



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»**

Управление спросом на электроэнергию. Текущее состояние и перспективы

для совещания 14.03.2019



Баланс производства и потребления и рынок электроэнергии

2

- Особенности электроэнергии как товара, обусловленные ее физическими свойствами (одновременность производства и потребления, невозможность запасания в промышленных масштабах, невозможность заранее оговорить точные объемы генерации и потребления), определяют необходимость непрерывного поддержания баланса производства и потребления.
- Рынки электроэнергии проектируются таким образом, чтобы стимулировать участников поддерживать такой баланс. Традиционно основную роль в поддержании баланса играют электростанции.
- В отсутствие специальных мер стимулирования потребителей (например, таких как demand response) спрос на электроэнергию не зависит или мало зависит от цен на рынке, потребители не снижают потребление при росте цены.



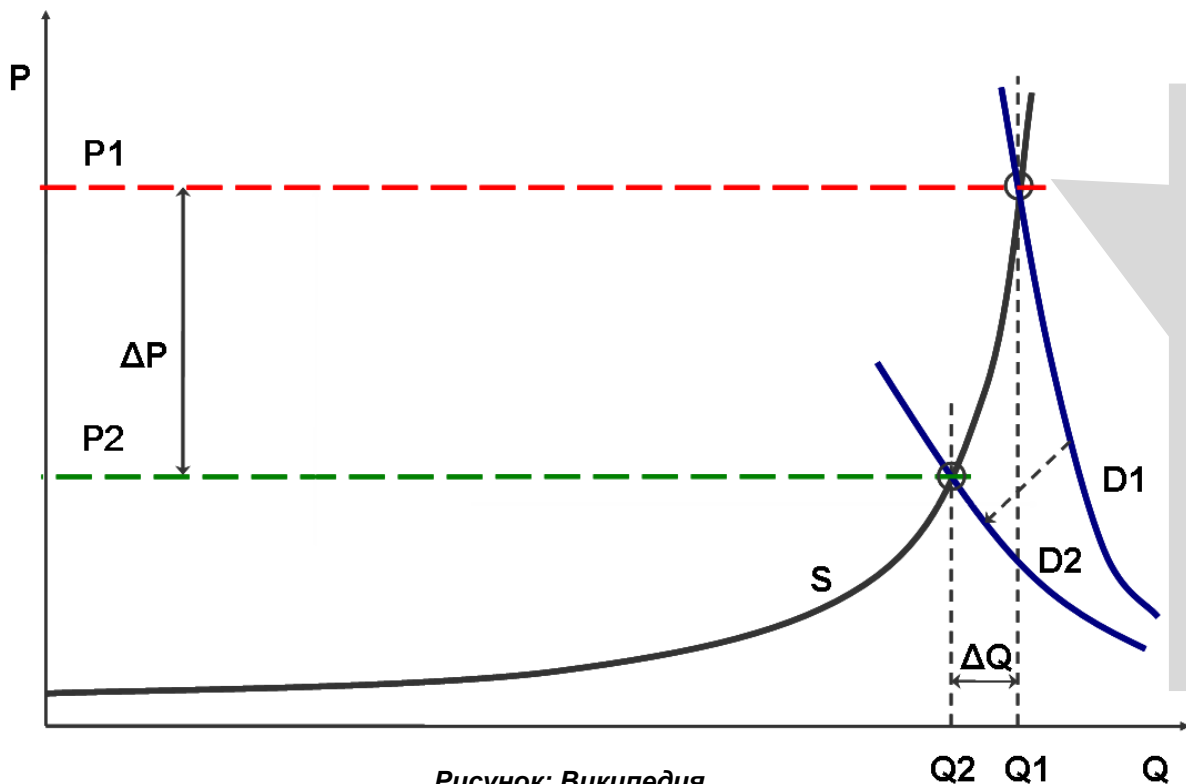
В основе концепции DR лежит идея о том, что с точки зрения обеспечения баланса производства и потребления электроэнергии изменение нагрузки эквивалентно изменению генерации



Потребитель, готовый по требованию снизить свое потребление, может рассматриваться как альтернатива генерации на рынках электроэнергии и/или мощности



Управление спросом на электроэнергию (англ. Demand Response) – это изменение потребления электроэнергии конечными потребителями относительно их нормального профиля нагрузки в ответ на изменение цен на электроэнергию во времени или в ответ на стимулирующие выплаты, предусмотренные для того, чтобы снизить потребление в периоды высоких цен на электроэнергию на оптовом рынке или когда системная надежность под угрозой. Управление спросом может снижать цены на электроэнергию на оптовом рынке, что, в свою очередь, приводит к снижению цен на розничном рынке.



