

Ценозависимое электропотребление как инструмент управления рисками неплатежей за электроэнергию промышленных предприятий

УДК 338.1 + 346.7
DOI: 10.17747/2618-947X-2019-1-8-19

А. П. Дзюба¹, И. А. Соловьева¹

¹ ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

АННОТАЦИЯ

Рост задолженности промышленных предприятий, функционирующих в условиях экономической нестабильности за потребляемую электроэнергию, и санкции, налагаемые энергоснабжающими организациями за несвоевременные платежи, обуславливают актуальность проблемы управления рисками неплатежей за энергоресурсы со стороны промышленных предприятий. Статья посвящена описанию разработанного авторами метода управления рисками неплатежей промышленных предприятий за потребленную электроэнергию, основанного на принципах ценозависимого электропотребления. Опираясь на исследование механизма формирования стоимости электроэнергии, закупаемой промышленными предприятиями на оптовом и розничном рынках электроэнергии, были предложены специальные методы управления каждым компонентом стоимости электроэнергии: электрическая энергия, электрическая мощность, услуги по передаче электроэнергии. Обосновывается необходимость разработки вариантов режимов работы промышленного оборудования, таких, как номинальный режим нагрузки, режим ограничения нагрузки, технологический минимум нагрузки, с целью эффективного внедрения и использования ценозависимого электропотребления в кризисных условиях. Моделирование сценариев ценозависимого управления спросом на электропотребление выполнено на примере машиностроительного предприятия и осуществлен расчет и покомпонентный анализ экономического эффекта от ценозависимого управления и факторов, влияющих на его формирование. Разработанный метод позволяет эффективно управлять рисками неплатежей промышленных предприятий за электроэнергию, а также минимизировать риски ограничения подачи электроэнергии на производственные объекты и сбоя работы промышленного оборудования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

ценозависимое электропотребление, антикризисное управление, неплатежи за электроэнергию, ограничение электропотребления, управление графиками спроса, управление электрической нагрузкой, энерготарифы, спрос на электропотребление, электрическая мощность, услуга по передаче электроэнергии.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Дзюба А. П., Соловьева И. А. Ценозависимое электропотребление как инструмент управления рисками неплатежей за электроэнергию промышленных предприятий // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2019. Т. 10. № 1. С. 8–19. DOI: 10.17747/2618-947X-2019-1-8-19

Cost-Dependent Electric Consumption as a Tool of Risk Management of Non-Payment for Electric Energy of Industrial Enterprises

Anatoly P. Dzyuba¹, Irina A. Solovieva¹
¹ Higher School of Economics and Management,
South Ural State University (National Research University)

ABSTRACT

The growth of indebtedness of industrial enterprises operating in conditions of economic instability for consumed electricity and the sanctions imposed by the energy supplying organizations for late payments, determine the urgency of the problem of managing the risks of non-payment for energy from industrial enterprises. The article is devoted to the description of the method developed by the authors for managing the risks of non-payment of industrial enterprises for consumed electricity, based on the principles of price-dependent electricity consumption. Based on the study of the mechanism of formation of the cost of electricity purchased by industrial enterprises in the wholesale and retail electricity markets, special methods were proposed to control each component of the cost of electricity: electrical energy, electrical power, electricity transmission services. It justifies the need to develop options for operating modes of industrial equipment, such as nominal load mode, load limiting mode, technological minimum load, in order to effectively implement and use price-dependent power consumption in crisis conditions. Modeling scenarios of price-dependent demand management for power consumption is made on the example of a machine-building enterprise and the calculation and component-wise analysis of the economic effect of price-dependent management and the factors influencing its formation are carried out. The developed method allows you to effectively manage the risks of non-payment of industrial enterprises for electricity, as well as minimize the risks of restricting the supply of electricity to industrial facilities and disruptions in the operation of industrial equipment.

KEYWORDS:

price-dependent electricity consumption, crisis management, non-payment for electricity, restriction of electricity consumption, demand schedule management, energy tariffs, demand for electricity consumption, electric power, electricity transmission service.

FOR CITATION:

Dzyuba A. P., Solovieva I. A. Cost-Dependent Electric Consumption as a Tool of Risk Management of Non-Payment For Electric Energy of Industrial Enterprises. *Strategic Decisions and Risk Management*. 2019;10(1):8–19. DOI: 10.17747/2618-947X-2019-1-8-19

1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие промышленные предприятия России функционируют в условиях постоянной экономической нестабильности, которая вызвана влиянием экономического кризиса, введением санкций и ростом конкуренции на международных рынках. Принятый Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации о налогах и сборах» предусматривает увеличение базовой ставки налога на добавленную стоимость с 18 до 20% с 1 января 2019 года. Последнее также повлияет на снижение устойчивости операционной деятельности многих промышленных предприятий, после чего возможна задержка платежей за сырье и потребляемые энергетические ресурсы.

