

Распределенная генерация: технические аспекты  
13 февраля 2013 г.



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Ф.Ю. Опадчий

# Распределенная генерация за рубежом и в ЕЭС России

---

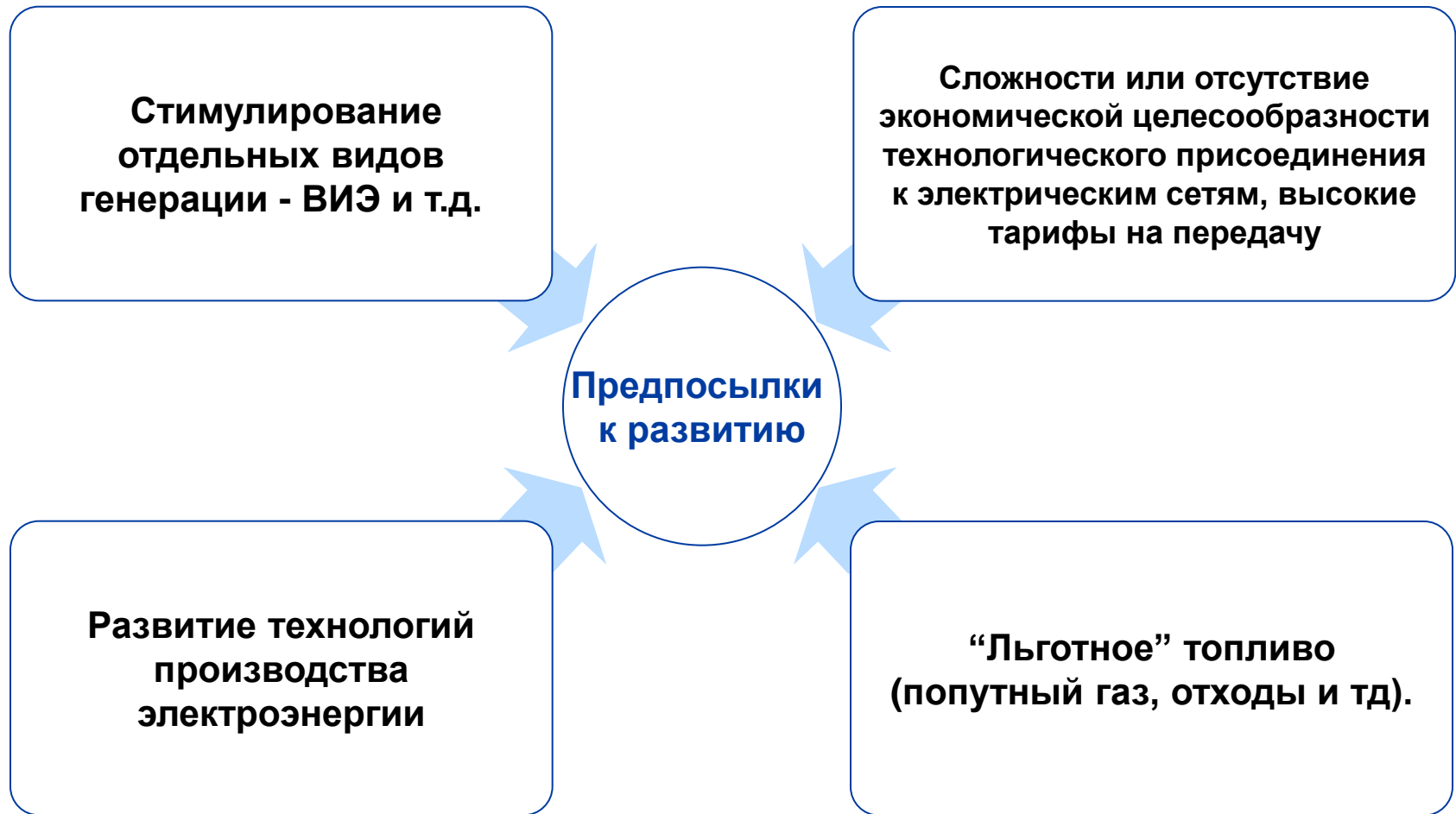
г. Москва



# Малая распределенная генерация

## Предпосылки к развитию

2



**ОСНОВНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО** – производство электро- и/или теплотенергии в непосредственной близости от потребителя (экономика на передаче)



# Распределенная генерация Distributed Generation

3

**Распределенная генерация – генерация, присоединенная к распределительной сети на среднем (от 1 кВ до 30 кВ) и низком (менее 1 кВ) напряжении.**