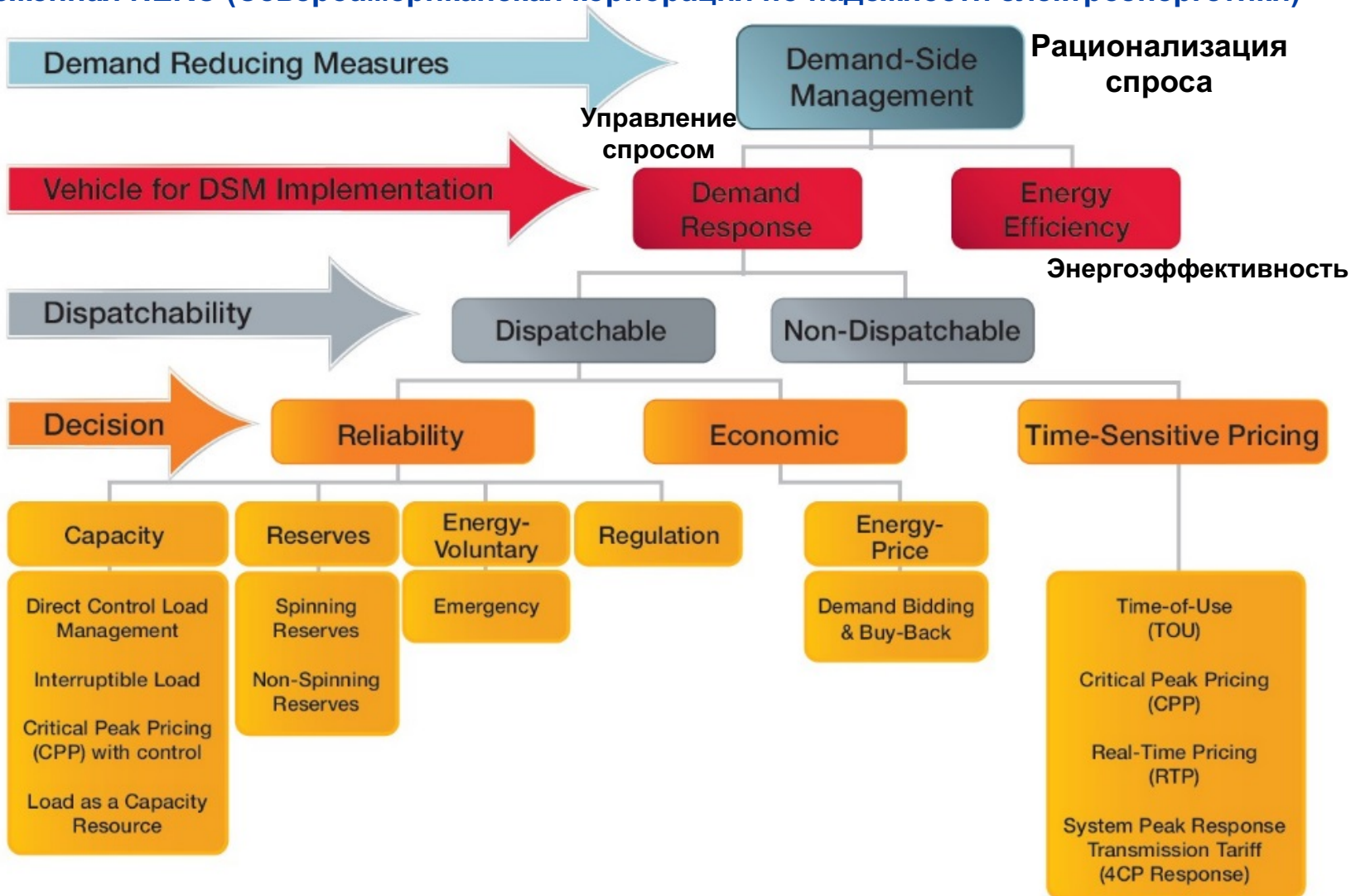
Управление спросом является эффективным инструментом снижения цен на рынке электроэнергии в пиковые часы, когда для покрытия спроса на электроэнергию привлекаются менее эффективные генерирующие объекты. При этом относительно небольшое снижение потребления может привести к существенному снижению цены на электроэнергию.

Рисунок: Википедия



Терминология, классификация

Классификация типов программ управления спросом, предложенная NERC (Североамериканская корпорация по надёжности электроэнергетики)



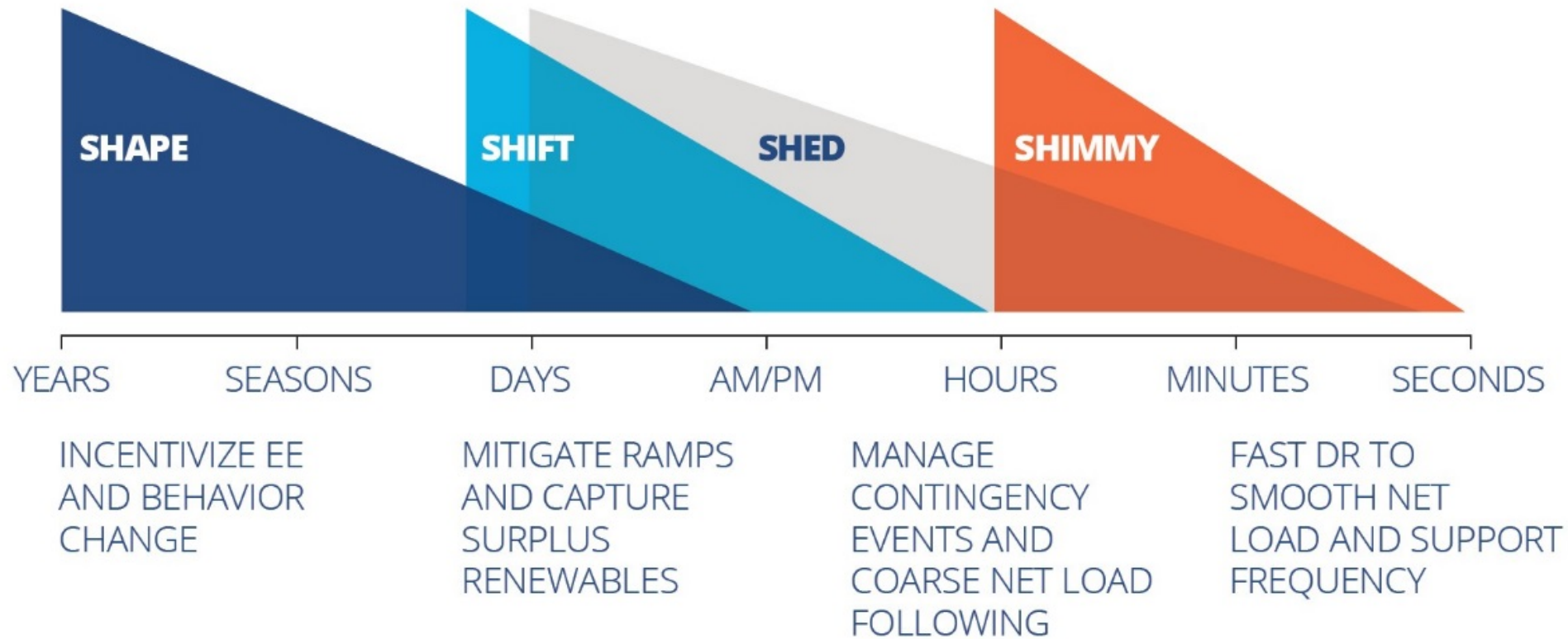


Рисунок: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2025 California Demand Response Potential Study



