



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

# Использование регулировочной способности потребителей для повышения эффективности работы рынка

---

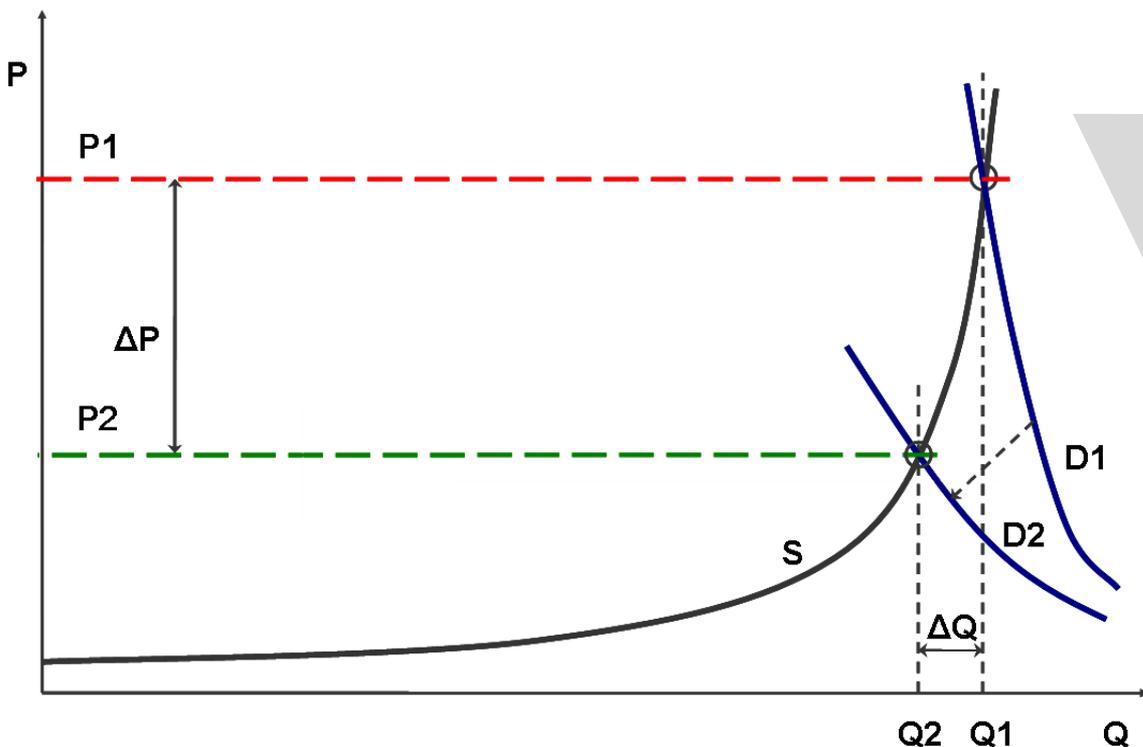
Москва



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



**Экономическое управление спросом (анг. «Demand Response», далее – DR)** подразумевает снижение энергопотребления конечным потребителем при определенных экономических сигналах рынка электроэнергии с получением выручки 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 резким ростом в замыкающей 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.



