ДЗЮБА Анатолий Петрович

Кандидат экономических наук, генеральный директор

Научно-исследовательский центр «Энергетический менеджмент»

454021, РФ, г. Челябинск, ул. 250-летия Челябинска, 13, офис 7

Контактный телефон: (351) 267-92-81

e-mail: dzyuba-a@yandex.ru

СОЛОВЬЕВА Ирина Александровна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры финансов, денежного обращения и кредита

Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)

454080, РФ, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Контактный телефон: (351) 267-92-81

e-mail: solovevaia@susu.ru

Модель комплексного ценозависимого управления спросом промышленных предприятий на электроэнергию и газ¹

Исследование направлено на разработку комплексной модели управления энергетическими затратами, позволяющей крупным потребителям энергетических ресурсов выполнять ценозависимое управление спросом на потребление электрической энергии и природного газа. Проведен анализ особенностей современного механизма повышения энергетической эффективности посредством управления спросом на электропотребление. Изучение спроса на потребление природного газа и выявление общности технологических и экономических характеристик использования электрической энергии и природного газа позволили сделать вывод о возможности комплексного управления спросом на данные энергетические ресурсы. Исследование существующих условий оптового и розничного рынков электроэнергии и принципов ценообразования на поставляемый природный газ подтвердило возможность комплексного ценозависимого управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа. По результатам проведенного анализа авторами разработана модель комплексного ценозависимого управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа, позволяющая потребителям энергетических ресурсов (с учетом ценовых параметров поставки электроэнергии и природного газа) корректировать график производственных процессов и собственного спроса на энергоресурсы с целью минимизации затрат на их оплату.

JEL classification: L11, L94, L95

Ключевые слова: управление спросом; ценозависимое потребление; энергоэффективность; электропотребление; потребление природного газа; розничный рынок электроэнергии; ценообразование; энергозатраты.

Введение

Реализация политики энергосбережения позволяет без вложений существенных инвестиций получить импульс для социально-экономического развития на общенациональном уровне [15]. Актуальность сокращения затрат на потребление энергетиче-

¹ Статья выполнена при поддержке Правительства Российской Федерации (постановление № 211 от 16 марта 2013 г., соглашение № 02.A03.21.0011).

ских ресурсов для России обусловливается не только общемировыми тенденциями, но и значительным отставанием России по показателям энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) от развитых и многих развивающихся стран мира. По оценкам различных экспертов, для экономики России резерв повышения энергетической эффективности составляет порядка 45%, что эквивалентно суммарному объему годового потребления первичных энергоресурсов таких стран, как Австралия и Турция [1; 4].

Основными энергетическими ресурсами, потребляемыми в мире, являются электрическая энергия и природный газ¹. Природный газ выступает также в качестве промежуточного топлива в процессе производства электроэнергии. Россия по общему производству энергоресурсов занимает третье место в мире, по объему экспорта – первое, по потреблению электроэнергии – пятое, по потреблению природного газа – третье (рис. 1, 2²).

Рис. 1. Структура мирового потребления электроэнергии, ТВт·ч

Рис. 2. Структура мирового потребления природного газа, млрд м³

¹ Итоги работы топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в первом полугодии 2016 г.: отчет министра энергетики РФ. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/5660>.

² Рис. 1 и 2 составлены по: Key World Energy Statistics 2016. Отчет International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication>.

Несмотря на то, что потребление энергоресурсов на душу населения Россия находится на уровне развитых стран, энергоёмкость ВВП России значительно отстает и сравнима с уровнем таких стран, как Мексика, ЮАР и Мозамбик [5].

Задача снижения затрат экономики России на производство и потребление энергетических ресурсов имеет стратегическую важность, так как оказывает влияние на интенсивность экономического развития, доходность бюджетов всех уровней, экономическую устойчивость и энергетическую безопасность национальной экономики [3; 11].

Актуальность направления исследования

Одним из инновационных механизмов снижения затрат на потребление электрической энергии, реализуемым в мировой практике, является управление спросом на электропотребление, которое представляет собой инициативную форму экономического взаимодействия субъектов электроэнергетики с конечными потребителями электрической энергии, обеспечивающую взаимовыгодное экономически эффективное регулирование объемов и режимов электропотребления [2; 7; 8; 13; 14].

