



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Технология управления спросом на электроэнергию

Начальник Департамента рынка системных услуг АО «СО ЕЭС»
Максим Анатольевич Кулешов



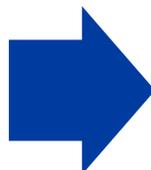
Баланс производства и потребления и рынок электроэнергии

2

- Особенности электроэнергии как товара (одновременность производства и потребления, невозможность запасания в промышленных масштабах, невозможность заранее оговорить точные объемы генерации и потребления), обусловленные ее физическими свойствами, 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.



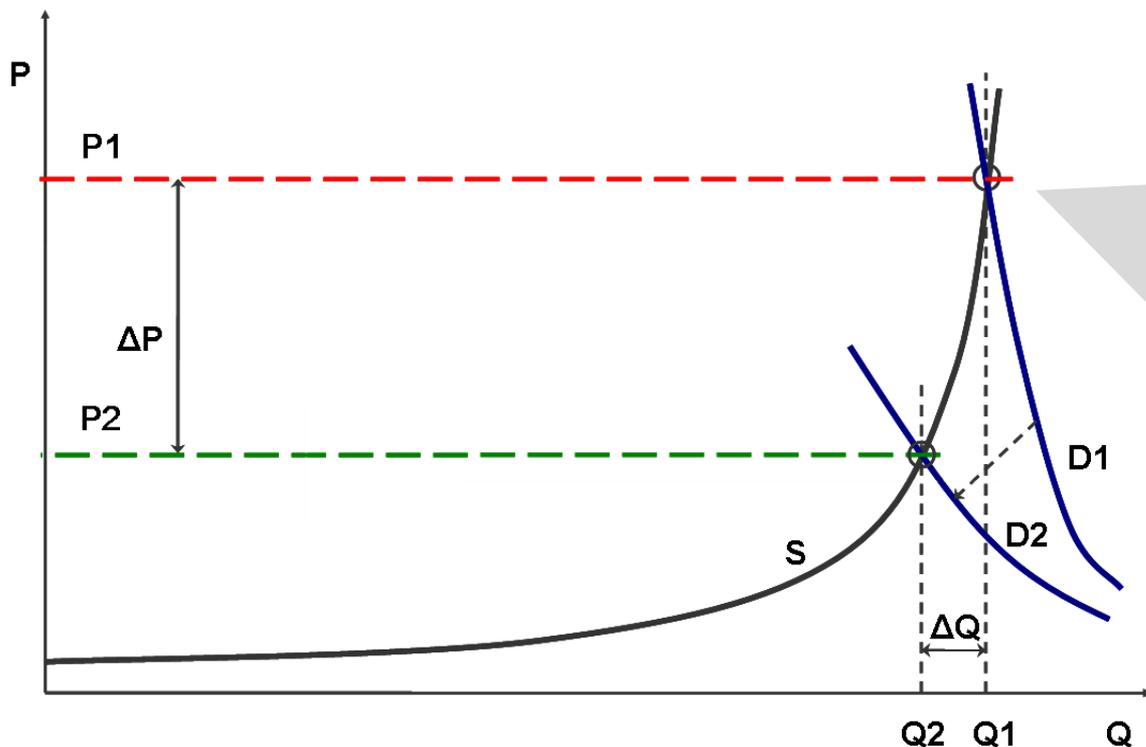
В основе концепции DR лежит идея о том, что с точки зрения обеспечения баланса производства и потребления электроэнергии изменение нагрузки эквивалентно изменению генерации



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 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.



