

УДК 332.1+334.027
DOI 10.34822/2312-3419-2020-1-22-32

АПРОБАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ЦЕНОЗАВИСИМОГО УПРАВЛЕНИЯ СПРОСОМ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

А. П. Дзюба

*Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия
E-mail: dzyuba-a@yandex.ru*

Статья посвящена расчету и оценке результатов апробации применения моделей ценозависимого управления спросом на потребление природного газа на промышленных предприятиях России. В материалах приведены результаты апробации применения модели ценозависимого управления спросом на потребление природного газа как для контрактов, действующих с региональными поставщиками газа, так и для контрактов на поставку природного газа с товарно-сырьевой биржи. Результаты апробации применения ценозависимого управления спросом в рамках контрактов с региональными поставщиками на примере лесоперерабатывающего предприятия, действующего в Пермском крае, позволили получить снижение затрат на закупку газа на 5,76 % от первоначальной стоимости, что в годовом измерении составит более миллиона рублей. Результаты апробации применения ценозависимого управления спросом в рамках контрактов на закупку газа с товарно-сырьевой биржи позволили получить снижение затрат на закупку газа в размере 12 %, что является значительным для любого промышленного предприятия России. Результаты проведенной апробации модели управления спросом на потребление электроэнергии и природного газа на промышленном предприятии демонстрируют существенность потенциальных экономических эффектов и подтверждают высокую практическую значимость применения ценозависимого электропотребления.

Ключевые слова: управление спросом, потребление природного газа, повышение энергетической эффективности, неравномерность спроса на природный газ, графики спроса на газ.

Для цитирования: Дзюба А. П. Апробация моделей ценозависимого управления спросом на потребление природного газа на промышленных предприятиях России // Вестник Сургутского государственного университета. 2020. № 1 (27). С. 22–32. DOI 10.34822/2312-3419-2020-1-22-32.

MODELS APPROVAL OF PRICE-DEPENDENT DEMAND MANAGEMENT FOR CONSUMPTION OF NATURAL GAS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES OF RUSSIA

A. P. Dzyuba

*South Ural State University (NRU), Chelyabinsk, Russia
E-mail: dzyuba-a@yandex.ru*

The article is devoted to the calculation and evaluation of the testing results for the use of price-dependent demand management models for natural gas consumption at industrial enterprises in the Russian Federation. The results of the model application both for contracts operating with regional gas suppliers and for contracts for the supply of natural gas from the commodity exchange are presented. The testing of contracts with regional suppliers using the example of a timber processing company in the Perm Krai made it possible to reduce gas purchase costs by 5.76 % of the initial cost, which is more than a million rubles in annual terms. The testing of contracts for the purchase of gas from the commodity exchange allowed us to obtain a 12 % reduction cost, which is significant for any industrial enterprise in Russia. The approval results of the demand management model for the consumption of electricity and natural gas at an industrial enterprise demonstrate the significant potential economic effects and confirm the high practical importance of the use of price-dependent power consumption.

Keywords: demand management, consumption of natural gas, energy efficiency improvement, uneven demand for natural gas, gas demand schedules.

For citation: Dzyuba A. P. Models Approval of Price-Dependent Demand Management for Consumption of Natural Gas in Industrial Enterprises of Russia // Surgut State University Journal. 2020. No. 1 (27). P. 22–32. DOI 10.34822/2312-3419-2020-1-22-32.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из современных направлений в области повышения энергетической эффективности, реализуемых на уровне экономик различных стран мира, является управление спросом на потребление электроэнергии. Графики спроса на потребления электроэнергии характеризуются существенной волатильностью, которая оказывает значительное влияние на увеличение затрат на производство, передачу и распределение электрической энергии, что в итоге отражается на увеличении тарифов на электроэнергию, отпускаемую конечным потребителям [1–2]. Выравнивание неравномерностей спроса на электропотребление на уровне энергосистем в мировом энергетическом сообществе носит название Demand Side Management и направлено на управление графиками спроса на электропотребление конечных потребителей электроэнергии, действующих в рамках энергосистем [3–4]. Особенностью управления спросом на электропотребление является одновременная технологическая взаимосвязь и единство во времени процессов производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии, что позволяет выравнивать графики электроэнергетических режимов на всех уровнях [5]. Программы по управлению спросом на электропотребление еще с 1970-х годов начали реализовывать в США и странах Европы [6–7]. В настоящее время технологии Demand Side Management включены в программы развития энергетик стран Азии, Африки и Океании, что подчеркивает практическую эффективность применения технологий управления спросом [8–9]. Реализация механизмов Demand Side Management выполняется на уровне конечных потребителей посредством реакции графиков спроса на стимулирующие воздействия со стороны энергетической системы (Demand Response) [10–11]. Наиболее распространенным механизмом стимулирования потребителей электроэнергии к выравниванию собственных графиков спроса является ценозависимое электропотребление, анализу которого в рамках энерге-

тики России автором посвящен цикл исследований [12–13].

