

25 мая 2017

г. Красноярск



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР

ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Ценозависимое управление спросом (Demand response) – мировой опыт, запуск в России, перспективы развития

Заместитель Председателя Правления АО «СО ЕЭС»
Федор Юрьевич Опадчий



Инструменты балансирования в энергосистеме

2

	Противоаварийное управление	Экономическая оптимизация
Генерация	<ul style="list-style-type: none">■ Релейная защита и противоаварийная автоматика многих видов, предназначенная для защиты оборудования, локализации аварийных возмущений, регулирования частоты и напряжения и др. – обязательное условие надежного и безопасного функционирования ЭЭС■ Управление графиками ремонтов	Выбор состава включенного оборудования и загрузка электростанций исходя из минимизации стоимости производства и транспортировки электроэнергии до потребителя
Потребители	<ul style="list-style-type: none">■ Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)■ Специальная автоматика ограничения нагрузки (САОН) и др.■ Графики аварийных ограничений (отключений) <p>Кратковременное отключение (ограничение) части нагрузки потребителей на время, достаточное для принятия энергосистемой срочных мер по мобилизации резервов генерирующей мощности.</p> <p>Заложено при проектировании ЭЭС включая особенности топологии сети с протяженными ЛЭП и учитывается при планировании и размещении резервов.</p>	<ul style="list-style-type: none">■ Энергосбережение и энергоэффективность■ Ценозависимое потребление – экономический механизм влияния на формирование равновесной цены на э/э путем кратковременной разгрузки потребителей вместо загрузки неэффективной генерации■ Ограничения за неоплату■ Снижение физического пика потребления – изменение графика потребления «по расписанию» в ответ на экономические стимулы (плата за мощность в часы пиковой нагрузки)
Сети	Изменение топологии сети, Релейная защита и противоаварийная автоматика	Управление потерями, оптимизация графиков ремонтов



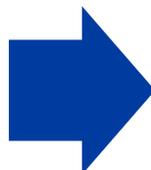
Баланс производства и потребления и рынок электроэнергии

3

- 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



Традиционный подход

4

Активной стороной, определяющей цену на электроэнергию, выступают производители. При этом с ростом нагрузки менее эффективные генераторы привлекаются для удовлетворения этого роста.



Потребитель

(Оплачивает всё по выставленному счету)

Генерация

(Производит, сколько требуется)

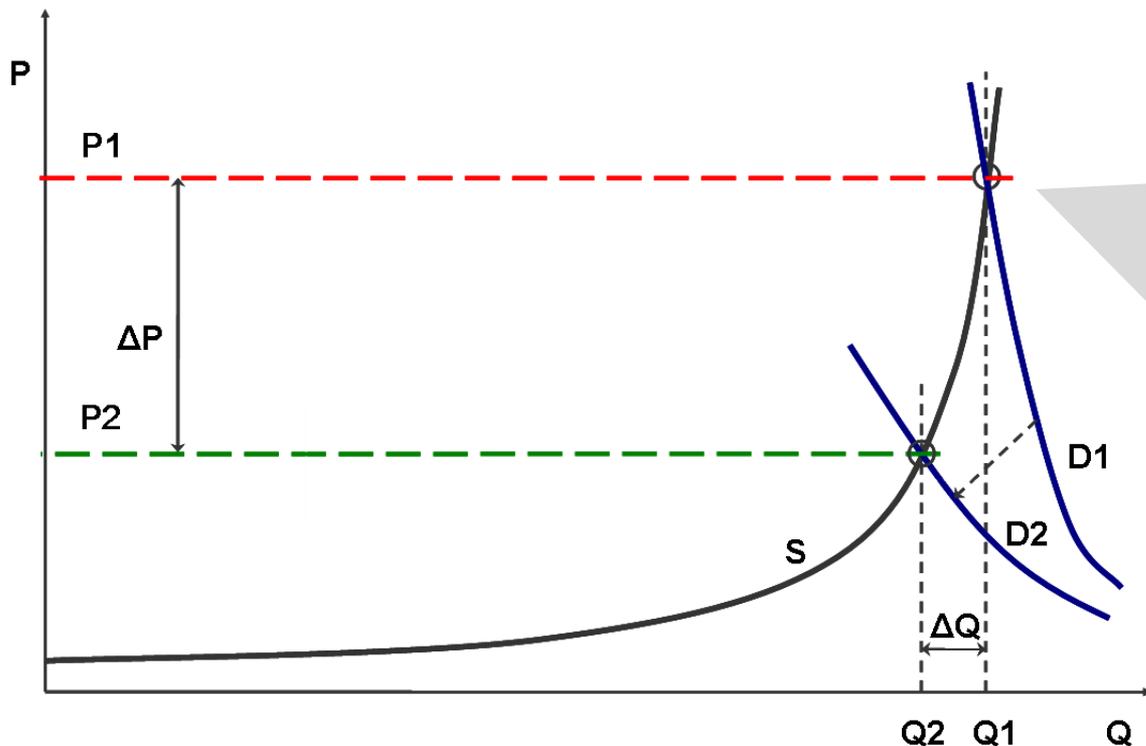


Повышается эластичность спроса. Потребители отказываются потреблять и оплачивать выработку наименее эффективных генераторов





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.



