

УДК 621.3

## Анализ результатов апробирования проекта по управлению нагрузкой для обеспечения системной надежности с точки зрения потребителей электроэнергии

Ю. А. Измайлов\*, Ю. В. Кошарная

\*ООО "Инженерные изыскания", г. Череповец, Вологодская обл., Россия;  
e-mail: IzmailovYA@mpei.ru

### Информация о статье Реферат

Поступила в редакцию 24.08.2023;

получена после доработки 29.09.2023;

принята к публикации 03.10.2023

### Ключевые слова:

управление нагрузкой, управление спросом, ценозависимое снижение потребления, агрегатор спроса

### Для цитирования

В Российской Федерации формируется рынок управления спросом электроэнергии, являющийся одним из инструментов, которые позволяют промышленным потребителям электроэнергии получать финансовое вознаграждение от инфраструктуры рынка электроэнергии и мощности. В работе рассматривается механизм управления нагрузкой предприятий для обеспечения системной надежности единой энергосистемы России. Исследованы технико-экономические возможности механизмов ценозависимого снижения потребления на оптовом рынке электроэнергии и управления нагрузкой (управления спросом) на розничном рынке электроэнергии для потребителей. Проанализирована взаимосвязь между управлением нагрузкой предприятия и снижением цены электроэнергии на рынке на сутки вперед. Определен экономический эффект для потребителей электроэнергии от внедрения механизма управления спросом на рынке электроэнергии. Описаны пути развития механизма управления нагрузкой для обеспечения системной надежности в единой энергосистеме России.

Измайлов Ю. А. и др. Анализ результатов апробирования проекта по управлению нагрузкой для обеспечения системной надежности с точки зрения потребителей электроэнергии. Вестник МГТУ. 2023. Т. 26, № 4. С. 422–430. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2023-26-4-422-430>.

## Results of the demand management project to ensure system reliability from the point of view of electricity consumers

Yury A. Izmailov\*, Yulia V. Kosharnaya

\*Engineering Surveys LLC, Cherepovets, Vologda Region, Russia;  
e-mail: IzmailovYA@mpei.ru

### Article info

Received 24.08.2023;

received in revised form 29.09.2023;

accepted 03.10.2023

### Key words:

load management, demand response, price dependent reduction, demand aggregator

### For citation

### Abstract

In the Russian Federation an electricity demand management market is being formed, it is one of the tools that allows industrial consumers of electricity to receive financial rewards from the infrastructure of the electricity and capacity market. The paper considers the mechanism for managing the load of enterprises to ensure the system reliability of the unified energy system of Russia. The technical and economic possibilities of mechanisms for price-dependent reduction of consumption in the wholesale electricity market and load management (demand response) in the retail electricity market for consumers have been studied. The relationship between enterprise load management and the reduction in the price of electricity on the day-ahead market has been analyzed. The economic effect for electricity consumers from the introduction of a demand management mechanism in the electricity market has been determined. The directions of development of the load management mechanism to ensure system reliability in the unified power system of Russia have been described.

Izmailov, Yu. A. et al. 2023. Results of the demand management project to ensure system reliability from the point of view of electricity consumers. *Vestnik of MSTU*, 26(4), pp. 422–430. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2023-26-4-422-430>.

## Введение

В рамках нормативного регулирования деятельности субъектов электроэнергетики Российской Федерации сформирован очень узкий перечень инструментов, которые позволяют промышленным потребителям электроэнергии получать финансовое вознаграждение от инфраструктуры рынка электроэнергии и мощности. Одним из таких инструментов является оказание услуги по управлению спросом на электрическую энергию субъектами электроэнергетики, осуществляющими управление изменением нагрузки их энергопринимающих устройств.

Управление спросом (управление нагрузкой) – термин используется в нормативных и регламентирующих документах АО "Системный оператор Единой энергетической системы" (СО ЕЭС) – это способность потребителя снижать потребление электроэнергии по требованию СО ЕЭС.

В зависимости от целей реализации механизма управления спросом различают два его вида:

- технологический – надежность электроэнергетической системы находится под угрозой аварии;
- экономический – в конкретные часы на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ) складываются высокие цены.

Технологическая разгрузка применяется в целях предотвращения или ликвидации аварийных ситуаций в энергосистеме. В этом случае действующее законодательство рассматривает отключение потребителя или снижение потребляемой им из энергосистемы мощности в аварийной ситуации как его обязанность. При этом какое-либо вознаграждение для потребителя за реализацию данного механизма не предусмотрено, так как считается, что ограничение потребления электроэнергии в данном случае направлено на обеспечение бесперебойности электроснабжения всех потребителей, подключенных к энергосистеме.