Природный газ является энергетическим ресурсом, занимающим второе место после электрической энергии по масштабам потребления на уровне конечных потребителей [14]. Технологические особенности потребления природного газа имеют существенное сходство с потреблением электрической энергии, которое выражается в непрерывности и единстве режимов производства, передачи, распределения и потребления природного газа [15]. В связи со значительными масштабами потребления газа в России охват газовой инфраструктурой большинства регионов страны – одновременная работа в едином технологическом режиме газоснабжения десятков тысяч потребителей [16]. Учитывая неравномерные характеристики спроса на потребление газа, как и в случае с электроэнергией, управление спросом на потребление природного газа в России позволяет снижать затраты газовой инфраструктуры на поставку природного газа конечным потребителям.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Современные механизмы ценообразования, действующие в рамках условий обращения природного газа в России, позволяют потребителям выполнять ценозависимое управление собственным потреблением газа, как это представлено в формуле (1) [17].

$$\left\{ \begin{array}{l} SG = SGRL + SGRHL + SGS \\ SGRL = f(V_t) \\ SGRHL = f(V_t) \\ SGS = f(V_t) \end{array} \right. , \rightarrow SG = f(V_t), \quad (1)$$

где SG – общая стоимость закупок газа потребителем (руб.);

SGRL – стоимость закупок газа потребителем в рамках контрактов у региональных поставщиков (руб.);

SGRHL – стоимость закупок газа потребителем сверх установленных лимитов в рамках контрактов у региональных поставщиков (руб.) [18];

SGS – стоимость закупок газа потребителем в рамках контрактов на товарно-сырьевой бирже (руб.) [19];

V_t – посуточный график спроса на потребление природного газа (тыс. куб. м).

Ценозависимое потребление природного газа приводит к снижению затрат на его закупку на уровне конечных потребителей и выравниванию графиков спроса на потребление газа на уровне региональных поставщиков, объединенных в Единую систему газоснабжения.

Описание моделей ценозависимого потребления природного газа в рамках закупок по контрактам с региональным поставщиком и в рамках закупок по контрактам на товарно-сырьевой бирже проведено автором в исследованиях [19–20]. Примеры ценозависимого управления спросом на потребление природ-

ного газа на промышленных предприятиях представлены в данном исследовании.

Ниже приведен пример ценозависимого управления спросом на потребление природного газа промышленного предприятия при закупках газа по контрактам у регионального поставщика.

Промышленное лесоперерабатывающее предприятие, расположенное в Пермском крае, потребляет природный газ на нужды осушки древесины перед дальнейшей переработкой. График посуточного потребления газа предприятием представлен на рис. 1А. На рис. 1Б представлен скорректированный посуточный график потребления газа промышленного лесоперерабатывающего предприятия по критериям управления спросом.

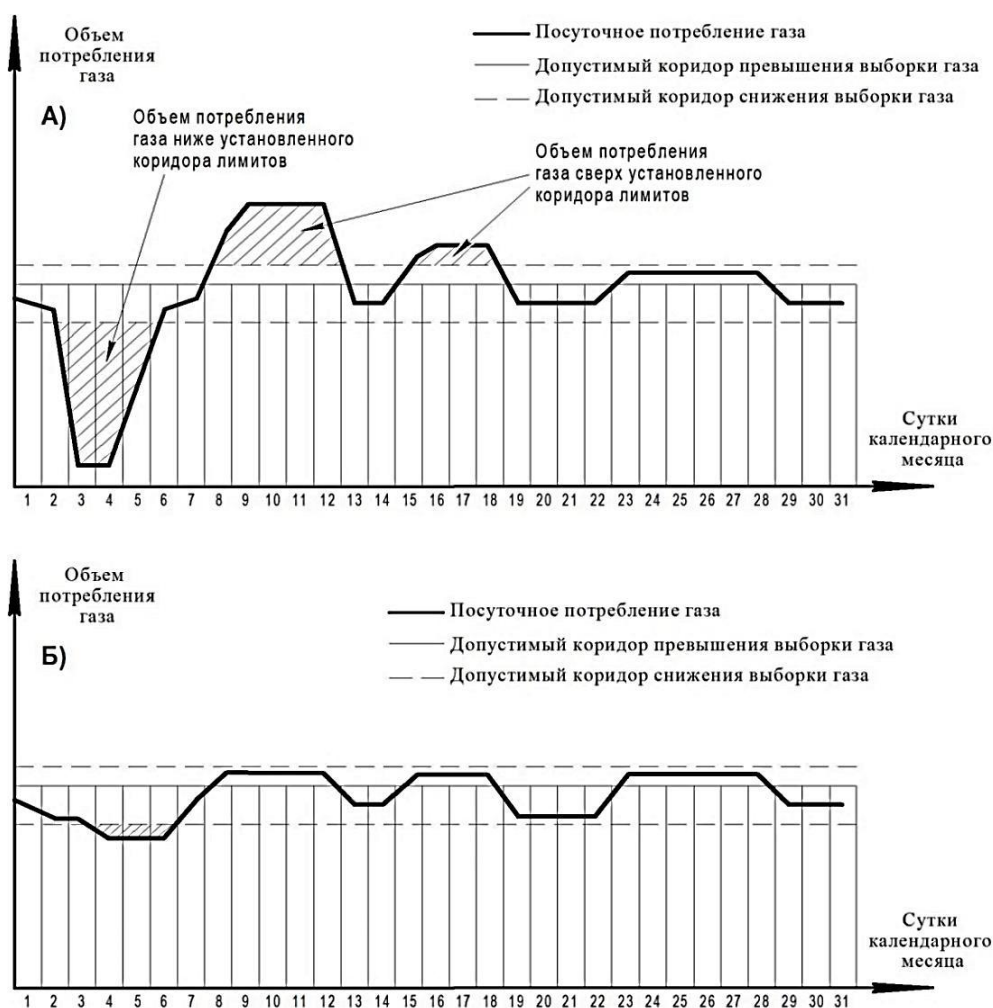


Рис. 1. Посуточный график потребления газа промышленного лесоперерабатывающего предприятия, расположенного в Пермском крае