- 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



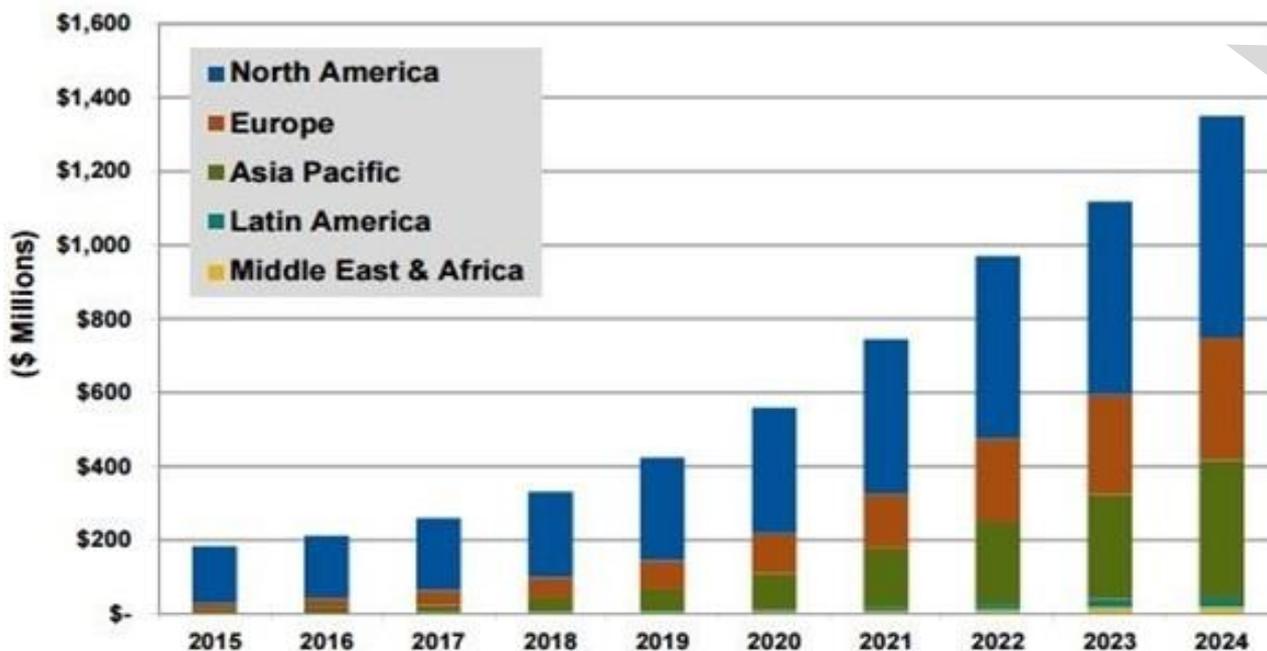
## Рост DR на мировых рынках электроэнергии

5

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.



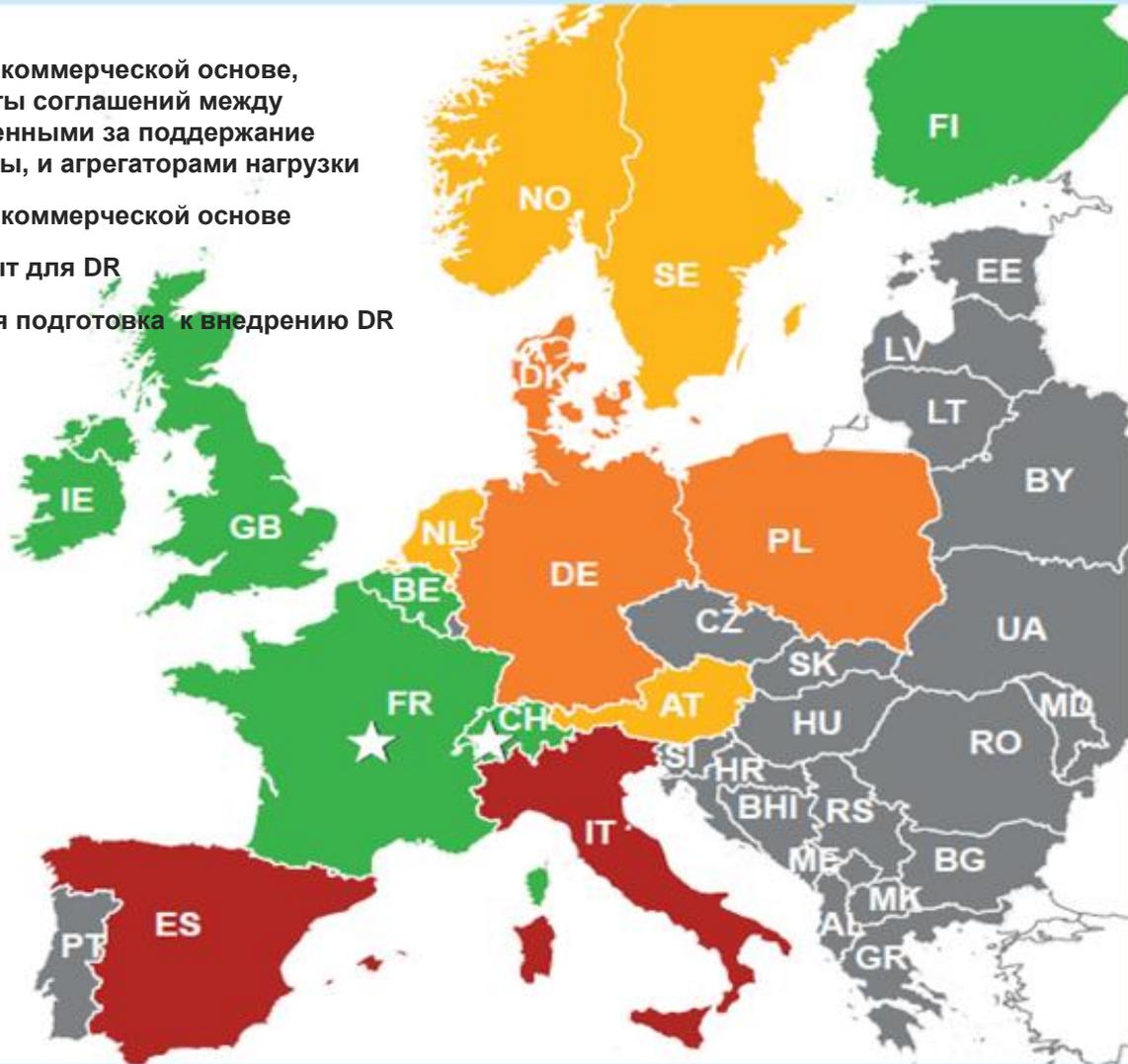
Согласно прогнозам аналитиков общая сумма расходов на внедрение DR в мире вырастет с **\$183,8 млн.** в 2015 г. до **\$1,3 млрд.** в 2024 г.

