

# КОНЦЕПЦИЯ «DEMAND RESPONSE» (УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ) НА РЫНКАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Воронцов Данил Алексеевич*

*В статье рассматривается участие потребителей в регулировании рынка электроэнергии. Автор отмечает, что управление спросом позволяет не только уменьшить расходы потребителей на электроэнергию, но и способствует ее удешевлению на оптовом рынке, повышению надежности энергосистемы, уменьшению потребности в дополнительных генерирующих мощностях и соответственно сокращению уровня выбросов двуокиси углерода. Автор приходит к выводу, что в настоящее время интерес к управлению спросом значительно вырос во всем мире, особенно в странах, переживших энергетический кризис и пытающихся удовлетворить спрос на электроэнергию не за счет строительства дорогостоящих генерирующих мощностей и сетевой инфра структуры, а используя эффективные рыночные механизмы.*

**Ключевые слова:** управление спросом на электроэнергию, потребители, цена на электроэнергию, потребление электроэнергии

**JEL-коды:** D11, D21.

## Введение

Возможность потребителей воздействовать на спрос — основная черта каждого эффективно функционирующего свободного рынка. Это утверждение действует и на рынок электроэнергии. Особенности свойства электроэнергии как товара (синхронность производства и потребления, нереальность создания накоплений или замены другим товаром) привели к тому, что исторически потребители не располагали практическим потенциалом влияния на баланс спроса и предложения, а, соответственно, и на цены на рынке. Потребители такого товара не снижают потребление при увеличении цены на электроэнергию. В условиях данной неэластичности спроса активной стороной, которая целиком определяет цену на электроэнергию, выступают поставщики (производители) электроэнергии. Новые тенденции в электроэнергетике, появление цифровых интервальных счетчиков электроэнергии, развитие телекоммуникаций и «умных сетей» (Smart Grid) определили возможность увеличения эластичности потребления и привели к образованию концепции «управление спросом на электроэнергию» (Demand Response). Цель данной работы - осветить данную концепцию, т.к. для России это все еще новая сторона повышения энергоэффективности, которая в какой-то степени уже применяется, но все еще недостаточно, для достижения максимальной энергоэффективности. Задачи данного исследования: обозначить историческую и теоретическую основу, а также представить практическое применение концепции на примере других стран.

## Обзор литературы

Научные аспекты данного исследования формировались на основе изучения и анализа трудов российских и зарубежных ученых: экономики энергосистем, реформирования

электроэнергетики, функционирования конкурентных энергорынков (П.Фокс-Пеннер, А.Карвалью, Э.Кнапп). Отечественный опыт управления спросом и энергоэффективностью отражен в трудах Б.Кобец, И.Волковой, А.Бурман, Ю.Розанова, Ю.Шакарян. Реформирование электроэнергетики, направленное, в том числе, и на снижение монопольной власти вертикально-интегрированных электроэнергетических компаний, происходит практически повсеместно в мире. Это ставит множество принципиально новых вопросов и задач, включающих не только формирование новых экономических подходов к хозяйствованию на основе рыночных принципов в данных отраслях, но также вопросы обеспечения надежности и бесперебойности ресурсо- (и, в частности, энерго-) снабжения, требующие глубокого изучения с привлечением примеров аналогичного опыта развития за рубежом, с преломлением этого опыта к российской практике длительных отопительных периодов, наличия централизованных систем теплоснабжения, недостаточно развитой топологии электрических сетей и наличия больших объемов резервирования мощности для целей поддержания устойчивости энергосистемы на случай непредвиденных выходов из строя генерирующего и (или) электросетевого оборудования.

По данной проблеме целесообразно будет рассмотреть такой метод либерализации рынка, как Demand Response (управление спросом на электроэнергию). В данный момент развитие такой концепции регулирования рынка электроэнергии является передовой задачей мирового сообщества в отрасли электроэнергетики, т.к. позволяет динамично отслеживать уровень спроса.

### **Терминология**

Управление спросом на электроэнергию (demand response) - это изменение потребления электроэнергии конечными потребителями по отношению к их нормальной нагрузке в ответ на изменение цен на электроэнергию с течением времени или в ответ на стимулирующие платежи, направленные на сокращение потребления в периоды высоких цен на электроэнергию на оптовом рынке или когда надежность системы находится под угрозой.

Управление спросом может снизить цены на электроэнергию на оптовом рынке, что, в свою очередь, приводит к снижению цены на розничном рынке. Управление спросом широко признано в качестве средства обеспечения энергоснабжения, интеграции возобновляемых источников энергии, усиления конкуренции на рынке электроэнергии и расширения прав и возможностей потребителей.