Электрическая энергия является базовым энергетическим ресурсом и используется как в основных и вспомогательных производственных процессах предприятия, так и для отопления, водоснабжения и освещения. Практика

функционирования промышленных предприятий России в кризисные периоды показывает, что имеющиеся финансовые ресурсы в первую очередь идут на оплату труда и приобретение сырья и материалов, а на оплату энергетических ресурсов по остаточному принципу.

В 1990-е годы многие промышленные предприятия не платили за энергоресурсы (10 лет ФЭ-35 «Об электроэнергетике», [б.г.]; В РАО «ЕЭС России», 2012), их задолженность перед РАО ЕЭС России составляла более 50% от стоимости отпускаемой электрической и тепловой энергии (Энергетика, 1994). Ситуация стала немного лучше после реформы электроэнергетики и ужесточения платежной дисциплины. Тем не менее и сегодня ряд субъектов экономики имеют значительную задолженность перед энергоснабжающими организациями. По данным Росстата, по состоянию на декабрь 2017 года потребители не заплатили поставщикам электрической энергии 821 млрд руб. Только 20% задолженности приходится на население. В основном должниками являются поставщики услуг ЖКХ и промышленные предприятия.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Среди промышленных предприятий наиболее злостными должниками являются энергоемкие предприятия, в структуре себестоимости продукции которых значительную долю занимает электрическая энергия. Соответственно, для них разработка антикризисных мер для управления платежами за электроэнергию имеет высокую стратегическую значимость. В станкостроении доля затрат на оплату электроэнергии в структуре себестоимости составляет 12%, в горной металлургии – 9%, в обрабатывающем комплексе – 5% (рис. 1).

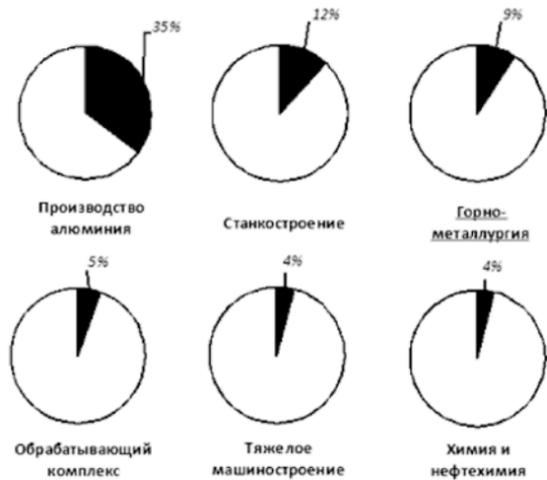


Рис. 1. Доля расходов на электроэнергию в себестоимости продукции базовых отраслей промышленности России

- С целью навести платежную дисциплину проводится:
- ужесточение графика платежей;
 - увеличение пеней в случае просрочки платежей;
 - ограничение подачи электроэнергии в случае просрочки платежей (Постановление, 2012; Федеральный закон, 2015);
 - установление санкций за неуплату на законодательном уровне (табл. 1).

Неуплатежи за электроэнергию обуславливают существенные риски удорожания стоимости электроэнергии и риски ограничения ее подачи на предприятие, остановки производства, невыполнения плана по выпуску продукции, невыполнения обязательств перед заказчиками.

Отраслевые особенности функционирования большинства промышленных предприятий обуславливают необходимость поддерживать некоторые технологические процессы, даже если продукция не выпускается: отопление и вентиляцию, горячее и холодное водоснабжение, водоотведение, освещение и сигнализацию. Некоторые промышленные предприятия несут обязательство отпускать вырабатываемые энергетические ресурсы населению, подключенному к их инженерным сетям. Сталеплавильное производство, химическое и нефтехимическое производство, некоторые виды обрабатывающих производств не предусматривают остановки производственных процессов, в противном случае потребуются много времени на перезапуск производства и /или замену основного оборудования.

Находясь в условиях финансовой нестабильности и имея значительные задолженности перед энергоснабжающими организациями, некоторые предприятия, в основном маши-

ностроительные, идут на крайние меры: сокращают количество рабочих смен, временно выводят из эксплуатации энергоемкое оборудование с целью снизить долговую нагрузку посредством сокращения потребления электроэнергии.

Учитывая перечисленные экономические и технологические особенности, на большинстве промышленных предприятий необходимо обеспечивать устойчивое функционирование основного и вспомогательного производственного оборудования даже в условиях экономического кризиса. Для обеспечения операционной деятельности промышленных предприятий в условиях экономической нестабильности очевидна необходимость управлять рисками неуплатежей за поставляемую электроэнергию, в частности за счет сокращения затрат на нее.

В связи с вышеизложенным мы разработали рекомендации по сокращению затрат на потребление электроэнергии для промышленных предприятий в условиях экономической нестабильности. Для управления рисками неуплатежей целесообразно использовать механизм ценозависимого электропотребления: потребитель управляет собственным графиком спроса на электроэнергию на основе реакции на ценовые сигналы энергорынка с целью снизить затраты на электроэнергию (Дзюба, Соловьева, 2017). Это один из элементов системы управления спросом на электропотребление (Волкова, 2016; Гительман, Ратников, Кожевников и др., 2013; Соловьева, Дзюба, 2017б). Для разработки рекомендательных мер по ценозависимому управлению электропотреблением требуется провести анализ механизмов формирования затрат по каждому компоненту стоимости электроэнергии.