Экономическая разгрузка может быть обусловлена высокими ценами на электроэнергию в отдельные часы суток, а также возможностью получения финансового вознаграждения за управление нагрузкой предприятия в эти часы по команде СО ЕЭС<sup>1</sup>.

Внедрение механизмов экономической разгрузки предприятий активно применяется на зарубежных рынках электроэнергии, таких как PJM (Северо-Восток США), IESO (Онтарио, Канада), в Южной Корее, Великобритании (*Основы современной энергетики...*, 2003). Именно на опыте данных стран в законодательство Российской Федерации как на уровне Федерального закона "Об электроэнергетике"<sup>2</sup>, так и постановлений Правительства РФ, внедрен механизм экономической разгрузки промышленных предприятий.

Утверждение механизма ценозависимого снижения потребления (далее ЦЗСП) путем внесения изменений в правила оптового рынка электроэнергии и мощности<sup>3</sup> является первым импульсом по стимулированию промышленных потребителей электроэнергии к управлению их нагрузкой.

Однако участие в ЦЗСП не доступно большинству потребителей электроэнергии, так как данным механизмом могут воспользоваться только потребители ОРЭМ с фактической мощностью более 5 МВт. При этом для реализации механизма ЦЗСП заложены следующие ограничения: минимальный объем снижения нагрузки, который учитывается в рамках механизма, составляет 2 МВт; предусмотрена возможность выбора одного из трех вариантов временных интервалов фактического снижения продолжительностью 2, 4 или 8 ч подряд<sup>4</sup>. Механизм ЦЗСП не стал востребованным среди промышленных потребителей по причине того, что заявку на участие в ЦЗСП потребитель должен подавать в конкурентный отбор мощности, который проводится на четыре года вперед, т. е. заявка, поданная в 2023 г., потребует от потребителя снижения потребления в 2027 г. На данный момент в основе теории расчета и прогнозирования электрических нагрузок предприятия используют вероятностно-статистические методы, основанные на представлении нагрузки случайным процессом, а также неформализованные методы, основанные на работе с информационными базами по электрическим технологическим показателям, на кластер-анализе и теории распознавания образов (*Кудрин, 2007*). Но при использовании вышеуказанных методов в условиях модернизации промышленной площадки, изменений в номенклатуре и объемах выпуска основной продукции реализовать точное

<sup>1</sup> Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросу организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности : Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=443562&dst=100026#CcUbkfTIwqXIDCqm>.

<sup>2</sup> Об электроэнергетике : Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ : [принят Государственной Думой 21 февраля 2003 года : одобрен Советом Федерации 12 марта 2003 года]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_41502/?ysclid=Insi9zccej536189947](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/?ysclid=Insi9zccej536189947).

<sup>3</sup> О внесении изменений в Правила оптового рынка электрической энергии и мощности, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2011 № 1172 : Постановление Правительства РФ от 20.07.2016 г. № 699 // <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=376542&dst=100001#sNWakfT7I6MUWwaR>.

<sup>4</sup> Там же.

прогнозирование управления нагрузкой предприятия на четыре года вперед достаточно сложно, а зачастую невозможно (*Электротехнический...*, 2002).

При этом важно отметить, что участниками ОРЭМ в основном являются крупные промышленные потребители с максимальной мощностью более 20 МВт, а более трех четвертей всего потребления электроэнергии в ЕЭС России приходится на среднюю и мелкомоторную промышленность – потребителей розничного рынка электроэнергии и мощности (далее РРЭМ) (*Кудрин, 2007*). Таким образом, низкий предел регулирования, стимулированный механизмом ЦЗСП, а также долгосрочная ответственность и отложенная экономическая выгода для потребителя электроэнергии вынудили искать новый экономический механизм управления нагрузкой.

Целью исследования является анализ технико-экономической эффективности внедрения механизма управления спросом для потребителей электроэнергии, которые принимают непосредственное участие в управлении нагрузкой, а также для остальных потребителей электроэнергии.

