



Научно-техническая  
коллегия



# Обобщение мировых тенденций техники и технологий для больших электроэнергетических систем (по итогам 45-ой Сессии СИГРЭ в 2014 г.)

д.т.н. Кучеров Юрий Николаевич,  
Член Технического Комитета РНК CIGRE  
Руководитель департамента технического регулирования ОАО «СО ЕЭС»

Москва, 10 декабря 2014

# Международный Совет по большим электроэнергетическим системам - СИГРЭ

- Крупнейшая профессиональная некоммерческая организация, содействующая развитию и распространению технических знаний в области выработки и передачи электроэнергии на высоком напряжении
- Основана в 1921 г. во Франции, штаб-квартира в Париже



Conseil International  
des Grandes Réseaux  
Electrique



- Порядка 11000 членов – исследователи, ученые, инженеры, специалисты и менеджеры со всего мира (более 90 стран)
- 16 Исследовательских комитетов (A1-A3, B1-B5, C1-C6, D1-D2), 230 рабочих групп (38 – закончили работу, 33 – вновь созданных) и более 3000 экспертов
- Национальные комитеты в 57 странах
- РНК СИГРЭ отметил 90-летие

- Регулярные международные конференции, семинары и выставки (45-ая Сессия – 3235 делегатов, 464 доклада, в т.ч. 10 докладов от РНК СИГРЭ, техническая выставка)



- Портал [www.e-cigre.org](http://www.e-cigre.org), журнал Electra (двуязычный)
- Молодежное направление



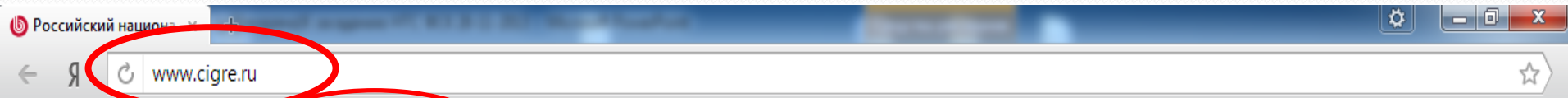
# Исследовательские комитеты СИГРЭ

Шифр		Название исследовательского комитета
А	1	Вращающиеся электрические машины
	2	Трансформаторы
	3	Высоковольтное оборудование
В	1	Изолированные кабели
	2	Воздушные линии
	3	<b>Подстанции</b>
	4	<b>Системы постоянного тока высокого напряжения и силовая электроника</b>
	5	Системы защиты и автоматизация
С	1	<b>Развитие энергосистемы и экономика</b>
	2	<b>Управление энергосистемой</b>
	3	Влияние на окружающую среду
	4	<b>Технические характеристики энергосистем</b>
	5	<b>Рынки электроэнергии и регулирование</b>
	6	Распределительные системы и распределенная генерация
D	1	Материалы и развивающиеся технологии испытаний
	2	<b>Информационные системы и телекоммуникация</b>




# Российский национальный комитет СИГРЭ


## WWW.CIGRE.RU



**45 сессия СИГРЭ**  
24-29 августа 2014 г.  
Париж, Франция



У международная молодежная научно-техническая конференция  
**«Электроэнергетика глазами молодежи - 2014»**  
10 – 14 ноября 2014 г., Томск



**СЕМИНАР**  
Проблемы подключения и эксплуатации малой генерации



5-я Международная научно-техническая конференция  
**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ**  
Сочи, 1-5 июня 2015 года

### Мероприятия



December 15-16, 2014, Newport Beach, CA, USA  
**Fundamentals of Electricity Transmission**

December 15-16, 2014, Newport Beach, CA, USA  
**Fundamentals of Cybersecurity for Utilities**

December 16-17, 2014, Newport Beach, CA, USA  
**Cost-Estimating Methodologies for Substations and Transmission Projects**

December 16-17, 2014, Newport Beach, CA, USA  
**Depreciation Fundamentals for Utilities and Energy Companies**

[Смотреть все мероприятия](#)

### Публикации



Сб. Журнал «Релейщик» № 4 за 2014 г. Статья В.О. Самойленко, О.Л. Коркуновой, А.В. Паздерина, Н.Н. Новикова об особенностях отключения токов КЗ генераторов малой мощности



Сб. Журнал «ЭЛЕКТРО» № 5 за 2014 г. Статья П.В.Илюшина и Ю.Н.Кучерова о возможностях обеспечения надежного электроснабжения за счет распределенной генерации



Сб. Статья П.Ерохина, С.Ерошенко, В.Самойленко «Процессы подключения собственной генерации», журнал «Энергоназор», № 8(60), август 2014 г.



Вестник РНК СИГРЭ № 5. Материалы Международной олимпиады по теоретической и общей электротехнике «Электротехника-2014», 22-24.04.2014, ИГЭУ (Иваново)

[Смотреть все публикации](#)

### Новости РНК СИГРЭ

1 декабря 2014 г.

❶ СИГРЕ создает новые рабочие группы исследовательских комитетов А1, В4, С4 и С5

29 ноября 2014 г.

❷ 28 ноября 2014 г. состоялось очередное заседание Президиума РНК СИГРЭ

26 ноября 2014 г.

❸ 18 декабря 2014 г. в Санкт-Петербурге Подкомитет В4 РНК СИГРЭ проводит семинар на базе ОАО "НИИПТ"

26 ноября 2014 г.

❹ РНК СИГРЭ начинает публикацию уникальных архивных документов

20 ноября 2014 г.

❺ РНК СИГРЭ отмечен дипломом Минэнерго за успешную реализацию уникального молодежного проекта

[Смотреть все новости](#)



90-летие участия России в СИГРЭ  
**Очередное общее собрание VI-я Ассамблея РНК СИГРЭ**  
10 октября 2013 г., Москва



Выставка и конференция  
4 – 6 марта 2014 года  
Экспоцентр, Москва  
Поддерживая модернизацию эффективности и инновации  
[www.russia-power.org](http://www.russia-power.org)





90-летие участия России в СИГРЭ  
**126-е заседание Административного совета СИГРЭ**  
23-28 сентября 2013 г., Казань

### Подписаться на новости

## Отчетные документы 45-й Сессии CIGRE

### Общие отчеты РНК СИГРЭ

1	<b>Отчет</b> об участии делегации РНК СИГРЭ в 45-й сессии и заседаниях рабочих органов CIGRE <i>утвержден решением Президиума РНК СИГРЭ от 06.10.2014 № 6/11</i>	 0,54 Мб
2	<b>Отчет</b> об участии студентов по линии Молодежной секции в составе делегации Российского национального комитета в 45-й Сессии и заседаниях рабочих органов CIGRE	 2,11 Мб

### Отчеты о работе исследовательских комитетов на 45-й Сессии CIGRE

<b>A1</b>	"Вращающиеся электрические машины" (Ю.Д. Винницкий), отчет от 27.10.2014	 1,68 Мб
<b>A2</b>	"Трансформаторы" (В.С. Ларин), отчет от 08.10.2014	 1,76 Мб
<b>A3</b>	"Высоковольтное оборудование" (В.П. Иванов), отчет от 28.10.2014	 0,64 Мб
<b>B1</b>	"Изолированные кабели" (В.Л. Овсиенко), отчет от 07.10.2014	 1,55 Мб
<b>B2</b>	"Воздушные линии" (В.А. Шкапцов), отчет от 06.10.2014	 0,89 Мб
<b>B3</b>	"Подстанции" (Л.А. Дарьян), отчет от 05.10.2014	 0,56 Мб
<b>B4</b>	"Электропередачи постоянным током высокого напряжения и силовая электроника" (А.С. Герасимов), отчет от 22.10.2014	 0,25 Мб
<b>B5</b>	"Релейная защита и автоматика" (Г.С. Нудельман), отчет от 23.10.2014	 0,55 Мб
<b>C1</b>	"Планирование развития энергосистем и экономика" (Д.В. Пилениекс), 22.10.2014	 1,24 Мб
<b>C2</b>	"Функционирование и управление энергосистем" (В.А. Дьячков, Ю.Г. Федоров, Е.А. Репина), отчет от 06.10.2014	 0,39 Мб
<b>C3</b>	"Влияние энергетики на окружающую среду" (И.В. Бабкин), отчет от 07.10.2014	 0,31 Мб
<b>C4</b>	"Технические характеристики энергосистем" (Ю.Н. Кучеров, Ю.Г. Федоров, П.К. Березовский, Е.В. Скуратова), отчет от 22.10.2014	 0,43 Мб
<b>C5</b>	"Рынки электроэнергии и регулирование" (А.М. Катаев), отчет от 22.10.2014	 0,27 Мб
<b>C6</b>	"Системы распределения электроэнергии и распределенная генерация" (П.В. Чусовитин), отчет от 06.10.2014	 0,98 Мб
<b>D1</b>	"Материалы и разработка новых методов испытаний и средств диагностики" (М.К. Ярмаркин), отчет от 16.09.2014	 0,35 Мб
<b>D2</b>	"Информационные системы и телекоммуникации" (А.В. Данилин), 28.10.2014	 4,18 Мб

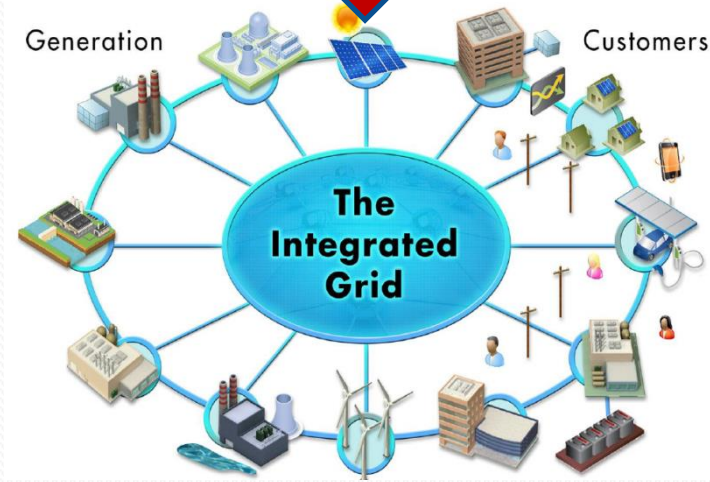
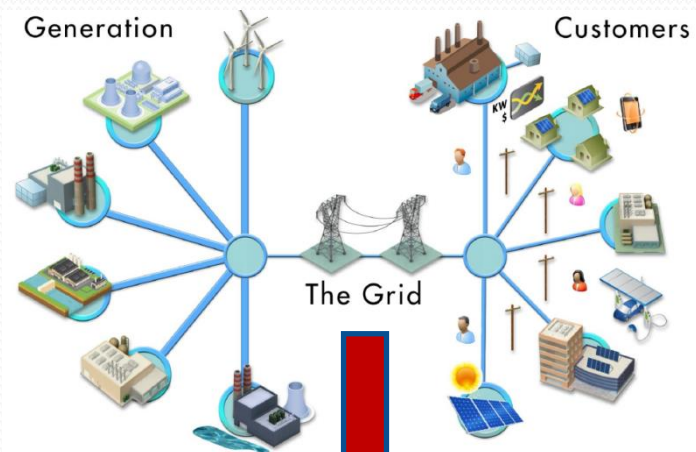


- Главные темы и направления Сессии
- Предпочтительные темы докладов
- Тезисы докладов и вопросы для обсуждения
- Доклады от России, принятые на Сессию
- **Регистрация и оплата участия**
- Регламент подготовки российской делегации
- Техническая выставка «CIGRE 2014»
- Итоги 44-ой Сессии СИГРЭ в 2012 году
- Правила проведения Сессий СИГРЭ (проект)
- Вопросы и ответы
- «Горячая линия» и контакты
- **Отчетные документы 45-й Сессии CIGRE**

## Актуальные вопросы:

### Вызовы современности:

- ✓ Рост электропотребления
- ✓ Рост городов (более 80% населения мира)
- ✓ Повышение требований по безопасности, надежности и качеству
- ✓ Старение энергетического оборудования
- ✓ Экологическая безопасность
- ✓ Природные катаклизмы
- ✓ **Изменение парадигмы развития энергосистем** – либерализация рынков, нарастающее множество субъектов, интенсивное развитие распределенной генерации, новые технологии

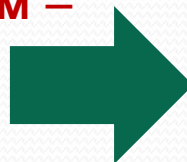


### Стратегия ЕС:

3x20 – 2020г.

900/600/300 – 2030 г.