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





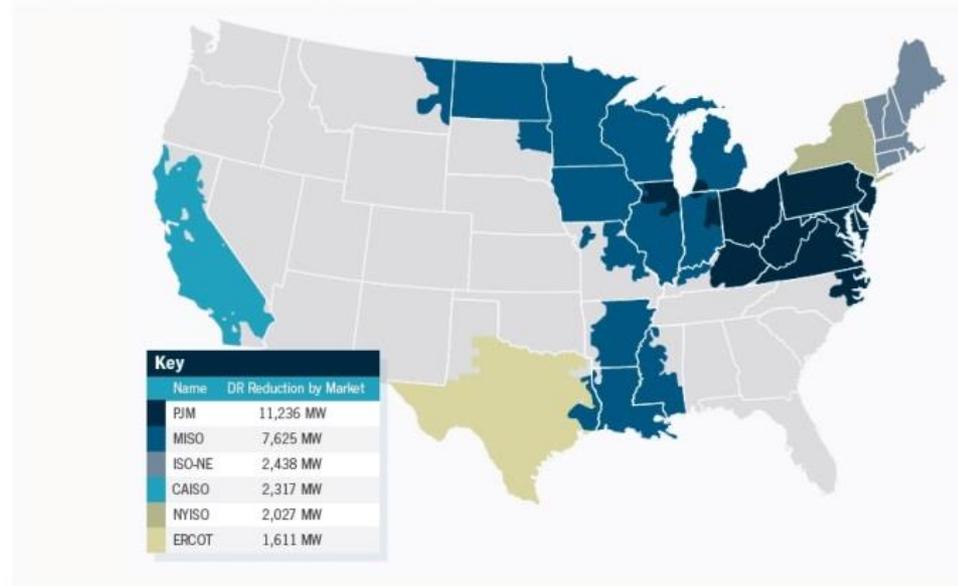
Наибольшее развитие DR отмечено в США, где он функционирует на нескольких рынках электроэнергии.

