

Рыночные механизмы участия потребителей в повышении эффективности и надежности работы энергосистем

СИПИНА Д.С.

Рассмотрены механизмы стимулирования участия как промышленных, так и бытовых потребителей в поддержании баланса производства и потребления в США, Великобритании, Австралии и Китае. Данные механизмы основаны на программах Demand Response (DR), предусматривающих осуществление выплат потребителям за оказание услуг по изменению графика энергопотребления при определенных системных условиях или экономических сигналах оптового и розничного рынков, а также позволяющих повысить эффективность и надежность работы энергосистемы, сократить количество выбросов в окружающую среду, подключать к сети большое число источников возобновляемой энергии, снизить сетевые перегрузки, выравнять график нагрузки. В настоящее время в РФ отсутствуют рыночные механизмы для стимулирования участия регулировочных способностей промышленных потребителей в поддержании баланса производства и потребления в периоды наиболее высоких цен (ценозависимое потребление). Поэтому мировой опыт, примеры участия предприятий различных областей в DR и особенности их технологических возможностей по снижению нагрузки важны для развития программ DR в РФ.

Ключевые слова: энергосистемы, надежность, эффективность, потребители, Demand Response, ценозависимое потребление

В последние годы стимулирование участия как промышленных, так и бытовых потребителей в повышении эффективности и надежности работы энергосистемы является отчетливо прослеживаемой мировой тенденцией. Такие потребители, которые имеют технологические возможности принимать участие в обеспечении баланса генерируемой и потребляемой электроэнергии, а также снижении ее стоимости в период высоких цен за счет изменения графика собственного потребления, за рубежом получили название ресурсы Demand Response (далее DR). Многие страны активно занимаются разработкой и реализацией механизмов участия ресурсов DR, прогнозированием их потенциала и его учета при формировании программ развития электроэнергетики, а также поиском технических решений для автоматизации такого участия, в том

Mechanisms for stimulating both industrial and domestic consumers to maintain balance between generation and consumption used in the United States, United Kingdom, Australia, and China are considered. Central to these mechanisms is the use of so-called Demand Response (DR) programs, according to which payments are made to consumers for rendering services aimed at modifying the power consumption schedule under certain conditions in the power system or when economic signals are received from the wholesale and retail markets, which also make it possible to achieve more efficient and reliable operation of the power system, to reduce the amount of emissions discharged into the environment, to connect a large number of renewable sources of energy to the network, to reduce overloads in the network, and to flatten the load curve. At present, market mechanisms for stimulating participation of the regulating abilities of industrial consumers in maintaining balance between the generation and consumption in the periods of the highest prices (the price-dependent consumption) are lacking in the Russian Federation. Therefore, the experience gained around the world, examples of participation in DRs of enterprises belonging to different industrial sectors, and specific features of their technological abilities for reducing the load are important for development of DR programs in the Russian Federation.

Key words: power systems, reliability, efficiency, consumers, Demand response, price-dependent consumption

числе в рамках проектов по созданию интеллектуальных сетей (Smart Grids).

Само понятие «Demand Response» подразумевает снижение энергопотребления конечным потребителем при определенных системных условиях («противоаварийный» DR) или «экономических» сигналах оптового и розничного рынков («экономический» DR) с получением выручки за осуществление такого снижения. К типичным примерам относится снижение потребления электроэнергии за счет использования локальных источников энергоснабжения потребителя (в том числе резервных генерирующих объектов, накопителей энергии и др.), регулирование интенсивности работы двигателей насосно-перекачивающих систем, изменение уставки термостата для систем кондиционирования и/или холодильных установок, изменение или ос-

