

Виклики та основні тенденції розвитку світової енергетики в зв'язку з впровадженням новітніх технологій.

Зміни в експлуатації розподільчих мереж



cigre

For power system expertise



**ENPES
ELECTRO**

Віце-президент, голова технічного комітету

ГС "Міжнародна рада з великих електроенергетичних систем СІГРЕ в Україні»

Член адміністративного і технічного комітету СІГРЕ країн південно-східної Європи (SEERC)

Член американського інституту інженерів-електриків та електронщиків (IEEE)

Генеральний директор ТОВ "НТК ЕНПАСЕЛЕКТРО",

Бондаренко Ю.М.

Energy transition and Global Environment for Sustainable Growth

- Паризька угода (Paris Agreement) - 2016 рік
- European Green Deal (Європейський зелений курс) – 1 грудня 2019 року

Communiqué
G20 Ministerial Meeting on Energy Transitions and
Global Environment for Sustainable Growth
15-16 June 2019, Karuizawa, JAPAN



<Energy and Environment>

1. We, the G20 Energy and Environment Ministers, met in Karuizawa Town, Nagano Prefecture, Japan, on 15 and 16 June 2019, to discuss energy transitions and global environment for sustainable growth.
2. We recognize the importance of leading energy transitions to improve the "3E+S" (Energy Security, Economic Efficiency, and Environment + Safety) as well as urgently addressing key global issues and challenges, such as climate change, biodiversity loss, resource efficiency, sustainable consumption and production, air, land, freshwater and marine pollution, urban environmental quality, and energy access. We recognize these challenges are complex and urgent, the importance of energy transitions and innovation on sustainable and clean energy systems, the close nexus between energy security, economic growth, climate change, and environmental protection, and the importance of long-term low emissions strategies for sustainable development, and acknowledge that G20 members have and continue to take concrete and practical actions to address these challenges and also acknowledge their progress. We note the reaffirmation of commitments made in Buenos Aires to the full implementation of the Paris Agreement by those countries that chose in Buenos Aires to implement it. To this end, we stress the importance of accelerating a virtuous cycle of environment and growth, which is driven by breakthrough innovation, and with business communities playing an important role under the enabling environment created by governments.
3. We adopt the "G20 Karuizawa Innovation Action Plan on Energy Transitions and Global Environment for Sustainable Growth" to accelerate the virtuous cycle as a collaborative endeavor to facilitate voluntary actions. This action plan would reinforce and enhance a variety of relevant international, regional, national and local initiatives involving multiple stakeholders, especially those in the private sector.

ENTSO-E
Research, Development &
Innovation Roadmap 2020–2030



entsoe



ENPAS
ELECTRO



4 червня 2021 року. Виступ комісара Сімсона на 10-му заході InnoGrid "Життя перехідного періоду"

Три основні тенденції: декарбонізація, децентралізація та оцифровка.

Кожна тенденція ставить виклик, проте кожна з них також є можливістю допомогти рухатися до наших кліматичних та енергетичних цілей як частина Зеленої угоди:

- кліматично нейтральна Європа до 2050 року.
- і зменшення викидів щонайменше на 55% до 2030 року.

У деяких секторах електрифікація буде дуже швидкою. Наприклад, у домогосподарствах ми передбачаємо, що частка електроенергії в загальному спожитому енергоспоживанні зросте з 26% до 41% до 2030 року

Очікується, що Європа подвоїть встановлену потужність відновлюваних джерел енергії до 2030 року - з приблизно 420 ГВт у 2020 році до 840 ГВт до 2030 року.

Ми підраховали, що за наявності належної політичної бази реагування на попит може становити 57 ГВт до 2030 року, тим самим зменьшуючи піковий попит та потребу в резервних потужностях на ринку електроенергії.



ENPAS
ELECTRO



4 червня 2021 року. Виступ комісара Сімсона на 10-му заході InnoGrid "Життя перехідного періоду"

Пакет Fit for 55, який ми приймемо в липні 2021 року, матиме 12 законодавчих пропозицій, серед яких:

- перегляд директив щодо енергоефективності та відновлюваних джерел енергії,
- посилення та розширення схеми торгівлі викидами,
- перегляд директиви щодо оподаткування енергії,
- ...і механізм регулювання кордону вуглецю, серед іншого.

Пізніше в цьому році буде здійснено другий набір ініціатив в галузі енергетики з:

- законодавство про водень та декарбонізацію ринків газу,
- пропозиція щодо зменшення витоків метану,
- ... і одне з питань підвищення енергоефективності будівель.

Це одна з найамбітніших реформ політики в історії ЄС. Одночасно пропонуючи нам спосіб боротьби зі зміною клімату та стимулювання нашого відновлення.



ENPAS
ELECTRO



Актуальні джерела інформації

- Біла книга МЕК – Стабільна робота мережі в майбутньому розподіленої електричної енергії (2018);
- План розвитку ринку електроенергії Великобританії (2019)
- Захист електричних мереж Америки від зовнішніх загроз (травень 2020 року);
- E.DSO Європейська Хартія стійкості енергосистеми, листопад 2019 року



ENPAS
ELECTRO



Інформаційний виклик

Розвиток світової енергетики формують міжнародні організації:

- World Energy Council - Світова енергетична рада;
- MEA (IEA) - міжнародне енергетичне агентство;
- МАГАТЕ - міжнародне агентство з атомної енергії;
- CIGRE - Міжнародна Рада з великих електроенергетичних систем;
- CIREN – міжнародна конференція по розподільчим мережам;
- IEC – міжнародний електротехнічний комітет;
- IEEE – американський інститут інженерів-електриків і електронщиків;
- ENTSO-E - європейська мережа системних операторів передачі електроенергії;
- IHA – міжнародна гідроенергетична асоціація;
- ICOLD – міжнародний комітет з великих дамб;



ENPAS
ELECTRO



Інформація про CIGRE

CIGRE (Міжнародна рада експертів з великих електроенергетичних систем) – головна світова організація, яка розробляє стратегії розвитку і експлуатації електроенергетичного обладнання в енергосистемі.

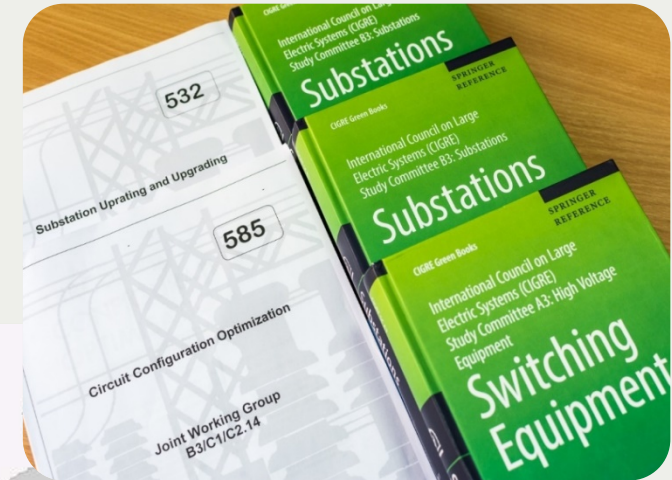
Основні учасники:

- системні оператори,
- компанії розподільчих мереж,
- генеруючі компанії,
- електротехнічні інститути,
- виробники електротехнічного обладнання.



Карта CIGRE

60 національних комітетів (в тому числі український національний комітет з 2004 року),
12 000 експертів по всьому світу



Джерело інформації світових технологій:

Зелені книги, журнали, експертні звіти, брошури



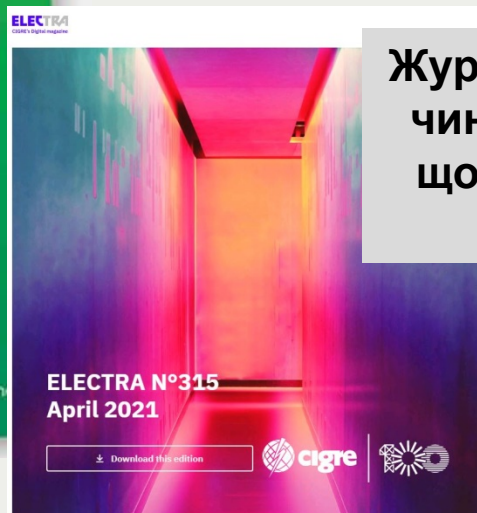
ENPAS
ELECTRO



Технічні брошури: публікації 16-ти Дослідницьких Комітетів та 250+ Робочих Груп

Технічні брошури - це всесвітньо різноманітні ґрунтовні публікації.
На сьогодні опубліковано понад 700, щороку додається близько 40 нових.
Робочі групи, що розробляють технічні брошури, складаються з різного складу технічних експертів, що охоплюють всю галузь енергосистеми.