3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стоимость электроэнергии, закупаемой промышленными предприятиями на оптовом и розничном рынках, складывается из трех основных компонент (рис. 2):

$$S_{п.э} = S_э + S_м + S_у, \quad (1)$$

где $S_э$ – стоимость электрической энергии, руб.; $S_м$ – стоимость электрической мощности, руб.; $S_у$ – стоимость услуг по передаче электроэнергии, руб.



Рис. 2. Структура стоимости электроэнергии (Постановление, 2010)

4. КОМПОНЕНТ «СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»

Стоимость электрической энергии отражает удельные затраты энергосистемы на выработку электроэнергии в разрезе каждого часа суток. Расчет величины обязательств по оплате электрической энергии определяется как произведение дифференцированных по часам расчетного периода цен на электрическую энергию и индивидуальных объемов почасового электропотребления конкретного потребителя.

$$S_э = \sum_m (W_t \times C_э^t), \quad (2)$$

где W_t – электрическая энергия, потребляемая промышленным предприятием из энергосистемы в час t , кВт·ч; $C_э^t$ – дифференцированная по часам расчетного периода цена на электрическую энергию в отношении поставляемого в час расчетного периода объема электрической энергии, руб./кВт·ч. Для участников оптового рынка – почасовая цена рынка на сутки вперед, для участников розничного рынка – дифференцированная по часам расчетного периода нерегулируемая цена на электрическую энергию, для территорий ОЭС Востока – дифференцированная по часам расчетного периода регулируемая цена на электрическую энергию.

Пример почасовых цен на электрическую энергию на оптовом рынке электроэнергии Ленинградской области с 17 по 23 июля 2017 года (рис. 3) демонстрирует значительную внутрисуточную волатильность и существенный размах между ценами в час ночного минимума нагрузки и в часы суточного максимума энергосистемы.

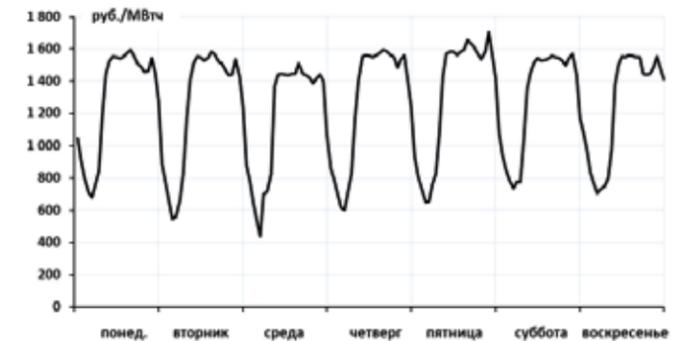


Рис. 3. Почасовые цены на электрическую энергию на оптовом рынке на территории Ленинградской области 17–23.07.2017 года (Администратор, [б.г.])

В период экономического кризиса ценозависимое управление затратами на электроэнергию должно заключаться в перераспределении объемов электропотребления на то время, когда это экономически выгодно. Тогда промышленные предприятия получают до 70% экономии по затратам на данный компонент стоимости электрической энергии, или до 30% общих затрат на электроэнергию. При разработке вариантов оптимизации графиков электрических нагрузок необходимо учитывать технологические параметры производства и параметры рынка электроэнергии. Диапазоны ценозависимого управления почасовым графиком электрических нагрузок целесообразно выявлять, опираясь на прогнозные значения

Таблица 1
Санкции за неоплату потребленных энергетических ресурсов

Особенности, связанные с неуплатежами за электроэнергию	Розничный рынок электроэнергии	Оптовый рынок электроэнергии
Нормативные акты, регулирующие порядок оплаты за потребленную электроэнергию	(Постановление, 2012)	(Приложение №16, 2019)
График платежей за потребленную электроэнергию (мощность)	<ul style="list-style-type: none"> • 30% стоимости электроэнергии до 10-го числа текущего месяца; • 40% стоимости электроэнергии до 25-го числа текущего месяца; • остаток до 18-го числа месяца, следующего за расчетным 	14, 21, 28-е число месяца. Для различных компонентов стоимости: электрическая энергия, электрическая мощность, услуга по передаче, балансирующий рынок, устанавливаются даты в рамках указанных периодов
Нормативные акты, регулирующие неустойки за неуплату за потребленную электроэнергию	(Федеральный закон, 2015)	(Приложение № 26, 2019)
Неустойка за неуплату за потребленную электроэнергию	<ul style="list-style-type: none"> • 1/130 ставки рефинансирования за каждый день просрочки (или 21,7% годовых) 	<ul style="list-style-type: none"> • Банковская гарантия, выданная уполномоченным банком; • поручительства поставщиков электроэнергии на оптовом рынке; • внесение обеспечительного платежа
Санкции за продолжительную неоплату за потребленную электроэнергию	<ul style="list-style-type: none"> • Ограничение электропотребления предприятия до уровня технологической брони; • расторжение договора энергоснабжения с предприятием 	<ul style="list-style-type: none"> • Ликвидация группы точек поставки электроэнергии на оптовом рынке; • исключение из субъектного состава участников оптового рынка электроэнергии
Организационные последствия за продолжительную неоплату за потребленную электроэнергию	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие технологической возможности потребления электроэнергии; • потребление электроэнергии по условиям, применяемым в случае бездоговорного потребления электроэнергии 	<ul style="list-style-type: none"> • Уход на поставку электроэнергии от регионального гарантирующего поставщика электроэнергии
Экономические последствия за продолжительную неоплату за потребленную электроэнергию	<ul style="list-style-type: none"> • Покупка электроэнергии по значительно завышенным тарифам 	<ul style="list-style-type: none"> • Покупка электроэнергии по более высоким тарифам