- DR начал применяться в США в 70-е гг. в рамках **«Программы по рационализации спроса» (Demand Management)**, направленной на сбережение электроэнергии за счет стимулирования потребителей к сокращению объема энергопотребления в пиковые периоды спроса или смещения времени энергопотребления на внепиковые периоды спроса
- На протяжении многих лет энергокомпании внедряли **«Программу прямого управления нагрузкой» (Direct Load Control)** в качестве разновидности DR, в рамках которой потребители соглашались на кратковременное отключение нагрузки при аварийных ситуациях в энергосистеме в обмен на специальные тарифы
- Начиная с 2010 г. DR начал активно расти на рынках электроэнергии и получил возможность конкурировать с производством электроэнергии
- Программы DR внедряются в США, ЕС, Австралии, Новой Зеландии, Китае и других странах
- В каждой из стран DR имеет свои особенности, определяемые спецификой рынка электроэнергии, наличием или отсутствием рынка мощности, возможностями участия в рынках потребителей, а также целями программ DR и уровнем их развития



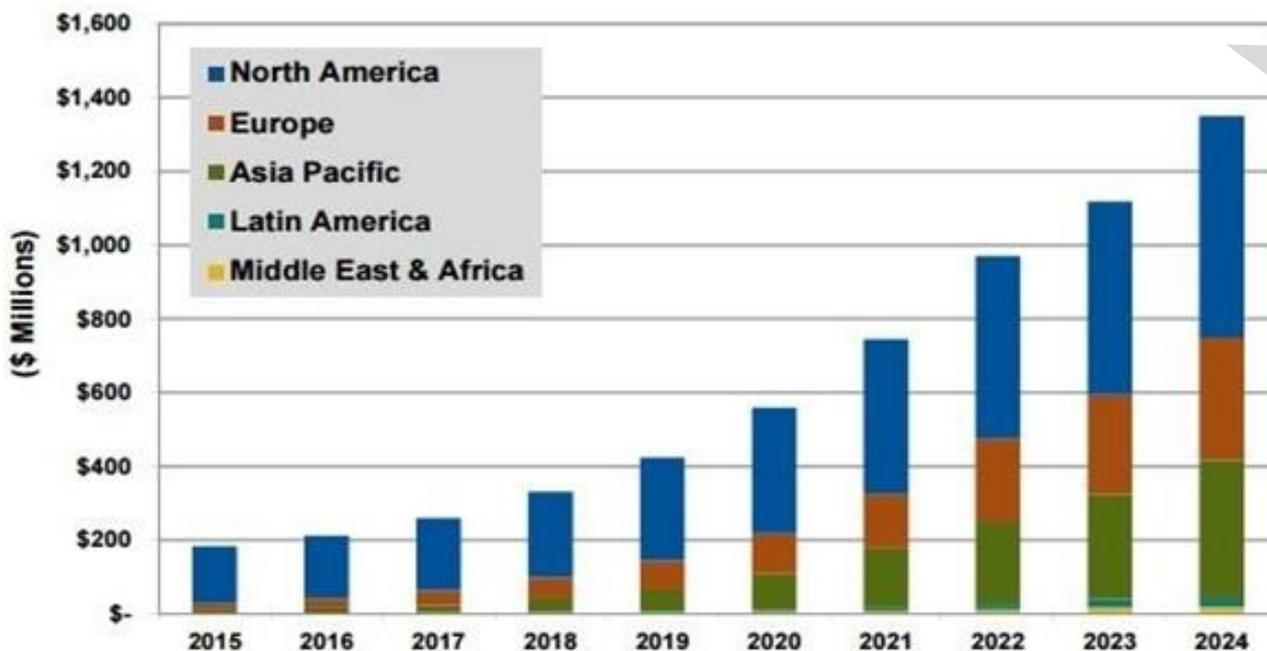
Рост DR на мировых рынках электроэнергии

8

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.