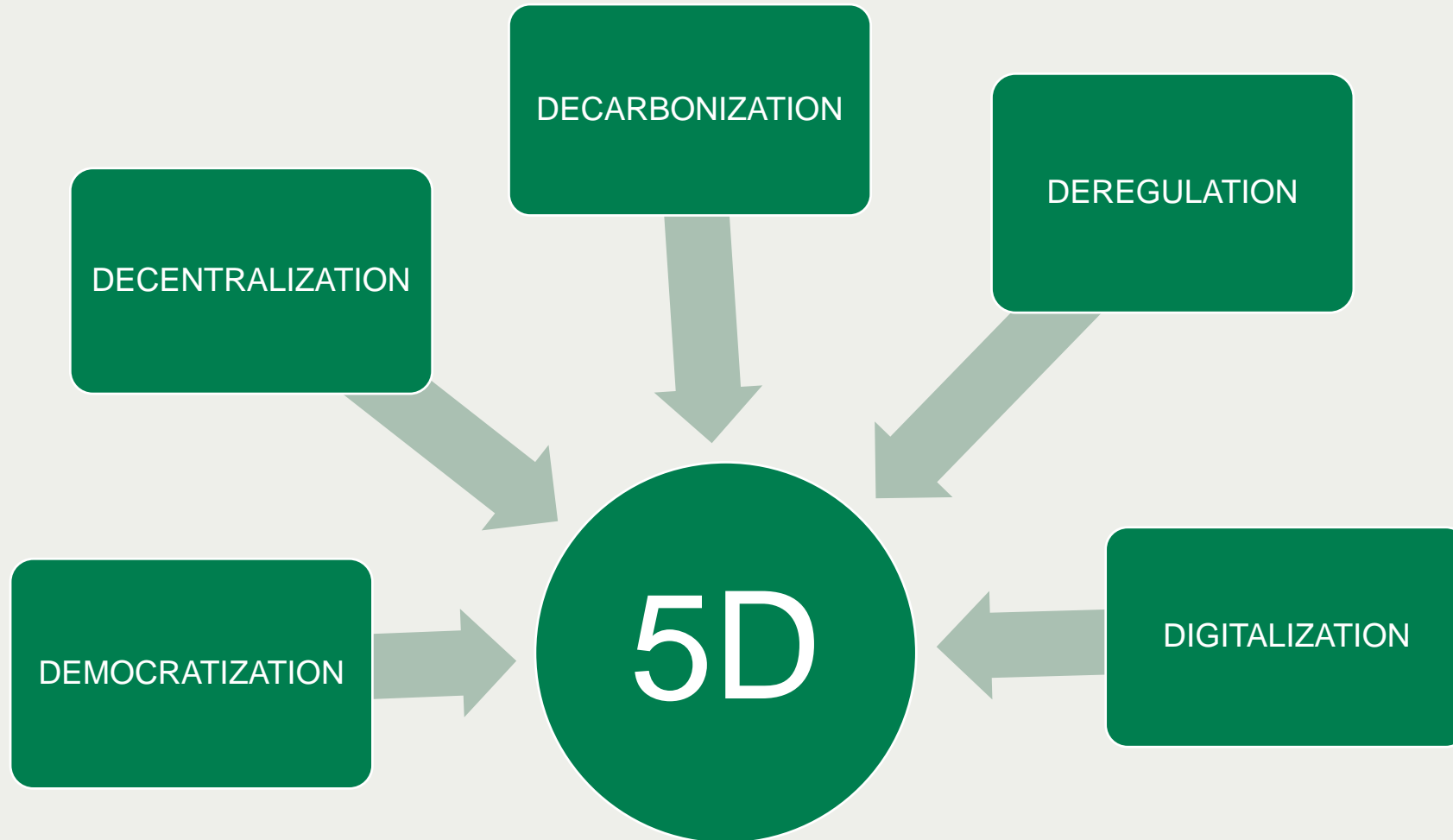
Журнал ELECTRA зосереджується головним чином на публікаціях робочих груп CIGRE, щорічних звітах Дослідницьких Комітетів, подіях та управлінській звітності



ENPAS
ELECTRO



Світ в енергетиці рухається в напрямку 5D



ENPES
ELECTRO



cigre

Виклики і тенденції розвитку енергосистем в Європі

Що нас чекає:

**Decarbonization – Decentralization – Digitalization – Democratization
- Deregulation**

- Впровадження силової електроніки і постійного струму;
- Нові технології, принципи в регулюванні аварійних і нормальних режимів енергосистеми;
- Системи накопичування енергії (ГАЕС, батареї);
- Нові конструкції ліній електропередачі, підстанції, адаптація мереж до навколишнього середовища;
- Активні розподільчі мережі;
- Збільшення пропускної спроможності мережі;
- Активний споживач і виробник енергії;
- Оцінка надійності роботи електричної мережі для вимог споживача (SAIDI, SAIFI);
- Цифровізація електроенергетичних об'єктів;
- Нові концепції електричного захисту;
- Інформування споживача ринку енергії про технічні і комерційні ризики і наслідки



ENPAS
ELECTRO



Хто відповідає за технічну політику в електроенергетиці України

- НКРЕКП;
- Міненерго;
- Міністерство фінансів;
- Укренерго;
- Енергоатом;
- Укргідроенерго;
- Теплова генерація (ДТЕК);
- Обленерго;
- Приватні компанії;
- Споживач



ENPAS
ELECTRO



Структура галузі

Загальна потужність – 57 GW

УКРЕНЕРГО

АЕС	ТЕС	ГЕС	ГАЕС	ВДЕ
13,8	34,3	4,3	1,5	≈7

Потужність, GW

МАГІСТРАЛЬНІ МЕРЕЖІ
750, 330, 220 кВ

ВДЕ

Кількість підстанцій - 140

Довжина ліній – 21 776 км

35 розподільчих
компаній

РОЗПОДІЛЬЧІ МЕРЕЖІ 150, 110, 35,
20, 10, 0,4 кВ

ВДЕ

СПОЖИВАЧІ

ВДЕ

Споживання електроенергії в 2020 році (брutto) -146 438,9 млн.кВтг



ENPES
ELECTRO



cigre

Забезпечення інерційності енергосистеми

Current system inertia management

- The largest current inertia challenge is due to Loss of Mains Rate of Change of Frequency (RoCoF) relays
- This is currently managed through limiting the largest system loss or increasing inertia
- Our processes allow us to find the most economic and efficient way to manage RoCoF risk and the minimum inertia requirement will vary over the short and long term

When the system sees an imbalance in generation and demand, the system frequency changes. System inertia directly links with the Rate of Change of Frequency (RoCoF) for any sudden change in generation and demand.

Currently some loss of mains protection relays used by distributed generators are set to the RoCoF limit of 0.125Hz/s. When RoCoF exceeds this limit, the relays could operate and distributed generators will be disconnected from the system. The principle of RoCoF protection operation is based on the assumption that an islanding event will result in the local frequency changing at a rate that is higher than the RoCoF that is expected to be seen on the total

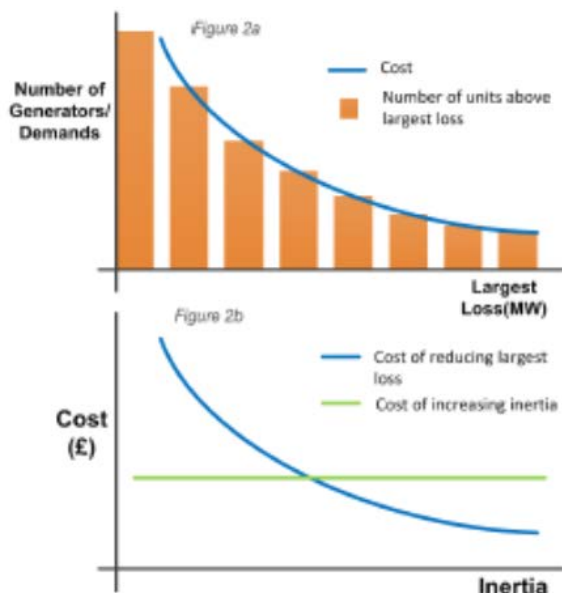
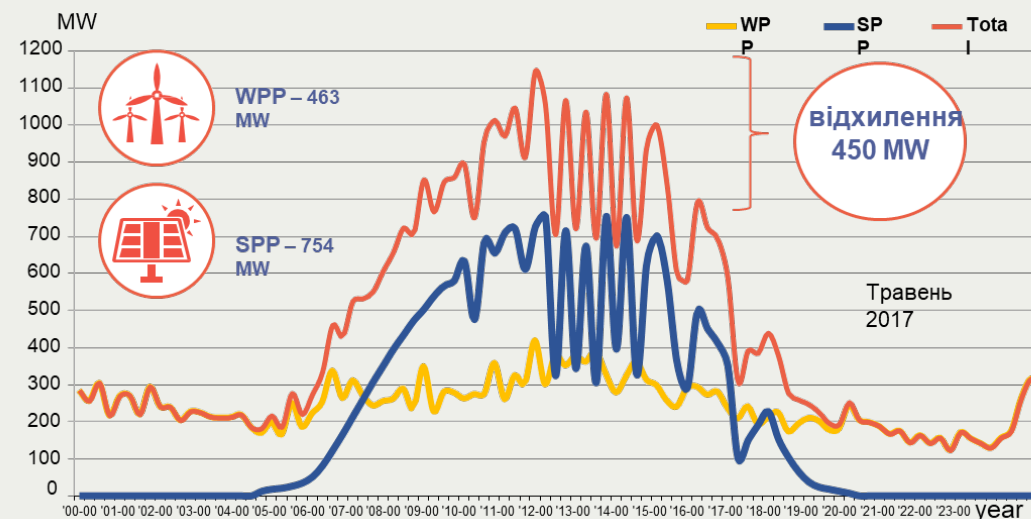


Figure 2a & 2b: Managing RoCoF Risk

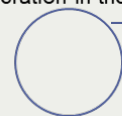
by firstly calculating the largest loss the system can withstand. In most circumstances we can evaluate this using the swing equation below, meaning that for example, to secure a loss of 1000MW, we need 200GVAs of inertia with a RoCoF limit of 0.125Hz/s. The relationships within the swing equation are linear and easily scalable.

$$\Delta P = \frac{2H \cdot \text{RoCoF}}{f_0}$$

f_0 is the starting frequency and in planning timescale it is assumed to be 50Hz.



The normative amount of reserves in the IPS of Ukraine must be equal to 650 MW. The target fluctuations of RES generation in the amount of up to 450 MW must be taken into account when drafting a daily chart.