почасовых цен на электрическую энергию. Предлагаемая нами методика прогнозирования цен электроэнергии более подробно описана в работах (Соловьева, Дзюба, 2013; Соловьева, Дзюба, 2017а).

5. КОМПОНЕНТ «СТОИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ»

Стоимость электрической мощности отражает оплату готовности энергосистемы к выработке электроэнергии в необходимом объеме в определенный период потребления. Обязательства по оплате электрической мощности рассчитываются как среднее значение потребляемой мощности промышленным предприятием в часы, совпадающие с часами суточного максимума электропотребления региональной энергосистемы за рабочие дни расчетного месяца (Приложение №13.2, 2019).

$$S_m = V_{m,m} \times C_{m,m}; \tag{3}$$

$$V_{m,m} = \frac{\sum_{\text{раб.м}} W_{t,\text{max.р}}}{n_{\text{раб.м}}}; \tag{4}$$

$$t = t_{\text{max.р}}; t_{\text{max.р}} \ni T_n,$$

где $V_{m,m}$ – обязательства по покупке мощности промышленным предприятием в месяце m ; $C_{m,m}$ – цена мощности, купленной промышленным предприятием в месяце m ; $t_{\text{max.р}}$ – час совмещенного максимума потребления по субъекту Федерации, где промышленное предприятие покупает электроэнергию в час t рабочего дня месяца m ; $n_{\text{раб.м}}$ – количество рабочих дней в месяце m ; T_n – интервалы плановых часов пиковой нагрузки, утверждаемые Системным оператором ЕЭС России.

На рис. 4 приведены интервалы плановых часов пиковой нагрузки, утверждаемых Системным оператором ЕЭС России для первой ценовой зоны оптового рынка на 2018 год, на рис. 5 – часы совмещенного максимума энергосистемы Ленинградской области за рабочие дни 2016 года.

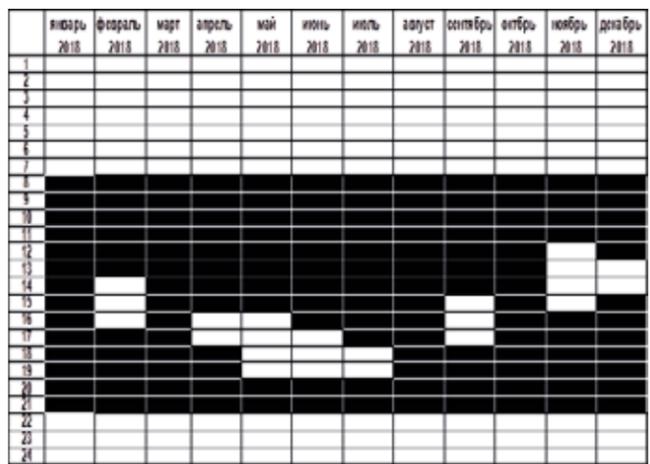


Рис. 4. Плановые часы пиковой нагрузки для первой ценовой зоны оптового рынка на 2018 год (Плановые часы, 2017)

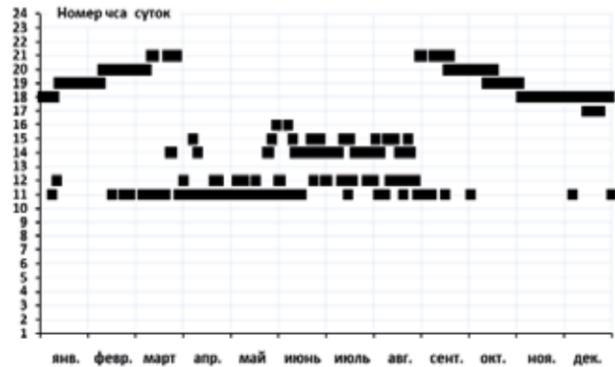


Рис. 5. Часы совмещенного максимума потребления энергосистемы Ленинградской области за рабочие дни 2016 года (Администратор, [б.г.]

