



ОАО «Научно-технический центр Единой энергетической системы»  
Филиал «Технологии автоматического управления»

## Проблемы технологического присоединения установок малой генерации к распределительным и потребительским сетям и пути их решения

Синельников Алексей Михайлович  
Начальник сектора развития  
распределенной генерации

Москва, 4 – 6 марта 2014 г.





# Основные проблемы технологического присоединения объектов малой генерации



## Проблемы технологического присоединения объектов малой генерации

### Технические

Обусловлены влиянием объектов малой генерации на параметры режимов прилегающей сети

Установившиеся режимы

Переходные режимы

### Технологические

Обусловлены особенностями работы энергосистем с элементами распределенной генерации

Объект малой генерации

Энергосистема

### Организационные

Обусловлены необходимостью применения в отношении объектов малой генерации специальных подходов



## Увеличение токов в сетях низкого напряжения

<b>Причина</b>	Направление потока мощности объекта малой генерации в распределительную сеть
<b>Последствия</b>	Перегрузка силового оборудования распределительных сетей в нормальных и/или ремонтных схемах
<b>Способы решения</b>	Изменение топологии сети Замена силового оборудования

## Изменение потоков мощности в сетях высокого напряжения

<b>Причина</b>	Изменение нагрузки в узлах сетей высокого напряжения
<b>Последствия</b>	Перегрузка силового оборудования сетей высокого напряжения в нормальных и/или ремонтных схемах
<b>Способы решения</b>	Изменение топологии сети Замена силового оборудования

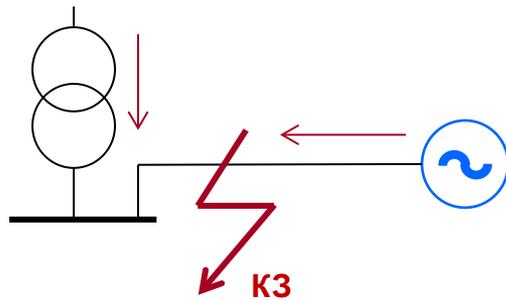
## Двухстороннее питание силовых трансформаторов, линий

<b>Причина</b>	Появление источника питания со стороны низкого напряжения трансформатора Появление источника питания на концах тупиковых линий
<b>Последствия</b>	Неселективная работа релейной защиты, наличие незащищенных участков сети
<b>Способы решения</b>	Замена (установка дополнительных) защит силового трансформатора Замена (установка дополнительных) защит линий распределительной сети



## Увеличение уровней токов короткого замыкания в электрических сетях

<b>Причина</b>	Подпитка токов короткого замыкания объектом малой генерации
<b>Последствия</b>	Превышение токами короткого замыкания отключающей способности выключателей, термической и динамической стойкости оборудования → повреждение силового оборудования распределительных сетей токами короткого замыкания
<b>Способы решения</b>	Применение устройств ограничения токов короткого замыкания (приводит к дополнительным потерям напряжения) Замена силового оборудования распределительных сетей



## Несинхронные включения при АПВ

<b>Причина</b>	Отклонение вектора напряжения в сети, прилегающей к объекту малой генерации при кратковременном ослаблении связи с энергосистемой или выделении на автономный режим работы
<b>Последствия</b>	Повреждение генерирующего оборудования воздействием электромагнитного момента
<b>Способы решения</b>	Отделение генерации, применение АПВ с контролем встречного напряжения Применение АПВ с контролем синхронизма

## Потеря динамической устойчивости генератора при замыкания во внешней сети

<b>Причина</b>	Малые моменты инерции объектов распределенной генерации, конструктивные особенности оборудования (наличие редуктора)
<b>Последствия</b>	Необоснованное отключение генераторов при нормативных возмущениях во внешней сети Механическое повреждение генерирующего оборудования воздействием электромагнитного момента
<b>Способы решения</b>	Применение устройств противоаварийной автоматики Выбор (проверка) генерирующего оборудования на соответствие электромагнитным моментам



# Технологические проблемы объектов малой генерации при параллельной работе с сетью

5

## Для объектов малой генерации

Неселективное отключение		Невозможность участия в ОПРЧ	
Причина	Некорректные заводские настройки защит		
Последствия	Внезапные отключения генераторов при нормальных отклонениях параметров режима		
Способы решения	Изменение настроек защит		

## Для энергосистемы

Высокая вероятность отключения нескольких установок		Снижение базовой части графика нагрузки	
Причина	Низкая надежность генерирующего оборудования при параллельной работе с сетью	Причина	Выдача мощности объектами малой генерации в базовой части графика нагрузки
Последствия	Резкие набросы нагрузки на существующую сеть при внезапном отключении генераторов	Последствия	Повышение коэффициента нелинейности графика нагрузки
Способы решения	Ввод в работу и содержание дополнительного резерва мощности сети	Способы решения	Обеспечение работы объектов малой генерации на розничных рынках электрической энергии