Управление спросом на электропотребление приводит к выравниванию суточных и годовых графиков электропотребления в масштабе региональных и объединенных электроэнергетических систем (пример графика спроса на электропотребление представлен на рис. 3), что способствует снижению затрат на этапах производства, транспортировки и распределения электроэнергии. Кроме того, оно генерирует значительную величину экономического эффекта за счет снижения затрат на закупку электроэнергии сразу для всех потребителей, действующих в рамках электроэнергетической системы [10]. По мнению авторов, для России эффект от применения механизма управления спросом может составить несколько десятков миллиардов рублей ежегодно, что ощутимо скажется на снижении тарифов для всех потребителей электроэнергии в масштабах экономики страны.

Рис. 3. Диаграмма почасового спроса на электропотребление Свердловской области за 2016 г., МВт¹

Характеристики производства, распределения и потребления природного газа имеют значительную схожесть с процессами производства, распределения и потребления

¹ Официальный сайт ОАО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии и мощности». URL: <http://www.atsenergo.ru>.

электрической энергии [5; 6]. Производители и потребители природного газа объединены между собой централизованной системой транспортировки и распределения газа, работающей в едином технологическом режиме. В рамках единой системы газоснабжения одновременно функционируют несколько тысяч потребителей газа, характеристики спроса которых на газ существенно дифференцированы (рис. 4). Из-за невозможности мгновенного контроля и ограничения режимов потребления газа каждого потребителя система производства, транспортировки и распределения газа вынужденно подстраивается под потребности потребителей. В результате, как и при электропотреблении, завышаются затраты на этапах производства, передачи, распределения природного газа, а затраты единой системы газоснабжения, с этим связанные, отражаются на тарифах на поставляемый газ для конечных потребителей.

Рис. 4. Диаграмма спроса на потребление газа в Свердловской области, тыс. м³ в месяц¹

Мы считаем, что инструменты управления спросом на электропотребление промышленных предприятий могут быть адаптированы к управлению спросом на потребление природного газа с целью сокращения затрат на производство, транспортировку и распределение его в рамках единой системы газоснабжения (ЕСГ). В связи с этим целью настоящего исследования является разработка комплексной модели управления спросом на потребление электроэнергии и природного газа на промышленных предприятиях.

В качестве основных предпосылок, обуславливающих актуальность комплексного управления потреблением электроэнергии и природного газа, можно выделить следующее:

- основная доля потребления электрической энергии и природного газа сконцентрирована в промышленном секторе;
- большая часть промышленных предприятий потребляет электрическую энергию и природный газ одновременно;
- на волатильность спроса на потребление электрической энергии и природного газа влияют схожие факторы;
- спрос на потребление электрической энергии и природного газа на промышленных предприятиях чаще всего формируется одними и теми же единицами технологического оборудования;
- значительная доля природного газа используется для производства электроэнергии.

¹ Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: www.gks.ru.

Особенностью комплексного управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа, помимо суммарного эффекта от выравнивания спроса на энергетические ресурсы, общего числа влияющих факторов и одинаковых периодов роста спроса, является взаимное влияние спроса на потребление электрической энергии и природного газа (рис. 5).

Рис. 5. Схема взаимного влияния параметров спроса на потребление электрической энергии и природного газа

С учетом технологической и организационной сложности процессов обращения электроэнергии и природного газа управление спросом должно представлять собой комплексную программу, в которой одновременно участвуют все субъекты электро-снабжения и газоснабжения: производители электроэнергии и природного газа; магистральные и распределительные электросетевые и газораспределительные компании; потребители электроэнергии и природного газа и субъекты технологической и коммерческой инфраструктуры оптовых и розничных рынков электроэнергии и природного газа; инфраструктура товарно-сырьевой биржи по купле-продаже природного газа.

Методика исследования

В качестве первого этапа внедрения комплексной системы управления спросом на потребление электроэнергии и природного газа, с нашей точки зрения, может рассматриваться ценозависимое потребление энергетических ресурсов.

Ценозависимое потребление энергетических ресурсов – это метод управления стоимостью закупаемых энергетических ресурсов посредством регулирования графиков спроса на потребление энергетических ресурсов в зависимости от ценовых параметров их покупки и реализации [11].

