



Москва, 29 сентября - 1 октября



**НГТУ
НЭТИ**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ 2021

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К РЗА ЛОКАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ В СЕТИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ

Бык Ф.Л., Мышкина Л.С.

Новосибирский государственный
технический университет

Россия

Мышкина Людмила Сергеевна



ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ

Основной принцип управления, сформулированный У.Эшби:

«Многообразие функций системы управления должно быть не меньше разнообразия состояний объекта управления».



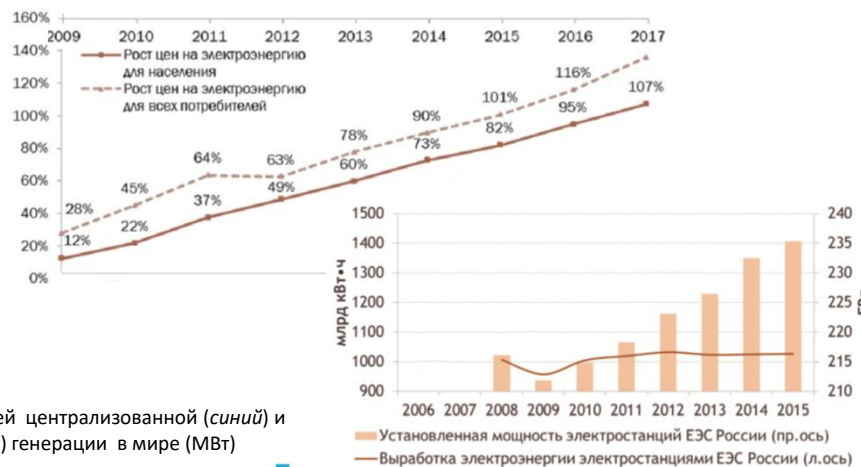
Централизованная система управления предназначена обеспечить безопасность и надежность энергосистемы в кризисных и чрезвычайных условиях работы экономики

В условиях рыночной экономики повышение доступности и эффективности электроснабжения предполагает наличие децентрализованной системы управления

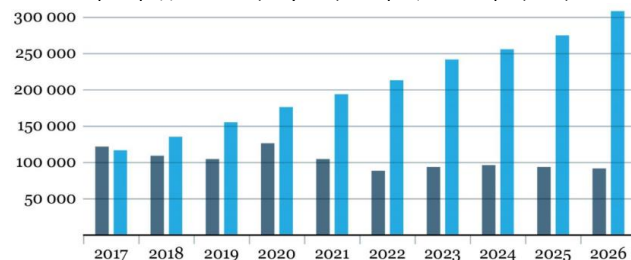
Необходимо сочетания централизованной (для безопасности и надежности энергосистем) и децентрализованных (для повышения бесперебойности и эффективности электроснабжения) систем управления



БЕЗАЛЬТЕРНАТИВНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА



Прогноз ввода новых мощностей централизованной (синий) и распределенной (голубой) генерации в мире (МВт)



ВЫЗОВ: Развитие и функционирование ЕЭС под централизованным управлением в условиях перехода к рыночным отношениям во многом сдерживает рост экономики, снижая доступность, надежность и качество электроснабжения сельских и промышленных потребителей

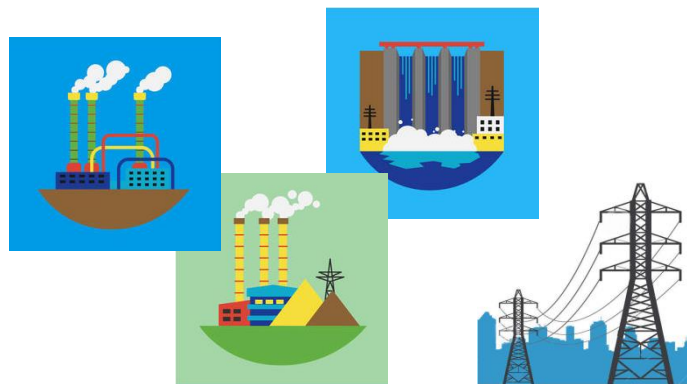
ОТВЕТ: Переход к распределенной энергетике, меняющий структуру энергосистемы за счет включения в ее состав малой распределенной генерации в непосредственной близости с потребителями, обеспечивающей рост энергонезависимости и доступности их электроснабжения.