**Новая парадигма развития энергосистем** – интегратор многообразия потребителей и производителей электрической энергии.





Sandy – October 29, 2012



9:10 a.m. EDT



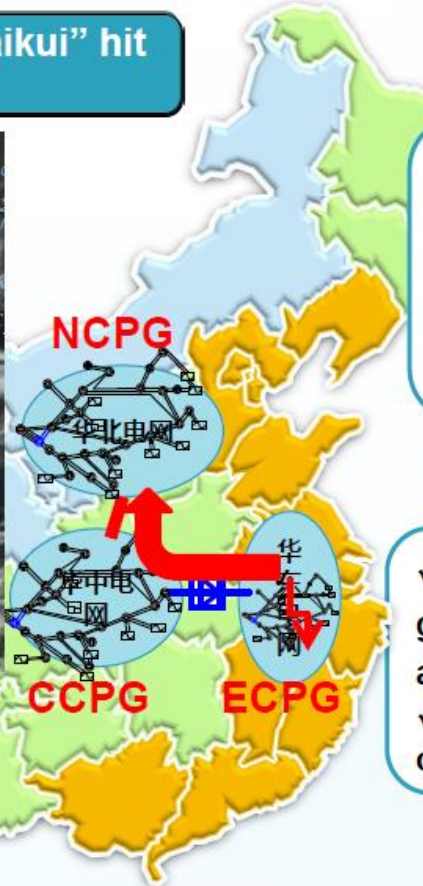
Super Typhoon Haiyan





# Two disturbance events: "8.8"(2012) simultaneous commutation failures in four HVDC lines /1

On Aug. 8, 2012, Typhoon "Haikui" hit East China Power Grid



## Before the accident

- ✓ 4 HVDC lines with power 9,173 MW feeding into ECPG (Shanghai grid)
- ✓ UHV AC tie line between NCPG and CCPG with power 1,500 MW from north to south

## Events

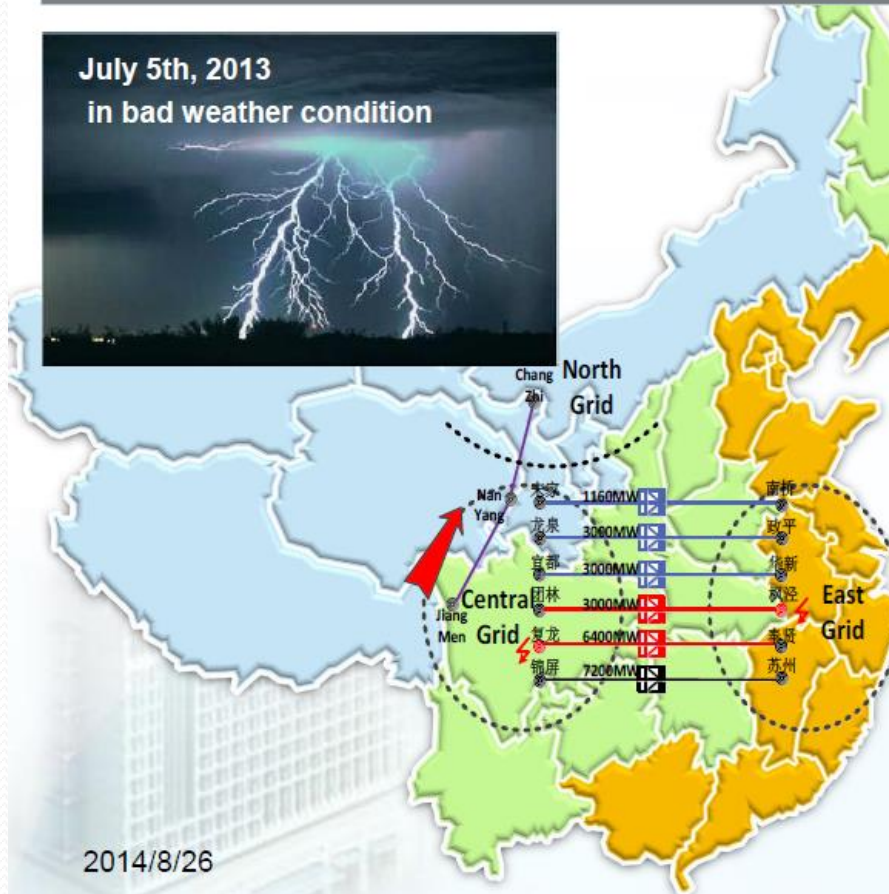
- ✓ A 500kv line in Shanghai grid temporary short circuit and tripped the line
- ✓ 4 HVDC lines simultaneous commutation failures

4

2014/8/26

## Two disturbance events: “7.5”(2013) HVDC line simultaneous commutation failures and forced blocking /1

July 5th, 2013  
in bad weather condition



### Before the accident

- 1) Load 186 GW in ECPG and 122 GW in CCPG
- 2) 4 HVDC feed power in Shanghai area: 14 GW
- 3) UHV AC tie line 400 MW

### Events

- 1) A 500kv line in Shanghai tripped by transient single-phase fault
- 2) Two HVDC line commutation failures
- 3) single pole blocked at **Fengjing** inverter station by mal-triggered gas relay of smooth reactor
- 4) two low ends of bipolar at **Fulong** converter station blocked by cooling cycle pump failure

2014/8/26

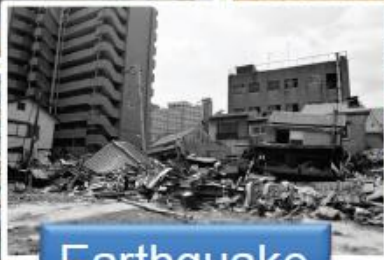
# Social challenges toward a Smarter World

## Natural disasters

Typhoon



Drought



Earthquake



Tsunami

Wildfire

## Population concentration in urban areas

Traffic congestion

Population

Air/Water Pollution

Energy

Poverty

Food

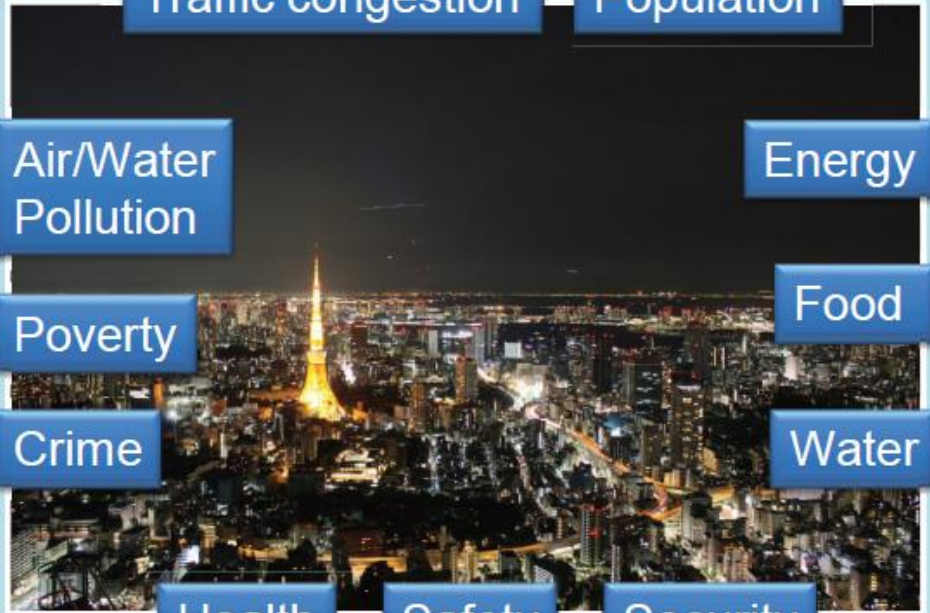
Crime

Water

Health

Safety

Security



# **Общие условия и тенденции развития**

**Давление общественности и трудности использования  
энерготехнологий на базе органического топлива**

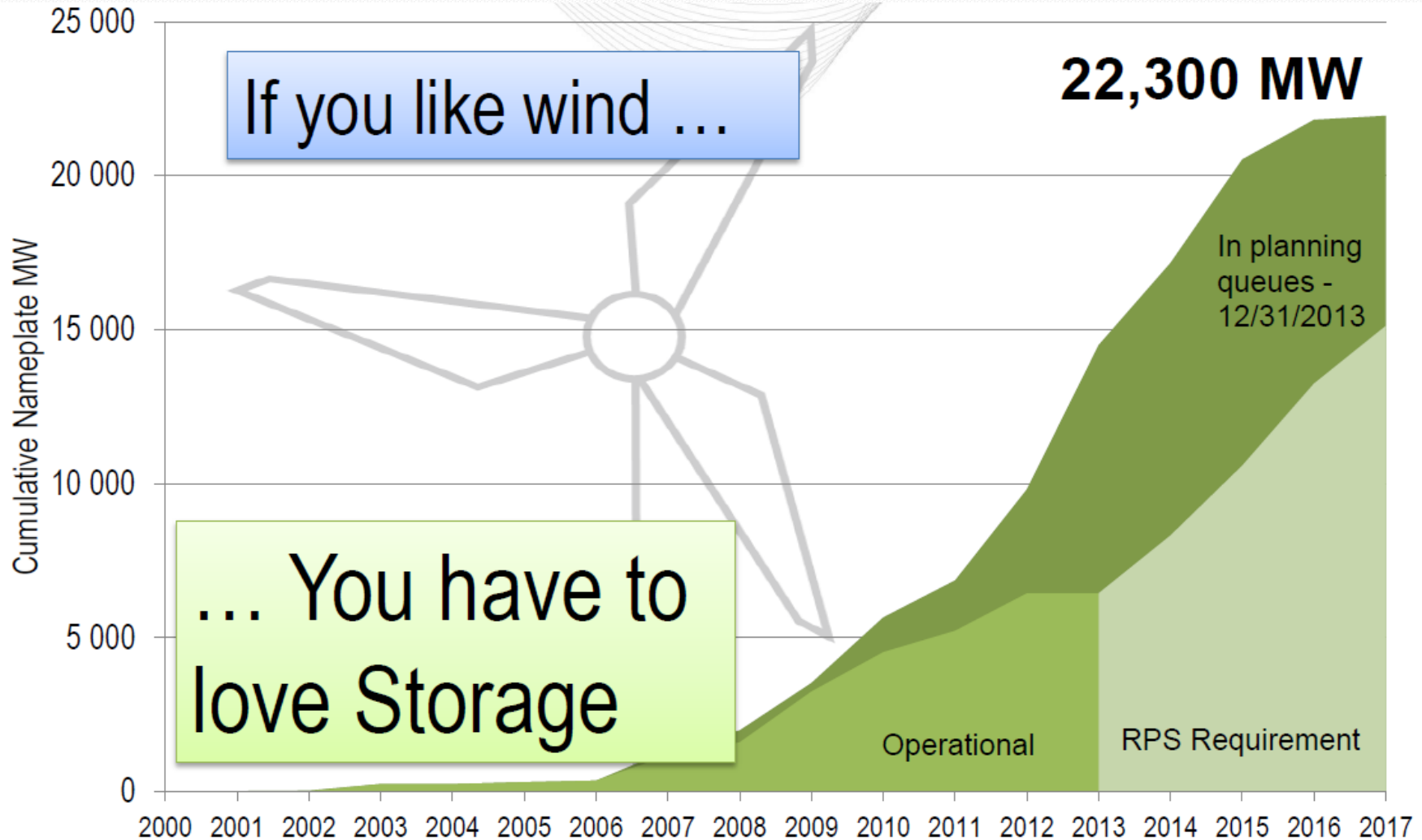
**Рост источников на базе ВИЭ**

**Гармоничное развитие Большой и Малой энергетики**

**Освоение технологий СВН и Сверхтоков на низком  
напряжении**

**Развитие энергообъединений**

# PJM: 21st Century Power Grids: Reliable, Controllable and Resilient Terry Boston - President & CEO



# Развитие энергообъединения в Индии

## High Capacity Transmission Corridors



## NEW TECHNOLOGY INITIATIVES

1200kV UHVAC;  
±800kV HVDC

High Temperature Super  
Conductor Line, Fault  
Current Limiter

Dynamic Compensation –  
Large and Medium size  
STATCOMS

Smart Transmission- Wide  
Area Measurement System  
(WAMs)

VSC based HVDC and DC  
Grid

Smart Grid (AMI, OMS,  
DSM/DR), Energy Storage

# Indian Power System : A Glimpse

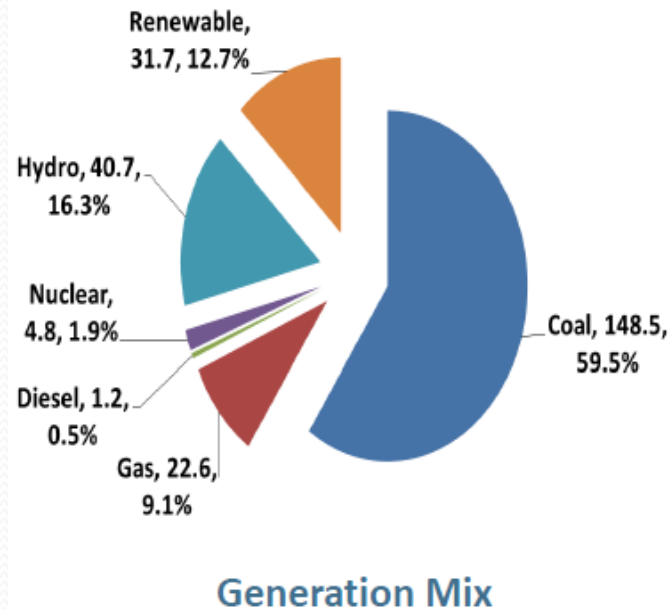
**Total Installed Capacity - 249 GW**

**Peak Demand: 135 GW**

**Renewable: 31 GW**

**Growth Rate: 8–9 % p.a.**

*Figures in GW (as on 30.06.2014)*



Transmission line	Existing (Jun'14)	By 2016-17*
ckm		
1200 kV		363
765kV	12,367	32,250
400kV	127,261	144,819
220kV	145,561	170,980
HVDC Bipole (±500kV)	9,432	16,872
HVDC Bipole (±800kV)	-	1,728
<b>Total</b>	<b>294,621</b>	<b>367,012</b>
Transformation capacity	Existing (Jun'14)	By 2016-17*
MVA		
765kV	88,500	174,000
400kV	180,872	196,027
220kV	258,444	299,774
HVDC	13,500 MW	225,000 MW
<b>Total</b>	<b>541,316</b>	<b>692,301</b>