Ценозависимое управление затратами на оплату электрической мощности в период экономического кризиса, с нашей точки зрения, должно заключаться в смещении объемов электропотребления с периодов часов максимума региональной энергосистемы, что может позволить промышленным предприятиям сократить величину затрат на электроэнергию на величину до 33% от первоначальной величины затрат. Диапазоны ценозависимого управления почасовым графиком электрических нагрузок целесообразно определять на основе прогноза часов максимума потребления энергосистемы, соответствующая авторская методика подробно описана в работах (Дзюба, 2014; Соловьева, Дзюба, 2014).

6. КОМПОНЕНТ «СТОИМОСТЬ УСЛУГ ПО ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ»

Стоимость услуг по передаче электроэнергии отражает плату за использование электросетевой инфраструктуры по транспортировке электроэнергии, вырабатываемой электростанциями, до конечных потребителей. Потребитель может применять ценозависимое управление затратами на оплату услуг по передаче электроэнергии только при использовании двухставочного тарифа на их оплату. Расчет стоимости услуг по передаче электроэнергии производится по формуле (Постановление, 2012):

$$S_y = S_{y2_m}^{\text{сод}} + S_{y2_m}^{\text{т.р}}, \tag{5}$$

где $S_{y2_m}^{\text{сод}}$ – стоимость услуги по передаче электроэнергии по двухставочному тарифу, учитывающему стоимость содержания электрических сетей в месяце m , кВт·мес.; $S_{y2_m}^{\text{т.р}}$ – стоимость услуги по передаче электроэнергии по двухставочному тарифу, учитывающему стоимость технологического расхода (потерь) в электрических сетях в месяце m , кВт·ч.

$$S_{y2_m}^{\text{сод}} = T_m^{\text{сод}} V_{062m}, \tag{6}$$

где $T_m^{\text{сод}}$ – ставка тарифа за содержание электрических сетей в месяце m ; V_{062m} – величина, принимаемая для расчета обязательств по оплате за содержание электрических сетей в месяце m .

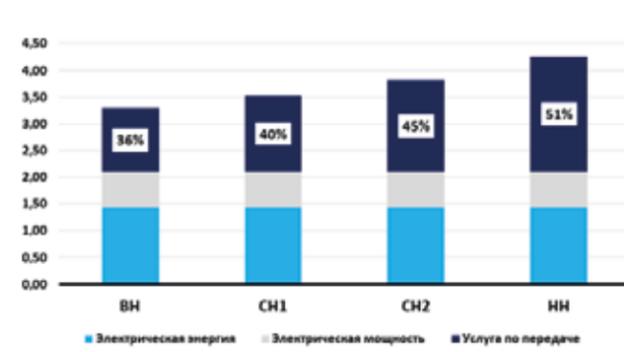


Рис. 6. Структура тарифа на электроэнергию для промышленных предприятий по уровням напряжения

$$V_{062m} = \sum_{\text{раб.м}} \max(W_{Tn}^t) / n_{\text{раб.м}}, \tag{7}$$

где $\max(W_{Tn}^t)$ – максимальная величина потребления электроэнергии в период интервалов плановых часов пиковой нагрузки T_n , утверждаемых Системным оператором ЕЭС, для рабочего дня месяца.

$$S_{y2_m}^{\text{т.р}} = T_m^{\text{т.р}} \times \sum_m W_t, \tag{8}$$

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

Для всех регионов России стоимость услуг по передаче электроэнергии дифференцируется по уровням питаемого напряжения: ВН (110 кВ и выше), СН1 (35 кВ), СН2 (20–1 кВ), НН (0,4 кВ и ниже) (Приказ, 2004). Со снижением уровня напряжения увеличивается тариф на услуги по передаче электроэнергии. Так, для уровня ВН доля затрат на услуги по передаче электроэнергии составляет 36%, а на уровне НН – 51% (рис. 6).

Результаты анализа механизма формирования стоимости каждого компонента затрат на оплату электроэнергии представлены в табл. 2. Очевидно, что стоимость каждого компонента зависит от почасового графика электропотребления конкретного предприятия W_t , что математически описывается соответствующей системой уравнений.

$$S_{n,э} = \begin{cases} S_э = f(W_t) \\ S_m = f(W_t), \rightarrow S_{n,э} = f(W_t) \\ S_y = f(W_t) \end{cases} \tag{9}$$

Таблица 2
Механизм формирования компонентов стоимости электроэнергии

Компонент стоимости	Принцип формирования стоимости	Период формирования величины затрат	Направление снижения затрат
Электрическая энергия	Потребление электроэнергии в период максимума энергосистемы	Период пиковой нагрузки энергосистемы	Снижение электропотребления в период максимума энергосистемы
Электрическая мощность	Потребление электроэнергии в час суточного максимума региональной энергосистемы	Час суточного максимума региональной энергосистемы	Снижение электропотребления в час суточного максимума энергосистемы
Услуги по передаче электроэнергии	Неравномерность потребления электроэнергии в периоды часов пиковой нагрузки	Период пиковой нагрузки энергосистемы	Снижение электропотребления в плановые часы пиковой нагрузки