Примечание: составлено автором на основе данных потребления газа ООО «Лес Пром Сервис» (Пермский край), предоставленных по письменному запросу.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из анализа внутримесячного потребления газа следует, что посуточный график потребления характеризуется волатильностью, которая выражается в снижении потребления газа ниже допустимого коридора установленных лимитов в некоторые сутки расчетного месяца и увеличении потребления газа в некоторые сутки сверх допустимого коридора установленных лимитов.

В табл. 1 представлены характеристики исходных данных параметров спроса на потребление газа исследуемого предприятия. Как следует из данных табл. 1, цена газа в случае превышения объема выборки сверх допустимого коридора установленных лимитов увеличивается с 4 130 руб./тыс.м³

до 6 195 руб./тыс.м³, или на 50 %, что рассчитывается на основании формулы (2):

$$T_m^{\text{сверхлимит}} = \Pi_m^{\text{Газ_регион_Лим}} \times K^{\text{сверхлимит}}, \quad (2)$$

где $T_m^{\text{сверхлимит}}$ – тариф за оплату объема газа, потребленного сверх допустимых коридоров выборки газа за расчетный месяц (руб./тыс. куб. м);

$\Pi_m^{\text{Газ_регион_Лим}}$ – цена закупок газа в рамках лимитных объемов по контрактам с региональным поставщиком газа (руб./тыс. куб. м);

$K^{\text{сверхлимит}}$ – величина превышающего коэффициента [18] (для периода с 15 апреля по 15 сентября $K^{\text{сверхлимит}} = 1,1$; для периода с 16 сентября по 14 апреля $K^{\text{сверхлимит}} = 1,5$).

Таблица 1

Исходные данные параметров спроса на потребление газа промышленным лесоперерабатывающим предприятием, расположенным в Пермском крае [21]

№	Параметр	Размерность	Величина
1	Месячный лимит потребления газа	тыс. м ³ в месяц	500
2	Суточный лимит потребления газа	тыс. м ³ в сутки	16,13
3	Допустимый коридор превышения выборки объемов потребления газа в сутки	тыс. м ³ в сутки	1,61
4	Допустимый коридор снижения выборки объемов потребления газа в сутки	тыс. м ³ в сутки	3,23
5	Цена на газ и сопутствующих составляющих при выборке в рамках допустимых лимитов	руб./тыс. м ³	4 130
6	Цена на газ в случае превышения выборки газа сверх допустимого коридора	руб./тыс. м ³	6 195
7	Величина неустойки в случае снижения выборки газа ниже допустимого коридора	руб./тыс. м ³	495,6

Примечание: составлено автором на основе данных потребления газа ООО «Лес Пром Сервис» (Пермский край), предоставленных по письменному запросу.

Также в случае снижения выборки газа ниже допустимого коридора лимитов величина неустойки за невыборку газа составляет 495,6 руб./тыс.м³, или 10 % от стоимости поставок газа в рамках лимитов (3):

$$T_m^{\text{невыборка}} = \Pi_m^{\text{Газ_регион_Лим}} \times (K^{\text{сверхлимит}} - 1), \quad (3)$$

где $T_m^{\text{невыборка}}$ – тариф за оплату невыбранного объема газа за расчетный месяц (руб./тыс. куб. м).

Выявленное потребление газа вне допустимых коридоров установленных лимитов приводит к завышению стоимости газа, закупаемого предприятием у регионального поставщика, а также к неравномерности спроса на

потребление газа в рамках региональной системы газоснабжения Пермского края.

На основе модели управления спросом на потребление природного газа, представленной в работе [21], проведена корректировка графиков процессов производства с целью оптимизации объемов посуточного потребления газа. Корректировка графиков работы производственного оборудования производилась исходя из таких критериев, как договорные условия потребления газа, технологическая возможность и экономическая целесообразность осуществления организационных изменений, сохранение общего месячного потребления газа с перераспреде-

нием объемов внутри периода в направлении выравнивания посуточного потребления. Скорректированный посуточный график потребления газа промышленного лесоперерабатывающего предприятия по критериям управления спросом представлен на рис. 1Б. Из графика следует, что объемы потребления газа, которые до корректировок выходили за рамки допустимых коридоров лимитов потребления газа, были перераспределены в рамках календарного месяца без снижения либо увеличения месячного объема потребления газа, за исключением 6 тыс. тыс. м³ газа, которые не удалось перераспределить, а следовательно, без сокращения производственных планов предприятия.