## Материалы и методы

Для привлечения большего количества потребителей электроэнергии к процессу управления нагрузкой СО ЕЭС предложил внедрить пилотный проект и апробировать распространение механизма управления спросом на розничный рынок электроэнергии<sup>5</sup>. Суть проекта заключается в том, чтобы потребитель электроэнергии за экономическое вознаграждение в оперативном режиме (на следующие сутки) снижал свое потребление в указанные СО ЕЭС часы. На данный момент пилотный проект продлен до конца 2023 г.

Однако из-за сложного нормативного регулирования в области электроэнергетики у отдельно взятого потребителя РРЭМ возникают барьеры для самостоятельного участия в процедуре регулирования нагрузки путем ее снижения. Поэтому было предложено решение о наделении полномочиями выступать от лица разрозненных потребителей РРЭМ агрегаторов спроса, в лице которых в основном выступают квалифицированные участники рынка электроэнергии – энергосбытовые компании и гарантирующие поставщики, так как они одновременно являются субъектами как розничного рынка электроэнергии, так и оптового, и действуют от имени и в интересах потребителей, находящихся на территории их зоны деятельности (*Кошарная и др., 2018*).

Целесообразность введения в указанный механизм организаций-агрегаторов обусловлена тем, что:

- потребитель розничного рынка пассивен и невосприимчив к складывающимся ценам на электроэнергию и мощность;
- потребитель розничного рынка не мотивирован на анализ правил работы рынков, а также не владеет методологией оперативной разгрузки и возможностями обеспечения передачи данных коммерческого учета;
- каждому отдельному потребителю электроэнергии экономически нецелесообразно участвовать в разработке и внедрении систем мониторинга технологической нагрузки.

К возможности воспользоваться механизмом управления нагрузкой через агрегатора спроса допускаются все потребители электроэнергии розничного рынка электроэнергии и мощности вне зависимости от максимальной мощности такого потребителя. Однако механизм управления спросом имеет ряд ограничений по аналогии с ЦЗСП: допускается минимально возможный объем снижения нагрузки в размере 0,25 МВт, у потребителя есть право выбора любого из двух временных интервалов фактического снижения электропотребления продолжительностью 2 или 4 ч подряд в рамках одних суток. В течение месяца допускается 5 команд – максимальное количество – от Системного оператора ЕЭС на снижение нагрузки (в том числе 1 тестирование).

Процедуру взаимодействия участников процесса по проведению разгрузки по требованию СО ЕЭС можно представить в виде временного графика (рис. 1), где сутки фактического события по снижению нагрузки обозначены X. Потребителю необходимо подавать агрегатору ежедневное подтверждение технической готовности к управлению нагрузкой объекта управления (далее ОУ) до конца суток X-2 в связи с тем, что непосредственно агрегатор передает сведения в СО ЕЭС до 8:30 суток X-1. При этом СО ЕЭС, планируя режим работы энергосистемы, в сутки X-1 с 17:00 до 18:00 по московскому времени выдает команду на исполнение разгрузки<sup>6</sup>.

В сутки X+2 СО ЕЭС на основании почасовых значений автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) потребителя и ряда статистико-математических допущений определяет, произвел ли объект управления фактическое снижение потребления

<sup>5</sup> О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования агрегаторов управления спросом на электрическую энергию в Единой энергетической системе России, а также совершенствования механизма ценозависимого снижения потребления электрической энергии и оказания услуг по обеспечению системной надежности : Постановление Правительства РФ от 20.03.2019 № 287 // <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=376546#oD0bkfTSmcxTlXyp1>.

<sup>6</sup> Там же.

электроэнергии в заявленном объеме, в определенные договором оказания услуг по управлению спросом периоды.