Объем DR на мировых рынках электроэнергии

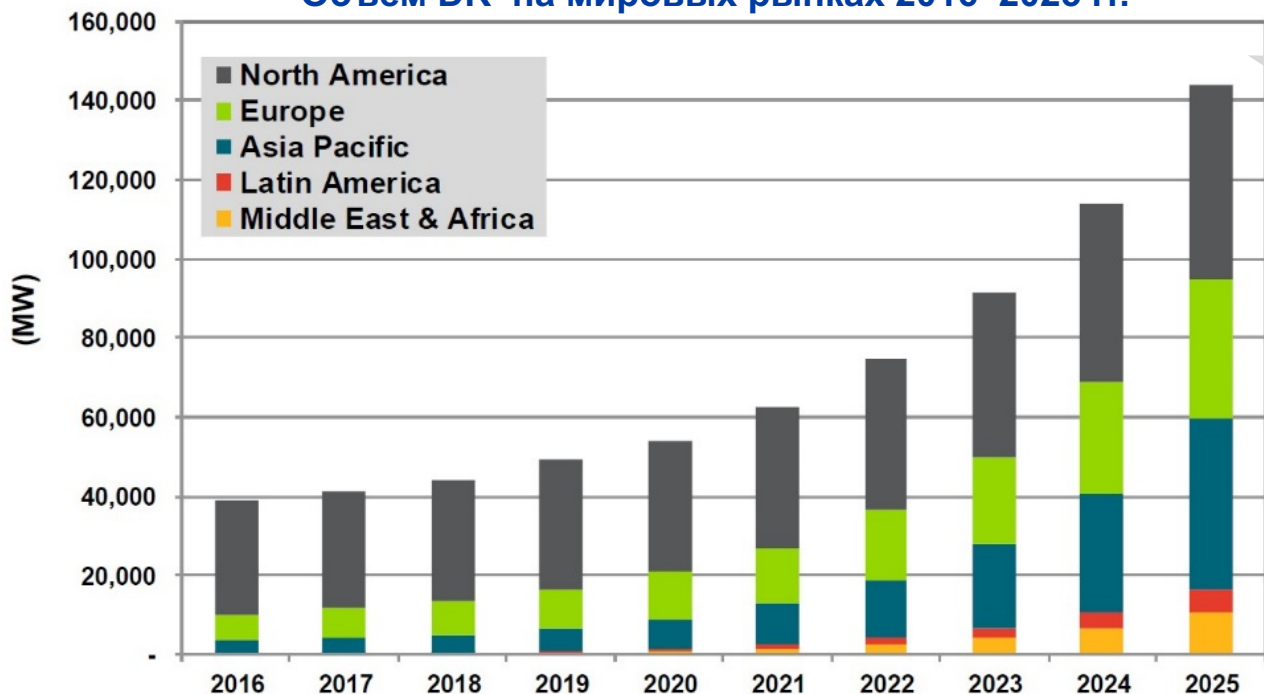
6

Объем мощности DR в мире в 2016 г. составил **39 ГВт**, из них 28 ГВт на территории Северной Америки: 21 ГВт – за счет программ DR для коммерческих и промышленных потребителей и 7 ГВт – за счет программ DR для бытовых потребителей.


2016: Navigant Research прогнозирует **144 ГВт DR** в мире к **2025 г.**

2017: SEDC оценивает текущий объем DR в Европе в **20 ГВт** (при потенциале в 100 ГВт) с перспективой роста потенциала до 160 ГВт в 2030

Объем DR на мировых рынках 2016–2025 гг.




Согласно прогнозам Navigant Research в 2025 г. объем DR в Северной Америке (в основном в США) составит 49,3 ГВт



Основные характеристики механизма ценозависимого потребления на оптовом рынке

7



20 июля 2016 года утверждено Постановление Правительства РФ № 699 «О внесении изменений в Правила оптового рынка электрической энергии и мощности».

- **Участие добровольное**
- **Потребитель принимает на себя обязательства по изменению графика потребления по запросу со стороны энергосистемы**
- **К участию допускаются крупные потребители (пиковое потребление не менее 5 МВт), график нагрузки которых формируется в результате конкурентного отбора заявок в РСВ, имеющие возможность снижать потребление в значительном объеме (не менее 2 МВт)**
- **Потребитель получает снижение оплаты мощности независимо от количества разгрузок (плата за готовность)**
- **Необходимость разгрузки определяется с помощью двукратного расчета РСВ с разгрузкой и без разгрузки. При наличии экономического эффекта в виде снижения цены РСВ не менее чем на 1 %, потребитель получит торговый график с учетом разгрузки (до 19 часов накануне)**
- **Количество разгрузок для любой программы ограничено: не более 10 раз в месяц**
- **Предусмотрены три варианта участия: Разгрузка на 8 / 4 / 2 часов подряд с оплатой соответственно по цене КОМ / 0,5 цены КОМ / 0,25 цены КОМ**
- **При неисполнении обязательств по разгрузке для потребителей, так же как и для генераторов, предусмотрена финансово-экономическая ответственность в размере 25% стоимости мощности**

Анализ действующего механизма ЦЗСП на ОРЭ

Технологическая
готовность
потребителей к
ЦЗСП



Потребители оптового рынка готовы к участию в управлении спросом, однако их ресурс ограничен. Следует привлечь к управлению спросом розничных потребителей

Работоспособность
экономической
модели



ЦЗСП вытесняет с рынка выработку неэффективных электростанций, способствуя повышению выработки электроэнергии эффективными

Разгрузка на 0,3% от ТГ приводила к снижению цены РСВ до 5,4%.