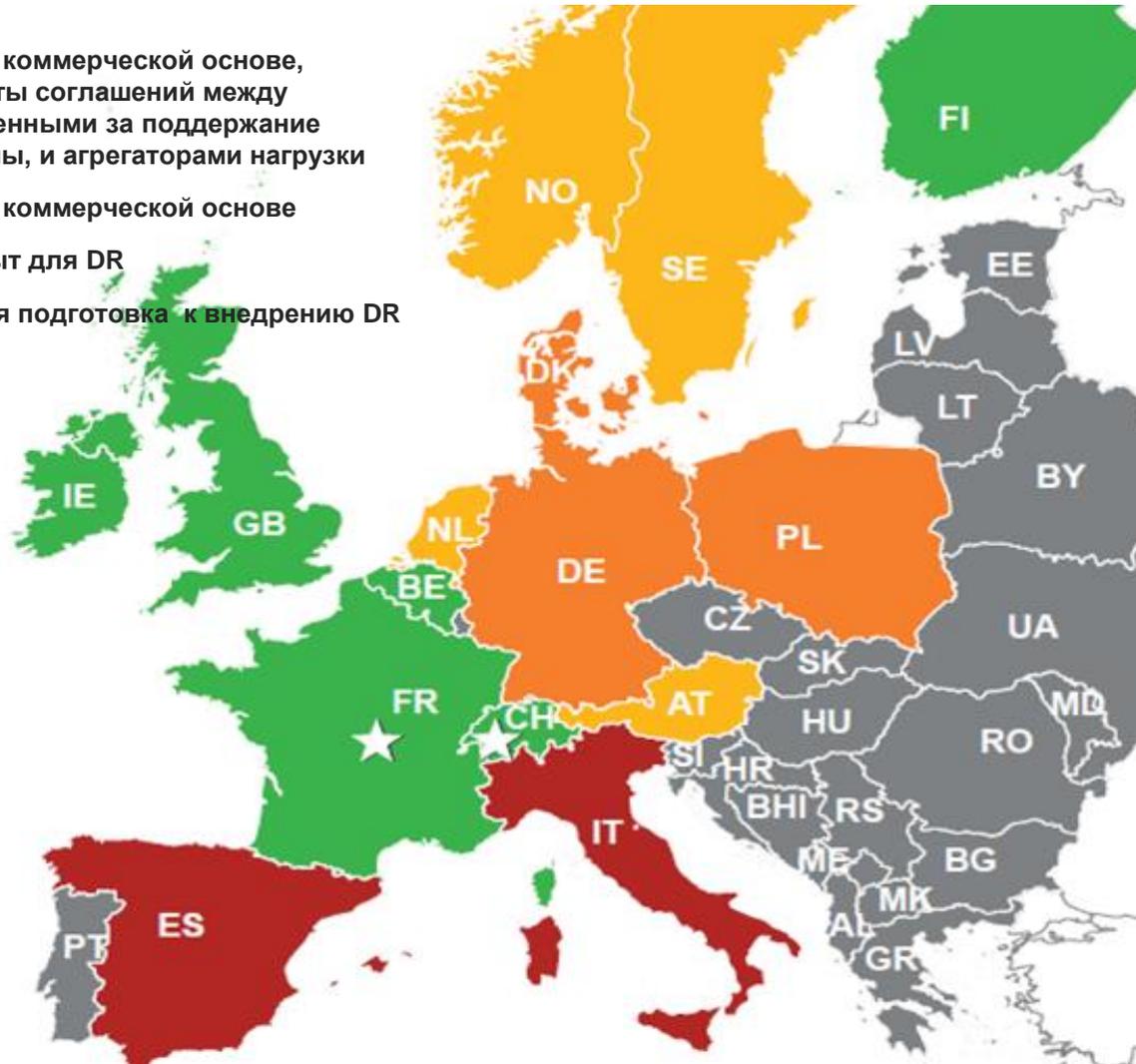
Согласно прогнозам аналитиков общая сумма расходов на внедрение DR в мире вырастет с **\$183,8 млн.** в 2015 г. до **\$1,3 млрд.** в 2024 г.