Таблица 1

Рынок электроэнергии	Рынок мощности	Рынок вспомогательных услуг
<p>Экономический DR, снижение энергопотребления, когда спотовая цена (Locational Marginal Price, далее – LMP) высока</p> <p>Противоаварийный DR – «Только электроэнергия» (Energy Only), подразумевает добровольное снижение энергопотребления в аварийных случаях и получение платы на рынке электроэнергии</p> <p>Планируемые на сутки вперед резервы</p>	<p>Противоаварийный DR: «Полный» (Full), в рамках которого потребители получают плату за электроэнергию и мощность</p> <p>«Только мощность» (Capacity Only), потребители получают плату за мощность</p> <p>Обязательное снижение нагрузки по команде PJM при аварийных событиях, если у поставщика услуг имеются обязательства по снижению нагрузки в рамках рынка мощности</p>	<p>Синхронизированные резервы</p> <p>Системное регулирование</p> <p>Обязательное снижение энергопотребления</p>

танов производственного цикла, частичное отключение освещения и др. Данное понятие не включает в себя изменение энергопотребления, обусловленное нормальной операционной деятельностью предприятия (например, снижение потребления электроэнергии в праздничные дни) [1].

Розничные потребители, как правило, мало восприимчивы к ценам оптового рынка, кроме того, отдельно взятому потребителю дорого устанавливать системы мониторинга и внедрять оборудование, обеспечивающее снижение энергопотребления, сложно разбираться в правилах работы рынков и технологиях разгрузки. Создание специальных организаций (агрегаторов) позволяет дать доступ к участию в программах DR большому числу потребителей за счет их объединения в «кластеры». При этом агрегатор выявляет возможности потребителей в части DR, предоставляет необходимое оборудование и услуги по организации операционной деятельности для осуществления DR, а также несет ответственность за их деятельность на рынке и выполнение взятых по снижению энергопотребления обязательств.

Программы, стимулирующие потребителей к участию в экономическом и противоаварийном DR, широко распространены в мире и активно применяются в США, Великобритании, Италии, Испании, Австралии, Новой Зеландии и других странах.

Рассмотрим программы DR в США, Великобритании, Австралии и Китае. В каждой из стран они имеют свои особенности, определяемые спецификой принципов организации рынка электроэнергии, наличием или отсутствием рынка мощности, возможностями участия в нем потребителей, а также целями программ по DR и степенью их реализации.

США (PJM). В США DR рассматривается как важный ресурс, позволяющий обеспечивать баланс генерируемой и потребляемой электроэнергии, и выступает в качестве эквивалента загрузки дорогих генерирующих мощностей во время высокого спроса [1].

В связи с этим на рынках PJM (системного оператора 13-ти штатов и округа Колумбия) потребители имеют широкие возможности по DR и наряду с генерирующими компаниями могут подавать заявки на участие на рынке электроэнергии, мощности и рынке вспомогательных услуг, тем самым оказывать оплачиваемые услуги по экономическому и противоаварийному DR (табл. 1) [2, 3].

При этом они непосредственно не принимают участия в программах по DR, если не являются участниками PJM, и тогда от их лица действуют поставщики услуг по снижению нагрузки (Curtailment Service Provider, далее – CSP или агрегатор). В качестве агрегаторов выступают распределительные, энергосбытовые компании или другие участники PJM, специализирующиеся на DR [3].

В терминологии PJM экономический DR представляет собой выполнение обязательств, добровольно взятых ресурсом DR, по уменьшению нагрузки, когда на рынке цена на электроэнергию выше, чем ежемесячно публикуемая PJM «цена чистой выгоды» (Net Benefit Price).

Участие в программе PJM по экономическому DR (Economic Load Response Program) дает возможность потребителям участвовать на рынке на сутки вперед и на рынке реального времени (балансирующем рынке) [4], а также в оказании вспомогательных услуг [2].

Выполнение обязательств поставщиков DR¹, участвующих на данных рынках, заключается в соответствии отобранного по результатам аукциона объема снижения или диспетчерской команды PJM и фактического объема снижения, определяемого на основе данных измерительного оборудования на объекте поставщика. В случае их несоответствия предусмотрены штрафные санкции [4].

В 2010 г. снижение энергопотребления, обеспеченное поставщиками услуг по экономическому DR, за год составило 74070 МВтж [4].

¹ Поставщик услуг по DR – конечный потребитель или совокупность потребителей, объединенных агрегатором, успешно прошедшие отборы.