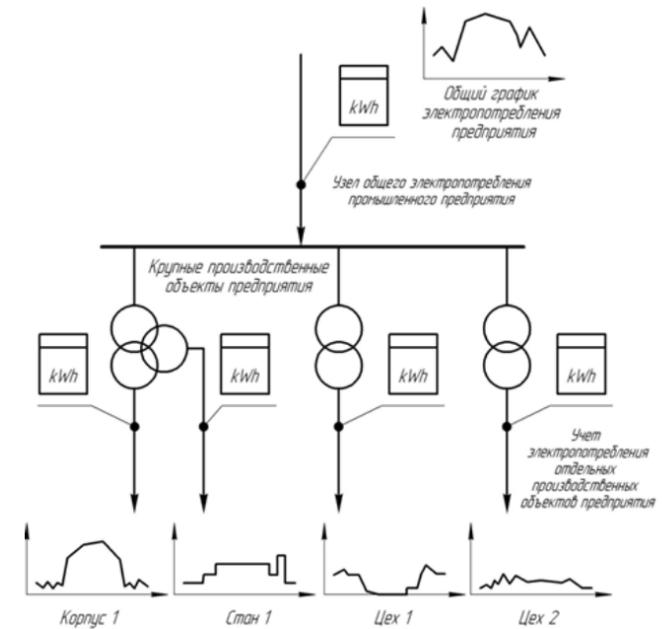


Рис. 7. Пример формирования группового совмещенного графика электрических нагрузок промышленных предприятий

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Структура потребления электроэнергии любого промышленного предприятия описана графиками электропотребления отдельных производственных и вспомогательных объектов, имеются в виду цеха, корпуса, печи, станы и пр. Как правило, основная часть спроса на электропотребление сконцентрирована на отдельных единицах энергоемких объектов, входящих в контур единого технологического процесса или производственной цепочки. Спрос на электропотребление отдельных энергоемких объектов формирует групповой (совмещенный) график спроса на электропотребление промышленного предприятия (рис. 7).

Ценозависимое управление затратами на электроэнергию производится посредством управления конфигурацией работы отдельных энергоемких производственных объектов, оказывающих влияние на величину обязательств по оплате компонентов стоимости электроэнергии на промышленном предприятии. Величина и диапазоны корректировок определяются конкретными экономическими условиями хозяйствования (табл. 3).

Таблица 3
Варианты режимов работы оборудования промышленного предприятия

Режим работы предприятия	Описание работы оборудования	Загрузка оборудования в периоды плановых часов пиковой нагрузки энергосистемы
Номинальный режим нагрузки	График работы производственного оборудования в базовом режиме выполнения плана	80–100% в зависимости от заданных планов производства и работы смежных производственных линий
Режим ограничения нагрузки	График работы производственного оборудования в ограниченном режиме выполнения плана	25–80%
Технологический минимум нагрузки	График работы производственного оборудования в режиме поддержания жизнеспособности инженерных систем предприятия и отсутствия выпуска продукции	0–25% в зависимости от технологических особенностей производства

В целях снижения затрат на электроэнергию регулирование графиков электрических нагрузок может производиться в относительно коротких диапазонах управления, в пределах $\pm 20\%$ от номинальной нагрузки электропотребления (Baev, Solovieva, Dziuba, 2017), если речь идет о рисках ограничения подачи электроэнергии на промышленное предприятие и остановки основного производственного оборудования, ценозависимое регулирование нагрузки допустимо в более широких диапазонах, вплоть до снижения нагрузки электропотребления по отдельным производственным объектам до 100% от номинальной.

В кризисный период модель ценозависимого управления электропотреблением промышленных предприятий имеет много ограничений: к внутренним относятся технологические и организационные возможности переноса графиков работы производственного оборудования, к внешним – установленные сроки выполнения плана выпуска продукции, экономические возможности среды использовать почасовые тарифы на электроэнергию, к снижению затрат на электропотребление в требуемых диапазонах.

Для ценозависимого управления электропотреблением промышленным предприятиям следует учесть ряд факторов:

- обеспечение экономической эффективности перевода основного и вспомогательного производственного персонала на вторую смену и ночной режим работы, работу в выходные и праздничные дни;
- соблюдение условий технологической устойчивости работы производственного оборудования при снижении нагрузки ее работы до режима ограничения нагрузки и режима технологического минимума;
- учет параметров технологических процессов в одной технологической цепочке с оборудованием, посредством которого производится ценозависимое управление;
- учет логистических процессов и запасов в процессе изменения графика работы технологических процессов;
- внедрение системы оперативного учета и контроля параметров спроса на потребление энергоресурсов, параметров расчета экономического эффекта от ценозависимого управления электропотреблением;
- гармонизацию системы учета и моделирования процессов ценозависимого управления электропотреблением и системы управления производственными процессами;

- обеспечение возможности гибкого управления графиками производственных процессов, чтобы оперативно корректировать параметры ценозависимого электропотребления;
- учет параметров повышения стоимости на закупку прочих энергетических ресурсов (например, природного газа) в случае перераспределения графиков работы производственного оборудования.