Ценозависимому управлению спросом на потребление электрической энергии на промышленных предприятиях авторы посвятили цикл работ, результатом которых

стала разработка соответствующих методик и алгоритмов, а также получение патента [7].

Как уже отмечалось, мы считаем, что механизмы ценозависимого управления электропотреблением можно перенести и на управление спросом на природный газ и реализовывать комплексное управление, что будет способствовать максимизации экономического эффекта.

Рассмотрим более подробно механизмы ценообразования на электроэнергию и природный газ и докажем возможность снижения затрат на их оплату посредством ценозависимого управления.

Стоимость электроэнергии для промышленных потребителей¹ состоит из трех основных компонент: стоимости электрической энергии SE [12], стоимости электрической мощности SP и стоимости услуг по передаче электроэнергии $СП$ [9], р.:

$$SE = SW + SP + СП. \quad (1)$$

Названные компоненты рассчитываются по следующим формулам:

$$SW = \sum_m (W^t \times \Pi_{PCB}^t), \quad (2)$$

где W^t – величина потребления электрической энергии промышленным предприятием в час t ; Π_{PCB}^t – цена рынка на сутки вперед (PCB) в час t .

$$SP = VP_m \times TP_m, \quad (3)$$

где TP_m – цена мощности, купленной промышленным предприятием в месяце m ; VP_m – величина обязательств по покупке мощности промышленным предприятием в месяце m :

$$VP_m = \frac{\sum_{\text{раб},m} W_{t_max_регион}^t}{n_{\text{раб},m}}, \text{ где } t = t_max_регион, \quad (4)$$

где W^t – величина потребления электрической энергии промышленным предприятием в час t , кВт·ч; $t_max_регион$ – час совмещенного максимума потребления по субъекту Российской Федерации, в котором промышленное предприятие осуществляет покупку электроэнергии в час t рабочего дня месяца m ; $n_{\text{раб},m}$ – количество рабочих дней в месяце m ;

$$t_max_регион \in T_пик_CO,$$

где $T_пик_CO$ – интервалы плановых часов пиковой нагрузки, утверждаемые системным оператором ЕЭС России²;

$$СП = СП2_m^{\text{содерж}} + СП2_m^{\text{тех_расход}}, \quad (5)$$

где $СП2_m^{\text{содерж}}$ – стоимость услуги по передаче электроэнергии по двухставочному тарифу, учитывающему стоимость содержания электрических сетей в месяце m , кВт·мес.; $СП2_m^{\text{тех_расход}}$ – стоимость услуги по передаче электроэнергии по двухставочному тарифу, учитывающему стоимость технологического расхода (потерь) в электрических сетях в месяце m , кВт·ч;

¹ Постановление Правительства РФ «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности» от 27 декабря 2010 г. № 1172. URL: www.government.consultant.ru.

² Официальный сайт ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы». URL: www.so-ups.ru.

$$СП2_m^{\text{содерж}} = T_m^{\text{содерж}} \times ВП2_m, \quad (6)$$

где $T_m^{\text{содерж}}$ – ставка тарифа за содержание электрических сетей в месяце m ; $ВП2_m$ – величина, принимаемая для расчета обязательств по оплате за содержание электрических сетей, в месяце m ;

$$ВП2_m = \frac{\sum_{\text{раб},m} \max(W_{T_{\text{пик_CO}}}^t)}{n_{\text{раб},m}}, \quad (7)$$

где $\max(W_{T_{\text{пик_CO}}}^t)$ – максимальная величина потребления электроэнергии в период интервалов плановых часов пиковой нагрузки $T_{\text{пик_CO}}$, утверждаемых системным оператором ЕЭС, для рабочего дня месяца;

$$СП2_m^{\text{тех_расход}} = T_m^{\text{тех_расход}} \times \sum_m W^t, \quad (8)$$

где $T_m^{\text{тех_расход}}$ – ставка тарифа на оплату технологического расхода (потерь) в электрических сетях в месяце m .