**Генерация, присоединенная к высоковольтной сети (свыше 69 кВ), включая крупные ветропарки, не относится к этой категории.**

## Технологии распределенной генерации

- Установки на топливных химических элементах
- Газовые микротурбины
- Фотоэлектрические панели
- Малые и микро ветротурбины
- Традиционные вращающиеся машины, подключаемые через инверторную установку



### MICROGRIDS EVOLUTION ROADMAP

Task Force C6.22

#### Members:

Chris Mamay (Convenor) – U.S.A.	Seul-Ki Kim – Korea
Nikos Hatzigiorgiou (ex officio) – Grece	Hak-Ju Lee – Korea
Christine Schwaegerl (ex officio) – Germany	Valy Lioliou – Greece
Chad Abbey (Secretary) – Canada	Pio Lombardi – Italy
Ken Ash – Australia	Kieran Lynch – Ireland
Shigeru Bando – Japan	Pierluigi Mancarella – U.K.
Mobolaji Bello – South Africa	Peter Martino – Australia
Jeff Blais – Canada	Mark McGranaghan – U.S.A
Martin Braun – Germany	Carlos Moreira – Portugal
Britta Buchholz – Germany	Yosuke Nakansi – Japan
Johan Driesen – Belgium	Alexandre Oudalov – Switzerland
Hassan Farhangi – Canada	Jose Oyarzabal – Spain
Reza Iravani – Canada	James Reilly – U.S.A
Guillermo Jimenez – Chile	Takao Shinji – Japan
Geza Joos – Canada	Bob Singh – Canada
Farid Katiraei – Canada	Zbigniew Styczynski – Germany
Mariam Khattabi – Germany	Chengshan Wang – China

#### Chapter Leads:

Chapters 1 & 5: Chris Mamay	Chapter 2: Geza Joos
Chapter 3: Reza Iravani	Chapter 4: Johan Driesen

Annexes: Chad Abbey

Copyright © 2011

*“Ownership of a CIGRE publication, whether in paper form or on electronic support only infers right of use for personal purposes. Are prohibited, except if explicitly agreed by CIGRE, total or partial reproduction of the publication for use other than personal and transfer to a third party; hence circulation on any intranet or other company network is forbidden”.*

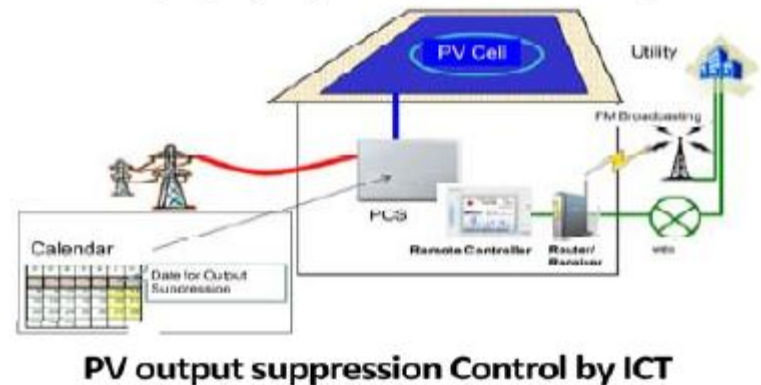
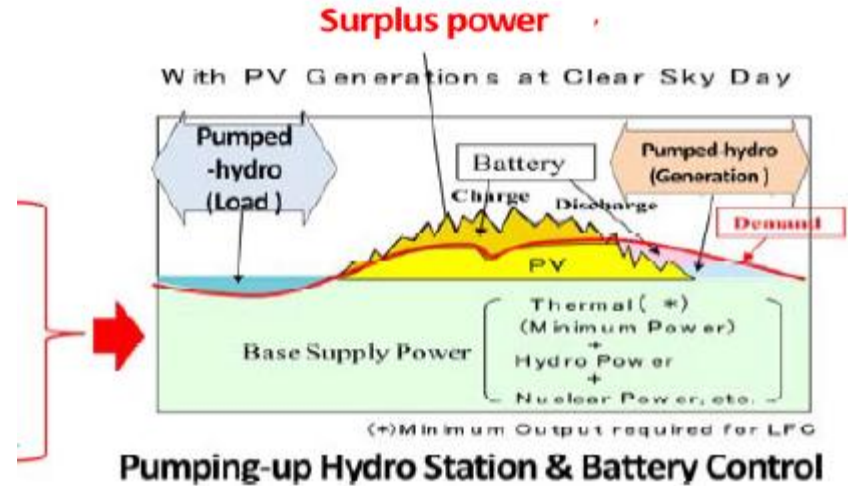
*Disclaimer notice*