8. ПРИМЕР РАСЧЕТА

В качестве примера возьмем машиностроительное предприятие, находящееся в условиях кризиса и покупающее электроэнергию на территории Ленинградской области. График почасового электропотребления в номинальном режиме работы оборудования за календарный месяц (апрель 2017 года) (рис. 8) отличается циклической волатильностью, ростом нагрузки в дневные периоды и спадом в периоды ночных смен, что характерно для предприятий с односменным режимом работы.

У предприятия накоплены значительные долги за электроэнергию. Для исключения риска технологического ограничения подачи электроэнергии и сохранения объемов производства руководство предприятия принимает решение перевести процессы на то время, когда в энергосистеме минимум потребления. На рис. 9 представлены два варианта смоделированного графика спроса на электропотребление в режимах ограничения нагрузки и технологического минимума.

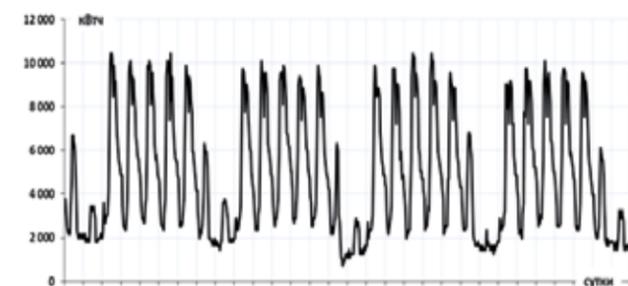


Рис. 8. Почасовой график номинального режима работы оборудования промышленного предприятия в апреле 2017 года

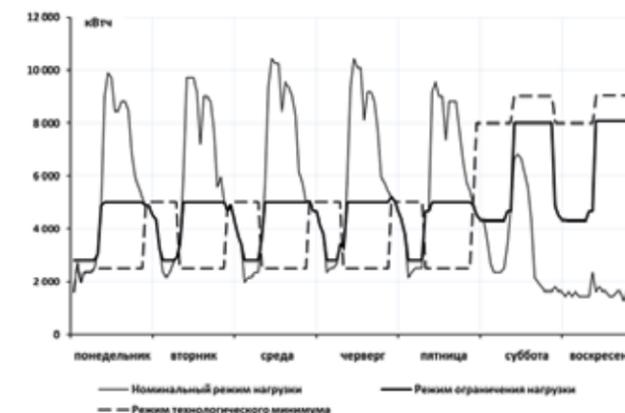


Рис. 9. Изменение параметров почасовых графиков электропотребления промышленного предприятия с номинального режима на режим ограничения нагрузки и режим технологического минимума на примере рабочей недели

График «номинальный режим нагрузки» соответствует почасовому графику электропотребления в номинальном режиме загрузки оборудования. В часы пиковой нагрузки энергосистемы потребляется мощность более 10 МВт, в периоды ночного минимума энергосистемы она снижается до 2 МВт. В выходные дни также наблюдается значительный спад электропотребления ниже нагрузки в ночной минимум рабочих дней.

График «режим ограничения нагрузки» характеризуется снижением потребляемой мощности предприятия в интервалы часов пиковой нагрузки энергосистемы со среднего уровня 10 МВт до 5 МВт. Разницу, на которую нужно было снизить нагрузку, перераспределили на ночные часы работы предприятия и на выходные дни. Суммарный месячный объем электропотребления предприятия остался неизменным.

График «режим технологического минимума» подразумевает снижение потребляемой мощности предприятия в период интервалов часов пиковой нагрузки энергосистемы

со среднего уровня 10 МВт до 2,5 МВт. Разницу, на которую нужно было снизить нагрузку, перераспределили прежде всего на выходные дни и на ночные часы работы. Суммарный месячный объем электропотребления предприятия остался неизменным.

Результаты расчета затрат на покупку электроэнергии для смоделированных вариантов графиков нагрузок представлены в табл. 4. В трех вариантах месячный объем суммарного электропотребления является эквивалентным и составляет 3465 180 кВт·ч, при этом для варианта «номинальный режим нагрузки» обязательства по оплате электрической мощности составляют 9,2116 МВт/мес., обязательства по оплате услуги по передаче электроэнергии составляют 9,9090 МВт/мес. Для вариантов «режим ограничения нагрузки» и «режим технологического минимума» компонент обязательства по оплате электрической мощности снизился на 46 и 73% соответственно, компонент обязательства по оплате услуги по передаче электроэнергии снизился на 50 и 75% соответственно. При этом средняя цена покупки компонента «электрическая энергия» снизилась всего на 3 и 7% соответственно, поскольку электрическую нагрузку переносили в том числе на пиковые периоды выходных дней, что привело к приобретению электрической энергии по пиковым ценам выходных дней.

Снижение указанных компонентов привело к сокращению как общих затрат на электропотребление, так и тарифов на приобретение электроэнергии для предприятия: в варианте «режим ограничения нагрузки» – на 41%, в варианте «режим технологического минимума» – на 63%, или на 9483227 и 14493877 руб. соответственно.