ОСНОВАНИЕ: Достижения научно-технического прогресса и появление на рынке инновационных технологий по производству электрической энергии, конкурентных по своим технико-экономическим показателям концентрированной крупной генерации



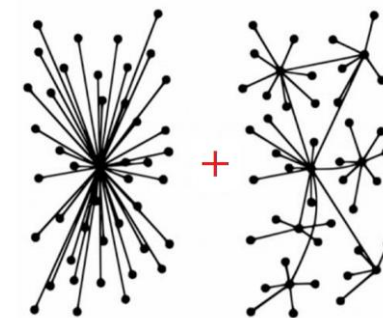
АКТУАЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДА К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Наличие альтернативы рассредоточенной крупной генерации, требующей передачу электроэнергии на дальние расстояния, расположенной в основном в близости к первичному энергоресурсу – общепризнанный факт.



- Требования к обеспечению безопасности, прежде всего экологической;
- Требования повышения надежности, качества и доступности энергоснабжения;
- Требования к переходу на долгосрочные и приемлемые цены на электроэнергию для потребителей;

Ответ: Сочетание централизованной и децентрализованной систем управления, позволяющее интегрировать распределенную энергетику в состав ЕЭС.



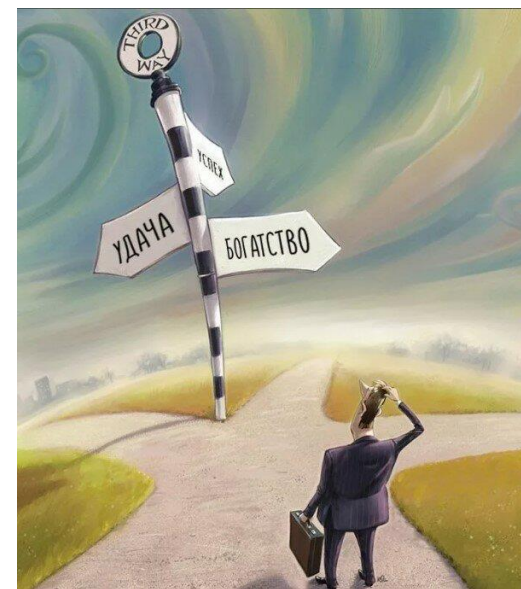


ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ПРОЦЕСС

Отсутствие адекватных **решений** законодательных и исполнительных органов **власти**, определяющих и **стимулирующих развитие** распределенной энергетики.

Данная задача решается согласно утвержденной ПП РФ от 28.04.2018 № 830-р Дорожной карты НТИ по направлению "Энерджинет"



Требуются изменения и дополнения существующей законодательной базы относящейся к распределенной энергетике, где однозначно будут сформулированы **цели, задачи** и ожидаемые **эффекты**, достигаемые в результате энергетического перехода



ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Отсутствие нормативно-правовых актов, государственных **стандартов** и технологических **регламентов** регулирующих развитие и функционирование распределённой энергетики – **определяющих роль МРГ** различных типов в структуре генерирующих мощностей и соотношение централизованного и децентрализованного управления (Smart Grid)).



Требуется разработка способов и средств **регулирования** и поддержание определенного **порядка** на стадии управления **развитием** и **функционированием** объектов распределенной энергетики.



ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

НЕ ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ ПРОЦЕСС

Отсутствие требований по включению в СИПР электроэнергетики субъектов РФ разделов, направленных на повышение **инвестиционной привлекательности** распределенной энергетики и усиление механизмов **конкуренции** на розничных рынках электрической энергии и мощности



