки (на 1кВт потребления мощности в России требуется в 1,5-3 раза больше сетевых активов, чем в ЕС)
2) низкая загрузка мощностей (КИУМ станций 50%, загрузка мощностей магистральной сети 26%, а мощностей распределительного комплекса 32%)
3) высокая стоимость капитала (в 2-3 раза выше, чем в Европе)
4) высокая стоимость строительства (на 20-40%% выше, чем в Европе)
5) низкая производительность труда (на 1 МВт установленной мощности в 10 раз больше работников, чем в США)

Средняя цена электроэнергии по паритету покупательной способности для промышленных потребителей в России, США и странах Евросоюза в 2018 году (цент США/кВт·ч)

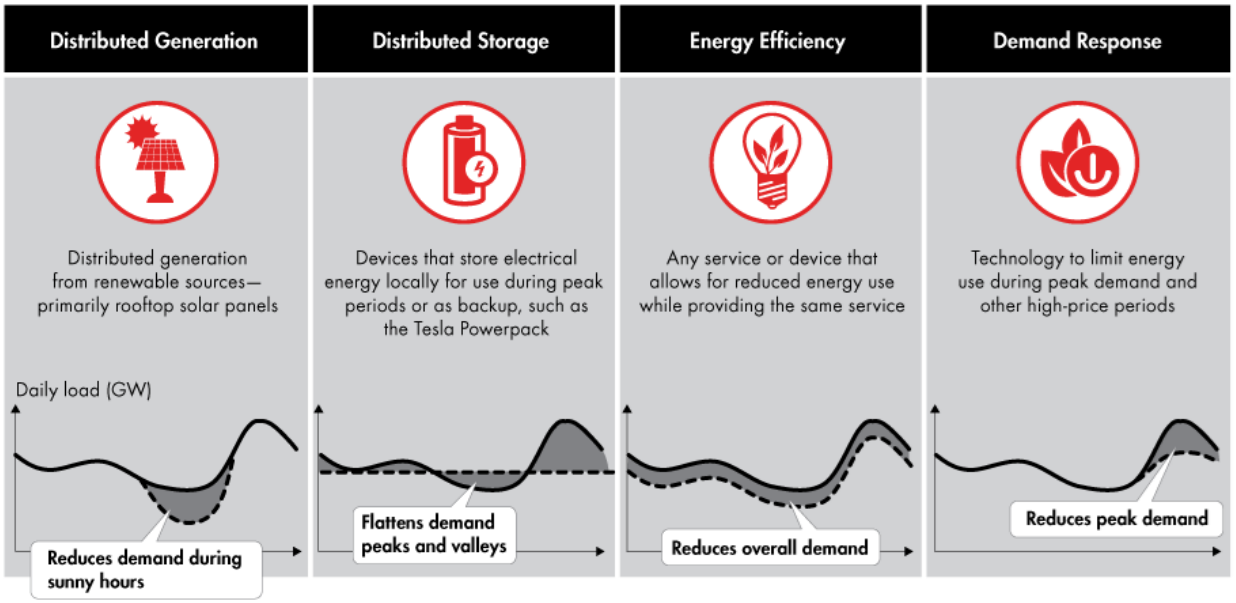


Источники: Фонд «Форсайт», Фонд «ЦСР», Ассоциации «Сообщество потребителей энергии»

В СУЩЕСТВУЮЩЕЙ АРХИТЕКТУРЕ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА СТАЛКИВАЕТСЯ С РОСТОМ ИЗДЕРЖЕК

Распределенная энергетика повышает эффективность энергосистемы за счет снижения потребности в присоединенной мощности, локальных энергобалансов на базе децентрализованной генерации, а также вовлечения активов конечных пользователей в процессы управления энергосистемой

Но в существующей архитектуре распределенная энергетика сталкивается с ростом издержек



Трансакционные издержки экономических отношений, растущие при росте числа участников трансакций