Договорная
модель,
финансовые
расчеты



ЦЗСП успешно интегрировано в договор о присоединении и в систему финансовых расчетов на ОРЭМ

Обеспечение
контроля
исполнения
обязательств



- тестирование до начала года,
- тестирование при отсутствии разгрузок;
- контроль исполнения разгрузки по данным КУ путем сравнения с плановым графиком.

Коэффициент фактической готовности ЦЗСП за 2017-18 гг. составил 66,2 %

Критерии
«срабатывания»
ЦЗСП



Необходимо уточнение критериев разгрузки ЦЗСП используется недостаточно часто из-за настройки коэффициента востребованности. Гибкая настройка коэффициента позволит достичь эффективного количества срабатываний (3-5 раз в месяц)

Модель
ценообразования



Требуется настройка
Участие потребителей в ЦЗСП вознаграждается в форме снижения оплаты мощности по цене КОМ. Более сложный механизм участия в неявном управлении при отсутствии положительного эффекта для других участников рынка «оплачивается» кратно выше



Настройка критериев действующего механизма ЦЗСП (1)

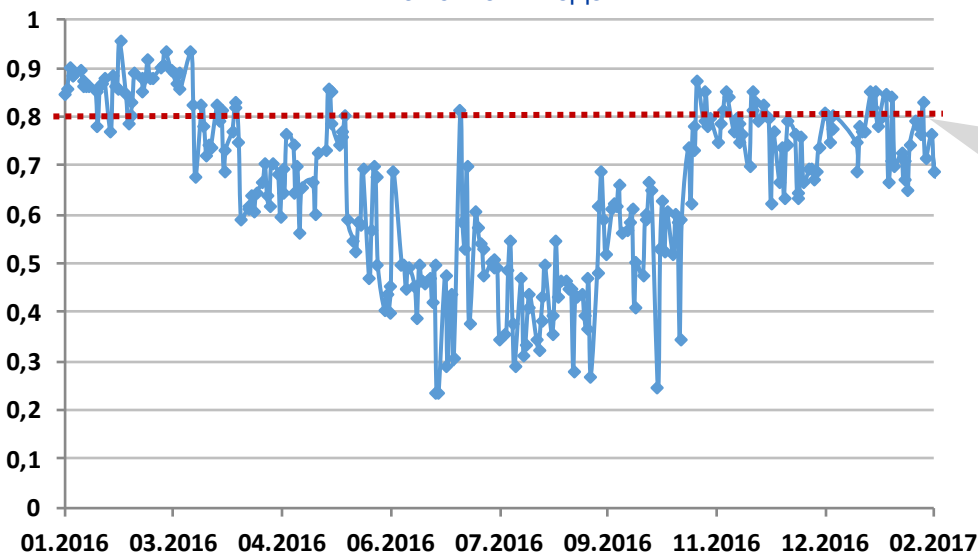
9



Увеличение количества разгрузок потребителей до расчетных 3-4 в месяц сформирует положительный эффект для рынка даже при текущих объемах разгрузки

Основной причиной, ограничивающей срабатывание механизма, стал высокий коэффициент востребованности тепловой генерации

Фактическое среднее значение коэффициента, характеризующего степень востребованности предложения тепловой генерации в ценовой зоне, в 2016-2017 годах



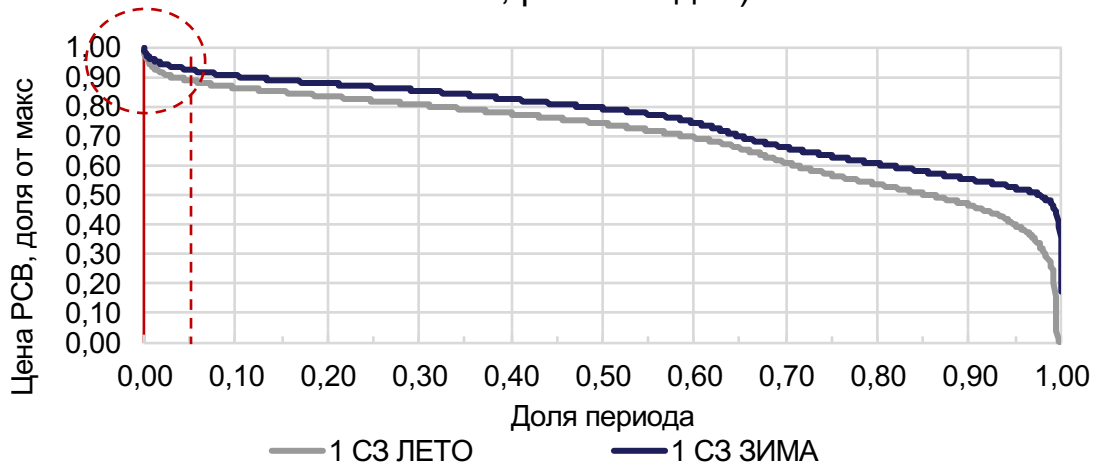
С мая 2017 года Наблюдательным советом НП «Совет рынка» установлены новые значения коэффициента:

- 0,75 – для зимнего сезонного периода календарного года
- 0,7 – для остальных сезонных периодов календарного года (летнего и межсезонного)