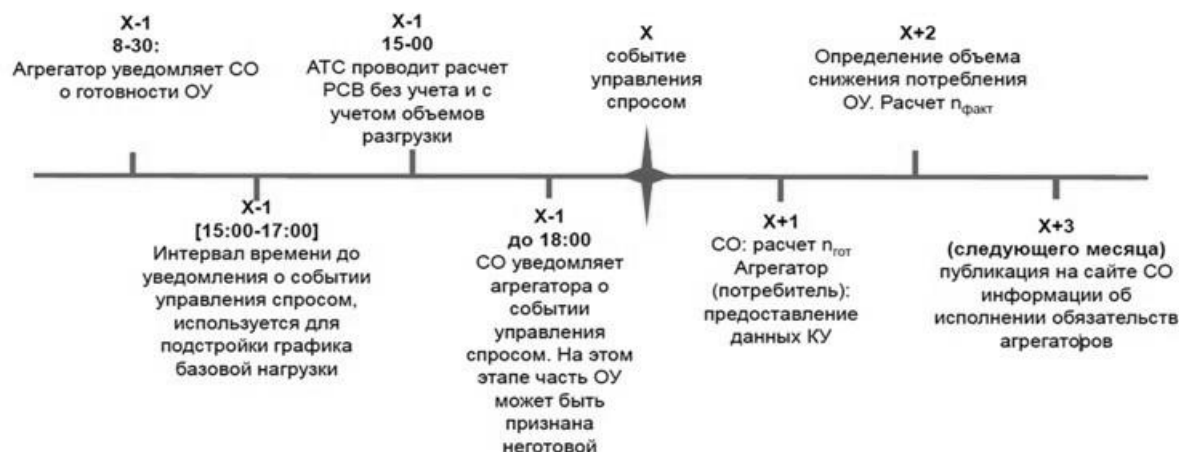


Рис. 1. Временной график взаимодействия агрегатора (потребителя) с СО ЕЭС  
Fig. 1. Time schedule of interaction between the aggregator (consumer) and the system operator of the Unified Energy System (SO UES)

Для того, чтобы определить факт и значение величины снижения потребления, используются методы сравнения фактической нагрузки энергопринимающего устройства ОУ с нагрузкой, которая теоретически должна была быть при отсутствии события управления спросом.

Ниже описываются основные методы определения величины снижения потребления, которые зафиксированы в договоре оказания услуг по управлению спросом, заключаемым между агрегатором спроса и СО ЕЭС.

*График базовой нагрузки (метод ГБН)* – это основной метод определения объема снижения нагрузки. В этом методе осуществляется расчет 10-дневной скользящей средней арифметической, для построения которой используются предыдущие данные автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) о почасовом фактическом потреблении, переданные потребителем в адрес СО ЕЭС до даты фактического события снижения потребления. При этом из построения исключаются нехарактерные значения в следующие периоды:

- выходной день;
- часы, в которые происходила разгрузка по заданию СО ЕЭС;
- дни, в которые суммарное суточное потребление составляет менее половины от среднего суточного потребления, определенного за 10 рабочих дней;
- сутки, в которые отсутствуют данные АИИС КУЭ;
- сутки, в которые потребитель заявил о неготовности к участию в управлении спросом.

Метод ГБН является наиболее распространенным в применении, в основном используется потребителями с типовым графиком нагрузки и имеет следующие ограничения:

- величина среднеквадратического отклонения ошибки ( $RRMSE$ ) графика базовой нагрузки от потребления электроэнергии для совокупности рассматриваемых часов хотя бы для одного из вариантов подстройки не превышает 0,2 и рассчитывается по формуле

$$RRMSE = \sqrt{\frac{\sum (e_i)^2}{n}} / C,$$

где  $e_i$  – абсолютное отклонение графика базовой нагрузки от потребления электроэнергии по данным коммерческого учета электроэнергии за каждый час из диапазона часов;  $n$  – количество рассматриваемых часов;  $C$  – среднее часовое потребление электроэнергии по данным коммерческого учета электроэнергии для совокупности рассматриваемых часов;

- минимальное значение объема разгрузки – не менее двойной величины  $RRMSE$ .

*Заявленный график (метод ЗГ)* – метод могут использовать те потребители, у которых есть возможность качественно осуществлять почасовое планирование потребления электроэнергии. Метод ЗГ имеет очевидное преимущество в части устойчивости к манипулированию статистическими данными о фактическом почасовом потреблении в прошлые периоды, в связи с хорошей прогнозируемостью событий управления нагрузкой. Однако при этом регулирующим органам необходимо разработать дополнительные критерии контроля, которые бы ограничивали завышение заявленного графика в дни событий.

При использовании *метода максимальной базовой нагрузки (МБН)* происходит сравнение максимальной нагрузки с условной максимальной нагрузкой за 10 предыдущих рабочих дней, из которых исключают крайние (максимальное и минимальное за сутки) значения. Метод МБН в основном используется потребителями с неравномерным суточным графиком.

В качестве примера реализации механизма управления нагрузки рассмотрим потребителя с циклическим производственным процессом, график такого потребителя представлен на рис. 2. График иллюстрирует последовательную смену режима потребления электроэнергии и дальнейшее использование в производстве накопленной энергии (например, тепло от нагревательных элементов, охлаждение от компрессора, кондиционирование помещений, технологический процесс вентилирования промышленных объектов) (*Справочник..., 2010*).