Эффективное использование энергии, иногда просто называемое энергоэффективностью, - это сокращение количества энергии, необходимой для обеспечения требуемого количества продуктов и услуг. Например, изоляция дома позволяет зданию использовать меньше энергии для отопления или охлаждения для того, чтобы достигнуть и поддерживать комфортную температуру. Установка ламп дневного света, светодиодных ламп или мансардных окон уменьшает количество энергии, необходимой для достижения такого же уровня освещения сравнительно с использованием традиционных электрических лампочек. Повышение энергоэффективности, как правило, достигается путем внедрения более эффективной технологии или производственного процесса, либо путем применения общепринятых методов снижения потерь энергии.

## **Организация управления спросом для потребителей**

К основным принципам управления спросом и участием потребителей относят следующие.

- Управление спросом может принимать различные формы в зависимости от объема потребления. Например, промышленные или большие коммерческие предприятия могут реорганизовать процесс производства продукции и план-график работ для того, чтобы сместить время энергопотребления энергии на периоды, когда цена более низкая. Участие в управлении спросом малых предприятий и бытовых потребителей может делать сдвиг времени отопления и кондиционирования воздуха с пикового периода на период меньшей загрузки, подзарядки или зарядки электромобилей в периоды более низких цен для потребителей, или изменение времени использования бытовой техники;
- Уменьшенное электрическое потребление энергии может также осуществляться с помощью локальных источников энергоснабжения потребителя (в том числе создание резервных объектов энергоснабжения, накопление энергии, и т.д.), регулирования интенсивности работы двигателя насосных систем, изменения установки термостата для систем кондиционирования воздуха и / или рефрижерации, изменение или остановка цикла производства продукции, частичное переключение освещения и другие действия;
- Участие в программах управления спросом может осуществляться как самостоятельно потребителями (главным образом, для потребителей с большим объемом потребления электроэнергии), так и с помощью поставщиков услуг по управлению спросом (DemandResponse Providers), которые являются агентами и отвечают за деятельность по управлению спросом от имени потребителей электроэнергии на оптовых рынках. Управление спросом со стороны поставщиков услуг определяет возможности для участия в управлении спросом для потребителей, устанавливая необходимое оборудование, внедряя операционные процессы и / или системы, чтобы обеспечить функционирование управления спросом на стороне потребителей и реализовать его непосредственно в оптовой торговле рынком. Поставщики услуг по управлению спросом конкурируют друг с другом, предлагая высочайший уровень обслуживания, и потребители должны иметь возможность выбирать предлагаемые услуги, которые им наиболее подходят.

### **Агрегирование нагрузки как один из методов управления спросом**

Некоторые поставщики услуг по управлению спросом — это агрегаторы ответного реагирования: они напрямую контактируют с потребителями, а затем объединяют действия нескольких потребителей в управлении спросом в одном пуле, чтобы продать его на рынке электроэнергии или другим участникам энергетической системы. В некоторых странах агрегаторы регулирования спроса являются независимыми участниками рынка (они не являются ни поставщиками услуг, ни партнерами сторон, ответственных за поддержание баланса энергосистемы или поставщиков услуг). Так, например, для участия в программе экономического управления спросом на северо-восточном американском рынке PJM Interconnection (далее именуемое PJM) все позиции участников в пределах одного и того же объединенного пула ресурсов должны иметь одинаковое распределение операторских сетей и электроснабжения. Общая нагрузка должна составлять не менее 100 кВт, и только одна точка подключения к сети может иметь нагрузку, равную или превышающую 100 кВт. Количество точек подключения в пуле не ограничено нагрузкой. Кроме того, в дополнение к обычным источникам управления спросом в штате Калифорния (США) недавно приняли

решение о возможности участия распределенных энергетических ресурсов (DSR) с помощью агрегаторов нагрузки на оптовом рынке электроэнергии штата (CAISO). Компании, в том числе муниципальные энергетические компании, смогут покупать и комбинировать электроэнергию в одном общем пуле, производимом с помощью солнечных батарей, электрических батарей и электромобилей, принадлежащих бытовым потребителям и коммерческим энергосистемам. Они также смогут использовать ресурсы управления спросом, чтобы создать начальный объем мощности, который затем может быть продан на рынке. Как правило, объем загрузки таких источников не превышает 500 кВт, что является требованием для продажи мощности на рынке CAISO. При правильной агрегации нагрузки эти ресурсы смогут предложить энергетической системе ряд существенных преимуществ, и системный оператор CAISO станет первым оператором энергетического рынка в мире, который будет покупать электроэнергию и мощность, предоставляемые агрегированными распределенными энергетическими ресурсами.