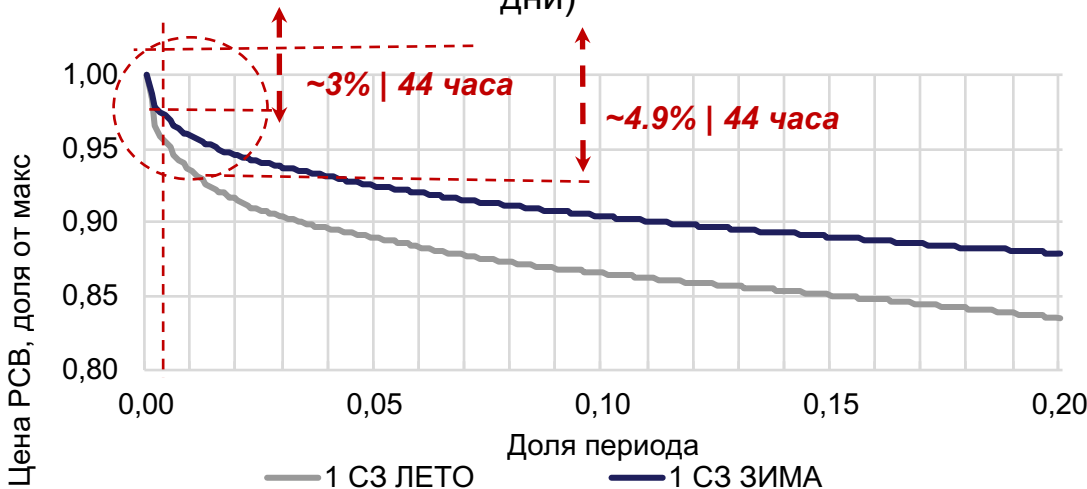
Снижение коэффициента, отражающего степень востребованности предложения тепловой генерации в ценовой зоне, до 0,5 увеличит число срабатываний механизма ЦЗСП до 3-4 разгрузок в месяц



Кривая продолжительности цены (по данным за 2015-2017 гг, рабочие дни)



КПЦ пики (по данным за 2015-2017 гг, рабочие дни)



Суммарная продолжительность периодов пиковых цен составляет около 50 часов в год. При этом продолжительность отдельных периодов пиковых цен статистически редко превышает 4 часа. Это делает применение разгрузки потребителей длительностью 8 часов



Оптимизация платы за мощность: возможности потребителя

Оптимизация путем переноса потребления из часа пиковой нагрузки региона

- Пик региона не совпадает с пиком ЕЭС России – экономический эффект для системы незначителен. Разгрузка должна проводиться каждый рабочий день

Строительство собственной генерации

- Отказ потребителя от покупки энергии в ЕЭС России приводит к повышению платы для оставшихся в системе потребителей, также стимулируя их к строительству собственной генерации

Участие в ценозависимом снижении потребления

- Вытесняет с рынка выработку неэффективных электростанций, способствуя повышению выработки электроэнергии эффективными

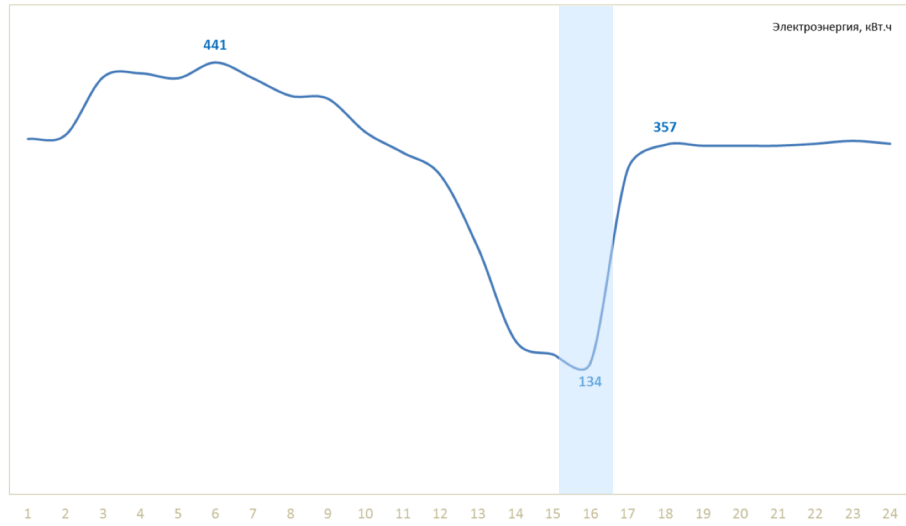
Ценозависимое потребление способствует развитию конкуренции технологий, позволяющих потребителю оптимизировать оплату э/э и мощности



Оптимизация платежа потребителей: альтернатива

12

Предприятие по производству лекарственных средств
14.11.2017 (вт.)



фактический час пиковой нагрузки для Томской области

Многие потребители оптового и розничного рынков, имеющие возможность изменять потребление внутри суток, уже сейчас участвуют в неявном управлении спросом для снижения полного платежа за мощность.

Разгрузка каждый рабочий день в час пика региона приводит к экономии потребителя в объеме разгрузки по полной цене мощности, что по 1 ЦЗ более чем в 5 раз превышает цену КОМ, а по 2 ЦЗ в 2 раза. Дополнительно есть возможность экономить на оплате сетевого тарифа.

- Пик региона не совпадает с пиком ЕЭС России – экономический эффект для системы незначителен. Разгрузка должна проводиться каждый рабочий день;
- Отказ потребителя от покупки энергии в ЕЭС России приводит к повышению платы для оставшихся в системе потребителей, также стимулируя их к строительству собственной генерации

Выравнивание ценовых условий между явным и неявным управлением спроса позволит эффективно использовать ресурс потребителей, уже участвующих в неявном управлении спросом, без дополнительных затрат.