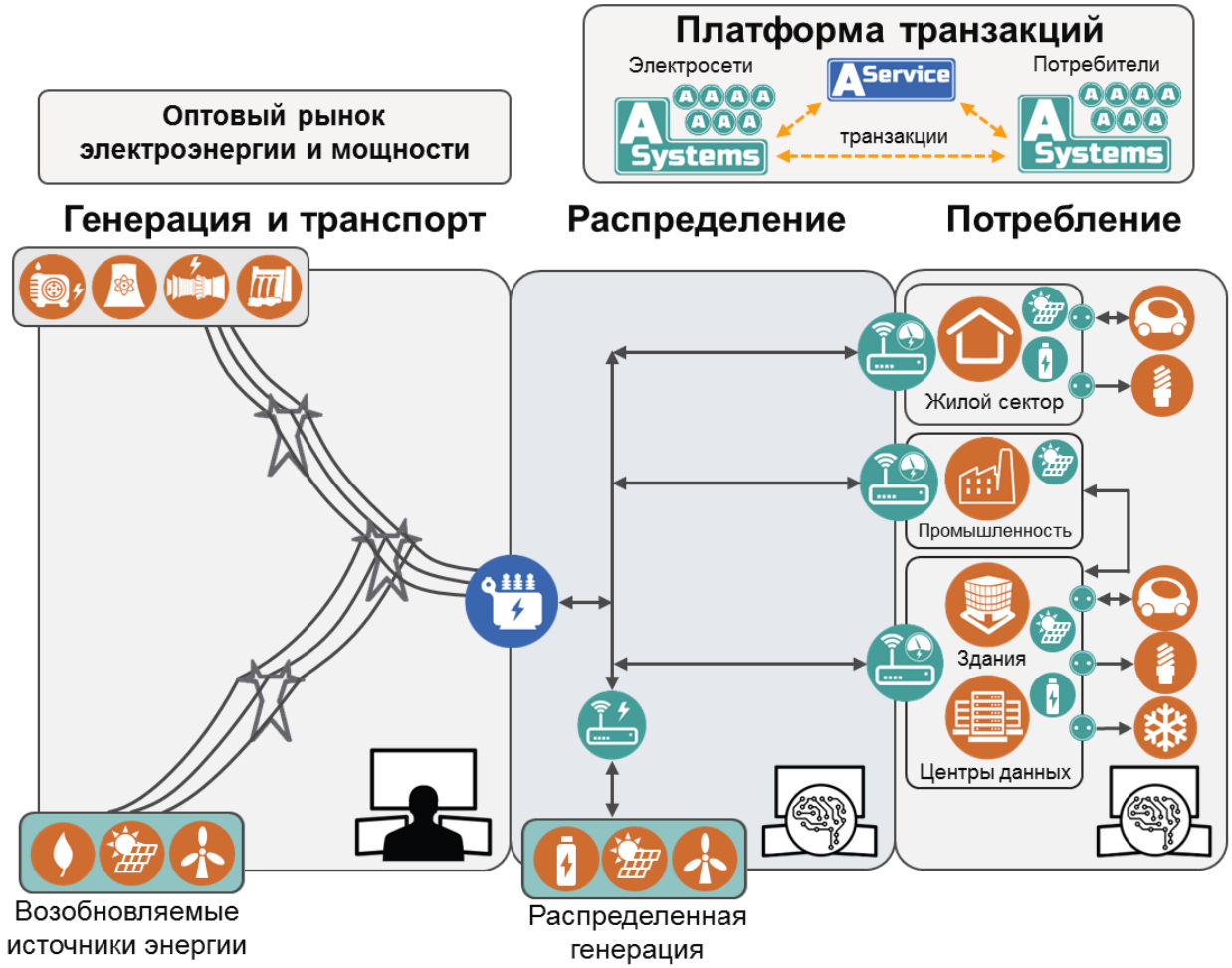
Издержки и высокие капитальные затраты на информационную интеграцию оборудования в контуры управления

Высокие капитальные и инжиниринговые затраты на интеграцию оборудования в электрические сети, издержки обеспечения устойчивости

Источники: IBM

ИНТЕРНЕТ ЭНЕРГИИ – НОВАЯ ПАРАДИГМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ

Национальная технологическая инициатива



INTERNET OF ENERGY *- экосистема производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией*

Новые свойства:

1. обеспечение дифференцированных требований потребителей
2. интеграция распределенных источников энергии, просьюмеров
3. sharing мощности, гибкое агрегирование и согласованное управление мощностями
4. децентрализованные рынки энергообмена и энергетичеких сервисов

Управляемый интерфейс: поддерживает режим Plug&Play, обеспечивает измерение и контроль энергообмена

Энергетический роутер: обеспечивает управление потоками мощности

Платформа транзакций: реализует энергетические сервисы с учетом правил\алгоритмов гармонизации

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНОЙ КАРТЫ ЭНЕРДЖИНЕТ

Национальная технологическая инициатива

		Комплексные решения на базе существующих технологий	Разработка перспективных технологий	Комплексные решения на базе перспективных технологий
1 Надежные и гибкие сети	*Проект «Цифровой РЭС» Калининградская область*	Масштабируемая бизнес-модель сетевой компании, обеспечивающая потребительские характеристики на уровне США при себестоимости на уровне ~75% от текущего уровня МРСК		
	Оборудование цифровой сети, системы управления	Оборудование и системы управления цифровой сети (на базе существующих технологий)	Оборудование и системы управления цифровой сети (на базе перспективных технологий)	
	Стандарты	Первый пакет национальных и международных стандартов	Второй пакет национальных и международных стандартов	
2 Интеллектуальная распр. энергетика	*Микроэнергосистема : - кампус - район города - промышленная площадка - индустриальный парк - изолированное поселение*	Типовая бизнес-модель микрогрид и агрегаторов, обеспечивающая улучшение свойств для пользователей, капиталоотдачи для инвесторов и эффективности для системы	Расширение бизнес-модели на комплекс инфраструктур ЖКХ (эл-во, тепло, холод, газ)	
	Агрегатор энергоресурсов	Линейка систем управления для микрогрид и агрегаторов различных типов	Энергетический роутер, системы хранения энергии, микрогенерация: решения и стандарты	
	Самоорганизующиеся энергосистемы (опережающие технологии)	Самоорганизующиеся системы управления на базе киберфизических устройств, «слабого» ИИ, смарт-контрактов («энергетика без энергетиков»)	Бизнес-модель самоорганизующихся инфраструктур и рынков	
3 Потребительские сервисы	*IoT в энергетике (на базе открытой платформы)*	«Фабрика» сервисов IoT в энергетике и ЖКХ (экспериментальные зоны в кампусах и иннградах)	Развитие линейки сервисов для разномасштабных систем с учетом требований «целевых стран»	
	Аналитика, биллинг и платежные сервисы	Платежная система нового поколения на базе расчетов в реальном времени, достоверизации приборов учета, интеллектуальных агентов	Система стандартов для глобального масштабирования системы	
К Комплексные решения	*Открытая платформа EnergyNet*	Комьюнити разработчиков платформы, апробация нескольких платформ	Открытая платформа = открытый API + конструктор сервисов + сборка модели сети + коммуникации с устройствами + кибербезопасность	
	Архитектура EnergyNet	Архитектура EnergyNet, отражающая перспективные требования «целевых стран», транслирующая требования к пилотам, технологиям и стандартам	Стандарты устойчивого развития инфраструктур, инструменты планирования развития	
	Комплексное решение – электроэнергетика города	Комплексное решение Smart City Basic	Комплексное решение Smart City Advanced	
	Комплексное решение – адаптивные коммунальные системы города	Комплексное решение Smart City Super Premium		