Таблица 2

Требование	Ограниченный DR	Расширенный летний DR	Годовой DR
Доступность	Любой день недели за исключением праздников, установленных NERC, в течение июня–сентября (период оказания услуг)	Любой день в течение июня–октября и мая следующего года (период оказания услуг)	Любой день года оказания услуг (за исключением утвержденных ремонтных дней в октябре–апреле)
Максимальное число разгрузок	10 в год	Не ограничено	Не ограничено
Промежуток времени, когда поставщики должны быть готовы к оказанию услуг	12:00–20:00	10:00–22:00	Июнь–октябрь и май следующего года: 10:00–22:00; ноябрь–апрель: 6:00–21:00
Максимальная продолжительность работы с пониженным энергопотреблением	6 ч	10 ч	10 ч

Тем не менее основным источником дохода поставщиков услуг по DR является рынок мощности, на котором они получают плату за оказание услуг по противоаварийному DR.

Программа PJM по противоаварийному DR (Emergency Load Response Program) представляет собой обязательное снижение энергопотребления или потребление электроэнергии на заданном уровне по команде диспетчеров PJM при определенных системных условиях. Для PJM данные ресурсы равнозначны генераторам, и оператор полностью полагается на оказание ими услуг в тех случаях, когда сложившийся в энергосистеме режим может привести к частичному нарушению энергоснабжения и/или отключению потребителей в его операционной зоне. Поэтому за невыполнение обязательств предусмотрены штрафы [2].

Начиная с 2014/2015 г. ресурсы, обеспечивающие снижение нагрузки, могут оказывать следующие услуги:

- ограниченный DR (Limited Demand Resource);
- расширенный летний DR (Extended Summer Demand Resource);
- годовой DR (Annual Demand Resource) [5].

В табл. 2 приведены сравнительные характеристики данных видов услуг.

Вне зависимости от типа DR снижение энергопотребления потребителями должно быть осуществлено в течение двух часов с момента поступления команды диспетчеров PJM. После наступления аварийного события, при котором поставщики DR привлекались к оказанию услуг, проводится оценка выполнения ими обязательств по командам диспетчеров (Event Compliance). При отсутствии привлечения поставщиков услуг по DR к снижению своей нагрузки в течение определенного времени PJM и агрегаторы проводят проверки готовности поставщиков к оказанию услуг (Test Compliance). Невыполнение обязательств предусматривает штрафы [5].

В соответствии с проведенными отборами обязательства поставщиков услуг по противоаварийному DR с 2011 по 2014/2015 гг. составляют в среднем более 10600 МВт (UCAP)² снижения в каждом году и достигнут 14 000 МВт (UCAP) в 2014/2015 гг. [6].

Европа. На данный момент в Европе отсутствует единая гармонизированная программа и механизмы участия потребителей в DR. Многие страны (Австрия, Финляндия, Франция, Германия, Ирландия, Италия, Словения, Швеция и др.) реализуют свои собственные подходы.

В отличие от США идеи DR в Европе главным образом связаны с возможным положительным экологическим эффектом от его реализации: сокращение выбросов и защита окружающей среды, включение в энергосистему большого числа источников возобновляемой энергии (ветряной и солнечной) в течение последующих 10 лет, а также снижение сетевых перегрузок [7].

В части развития участия в DR конечных потребителей жилого, коммерческого и промышленного секторов Великобритании занимает передовые позиции в Европе [8], поэтому уделим ей повышенное внимание.

В операционной зоне National Grid (далее – NG) – системного оператора Великобритании – ресурсы по DR имеют возможность участвовать в регулировании частоты, предоставлении резервов, управлении реактивной мощностью и обеспечении системной надежности. Как и в США, к ним относят генераторы предприятий (в том числе резерв-

² Для ресурсов, обеспечивающих снижение энергопотребления, установленная мощность (Installed Capacity, далее – ICAP) соответствует максимально возможному значению снижения мощности/ICAP для каждого ресурса по DR (или группы ресурсов по DR после их проверки в системе eRPV); затем данное значение пересчитывается в UCAP с учетом Forecast Pool Requirement (Прогнозные пуловые требования – FPR), которые являются одной из величин, отражающих требования к резервам для выполнения критерия надежности PJM: ожидаемое отключение нагрузки (Loss of Load Expectation – LOLE) не более 1 раза в 10 лет и Demand Resource Factor (DSF).