Результаты расчетов стоимости закупок природного газа исследуемым предприятием до и после применения корректировок графиков производственных процессов по критериям управления спросом на потребление газа представлены в табл. 2.

Эффект от управления спросом на закупку природного газа за расчетный месяц определяется по формуле (4) как разница между стоимостью закупок природного газа до и после управления графиком спроса.

$$\Delta SG_m = SG_m - SG_m' \quad (4)$$

где ΔSG_m – экономия затрат на оплату стоимости природного газа в результате управления спросом на потребление газа в расчетном месяце (руб.);

SG_m – затраты на оплату природного газа до применения управления спросом в расчетном месяце (руб.);

SG_m' – затраты на оплату стоимости природного газа после применения управления спросом в расчетном месяце (руб.).

Как следует из сравнительных результатов расчетов, несмотря на то, что общий месячный объем потребления газа предприятием после проведенной корректировки не изменился и составил 427 тыс. м³, величина потребления газа сверх установленных лимитов сократилась с 41 тыс. м³ до 0, а объем потребления газа ниже установленных лимитов сократился с 53 тыс. м³ до 6 тыс. м³. Вследствие этого снижение затрат на закупку сверхлимитного газа составило 84 665 руб. в месяц, на закупку газа ниже установленных лимитов – 23 293 руб. в месяц.

Таблица 2

**Стоимость закупок природного газа исследуемым предприятием
до и после применения корректировок графиков производственных процессов
по критериям управления спросом на потребление газа [21]**

№	Параметр	Ед. изм.	До введения управления спросом	После введения управления спросом	Эффект
1	Объем потребления газа	тыс. м ³ в месяц	427	427	
2	Объем потребления газа в рамках допустимых коридоров выборки	тыс. м ³ в месяц	386	427	
3	Величина потребления сверх установленных лимитов	тыс. м ³ в месяц	41	0	
4	Величина потребления ниже установленных лимитов	тыс. м ³ в месяц	53	6	
5	Общая стоимость покупки газа	руб.	1 874 442	1 766 484	107 958
6	Величина превышения затрат, оплачиваемых за потребление газа сверх установленных лимитов	руб.	84 665	0	84 665
7	Величина превышения затрат, оплачиваемых за недовыборку газа ниже установленных лимитов	руб.	26 267	2 974	23 293
8	Итого эффект, %	%			5,76

Примечание: составлено автором на основе данных потребления газа и цен на закупку газа ООО «Лес Пром Сервис» (Пермский край), предоставленных по письменному запросу.

Общий экономический эффект от применения модели ценозависимого управления электропотреблением составил 107 958 рублей, или 5,76 % от первоначальной стоимости газа, что в годовом измерении составит более миллиона рублей. Полученная экономия от закупок природного газа позволяет повысить экономическую эффективность и устойчивость работы промышленного предприятия, а результат выравнивания графика спроса на

уровне предприятия позволяет внести вклад в выравнивание спроса на потребление газа на уровне региональной системы газоснабжения Пермского края.

Далее приведем пример ценозависимого управления спросом на потребление природного газа промышленного предприятия, расположенного на территории Самарской области, при закупках газа в рамках контрактов на товарно-сырьевой бирже.