2017 2018 2019 2020 2021

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЭНЕРДЖИНЕТ

Национальная технологическая инициатива

Отработка комплексных решений в сфере интеллектуальной энергетики различного масштаба (от зданий до городов) и различного уровня сложности (Basic, Advanced, Excellence), их интеграция и масштабирование на базе Internet of Energy

БАЗОВЫЕ СТАВКИ	2017 – 2020	2020-2025	2025-2035
ОТКРЫТАЯ ЭКОСИСТЕМА ENERGYNET	• Комьюнити разработчиков экосистемы • Экспериментальные зоны • Апробация нескольких вариантов реализации	• Открытая экосистема EnergyNet • Конструкторы сервисов • Локальные сообщества свободного энергообмена	• Масштабирование экосистемы для реализации Internet of Energy
АРХИТЕКТУРА INTERNET OF ENERGY	• Референтная архитектура Internet of Energy, спецификация на пилотные проекты, критические компоненты • Модельный комплекс (Testbed Internet of Energy) • Натурная модель Internet of Energy	• Модификация референтной архитектуры Internet of Energy на основании результатов пилотных проектов, разработок критических компонент • Стандарты Internet of Energy	• Реализация Internet of Energy
ПИЛОТНЫЕ ПЛОЩАДКИ ОТРАБОТКИ ЦЕЛЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ (ЯНТАРЬЭНЕРГО, Г.СЕВАСТОПОЛЬ, ДР.)	• Цифровая сеть • Микрогрид, агрегаторы • Сервисы для активных потребителей, цифровой рынок	• Интеграция комплексных решений на базе Internet of Energy	• Интегративное управление всеми инфраструктурами городов, промышленных объектов
РАБОТА НА ГЛОБАЛЬНЫХ РЫНКАХ	• Анализ рынков «целевых» стран • Планирование пилотных проектов в «целевых» странах	• Реализация пилотных проектов в «целевых» странах • Международные стандарты	• Глобальная система энергообмена и сервисов на базе Internet of Energy

ПРИЗНАКИ ПРОЕКТОВ НТИ

Признаки проекта НТИ	Характеристики признака
1. Предлагает инновационный продукт или услугу (GP; Global product)	1. Предлагает продукт, в основе которого лежит СКВОТ (пример.: квантовый компьютер); 2. Предлагает платформу, создающую предпосылки для создания экосистемы инновационных «стартапов» и бизнесов вокруг нее; 3. Предлагает продукт, в основе которого лежит решение, преодолевающее технологический(-е) барьер(-ы); 4. Предлагает продукт, с качественно прорывными потребительскими свойствами, востребованными на рынке (предполагается отъем доли рынка у текущих игроков за счет этого); 5. Предлагает новую (цифровую) модель для традиционного бизнеса, ориентированную на развитие Цифровой экономики в РФ.
2. Имеет зрелую проектную команду (GC; Global company)	1. Компетенции и опыт участников соответствует целям и задачам проекта, а именно лидеры и ключевые участники проекта имеют: a. Опыт НИОКР; b. Опыт бизнес и/или предпринимательской деятельности; c. Опыт внешнеэкономической деятельности; 2. Участники (руководитель) команды признаются профессиональным сообществом.
3. Имеет обоснованную модель коммерциализации продукта (GP+GC)	1. Стратегия коммерциализации продукта нацелена на «голубые океаны»: a. Продукт ориентирован на зарождающие или еще не существующие рынки, сегменты и ниши товаров и услуг; b. Включает в себя мероприятия по преодолению нормативно-правовых и образовательных барьеров, связанных с коммерциализацией и развитию продукта; 2. Проведен рыночный анализ, верифицированный с профессиональным сообществом (авторитетными экспертами) на предмет потребителей, конкуренции и т.д., и т.п.; 3. Предусматривает «коллаборацию» с другими проектами НТИ, проектами и/или их продуктами.

ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА (УТВЕРЖДЕН РАСПОРЯЖЕНИЕМ ПРАВИТЕЛЬСТВА №830-Р ОТ 28.04.2018)

Национальная технологическая инициатива

Проектные направления	Этап I (2018 – 2020 гг) Первоочередные меры, анализ пилотных проектов и новых практик применения регуляторных решений	Этап II (2020 – 2022 гг) Развитие нормативно-правового и технического регулирования в целях обеспечения широкого применения новых технологий
Активные энергокомплексы и УИС	• Описание концепций реализации каждого направления и необходимых изменений НПА (в основном на уровне актов Правительства РФ) • Формирование условий для реализации пилотных проектов • Определение площадок (объектов или регионов) для реализации пилотных проектов • Внесение изменений или созданию новых НПА по вопросам, не требующим пилотной апробации	• Анализ результатов реализации пилотных проектов и новых практик, формирование предложений по внесению изменению или созданию новых НПА (на уровне федеральных законов и актов Правительства) • Определение условий работы новых субъектов в электроэнергетике и широкого применения новых технологий • Обеспечение развития распределенной энергетики при планировании развития объектов и инфраструктуры ЕЭС России
Агрегаторы спроса и предложения		
Энергообеспечение труднодоступных и изолированных энергосистем на основе автономных гибридных энергосистем		
Системы хранения электроэнергии		
Цифровые сети для улучшения надежности и качества электроснабжения		
Технологии распределенных реестров и умных контрактов на рынках электроэнергии		

Этап III (2022 – 2035 гг)

Определение эффективности реализации плана мероприятий, подготовка предложений по дальнейшему совершенствованию законодательства