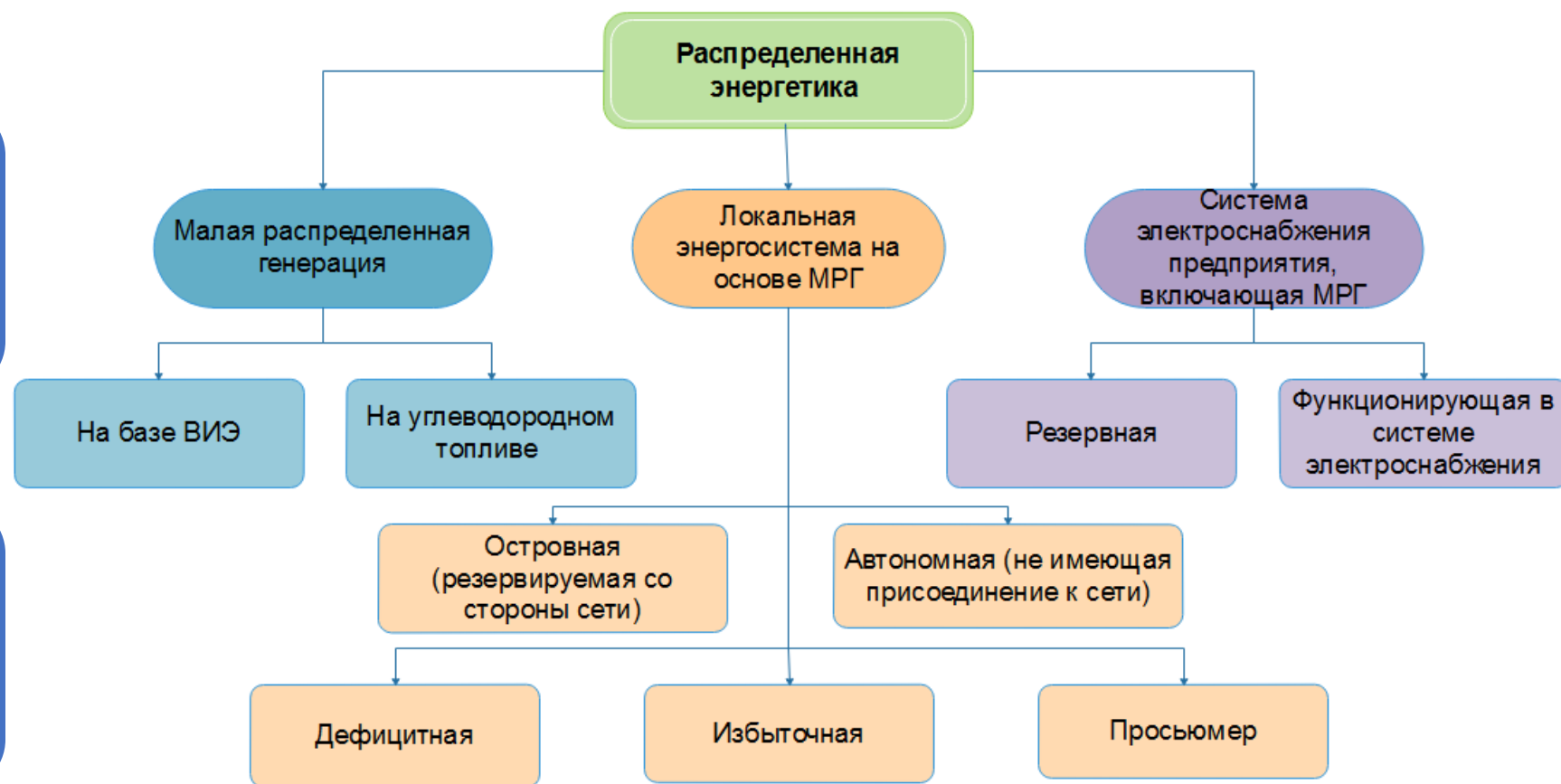
Требуется внесение дополнений и изменений ПП №823 и ПП №154, обеспечивающих согласованность развития управляемой МРГ, устанавливающих **где, сколько, какой и когда** планируется вводить объекты распределенной энергетики для повышения доступности и бесперебойности электроснабжения предприятий и объектов ЖКХ.



РАЗНООБРАЗИЕ ОБЪЕКТОВ И МНОГООБРАЗИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Формируются разнообразные объекты с **определенными свойствами**, позволяющие выполнять **заданные функции**

Формируются **различные требования** к режимной и противоаварийной **автоматике различных объектов** распределенной энергетики





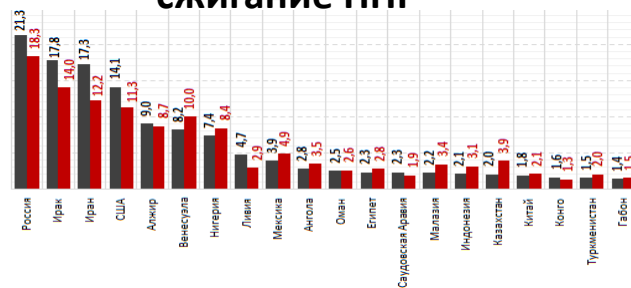
РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ И РАЗНООБРАЗИЕ ОБЪЕКТОВ

Малая распределенная генерация (МРГ) - электрические станции от 5 до 25 МВт с генераторным напряжением 6(10) кВ, работающие как на различном топливе.