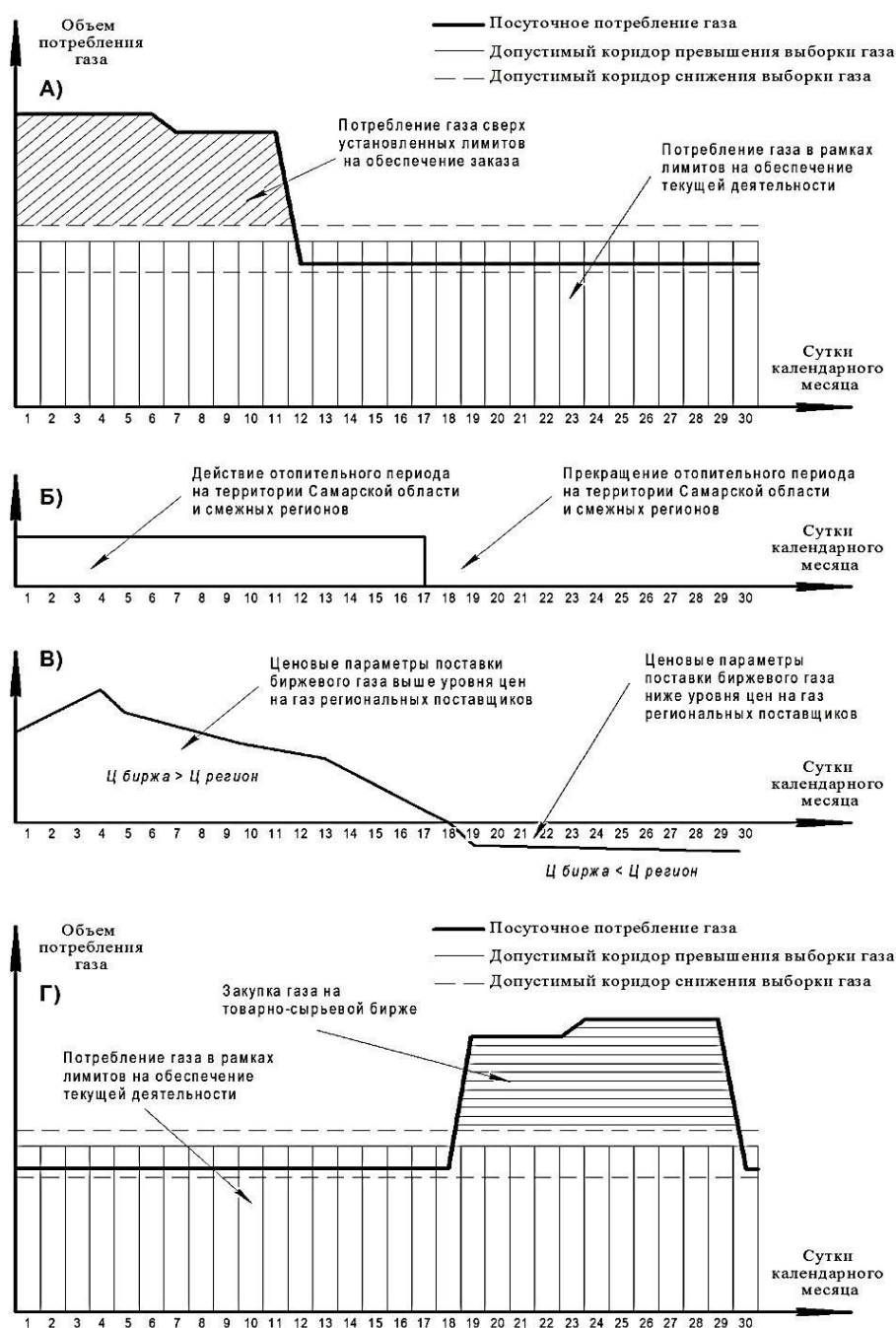


Рис. 2. Графики потребления газа при закупках в рамках товарно-сырьевой биржи
Примечание: составлено автором на основе данных потребления газа и цен на закупку газа ООО «Лес Пром Сервис» (Пермский край), предоставленных по письменному запросу.

Превышение спроса на потребление газа сверх установленных лимитов наблюдается в течение 11 дней, с 01 по 11 апреля, и существенно влияет на завышение цен закупаемого газа для предприятия.

Промышленному предприятию, расположенному на территории Самарской области, требуется выполнить закупку природного газа для нужд собственного потребления на апрель 2018 года. В базовом варианте нагрузки потребление природного газа предприятием находится в рамках установленных коридоров договорных лимитов, при этом предприятие получило заказ на производство продукции, требующее развёртывания производственных мощностей, потребляющих природный газ, что приведет к кратковременному повышению выборки газа сверх установленных лимитов (рис. 2А).

На рис. 2Б видно, что до 17 апреля включительно на территории Самарской области и смежных регионов действует период отопительного сезона, в который котельные и электростанции осуществляют потребление природного газа для целей отопительных нужд. Из-за высокого спроса на потребление природного газа со стороны котельных и электростанций, формирующего основную долю спроса на газ, цены на поставку природного газа в рамках товарно-сырьевой биржи выше, чем цены на отпуск газа по договорам с региональными поставщиками.

Как следует из рис. 2В, после окончания отопительного сезона, в результате спада спроса на потребление газа, в Самарской области наблюдается снижение цены газа, поставляемого с товарно-сырьевой биржи, до уровня цен, которые ниже, чем по договорам с региональными поставщиками.

На предприятии был проведен анализ технологических возможностей и ограничений

по возможности переноса графиков производственного процесса выполнения заказа на период, в котором стоимость поставок природного газа ниже цен поставки газа по договору с региональным поставщиком. При частичном пересмотре графиков доставки сырья предприятию удалось разработать график переноса процессов производства по выполнению технологического процесса заказа, потребляющего природный газ сверх установленных лимитов, на период с 19 по 29 апреля. На указанный период с оператором межрегиональных перетоков газа были согласованы технологические возможности перетока биржевого газа в размере требуемого объема, превышающего величины установленных лимитов. Объем перетока биржевого газа был согласован, так как из-за прекращения отопительного сезона в данном энергорайоне спрос на природный газ существенно снизился, что привело к высвобождению возможностей газотранспортной инфраструктуры.

На рис. 2Г представлен результирующий плановый график посуточного спроса на потребление природного газа предприятием с учетом корректировок по показателям управления спросом. Как следует из графика, из-за особенностей режимов работы оборудования, потребляющего газ, предприятие вынуждено осуществлять выборку газа сверх установленных лимитов, при этом в результате переноса графика потребления газа с периода загрузки газотранспортной системы спросом на отопительную нагрузку на период снижения ограничений газотранспортной системы и наличия высвободившихся лимитов у независимых поставщиков газа на бирже затраты на закупку сверхлимитного газа оказываются существенно ниже затрат до периода выполнения корректировок графиков потребления газа по параметрам управления спросом.