INDUSTRIAL MICROGRID (АКТИВНЫЙ ЭНЕРГОКОМПЛЕКС)

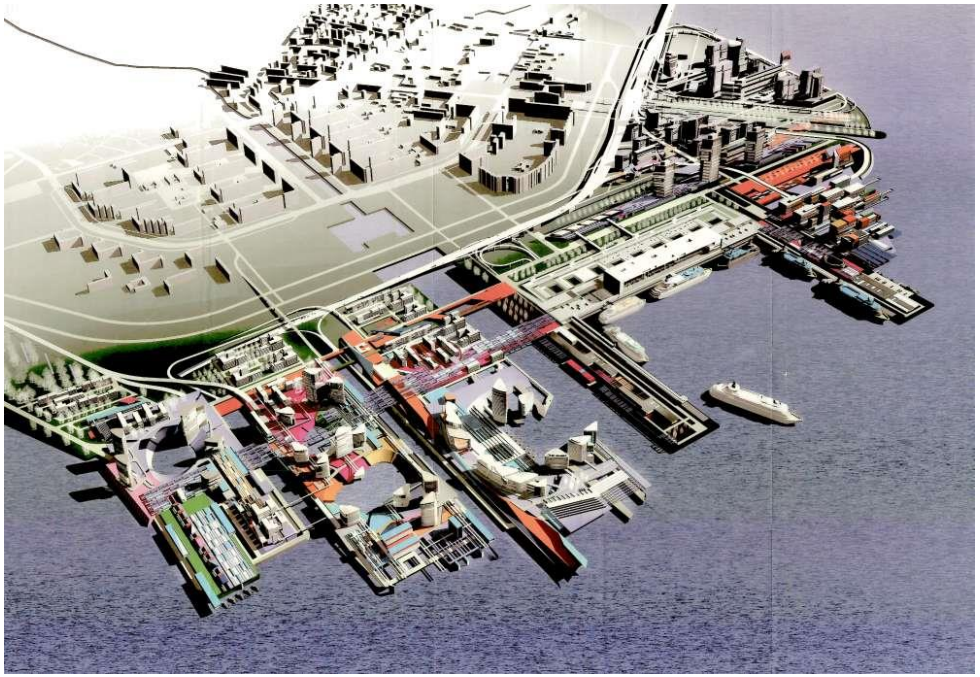
Национальная технологическая инициатива

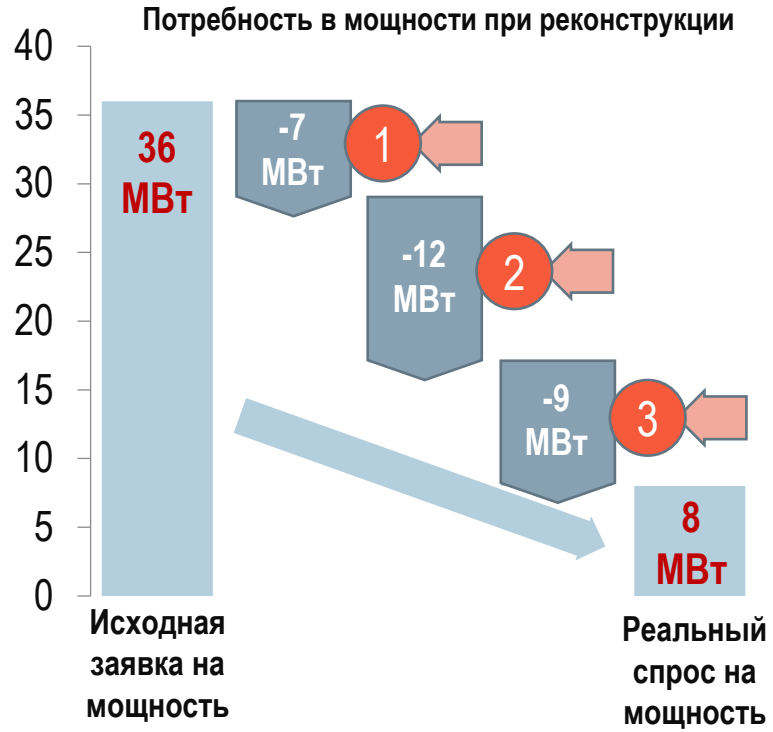
Генерация:
2 ТЭЦ – 18 МВт
ДЭС – 2 МВт
Загрузка – **17%**

Сети:
ПС – 30 штук
ВЛ и КЛ – 150 км
Загрузка – **18%**

Накопители:
Тяговые АКБ и ИБП – 1 МВт·ч

Потребители:
Нагрузка – 26 МВт





1. Прогноз спроса на мощность на основе единой аналитической модели и измерений
2. Интеллектуальная система управления нагрузками
3. Эффективное использование собственной генерации

Эффекты при использовании новой архитектуры:

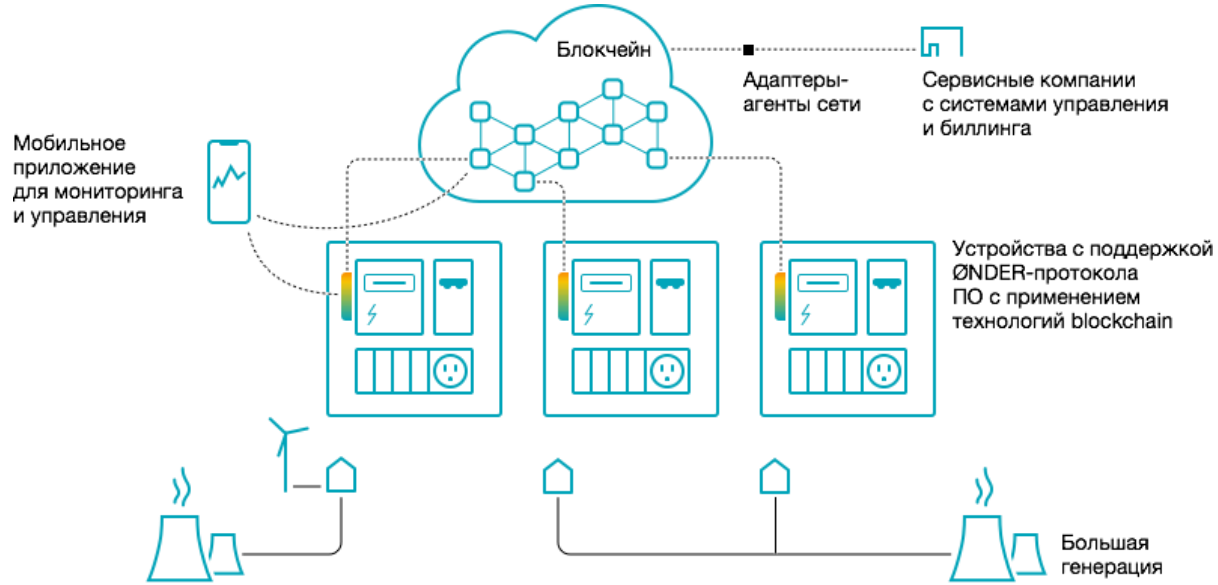
- ✓ Открытый контур для интеграции новых мощностей и субъектов
- ✓ Возможность подключения оборудования по принципу plug & play
- ✓ Гибкая экономическая оптимизация энергосистемы и отношений субъектов

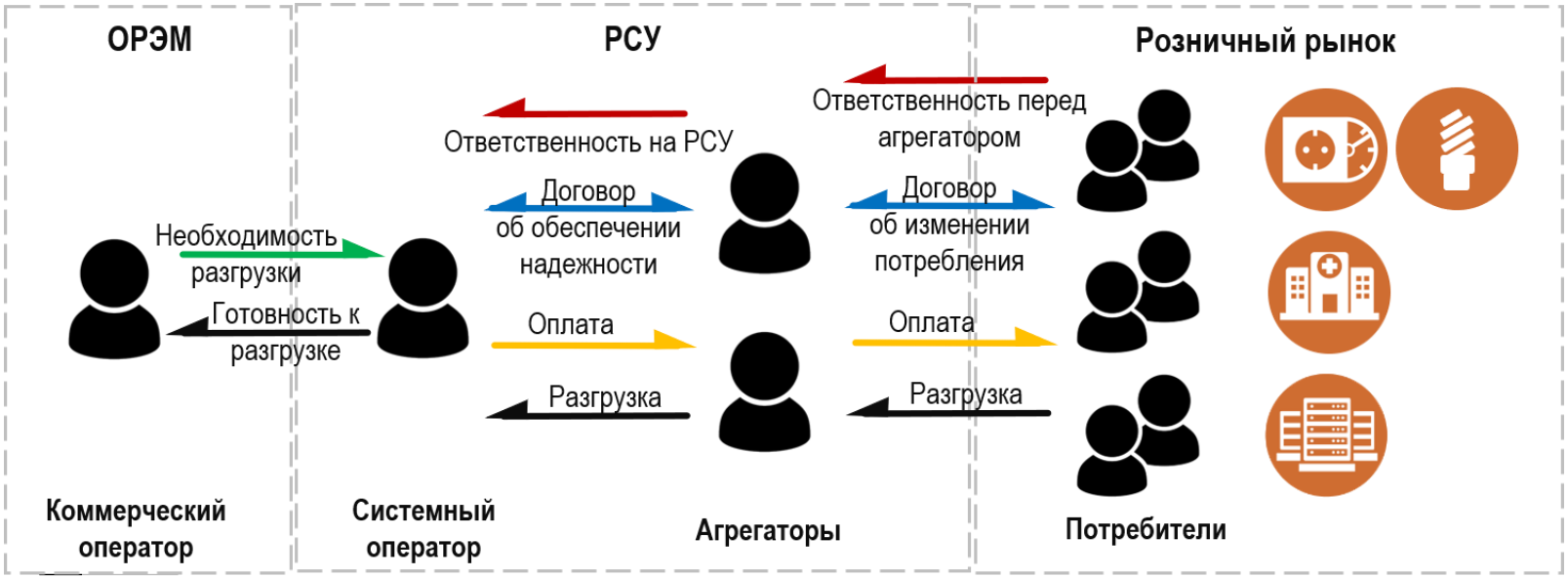
Источник: Фонд «Форсайт»

DEMAND RESPONSE (АГРЕГАТОРЫ СПРОСА)

Основные эффекты:

- ✓ Повышение управляемости и «гибкости» энергосистемы
- ✓ Снижение потребности в резервах генерации
- ✓ Уплотнение графика потребления
- ✓ Повышение эффективности использования сетевых и генерирующих мощностей
- ✓ Снижение потребности в инвестициях в генерацию и сети
- ✓ Сдерживание роста цен для конечных потребителей, снижение доли нерыночных составляющих цены