Из формул (2–8) можно сделать вывод о том, что каждый компонент стоимости электроэнергии для конкретного потребителя рассчитывается индивидуально и зависит от характера почасового графика спроса на потребление электроэнергии в каждом расчетном месяце W^t . Таким образом, управление графиком спроса на электропотребление W^t позволяет управлять стоимостью электроэнергии, закупаемой предприятиями SE :

$$SE = \begin{cases} SW = f(W^t) \\ SP = f(W^t), \rightarrow SE = f(W^t). \\ SPI = f(W^t) \end{cases} \quad (9)$$

На рис. 6 представлены графические примеры определения обязательств по оплате различных компонентов стоимости электроэнергии на базе типового графика спроса на электропотребление. График A показывает формирование стоимости обязательств по оплате электрической мощности, график B – оплату услуг по передаче электроэнергии, график C – стоимость покупки электрической энергии на рынке на сутки вперед. Как видно из примеров формирования стоимости обязательств по оплате электрической мощности, показанном на графике A , при смещении собственных максимумов спроса на электропотребление с часа суточного максимума электропотребления региональной электроэнергетической системы (4), происходит снижение величины обязательств по покупке мощности VP_m . Следовательно, снижаются затраты на ее оплату SP для конкретного потребителя.

Из графика B видно, что при управлении спросом на электропотребление в периоды плановых часов пиковой нагрузки электроэнергетической системы $T_{\text{пик_CO}}$ (7) производится снижение величины, принимаемой для расчета обязательств по оплате за содержание электрических сетей $ВП2_m$. Следовательно, снижается стоимость услуг по передаче электроэнергии $СП$ для потребителя.

График C показывает, что при управлении графиком спроса на электропотребление в периоды высоких ценовых параметров рынка на сутки вперед Π_{PCB}^t (2) производится снижение величины электроэнергии, закупаемой по максимальным суточным ценам, и, следовательно, снижается стоимость электроэнергии, закупаемой потребителем на рынке на сутки вперед SW .

Таким образом, при оптимизации графика спроса на электропотребление сразу по трем компонентам стоимости будет происходить снижение общей стоимости электроэнергии SE , закупаемой потребителем (9).

Рис. 6. Примеры определения обязательств по оплате различных компонентов стоимости электроэнергии на базе типового графика спроса на электропотребление: электрической мощности (А); услуг по передаче электроэнергии (В); стоимости покупки электрической энергии на рынке на сутки вперед (С)

Стоимость природного газа, закупаемого промышленными предприятиями, состоит из стоимости закупок газа в рамках установленных лимитов и стоимости закупок газа сверх установленных лимитов:

$$SG = SGL + SGHL, \quad (10)$$

где SG – стоимость закупаемого природного газа; SGL – стоимость закупок газа в рамках установленных лимитов; $SGHL$ – стоимость закупок газа сверх установленных лимитов;

$$SGL = \sum_{\text{мес}} \left\{ \sum_{\text{сут}} V^t \in V_{\text{сут}}^{\text{лим}} \right\} \times TGL, \quad (11)$$

где V^t – величина потребления природного газа промышленным предприятием в час t , м^3 ; $V_{\text{сут}}^{\text{лим}}$ – величина суточных лимитов потребления природного газа, м^3 ; TGL – тариф на поставку природного газа, выбираемого потребителем в объемах установленных лимитов, р./м^3 ;

$$SGHL = \sum_{\text{мес}} \left\{ \sum_{\text{сут}} V^t \notin V_{\text{сут}}^{\text{лим}} \right\} \times TGHL, \quad (12)$$

где $TGHL$ – тариф на поставку природного газа, выбираемого промышленным предприятием в объемах сверх установленных лимитов, р./м^3 ;

$$TGHL = TGL \times K_{\text{сверхлимит}}, \quad (13)$$

где $K_{\text{сверхлимит}}$ – величина превышающего коэффициента:

$$\begin{aligned} &\text{для } T \{15 \text{ апреля по } 15 \text{ сентября}\} K_{\text{сверхлимит}} = 1,1; \\ &\text{для } T \{16 \text{ сентября по } 14 \text{ апреля}\} K_{\text{сверхлимит}} = 1,5. \end{aligned}$$

Из формул (10–13) можно сделать вывод о том, что каждый компонент стоимости природного газа для конкретного потребителя рассчитывается индивидуально, в зависимости от характера почасового графика спроса на потребление природного газа в каждом расчетном месяце V^t . Таким образом, управление графиком спроса на потребление газа V^t позволяет управлять стоимостью газа, закупаемого предприятием SG :

$$SG = \begin{cases} SGL = f(V^t) \\ SGHL = f(V^t) \end{cases}, \rightarrow SG = f(V^t). \quad (14)$$