# Формирование энергообъединения в Южной Африке



## The WAPP network in 2020



Source: World Bank

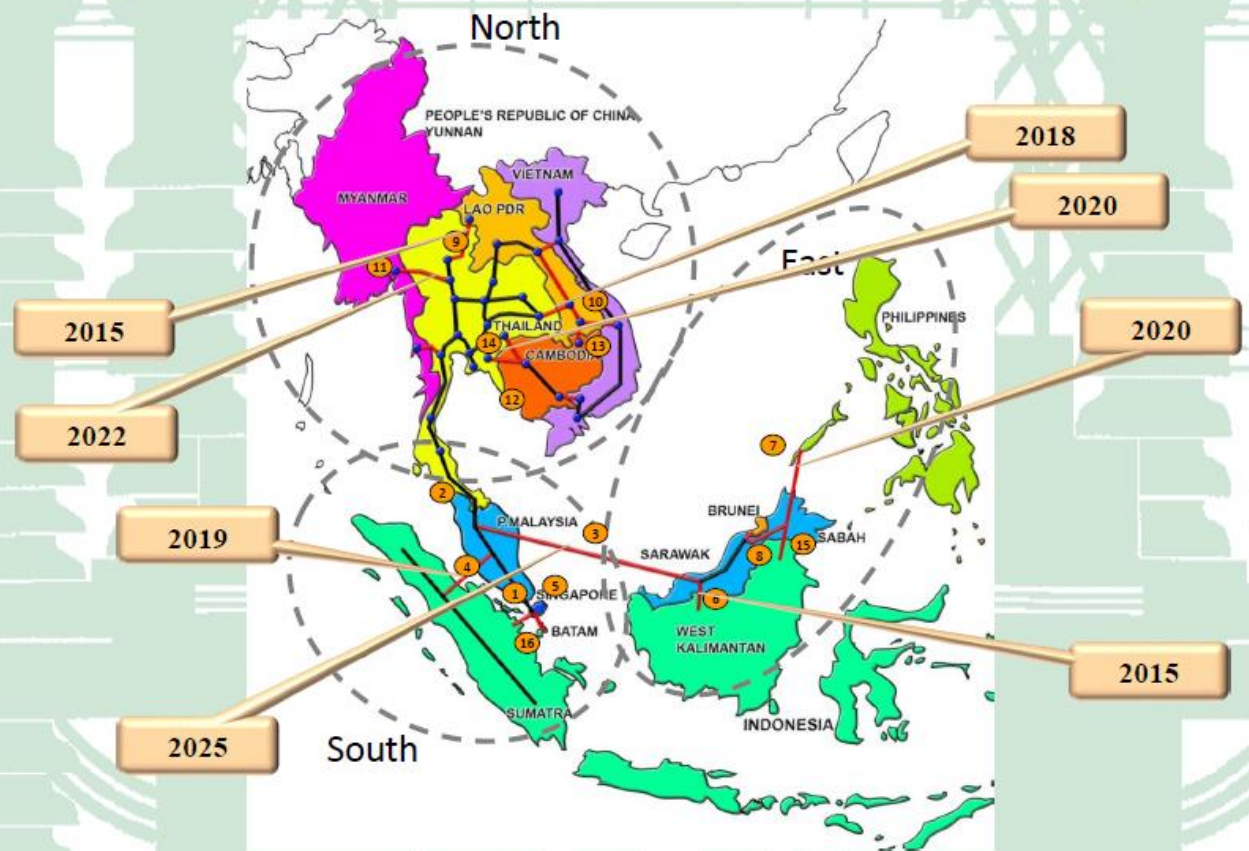


# Формирование энергообъединения в странах ASEAN



## Connectivity & Collaboration (cont.)

### ASEAN Interconnection Master Plan



## Общие условия и тенденции развития (2)

### Технологические достижения:

#### I. Высокая степень освоения:

Новые проводники, изолированные провода, высоковольтные кабели с сухой изоляцией, сухие трансформаторы, быстродействующие КА, УШР, КРУЭ, интеллектуальной защиты, микропроцессоры, датчики, системы встроенной диагностики и мониторинга, АМІ, развитые средства обработки и передачи данных..

***Основной результат: снижение стоимости оборудования, повышение надежности, ремонтпригодности, увеличение межремонтного периода, ремонт по состоянию, увеличение срока службы, максимальное использование возможностей оборудования и ЭЭС в целом.***

#### II. Интенсивное развитие и переход на стадию коммерческого освоения

Фотоэлектронное преобразование энергии,  
Power Electronics / Converters / Inverters, BESS, FACTS, Гибридные AC/DC

#### III. Стадия технологического освоения

Сверхпроводниковые ТОУ, HVDC Grids, Цифровые ПС/Подземные элегазовые ПС

## Общие условия и тенденции развития (3) Зарождение нового класса задач технологического и рыночного развития

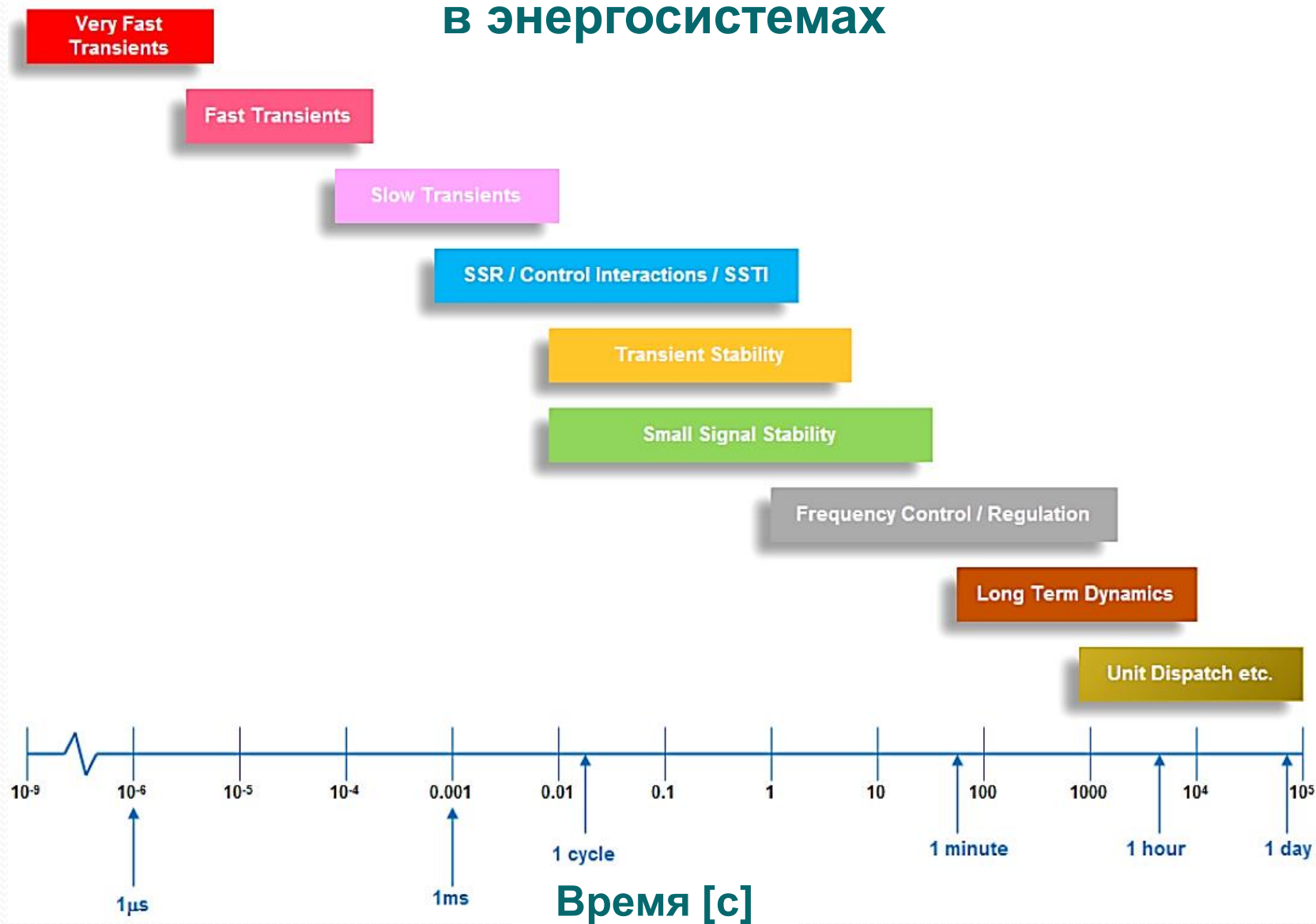
### Зарождение нового класса задач технологического и рыночного развития:

- **Усиление взаимодействия** технологических операторов (TSO – DSO) и потребителей с учетом развития рыночных моделей и регулятивной практики
- **Наблюдаемость ЭЭС** (WAMS), в т.ч. переходные процессы с синхронизацией по времени (GPS/GLONASS)
  - Суперзадача* – наблюдаемость источников РГ
  - Сверхзадача* – наблюдаемость потребителей как активных/сверхактивных участников технологических процессов и рыночных процедур
- **Управление быстрыми процессами**, в т.ч. лавина напряжения, каскадное развитие аварии
- **Управление в условиях меняющихся границ** контрольных зон
- **Мультиагентные системы** управления

### Новые объекты управления:

VPP, VLB (MDB), Aggregator, Microgrid, Energy Hub, Multi-Energy Systems

# Временные границы процессов в энергосистемах



# Интеграция энерготехнологий

- Интеграция ВИЭ / РГ в энергосистему;
- Microgrid;
- Накопители энергии (презентация Ленэнерго)
  - Унификация производства
  - Длительный жизненный цикл
  - Быстрое время заряда/разряда
  - Безопасность
  - Коммерциализация
- Интеграция электротранспорта – развитие гибридных автомобилей с зарядкой от электрической сети;
- Активный (сверхактивный) потребитель / Управление спросом (интегрировать слайды);
- Активная распределительная сеть;
- ИСТ – интерфейс, протоколы / информационное облако, кибербезопасность