Таблица 3

**Стоимость закупок природного газа до и после управления спросом
посредством закупок газа на товарно-сырьевой бирже**

№	Параметр	Ед. изм.	До введения управления спросом	После введения управления спросом	Эффект
1. Закупка газа у регионального поставщика					
1.1	Объем потребления газа	тыс. м ³ в месяц	1 322	1 322	0
1.2	Объем потребления газа в рамках допустимых коридоров лимитов	тыс. м ³ в месяц	1 022	1 022	0

Окончание табл. 3

№	Параметр	Ед. изм.	До введения управления спросом	После введения управления спросом	Эффект
1.3	Величина потребления сверх установленных лимитов	тыс. м ³ в месяц	300	0	-300
1.4	Величина потребления ниже установленных лимитов	тыс. м ³ в месяц	0	0	0
1.5	Цена закупки газа у регионального поставщика в рамках установленных лимитов	руб./ тыс. м ³	4 562	4 562	0
1.6	Цена закупки газа у регионального поставщика сверх установленных лимитов	руб./ тыс. м ³	6 843	6 843	0
1.7	Превышение цены сверх установленных лимитов у регионального поставщика	%	50 %	50 %	0 %
1.8	Стоимость закупки газа у регионального поставщика в рамках установленных лимитов	руб.	4 662 364	4 662 364	0
1.9	Стоимость закупки газа у регионального поставщика сверх установленных лимитов	руб.	2 052 900	0	-2 052 900
1.10	Общая стоимость закупки газа у регионального поставщика	руб.	6 715 264	4 662 364	-2 052 900
2. Закупка газа у регионального поставщика					
2.1	Объем закупок газа на товарно-сырьевой бирже	тыс. м ³ в месяц	0	296	296
2.2	Цена закупок газа на товарно-сырьевой бирже	руб./ тыс. м ³	-	4 151	-
2.3	Стоимость закупок газа на товарно-сырьевой бирже	руб.	0	1 228 726	1 228 726
3. Результаты					
3.1	Изменение объемов потребления газа	тыс. м ³ в месяц	1 322	1 322	0
3.2	Изменение общих затрат на закупку газа	руб.	6 715 264	5 891 090	-824 174
3.3	Изменение средней цены на закупку газа	руб.	5 080	4 456	-623
3.4	Изменение общих затрат на закупку газа	%	100 %	88 %	-12 %

Примечание: составлено автором на основе данных потребления газа, цен на закупку газа ООО «Лес Пром Сервис» (Пермский край) и ценовых параметров АО «СПбМТСБ». Данные предоставлены по письменному запросу автора.

Расчет стоимости закупок природного газа до и после управления спросом посредством закупок газа на товарно-сырьевой бирже представлен в табл. 3. Как следует из результатов расчетов, до выполнения ценозависимого управления потреблением газа величина потребления газа сверх установленных лимитов составляет 300 тыс. м³, а цена закупок сверхлимитного газа на 50 % выше цены закупок газа в рамках установленных лимитов. Закупка сверхлимитного газа увеличивает затраты предприятия на 684,3 тыс. рублей в месяц, или на 11,3 % от стоимости газа в случае его закупки по базовым ценам.

Перенос графиков производственных процессов, влияющих на потребление газа на периоды, в которые цены на поставку природного газа ниже цен на поставку газа по договорам с региональными поставщиками, позволил исключить потребление газа по сверхлимитным тарифам и снизить затраты на закупку газа относительно тарифов региональных поставщиков. Закупка сверхлимитного потребления газа в размере 300 тыс. м³ в рамках товарно-сырьевой биржи позволила снизить общие затраты на закупку газа предприятия на 824,1 тыс. рублей, что в снижении средних тарифов составило 623 тыс. м³, а в относительном выражении – 12 %, что

является значительным для любого промышленного предприятия России. Для региональной системы газоснабжения Самарской области эффект от управления спросом потребителя выражается в том, что график пиковой нагрузки спроса на потребление газа был перенесен с периодов пикового спроса на газ со стороны электростанций и котельных на периоды спада спроса вследствие прекращения отопительного сезона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенной апробации модели управления спросом на потребление электроэнергии и природного газа на промышленном предприятии демонстрируют существенность потенциальных экономических эффектов и подтверждают высокую практическую значимость применения ценозависимого энергопотребления. Снижение стоимости закупаемой электроэнергии и выравнива-

ние общего спроса на потребление энергоресурсов в периоды максимумов нагрузок обеспечили эффективность как промышленных предприятий, так и региональных электроэнергетических систем и систем газоснабжения. Результаты апробации позволили подчеркнуть универсальность и возможность использования разработанных подходов управления спросом на различных типах промышленных предприятий и крупных потребителей энергоресурсов с целью повышения устойчивости и эффективности их функционирования и решения задачи повышения энергетической эффективности экономики России.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потребители – регуляторы электрической нагрузки энергосистемы : сб. ст. / АН УзССР, Ин-т энергетики и автоматики ; редкол.: А. Я. Дзевенцкий (отв. ред.) и др. Ташкент : Фан, 1987. 96 с.
2. Мелентьев Л. А., Штейнгауз Е. О. Экономика энергетики СССР. М. : Гос. энергетич. изд-во, 1959. 397 с.
3. Aalami H., Yousefi G. R., Parsa Moghadam M. Demand Response Model Considering EDRP and TOU Programs // 2008 IEEE/ PES Transmission and Distribution Conference and Exposition. 2008. P. 1–6. DOI 10.1109/TDC.2008.4517059.
4. Paulus M., Borggrete F. The Potential of Demand-side Management in Energy Intensive Industries for Electricity Markets in Germany // Energy. 2011. P. 432–441. DOI 10.1016/j.apenergy.2010.03.017.
5. Чокин Ш. Ч., Лойтер Э. Э. Управление нагрузкой электроэнергосистем : (технико-экономические вопросы). Алма-Ата : Наука, 1985. 287 с.
6. Bowie R. Are Demand-Side Management Activities Effective? A Program to Provide a Swedish Tradition of Evaluation // A Swedish Handbook for the Evaluation of DSM Activities. Proc. of the Second International Energy Efficiency and DSM Conference: Customer Focus, Synergistic Resources Corporation. 1993. P. 1226–1237.
7. Beenstock M., Dalziel A. The Demand for Energy in the UK: a General Equilibrium Analysis // Energy Economics. Vol. 8. Is. 2. 1985. P. 90–98. DOI 10.1016/0140-9883 (86)90033-2.
8. Torriti J. Peak energy demand and demand side response. Routledge, 2015. 188 p. DOI 10.4324/9781315781099.