Неявное управление спросом используется в случаях, когда потребители соглашаются с применением тарифов на электроэнергию, которые дифференцируются по времени потребления и отражают стоимость электроэнергии и затраты, связанные с ее потреблением в разные периоды времени. С такой информацией потребители могут принимать решения о переключении потребления энергии с периодов высоких цен или позволить системе делать это автоматически. Тарифы, дифференцированные по времени потребления, предлагаются поставщиками электроэнергии и могут подразделяться на ночные и дневные и быть чрезвычайно динамичными и привязываться к почасовым ценам на оптовом рынке электроэнергии. Кроме того, некоторые страны ввели или рассматривают возможность введения тарифов на передачу электроэнергии через распределительные сети, дифференцированные по времени, что направлено на изменение периода потребления энергии во избежание перегрузки в сети. При использовании явных схем управления спросом (иногда называемых «основанными на стимулах» или «основанными на объемах»), результаты деятельности по управлению спросом продаются на рынке электроэнергии заранее, иногда непосредственно крупным промышленным потребителям или посредством управления спросом поставщиками услуг. Потребители получают специальную компенсацию за изменения в потреблении энергии в ответ на соответствующий запрос, вызванный высокими ценами на электроэнергию, необходимостью обеспечения гибкости энергосистемы организациями, ответственными за поддержание баланса энергосистемы или перегрузкой электроэнергетической системы.

### **Управление спросом в мире**

Программы, которые стимулируют потребителей к участию в экономическом и противоаварийном управлении спросом, широко распространены в мире и активно используются в США, Европейском союзе, Австралии, Новой Зеландии, Китае и других странах. В каждой стране они имеют свои особенности, определяемые спецификой принципов организации рынка электроэнергии, отсутствием рынка для власти, возможностями для участия в нем потребителей, а также целями программ управления спросом и степени их реализации. Например, в США существует несколько рынков электроэнергии, которые значительно различаются по географии (некоторые из них включают несколько штатов, другие находятся в одном), структуре рынка, принятым стандартам и торговым механизмам, составу членов-участников и другим показателям. Соответственно, уровень развития управления спросом не одинаковый на разных рынках

страны. Наиболее распространенное управление спросом применяется на рынке PJM, где в течение нескольких лет он конкурирует с выработкой электроэнергии. Уникальной особенностью рынка PJM является успешное внедрение управления спросом на рынках электроэнергии, мощности и системных услуг. В Европе управление спросом рассматривается в различных директивах ЕС, а также в Директиве ЕС об электроэнергии (2009/72 / ЕС) и Директиве ЕС об энергоэффективности (2012/27 / ЕС). В частности, Директива ЕС по энергоэффективности призывает государства-члены ЕС устранить стимулы, включенные в тарифы на передачу электроэнергии через магистральные и распределительные сети, которые могут препятствовать развитию управления спросом, чтобы повысить уровень участия потребителей в нем. По оценкам, в настоящее время только 10% потенциала управления спросом участвует в ЕС. Страны-члены также должны обеспечить стимулирование участия ресурсов регулирования спроса со стороны национальных регулирующих органов в области электроэнергетики наравне с поставщиками электроэнергии на оптовом и розничном рынках. Уровень развития управления спросом в Европе значительно различается по странам, в то время как в некоторых странах он полностью отсутствует. Управление спросом активно участвует в рынках электроэнергии Великобритании, Ирландии, Финляндии и Франции. Если для участия в управлении спросом достаточно широких возможностей и механизмов, развитие его потенциала (привлечение все большего числа потребителей к услуге) в Великобритании и в Европе в целом ограничено по ряду причин. К ним относятся обязательство по сокращению выбросов парниковых газов (которое ограничено участием дизель-генераторов в качестве потребителей), наличие жестких требований к поставщикам услуг управления спросом и совершенствование методов определения среднего уровня потребления энергии, благодаря которому будет фактически реализовано снижение, отсутствие четкой правовой базы и системы расчета платежей за оказанные услуги.