Указанный жирной линией на рис. 2 график потребления электроэнергии с циклическим производством был сформирован с использованием метода ГБН на основе данных о почасовом потреблении предшествующих 10 суток (рис. 2).

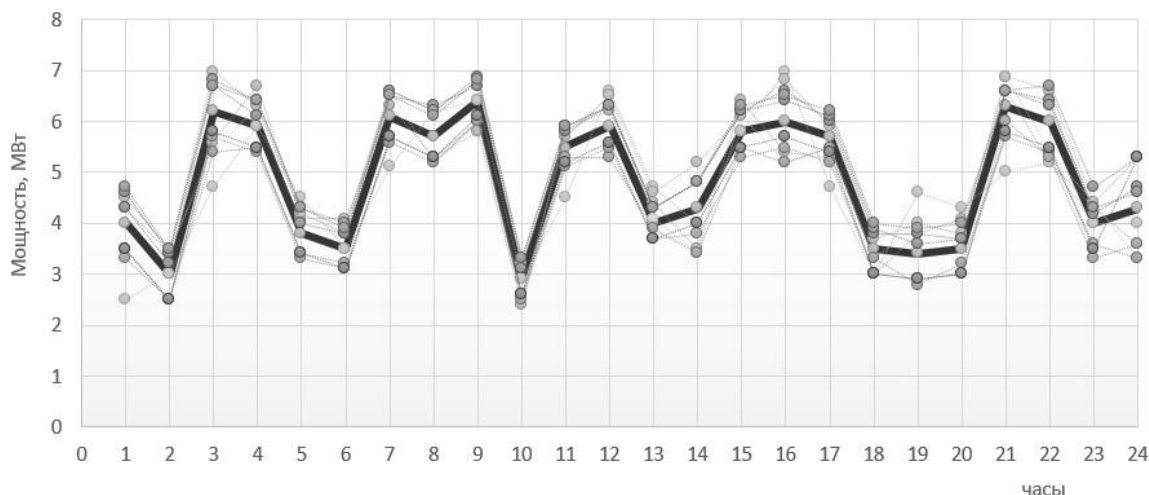


Рис. 2. График базовой нагрузки циклического производства  
Fig. 2. The cyclic production base load schedule

Важно подчеркнуть, что необходимым условием для участия в управлении спросом является инертность технологического процесса и возможность работы производства без дополнительного потребления электроэнергии в течение двух или четырех часов, необходимых СО ЕЭС для обеспечения системной надежности. На рис. 3 представлен график потребления электроэнергии потребителя с циклическим производством, который имеет возможность перераспределить работу электроустановок во времени, т. е. обеспечить снижение электропотребления в назначенные СО ЕЭС часы (период с 20.00 до 22.00) без ущерба технологическому процессу и без изменения суточного объема электропотребления.



Рис. 3. Потребление электроэнергии циклического производства при переносе нагрузки  
Fig. 3. Electricity consumption of cyclic production during load transfer

Стоимость оплаты потребителю за управление нагрузкой определяется по формуле

$$S = Ц \cdot \frac{n_{\text{гот}}}{n_{\text{рд}}} \cdot \frac{n_{\text{факт}}}{n_{\text{план}}} \cdot k_{\text{длит}} \cdot P_{\text{п}},$$

где Ц – цена из ценовой заявки в отношении объекта управления нагрузкой;  $k_{\text{длит}}$  – коэффициент длительности (0,5 – при продолжительности разгрузки 2 ч, 1 – при разгрузке 4 ч);  $P_{\text{п}}$  – объем снижаемой мощности из ценовой заявки;  $n_{\text{гот}}$  – количество рабочих дней, в которые подана заявка о готовности снизить потребление;  $n_{\text{рд}}$  – количество рабочих дней в месяце;  $n_{\text{факт}}$  – количество раз фактического снижения мощности;  $n_{\text{план}}$  – количество команд на снижение мощности в месяц (максимум – 5).

В результате участия потребителя в управлении нагрузкой через агрегатора спроса (рис. 3) при снижении объема потребления на 2500 кВт в течение двух часов при региональной цене отбора потребителей электроэнергии 398 тыс. руб/МВт в мес. позволило заработать  $398\,000 \times 0,5 \times 2,5 = 497\,500$  руб. в месяц (Измайлов и др., 2023). Таким образом, в зависимости от технологической возможности по снижению потребления электроэнергии из внешней сети у различных потребителей возникает возможность получения платы за поддержание системной надежности. Согласно данным СО ЕЭС, представленным на обсуждениях в Государственной думе РФ итогов пилотного проекта по управлению спросом, по результатам отбора агрегаторов спроса в управлении нагрузкой участвуют предприятия различных отраслей промышленности (рис. 4).