## Рынки электроэнергии США



## DR на рынках электроэнергии США

Map of the Major U.S. Demand Response Markets



Source: GTM Research



## Влияние DR на снижение пиковой нагрузки

8

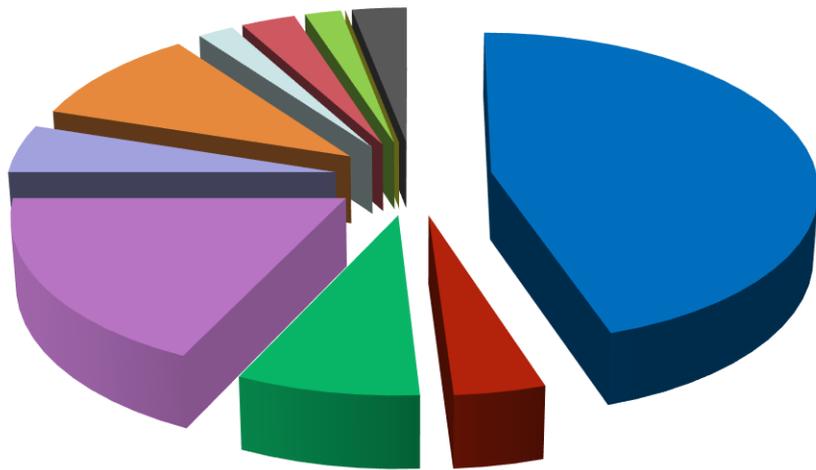
Потенциальное снижение пиковой нагрузки системными операторами США за счет применения программ DR на оптовом рынке электроэнергии в 2013-2014 гг.

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
<b>Total ISO/RTO</b>	<b>28 798</b>	<b>6,1</b>	<b>28 934</b>	<b>6,2</b>

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 потребления:

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



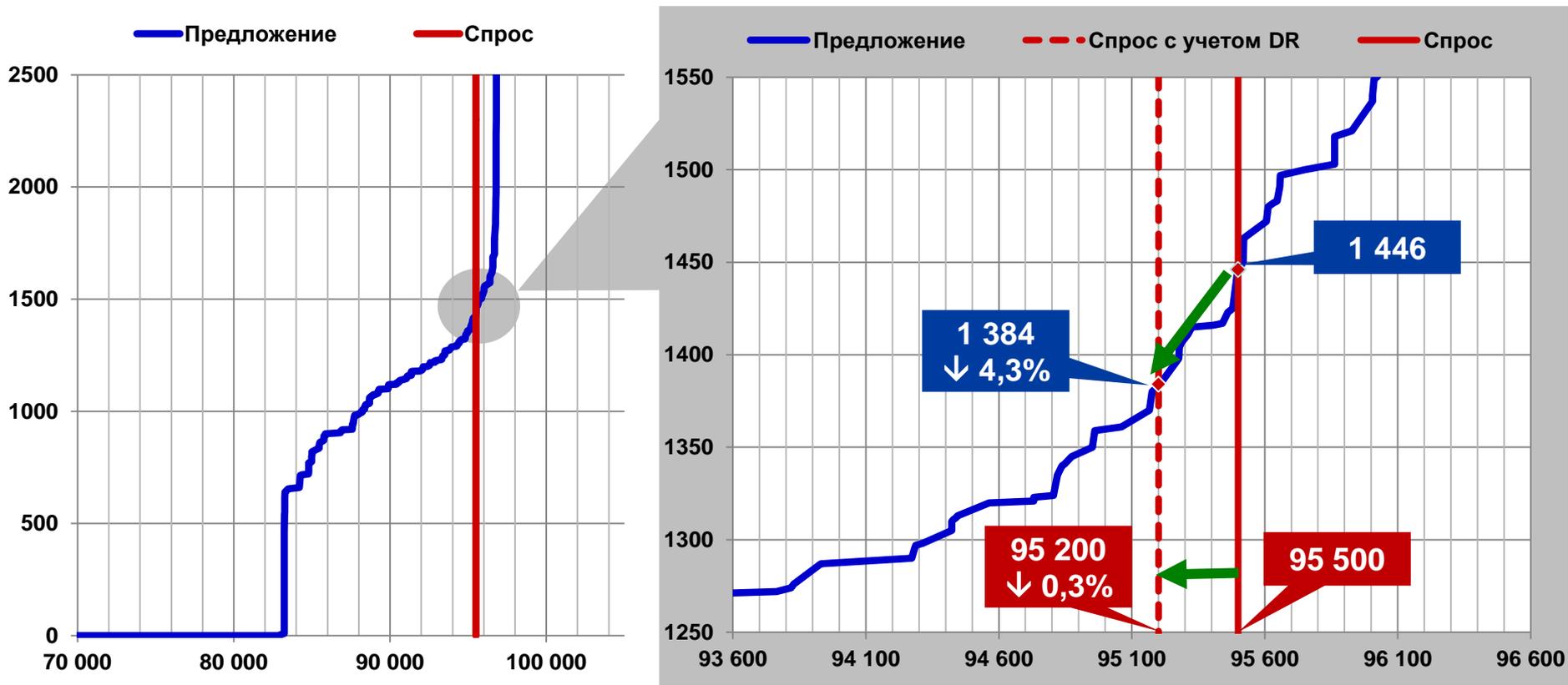
Поэтому потребитель, готовый по требованию снизить свое потребление, может рассматриваться как альтернатива генерации на рынках электроэнергии и/или мощности