На рис. 7 на базе типового графика спроса на потребление природного газа промышленного предприятия представлен пример определения обязательств по оплате различных компонентов стоимости природного газа. Как видно из данного примера, при превышении либо снижении объемов потребления газа относительно коридоров установленных лимитов на выборку газа $V_{\text{сут}}^{\text{лим}}$ (11) предприятие оплачивает газ по завышенным тарифам $TGHL$ (13). При управлении графиком спроса на потребление газа в направлениях, исключающих объемы сверхлимитного потребления, производится снижение объемов закупок газа по ценам сверх установленных лимитов $SGHL$ (12), что ведет к сокращению общей стоимости газа SG (14), закупаемого потребителем.

Рис. 7. Графический пример определения стоимости обязательств по оплате различных компонентов стоимости природного газа на базе типового графика спроса на электропотребление

Таким образом, все компоненты стоимости и электрической энергии, и природного газа поддаются ценозависимому управлению, т. е. затраты по всем компонентам могут быть снижены благодаря управлению графиками спроса на потребление электрической энергии и природного газа, которые напрямую связаны с графиками работы основного и вспомогательного оборудования на промышленных предприятиях:

$$SEG = \begin{cases} SW = f(W^t) \\ SP = f(W^t) \\ S\Pi = f(W^t) = f(W^t; V^t) = f(T^t), \\ SGL = f(V^t) \\ SGHL = f(V^t) \end{cases} \quad (15)$$

где SEG – величина затрат на закупку электрической энергии и природного газа, р.; T – графики работы основного и вспомогательного оборудования на промышленных предприятиях.

Особенности ценообразования на закупку электроэнергии и природного газа для промышленных предприятий, выявленные в результате анализа формул (1–15), позволяют управлять затратами на закупку электроэнергии и природного газа на базе модели ценозависимого управления потреблением энергоресурсов, которая должна быть сформирована исходя из следующих принципов:

- комплексность управления затратами, как на закупку электроэнергии, так и на закупку природного газа;
- учет всех составляющих затрат на закупку электроэнергии и природного газа;
- возможность управления затратами в различные периоды;
- управление затратами с учетом соблюдения параметров экономической эффективности предприятия в целом;
- управление затратами с учетом производственных возможностей и технологической устойчивости.

Модель комплексного ценозависимого управления

На рис. 8 представлена разработанная модель комплексного ценозависимого управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа, позволяющая с учетом ценовых параметров поставки электроэнергии и газа корректировать график собственного спроса на энергоресурсы с целью минимизации затрат на их оплату.

Модель комплексного ценозависимого управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа состоит из нескольких блоков. В блоке планирования графиков работы производственного и вспомогательного энергопотребляющего оборудования на различные периоды управления проводится анализ плана выпуска продукции, производственной программы предприятия, оценивается производственная логистика, технологии производства и графики работы основного и вспомогательного оборудования.

Результатом блока планирования графиков работы производственного и вспомогательного оборудования являются плановые графики процессов производства для различных уровней предприятия: производственных цехов, участков, отдельных производственных объектов, а также различных периодов управления: час, сутки, неделя, месяц и год.

В блоке прогнозирования потребления электрической энергии и природного газа на различные периоды управления на базе анализа факторов, действующих на параметры спроса на потребление электрической энергии и природного газа (производственных, климатических, технологических, социально-экономических), а также оценки взаимного влияния параметров спроса производится прогнозирование параметров потребления энергоресурсов на различные периоды управления. Результатом блока прогнозирования потребления электрической энергии и природного газа являются прогнозные параметры спроса на потребление электрической энергии и природного газа для различных уровней производственного предприятия и различных периодов управления.

На основании прогнозных графиков спроса на потребление электрической энергии и природного газа производится оценка стоимостных параметров закупки энергоресурсов для исследуемых периодов управления. По результатам оценки выявляется производственное оборудование, в наибольшей степени влияющее на графики спроса на потребление электрической энергии и природного газа.

Следующим этапом является оценка возможных сценариев конфигурации графиков производственных процессов с целью минимизации затрат на закупку энергоресурсов.