The system is balanced. RES substitute the generation of thermal power stations in the amount of up to 2 billion kWh annually

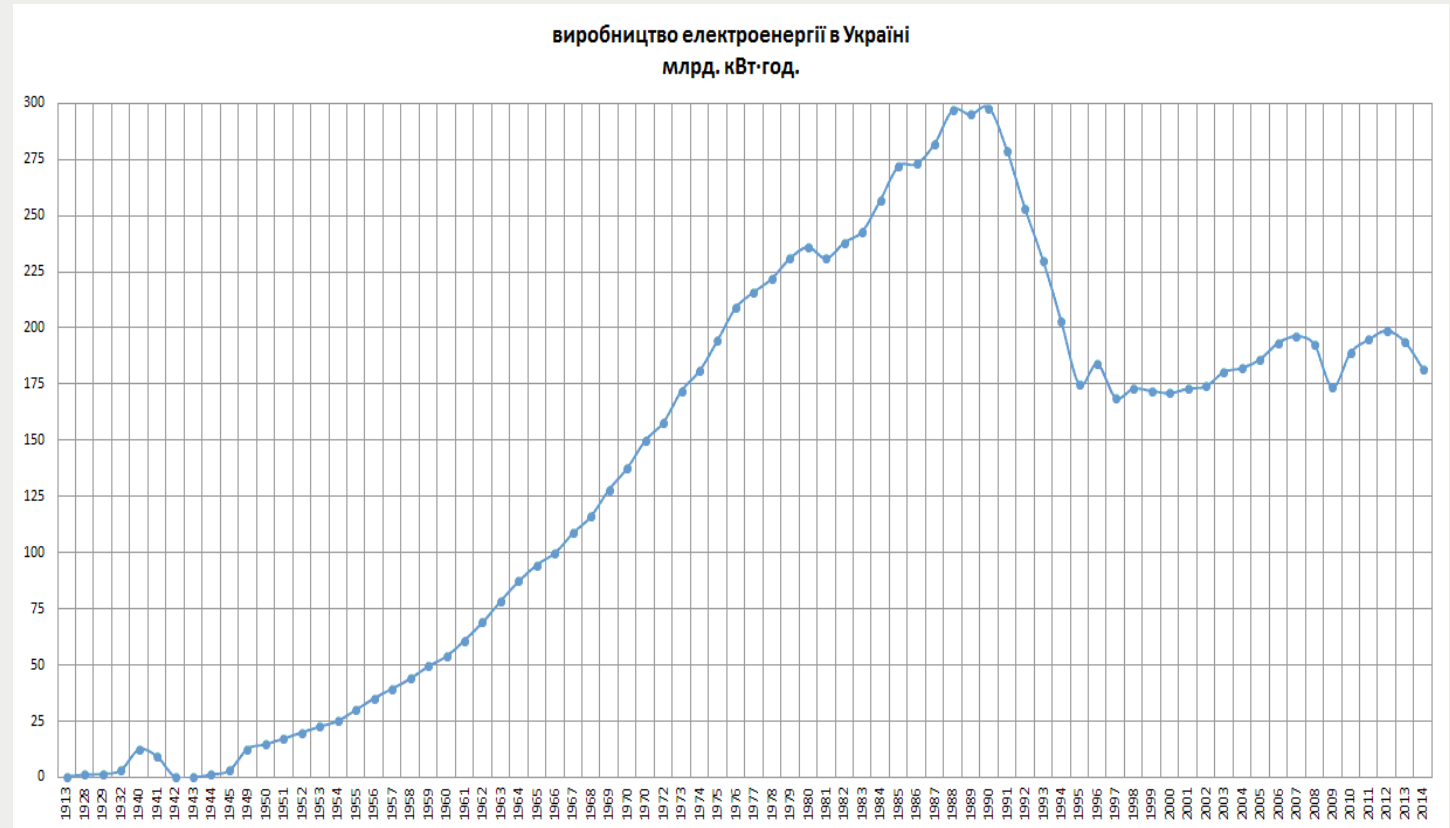


ENPAS
ELECTRO



Стан обладнання ОЕС України в 2019 році:

- ЛЕП – 23 388 км, **88%** більше 30-ти років
- Підстанції – 137, з них **17,3 %** понад 40 років
- Релейний захист **66%** відпрацьованого ресурсу
- Лінії зв'язку 11 000 км, з яких **50%** більше 30 років, ВОЛЗ **1 500 км**



159

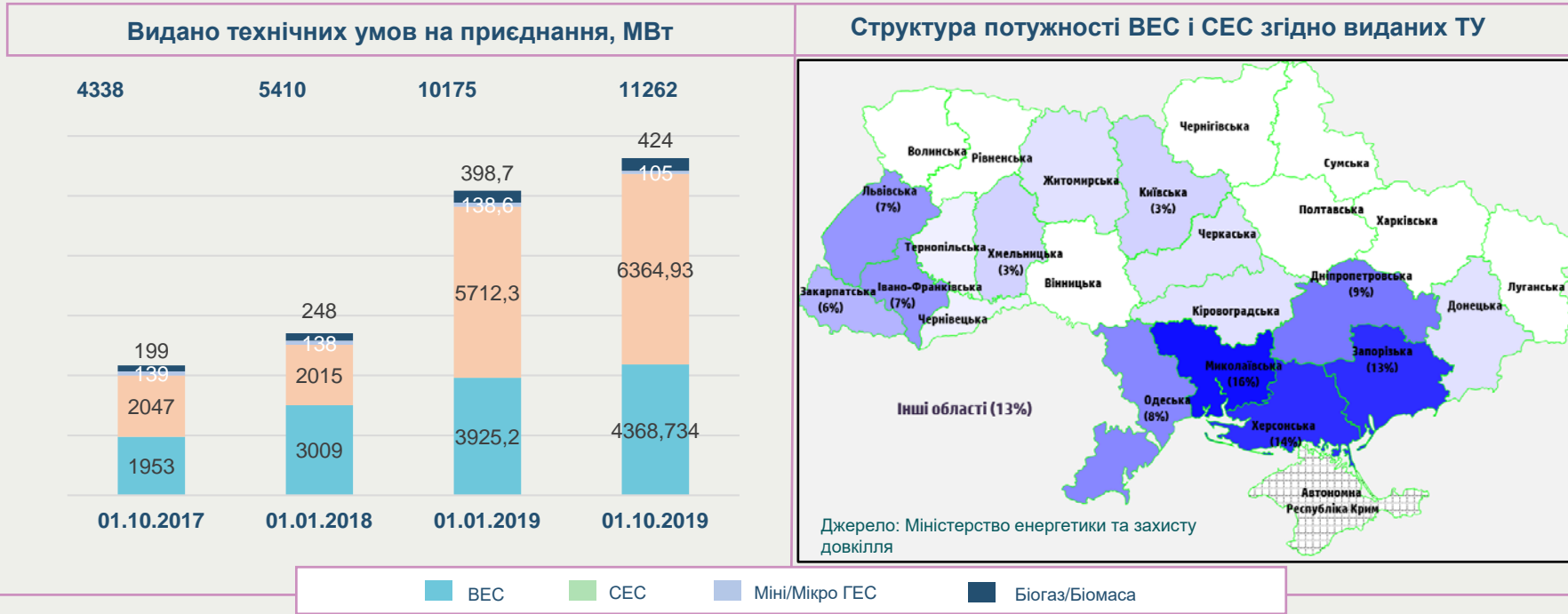
2019



ENPAS
ELECTRO



Зростання ВДЕ в ОЕС України як проблемний фактор пропускної спроможності системи передачі



61% технічних умов на приєднання СЕС та ВЕС видано об'єктам, що заплановані у 5 південних областях: Одеській, Миколаївській, Херсонській, Дніпропетровській, Запорізькій

* Інформація НЕК Укренерго



ENPAS
ELECTRO



Модернізація SCADA і противоаварійної автоматики ОЕС України



Система SCADA і САРЧМ забезпечують виконання завдань в режимі реального часу по контролю та управлінню енергосистемою, а також автоматичне регулювання частоти і потужності ОЕС України. Реконструкція всіх 101 підстанцій 750-330 кВ з впровадженням АСКТП.

Система WAMS



ENPAS
ELECTRO



Необхідні обсяги резервів регулювання

Вид регулювання	Режим роботи ОЕС України		
	Ізольований від інших енергосистем (ЕС)	Паралельна робота з ЕС Росії	Паралельна робота з ЕС ENTSO-E
Мінімально необхідний обсяг резерву, визначений згідно положень Кодексу системи передачі, МВт			
РПЧ (первинне)	±1000	±127*	±160
РВЧ (вторинне)	-500;+1000	-500;+1000*	-500;+1000
РЗ (третинне)	-500;+1000	-500;+1000	-500;+1000

* - щорічно перераховується та затверджується КОТК ([Комісія по оперативно-технологической координации совместной работы энергосистем стран СНГ и Балтии](#));



ENPIS
ELECTRO



Взаємодія учасників Ринку допоміжних послуг



Споживання попитом!



ENPES
ELECTRO



Гідроелектростанції України

Каскад Дніпровських ГЭС

Киевская ГАЭС (235/135МВт)



Ташлицька ГАЕС (2 x 151т/216,5н МВт)



Киевская ГЭС (361МВт)



Каневская ГЭС (444МВт)



Кременчугская ГЭС (625МВт)



Среднеднепровская ГЭС(352МВт)



ДнепроГЭС (1462МВт)



Каскад Днестровских ГЭС и ГАЭС



Днестровская ГЭС-1 (702МВт)



Днестровская ГАЭС (960/1200МВт)

Каховская ГЭС (300МВт)



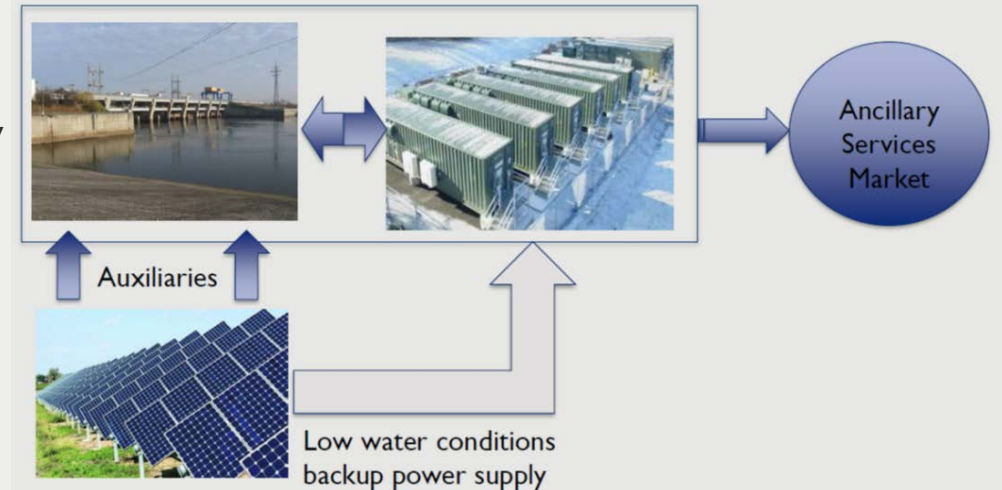
ENPAS
ELECTRO



Будівництво СЕС та систем акумулювання енергії на ГЕС

- Для встановлення акумуляторних батарей та сонячних панелей було визначено чотири станції компанії «Укргідроенерго». Кожен об'єкт включає різний склад систем накопичення/сонячних систем, що визначається розміром та кількістю блоків ГЕС, споживанням на власні потреби станцій, трансформаторами підстанцій та підключенням до мережі тощо.
- **Станцій, які беруть участь у проєкті:**
 - Київська ГАЕС (46 МВт накопичення та установка PV сонячної електростанції потужністю 10.6 МВт);
 - Канівська ГЕС (3 x 22 МВт накопичення та установка PV потужністю 13.5 МВт);
 - Кременчуцька ГЕС (60 МВт накопичення та установка PV потужністю 6.5 МВт);
 - Середньодніпровська ГЕС (25 МВт накопичення та установка PV потужністю 5.3 МВт).
- Загальна потужність встановленої системи накопичення становитиме 197 МВт, а загальна потужність сонячних панелей - 35.9 МВт.