**Эволюция энергосистем – Smart Grid**

**Мегапроекты – Smart City**

**Smart World (IEC, Tokyo 2014)**

**Фото-ВИЭ для Европы – решение экологических проблем,  
Фото-ВИЭ для Африки – решение проблем жизнеобеспечения**



**Solar**



### Top 10 Countries by Total Capacity [MW]

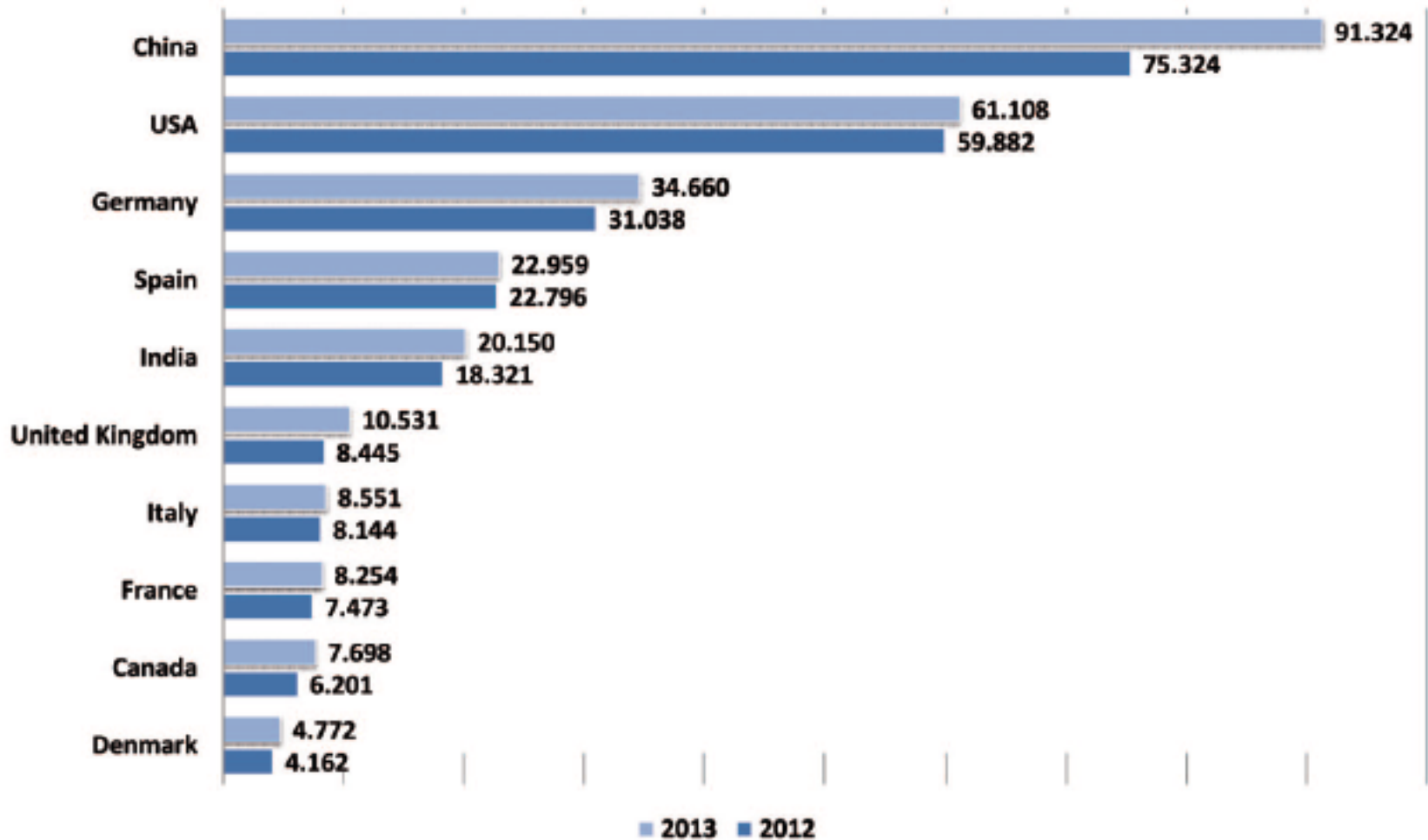
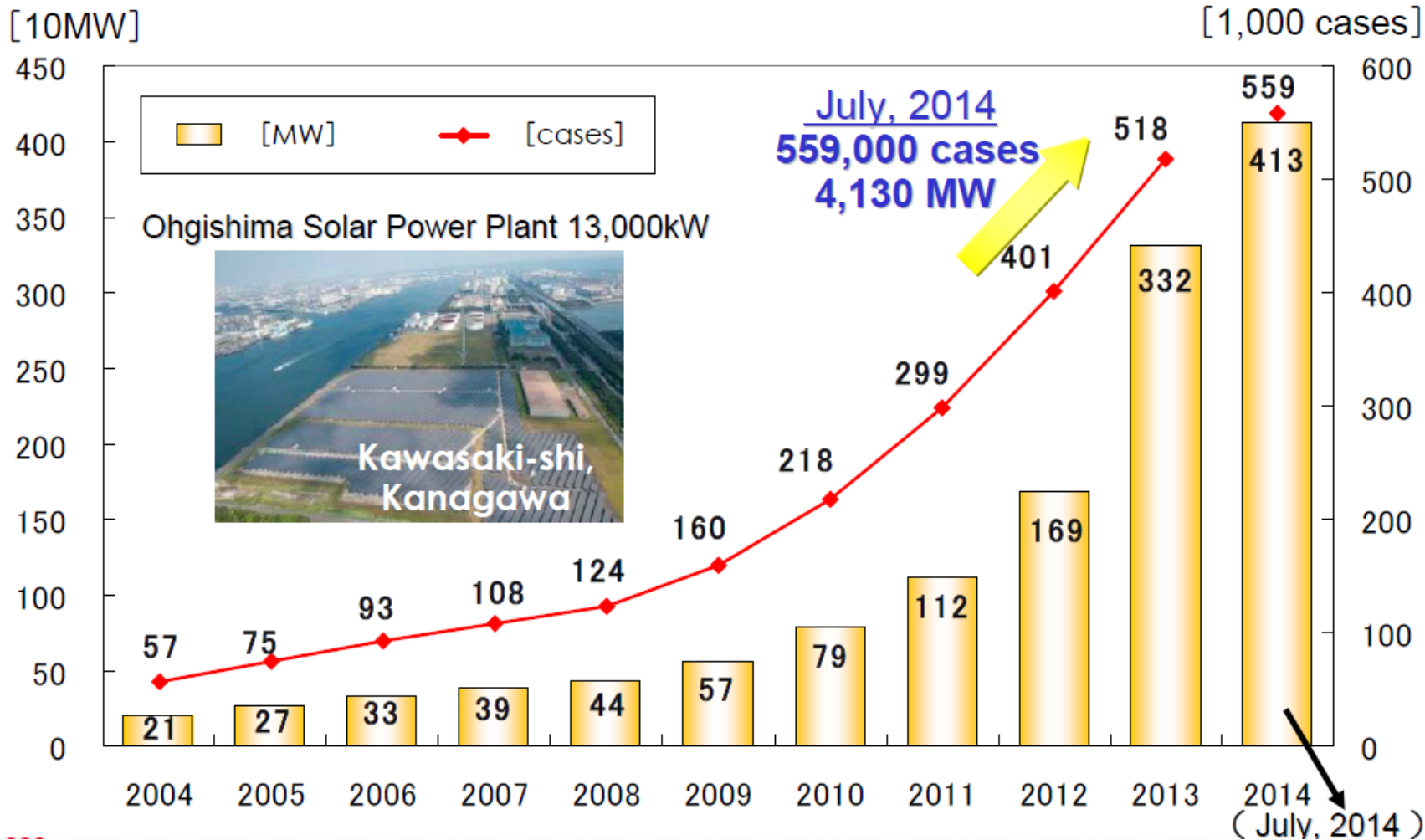


Fig. 1: Installed generation capacity in Wind [4]

# Integration of Renewable Energy

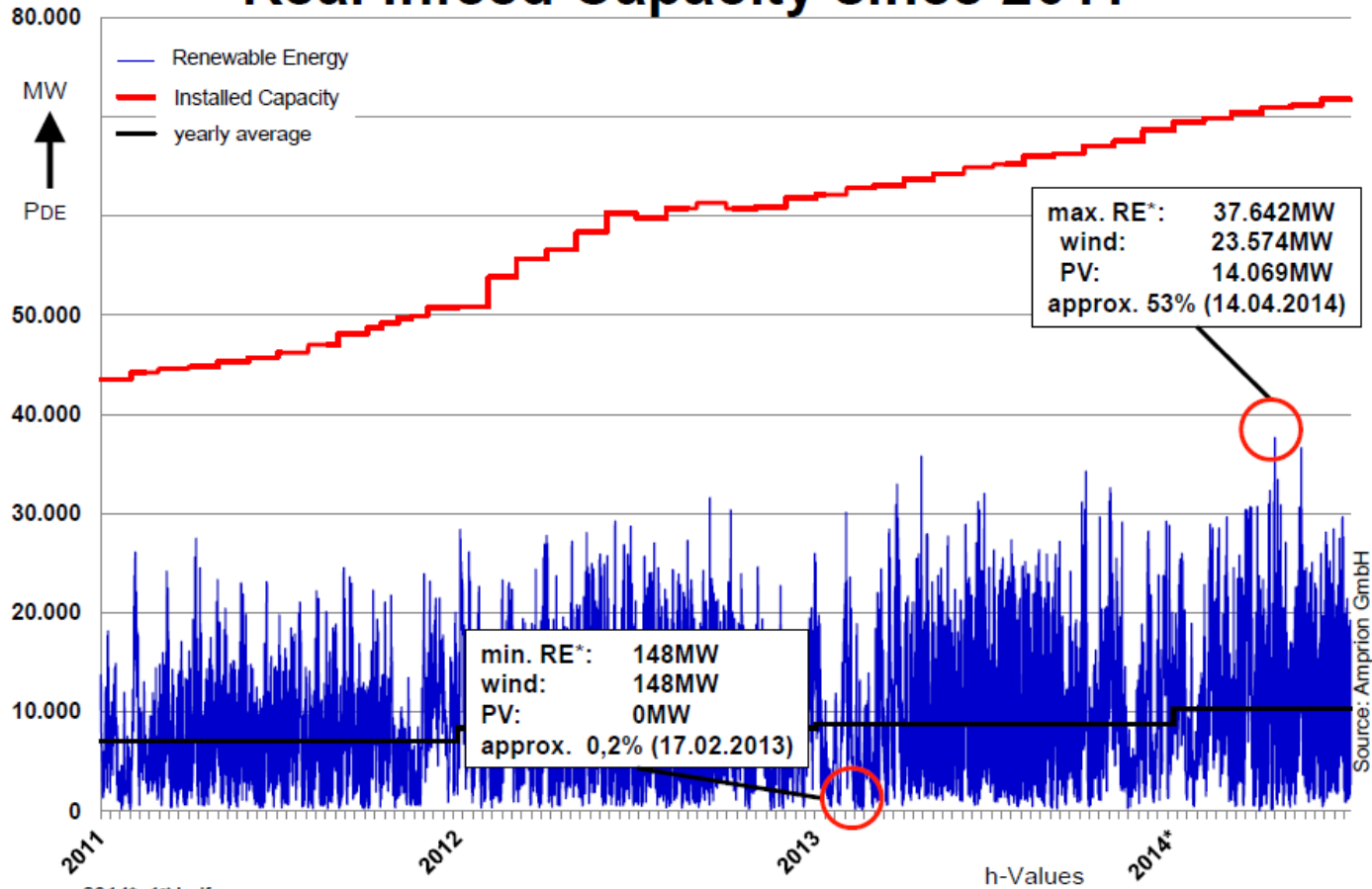
## Rapid increase in Solar Power (TEPCO)





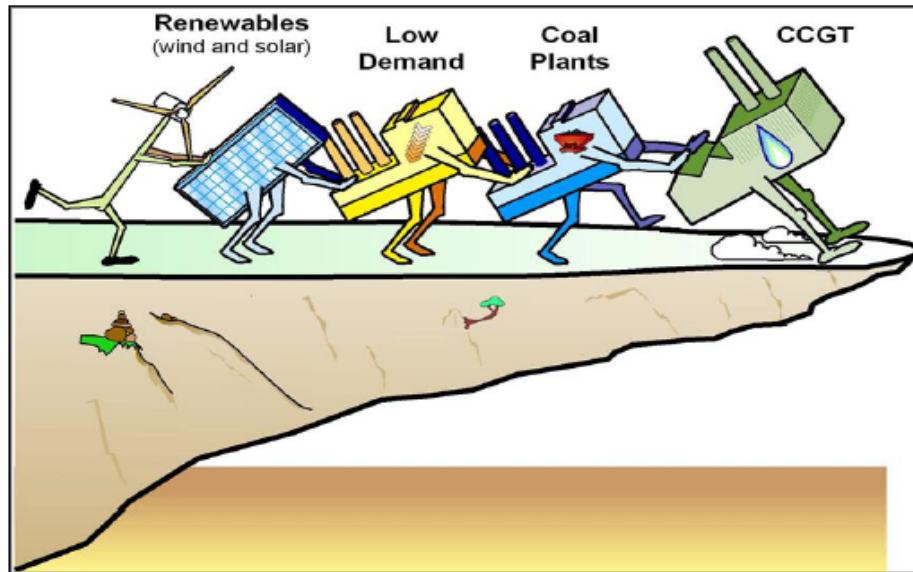


# RES: Installed Capacity versus Real Infeed Capacity since 2011





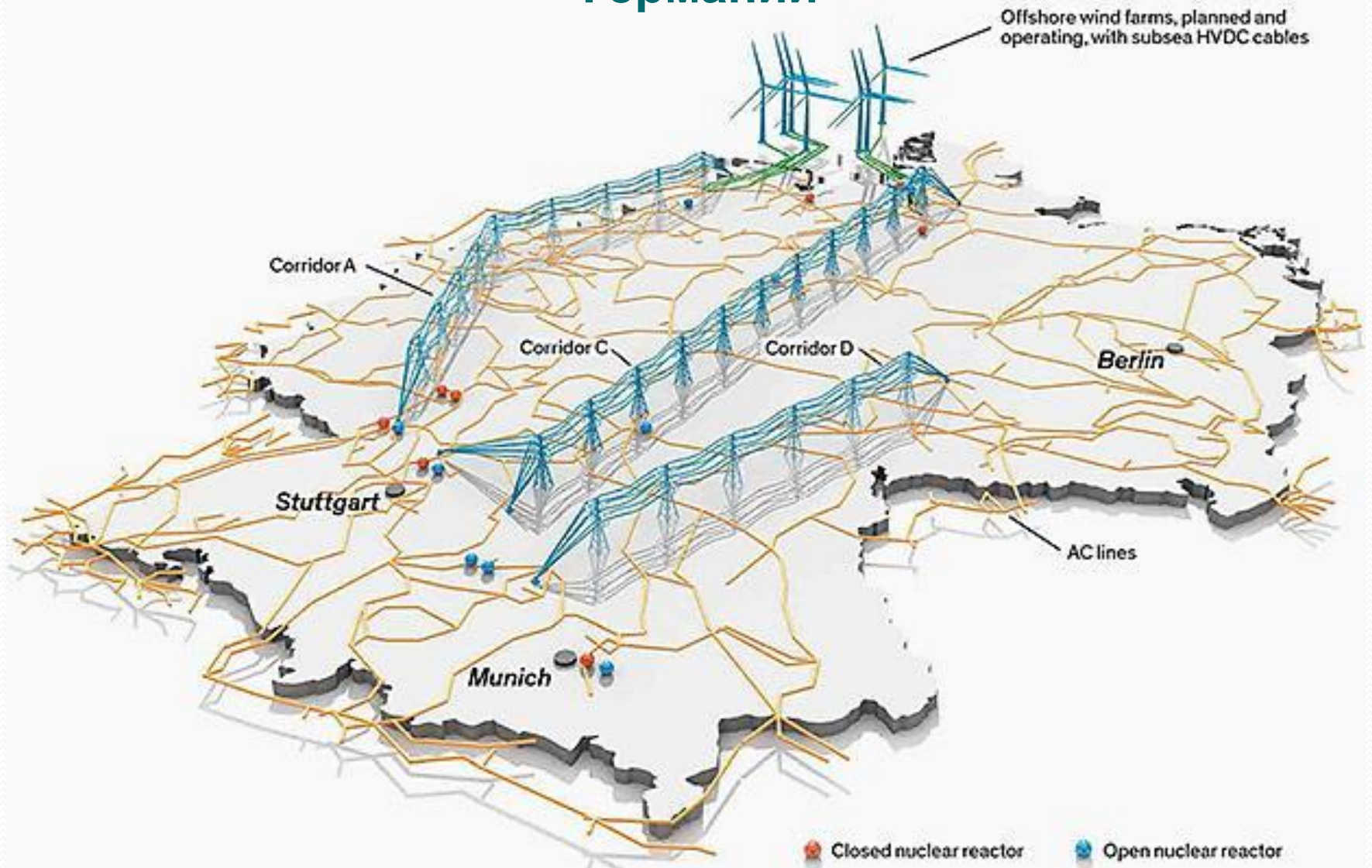
## RES push conventional power plants out of the market



The shutdown of thermal generation capacity endangers system stability!