ные), предприятия с большим энергопотреблением, имеющие возможность снижения своей нагрузки или отключения на некоторый промежуток времени, а также совокупность большого числа конечных потребителей с маленькой нагрузкой [9].

Возможности в регулировании частоты ресурсами DR предусматривает оказание ими двух типов услуг.

Точное управление изменением частоты. Поставщик данных услуг, имеющий возможность снижать свою нагрузку как минимум на 10 МВт, при значительных отклонениях частоты должен автоматически и мгновенно осуществлять снижение, за что получает плату, определяемую результатами отборов [10].

Управление изменением частоты с помощью отключения нагрузки. Услуга подразумевает готовность к автоматическому отключению продолжительностью 30 мин и предоставлению не менее 3 МВт снижения нагрузки (что в ряде случаев достигается за счет агрегирования большого числа мелких потребителей) при больших отклонениях частоты, возникших, например, из-за выхода из работы генератора большой мощности; статистически подобные отключения имеют место от 10 до 30 раз в год. Плата за оказание услуг производится по цене, определяемой по результатам двусторонних переговоров [11].

В части предоставления резервов существуют следующие оплачиваемые услуги, оказываемые потребителями.

Быстро реализуемый резерв, используемый для удовлетворения большого и быстро растущего спроса, для которого электростанции оказываются слишком медленными генерирующими мощностями [10].

Краткосрочный операционный резерв, который NG использует во время определенных промежутков времени в течение дня с целью обеспечения

резервов для покрытия общих изменений в спросе и перебоев в генерации [10].

Управление потреблением (Demand Management) рассматривается в качестве дополнения к другим видам резервов во время аварийных нарушений. Данная услуга позволяет потребителям электроэнергии участвовать на рынке резервов в тех случаях, когда они не имеют возможности оказывать балансирующие услуги. NG приветствует участие потребителей в данной услуге посредством агрегаторов [12].

В табл. 3 приведены сравнительные характеристики данных видов услуг.

По состоянию на июнь 2012 г. ресурсы по DR обеспечивали снижение на 1–1,5 ГВт при 80 ГВт установленных генерирующих мощностей Великобритании [15].

При наличии достаточно широких возможностей и механизмов участия в оказании услуг DR развитие его потенциала (привлечение все большего числа потребителей к оказанию услуг) в Великобритании и Европе в целом ограничено по ряду причин. К ним можно отнести обязательства по сокращению выбросов парниковых газов (что лимитирует участие дизельных генераторов потребителей), наличие жестких требований к поставщикам услуг по DR (например, готовность к оказанию услуг 24 ч в сутки в течение всей недели в Австрии), несовершенство методик определения среднего уровня энергопотребления, относительно которого будет определяться фактически осуществленное снижение (Великобритания и другие страны), отсутствие четкой договорной основы и системы расчета платежей за оказанные услуги (большинство стран Европы), запрет на агрегирование коммерческих и промышленных потребителей (Италия) [8].

Австралия. В настоящее время реализованные механизмы участия потребителей на энергетических рынках в США и Европе, активное их при-

Таблица 3

Характеристика услуг	Быстро реализуемый резерв [13]	Краткосрочный операционный резерв [14]	Управление потреблением [12]
Начало оказания услуг	2 мин после получения команды диспетчера	В пределах 240 мин после получения команды NG	По условиям договора
Продолжительность оказания услуги	Как минимум в течение 15 мин	2 ч (в соответствии с командой диспетчера)	По условиям договора
Скорость снижения	25 МВт/мин или больше	–	–
Минимальный объем снижения	50 МВт	3 МВт	25 МВт
Частота привлечения ресурса DR к оказанию услуг	–	3 раза в неделю	–
Метод определения поставщиков услуг	Отбор	Отбор	Двусторонние переговоры