Выравнивание условий ЦЗСП с потребителями, оптимизирующими оплату мощности

13

Оплата мощности потребителем, смещающим потребление с часа пик региона

Оплата мощности потребителем, отказавшимся от смещения потребления с часа пик региона в пользу ЦЗСП

Действующая модель

$$(P_{\text{баз}} - \Delta P) \times C_{\text{мощ}} < P_{\text{баз}} \times C_{\text{мощ}} - \Delta P \times C_{\text{ком}}$$

Предлагаемая модель

$$(P_{\text{баз}} - \Delta P) \times C_{\text{мощ}} = P_{\text{баз}} \times C_{\text{мощ}} - \Delta P \times C_{\text{мощ}}$$

где ΔP – ресурс изменения потребления путем смещения из часа пик региона или путем участия в ЦЗСП

Участие в ЦЗСП

- даст равный экономический эффект для потребителя, при этом разгрузка будет проводиться только несколько раз в месяц в заранее заданные часы;
- становится привлекательным для тех участников рынка, которые рассматривают возможность отказа от покупки электроэнергии в ЕЭС России за счет строительства собственной генерации.

- Объем ресурса оптовых потребителей (не гарантирующих поставщиков) ограничен,
- Основной потенциал управления спросом сосредоточен в бытовом и коммерческом секторе (международный опыт, оценки МЭА),
- Активное внедрение инновационных технологий, таких как интернет вещей, умный дом и др., обеспечивающих простоту участия в управлении спросом, происходит именно у розничных потребителей

При этом:

- **непосредственное участие потребителей розничного рынка в управлении спросом на оптовом рынке невозможно** из-за высоких издержек на организацию взаимодействия инфраструктуры ОРЭМ с розничными потребителями, отсутствия у потребителей необходимых знаний и компетенций, а также опорных технологий.
- **контроль исполнения обязательств розничных потребителей затруднен** в связи с отсутствием планирования графиков потребления (в отличие от потребителей ОРЭ)

Решение:

- **создание специализированных организаций – агрегаторов управления спросом**
- **использование специализированных методов контроля исполнения обязательств**

Оценка возможностей потребителя



Оснащение необходимым оборудованием



Тестирование

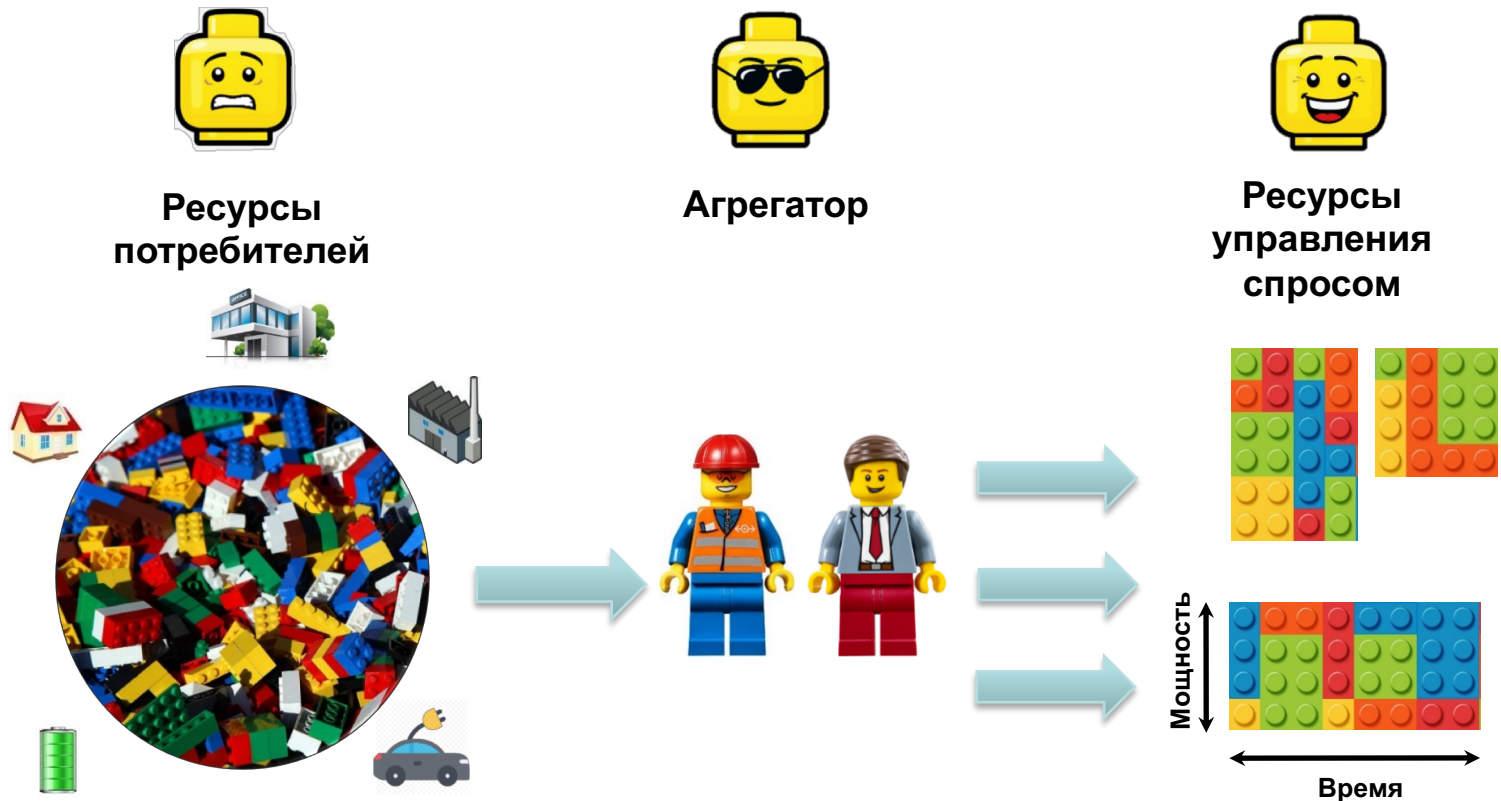




Агрегаторы управления спросом на электроэнергию

15

Агрегаторы управления спросом – организации, которые путем приобретения услуг розничных потребителей консолидируют их способность изменять потребление и конвертируют ее в товары и услуги на рынках электроэнергии, мощности и системных услуг, транслируя часть полученного на оптовом рынке эффекта потребителям