Источник: Navigant Research



Развитие экономического DR в Европе

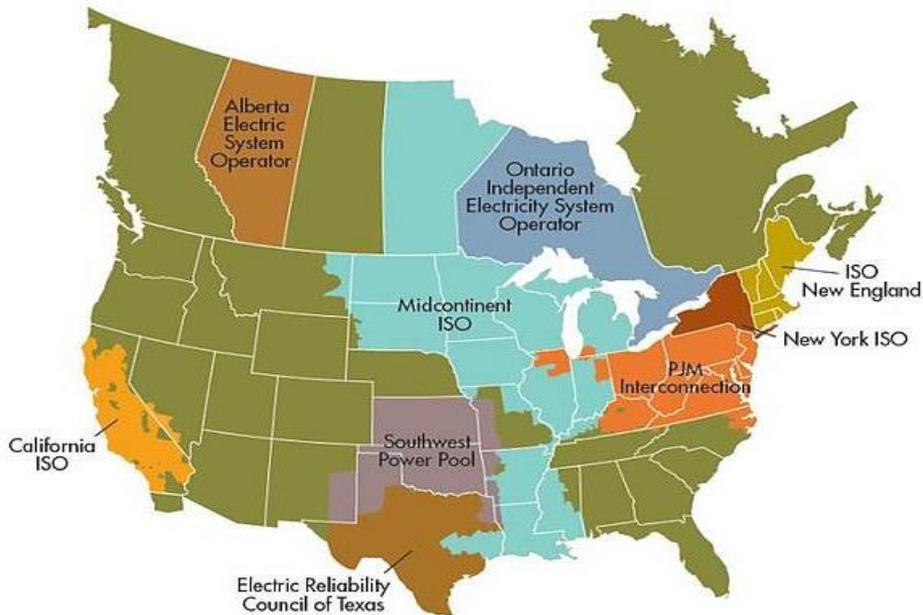
- ★ DR функционирует на коммерческой основе, разработаны стандарты соглашений между субъектами, ответственными за поддержание баланса энергосистемы, и агрегаторами нагрузки
- DR функционирует на коммерческой основе
- Рынок частично открыт для DR
- Идет предварительная подготовка к внедрению DR
- Рынок закрыт для DR
- Данные отсутствуют



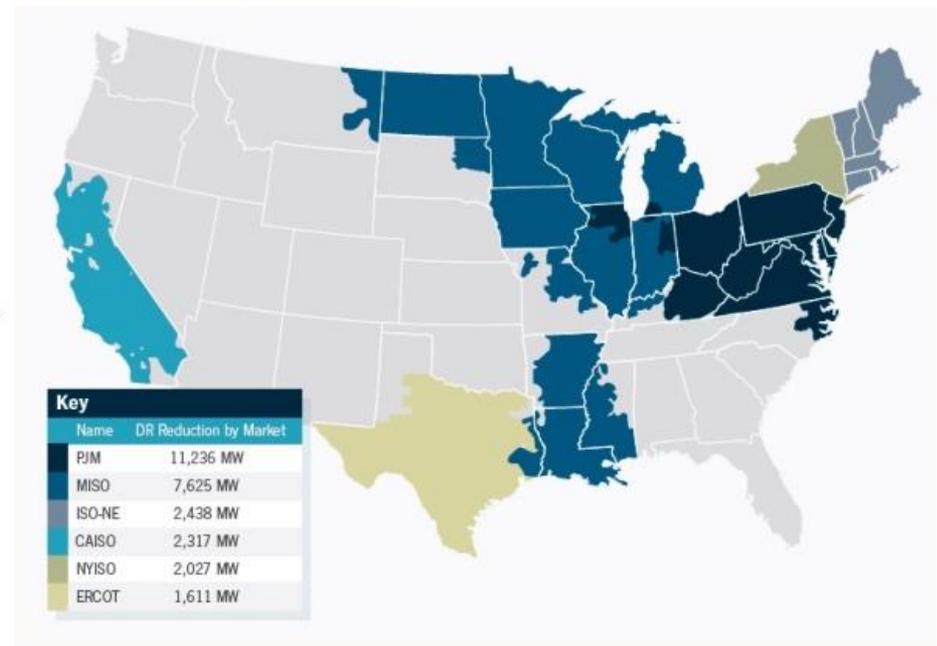


Наибольшее развитие DR отмечено в США, где он функционирует на нескольких рынках электроэнергии.

Рынки электроэнергии США



DR на рынках электроэнергии США





Влияние DR на снижение пиковой нагрузки

11

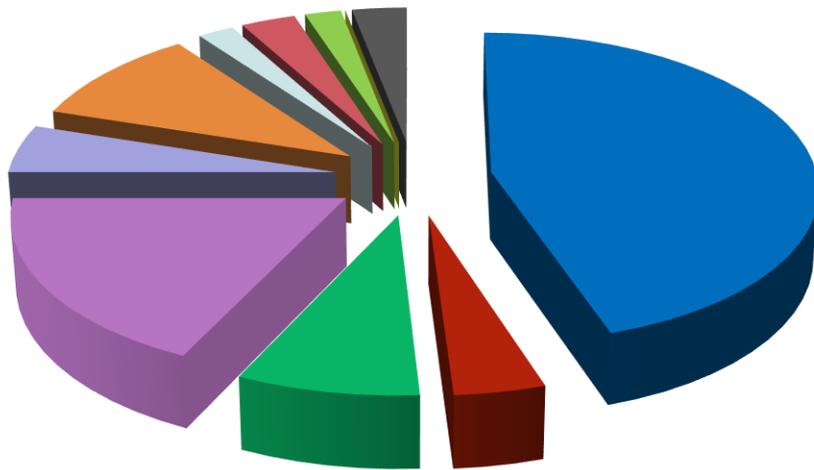
Потенциальное снижение пиковой нагрузки в энергосистемах США за счет применения программ DR на оптовом рынке электроэнергии в 2013-2014 гг.