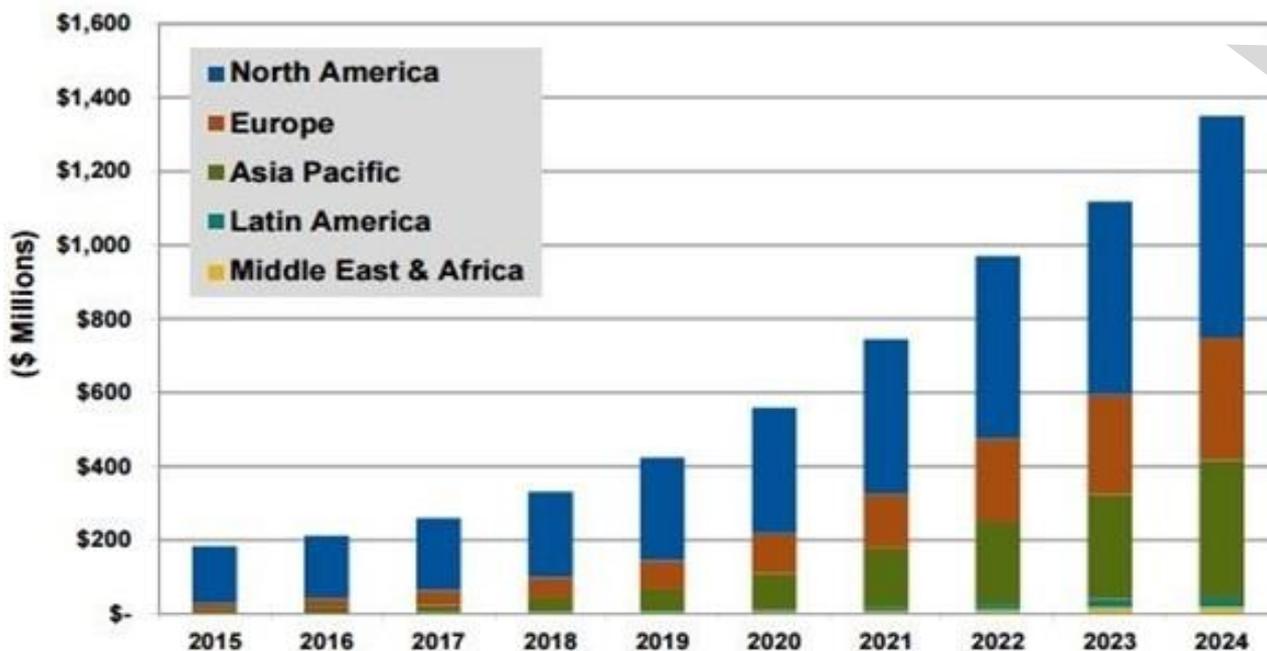
Рост DR на мировых рынках электроэнергии

4

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.

Предположительно, объем DR в мире достигнет **144 ГВт** к 2025 г.

Расходы, связанные с применением DR на мировых рынках электроэнергии в 2015–2024 гг.



Согласно прогнозам аналитиков общая сумма расходов на внедрение DR в мире вырастет с **\$183,8 млн.** в 2015 г. до **\$1,3 млрд.** в 2024 г.

Источник: Navigant Research



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

Постановление Правительства предусматривает создание в ЕЭС России механизма ценозависимого снижения потребления (ЦЗСП):

Механизм ЦЗСП работает в двух секторах оптового рынка электроэнергии и мощности одновременно, в КОМ и РСВ:

- **Механизм ценозависимого снижения потребления предусматривает, что наличие потребителей, принявших на себя обязательства по требованию снижать свое потребление электроэнергии на определенную величину, приводит к снижению спроса на КОМ**
- **Снижение спроса зависит от объема снижения потребления электроэнергии и от количества часов, на которое потребитель готов его снизить**
- **При выполнении покупателем принятых обязательств уменьшается объем мощности, который он должен купить по итогам КОМ**
- **При невыполнении покупателем принятых обязательств увеличивается стоимость части объема мощности, который он покупает по итогам КОМ**
- **Ценозависимое снижение объема покупки осуществляется в РСВ, путем двойного перерасчета РСВ и формирования ТГ с учетом ЦЗСП при выполнении условий**
- **При формировании ТГ с учетом разгрузки потребителей ЦЗСП происходит снижение цены РСВ для всех покупателей**



Действующие требования к участникам и параметры участия

6

- Участником может быть потребитель – субъект ОРЭ
- Участником не может быть гарантирующий поставщик (ГП)
- Не может участвовать ГТП экспорта/импорта
- Участник, намеренный принять участие в КОМ в качестве покупателя с ценозависимым потреблением, обязан предоставить обеспечение исполнения обязательств

Количественные требования к покупателю с ценозависимым потреблением:

- Минимальное из помесечных значений фактического пикового потребления в ГТП потребления за год, предшествующий отбору, составило не менее 5 МВт
- Объем ценозависимого снижения потребления электроэнергии не менее 2 МВтч

Параметры участия:

- Количество последовательных часов снижения потребления может быть 2 или 4 или 8 часов
- Число разгрузок в месяц не менее 1 и не более 10
- Объем разгрузки указывается участником при подаче заявки, но не менее 2 МВтч



Расширение состава участников механизма ЦЗСП: вовлечение розничных потребителей

7

- Объем ресурса оптовых потребителей (не гарантирующих поставщиков) ограничен, многие из них уже используют все имеющиеся возможности управления потреблением для экономической оптимизации
- По оценкам МЭА основной объем потенциала DR лежит в секторе управления зданиями, в том числе бытовых и коммерческих потребителей
- Бурное развитие и внедрение инновационных технологий, таких как IoT («интернет вещей»), «умный дом» и др., обеспечивающих простое и эффективное участие в DR, происходит именно у розничных потребителей
- Управление спросом – один из драйверов развития интеллектуального учета электроэнергии