REFERENCES

1. Potrebiteli – regulatory elektricheskoi nagruzki energosistemy : sb. st. / AN UzSSSR, In-t energetiki i avtomatiki ; redkol.: A. Ia. Dzeventskii (Ed.) i dr. Tashkent : Fan, 1987. P. 64–93. (In Russian).
2. Melentev L. A., Shteingauz E. O. Ekonomika energetiki SSSR. M. : Gosudarstvennoe energeticheskoe izdatelstvo, 1959. 397 p. (In Russian).
3. Aalami H., Yousefi G. R., Parsa Moghadam M. Demand Response Model Considering EDRP and TOU Programs // 2008 IEEE/ PES Transmission and Distribution Conference and Exposition. 2008. P. 1–6. DOI 10.1109/TDC.2008.4517059.
4. Paulus M., Borggrete F. The Potential of Demand-side Management in Energy Intensive Industries for Electricity Markets in Germany // Energy. 2011. P. 432–441. DOI 10.1016/j.apenergy.2010.03.017.
5. Chokin Sh. Ch., Loiter E. E. Upravlenie nagruzkoj elektroenergосistem : (tekhniko-ekonomicheskie voprosy). Alma-Ata : Nauka, 1985. 287 p. (In Russian).
6. Bowie R. Are Demand-Side Management Activities Effective? A Program to Provide a Swedish Tradition of Evaluation // A Swedish Handbook for the Evaluation of DSM Activities. Proc. of the Second International Energy Efficiency and DSM Conference: Customer Focus, Synergistic Resources Corporation. 1993. P. 1226–1237.
7. Beenstock M., Dalziel A. The Demand for Energy in the UK: a General Equilibrium Analysis // Energy Economics. Vol. 8. Is. 2. 1985. P. 90–98. DOI 10.1016/0140-9883 (86)90033-2.
8. Torriti J. Peak energy demand and demand side response. Routledge, 2015. 188 p. DOI 10.4324/9781315781099.