Project concept focuses on Ukrhydroenergo



НЕК Укренерго – встановлення BESS на 200 МВт

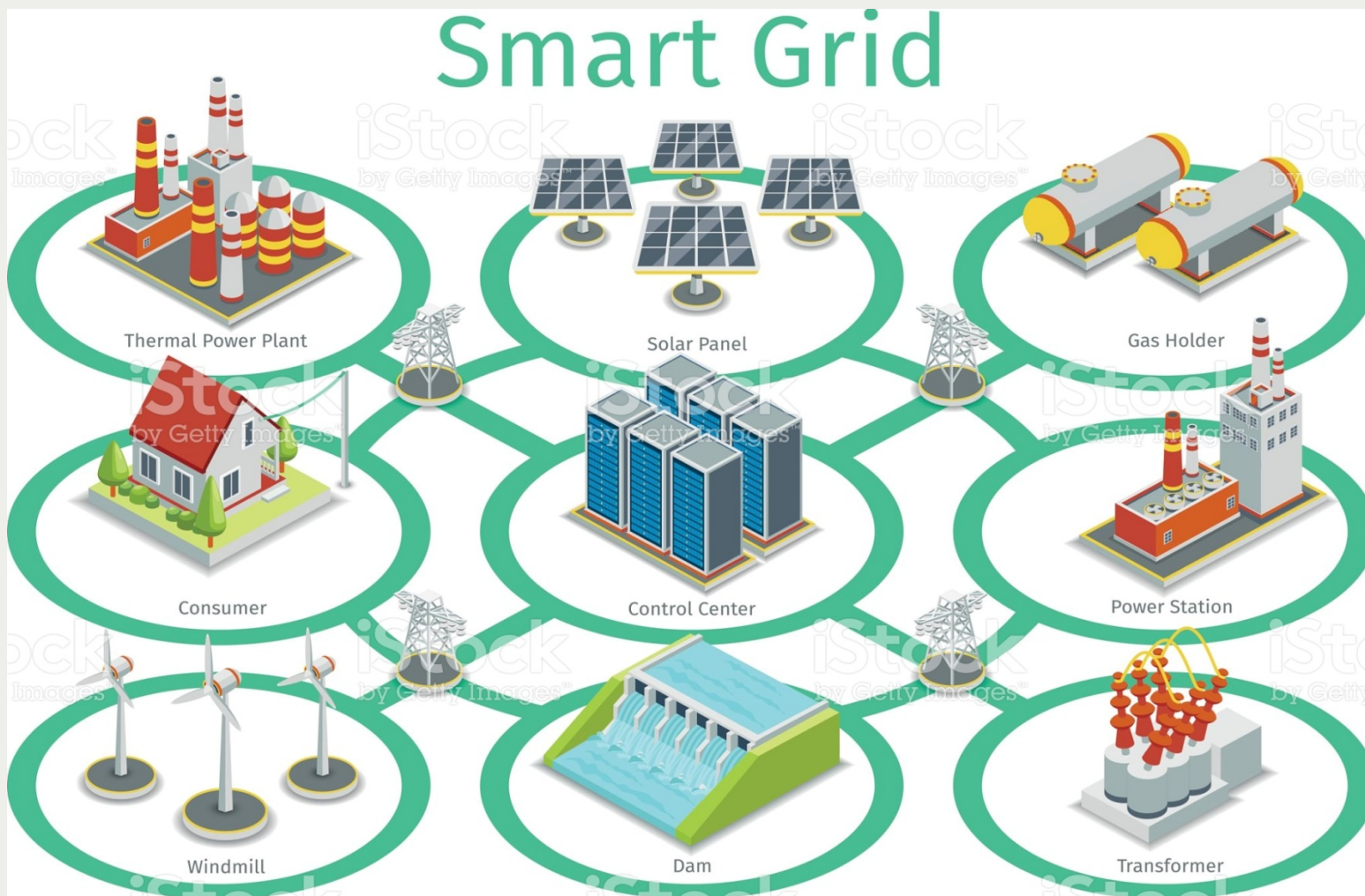


ENPAS
ELECTRO



Діджиталізація (цифровізація) електричних мереж

Smart Grid



ENPAS
ELECTRO



Вплив збільшення потужності Розподілених Енергетичних Ресурсів та можливі варіанти захисту.

- В деяких робочих режимах і метеоумовах розподілена генерація та її розміщення може поставити під загрозу взаємодію операторів систем передачі та розподілення (перевантаження, напруга, частота...)
- Некоординована робота Розподілених Енергетичних Ресурсів може обмежити їх потенціал для участі в Ринку, та надання мережевих послуг.
- Для вирішення вищезазначених проблем існує потреба агрегації Розподілених Енергетичних Ресурсів та інтеграції їх в загальну парадигму управління, наприклад метод управління Розподіленими Енергетичними Ресурсами. Запропоновані різні методи:
 - Інтернет модель (Віртуальна електростанція (VPP), віртуальні системи енергопостачання, Енергетичний Хаб
 - Активні мережі (від розподільчих мереж, з РГ/ВДЕ, ADMSS
 - Мікро мережі (μG)



ENPES
ELECTRO



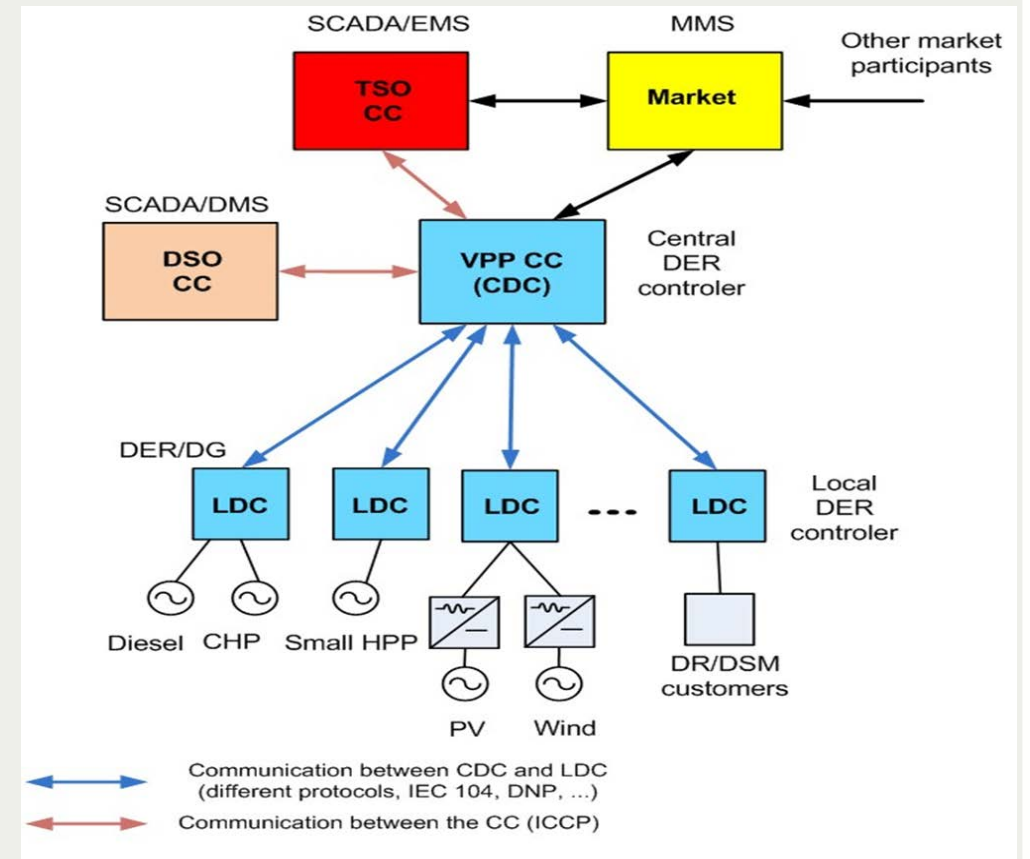
Зміна взаємовідносин між магістральними та розподільчими мережами (TSO-DSO Interface)

- **На підстанціях високої та середньої напруги**

Обмеження потужністю трансформаторів, наявність РПН, можливість регулювання напруги, перетин ліній і кабелів, пристрої компенсації реактивної потужності

- **В системах інформації та керування**

Зміна стандартів, обсяги передавання інформації, інтерфейси, різне обладнання, наявність SCADA, RTU