RTO/ISO (региональные/независимые системные операторы)	2013		2014	
	возможный объём снижения пиковой нагрузки (МВт)	% пиковой нагрузки	возможный объём снижения пиковой нагрузки (МВт)	% пиковой нагрузки
California ISO (CAISO)	2 180	4,8	2 316	5,1
Electric Reliability Council of Texas (ERCOT)	1 950	2,9	2 100	3,2
ISO New England, Inc. (ISO-NE)	2 100	7,7	2 487	10,2
Midcontinental Independent System Operator (MISO)	9 797	10,2	10 356	9,0
New York Independent System Operator (NYISO)	1 307	3,8	1 211	4,1
PJM Interconnection, LLC (PJM)	9 901	6,3	10 416	7,4
Southwest Power Pool, Inc. (SPP)	1 563	3,5	48	0,1
Total ISO/RTO	28 798	6,1	28 934	6,2

Источник: FERC Staff Issue Assessment of Demand Response and Advanced Metering Report, декабрь 2015 г.



Участие отраслей экономики в аварийных программах DR в 2016–2017 году поставки



- Промышленность - 45%
- Горнодобыча - 4%
- Офисные здания - 8%
- Бытовые потребители - 18%
- Розничные услуги - 5%
- Школы - 10%
- Услуги - 2%
- Транспорт, коммуникации, услуги по обеспечению газом и электроэнергией, санитарные службы - 3%
- Сельское хозяйство, лесная и рыбная промышленность - 2%
- Исправительные учреждения - 0,3%
- Больницы - 3%



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**



Критерии использования и учет ценозависимого снижения потребления в РСВ

14

- Сутки, в которых осуществляется ценозависимое снижение объема покупки э/э в ценовой зоне (ЦЗ), выбираются по алгоритму, установленному Постановлением исходя из объемов резерва генерирующих мощностей в ЕЭС.
- Ценозависимое снижение объема покупки э/э в ЦЗ осуществляется в случае если приводит к уменьшению средневзвешенной цены РСВ в час максимальной цены на 1% и более.

Час максимальной цены – час из числа определенных СО плановых часов пиковой нагрузки, в который средневзвешенная цена РСВ, определенная без учета ценозависимого снижения, принимает максимальное значение

Для расчета эффективности применения ЦСП проводятся 2 расчета РСВ:

Расчет 1 – заявки ценозависимых потребителей учитываются с полным объемом потребления (без ценозависимого снижения)



Если критерии использования ценозависимого снижения НЕ выполняются, то плановые объемы РСВ для ЦЗ формируются по итогам Расчета 1

Расчет 2 – заявки ценозависимых потребителей учитываются с объемом, сниженным на величину ценозависимого потребления в течение интервала времени, равного количеству часов, указанному в заявке на КОМ (часы со снижением включают час максимальной цены)



Если критерии использования ценозависимого снижения выполняются, то плановые объемы РСВ для ЦЗ формируются по итогам Расчета 2



- 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



- Прохождение тестирования требуется для подтверждения готовности энергопринимающего оборудования к ценозависимому снижению потребления э/э.
- Тестирование проводится:
 - до начала года – в декабре предшествующего года
 - один раз в месяц после 25 числа, если до 25 числа такого месяца не производилось ценозависимое снижение в обычном порядке
- Тестирование производит АТС путем формирования ТГ для такого покупателя с учетом заявленного им объема и длительности ценозависимому снижению потребления э/э в период, включающий час максимальной цены РСВ в эти сутки из числа часов пиковой нагрузки, установленных СО.
- Контроль фактического потребления электрической энергии в ходе тестирования производится по данным коммерческого учета.
- Возможность ценозависимого снижения считается подтвержденной, если:
 - покупатель подал на соответствующий день уведомление о готовности к ценозависимому снижению потребления э/э (в СО), а также заявку для участия в РСВ с ценопринимающей ступенью в необходимом объеме
 - при отсутствии отклонений объемов фактического потребления э/э от планового в сторону увеличения на величину более 5% от величины ценозависимого снижению потребления э/э, допущенных этим покупателем по собственной инициативе