влечение к оказанию услуг во время аварийных событий или при высоком спросе на электроэнергию отличаются от рыночных возможностей ресурсов DR в Австралии. Ограниченность потребителей в DR определяется принципами энергетики Австралии, в соответствии с которыми потребители не могут принимать участие на национальном рынке электроэнергии и вспомогательных услуг (National Electricity Market, далее – NEM) [16]. Тем не менее, уже реализованные возможности DR позволяют выравнивать суточные графики нагрузки и внедрять подходы эффективного использования электроэнергии.

К механизмам DR в Австралии можно отнести, во-первых, заключение договоров с крупными промышленными потребителями на увеличение энергопотребления в непиковые часы, при которых потребители получают положительный экономический эффект за счет экономии на расходах [16].

Во-вторых, непосредственное управление нагрузкой (например системами горячего водоснабжения, кондиционирования, насосными системами), для осуществления которой заключается договор с коммерческими и бытовыми потребителями на включение или отключение их оборудования. Причем управление нагрузкой в отношении систем горячего водоснабжения бытовых потребителей осуществляется с 1960 г.! Благодаря данному подходу каждый год порядка 500000 домов обеспечивают снижение пиковой нагрузки на 300 МВт за счет использования систем горячего водоснабжения в непиковые часы [16]. На данном этапе осуществляются пилотные проекты в части насосных систем и кондиционирования воздуха, а также применение льготных тарифов на электроэнергию для потребителей, участвующих в таких программах [17].

В-третьих, применение различных тарифов в зависимости от времени суток, времени года, реальных цен на электроэнергию во время пиковых нагрузок. На данный момент подход используется в отношении крупных коммерческих и промышленных потребителей и небольшой доли среднего, малого бизнеса и бытовых потребителей. Энергосбытовыми компаниям NEM позволяет передавать крупным и средним потребителям ценовые сигналы, обеспечивая тем самым DR [18], за счет чего эффективно изменяется их энергопотребление и сокращаются затраты на электроэнергию.

Кроме того, широко распространено применение резервных генераторов потребителей, источников возобновляемой энергии, когенерационных и тригенерационных источников³. Однако они применяются

для обеспечения резервного электропитания при нарушениях работы главных генерирующих мощностей, за что плата не предусматривается.

При сложившейся архитектуре NEM достижение высокой доли участия потребителей в DR является сложной задачей. На данный момент рассматриваются различные подходы для решения данного вопроса, в том числе и посредством фундаментальной реорганизации рынка: например, внедрение форвардного рынка мощности и вспомогательных услуг, обеспечивающих адекватный механизм ценообразования для услуг по снижению нагрузки потребителями [19]. Совет по энергетике уделяет большое внимание возможностям потребителей в управлении своей нагрузкой для совершенствования NEM и обеспечивает формирование нормативно-правовой базы для такого управления, а также проведение необходимых исследований [20].

В соответствии с предложениями Комиссии по энергетическому рынку в ближайшей перспективе возможный механизм, обеспечивающий участие потребителей на рынке, будет касаться только крупных энергопотребителей (коммерческих и промышленных), которые непосредственно или через агрегаторов смогут участвовать в нем. В будущем данный механизм может быть адаптирован для бытовых потребителей и потребителей с малой нагрузкой (при установке соответствующего измерительного оборудования) посредством агрегаторов. Комиссия также рекомендует обеспечить участие на оптовом рынке потребителей как контролируемых системным оператором Австралии (АЕМО) в соответствии с поданной заявкой, так и самопланируемых ресурсов DR, имеющих возможность самостоятельно определять время снижения своего энергопотребления. Однако механизм участия находится в стадии разработки.

Китай. В Китае DR развивается в рамках проектов по построению в стране интеллектуальной сети (Smart Grid). Пятилетний план на 2011–2015 гг. предусматривает инвестиции в размере 1,5 триллиона юаней на развитие энергосистемы, а долгосрочная цель к 2020 г. заключается в создании полностью функционирующей Smart Grid, охватывающей всю страну [21].