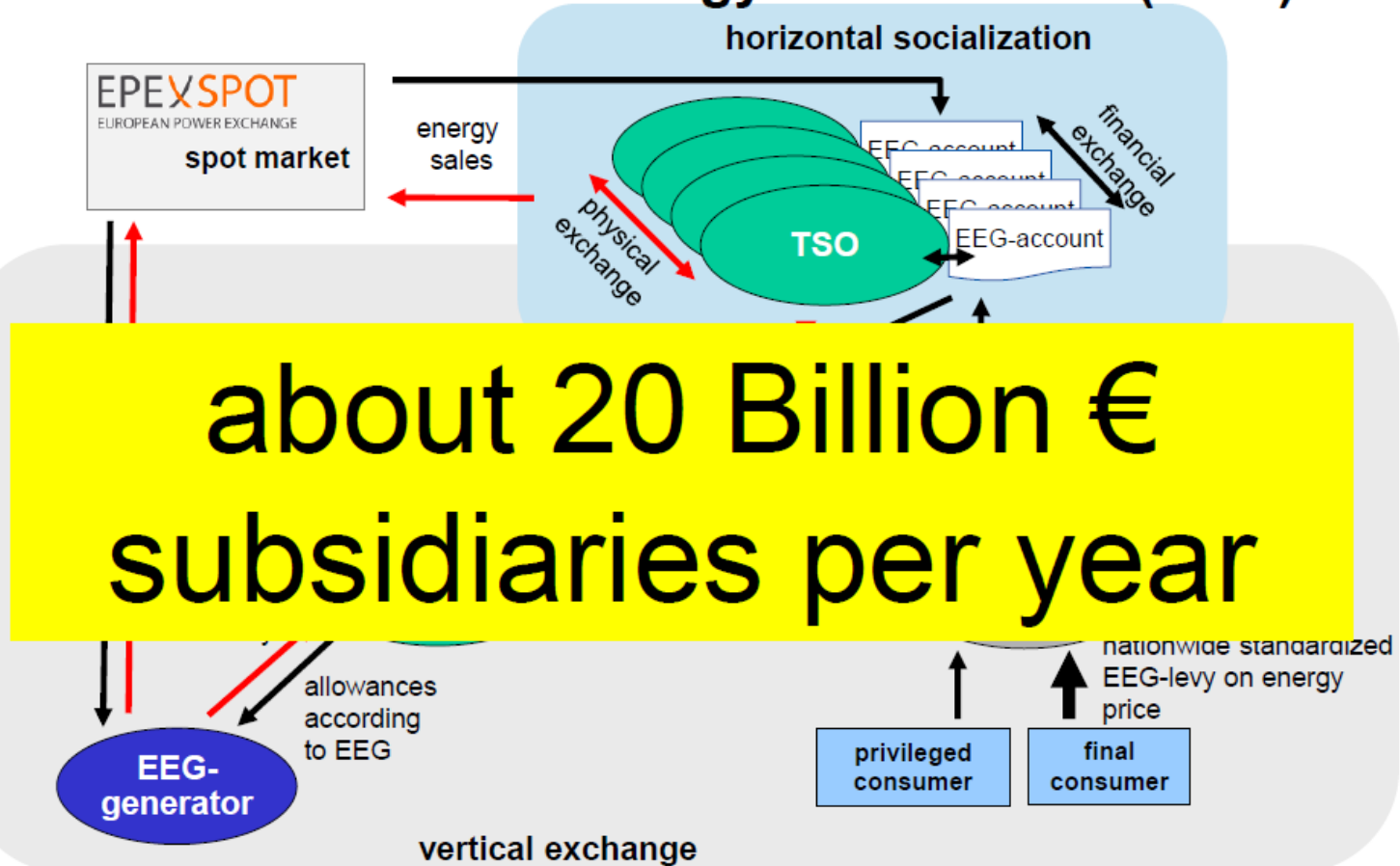
- Increasing share of renewables (Germany: approx. 34 GW PV and 32 GW Wind installed)
- conventional power plants become unviable because of low prices
- Steadily decreasing time of operation of conventional power plants
- just minor peak loads, thereby exposure of the profitability of energy storage

# Будущие HVDC коридоры в ЭЭС Германии





# Allocation mechanism of the Renewable Energy Sources Act (EEG)



# Efforts to make most of renewable energy potential (NEDO Project)

## Development of Simulation and Analytical Tool for Renewable Integration

### Key concepts

- Grid-friendly Renewables

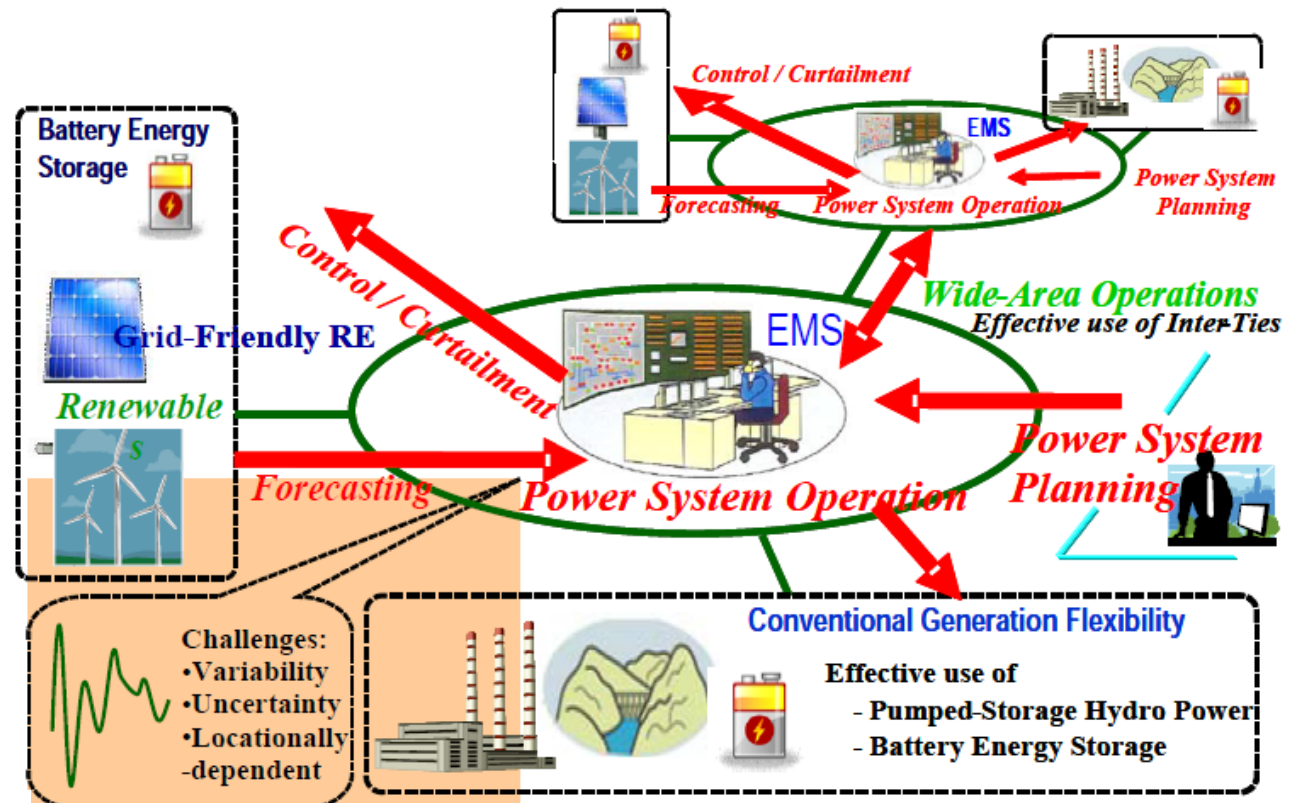
*Effective use of*

- RE Forecasting and Control/Curtailment
- Energy storage

- Power System Planning and Operation

*Enhancement of*

- Conventional generation flexibility
- Wide-area operations



# Деятельность СИГРЭ в области накопления электрической энергии

458

**CIGRE TB 458 «Electric Energy Storage Systems»**  
**WG C6.15 (2011)**

Electric Energy Storage Systems

Working Group  
C6.15

April 2011



INTEGRATION OF  
ELECTRIC VEHICLES IN  
ELECTRIC POWER  
SYSTEMS

Type WG C6.20

Members

Convener: J. A. Peças Lopes (PT), Secretary: F. J. Soares (PT)  
Contributors: Maria Madalena (GR), Estela Zamboniello (GR), Rogério Belchior  
(FR), Vera Silva (FR), John Whelan (IE), Kai Struss (D), David Pail (D),  
Pedro Almeida (PT), Pablo Flores (ES), Rafael Casademit (ES), Jason Taylor (USA)

Copyright © 2013

"Ownership of a CIGRE publication, whether in paper form or on electronic support, only confers right of use for personal purposes. Any electronic, printed or otherwise agreed by CIGRE, total or partial reproduction of the publication for use other than personal and transfer to a third party, hence circulation in any manner or other company remains prohibited."

Disclaimer notice

"CIGRE gives no warranty or assurance about the contents of this publication, nor does it accept any responsibility, as to the accuracy or exhaustiveness of the information. All implied warranties and conditions are excluded by the statement subject permitted to use."



ISBN (To be completed by CIGRE)

**CIGRE TB 533 «HVDC Grid Feasibility Study»**  
**WG B4.52 (2013)**

HVDC Grid Feasibility Study

Working Group  
B4.52

April 2013



533

**WG C6.20 Report: «Integration of Electric Vehicles in Electric Power Systems» (2013)**

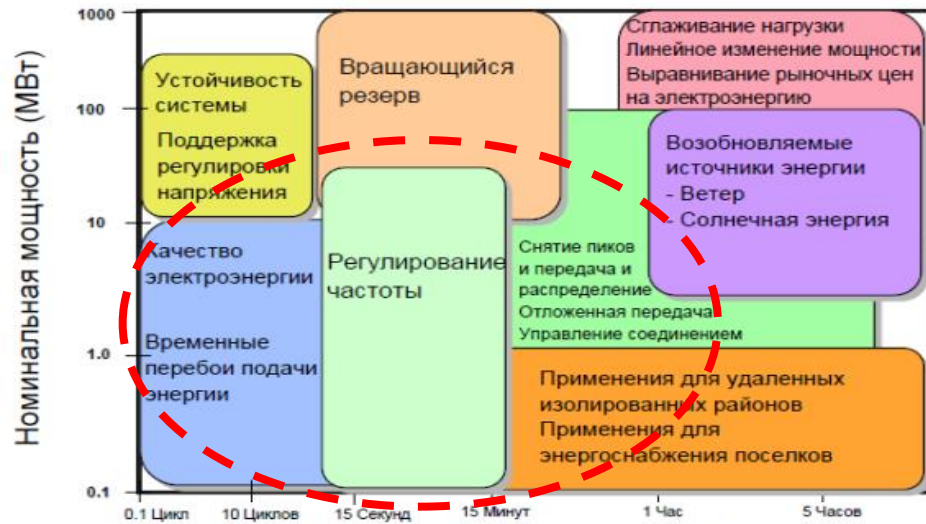
## **CIGRE SESSION 2010:**

- C5-201** - Role of **storage systems** and market based ancillary services in active distribution networks management
- C5-210** - Integration of **advanced storage technologies** in the New York wholesale electricity market
- C1-209** - Optimal **storage location** and layout in power supply systems

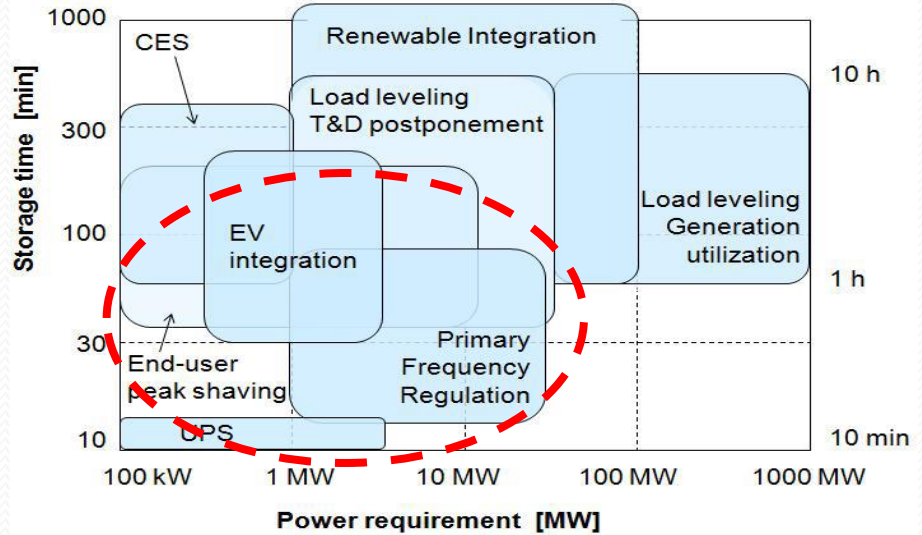
## **CIGRE SESSION 2012:**

- C2-112** - Development of output control technologies for a large-scale PV system with **battery storage** - Wakkanai mega-solar project
- C6-115** - Combination of **energy storage** and demand response in the residential sector
- C5-304** - The practical application of **advanced energy storage** technologies within existing and planned market structures
- C5-111** - Economic assessment of **energy storage systems** for renewable integration
- C6-307** - Economic assessment of providing primary reserve service with **energy storage systems** in isolated systems