Вовлечение оптовых потребителей в управление спросом заключается, в основном, в допуске таких потребителей к участию во всех сегментах рынка с формированием необходимых экономических стимулов. Однако этих мер недостаточно для вовлечения в управление спросом розничных потребителей в связи с тем, что:

- правила работы оптовых рынков слишком сложны для розничного потребителя,
- отсутствует интерфейс между инфраструктурой оптового рынка и потребителем розничного рынка,
- потребители часто не знают о имеющихся у них возможностях изменения потребления и о современных технологиях, позволяющих сформировать (или увеличить) регулировочную способность,
- отсутствуют механизмы трансляции экономического эффекта, полученного от изменения потребления, обратно потребителю.



Проблемы, препятствующие участию розничных потребителей в механизме ЦЗСП

Механизм ЦЗСП на оптовом рынке э/э:

- создана система контроля исполнения обязательств по разгрузке основанная на сравнении почасового плана потребления, заявляемого участником скорректированного АТС на величину разгрузки и фактическими данными коммерческого учета. Объективность системы обеспечивается ответственностью за неисполнение почасового плана потребления и невозможностью участника предугадать день и час разгрузки;
- существует система коммерческого учета, позволяющая фиксировать почасовой фактический объем потребления и объем разгрузки относительно заявленного графика;
- получение экономического эффекта потребителем от участия в механизме ЦЗСП встроено в механизмы оплаты электроэнергии и мощности;
- потребители оптового рынка имеют обученный персонал, разбирающийся в Правилах ОРЭ, целью которого является снижение издержек на покупку э/э

Проблемы внедрения механизма ЦЗСП на розничном рынке э/э:

- **отсутствует почасовое планирование потребления**, что приводит к необходимости создания новой системы подтверждения исполнения обязательств, основанной на сравнении сформированного математическими методами базового графика потребления оборудования с фактическими данными;
- **отсутствует система коммерческого учета, позволяющая единообразно с одинаковым качеством фиксировать почасовой фактический объем потребления и объем разгрузки** относительно заявленного графика для неограниченного количества потребителей;
- **отсутствуют механизмы трансляции экономического эффекта**, полученного от изменения потребления, с оптового рынка розничному потребителю;
- потребители часто не знают о имеющихся у них возможностях изменения потребления и о современных технологиях, позволяющих сформировать регулировочную способность;
- правила работы оптовых рынков слишком сложны для розничного потребителя



Внедрение механизма ЦЗСП на розничном рынке: создание агрегаторов нагрузки

Агрегаторы нагрузки – организации, которые приобретают услуги розничных потребителей, консолидируют их способность изменять потребление в определенный момент времени и конвертируют ее в товары и услуги на рынках электроэнергии, мощности и системных услуг и транслирует часть полученного на оптовом рынке эффекта розничному потребителю.

Агрегатор нагрузки

- выступает в роли агента на оптовом рынке – потребителю не нужно разбираться в сложных правилах, налаживать взаимодействие с инфраструктурой оптового рынка, проходить сложные процедуры допуска и т.п.
- занимается поиском потребителей, обладающих технологиями изменения потребления без ущерба для основного производства, тем самым расширяя состав участников и объем механизма ЦЗСП
- проводят оценку имеющихся у потребителей возможностей изменения потребления, разрабатывают оптимальные алгоритмы участия в программах управления спросом, оснащают потребителей необходимыми системами автоматизации, приборами и устройствами



Внедрение механизма ЦЗСП на розничном рынке: система контроля исполнения обязательств

10

- Создать систему контроля исполнения обязательств, основанную на сравнении сформированного математическими методами с использованием статистических данных базового графика потребления оборудования с информацией о фактическом потреблении (широко применяется в мировой практике);
- Использовать системы учета электроэнергии, развиваемые инфраструктурными организациями (например, сетевыми компаниями), обеспечивающие
 - измерение требуемых параметров современными интеллектуальными измерительными приборами,
 - сбор и передачу данных с приборов учета в центр (центры) обработки данных инфраструктурной организации,
 - передачу данных инфраструктурным организациям оптового рынка, координирующим программы управления спросом, а также агрегаторам нагрузки, в едином формате по стандартным интерфейсам и протоколам,
 - доверие к системе со стороны других участников рынка электроэнергии.