На данном этапе начинается создание первого китайского проекта по DR в рамках Smart Grid, начало которому положило подписание договора (5 января 2012 г.) между компанией Honeywell и системным оператором Китая – State Grid Corporation of China. Договор подразумевает внедрение системы Auto DR⁴ в ряде офисных зданий,

³ Тригенерация – комбинированное производство электрической, тепловой и холодильной энергии.

⁴ Технология автоматизированного управления энергопотреблением.

на некоторых государственных и коммерческих предприятиях, а также заводов Тяньцзиньской зоны экономического и технического развития (далее – TEDA)⁵.

По оценкам данная технология сделает возможным снижение пиковых нагрузок на 15–30%, а также позволит предприятиям TEDA оптимизировать свою инвестиционную и операционную деятельность, внести вклад в повышение энергоэффективности и защиту окружающей среды [22].

Заключение. В настоящее время DR представляет большой интерес для многих стран на всех континентах. В некоторых из них программы DR только получают свое развитие, как в Китае, и новые возможности, как в Австралии. В других странах, например в США и Великобритании, потребители активно участвуют в рынках и оказывают услуги как за счет останова операционных процессов и оборудования фабрик, так и резервных генераторов, систем освещения или кондиционирования банков или розничных магазинов и др. Потребители могут подавать заявки на рынок электроэнергии и участвовать в отборах на рынке мощности, снижать энергопотребление по команде диспетчера при определенных системных условиях или при получении экономических сигналов оптового и розничного рынков (США) или, главным образом, участвовать в обеспечении регулирования частоты и системной надежности (Великобритания).

Механизмы и программы участия потребителей формируются с учетом специфики принципов организации электроэнергетики и функционирования энергетических рынков стран и в связи с этим обладают своими особенностями, но каждая из них имеет общую цель: вовлечение потребителя в повышение эффективности и надежности работы энергосистемы, но не пассивно отключаемого, а активно реагирующего на изменение цены на рынке или системные условия. Также DR связан с возможным положительным экологическим эффектом (сокращение выбросов, включение в энергосистему большого числа источников возобновляемой энергии) и снижением сетевых перегрузок, выравниванием графика нагрузки.

В ЕЭС России в настоящее время реализовано участие потребителей в противоаварийном управлении (противоаварийный DR) через механизмы формирования и применения графиков ограничения потребления, а также подключения под дейст-

вие противоаварийной автоматики и автоматики частотной разгрузки.

Делаются первые шаги по их стимулированию к участию в повышении энергоэффективности и выравниванию графиков нагрузки, например за счет внедрения многотарифных счетчиков. Однако в настоящее время нет рыночных механизмов для стимулирования участия регулировочных способностей промышленных потребителей к поддержанию баланса производства и потребления в периоды наиболее высоких цен. При этом такое участие позволяет не только потребителям получить индивидуальный экономический эффект (получение платы за оказание услуг), но и всем субъектам рынка за счет снижения выработки электроэнергии низкоэффективными генерирующими мощностями.

Следуя мировому тренду, РФ было бы полезно изучать мировой опыт и механизмы стимулирования потребителей, примеры участия предприятий той или иной области в программах DR и особенности их технологических возможностей по снижению нагрузки и на основании полученных знаний внедрить экономические стимулы, позволяющие активно использовать ресурсы DR.