Организация участия потребителей в ценозависимом снижении потребления

17

Предусмотрено 2 способа организации участия потребителей

На 2020 г. и далее –
потребители участвуют
в КОМ

- В 2016 г. потребители могут подавать заявки на КОМ-2020 и последующие
- На КОМ 2020 отобрана 1 ГТП потребителей с ЦЗСП с объемом снижения мощности 5 МВт

На период с 2017 по 2019 г. Системный оператор формирует перечень покупателей с ценозависимым потреблением

- Требования к участникам оптового рынка и к заявкам покупателей с ЦЗСП аналогичны требованиям, применяемым при проведении КОМ (за исключением требования по предоставлению обеспечения исполнения обязательств)
- В течение календарного года покупатель, включенный в перечень, имеет возможность до начала расчетного месяца изменить количество часов, в течение которых он готов осуществить ценозависимое снижение объема потребления электрической энергии
- В перечень покупателей ЦЗСП на 2017 год включены 5 ГТП потребителей с ЦЗСП с объемом снижения мощности 54 МВт

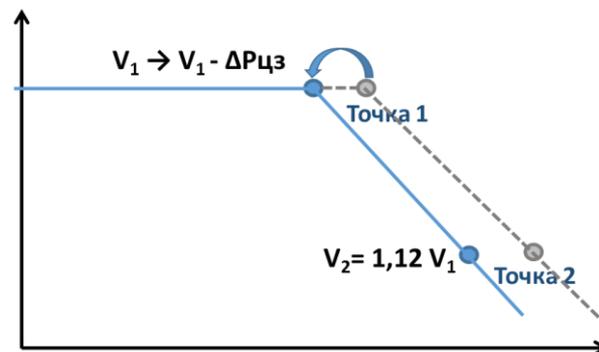


■ Отбор заявок потребителей для учета в КОМ

- Если совокупный объем ценозависимого снижения потребления мощности по всем поданным в ЦЗ заявкам не превышает 1% объема спроса на мощность в первой точке спроса, то в КОМ учитываются все заявки, удовлетворяющие требованиям
- В случае превышения 1% объема спроса в первой точке отбираются заявки, для которых выполняется условие о непревышении 1% с учетом приоритета более ранней подачи заявки
- Итог – перечень заявок покупателей, отобранных для учета в КОМ

■ Изменение спроса

- По отобранным заявкам рассчитывается совокупное ценозависимое снижение потребления мощности по ЦЗ ($\Delta P_{цз}$)
- Участие потребителей в ценозависимом снижении потребления в 2017–2019 г. не снижает объем спроса на мощность



■ Обязательства по итогам прохождения КОМ (формирования Перечня)

- Покупатель с ценозависимым потреблением, прошедший КОМ (в 2017–2019 попавший в Перечень), берет на себя обязательства по разгрузке в РСВ, при этом для такого покупателя уменьшается объем покупки мощности на величину ценозависимого снижения потребления
- Покупатель с ценозависимым потреблением несет финансово-экономическую ответственность за неисполнение обязательств по разгрузке в размере 25% стоимости мощности



2017 год: Участие потребителей в КОМ 2021 и формирование Перечня покупателей ЦЗСП на 2018 год

19

КОМ 2021:

- 10.08.2017 – заключение соглашения с АТС по урегулированию ответственности при неисполнении обязательств
- 01.09.2017 – предоставление обеспечения в соответствии с Регламентом конкурентного отбора мощности (Приложение №19.2 к ДОП)
- 09-15.09.2017 – подача заявок на Сайт КОМ
- 13.09.2017 – направление АТС в СО уведомления об обеспечении
- 20.09.2017 – публикация результатов отбора покупателей в КОМ

Формирование Перечня покупателей с ценозависимым потреблением на 2018 год:

- 21.10.2017 – Публикация СО порядка и сроков подачи заявок для формирования Перечня
- 14.11.2017 – КО передает в СО Реестр квалифицированных покупателей
- 15-21.11.2017 – подача заявок на Сайт КОМ
- 22.11.2017 – публикация Перечня покупателей ЦЗСП
- 01.12.2017 – тестирование энергопринимающих устройств покупателей
- 11.01.2018 – СО передает КО результаты тестирования



Стоимость участия в управлении спросом потребителей оптового рынка

20

- Цена участия потребителей ограничена аналогичной ценой оплачиваемой генератору
- Цена на мощность на 2017 год для 1 ценовой зоны ОРЭ составляет **113 207,7 руб./МВт** в месяц. Для 2 ценовой зоны **181 760,7 руб./МВт** в месяц
- Сумма оплаты фиксирована и не зависит от фактического количества разгрузок в месяц (от 1 до 10 раз), но может быть снижена если потребитель не выполнил свои обязательства по готовности к разгрузке