*“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 to the maximum extent permitted by law”.*

# Проблемы интеграции распределенной генерации в электроэнергетическую систему

## Трудности режимного управления энергосистемой

- повышение напряжения в распределительной сети
- избытки мощности и проблемы регулирования частоты
- реверсивные потоки мощности в сетях низкого и среднего напряжения
- обеспечение устойчивости энергосистемы при отключении большого числа установок
- обеспечение изолированной работы всех типов установок
- сложность обслуживания фидеров с активными потребителями и установками распределенной генерации



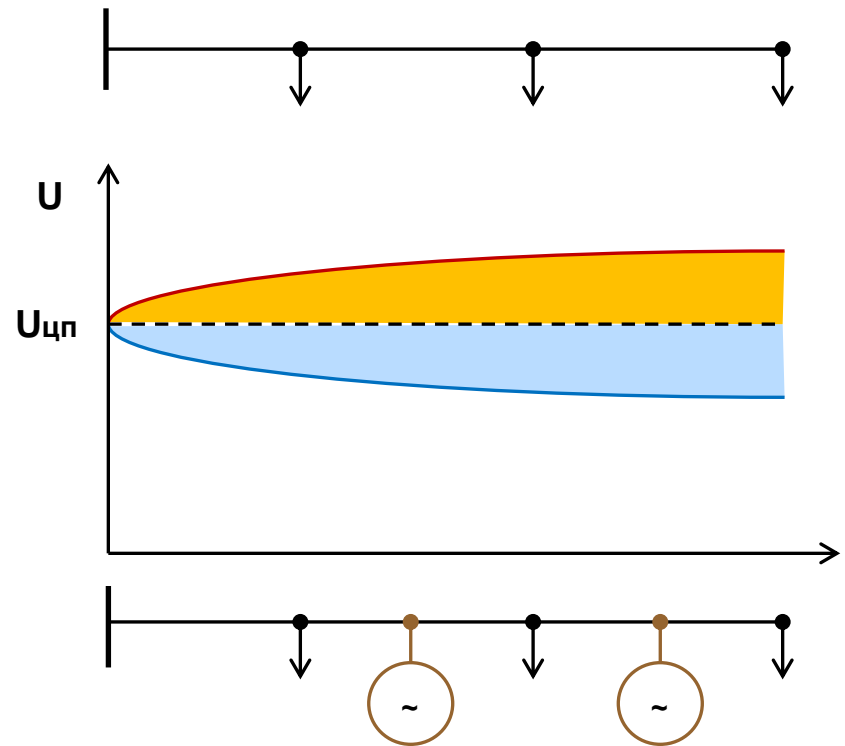
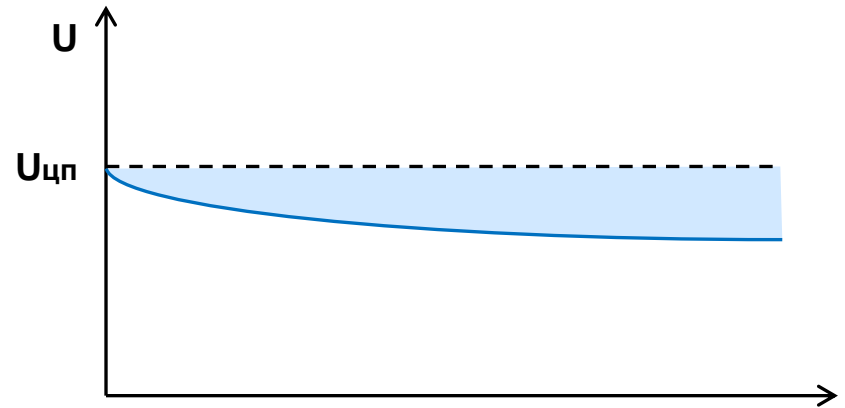


## Обычная распределительная сеть

- нагрузка установок потребителей смешанного типа
- наибольшее падение напряжения в точке подключения удаленного потребителя в период совмещенного максимума нагрузки

## Распределительная сеть с активными элементами

- установки ВИЭ, имеющие вероятностный характер вырабатываемой мощности
- отклонение напряжения переменного знака во всех точках сети, определяемое совместным влиянием графика электропотребления и режима выработки энергии распределенной генерацией