ENPIS
ELECTRO



Якість електроенергії

719

**POWER QUALITY AND EMC ISSUES
WITH FUTURE ELECTRICITY NETWORKS**

JOINT WORKING GROUP
C4.24/CIRED

MARCH 2018



718

**BENCHMARKING OF POWER
QUALITY PERFORMANCE
IN TRANSMISSION SYSTEMS**

WORKING GROUP
C4.27

FEBRUARY 2018



CIGRE Webinars

**CIGRE WG C4.27 - Benchmarking of Power Quality Performance
in Transmission Systems**

Presented by Dr Davor Vujatovic January 2019



cigre
For power system expertise



**ENPAS
ELECTRO**



SYSTEM TECHNICAL BACKGROUND OF THE INSTALLATION

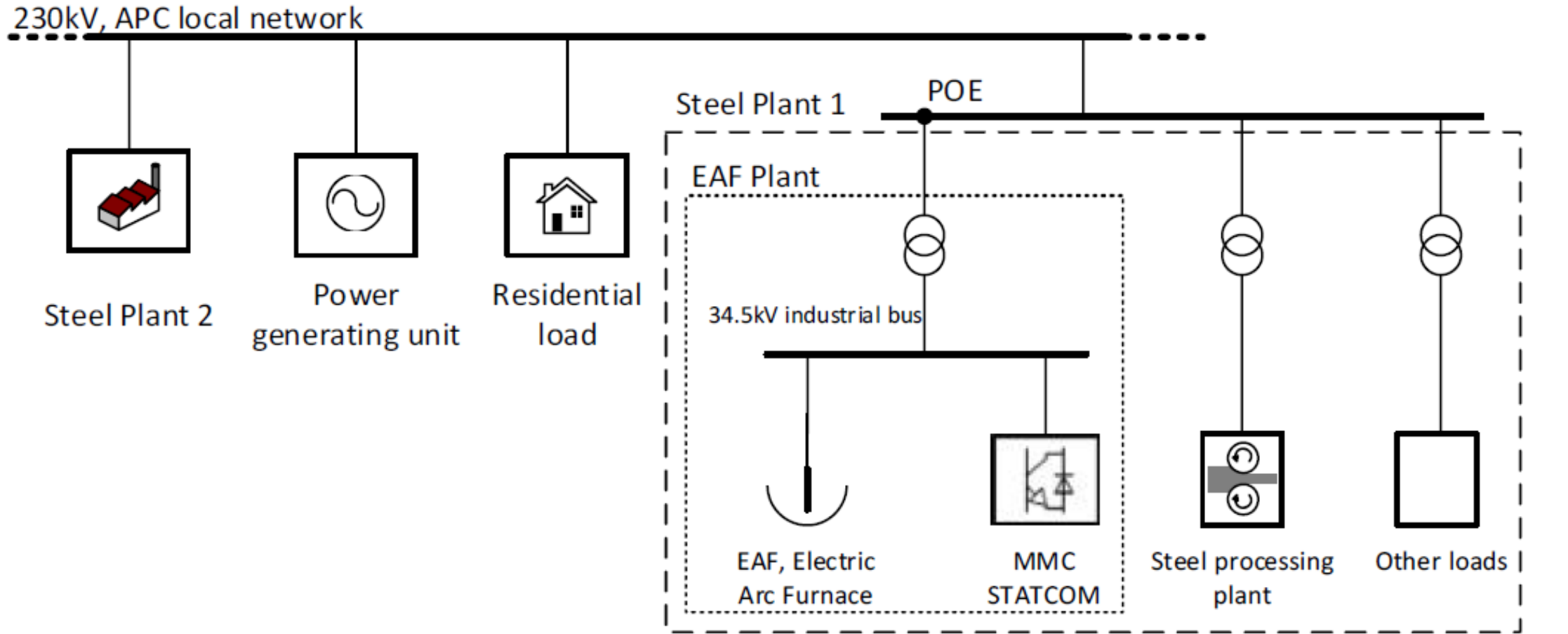
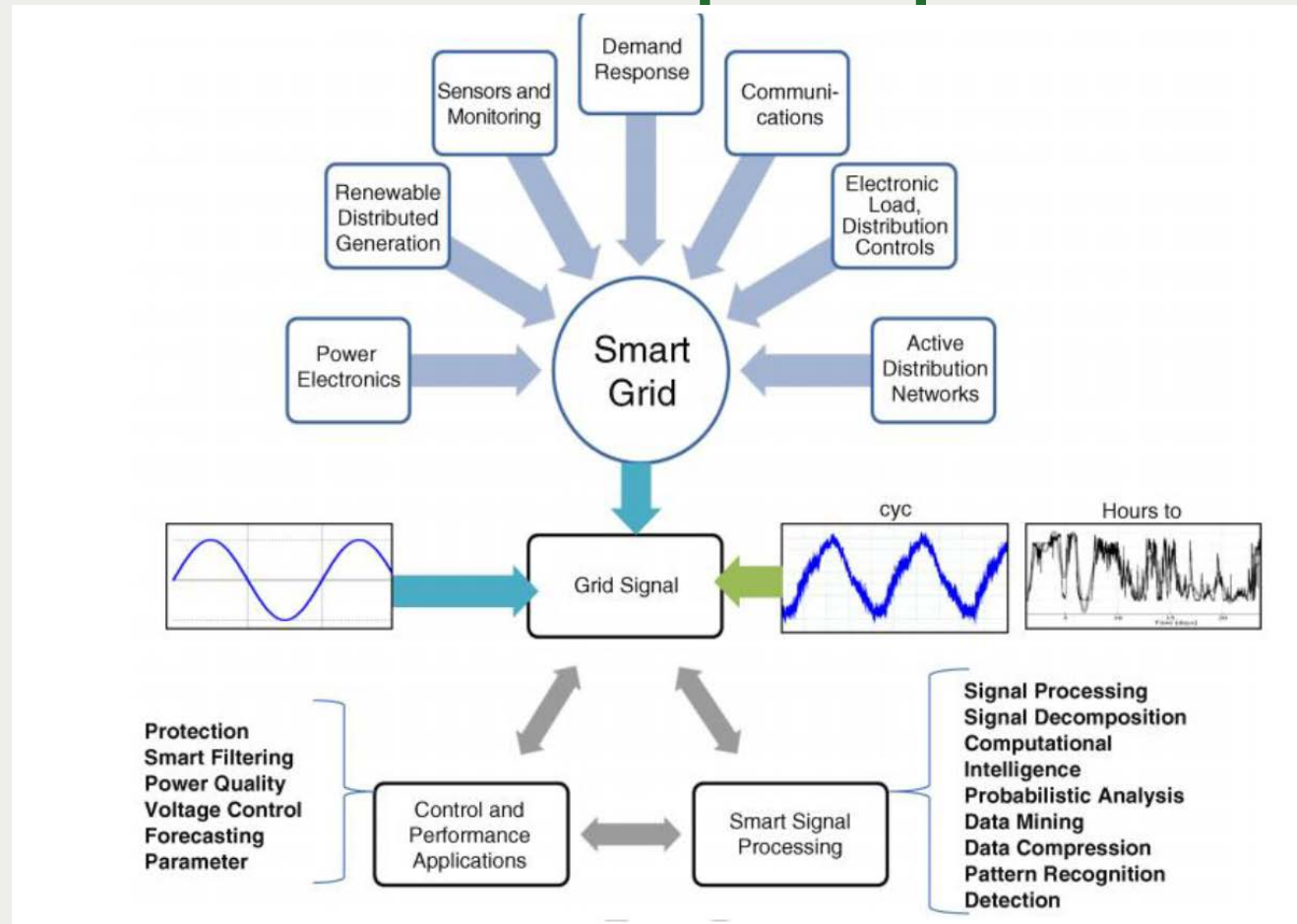


Figure 1. Simplified picture of the network discussed in this paper

Моніторинг параметрів електричної мережі для контролю якості електроенергії



ENPAS
ELECTRO



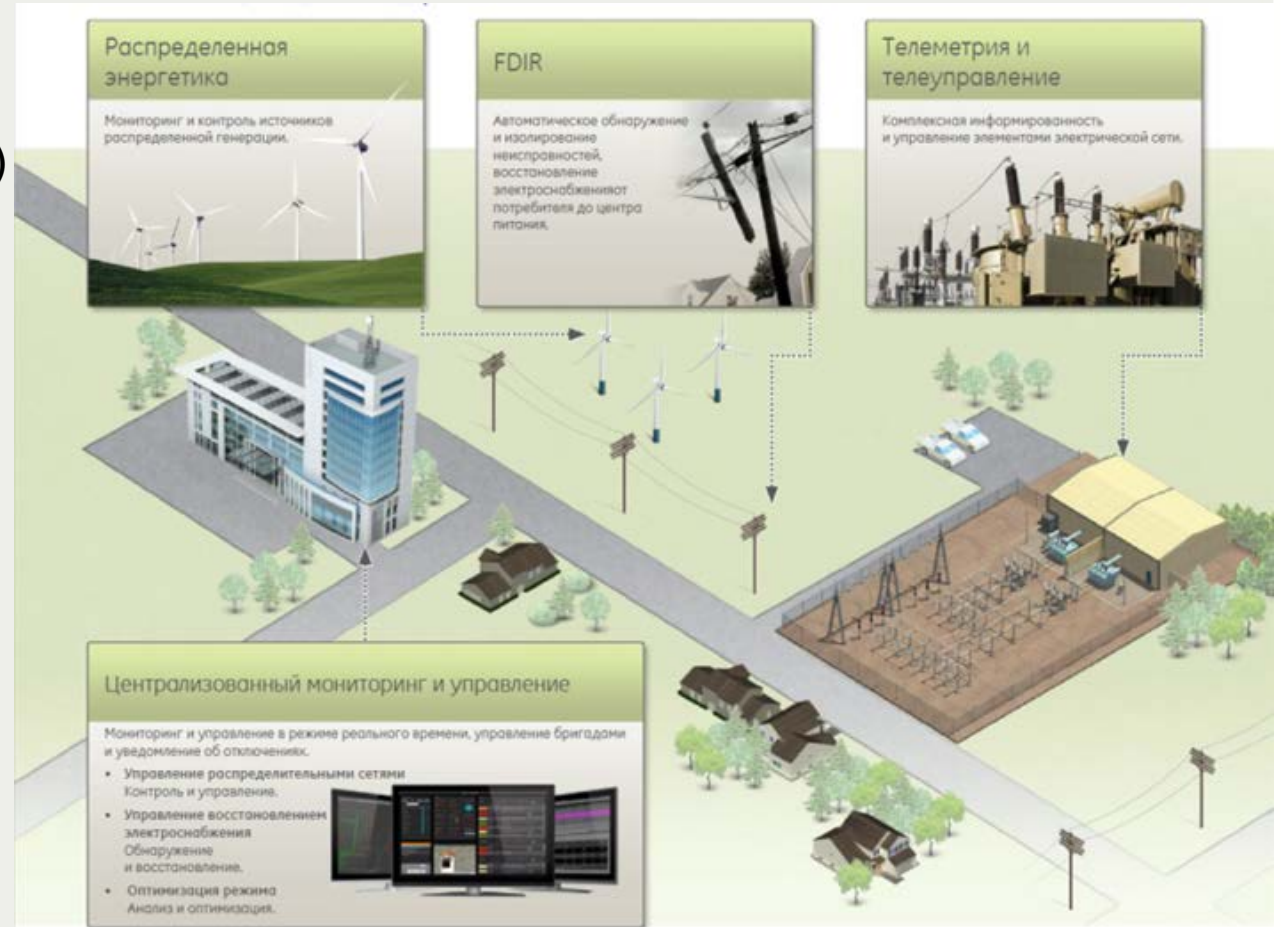
Система управління розподільними мережами (ADMS) Powering™ Advantage

Ключові переваги системи:

- До 30% зниження SAIDI (індекс середньої тривалості переривання електропостачання) для збільшення надійності.
- До 30% скорочення часу взаємодії оперативного персоналу та диспетчера для оптимізації продуктивності.
- До 3% збільшення ефективності мережі за рахунок оптимізації по рівню напруги.