Рис. 4. Распределение отобранных участников спроса по отраслям промышленности, март – июнь 2023 г.  
Fig. 4. Distribution of selected demand participants by industry sectors, March – June, 2023

### Результаты и обсуждение

При внедрении механизма управления спросом возникает дисбаланс интересов потребителей электроэнергии, который ставит под вопрос целесообразность и правомерность его внедрения для всех потребителей РРЭМ. Данная проблема связана с движением оплаты за услугу. Так, выплату вознаграждения в адрес потребителя, который по команде осуществил фактическое снижение потребления электроэнергии (далее "активный потребитель"), производит СО ЕЭС<sup>7</sup>. В то же время необходимая стоимость оплаты услуг по управлению нагрузкой ежегодно включается Федеральной антимонопольной службой РФ в тариф СО ЕЭС и оплачивается всеми потребителями электроэнергии, подключенными к ЕЭС России, в том числе потребителями, которые не участвовали в управлении нагрузкой – "пассивные потребители". Возникают очевидные вопросы: Есть ли экономический смысл "пассивным потребителям" оплачивать функционирование механизма управления спросом? Выгодно ли "пассивным потребителям" пилотный проект по управлению спросом переводить в постоянно функционирующий механизм рынка электроэнергии?

<sup>7</sup> О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования агрегаторов управления спросом на электрическую энергию в Единой энергетической системе России, а также совершенствования механизма ценозависимого снижения потребления электрической энергии и оказания услуг по обеспечению системной надежности : Постановление Правительства РФ от 20.03.2019 № 287 // <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=376546#oD0bkfTsmcxTlXyp1>.

Эффективность механизма управления спросом на рынке электроэнергии для "пассивного потребителя" определяется тем, что для покрытия спроса на электроэнергию не привлекаются менее эффективные генерирующие объекты, т. е. при ценообразовании на рынке на сутки вперед (РСВ) "закрывающий" дорогой энергоблок исключается из процесса формирования цены на электроэнергию РСВ. Порядок ценообразования на РСВ (рис. 5) зависит от топливной составляющей генерирующего объекта и поданной им ценовой или ценопринимающей заявке согласно правилам ОРЭМ.

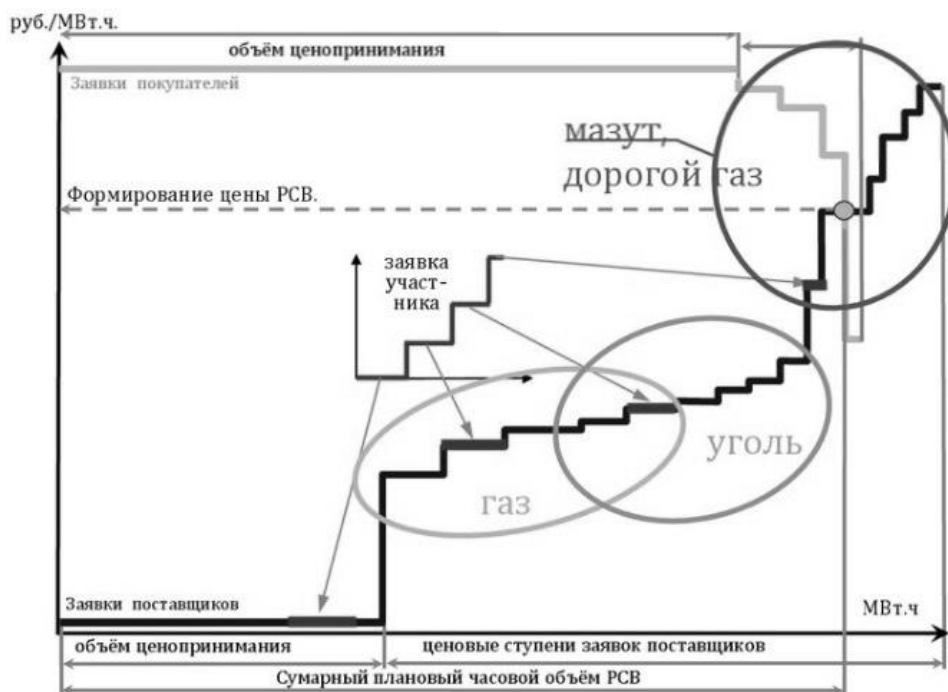


Рис. 5. Ценообразование на рынке на сутки вперед  
 Fig. 5. Day-ahead market (DAM) pricing

При этом относительно небольшое снижение потребления может привести к существенному снижению цены на электроэнергию в часы контроля CO ЕЭС для всех потребителей рынка.