Создание такой системы минимизирует требования к потребителю в части установки приборов учета, организации передачи данных, обеспечивает выполнение требований к достоверности и кибербезопасности



Информационный портал о развитии технологии ценозависимого управления спросом

11

Всегда актуальная информация на портале, посвященном развитию технологии DR:
<http://so-ups.ru/index.php?id=dr>

The screenshot shows a web browser window displaying the website 'so-ups.ru'. The page features the logo of the 'Системный оператор Единой энергетической системы' (Unified Energy System Operator) and a navigation menu on the left. The main content area is titled 'Технология ценозависимого потребления' (Technology of price-dependent consumption). It includes a graph with a supply curve (S) and two demand curves (D1 and D2). The graph shows that when the price increases from P1 to P2, the quantity demanded decreases from Q1 to Q2, moving from a higher price point on the D1 curve to a lower price point on the D2 curve. The text explains that this technology allows consumers to influence demand, which is a key feature of a competitive market. It also discusses the benefits of demand response, such as reducing energy consumption during peak hours and lowering electricity prices.

Системный оператор Единой энергетической системы
Ценозависимое потребление

Технология ценозависимого потребления

Возможность потребителей влиять на спрос – ключевая черта любого эффективно функционирующего конкурентного рынка. Это утверждение справедливо для любого рынка, и рынок электроэнергии не исключение. Особые свойства электроэнергии как товара (одновременность производства и потребления, невозможность создания складских запасов или замены другим товаром) привели к тому, что исторически потребители не имели практической возможности влиять на баланс спроса и предложения, а, следовательно, и на цены на рынке. Потребители электроэнергии не уменьшают потребление при росте цены на электроэнергию. В условиях такой неэластичности спроса активной стороной, полностью определяющей цену электроэнергии, выступают производители.

На рисунке: P – цена; Q – количество; S – кривая предложения; D1, D2 – кривые спроса

Новые тенденции в электроэнергетике, появление цифровых интервальных счетчиков электроэнергии, развитие телекоммуникаций и «интеллектуальных сетей» («smart grids») предопределили возможность повышения эластичности потребления и привели к появлению концепции demand response.

Управление спросом (англ. «Demand Response», далее – DR) подразумевает снижение энергопотребления конечным потребителем при определенных экономических сигналах рынка электроэнергии с получением выгоды за осуществление такого снижения потребления.

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. Упрощенно эффект от участия потребителей в управлении спросом представлен на рисунке. Плавный рост кривой предложения S сменяется режимом роста в замыкающей ей части, что соответствует использованию наиболее дорогих генераторов. Снижение потребления в пиковые часы с величины Q1 до величины Q2 приводит к превращению кривой спроса D1 в кривую D2 и снижению цены на электроэнергию на величину ΔP.

Снижение потребления электроэнергии может осуществляться за счет использования локальных источников энергоснабжения потребителя (в том числе резервных генерирующих объектов, накопителей энергии и др.), регулирования интенсивности работы двигателей насосно-перекачивающих систем, изменения уставки термостата для систем кондиционирования и/или холодильных установок, изменения или остановки производственного цикла, частичное отключение освещения и других действий.

Управление спросом не включает в себя изменение энергопотребления, обусловленное нормальной операционной деятельностью предприятия (например, снижение потребления электроэнергии в праздничные дни).

Участие потребителей в технологиях управления спросом позволяет получить индивидуальный экономический эффект (получение платы за оказание услуг) не только им самим, но и всем участникам рынка за счет снижения затрат на производство электроэнергии.



www.so-ups.ru

Оперативная информация о работе ЕЭС России

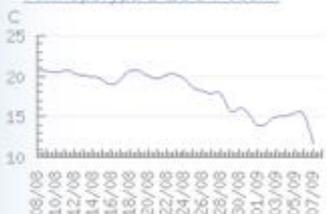


Индикаторы ЕЭС

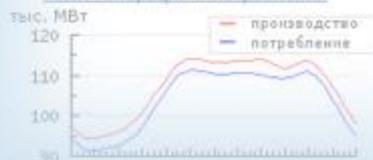
Частота в ЕЭС России



Температура в ЕЭС России



План генерации и потребления



Новости Системного оператора

Спасибо за внимание

02.09.2016 14:54

Потребление электроэнергии в ЕЭС России в августе 2016 года увеличилось на 2,9 % по сравнению с аналогичным периодом 2015 года. Электроэнергия в ЕЭС России в августе 2016 года составила 9,7 млрд кВт.ч.

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 Благотворительный 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

23.08.2016 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»