Рис. 8. Модель комплексного ценозависимого управления потреблением электрической энергии и природного газа на промышленных предприятиях

Варианты конфигурации графиков производственных процессов рассчитываются исходя из производственных возможностей, технологической устойчивости и экономической эффективности изменений. После разработки сценария изменения графиков производственных процессов внедряются изменения в плановые графики работы предприятия. На завершающем этапе необходимы оперативный контроль выполнения изменений и оценка полученного экономического эффекта.

Заключение

Механизм управления спросом на энергоресурсы является эффективным инструментом повышения энергетической эффективности на всех уровнях экономики. Для России эффект от применения механизма управления спросом может достигать нескольких десятков миллиардов рублей ежегодно, что ощутимо скажется на снижении тарифов для всех категорий потребителей в масштабах экономики страны.

Технологические, организационные и экономические характеристики производства, распределения и потребления природного газа обладают значительной схожестью с аналогичными характеристиками электрической энергии. Выявленные сходства позволяют предположить возможность адаптации механизмов управления спросом на потребление электрической энергии для снижения затрат на производство, передачу и распределение природного газа.

Особенности и общность характеристик потребления электрической энергии и природного газа обуславливают возможность применения комплексной модели управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа одновременно.

Особенностью комплексного управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа, помимо суммарного эффекта от выравнивания спроса на энергетические ресурсы, общего числа влияющих факторов и одинаковых периодов изменения спроса, является взаимное влияние спроса на потребление электрической энергии и природного газа.

В качестве начального этапа внедрения комплексной системы управления спросом на потребление электроэнергии и природного газа может рассматриваться ценозависимое потребление энергетических ресурсов.

Выполненный анализ существующих условий оптового и розничного рынков электроэнергии и принципов ценообразования на поставляемый природный газ позволяет констатировать целесообразность комплексного ценозависимого потребления электрической энергии и природного газа.

Опираясь на результаты анализа ценовых и технологических параметров потребления электрической энергии и природного газа, авторы предложили модель комплексного ценозависимого управления спросом на потребление электрической энергии и природного газа, которая позволяет с учетом ценовых параметров поставки электроэнергии и природного газа корректировать график процессов производства и собственного спроса предприятия на энергоресурсы с целью минимизации затрат на их оплату.

Источники

1. Афанасьева А. А. Проблема повышения энергоэффективности экономики России // European Research: сб. ст. победителей VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Пенза, 7 февраля 2017 г.) / отв. ред. Г. Ю. Гуляев. Пенза: Наука и просвещение, 2017. С. 193–195.
2. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. Управление спросом на электроэнергию: адаптация зарубежного опыта в России // Эффективное антикризисное управление. 2013. № 1. С. 83–89. DOI:10.17747/2078-8886-2013-1-84-89.
3. Диагностика и механизмы повышения энергетической безопасности России / А. А. Ку克林, А. Л. Мызин, П. А. Пыхов, М. М. Потанин // Вестник Забайкальского государственного университета. 2013. № 10. С. 134–149.