## Вероятностный характер выдачи мощности

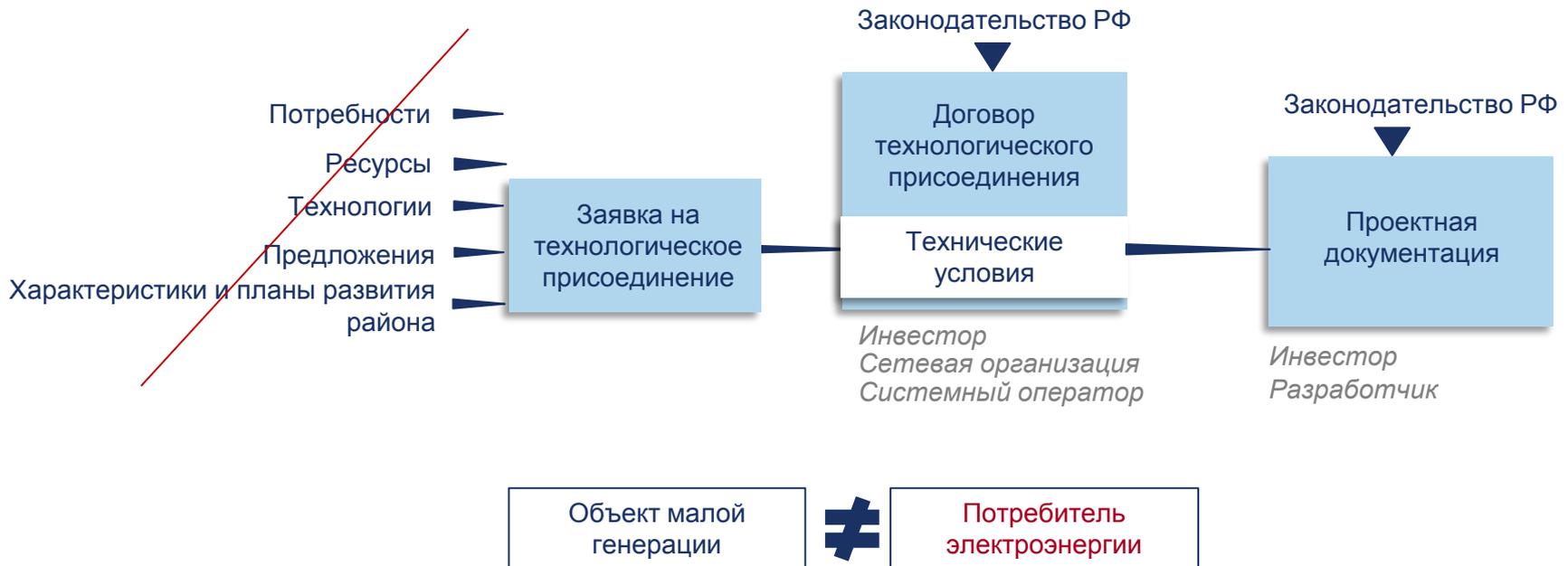
Причина	Отсутствие информации о состоянии объекта малой генерации, объеме генерируемой мощности, планах и сроках ремонта
Последствия	Невозможность использования малой генерации для управления режимами электрической сети Необходимость учета вероятностного характера генерации при расчете режимов
Способы решения	Согласование плана ремонтов Обеспечение ССПИ и диспетчеризации объектов малой генерации



# Организационные проблемы технологического присоединения объектов малой генерации

## Единый порядок присоединения для малой генерации и потребителей

<b>Причина</b>	Отсутствие понятия малая генерация Отсутствие специальных требований при присоединении объектов малой генерации
<b>Последствия</b>	Включение объектов малой генерации на параллельную работу без учета их влияния на прилегающую сеть
<b>Способы решения</b>	Законодательное закрепление определения объектов малой генерации Определение отдельных требований к процедуре технологического присоединения объектов малой генерации





# Организационная модель эффективного технологического присоединения

7



Схема выдачи мощности – способ определения оптимальных решений до выдачи технических условий, который реализуется:

1. Сетевой компанией в рамках присоединения объектов малой генерации по индивидуальному проекту
2. Заявителем до подачи заявки на технологическое присоединение



### Выводы

1. Объекты малой генерации оказывают влияние на существующие сети. Присоединение объектов малой генерации к распределительным и потребительским сетям изменяет существующие условия функционирования сетей, преобразовывает их в малые энергосистемы.
2. Технические и технологические особенности функционирования малых энергосистем, способы управления ими отличаются от особенностей функционирования и способов управления распределительной сети и требуют отдельной проработки в каждом конкретном случае.
3. Процедура технологического присоединения объектов малой генерации в настоящее время не отличается от процедуры присоединения обычного потребителя в связи с отсутствием законодательного разделения.

### Предложения

1. Закрепить определение «малой генерации» на законодательном уровне.
2. Разработать процедуры технологического присоединения генерирующих мощностей к электрическим сетям.
3. Ввести обязательные требования по проработке особенностей функционирования и способов управления сетями с объектами малой генерации до выдачи технических условий



## **Спасибо за внимание**

**Синельников Алексей Михайлович**

Начальник сектора развития распределенной генерации  
отдела развития электроэнергетических систем

Филиал ОАО «Научно-технического центра Единой Энергетической системы»

«Технологии автоматического управления»

101000 Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3

+7 (926) 916 11 47

+7 (499) 788 17 49

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