1. Масштабная газификация регионов



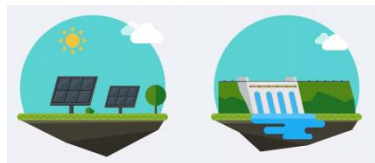
2. Ограничения на факельное сжигание ПНГ



3. Требование к утилизации побочных продуктов и отходов производства



4. Развитие технологий производства энергии на ВИЭ



5. Утилизация твердых промышленных и бытовых отходов

Тип станции (по виду топлива)	Количество станций	Суммарная установленная мощность, МВт
МРГ на попутном нефтяном газе	105	1700
МРГ на доменном газу ¹	2	36
МРГ на свалочном газу ^{1, 3}	8	19
МРГ на биогазе	1	10
МРГ на отходах	1	6
Малые ГЭС ²	146	2470
ВЭС ³	23	184
СЭС ³	53	1350

¹ - с учетом строящихся объектов

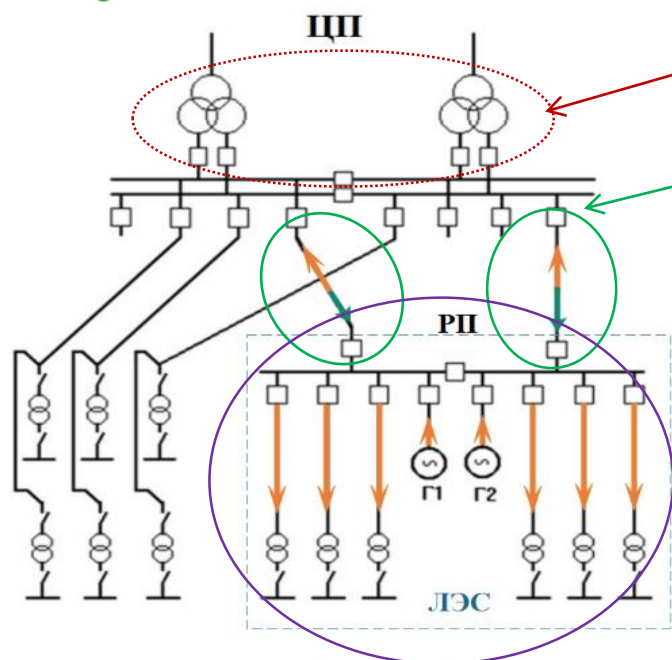
² – согласно принятой ПАО «РусГидро» классификации, станции мощностью от 100 кВт до 30 МВт

³ – без учета установленной мощности



ТРЕБОВАНИЯ ПО СХЕМНО-РЕЖИМНЫМ УСЛОВИЯМ

Основное требование - сохранение объекта в работоспособном состоянии



Исключение реверса в сеть высокого напряжения (35 – 220 кВ)

Допустимость реверсивных перетоков мощности по сетям, присоединяющим объекты распределенной энергетики

Привлечение АРВ генераторов к регулированию узловыми напряжениями

Защита генерации от ударных моментов при возмущениях во внешней сети

Повышение селективности, быстродействия и чувствительности защиты и автоматики – АЧР, ПО и ИО АУНиАР, АОСН, АОПО и проч.

Действующий порядок: формирование требований по схемно-режимным условиям при выдаче технических условий на разработку СВМ (согласно ПП РФ от 27.12.2004 года №861).

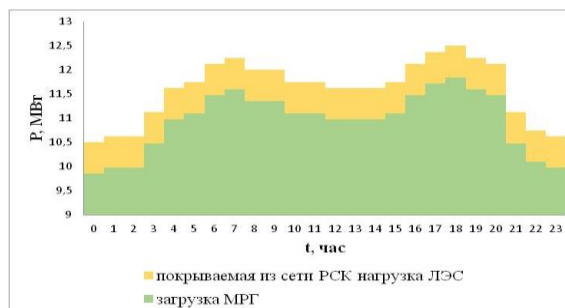
Однако, не учитываются различия в схемно-режимных условиях работы различных объектов распределенной энергетики параллельно с ЕЭС, где МРГ выполняет различные функции.



ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЯЕМЫМ ФУНКЦИЯМ

Дефицитные ЛИЭС

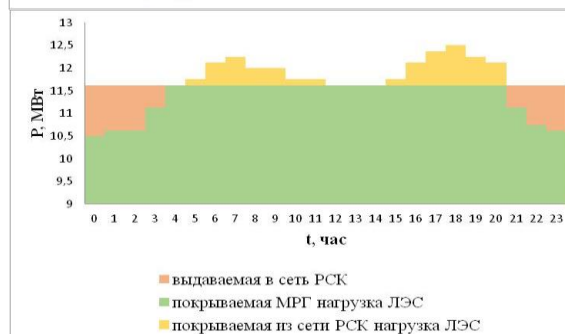
Режим работы с «нулевым перетоком по мощности» предполагает электроснабжение потребителей без выдачи электроэнергии во внешнюю сеть



Требуется регулирование и контроль допустимого однонаправленного перетока при режиме «следование за нагрузкой»

Просьюмер или избыточная ЛИЭС

Режим работы с «ненулевым перетоком по мощности» предполагает выдачу электроэнергии во внешнюю сеть или работу с «нулевым перетоком по энергии»



Требуется регулирование и контроль допустимого двунаправленного перетока мощности

Действующий порядок: ТСО требуют обеспечить режим с «нулевым перетоком по мощности» во внешнюю сеть.

Однако, даже работа с «ненулевым перетоком по энергии» для ТСО не ведут к появлению «выпадающих доходов», но повышают эффективность объектов распределенной энергетики



ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

Основное требование - снижение частоты отключений источников в объектах распределенной энергетики при внешних возмущениях

Технические эффекты

Дефицитная ЛИЭС	Избыточная ЛИЭС	Просьюмер
Независимое двустороннее питания при требованиях повышения категории надежности электроснабжения		
Повышение равномерности загрузки генерирующего и сетевого оборудования (повышение долговечности)		
Повышение качества электроэнергии за счет привлечения АРВ к регулированию узловыми напряжениями		
-	Доступность технологического присоединения новых потребителей к шинам ЦП «закрытых» ПС ТСО	-
Резервирование со стороны сети	Взаиморезервирование	
Наличие доступного ресурса для оптимизации перетоков мощности, в т.ч. с целью минимизации потерь		
Повышение устойчивости МРГ за счет выделения объекта распределенной энергетики в островной режим		
Наличие доступного регулировочного ресурса для Агрегатора управления спросом на электрическую энергию в ЕЭС		



ТРЕБОВАНИЯ К СОГЛАСОВАННОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Основное требование - сокращение времени восстановления синхронной параллельной работы объектов распределенной энергетики с ЕЭС

Системные экономические эффекты

Сокращение операционных затрат при сохранении требуемого уровня функциональной надежности сетевого оборудования и балансовой надежности в ЕЭС

Повышение затрат на резервирование при росте числа и мощности объектов распределенной энергетики на ВИЭ

Сокращение инвестиций в развитие сетевого комплекса при сохранении способности выполнения основных функций в условиях роста спроса на электрическую энергию

Повышение затрат на обеспечение согласованности взаимодействия централизованной и децентрализованной систем управления

Снижение цены на электрическую энергию на ОРЭМ при сохранении объемов потребляемой электрической энергии и услуг по передаче электрической энергии ТСО

Повышение требований к системам регулирования частоты при выводе объектов распределенной энергетики из первичного регулирования

Снижение издержек по выполнению требований экологической безопасности при сохранении производственной деятельности предприятий в объеме рыночного спроса на отпускаемую продукцию

Повышение требований к коммутационному оборудованию или создание специализированных токоограничивающих средств из-за повышения токов КЗ

Снижение стоимости электроэнергии у промышленных потребителей за счет снижения нагрузки от перекрестного субсидирования при условии включения объектов ЖКХ в состав объектов распределенной генерации

Повышение стоимости электроэнергии у промышленных потребителей за счет увеличения нагрузки перекрестного субсидирования при условии увеличения количества СЭС предприятий с МРГ



ТРЕБОВАНИЯ К ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Основное требование - выполнение функций режимной и противоаварийной автоматики, в том числе для обеспечения островной работы объектов распределенной энергетики

Локальные экономические эффекты

Повышение КПИТ и КИУМ основного источника энергии в объекте распределенной энергетики, обеспечивающего доступность и бесперебойность электроснабжения

Снижение срока окупаемости инвестиций в МРГ и распределительную сеть, образующих объект распределенной энергетики, при сокращении затрат на технологическое присоединение указанных объектов к сетям ТСО

Наличие предложения электрической энергии по сниженной и долгосрочной цене, что ведет к запуску механизма конкуренции среди потребителей за электроснабжение в составе объектов распределенной энергетики

Повышение доходов от предоставления регулировочных ресурсов ТСО и субъектам, выполняющим функцию Агрегатора управления спросом на электрическую энергию в ЕЭС