Оптимізація для модернізації мережі:

- розподілена енергетика;
- FDIR;
- телеметрія і телеуправління;
- централізований моніторинг і управління.

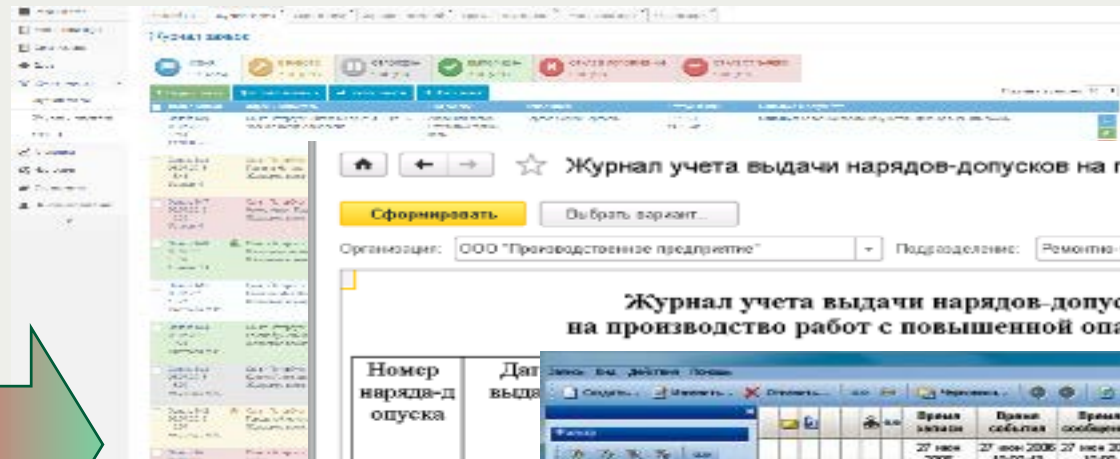
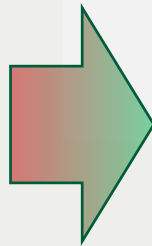


ENPAS
ELECTRO



Допоміжні задачі диспетчера

- Оперативный журнал диспетчера
- Заявочный комплекс. Плановые и аварийные заявки. Статистики повреждаемости оборудования
- Система допусков и выполнения требований по охране труда



Журнал учета выдачи нарядов-допусков на производство работ с повышенной опасностью


Номер наряда-допуска	Дата выдачи	Время заявки	Время события	Время окончания	Категория события	Область	Содержание	Запись в пас	Кл/Комп
000000001	15.11.2006 13:50	27 ноя 2006 10:14:31	27 ноя 2006 10:00:43	27 ноя 2006 10:00	Информация (И)	МЭ	Проведен осмотр ОП-230-25 на заданном участке линии. На оп.488 120м от ПС Буденского на фазе С следы провиса. Проверены со- шлейфы на тап оперы. Ремонт не требуется. Собыд ДД-инф	Лазаренко А.Ф.	МЭ
		27 ноя 2006 9:52:12	27 ноя 2006 9:45:52	27 ноя 2006 9:50	Специальные мероприятия	АвЗ ДР	Согласно заявки по тепловой программе отключена ВЛ Дубовицкая. Собыд ДД	Лазаренко А.Ф.	АвЗ. Мушка ДР: Каранев
		27 ноя 2006 9:12:42	27 ноя 2006 9:00:00	27 ноя 2006 9:12	Регулярное обслуживание	Центральная	По команде ДД. Проверено оплетение в разрыв РЛ	Макарова С.В.	
		27 ноя 2006 9:30:58	27 ноя 2006 9:29:37	27 ноя 2006 9:29	Ремонт серверов	ПАК	Перезагрузка базн данных ПАКДЗ	Тутова З.К.	диспетчер по ФР: Гусак Е.А.
		27 ноя 2006	27 ноя 2006	27 ноя 2006	Заказка	МЭ	МЭ	Макарова С.В.	МЭ

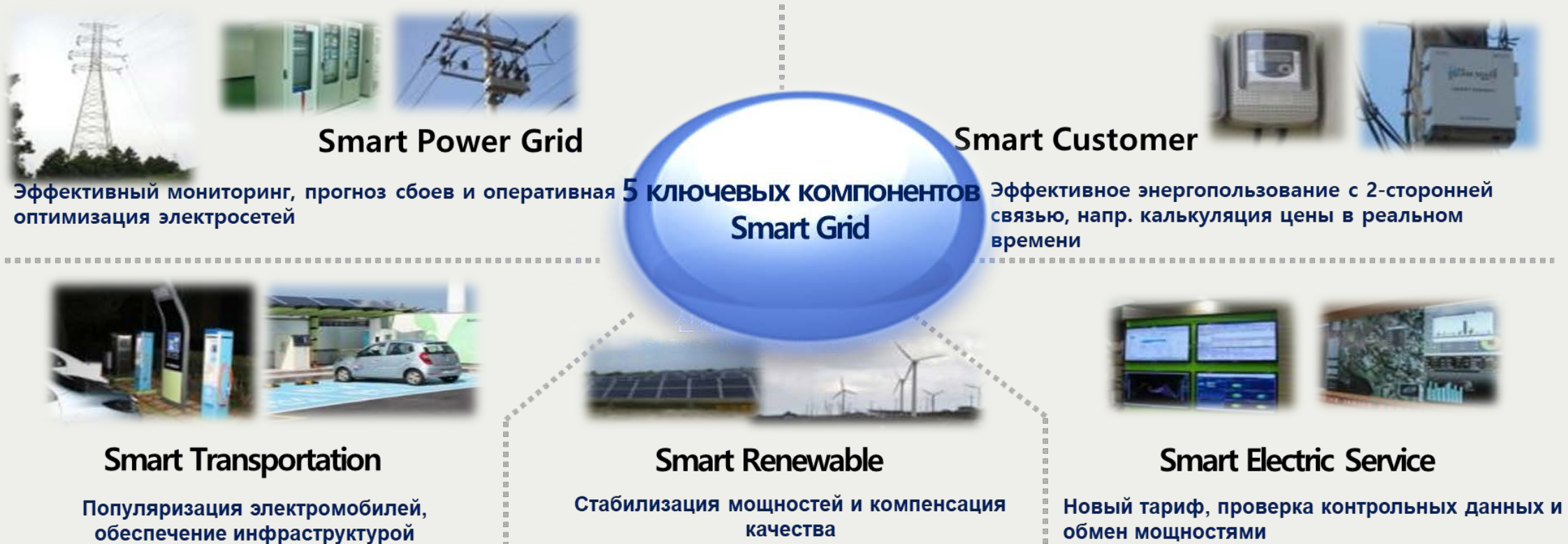


ENPAS ELECTRO



Концепція ефективного енергоуправління SMART GRID

 **Интеллектуальное энергоснабжение** обеспечивает **высокое качество** с максимальной эффективностью при использовании электроники, информационных и коммуникационных технологий



ENPAS
ELECTRO



Інтелектуальне керування електромережою

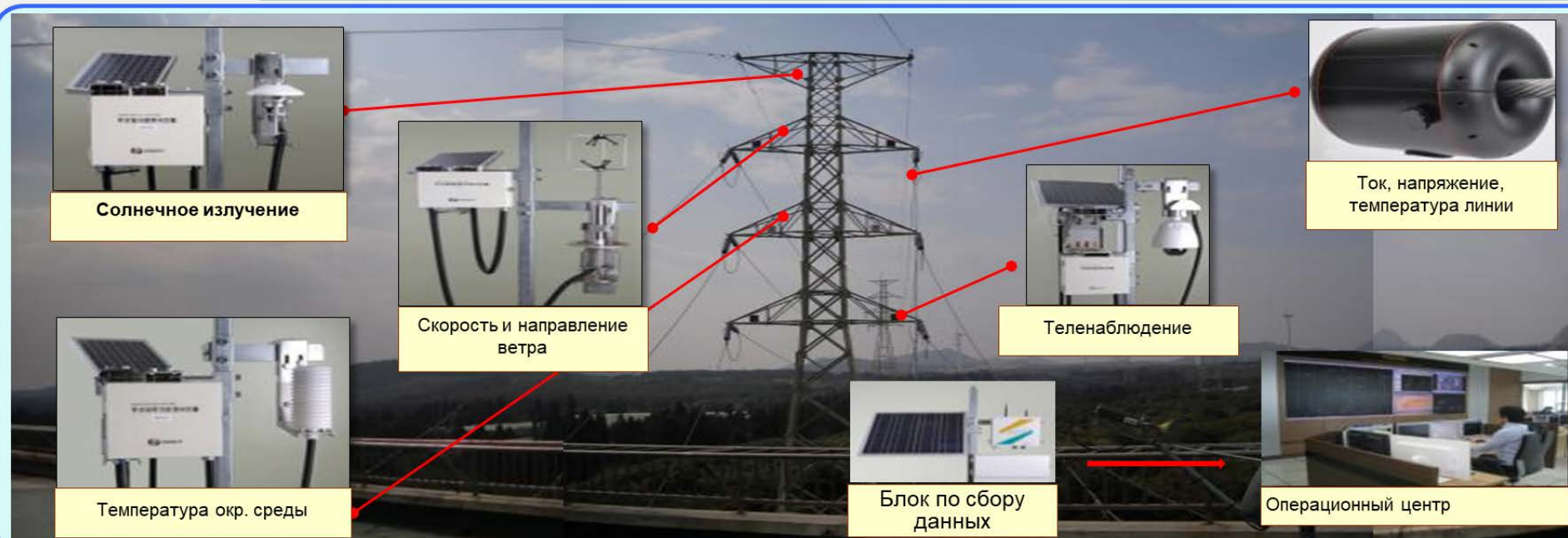
Smart Power Grid

Цель

Увеличение объёмов передачи с расчётом в реальном времени и использованием сенсоров и сокращением падения напряжения