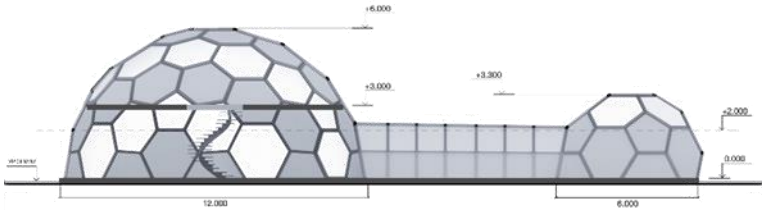


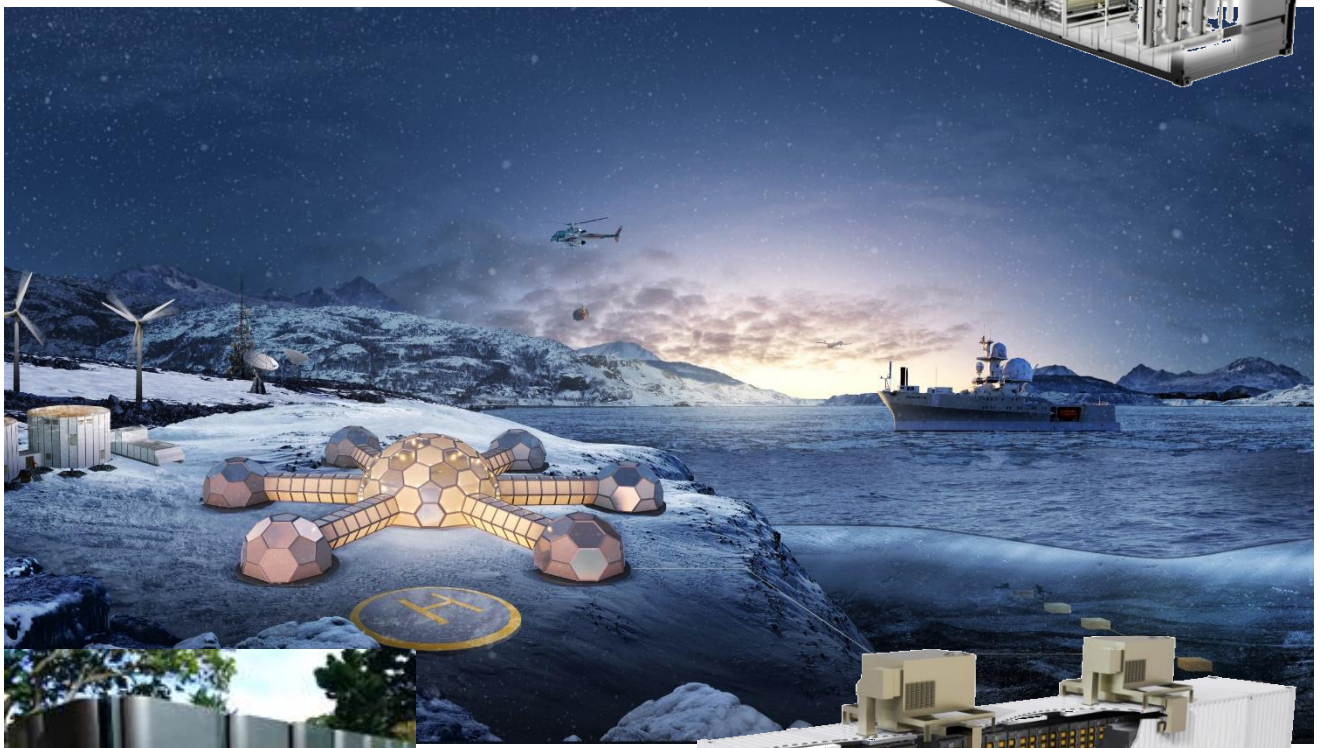
DR на платформе трансакций:

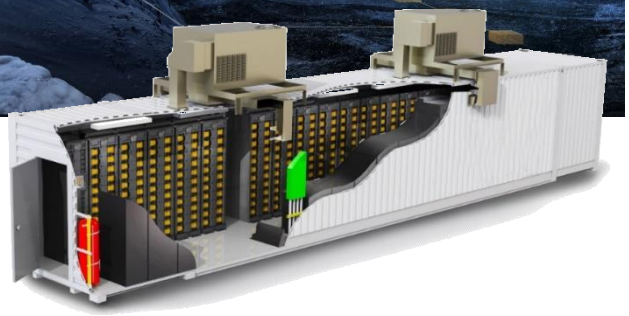
- ✓ Моментальные автоматические команды потребителям;
- ✓ Обратная связь с потребителями и кастомизация команд;
- ✓ Моментальный анализ отклика потребителей

Источники: СО ЕЭС, Ønder

REMOTE MICROGRID (ИЗОЛИРОВАННЫЕ ТЕРРИТОРИИ)







Полностью автономный микрогрид обеспечивает:

- Отсутствие необходимости завоза топлива;
- Снижение LCOE в сравнении с топливной генерацией;
- Высокую эффективность использования ВИЭ (высокий КИУМ);
- Когенерацию электрической энергии и тепла;
- Бесшумность генерации электроэнергии, если используются топливные элементы;
- Устойчивость совместной работы источников электронной генерации (инверторов);
- Поддержание устойчивости и управляемости режима в отсутствии опорного источника генерации.

Источник: МФТИ

ENERGY STORAGE (СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ)

ТСО 2 Присоединение от сетей 220 кВ

127 МВт

Р7,3 млрд.

Профиль потребления жилой и коммерческой недвижимости

При стоимости СНЭ **<200 $/кВт·ч** NPV положительный у варианта

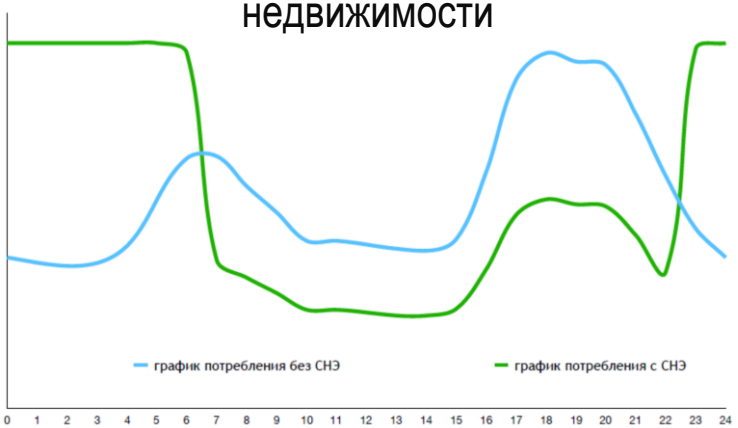
ТСО 3 за **Р1,7 млрд.** + СНЭ **95 МВт/210 МВт·ч** за **Р3 млрд.**

Р1,7 млрд.