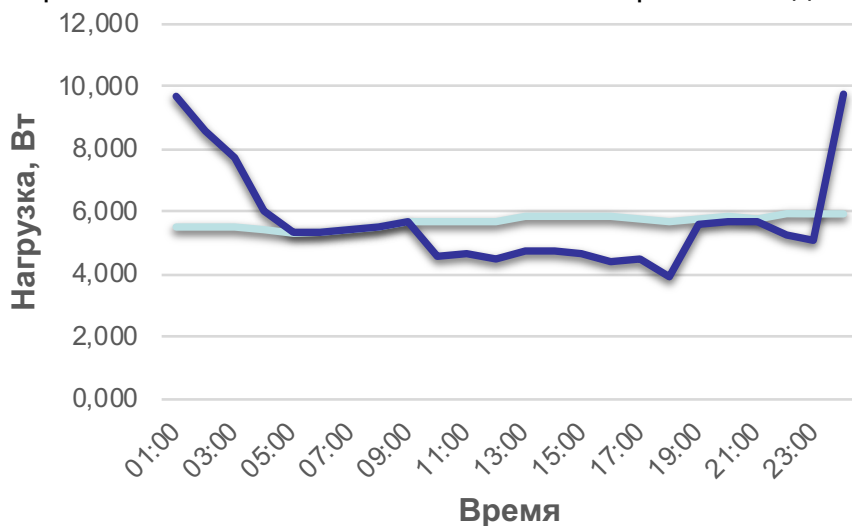


Демонстрация возможностей розничных потребителей: серия натуральных экспериментов Системного оператора

16



Центр коллективного пользования Новосибирского Академпарка



управление нагрузкой с использованием накопителей

- Октябрь 2017: ПАО «КузбассэнергоСбыт» и Ледовый дворец в г. Ленинск-Кузнецкий – возможности изменения нагрузки потребителей с холодильным оборудованием;
- Июнь 2018: ООО «ИННОВАТТ» и базовые станции мобильной связи ООО «Т2 МОБАЙЛ» (торговая марка «TELE2») и ПАО «МТС» - возможности группового управления нагрузкой с использованием накопителей;
- Декабрь 2018: ГК «Тион» и здание Центра коллективного пользования Новосибирского Академпарка – возможности изменения нагрузки климатического оборудования в коммерческой недвижимости;
- Декабрь 2018: АО «АтомЭнергоСбыт» и 9 потребителей в 3-х регионах присутствия сбыта – возможности группового управления нагрузкой разнородных потребителей

- **EnerNOC:** крупный агрегатор программ по управлению спросом в мире. Обслуживает 6 ГВт мощности у 8000 потребителей по всему миру. Также является ведущим поставщиком консультационных и технологических услуг и решений в области управления энергопотребления промышленных и коммерческих потребителей.

В августе 2017 года EnerNOC была приобретена Enel Group.



- **Компания Itron:** недавно купила Comverge – объединяет 2,7 ГВт в программах DR на территории обслуживания порядка 30 крупных поставщиков электроэнергии в США.

REstore

- **Restore:** лидер на европейских рынках первичного регулирования и контроля частоты. Сейчас доступно 1 582 МВт мощности, из которой 99,6% под управлением. С ноября 2017 года компания была приобретена Centrica и входит в состав подразделения Distributed Energy & Power. REstore предлагает возможности гибкого управления нагрузкой распределительным компаниям во Франции, Великобритании, Бельгии и Германии.

CPower

- **CPower:** ведущий поставщик DR в Калифорнии, обслуживает более 1500 коммерческих, промышленных, государственных и некоммерческих потребителей.



- **Energy Pool:** поставщик DR, который объединяет крупных промышленных и коммерческих потребителей. Под управлением 24/7 находится 2500 МВт нагрузки. Штаб-квартира во Франции. Предлагают свои решения в управлении нагрузкой во Франции, Великобритании, Турции, Польше, Японии и др.



- Более 8000 потребителей
- 14000 узлов сети
- Объем DR более чем 6800 МВт
- 9 стран (США, Австралия, Канада, Ирландия, Япония, Новая Зеландия, Польша, Южная Корея и Великобритания)
- Единый операционный центр в Дублине
- Летом 2017 г. компания Enel Green Power North America купила EnerNOC примерно за 250 млн. \$





Внедрение агрегатора управления спросом на розничных рынках предлагается проводить в 2 этапа:

- 1. Технологический этап** – в рамках реализации пилотных проектов организуется отработка технологий взаимодействия агрегаторов с потребителями розничного рынка и с инфраструктурой оптового рынка через Системного оператора
- 2. Организационно-юридический этап** – отработанные на предыдущем этапе технологии закрепляются нормативно и деятельность агрегаторов интегрируется в механизмы оптового рынка электроэнергии и мощности