Обеспечение испытаний

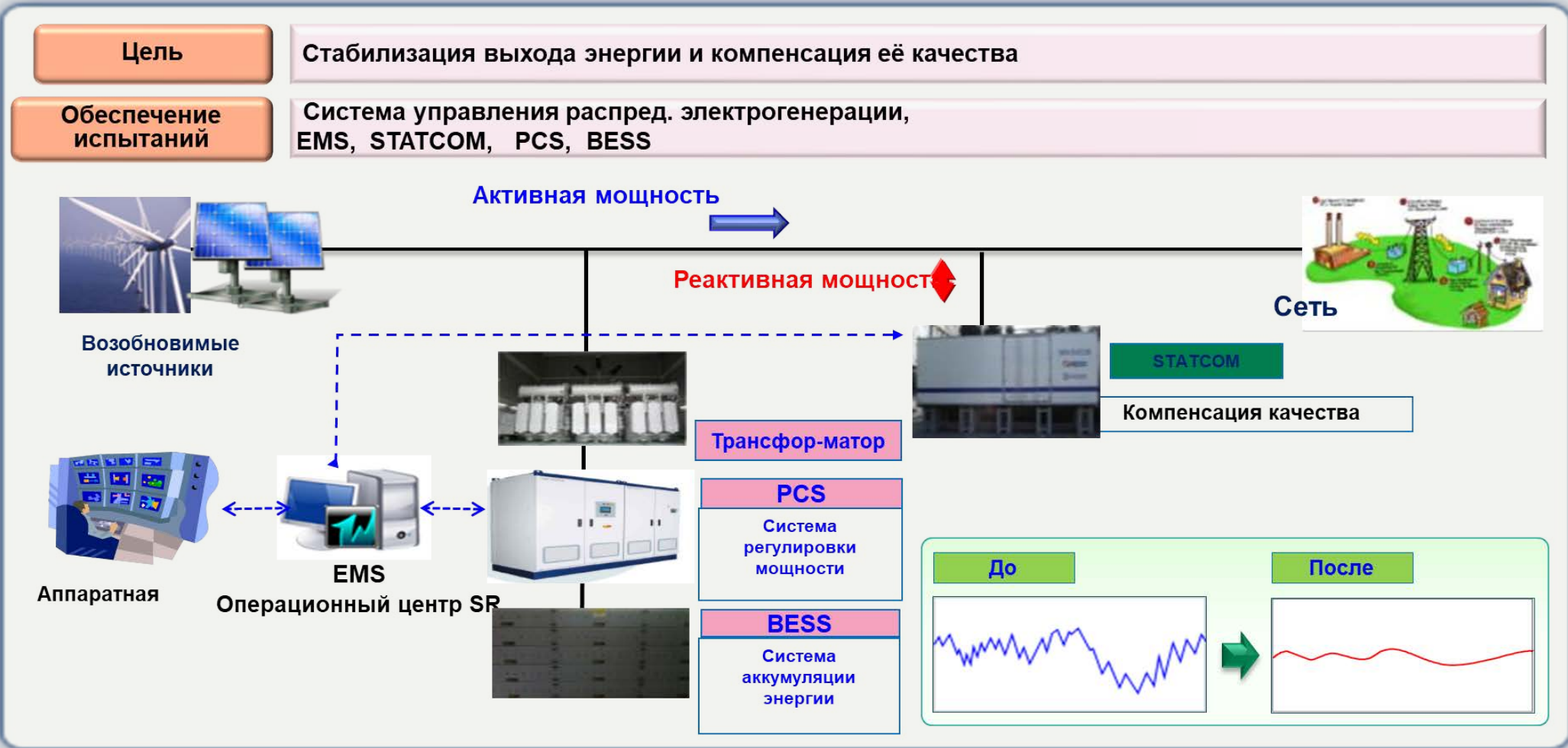
Отслеживание солнечного излучения, скорости и направления ветра, температуры среды, изменений тока, напряжения и температуры линий



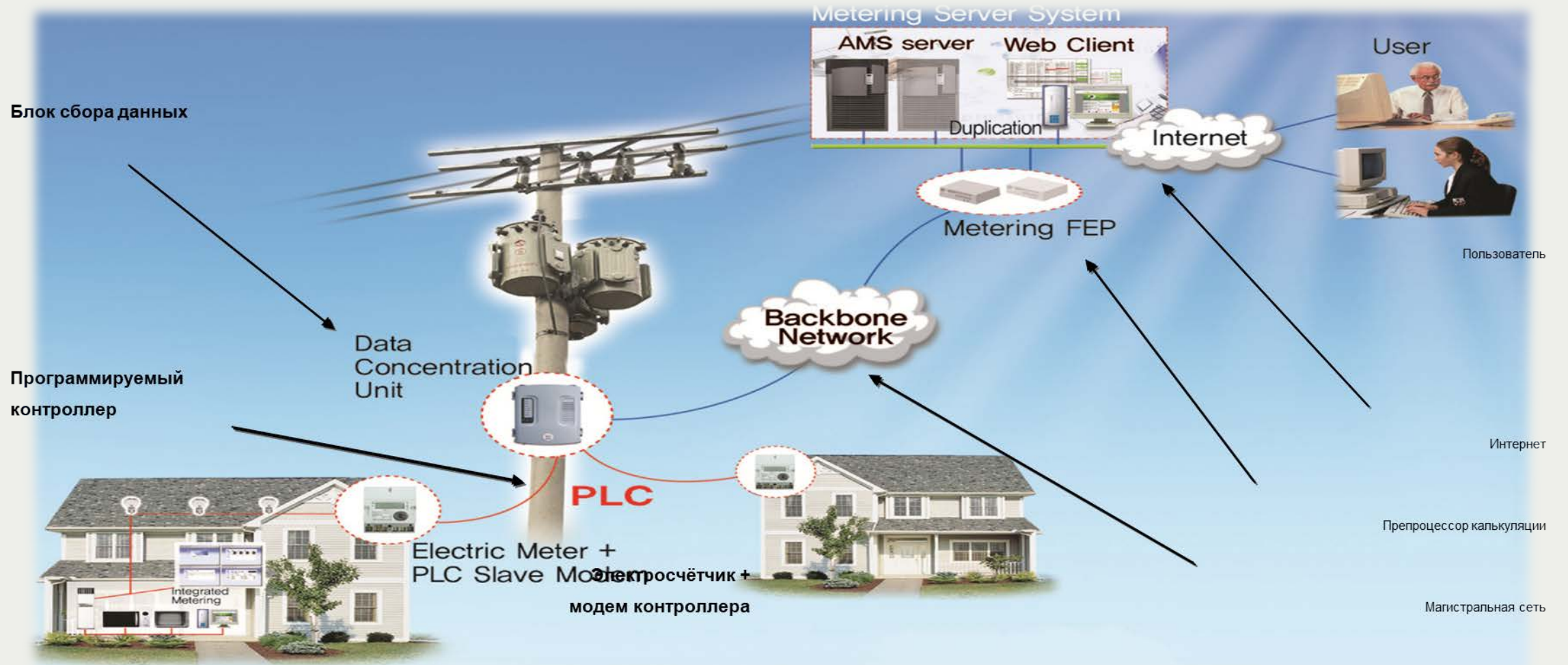
ENPAS
ELECTRO



Компонент відновлюваної енергії – Smart Renewable



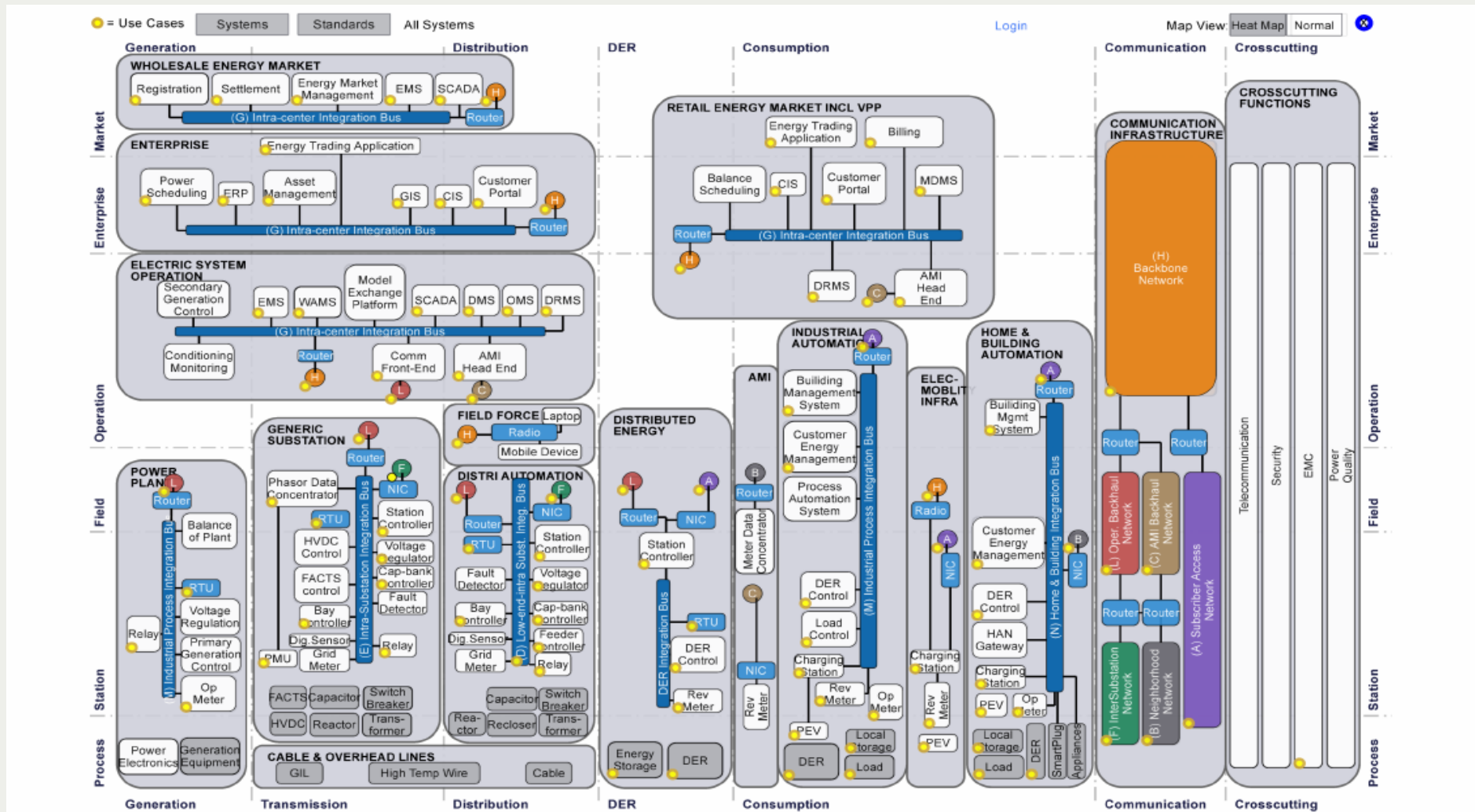
Прогресивна система обліку енергії



ENPAS
ELECTRO



Нормативні документи і стандарти

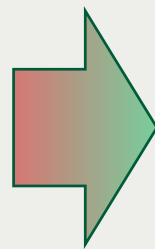


ENPAS
ELECTRO



Клієнт – важлива ланка постачання електроенергії

- Формирование аварийных заявок на основе звонков в CallCenter, обращений в CRM
- Присоединение к сети с использованием GIS, свободная мощность
- Точный расчет SAIDI, SAIFI. Параметры качества э/э
- ВИЭ, прогнозы генерации, моделирование нагрузки