93 МВт

ТСО 3 Присоединение от сетей 10/0,4 кВ

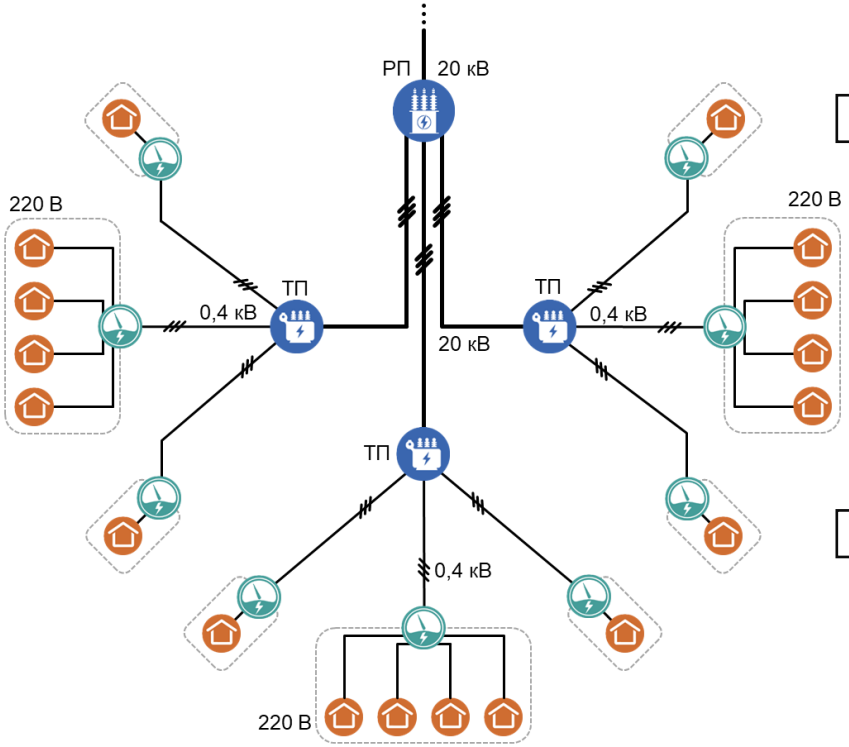
Профиль потребления жилой недвижимости

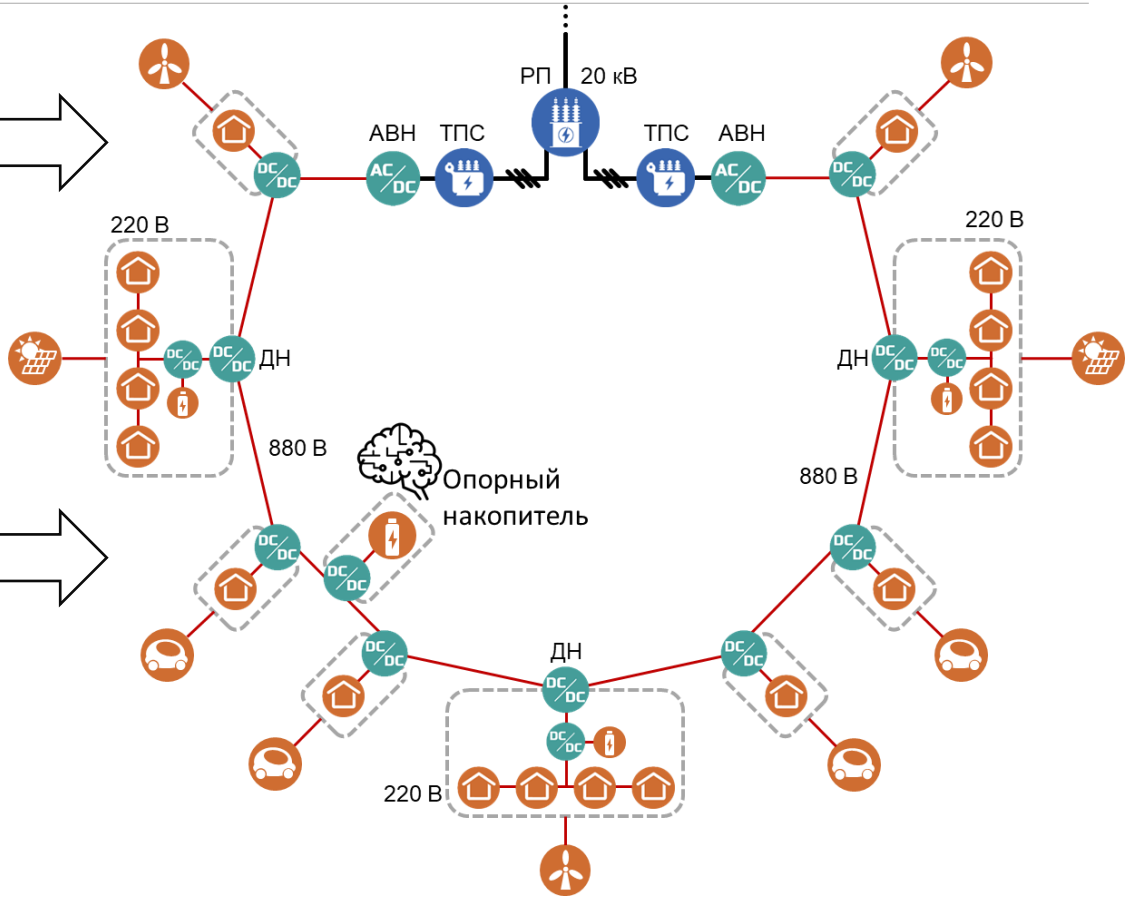


Источник: Сбербанк

DC GRID (ЦИФРОВАЯ АДАПТИВНАЯ СЕТЬ)