Графически эффект РСВ от участия потребителей в управлении спросом представлен на рис. 6, где  $P$  – цена электроэнергии на РСВ,  $Q$  – количество необходимой электроэнергии в ЕЭС,  $S$  – кривая предложения производства электроэнергии,  $D1$  и  $D2$  – кривые спроса на электроэнергию. 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 преобразованию кривой спроса  $D1$  в кривую  $D2$ , которая становится более полой, и снижению цены на электроэнергию на величину  $\Delta P$ , так как точка равнозначности спроса и предложения – равновесной цены – перемещается вниз по кривой предложения  $S$ .

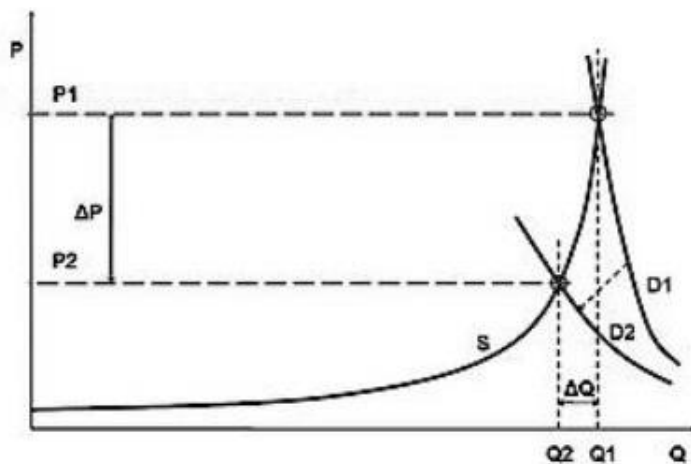


Рис. 6. Иллюстрация снижения цены в РСВ при управлении нагрузкой предприятия  
 Fig. 6. Illustration of price reduction in DAM when managing enterprise load

Коммерческий оператор ОРЭМ АО "АТС" каждый рабочий день рассчитывает экономический эффект РСВ как сравнение совокупных затрат на рынке в случаях учета ресурсов управления нагрузкой и без учета управления. Результат расчета эффекта РСВ является открытой информацией, которая публикуется на официальном сайте АО "АТС"<sup>8</sup>. Ниже в таблице представлено сравнение затрат на оплату услуг управления нагрузкой и эффект РСВ за период действия пилотного проекта по управлению спросом 2019–2022 гг.

Таблица. Сравнение затрат на оплату услуг управления нагрузкой и эффекта в РСВ  
Table. Comparison of the costs of paying for load management services and the effect in DAM

Год	Оплата услуг управления нагрузкой, тыс. руб.	Эффект в РСВ, тыс. руб.	Эффект для "пассивных потребителей", тыс. руб.	Среднемесячный объем снижения, МВт	Средневзвешенная цена, руб./МВт в мес.
2019	64 159	20 341	–43 818	49	335 904
2020	658 621	299 140	–359 481	355	351 224
2021	916 962	1 730 948	813 986	929	314 910
2022	1 188 439	1 731 442	543 003	1 035	335 813
Итого	2 828 181	3 781 871	953 690		334 463

### Заключение

Анализ информации в таблице показывает, что в течение первых двух лет пилотного проекта по управлению нагрузкой, когда в проекте участвовали потребители электроэнергии с суммарной мощностью объема снижения менее 400 МВт, "пассивные потребители", не участвовавшие в управлении спросом, фактически субсидировали как "активных потребителей", так и в целом функционирование пилотного проекта. Постепенно, начиная с 2021 г., наблюдается рост объема потребителей, участвующих в управлении нагрузкой, что приводит к большему снижению цены электроэнергии в РСВ и позволяет "пассивным потребителям" окупить ранее понесенные затраты и тем самым получить экономический эффект от внедрения механизма управления спросом. Таким образом, можно признать результаты пилотного проекта положительными и перейти к внедрению данного механизма как составной части рынка электроэнергии. Однако методы определения величин фактических отклонений (сравнения) нагрузки в периоды применения события управления нагрузкой и в его отсутствие требуют дополнительного анализа и оценки их точности и адекватности из-за принятия ряда статистическо-математических допущений.