Снижение затрат на цифровизацию энергетики в соответствии с управлением по принципам Smart Grid

Повышение затрат в островных и автономных ЛИЭС на резервирование для выполнения требований к индикативным показателям бесперебойности электроснабжения

Непредсказуемость затрат на создание и эксплуатацию объектов распределенной энергетики в условиях отсутствия отечественных производителей силового оборудования и противоаварийной и режимной автоматики

Рост рисков превышения сроков окупаемости инвестиций над парковым ресурсом оборудования распределенной энергетики при отсутствии постоянных правил и регламентов, регулирующих ее развитие и функционирование

Дополнительные затраты на систему контроля, учета и организации взаиморасчетов между субъектами ЛИЭС



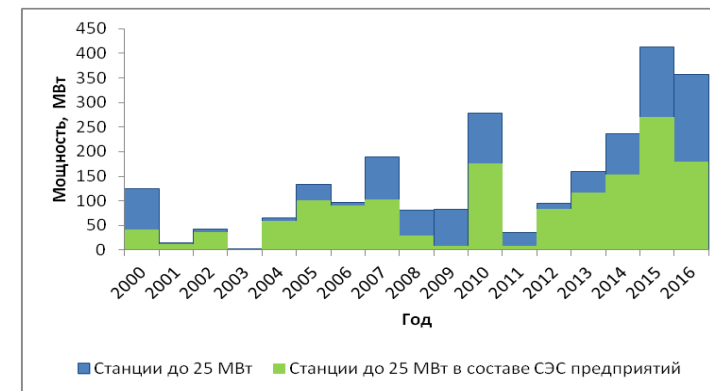
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РАЗВИТИЯ ЛИЭС В СЕЛИТЕБНЫХ ЗОНАХ

Основные причины включения МРГ в состав СЭС предприятий:

- Обеспечение безопасности технологических процессов
- Снижение зависимости от централизованного энергоснабжения
- Повышение конкурентоспособности продукции (снижение доли электроэнергии в себестоимости, включая «уход» от перекрестного субсидирования, долгосрочность стоимости электроэнергии)

Последствия:

1. Увеличению нагрузки от перекрестного субсидирования для потребителей оставшихся в зоне действия ЕЭС
2. Снижение объема услуг по передаче электроэнергии – что так же отразится увеличением тарифа на передачу электроэнергии у оставшихся потребителей



Развитие ЛИЭС в жилых зонах городов позволяют исключить указанные негативные последствия и обеспечить доступное и бесперебойное энергоснабжение потребителей ЖКХ без повышения стоимости электроэнергии

В целях обеспечения социальной защиты населения государством приняты решения и стимулируется развитие малой распределенной когенерации в жилых зонах:

ПП РФ от 31.12.2009 г. № 1221

Реконструкция котельных с применением когенерационных технологий

ПП РФ от 15.12.2017 г. № 1562

Механизм «Альтернативная котельная»



ПРЕДЛАГАЕМАЯ СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА

Распределенная энергетика - требует разработки механизма обоснованного распределения системных и локальных эффектов между субъектами электроэнергетики, полученных в результате объединения объектов распределенной энергетики с ЕЭС.

Приоритет – создание благоприятных условий и стимулирование создания ЛИЭС на основе мини-ТЭЦ в селитебных зонах, ориентированных на энергоснабжение «Населения и приравненных к ним групп потребителей».

Перспектива развития - применение инновационных технологий по производству энергии на основе переработки твердых промышленных и бытовых отходов, побочных продуктов сельского хозяйства и промышленного производства



1 тонна с/х отходов	900 кВт
	3 ГКал
1 тонна ТБО	600 кВт
	3 ГКал



НЕОБХОДИМЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Необходим пакет нормативно-правовых документов, устанавливающих транспарентный порядок управления развитием и регулирование процесса формирования объектов распределенной энергетики с заданными свойствами, упрощающий получение технических условий и облегчающий их технологическое присоединение к сетям.

Первоочередная задача требующая решения - разработка методических рекомендаций по проектированию и технологическому присоединению указанных объектов к ЕЭС, включая требования к РЗ, противоаварийной и режимной автоматике, учитывающие схемно-режимные условия, выполняемые функции и ожидаемые эффекты.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контакты:

Бык Феликс, e-mail: felixbyk@hotmail.com

Мышкина Людмила, e-mail:

Lsmyshkina@gmail.com