- Создаваемый в России 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



# Почему это эффективно?

## Модельный расчет на основании кривой предложения от 08.10.2012 за 20-й час

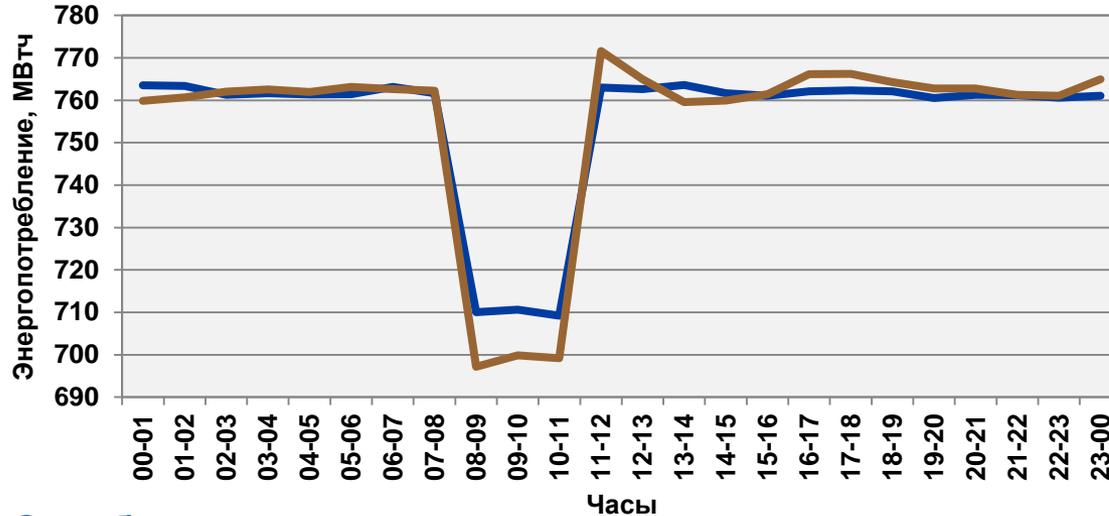


В случае снижения спроса за счет использования ресурса потребителей с 95 500 до 95 200 МВтч (на 0,3%), цена упадет на 62 руб/МВтч (на 4,3%)





# Натурные испытания по изменению графика потребления



## Опробованы:

- Технологическая возможность формирования суточного графика электропотребления предприятиями со сниженным уровнем потребления
- Возможность фактического исполнения графиков предприятиями с отсутствием существенных технологических рисков

## Выявлено наличие потенциального:

- Положительного экономического эффекта для участвующих предприятий
- Системного экономического эффекта для ЕЭС России при использовании данной технологии на предприятиях крупных потребителей

## Результаты моделирования:

Час	Изменение средней цены (руб. /%) 27.02.2013	Изменение средней цены (руб. /%) 28.02.2013
час 9	4,55 / 0,37	5,20 / 0,42
час 10	1,34 / 0,11	1,38 / 0,11
час 11	2,23 / 0,18	5,82 / 0,47