### **Управление спросом в России**

В настоящее время Россия предпринимает первые шаги для стимулирования потребителей к участию в повышении энергоэффективности и выравнивании графиков нагрузки, например, путем введения дифференцированных тарифов с течением времени. В целях создания условий для повышения энергоэффективности Единой энергетической системы России путем привлечения потребителей оптового рынка к активному участию в регулировании спроса на электроэнергию и мощность, которая называлась «зависимым от цены потребления», разработан проект Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Правила оптового рынка электроэнергии и мощности», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2011 года № 1172. Внедрение технологий управления спросом в российской электроэнергетике предусматривает, что потребители оптового рынка могут подавать заявки на участие в выборе конкурентной мощности (КОМ) с указанием планируемого объема сокращения потребления и при выборе заявки в КОМ возьмет на себя обязательство сократить потребление с особыми требованиями для обеспечения готовности энергопотребляющего оборудования к сокращению потребления. В результате выполнения принятых обязательств объем покупки мощности, сформированный по итогам месяца, в случае такого участника оптового рынка уменьшается на величину зависящей от цены снижения потребления, которое было учтено при проведении КОМ. Покупатели с зависимым от цены потреблением должны поддерживать энергопринимающие устройства в состоянии готовности к

зависящему от цены сокращению объема закупок электроэнергии. Способность покупателей выполнять свои обязательства по сокращению потребления будет контролироваться путем тестирования до начала выполнения обязательств, а также путем регистрации случаев невыполнения покупателем ценозависимого потребления условий для поддержания энергопринимающих устройств в состоянии готовности к зависящему от цены уменьшению объема покупки электрической энергии в процессе выполнения обязательств. Когда покупатель удовлетворяет всем требованиям, зависящим от цены, фактический объем ценового снижения энергопотребления признается равным объему зависящего от цены снижения энергопотребления, определяемого результатами КОМ. Если одно или несколько условий работы не выполняются в режиме потребления, зависящего от цены, фактический объем зависящего от цены снижения энергопотребления равен произведению объема потребляемой мощности, определяемой по результатам КОМ и убывающих коэффициентов, принимая во внимание степень реализации обязательств покупателя. Пока не будет значительных объёмов ценозависимых потребителей в ближайшие годы. При подаче заявлений на КОМ, Постановлением Правительства объём потребителей ограничен 1%. Напрямую на оптовом рынке сегодня работают не более 25 потребителей. Для потребителей всё решают экономика и ценовые сигналы, а в целом в ЕЭС сегодня нет недостатка с предложением достаточно недорогой генерации.

### **Заключение**

В последние годы обширный опыт применения управления спросом накоплен в иностранной электроэнергетике, в том числе по вопросам регулирования, технического внедрения, экономической эффективности, перспектив развития и т.д. Материалы, описывающие этот опыт, доступны на веб-сайтах иностранных регулирующих органов, отраслевых ассоциаций, энергетических компаний и средств массовой информации на английском языке. В Российской Федерации такие материалы с учетом ограниченного опыта применения управления спросом не публикуются на регулярной основе и редко доступны на русском языке. В связи с этим ОАО «СО ЕЭС» инициировало создание информационно-образовательного портала, посвященного теме управления спросом. Цель портала - осветить проблему управления спросом на русском языке с использованием зарубежного опыта, направленного на повышение интереса к нему среди участников российского рынка электроэнергии и стимулирование его расширения на российском рынке. Россия же пока отстает от иностранных коллег не только в теоретическом аспекте, но и в плане развития непосредственно управления спросом на электроэнергию. В частности, это связано с продолжением либерализации и установлением свободного рынка на территории всей страны, хотя в данный момент существует тенденция к развитию энергоэффективности и есть положительный прогноз.

### **Список литературы**

1. Бурман А.П., Розанов Ю.К., Шакарян Ю.Г. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: Учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012.
2. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. - М.: ИАЦ Энергия, 2010.

3. Министерство энергетики США [Электронный ресурс]. URL: <https://www.energy.gov/>
4. Системный оператор ОРЭЭиМ ОАО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atsenergo.ru/>

## **THE CONCEPT OF DEMAND RESPONSE IN ELECTRICITY MARKETS**

*Vorontsov Danil Alekseevich,*

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6

*This article discusses the participation of consumers in the regulation of the electricity market demand Management can not only reduce the cost of electricity needs, but also contributes to its cheaper in the wholesale market, improve the reliability of the power system, reduce the need for additional generating capacity and, accordingly, reduce the level of carbon dioxide emissions. Interest in demand management has now grown significantly around the world, especially in countries emerging from the energy crisis and seeking to meet energy demand through efficient market mechanisms rather than through the construction of expensive generating capacity and grid infrastructure.*

**Keywords:** *electricity demand management, consumers, electricity price, electricity consumption.*

**JEL-codes:** *D11, D21.*