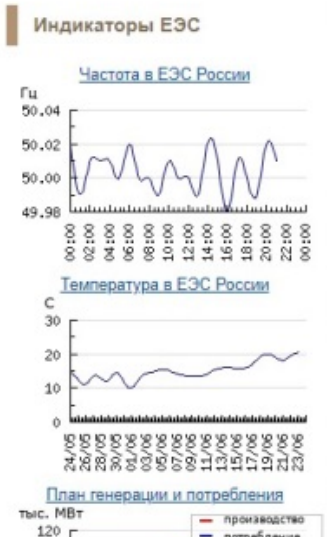
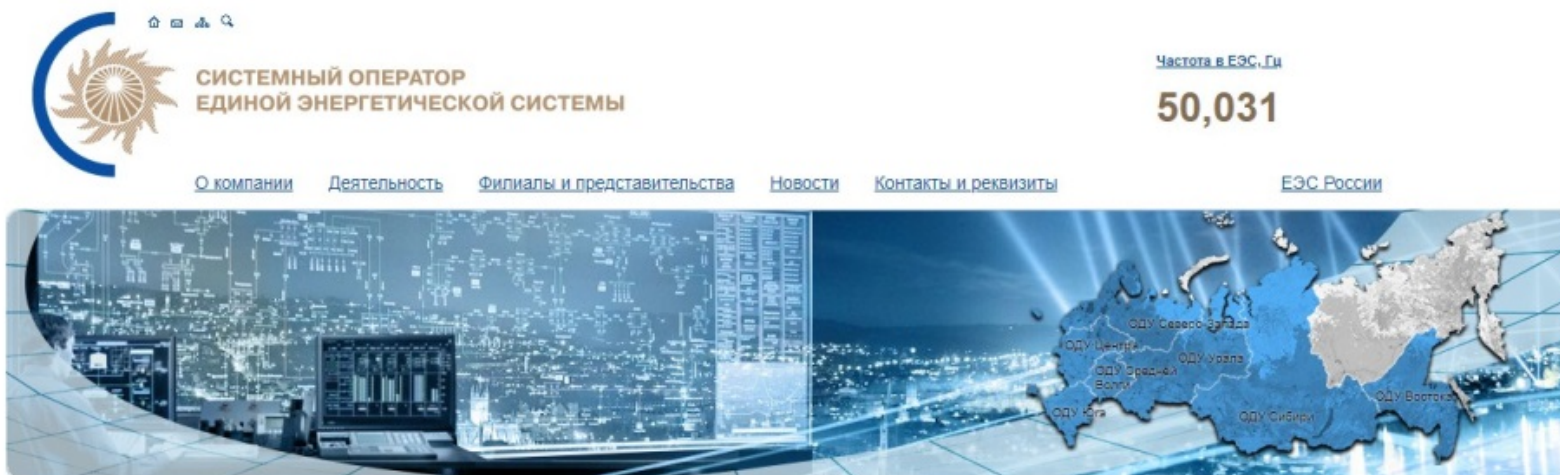
Для проведения пилотных проектов:

- в перечень услуг по обеспечению системной надежности включается новый вид услуг – услуги по управлению спросом на электрическую энергию
- системный оператор выступает в качестве единого закупщика услуг агрегаторов, проводит отбор таких агрегаторов, оплачивает их услуги, контролирует исполнение обязательств по разгрузке

Информационный портал об управления спросом

21

<http://so-ups.ru/index.php?id=dr>



Новости Системного оператора

20.06.2018 15:06
В Рязанской энергосистеме прошли учения по ликвидации условий
Учения проводились с целью отработки взаимодействия при ликвидации аварий в энергосистеме Рязанской области в условиях высоких температур наружного воздуха

20.06.2018 13:47
Системный оператор и телекоммуникационная компания МТС договорились о сотрудничестве по внедрению технологий ценозависимого потребления
АО «СО ЕЭС» и ПАО «Мобильные ТелеСистемы» заключили соглашение о стратегическом партнерстве и сотрудничестве до 2020 года при разработке и внедрении технологий ценозависимого снижения потребления электроэнергии

- САЙТ КОНКУРЕНТНОГО ОТБОРА МОЩНОСТИ
- САЙТ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ
- ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕНОЗАВИСИМОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ**
- ТК / МТК ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»
- Система добровольной сертификации



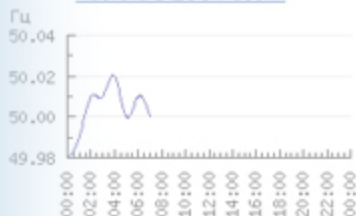
www.so-ups.ru

Оперативная информация о работе ЕЭС России



Индикаторы ЕЭС

Частота в ЕЭС России



Температура в ЕЭС России



План генерации и потребления



Новости Системного оператора

02.09.2016 14:54

Потребление электроэнергии в ЕЭС России в августе 2016 года увеличилось на 2,9 % по сравнению с августом 2015 года

Спасибо за внимание

01.09.2016 12:16

Введен в действие новый национальный стандарт в области релейной защиты и автоматики

1 сентября введен в действие национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 56865-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Технический учет и анализ функционирования. Общие требования»

30.08.2016 15:09

В Новоуральске прошел VI Межрегиональный летний образовательный форум «Энергия молодости»

С 23 по 27 августа 2016 года в Новоуральске (Свердловская область) прошел VI Межрегиональный летний образовательный форум «Энергия молодости», в числе организаторов которого Благодарительный фонд «Надежная смена» и АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

29.08.2016

Системный оператор представил актуальные исследования и разработки в сфере управления энергосистемами на 46-й Сессии СИГРЭ в Париже

Три из представленных докладов были полностью подготовлены специалистами АО «СО ЕЭС», четыре – в соавторстве с сотрудниками российских вузов, научных организаций и электроэнергетических компаний

29.08.2016 07:48

К 95-летию оперативно-диспетчерского управления. Часть 7. 1960-е годы. Новые технологии

САЙТ
КОНКУРЕНТНОГО
ОТБОРА МОЩНОСТИ

САЙТ ОПТОВОГО РЫНКА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
И МОЩНОСТИ

ТЕХНОЛОГИЯ
ЦЕНОЗАВИСИМОГО
ПОТРЕБЛЕНИЯ

ТК / МТК
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Система
добровольной
сертификации

ВАКАНСИИ

ДОСКА ПОЧЕТА
АО «СО ЕЭС»