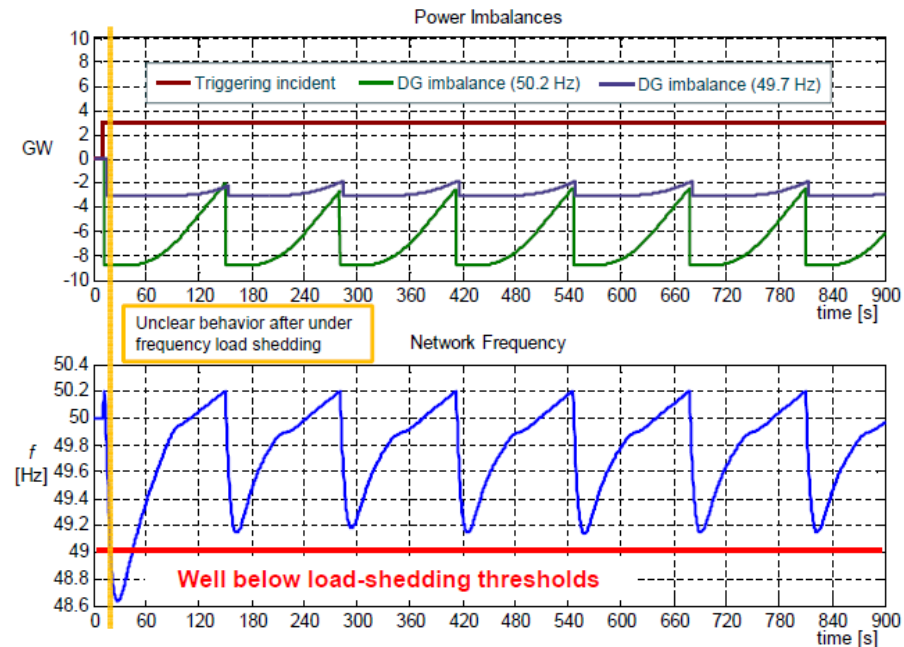




## Проблемы регулирования частоты

6

- быстрое отключение установок распределенной генерации при отклонениях частоты (за пределы диапазона 47,5–50,2 Гц за время 0,2 с)
- резкое снижение частоты при отключении большого числа установок распределенной генерации в случае кратковременного превышения частоты в энергосистеме 50.2 Гц
- в Германии разработаны новые технические требования к генерирующим установкам в сетях низкого напряжения (**VDE-AR-N 4105**), которые предусматривают плавное снижение мощности установки в диапазоне частоты в энергосистеме 50,2–51,5 Гц



- Частота в энергосистеме
- Уставка отключения нагрузки
- Расчетный небаланс
- Небаланс установок распределенной генерации



## Примеры действующих европейских технических требований к распределенной генерации

7

- Присоединение к высоковольтным сетям до 130 кВ допускается при мощности источника не более 50 МВт
- Установки мощностью от 1 до 10 МВт должны иметь возможность выдавать реактивную мощность в объеме не менее 50% полной мощности и потреблять в размере 10%, с возможностью регулирования напряжения по запросу оператора распределительной сети
- Коэффициент высших гармоник не должен превышать 4-5% для 3, 5 и 7 гармоники
- Синхронизация с системой должна осуществляться при отклонениях частоты от номинального значения в 0.1 Гц, напряжения – 10%, разности электрических углов – 10 град
- Должна быть предусмотрена защита от замыканий на землю, междуфазных замыканий в сетях среднего и низкого напряжения, КЗ в высоковольтной сети, защита от ложного отделения и защита от КЗ при автономной работе, при этом собственная защита источника не должна отключать его в более легких ситуациях
- Необходимо сохранение в работе при пониженных значениях напряжения и частоты (дифференцированно в зависимости от типа, значений мощности и напряжения в точке присоединения), а также при определенных возмущениях без отделения от системы
- В изолированных системах источник должен длительно работать в диапазоне частот 48-52 Гц, при частоте 46-48 Гц – в течение 3-х минут, 44-46 Гц – 30 с, 52-54 Гц – 5 с. Должна быть обеспечена возможность работы при кратковременном снижении напряжения в результате КЗ до величины 70% от номинального значения в течение 2.5 с, 30% в течение 0.6 с
- Предоставление ресурсов по требованию оператора сети



# Учет выработки малой генерации при долгосрочном планировании режимов (предложение для ЕЭС)

8



**Совокупная выработка  
объектов малой  
распределенной генерации  
> 0,1 % объема  
потребления региона**

**Меньше**

**Учет при  
прогнозировании  
потребления  
не требуется**

**Больше**

**Необходима  
передача данных  
об объеме выработки  
за год для учета при  
прогнозировании  
потребления**





## Требования к единичным объектам генерации (частично действует в ЕЭС)

9



Единичный объект,  
мощностью **5 МВт** и более

Требуется  
**наблюдаемость**  
в региональном  
диспетчерском центре

Наблюдаемость – оснащение объектов средствами телеметрии, включая каналы связи до диспетчерского центра.