9. Chao H. Price-Responsive Demand Management for a Smart Grid World // The Electricity Journal. 2010. Vol. 23, No. 1. P. 7–20. DOI 10.1016/j.tej.2009.12.007.
10. Walawalkar R., Fernands S., Thakur N., Chevva K. R. Evolution and Current Status of Demand Response in Electricity Markets: Insights from PJM and NYISO // Energy. Vol. 35, No. 4. 2010. P. 1553–1560. DOI 10.1016/j.energy.2009.09.017.
11. Wang J., Yang Y., He W. A Research of the Strategy of Electric Vehicle Ordered Charging Based on the Demand Side Response // Published in: 2015 6th International Conference on Power Electronics Systems and Applications (PESA). 2015. P. 1–5. DOI 10.1109/PESA.2015.7398896.
12. Соловьева И. А., Дзюба А. П. Комплексное ценозависимое управление энергозатратами на промышленных предприятиях // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2017. № 9. С. 23–30.
13. Дзюба А. П., Соловьева И. А. Управление спросом на энергоресурсы в промышленных комплексах и регионах. Челябинск : ИЦ ЮУрГУ, 2019. 239 с.
14. Титова М. И. Мировой рынок природного газа: современные особенности и проблемы для Российской Федерации // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания : сб. материалов XXXVIII Междунар. науч.-практич. конф. (Новосибирск, 30 января – 22 февраля 2017 г.). Новосибирск : ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2017. С. 139–144.
15. Батенин В. И. Экономия энергоресурсов в нефтяной и газовой промышленности в СССР и зарубежных странах. М. : ВНИИЭгазпром, 1984. 45 с.
16. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах : государственный доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2018. 372 с. URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/902/gosdoklad.pdf> (дата обращения: 15.12.2019).
17. Дзюба А. П., Соловьева И. А. Модель комплексного ценозависимого управления спросом промышленных предприятий на электроэнергию и газ // Изв. Уральского гос. экономического ун-та. 2018. № 1. С. 79–93.
18. О совершенствовании государственного регулирования цен на газ : постановление Правительства РФ от 28.05.2007 № 333 (ред. от 31.12.2010). Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
19. Дзюба А. П., Соловьева И. А. Модель управления затратами промышленных предприятий на покупку природного газа на товарно-сырьевой бирже // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2018. № 2. С. 25–33.
20. Правила проведения организованных торгов в Секции «Газ природный» ЗАО «Санкт-Петербургская Международная Товарно-сырьевая Биржа». URL: [https:// spimex.com/upload/iblock/](https://spimex.com/upload/iblock/)
9. Chao H. Price-Responsive Demand Management for a Smart Grid World // The Electricity Journal. 2010. Vol. 23, No. 1. P. 7–20. DOI 10.1016/j.tej.2009.12.007.
10. Walawalkar R., Fernands S., Thakur N., Chevva K. R. Evolution and Current Status of Demand Response in Electricity Markets: Insights from PJM and NYISO // Energy. Vol. 35, No. 4. 2010. P. 1553–1560. DOI 10.1016/j.energy.2009.09.017.
11. Wang J., Yang Y., He W. A Research of the Strategy of Electric Vehicle Ordered Charging Based on the Demand Side Response // Published in: 2015 6th International Conference on Power Electronics Systems and Applications (PESA). 2015. P. 1–5. DOI 10.1109/PESA.2015.7398896.
12. Soloveva I. A., Dziuba A. P. Kompleksnoe tsenozavisimoe upravlenie energozatratami na promyshlennyykh predpriyatiakh // Problemy ekonomiki i upravleniia neftegazovym kompleksom. 2017. No. 9. P. 23–30. (In Russian).
13. Dziuba A. P., Soloveva I. A. Upravlenie sprosom na energoresursy v promyshlennyykh kompleksakh i regionakh. Chelyabinsk : Izdatelskii tsentr IuUrGU, 2019. 239 p. (In Russian).
14. Titova M. I. Mirovoi rynek prirodnogo gaza: sovremennye osobennosti i problemy dlia Rossiiskoi Federatsii // Intellectualnyi potentsial XXI veka: stupeni poznaniia : Proceedings of the XXXVIII International Scientific Conference (Novosibirsk, January 30 – February 22, 2017). Novosibirsk : OOO “Tsentr razvitiia nauchnogo sotrudnichestva”, 2017. P. 139–144. (In Russian).
15. Batenin V. I. Ekonomii energoresursov v neftianoi i gazovoi promyshlennosti v SSSR i zarubezhnykh stranakh. Moscow : VNIIEgazprom, 1984. 45 p. (In Russian).
16. O sostoianii i ispolzovanii mineralno-syrevykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2016 i 2017 godakh : gosudarstvennyi doklad / Ministerstvo prirodnnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii. Moscow, 2018. 372 p. URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/902/gosdoklad.pdf> (accessed: 15.12.2019). (In Russian).
17. Dziuba A. P., Soloveva I. A. Model kompleksnogo tsenozavisimogo upravleniia sprosom promyshlennyykh predpriatii na elektroenergiu i gaz // Izvestiia Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2018. No. 1. P. 79–93 (In Russian).
18. O sovershenstvovanii gosudarstvennogo regulirovaniia tsen na gaz : postanovlenie Pravitelstva RF ot 28.05.2007 No. 333 (ed. 31.12.2010). Accessed from “ConsultantPlus” (In Russian).
19. Dziuba A. P., Soloveva I. A. Model upravleniia zatratami promyshlennyykh predpriatii na pokupku prirodnogo gaza na tovarno-syrevoi birzhe // Problemy ekonomiki i upravleniia neftegazovym kompleksom. 2018. No. 2. P. 25–33. (In Russian).
20. Pravila provedeniia organizovannykh trgov v Sektsii “Gaz prirodnyi” Zakrytogo aktsionernogo obshchestva “Sankt-Peterburgskaia Mezhdunarodnaya

- 530/530eaf12d99d1851398c48ea379a182b.pdf (дата обращения 20.12.2019).
21. Дзюба А. П., Соловьева И. А. Ценозависимое управление затратами на потребление природного газа промышленными предприятиями // Вестн. Омск. ун-та. Сер. Экономика. 2018. № 1 (61). С. 13–24. DOI 10.25513/1812-3988.2018.1.13-24.
- narodnaia Tovarno-syrevaya Birzha". URL: <https://spimex.com/upload/iblock/530/530eaf12d99d1851398c48ea379a182b.pdf> (accessed: 20.12.2019). (In Russian).
21. Dziuba A. P., Soloveva I. A. Tsenozavisimoe upravlenie zatratami na potreblenie prirodnogo gaza promyshlennymi predpriiatiami // Vestnik Omskogo universiteta. Seriya "Ekonomika". 2018. No. 1 (61). P. 13–24. DOI 10.25513/1812-3988.2018.1.13-24. (In Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Дзюба Анатолий Петрович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник кафедры финансовых технологий Высшей школы экономики и управления, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия.

E-mail: dzyuba-a@yandex.ru

ABOUT THE AUTHOR

Anatoly P. Dzyuba – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Department of Financial Technologies, Higher School of Economics and Management, South Ural State University (NRU), Chelyabinsk, Russia.

E-mail: dzyuba-a@yandex.ru