## Суммарный финансовый эффект, руб.:

Дата	Час	Финансовый эффект, руб.
28.02.2013	9	556 890
28.02.2013	10	148 992
28.02.2013	11	623 716
Сумма, руб.		1 329 597

Дата	Час	Финансовый эффект, руб.
27.02.2013	9	488 951
27.02.2013	10	144 893
27.02.2013	11	239 482
Сумма, руб.		873 326



**Разгрузка на 50 МВт в течение 3 часов в рабочий день приводит к эффекту более 1 млн. руб.**



- 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

15

Предусмотрено 2 способа организации участия потребителей

На 2020 г. и далее –  
потребители участвуют  
в КОМ

- В 2016 г. потребители могут подать заявки на КОМ-2020

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 ценозависимым потреблением 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

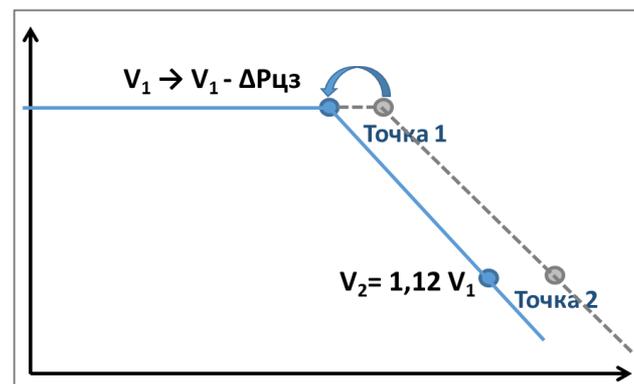


## ■ Отбор заявок потребителей для учета в КОМ

- 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



## Критерии использования и учет ценозависимого снижения потребления в РСВ

17

- 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



# www.so-ups.ru

## Оперативная информация о работе ЕЭС России

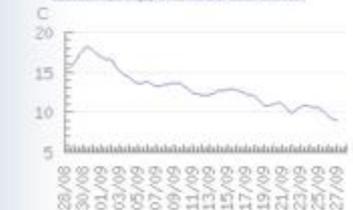


### Индикаторы ЕЭС

Частота в ЕЭС России



Температура в ЕЭС России



План генерации и потребления



### Новости Системного оператора

25.09.2011 16:21  
Рязанское РДУ приняло участие в тренировке по ликвидации аварий в региональной энергосистеме.  
22 сентября в рамках подготовки к проведению осенне-зимнего периода 2011/2012 г. состоялась тренировка по ликвидации аварийных ситуаций в условиях аномально низких температур.

23.09.2011 14:45  
Системный оператор провел натурные испытания Единой энергосистемы России.  
Цели испытаний - проверка фактического действия систем переменного регулирования генерирующего оборудования, оценка влияния ввода услуг по нормированному параллельному регулированию частоты на характеристики ЕЭС России, определение частных характеристик ЕЭС России и энергосистем стран-участниц параллельной работы с ЕЭС России.

23.09.2011 11:16  
Курское РДУ приняло участие в ликвидации условного нарушения электроснабжения потребителей города Курска и Курской области.  
22 сентября в рамках подготовки к проведению осенне-зимнего периода 2011/2012 г. состоялась тренировка по ликвидации условного нарушения электроснабжения потребителей региональных энергетических компаний, сотрудников и МЧС России по Курской области и работниками коммунальных служб города Курска.

21.09.2011 11:24  
Ввод в эксплуатацию новой парогазовой установки на Явлинской ГРЭС повысит надежность электроснабжения потребителей Псковской области.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ САЙТ  
КОНКУРЕНТНОГО  
ОТБОРА МОЩНОСТИ

САЙТ  
БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА

ВАКАНСИИ

РАСКРЫТИЕ  
ИНФОРМАЦИИ

NEWS  
ПОДПИСКА НА НОВОСТИ

МИНЭНЕРГО РОССИИ

# Спасибо за внимание