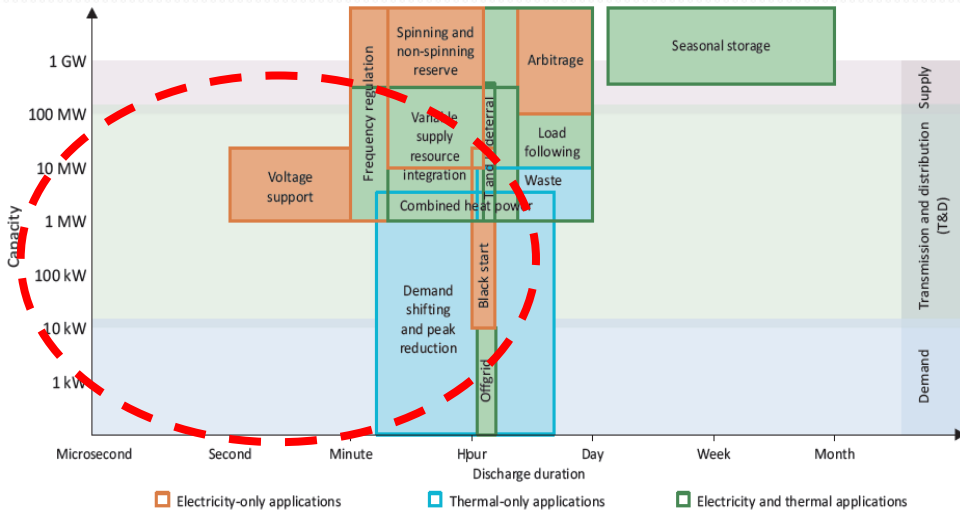
# Уровень развития технологии накопления энергии



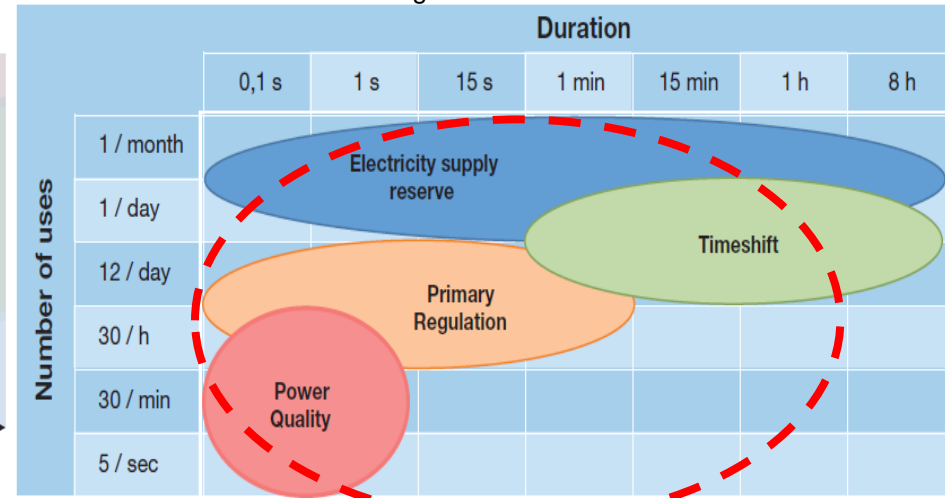
**СИГРЭ** Время разряда (Ось не в масштабе)  
\*CIGRE TB 458 «Electric Energy Storage Systems»



**ABB**  
\*ABB Application of BESS for frequency control and smoothing of renewable generation



**IEA**  
\*IEA Technology Roadmap «Energy storage»



**МЭК**  
\*IEC White Paper «Electrical Energy Storage»

# Функциональные условия применения СНЭ в ЭЭС

## Накопитель на подстанции

Мощность: 1-20 МВт

Время разряда: 2-6 часов

## Накопитель в распределительной сети

Мощность: 25-200 кВт

Время разряда: 2-4 часа

## Накопитель для применения совместно с ВИЭ

Мощность: 1-100 МВт

Время разряда: от секунд до 15 минут

## Накопитель энергии в коммерческих / промышленных помещениях потребителей

Мощность: от 10 кВт до нескольких МВт

Разряд: 2-4 часа

## Накопитель энергии для жилых помещениях потребителей

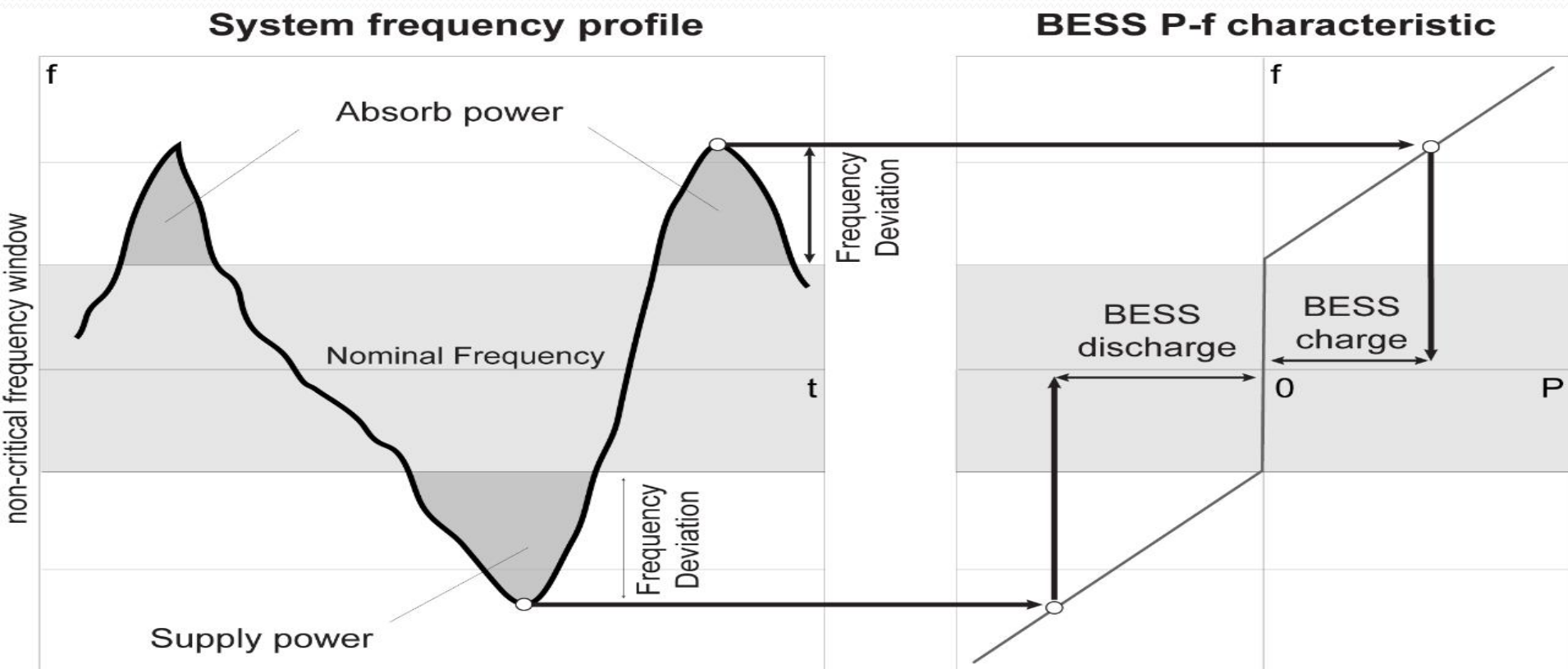
Мощность: 1-10 кВт

Разряд: 2-4 часа

- Управление максимальной нагрузкой
- Резервная мощность / работа ЭЭС в изолированном режиме
- Регулирование напряжения / регулирование реактивной мощности
- Регулирование частоты
- Рынок мощности
- Накопление энергии
- Сглаживание резких колебаний мощности / Поддержка линейного изменения мощности ВЭС и СЭС
- Интеграция электротранспорта
- Обеспечение участия потребителя в «Управлении Спросом»



# Регулирование частоты с помощью BESS



Принцип регулирования основан на **пропорциональном управлении с заданным системным оператором статизмом регулирования**

**BESS** превосходит традиционные генераторы в качестве предоставления услуг, так как она способна реагировать и полностью активировать резерв **менее чем за 20 миллисекунд**

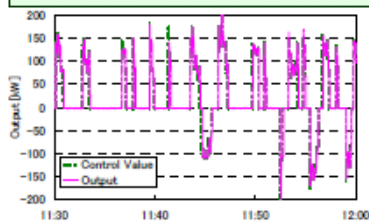
Это может иметь важное значение **для энергосистем с низкой инерцией**

# Development of integrated control of batteries

**Battery SCADA** enables the System Operator to control Multiple Dispersed Batteries as a Virtual Large Battery.

## Functions of Battery SCADA

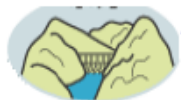
- ✓ Load Frequency Control
- ✓ Daily Demand & Supply Balance
- ✓ Spinning Reserve



Trial result

**Virtual Large Battery**

Hydro Power



Central Loading Dispatch Center



Thermal Power



Transmission System

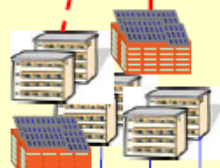
**Battery SCADA**

ICD System

ICD System

Substation

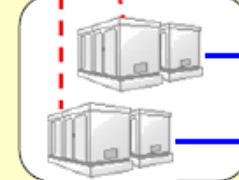
**Battery**



Customer-side Batteries



Connecting to Batteries of SHARP & SONY



Utility-side Batteries

**Distribution System**

— Power System

- - - Information Network

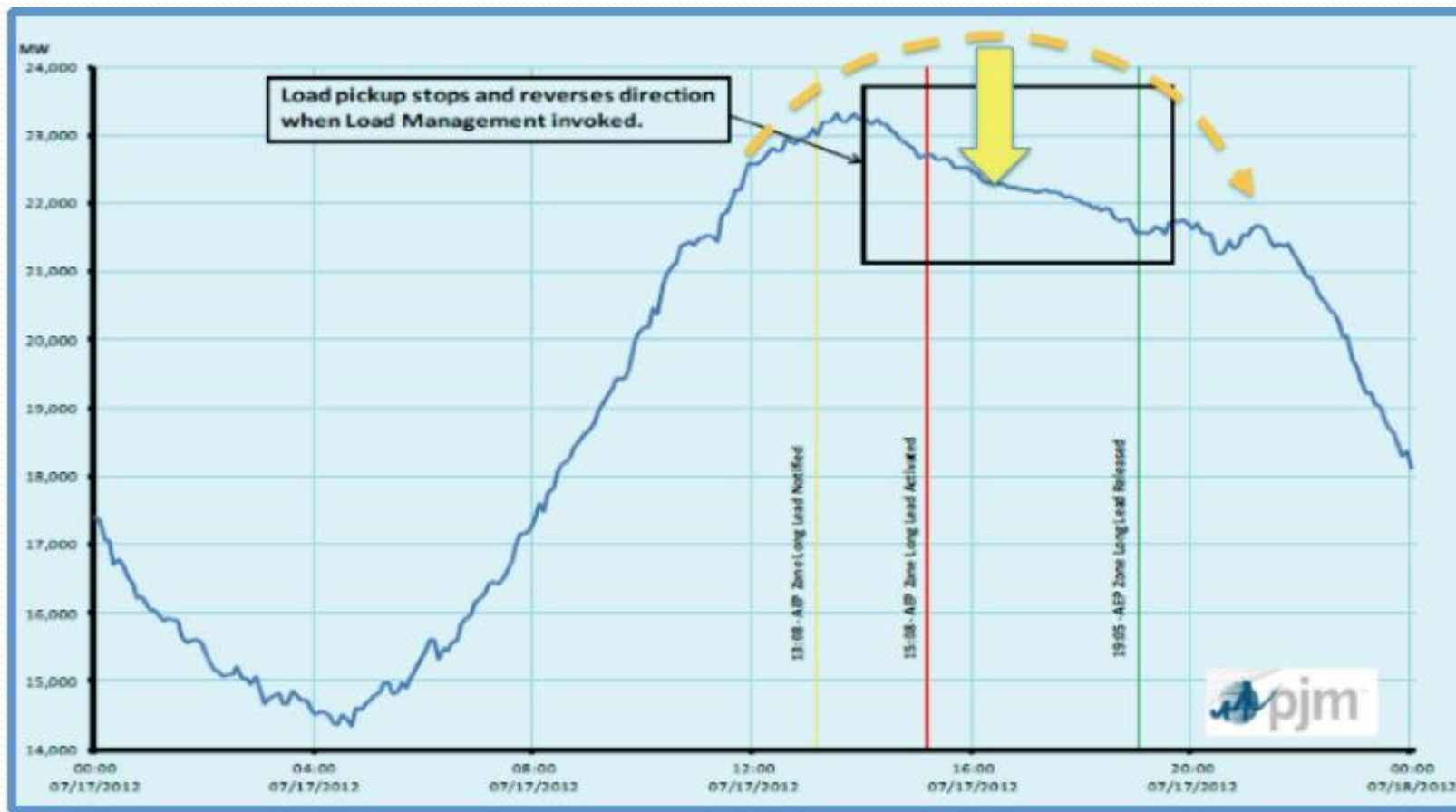
## Примеры создания нормативно-правовых условий для участия систем накопления в рынках ЭЭ – опыт США

Регулятор	Закон/Приказ	Разъяснение	Воздействие
FERC	Приказы №755 и №784	Устанавливает, что системный оператор производит оплату услуг по регулированию частоты на основе факта оказания такой услуги, в том числе оплату мощности, включая маржинальные издержки установки, и оплату собственно услуги – величина которой зависит от <b>точности и скорости</b> предоставления требуемой мощности.	Системы накопления электроэнергии оплачиваются больше, потому что они обеспечивают <b>более быструю и более точную обработку задания</b> системного оператора по сравнению с традиционными генераторами.
FERC	Приказ №719	Устанавливает обязанность системных операторов и региональных сетевых организаций принимать заявки от объектов «Управления спросом» для определенных услуг по обеспечению системной надежности, на основе принципа сопоставления с другими объектами.	Дает возможность коммерческим и промышленным потребителям чаще <b>участвовать в программе «Управление спросом»</b> , используя системы накопления