ENPAS
ELECTRO



Клієнтський компонент – Smart Customer

Цель

Построение инфраструктуры, ориентированной на пользователя, разработка новых бизнес-моделей

Обеспечение испытаний

Инфраструктура AMI, энергия ветра и солнца, зарядка электромобилей, аккумуляторы, интеллектуальная бытовая техника, HEMS

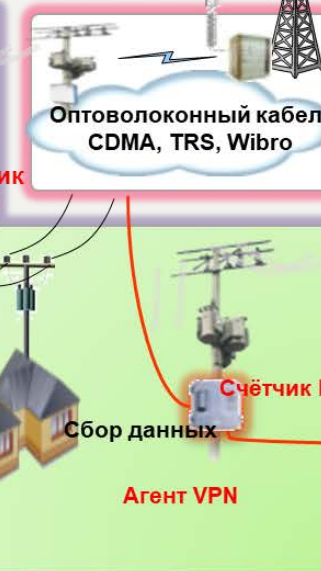
Домашняя сеть



NAN



Региональная сеть



Аппаратная



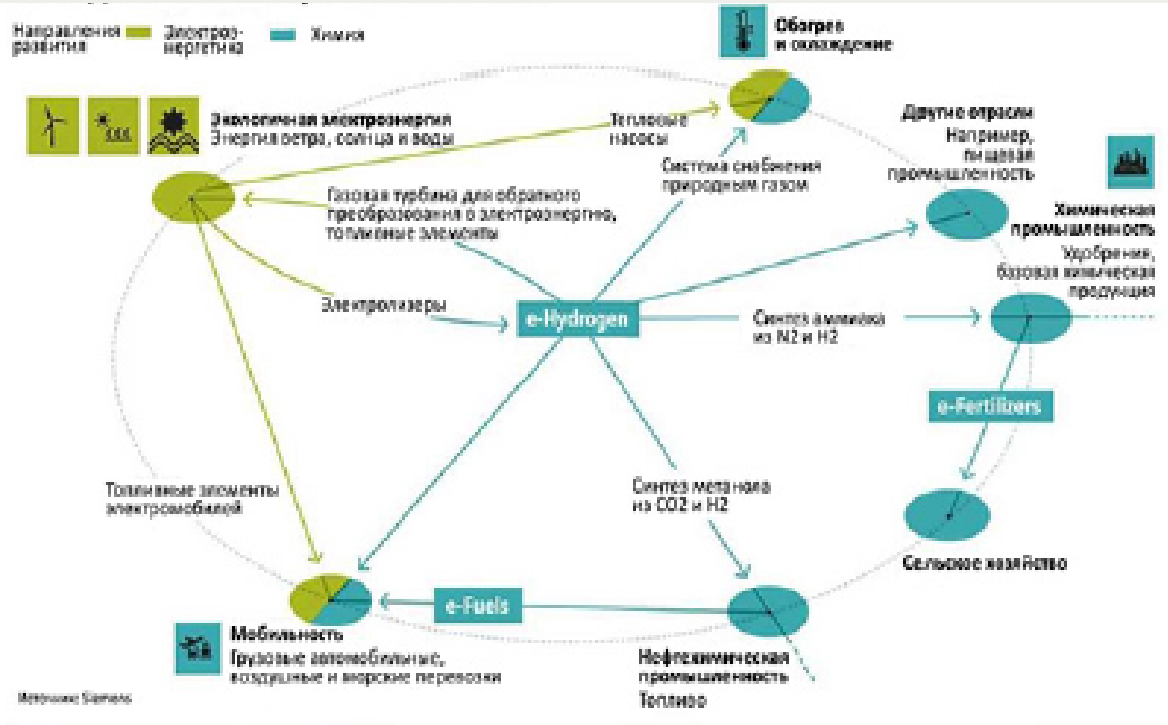
Здание



ENPAS
ELECTRO



Об'єднання секторів та Power-to-X



IEEE STANDARDS ASSOCIATION



IEEE Guide for the Benefit Evaluation of Electric Power Grid Customer Demand Response

E-Hydrogen – основа технології Power-to-X

В якості середовища для тривалого зберігання енергії з метою її подальшого перетворення може використовуватися e-Hydrogen. Зворотне перетворення в електроенергію буде реалізовано за допомогою газових турбін, двигателів або топливних елементів, здатних працювати на водороді, для надійного забезпечення електричеством в періоди слабкої доступності відновлюваних джерел енергії, наприклад в безвітряну погоду.

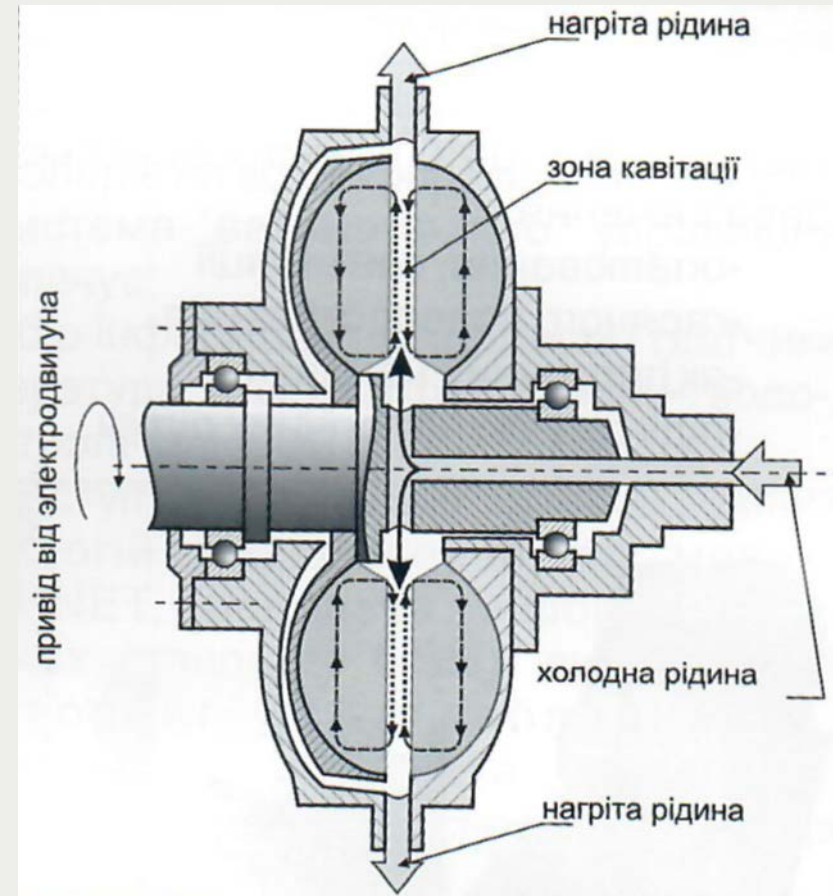
Технології Power-to-X дозволяють органічно перейти від поточного рівня розвитку, на якому ми залежимо від ископаемого палива, до безвуглецевого майбутнього за рахунок поступового зменшення викидів вуглецю, оскільки e-Fuel може додаватися в ископаемое паливо в зростаючій пропорції аж до повного заміщення.



ENPAS
ELECTRO



Українські винаходи, які успішно можуть працювати по заміщенню теплофікації та використанню газу



ENPAS
ELECTRO



Діючий об'єкт в с.Моспіно Донецької області



ENPAS
ELECTRO



Підготовка інженерів для впровадження інноваційних технологій

- Необхідно відновити статус ІНЖЕНЕРА в навчанні в ВУЗах, учбових комбінатах, галузевих інститутах, в енергетичних та промислових компаніях.
- Розширити підготовку технічного персоналу (зварювальників, монтажників, будівельників).



ENPAS
ELECTRO



ВИСНОВКИ

- Потрібно повернути Міністерство енергетики і ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ та розробку технічної політики в галузі.
- Необхідно створити координаційний центр по розробці концепції розвитку електроенергетики на основі інноваційних технологій, який моделює розвиток енергосистеми України для всіх видів генерації (атомних, теплових, гідро, відновлювальних). Переглянути виконання програм стратегій енергетики;
- Необхідно створення робочих експертних груп для розробки технічних вимог на впровадження нових технологій на основі фахівців різних організацій, для використання енергетичними компаніями. Джерело фінансування їх роботи;
- Адаптація міжнародних стандартів до енергетичних об'єктів української енергосистеми. Активізація роботи національного комітету МЕК і галузевих енергетичних інститутів;
- Прагматичний підхід до реконструкції існуючих магістральних та розподільчих мереж в умовах розвитку нових видів генерації на рівні споживачів та Micro grid;
- Впровадження нових рішень по забезпеченню регулювання режимів енергосистеми з використанням споживачів-регуляторів. Перегляд технічних умов. Пілотні проекти.



ENPAS
ELECTRO





cigre

For power system expertise



**ENPAS
ELECTRO**

Дякую за увагу!

Email: enpas@enpaselectro.com