На данный момент разработан и проходит согласование в федеральных органах исполнительной власти проект Постановления Правительства Российской Федерации "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации для определения основных положений, регулирующих оказание на оптовом рынке электрической энергии и мощности услуг по управлению изменением режима потребления", размещенный на федеральном портале проектов нормативных правовых актов<sup>9</sup>.

Принятие данного нормативного акта позволит интегрировать механизм управления спросом в оптовый рынок электроэнергии и мощности и обеспечить возможность конкуренции с неэффективной генерацией. Важно отметить, что для полноценной интеграции управления спросом в оптовый рынок электроэнергии и мощности необходимо внести изменения в ФЗ "Об электроэнергетике", в части определения и закрепления правового статуса агрегаторов управления изменением потребления электрической энергии в качестве субъектов оптового рынка электроэнергии и мощности.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Библиографический список

- Измайлов Ю. А., Кошарная Ю. В. Управление нагрузкой предприятия как способ обеспечения системной надежности. Тезисы конференции "Радиоэлектроника, электротехника и энергетика". М. : МЭИ, 2023. 592 с.  
Кошарная Ю. В., Матюнина Ю. В. Нормативно-правовое обеспечение работы потребителей на рынках электроэнергии. М. : МЭИ, 2018. 76 с.  
Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий. М. : Интермет инжиниринг, 2007. 672 с.

<sup>8</sup> Информация о ценозависимом снижении потребления // <https://www.atsenergo.ru/results/rsv/dr>.

<sup>9</sup> О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации для определения основных положений, регулирующих оказание на оптовом рынке электрической энергии и мощности услуг по управлению изменением режима потребления : проект Постановления Правительства РФ // <https://regulation.gov.ru/projects/List/AdvancedSearch?q=02%2F07%2F05-23%2F00138018&departmentId=>.



- Основы современной энергетики. В 2 т. Ч. 2. Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана [и др.]. М. : МЭИ, 2003. 454 с.
- Справочник по энергоснабжению промышленных предприятий и общественных зданий / под общ. ред. С. И. Гамазина [и др.]. М. : МЭИ, 2010. 745 с.
- Электротехнический справочник. В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / под общ. ред. В. Г. Герасимова [и др.]. М. : МЭИ, 2002. 696 с.

#### References

- Izmailov, Yu. A., Kosharnaya, Yu. V. 2023. Enterprise load management as a way to ensure system reliability. Abstract of reports of the conference *Radio electronics, electrical engineering and energy*. Moscow. (In Russ.)
- Kosharnaya, Yu. V., Matyunina, Yu. V. 2018. Regulatory and legal support for the work of consumers in electricity markets. Moscow. (In Russ.)
- Kudrin, B. I. 2007. Power supply for industrial enterprises. Moscow. (In Russ.)
- Fundamentals of modern energy. 2003. In 2 vols. Part 2. Modern electric power industry. Eds. A. P. Burman [et al.]. Moscow. (In Russ.)
- Handbook on energy supply of industrial enterprises and public buildings. 2010. Eds. S. I. Gamazin [et al.]. Moscow. (In Russ.)
- Electrical reference book. 2002. In 4 vols. Vol. 4. Use of electrical energy. Eds. V. G. Gerasimov [et al.]. Moscow. (In Russ.)

#### Сведения об авторах

**Измайлов Юрий Александрович** – ул. Мира, 30, г. Череповец, Вологодская обл., Россия, 162608; ООО "Инженерные изыскания", аспирант; e-mail: IzmailovYA@mpei.ru

**Yury A. Izmailov** – 30 Mira Str., Cherepovets, Vologda Region, Russia, 162608; Engineering Surveys LLC, PhD Student; e-mail: IzmailovYA@mpei.ru

**Кошарная Юлия Васильевна** – Красноказарменная ул., 17, г. Москва, Россия, 111250; Национальный исследовательский университет "Московский энергетический институт", канд. техн. наук, доцент; e-mail: KosharnayaYV@mpei.ru

**Yulia V. Kosharnaya** – 17 Krasnokazarmennaya Str., Moscow, Russia, 111250; National Research University "Moscow Power Energy Institute", Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor; e-mail: KosharnayaYV@mpei.ru