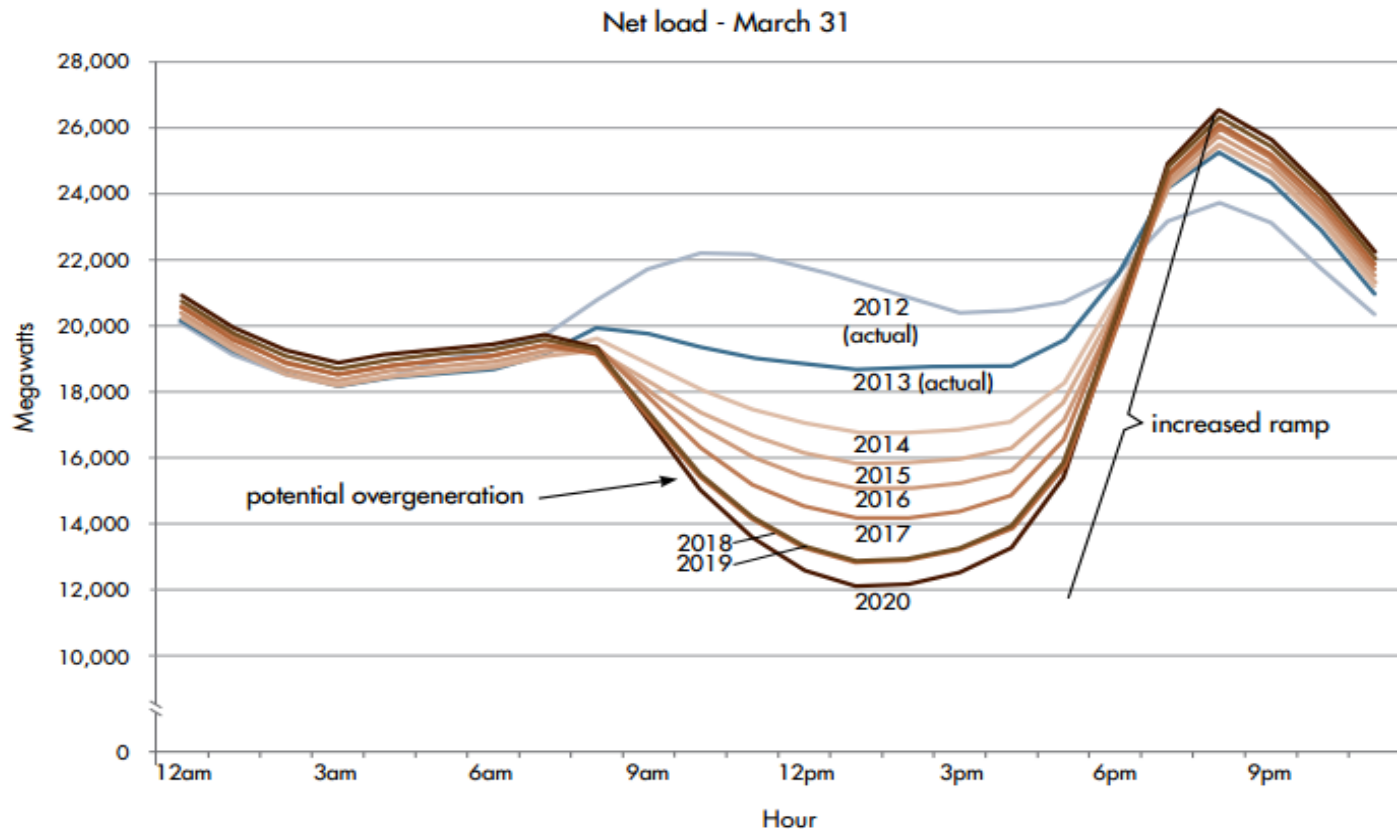
**California Public Utilities Commission** обязала три крупнейших электроэнергетических компании инвестировать в введение **1,3 ГВт** мощности систем накопления электроэнергии к **2020 году**.

**Министерство Энергетики США (DOE)** создало базу данных по всем проектам систем накопления электроэнергии: <http://www.energystorageexchange.org/projects>

# Покрытие дефицита мощности 20000 МВт за счет Управления спросом (потреблением) на рынке PJM (США).



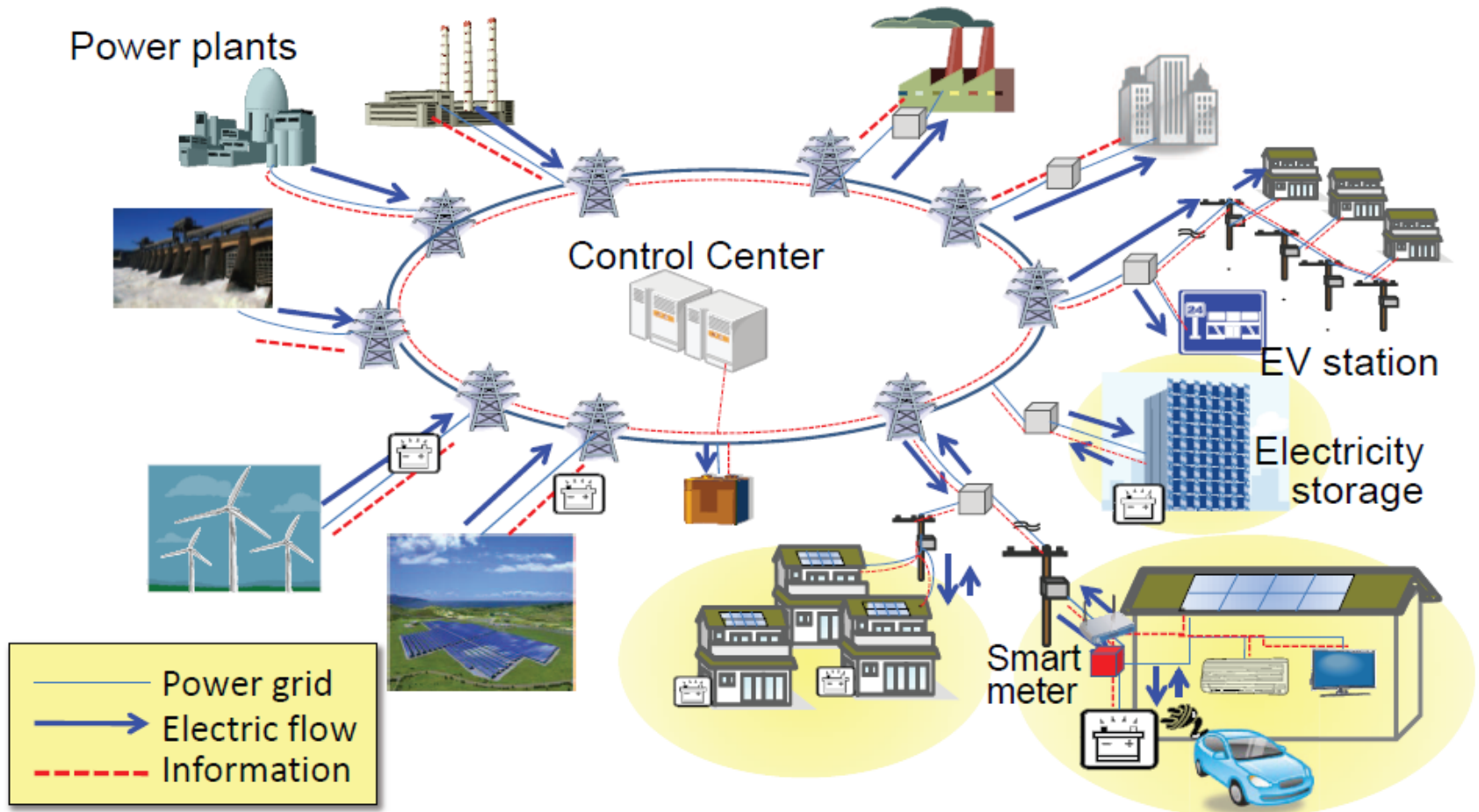
# «УТИНЫЙ КЛЮВ»



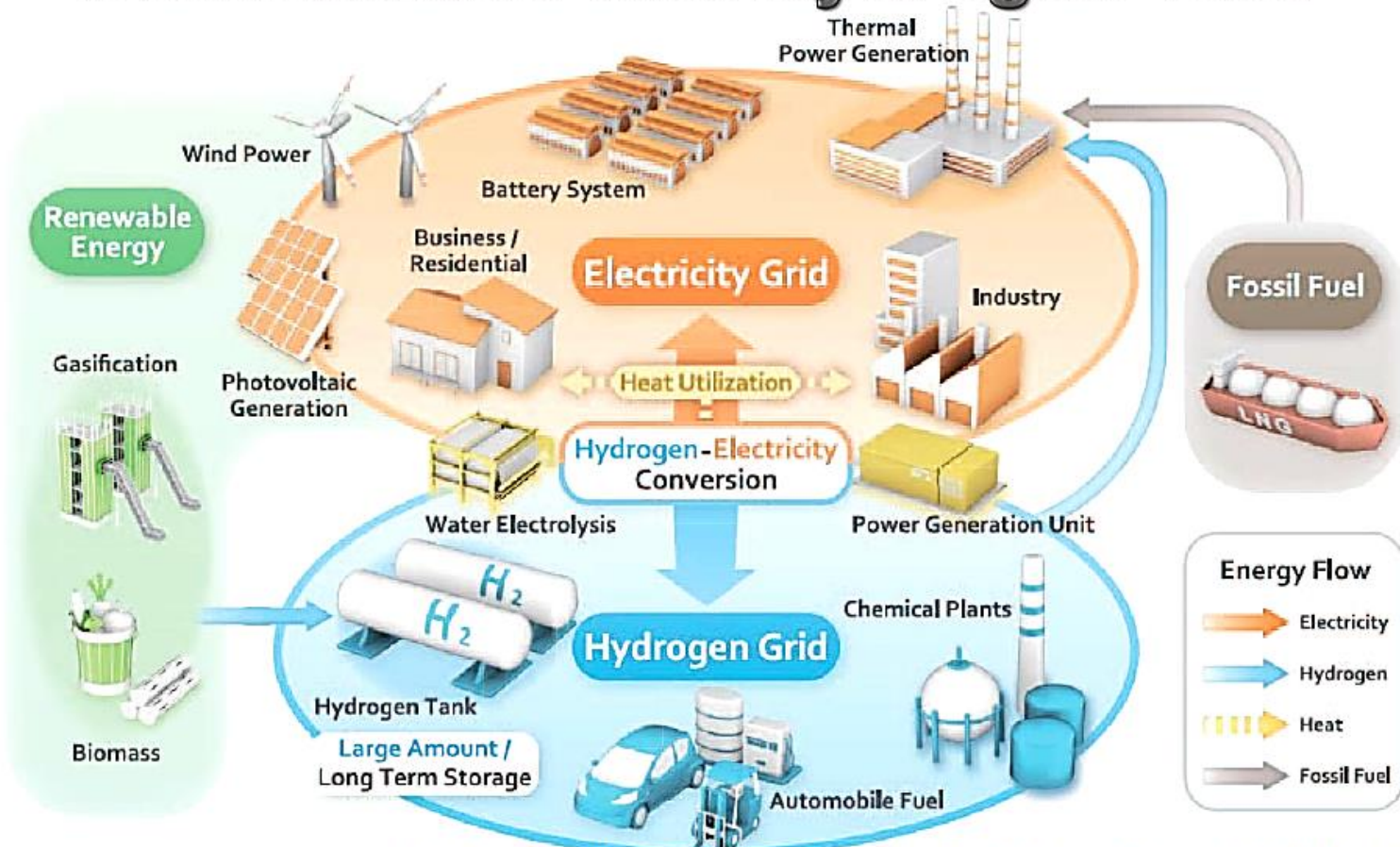
Кривая отображает нагрузку сети полученную путем вычета из фактической нагрузки значения производимой с помощью источников на базе ВИЭ электроэнергии. Данные значения являются прогнозными.