Использованные источники

1. Сайт PJM: <http://www.pjm.com/~media/markets-ops/dsr/end-usecustomer-fact-sheet.ashx>
2. Retail Electricity Consumer Opportunities for Demand Response in PJM's Wholesale Markets: <http://www.pjm.com/markets-and-operation/~media/markets-ops/dsr/end-use-customer-fact-sheet.ashx>
3. PJM Demand Side Response Overview. 9/24/2012: <http://www.pjm.com/training/~media/training/core-curriculum/ip-lse-202/demand-response-load-management-and-energy-efficiency.ashx>
4. 2011, State of the Market Report for PJM, Monitoring Analytics, LLC: <http://www.pjm.com/~media/documents/reports/state-of-market/2011/2011-som-pjm-volume2-sec5.ashx>
5. DR Product Training: <http://www.pjm.com/training/~media/training/core-curriculum/ip-prm/demand-response-product-training.ashx>
6. PJM Economic Demand Side Response. 9/28/2012. <http://www.pjm.com/training/~media/training/core-curriculum/ip-dsr/demand-side-response-training-materials.ashx>
7. Jeff St. John «Is Europe Ready for Automated Demand Response?», 7.10.2011: <http://www.greentechmedia.com/articles/read/is-europe-ready-for-automated-demand-response>
8. «The Demand Response Snap Shot. The Reality For Demand Response Providers Working In Europe Today», September 2011. Smart Energy Demand Coalition
9. <http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/demandside/>
10. <http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/demandside/servicedescriptions/>
11. <http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/services/balanceserv/freqresponse/fcdm/>
12. http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/services/balanceserv/reserve_serv/demandmgmt/

⁵ Главная зона со свободным рынком города Тяньцзиня (КНР) располагается в районе Тангу. В настоящее время представительство иностранного бизнеса в зоне – примерно на уровне Шанхая. В некоторых районах города основаны промышленные районы и технологические парки, которые организационно относятся к TEDA.

14. http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/services/balanceserv/reserve_serv/fastreserve/
15. http://www.nationalgrid.com/uk/Electricity/Balancing/services/balanceserv/reserve_serv/stop/
16. Judith Ward, Maria Pooley and Gill Owen «What Demand-Side Services Can Provide Value to the Electricity Sector?», June 2012: <http://www.sustainabilityfirst.org.uk/docs/2012/Sustainability%20First%20-%20GB%20Electricity%20Demand%20-%20Paper%204%20-%20What%20demand%20side%20services%20can%20provide%20value%20to%20the%20electricity%20sector%20-June%202012/pdf>
17. «Fact sheet: options for demand side participation»: <http://www.aemc.gov.au/Media/docs/Options-for-demanded-side-participation-478c93f4-3b9e-4d82-9346-b40b49c2e70c-0-478c93f4-3b9e-4d82-9346-b40b49c2e70c-1.PDF>
18. «Demand Side Participation options and opportunities»: <http://www.aemc.gov.au/Media/docs/DSP-Options-informationgraphic-78a78a9f5b1-8f51-4741-a892-03e4a0cf8f46-0.pdf>
19. <http://energyview.com.au/assets/References/Third-Party/Electricity/2011.08.30AEMO2011-ESOO.pdf>
20. «Demand-Side Participation in the Australian National Electricity Market. A Brief Annotated History»: <http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=demand%20side%20management%20in%20australia&source=web&cd=6&cad=rja&ved=0CEcQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.raponline.org%2Fdocument%2Fdownload%2Fid%2F4460&ei=NdJ3UMOHL4mM4gSOjoGgAw&usq=AFOjCNHeRvvhltiNZIMA5OQdjhBZIoUWwg>
20. Сайт Ministerial Council on Energy, <http://www.mce.gov.au/dsp/default.html>
21. «Honeywell And TEDA Launch China's First Demand Response Project Under United States-China Smart Grid Cooperative», 5.01.2012, <http://honeywell.com/News/Pages/Honeywell-And-TEDA-Launch-China%E2%80%99s-First-Demand-Response-Project-Under-United-States-China-Smart-Grid-Cooperative.aspx>
22. «Open Source Smart Grid Goes to China, Courtesy of Honeywell», Jeff St. John, 28.02.2011: <http://gigaom.com/cleantech/open-source-smart-grid-goes-to-china-courtesy-of-honeywell>

[25.10.13]

Автор: Сипина Дарья Сергеевна окончила факультет «Управление и экономика высоких технологий» Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» в 1012 г. Специалист 1-й категории Департамента рынка системных услуг ОАО «СО ЕЭС».