Единичный объект,  
мощностью **25 МВт** и более

Требуется  
**управляемость**  
(объект диспетчерского  
управления)

Заключение договора на оперативно-диспетчерское управление с выполнением соответствующих требований.



## Дополнительные требования (действует в ЕЭС)

10



Для электростанций мощностью **5 МВт** и более требуется выполнение ТУ на технологическое присоединение к электрическим сетям

В рамках согласования ТУ Системный оператор, в случае, если этого требуют режимные условия в соответствующем узле сети, может предъявить дополнительные требования. Например, по установке средств противоаварийной и режимной автоматики.



# Объединение объектов малой генерации в «виртуальную электростанцию» (предложение для ЕЭС)

11



Совокупность объектов  
принадлежащих одному  
собственнику на территории  
одного региона мощностью  
**5 МВт** и более

Требуется  
**наблюдаемость**  
в интегральном виде  
в региональном  
диспетчерском центре



Совокупность объектов  
принадлежащих одному  
собственнику на территории  
одного региона мощностью  
**25 МВт** и более

Требуется  
**управляемость**  
совокупностью объектов



# Учет малой (розничной) генерации в рынке мощности

12

В рамках конкурентного отбора мощности (КОМ) осуществляется отбор ценовых заявок поставщиков исходя из критерия покрытия максимально-возможного спроса и минимизации цены для потребителей с учетом технических и технологических ограничений

Величина спроса на мощность определяется в соответствии с приказом Минэнерго РФ от 07.09.2010 № 431



Объемы производства малой (розничной) генерации рассчитываются как объемы среднечасовой выработки электрической энергии таких генерирующих объектов за зимние месяцы года, предшествующего году проведения КОМ



# www.so-ups.ru

## Оперативная информация о работе ЕЭС России

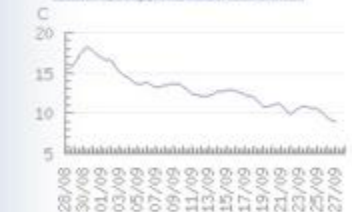


### Индикаторы ЕЭС

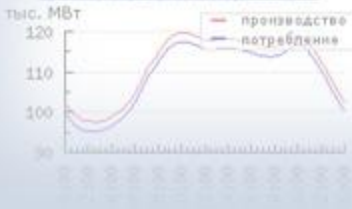
Частота в ЕЭС России



Температура в ЕЭС России



План генерации и потребления



### Новости Системного оператора

25.09.2011 16:27

Рязанское РДУ приняло участие в тренировке по ликвидации аварий в региональной энергосистеме

Цель тренировки - отработать взаимодействие персонала РДУ в условиях аварийных ситуаций в условиях аномально низких температур

23.09.2011 14:45

Системный оператор провел натурные испытания Единой энергосистемы России

Цели испытаний - проверка фактического действия систем параллельного регулирования генерирующего оборудования, оценка влияния ввода услуг по нормированному параллельному регулированию частоты на характеристики ЕЭС России, определение частных характеристик ЕЭС России и энергосистем стран-участниц параллельной работы с ЕЭС России

23.09.2011 11:18

Курское РДУ приняло участие в ликвидации условного нарушения электроснабжения потребителей города Курска и Курской области

22 сентября в рамках подготовки к прохождению осенне-зимнего периода 2011/2012 г. состоялась противопожарная тренировка, в которой приняли участие диспетчеры Курского РДУ, оперативный персонал региональных энергетических компаний, сотрудники ГУ МЧС России по Курской области и работники коммунальных служб города Курска

21.09.2011 11:34

Ввод в эксплуатацию новой парогазовой установки на Явлинской ГРЭС повысит надежность электроснабжения потребителей Палехского края

# Спасибо за внимание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ САЙТ  
КОНКУРЕНТНОГО  
ОТБОРА МОЩНОСТИ

САЙТ  
БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА

ВАКАНСИИ

РАСКРЫТИЕ  
ИНФОРМАЦИИ

NEWS  
ПОДПИСКА НА НОВОСТИ

МИНЭНЕРГО РОССИИ