График наглядно показывает текущий и прогнозный уровень нестационарности, который должен быть покрыт за счет традиционных источников генерации, других источников с контролируемым отпуском ЭЭ, а также за счет Управления Спросом

# Electric Power Systems – Smart Grid



# Electric Power Systems – Combination with Hydrogen Grid



**Source:** HyGrid Study Group, Ministry of Economy, Trade and Industry (2014)

# Первая в мире подземная GIS-подстанция 500 кВ Shin Toyosu, Токио, Япония





# Kagoshima Nanatsujima Mega Solar Plant 70 MW

## г.Кагосима, Япония



**S=1,270,000 кв.метров**

**Годовой отпуск ЭЭ:  
78,800 МВт\*ч**

**Электроснабжение  
22,000 домохозяйств**

**Начало  
строительства:  
сентябрь 2012 г.**

**Окончание  
строительства:  
октябрь 2013 г.**



## Западная Вирджиния, США



### **Laurel Mountain, West Virginia**

*Wind Farm*

98 MW

61 turbines

### *Battery Storage*

Lithium-ion (A123)

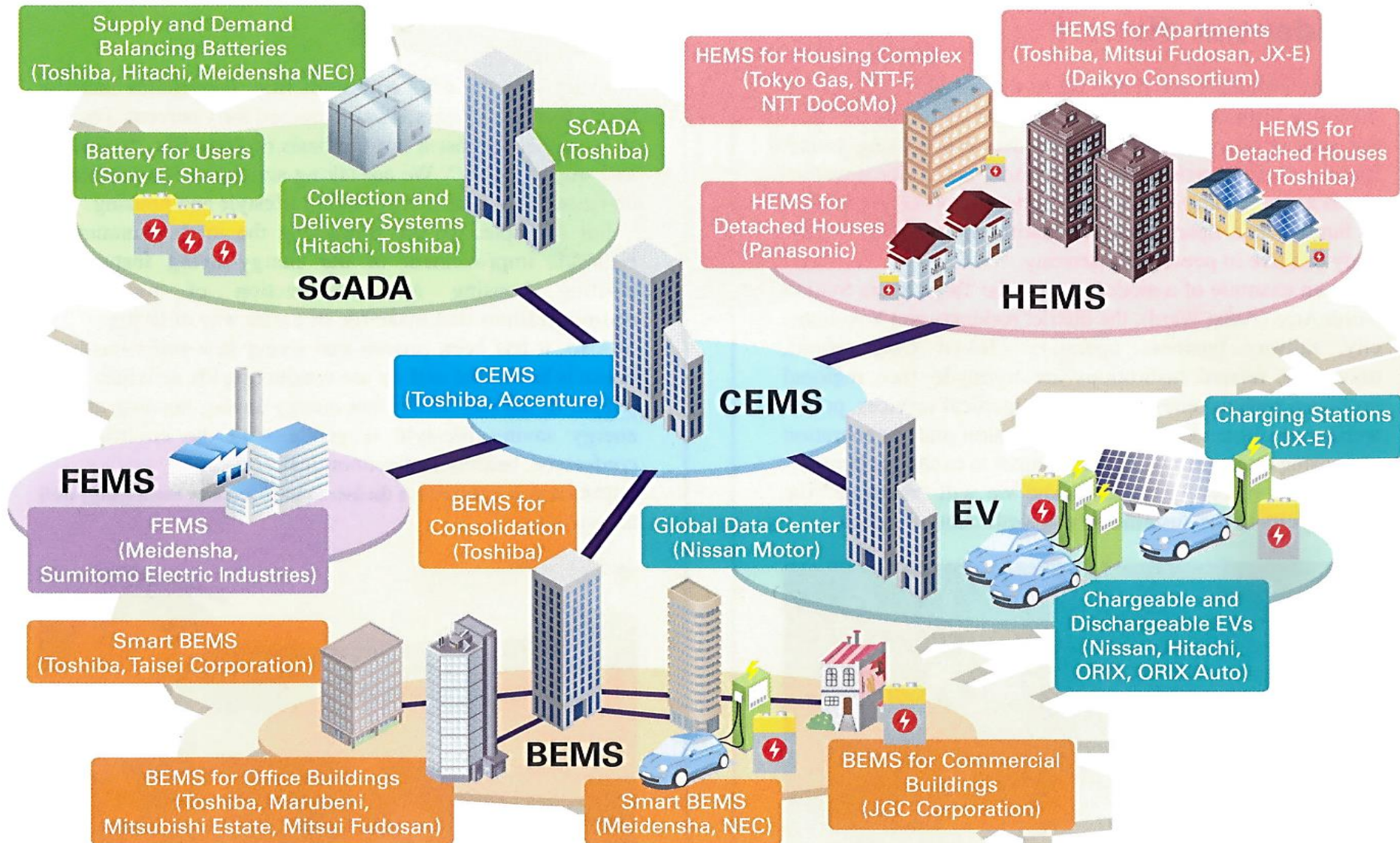
Power 32 MW, Energy 8 MWh

### **PJM Total Grid-Scale Batteries**

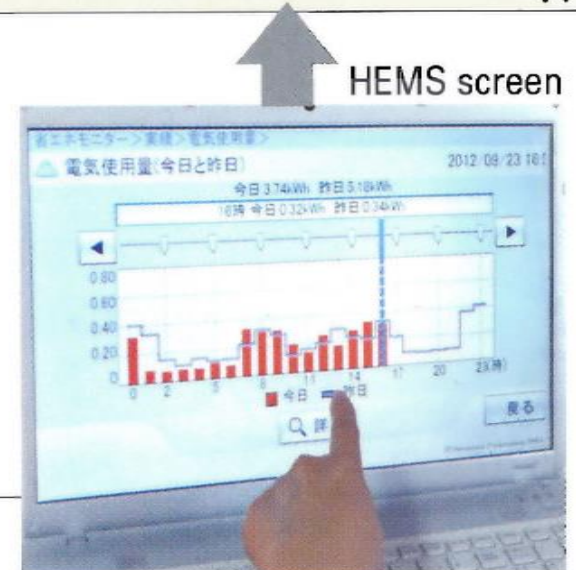
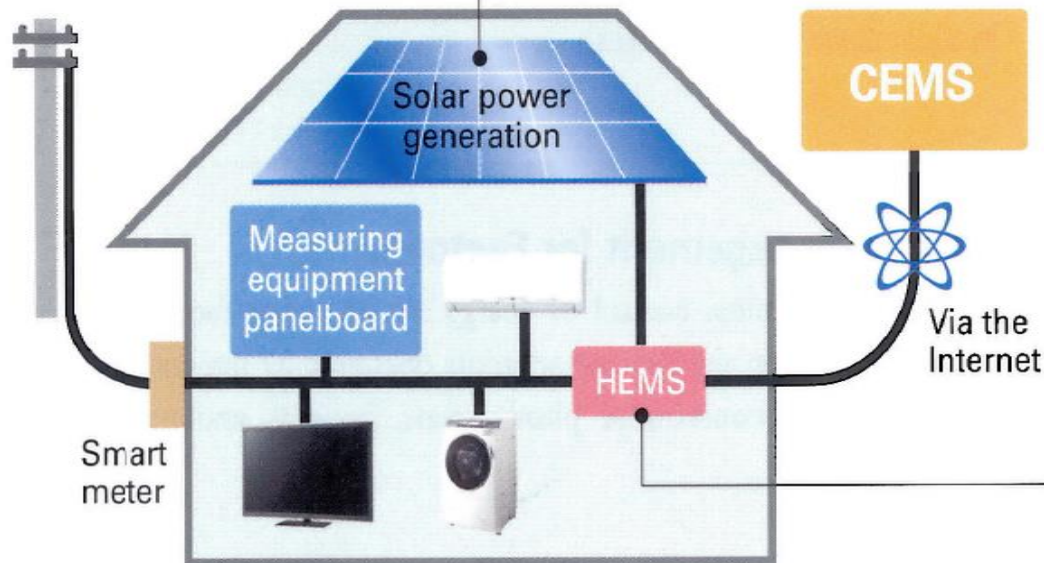
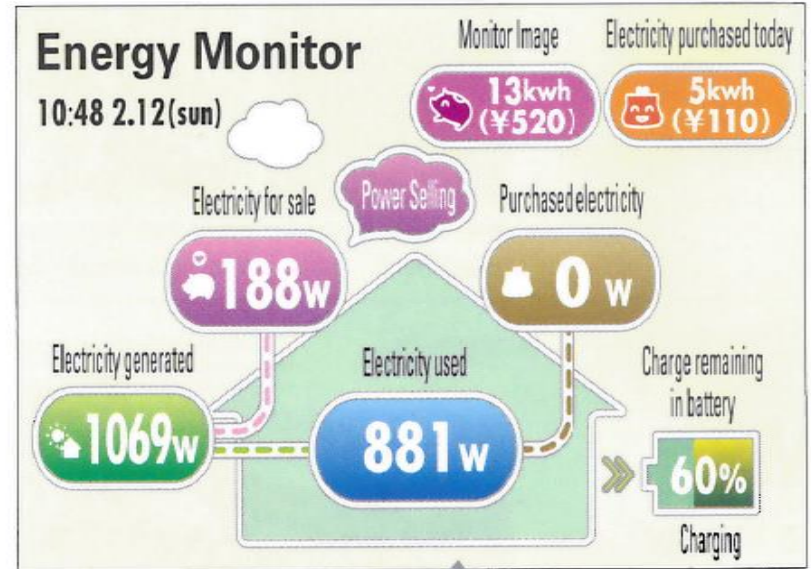
Connected                      81 MW

Under study                    275 MW

# Проект “Yokohama Smart City Project” (Коллоквиум СИГРЭ, Япония 2013 г.)



# プロジェクト “Yokohama Smart City Project” – HEMS





# Стандартизация «Smart» инфраструктуры на уровне HEMS (стандарты IEEE)

## Enabling Consumer Connectivity Through Consensus Building

**Smart Grid into Home Devices Standards**  
IEEE 1675 / IEEE 1775  
IEEE 2030 / IEEE P2030.1  
IEEE 1901 / IEEE P1901.2

**Home Networking Standards**  
IEEE 802  
IEEE 1901  
IEEE P1901.2  
IEEE 1815

**Smart Metering Standards**  
IEEE P1377  
IEEE 1701  
IEEE 1702  
IEEE P1703  
IEEE P1704  
IEEE P1705

**Smart Grid into Home Devices Standards**  
IEEE 1547 Series  
(Distributed Energy Interconnection  
Solar, Wind, Storage, etc.)  
IEEE 2030

**Home Networking Standards**  
IEEE 802 / IEEE 1901  
IEEE P1901.2 / IEEE P1905.1  
(Communication Inside the Home)

**Electric Vehicle Standards**  
IEEE 802 Series / IEEE 1901  
IEEE P1901.2 / IEEE 1609 Series  
(Vehicular Communications)  
IEEE 2030 / IEEE P2030.1

# Технические брошюры СИГРЭ

574

Guide for Consideration of Duty on Windings of Generators

Working Group  
A1.22

576

IT Strategies for Asset Management of Substations - General Principles

Working Group  
B3.06 TF05

601

GUIDE FOR THERMAL RATING CALCULATIONS OF OVERHEAD LINES

587

Short Circuit Protection of Circuits with Mixed Conductor Technologies in Transmission Networks

Working Group  
B5.23

593

Past, Present and Future of IEC And IEEE High-Voltage and High Current Testing Standards

Working Group  
D1.35

June 2014

August 2014

В рабочих группах исследовательских комитетов СИГРЭ в 2013-2014 гг. выпущено **82** брошюры:

- **Оборудование**: A1 – 8 брошюр, A2 – 4 брошюры, A3 – 3 брошюры
- **Подсистемы – объекты и РЗА**: B1 – 4 брошюры, B2 – 4 брошюры, B3 – 5 брошюр, B4 – 5 брошюр, B5 – 6 брошюр
- **Энергосистема и рынок**: C1 – 7 брошюр, C2 – 1 брошюра, C3 – 1 брошюра, C4 – **14** брошюр, C5 – 3 брошюры, C6 – 3 брошюры
- **Горизонтальные связи - материалы и ИТ**: D1 – 5 брошюр, D2 – 1 брошюра

В 2014 г. учрежден новый тип технических публикаций – **Green book**, обобщающих опыт исследовательских комитетов за многие годы (первый выпуск по SC B2, авторы идеи)

**Технические брошюры IСIGRE – основа для создания стандартов международных организаций по стандартизации (МЭК и др.)**



# Развитие стандартизации



- Участие членов CIGRE в управляющих органах МЭК
- Согласованные действия МЭК и СИГРЭ
- Опыт рабочих групп СИГРЭ как **основа деятельности** технических комитетов МЭК

IEC TC-95, WG 10  
Разработка стандарта

- Более 200 рабочих групп исследовательских комитетов, в т.ч. совместно с CIRED, IEEE
- Регулярные конференции и рабочие встречи по актуальным вопросам
- Периодический выпуск технических брошюр

SC B5 (ранее 34), WG 34.01  
Генезис стандарта COMTRADE

- Соглашение CIGRE/IEEE о политике сотрудничества, 1993
- Меморандум по пониманию стандартов для Smart Grid, CIGRE - IEEE Standards Association, 2012
- Общие рабочие группы IEEE/CIGRE по терминологии, ЛЭП и др.

Рабочая группа IEEE PSRC H-5  
Разработка стандарта IEEE



**IEC 60255-24 / IEEE Std C37.111– Part 24:**  
Измерительные реле и устройства релейной защиты – Общий формат COMTRADE для обмена данными о переходных процессах в энергосистеме

**IEEE Std C37.118-2005 (Rev. IEEE Std 1344-1995)**  
Стандарт по синхрофазорам для электроэнергетических систем



# Приоритетные направления 46-ой Сессии СИГРЭ:

- **SC C1** – Планирование с учетом всего жизненного цикла оборудования
  - Оптимизация решений для ЭЭС в целом, при участии всех заинтересованных сторон
  - Методы планирования с учетом интеграции объектов HVDC, прибрежных сетей и обеспечение технологического соответствия объектов ВИЭ, для оказания системных услуг
- **SC C2** – Управление ЭЭС с учетом РГ/ВИЭ
- **SC C4** – Воздействие на ЭЭС ВЭС, СЭС, СНЭ
  - Технический вызов и изменение в ЭЭС в виду массового внедрения генерации на базе инверторов
  - Моделирование HVDC и больших электростанций на базе ВИЭ при анализе переходных процессов
- **SC C5** – Интеграция РГ и механизмов «Управления спросом» в перспективные модели рынков электроэнергии
- **SC C6** – **Smart City, Multy-Energy Systems, Microgrids, Hybrid Systems**
- **SC D1** – Nanocomposites & Eco-friendly materials
  - Non-standardised stresses – Offshore and Subsea application (high pressure, corrosion, etc.)
- **SC D2** – Smart Grid applications for DSO & TSO
  - Convergence of SCADA, EMS, DMS, MMS
  - Cyber Security



Научно-техническая  
коллегия



**Спасибо за внимание!**

Кучеров Юрий Николаевич

[kucherov@so-ups.ru](mailto:kucherov@so-ups.ru)