В зависимости от программы может составить стоимость обязательств по разгрузке на 1 МВт не более 10 раз в месяц:

1 ценовая зона:

- При обязательствах разгружаться 8 часов подряд – **113 207,7 руб./МВт** в месяц
- При обязательствах разгружаться 4 часа подряд – **56 603,85 руб./МВт** в месяц
- При обязательствах разгружаться 2 часа подряд – **28 301,93 руб./МВт** в месяц

2 ценовая зона:

- При обязательствах разгружаться 8 часов подряд – **181 760,7 руб./МВт** в месяц
- При обязательствах разгружаться 4 часа подряд – **90 853,35 руб./МВт** в месяц
- При обязательствах разгружаться 2 часа подряд – **45 426,68 руб./МВт** в месяц



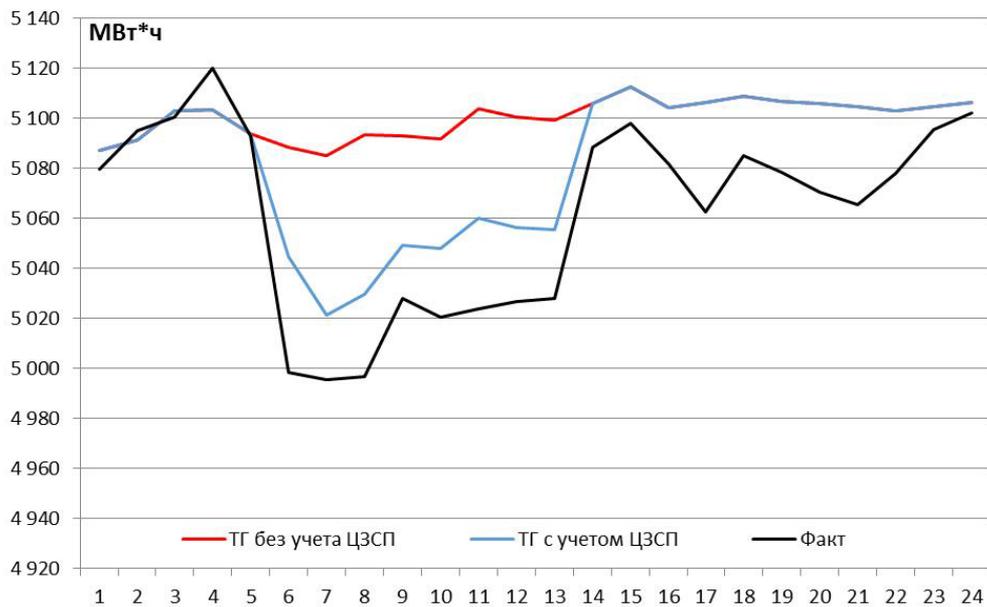
Функционирование механизма ценозависимого снижения потребления в 2017 году

21

В ноябре 2016 года сформирован Перечень покупателей с ценозависимым потреблением на 2017 год.

Участники оптового рынка, заявки которых соответствуют предъявляемым требованиям и отобраны:

1. Акционерное общество «РУСАЛ Новокузнецкий Алюминиевый Завод»
2. Акционерное общество «РУСАЛ Саяногорский Алюминиевый Завод»
3. Открытое акционерное общество «РУСАЛ Братский алюминиевый завод»
4. Общество с ограниченной ответственностью «РУСАЛ Энерго»



Задание на разгрузку формируется не реже 1 раза в месяц.

Обобщенный отчет о фактическом исполнении публикуется на сайте АО «СО ЕЭС»