Национальная технологическая инициатива





Основные эффекты

- ✓ Исключаются проблемы с качеством напряжения
- ✓ Сокращаются технические и коммерческие потери
- ✓ Plug&Play интеграция СНЭ, ВИЭ, электромобилей
- ✓ Не требуется проведения «больших» проектных работ
- ✓ Не оказывает влияния на центральную сеть

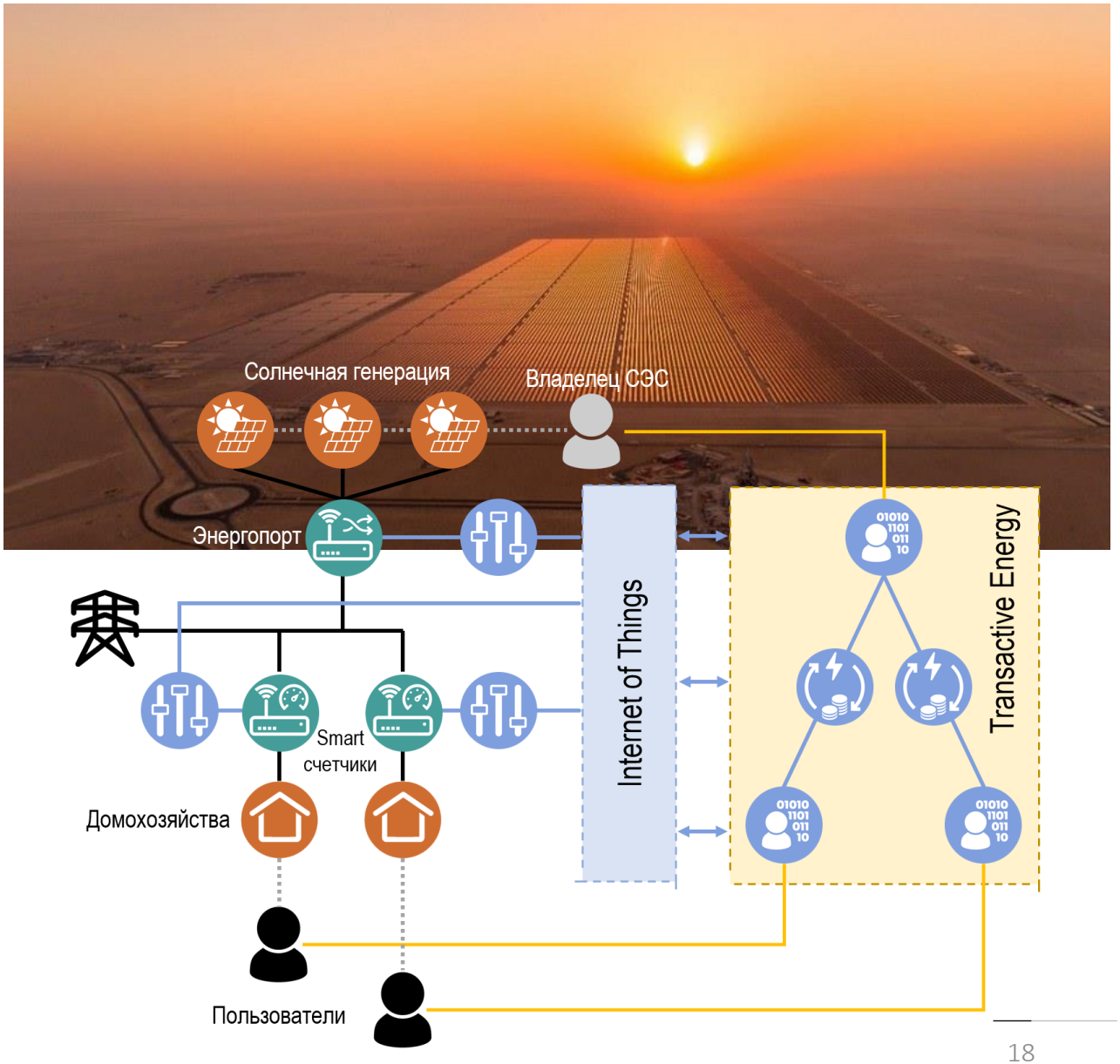
«80% всей электроэнергии, потребленной в 2010 году, будет проходить через электронные системы»
Virginia Polytechnic Institute's Center for Power Electronic Systems (CPES)

METER-TO-CASH (УМНЫЕ КОНТРАКТЫ)

Кейс: торговля электрической энергией, выработанной на солнечной электростанции, с фермерскими хозяйствами

Эффекты:

- ✓ Моментальный удаленный автоматический учет поставленной электроэнергии;
- ✓ Моментальная автоматическая оплата поставленной электроэнергии;
- ✓ Прозрачная и понятная потребителю цена и структура платежей,
- ✓ Возможность удаленного автоматического отключения неплательщиков



Национальная технологическая инициатива

Пространство возможного

Спасибо за внимание!

Информационно-аналитический канал «Internet of Energy»:

https://t.me/internetofenergy

https://medium.com/internet-of-energy