4. Дудкин И. Н. Совершенствование ценообразования на оптовом рынке электрической энергии (мощности) // Инновации и инвестиции. 2014. № 2. С. 74–77.
5. Емельяшина Ю. В. Национальные особенности спроса на газ // Газовая промышленность. 2007. № 10. С. 14–17.
6. Емельяшина Ю. В., Картошкин С. В. Взаимовыгодные интересы производителей и потребителей газа в России // Нефть, газ и бизнес. 2007. № 9. С. 83–88.
7. Соловьева И. А., Дзюба А. П. Комплексное ценозависимое управление энергозатратами на промышленных предприятиях // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2017. № 9. С. 23–30.
8. Соловьева И. А., Дзюба А. П. Управление спросом на электроэнергию в России: состояние и перспективы // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2017. № 3 (149). С. 53–62.
9. Соломатина О. И. Определение стоимости услуг по передаче электрической энергии // Электроэнергия. Передача и распределение. 2014. № 4. С. 22–23.
10. Сосновский Я., Арьев Е. О фактах и инструментах управления спросом на энергию // Региональная экономика: актуальные вопросы и новые тенденции: сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. (Ульяновск, 17–23 апреля 2017 г.). Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2017. С. 5–9.
11. Чернов С. С., Бельчикова Е. С. Энергоемкость экономики России: сравнительный анализ // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век: материалы XII Междунар. науч.-практ. интернет-конференции (Орёл, 15 марта – 30 июня 2014 г.) / ред.: О. В. Пилипенко, А. Н. Качанов, Ю. С. Степанов. Орёл: Госуниверситет-УНПК, 2014. С. 132–134.
12. Шишкин П. Е. Влияние точности планирования потребления электроэнергии на ОРЭМ на конечную стоимость электроэнергии // Труды Братского государственного университета. Сер.: Естественные и инженерные науки. 2013. № 1. С. 64–69.
13. Dunn R. Electric Utility Demand-Side Management 1999 // US Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/electricity/data/eia861/dsm/058999.pdf>.
14. Loughran D., Kulick J. Demand Side Management and Energy Efficiency in the United States // Energy Journal. 2004. Vol. 25. No. 1. Pp. 19–43.
15. The Application of Smartphone Technology to Economic and Environmental Analysis of Building Energy Conservation Strategies / P. Leslie, J. Pearce, R. Harrap, S. Daniel // International Journal of Sustainable Energy. 2012. Vol. 31. No. 5. Pp. 295–311.

A Model for Comprehensive Price-Dependent Management of Industrial Enterprises' Demand for Electricity and Gas

by Anatoly P. Dzyuba and Irina A. Solovyeva

The article aims to develop an integrated model for energy costs management that allows large consumers of energy resources to perform price-dependent management of the demand for electricity and natural gas. The authors analyse specific features of a modern mechanism for increasing energy efficiency through the management of demand for electricity. The study of parameters of demand for natural gas and the identification of common technological and economic characteristics of using electricity and natural gas confirm that integrated demand management for these energy resources is possible. The article presents the results of the analysis of the existing conditions in wholesale and retail electricity markets and principles of natural gas pricing, which proved the possibility of comprehensive price-dependent management of demand for electricity and natural gas in the current economic situation. The findings

enabled the authors to design a model of comprehensive price-dependent management of demand for electricity and natural gas, which offers consumers of energy resources a possibility to adjust their schedule of production processes and demand for energy resources taking into account the price parameters of electricity and natural gas supply to minimise the costs.

Keywords: demand management; price-dependent consumption; energy efficiency; electricity consumption; natural gas consumption; retail electricity market; pricing; energy costs.

References:

1. Afanaseva A. A. Problema povysheniya energoeffektivnosti ekonomiki Rossii [The problem of increasing the energy efficiency of the Russian economy]. *Sbornik statey pobediteley VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "European Research"* [Proc. 8th Int. Sci.-Prac. Conf. "European Research"]. Penza: Nauka i prosveshchenie Publ., 2017, pp. 193–195.
2. Gitelman L. D., Ratnikov B. Ye., Kozhevnikov M. V. Upravlenie sprosom na elektroenergiyu: adaptatsiya zarubezhnogo opyta v Rossii [Electricity demand management: Adaptation of foreign experience in Russia]. *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie – Effective Crisis Management*, 2013, no. 1, pp. 83–89. DOI:10.17747/2078-8886-2013-1-84-89.
3. Kuklin A. A., Myzin A. L., Pykhov P. A., Potanin M. M. Diagnostika i mekhanizmy povysheniya energeticheskoy bezopasnosti Rossii [Diagnosis and mechanisms for improving Russia's energy security]. *Vestnik Zabayskogo gosudarstvennogo universiteta – Transbaikalian State University Journal*, 2013, no. 10, pp. 134–149.
4. Dudkin I. N. Sovershenstvovanie tsenoobrazovaniya na optovom rynke elektricheskoy energii (moshchnosti) [Perfection of pricing in the wholesale market of electricity]. *Innovatsii i investitsii – Innovations and Investments*, 2014, no. 2, pp. 74–77.
5. Yemelyashina Yu. V. Natsional'nye osobennosti sprosa na gaz [National specifics of the demand for gas]. *Gazovaya promyshlennost – Gas Industry*, 2007, no. 10, pp. 14–17.
6. Yemelyashina Yu. V., Kartoshkin S. V. Vzaimovыgodnye interesy proizvoditeley i potrebiteley gaza v Rossii [Mutually beneficial interests of gas producers and consumers in Russia]. *Neft, gaz i biznes – Oil, Gas and Business*, 2007, no. 9, pp. 83–88.
7. Solovyeva I. A., Dzyuba A. P. Kompleksnoe tsenozavisimoe upravlenie energozatratami na promyshlennyykh predpriyatiyakh [Complex price-dependent management of energy costs at industrial enterprises]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom – Problems of Economy and Management of the Oil and Gas Industry*, 2017, no. 9, pp. 23–30.
8. Solovyeva I. A., Dzyuba A. P. Upravlenie sprosom na elektroenergiyu v Rossii: sostoyanie i perspektivy [Managing the demand for electricity in Russia: The state and prospects]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Vestnik of Samara State University of Economics*, 2017, no. 3 (149), pp. 53–62.
9. Solomatina O. I. Opredelenie stoimosti uslug po peredache elektricheskoy energii [Determining the cost of services for the transmission of electrical energy]. *Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie – Electricity. Transmission and Distribution*, 2014, no. 4, pp. 22–23.
10. Sosnovskiy Ya., Aryev Ye. O faktakh i instrumentakh upravleniya sprosom na energiyu [On the facts and tools for managing the demand for energy]. *Sbornik nauchnykh trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Regional'naya ekonomika: aktual'nye voprosy i novye tendentsii"* [Proc. 3rd Int. Sci.-Prac. Conf. "Regional Economics: Topical Issues and New Trends"]. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Technical University, 2017, pp. 5–9.
11. Chernov S. S., Belchikova Ye. S. Energoemkost' ekonomiki Rossii: sravnitel'nyy analiz [Energy intensity of the Russian economy: A comparative analysis]. *Materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii "Energo- i resursosberezhenie – XXI vek"* [Proc. 12th Int. Sci.-Prac. Internet Conf. "Energy and Resource Saving in the 21st Century"]. Orel: Gosuniversitet-UNPK Publ., 2014, pp. 132–134.
12. Shishkin P. Ye. Vliyanie tochnosti planirovaniya potrebleniya elektroenergii na OREM na konechnuyu stoimost' elektroenergii [The influence of the accuracy of electricity consumption planning in the wholesale electricity market on the final cost of electricity]. *Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki – Works of Bratsk State University. Series: Natural and Engineering Sciences*, 2013, no. 1, pp. 64–69.
13. Dunn R. *Electric Utility Demand-Side Management 1999*. US Energy Information Administration. Available at: <https://www.eia.gov/electricity/data/eia861/dsm/058999.pdf>.

14. Loughran D., Kulick J. Demand Side Management and Energy Efficiency in the United States. *Energy Journal*, 2004, vol. 25, no. 1, pp. 19–43.

15. Leslie P., Pearce J., Harrap R., Daniel S. The Application of Smartphone Technology to Economic and Environmental Analysis of Building Energy Conservation Strategies. *International Journal of Sustainable Energy*, 2012, vol. 31, no. 5, pp. 295–311.

Contact Info:

Anatoly P. Dzyuba, Cand. Sc. (Econ.),
General Director
Phone: (351) 267-92-81
e-mail: dzyuba-a@yandex.ru

Irina A. Solovyeva, Cand. Sc. (Econ.),
Associate Prof. of Finance, Money Circulation
and Credit Dept.
Phone: (351) 267-92-81
e-mail: solovevaia@susu.ru

Scientific Research Center
“Energetichesky Menedzhment”
Office 7, 13 250 let Chelyabinska St.,
Chelyabinsk, 454021

South Ural State University
(National Research University)
76 Lenina Ave., Chelyabinsk, 454080

Ссылка для цитирования: Дзюба А.П., Соловьева И.А. Модель комплексного ценозависимого управления спросом промышленных предприятий на электроэнергию и газ // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. Т. 19. № 1. С. 79–93. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-1-7

For citation: Dzyuba A. P., Solovyeva I. A. Model' kompleksnogo tsenozavisimogo upravleniya sprosom promyshlennykh predpriyatiy na elektroenergiyu i gaz [A model for comprehensive price-dependent management of industrial enterprises' demand for electricity and gas]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2018, vol. 19, no. 1, pp. 79–93. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-1-7