http://so-ups.ru/index.php?id=dr_review

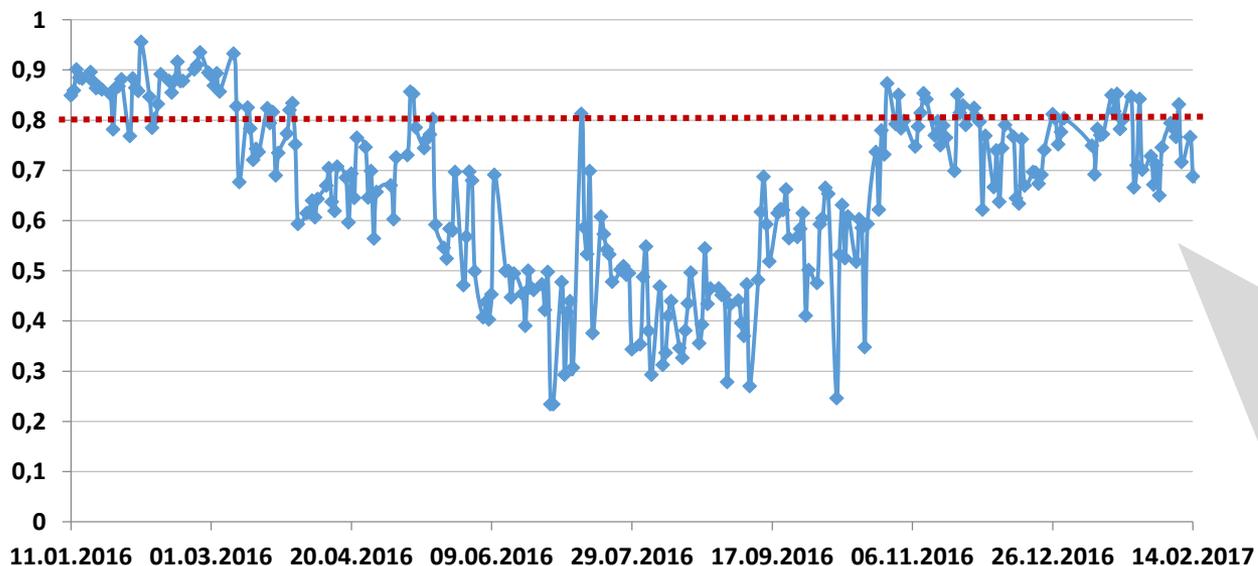


Привлечение потребителей с ЦЗСП к разгрузке осуществляется при выполнении следующих условий, проверяемых АО «АТС» при проведении расчета РСВ:

- контроль степени востребованности предложения тепловой генерации в ценовой зоне (не менее чем на 0,8%)
- снижение средневзвешенной цены в ценовой зоне по итогам дополнительного расчета РСВ в час максимальной цены составило (не менее чем на 0,8%)

Одной из причин ограничивающих срабатывания 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, включающего в себя: для первой ценовой зоны месяцы с января по март и с ноября по декабрь, для второй ценовой зоны - месяцы с января по апрель и с октября по декабрь
- 0,7 – для остальных сезонных периодов календарного года (летнего и межсезонного)



Развитие механизма ценозависимого снижения потребления

23

Постановление Правительства от 20 июля 2016 года РФ № 699 «О внесении изменений в Правила оптового рынка электрической энергии и мощности» содержит поручение по совершенствованию механизма:

2. Министерству экономического развития Российской Федерации, Министерству энергетики Российской Федерации и Федеральной антимонопольной службе с участием Системного оператора провести **до 1 июля 2018 г.** анализ результатов реализации изменений, утвержденных настоящим постановлением, и представить в Правительство Российской Федерации предложения об усовершенствовании механизма ценозависимого снижения потребления.



**Какие барьеры
препятствуют развитию
механизма?**



- Наличие и размер финансовых гарантий при проведении КОМ
- Величина финансовой ответственности за неисполнение обязательств по разгрузке
- Запрет на участие гарантирующих поставщиков
- Невозможность привлечения розничных потребителей
- Необходимость создания технологии подтверждения факта исполнения обязательств для потребителей ГП и иных розничных потребителей

???

Информационный портал о развитии технологии ценозависимого управления спросом

25

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

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://so-ups.ru/?id=dr>. The page header includes the logo of the System Operator of the Unified Energy System (SO) and the text "СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Ценозависимое потребление". A navigation menu on the left lists various categories like "Новости", "Информационные обзоры и аналитические материалы", etc. The main content area features a graph titled "Технология ценозависимого потребления" (DR Technology). The graph plots Price (P) on the vertical axis and Quantity (Q) on the horizontal axis. It shows a supply curve (S) and two demand curves (D1 and D2). D1 represents the initial demand, and D2 represents the demand after DR implementation. The shift from D1 to D2 results in a lower equilibrium price (P2) and a lower equilibrium quantity (Q2) compared to the initial state (P1, Q1). The price difference is labeled as ΔP . Below the graph, the text explains that DR allows consumers to influence demand, which is a key feature of a competitive market. It notes that in the electricity market, the inability to store energy and the lack of substitutes have historically prevented consumers from influencing prices. DR technology, however, allows consumers to reduce their electricity consumption during peak hours, leading to a decrease in the price of electricity. The text also mentions that DR is a key tool for reducing prices during peak hours by attracting less efficient generating units. It concludes that DR is a key tool for reducing prices during peak hours by attracting less efficient generating units.



www.so-ups.ru

Оперативная информация о работе ЕЭС России

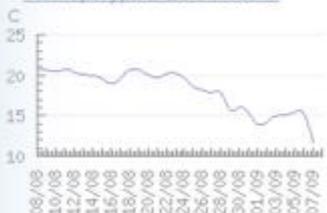


Индикаторы ЕЭС

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»