Перейдя на режим ограничения нагрузки либо режим технологического минимума работы, предприятие имеет возможность снизить долг за прошлый период, погасив его за счет полученной экономии, либо снизить риски неплатежей за электроэнергию в будущем. Также снижение затрат на электроэнергию при сохранении объемов выпуска продукции позволит предприятию повысить показатели финансовой устойчивости и быстрее выйти из кризисной ситуации.

Таблица 4
Экономические показатели различных вариантов ценозависимого управления электропотреблением

Показатель	Номинальный режим нагрузки	Режим ограничения нагрузки	Режим технологического минимума	Сравнение режима ограничения и номинального режима, %	Сравнение режима технологического минимума и номинального режима, %
Месячный объем потребления, кВт·ч	3465 180	3465 180	3465 180	0	0
Стоимость электроэнергии, руб.	23004 359	13521 132	8510 482	59	37
Тариф на электроэнергию, руб./кВт·ч, в том числе:	6,639	3,902	2,456	59	37
обязательства по оплате электрической мощности, МВт·мес.	9,2116	5,0000	2,5000	54	27
обязательства по оплате, МВт·мес.	9,9090	5,0000	2,5000	50	25
средняя цена закупки компонента электрической энергии, руб./кВт·ч	1,173	1,140	1,090	97	93

Конечный экономический эффект от ценозависимого управления графиками нагрузки должен быть рассчитан с учетом изменения смен, увеличения затрат на освещение в ночные и вечерние смены. Однако, если предприятие имеет высокую долю затрат на оплату электроэнергии, предложенные организационные мероприятия в большинстве случаев будут экономически целесообразны.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В кризисные периоды для предприятий, где нужно поддерживать производственные и обеспечительные процессы, возникают риски неплатежей в адрес энергоснабжающих компаний. Действующее законодательство РФ в области электроэнергетики содержит жесткие санкции, применяемые к промышленным предприятиям за нарушение платежной дисциплины, что определяет необходимость управления рисками неплатежей за электроэнергию в кризисный период.

Анализ механизмов формирования стоимости электроэнергии, закупаемой промышленными предприятиями на оптовом и розничном рынках электроэнергии, выявил, что предприятия могут самостоятельно управлять всеми компонентами стоимости закупаемой электроэнергии: стоимостью электрической энергии, стоимостью электрической мощности, стоимостью услуг по передаче электроэнергии. Управление затратами каждого компонента стоимости электроэнергии производится посредством варьирования собственного почасового графика спроса на электроэнергию с учетом параметров, формируемых регуляторами оптового рынка и механизмами гибкого формирования почасовых цен на поставку электроэнергии.

Предлагаемая классификация режимов нагрузки определяет возможности применения инструментов ценозависимого управления электропотреблением в различных экономических условиях деятельности предприятий. От управления в период базовой работы управление графиками спроса в кризисный период отличается глубиной регулирования графиков спроса на электропотребление. Предложены диапазоны ценозависимого управления графиками нагрузки до уровней «режим ограничения нагрузки» и «технологический минимум нагрузки», что позволяет существенно снизить затраты на закупаемую электроэнергию и снизить риски неплатежей в будущем.

На примере электропотребления машиностроительного предприятия, приобретающего электроэнергию на территории Ленинградской области, посредством моделирования вариантов ценозависимого управления графиком нагрузки электропотребления показана возможность снижения обязательств по оплате стоимости электроэнергии при сохранении общего месячного объема электропотребления. В режиме ограничения нагрузки обязательства по оплате электроэнергии снижены на 41%, в режиме «технологического минимума» – на 63%, что подчеркивает эффективность предложенного метода.

Проведенная систематизация факторов, влияющих на эффективность ценозависимого управления электропотреблением в кризисный период, позволяет более точно оценить целесообразность и эффективность проводимых мероприятий и избежать неточностей и ошибок в процессе управления.

Разработанный метод ценозависимого управления электропотреблением позволяет эффективно управлять рисками неплатежей за электроэнергию на промышленных предприятиях, находящихся в кризисной ситуации; минимизировать риск формирования задолженностей перед энергоснабжающими организациями и риск ограничения подачи электроэнергии на производственные объекты, а также повысить экономические показатели предприятия в целом.

ИНФОРМАЦИЯ О СПОНСОРСТВЕ

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02. А03.21.0011.

ЛИТЕРАТУРА

1. Администратор торговой системы оптового рынка ([б.г.]). URL: <http://www.atsenergo.ru>.
2. В РАО «ЕЭС России» обеспокоены нарастающими неплатежами за потребленную электрическую и тепловую энергию на Дальнем Востоке (2012) // Энергетика и промышленность России. 27 нояб. URL: <https://www.eprussia.ru/news/base/2002/2359.htm>.
3. Волкова И.О. (2016). Интеллектуальная энергетика в России: оценка существующего потенциала развития // Экономика и организация промышленного производства. № 12. С. 90–101.
4. Гительман Л.Д., Ратников Б.Е., Козhevnikov М.В. и др. (2013). Управление спросом на энергию. Уникальная инновация для российской электроэнергетики. Екатеринбург: Экономика. 120 с.
5. 10 лет ФЗ-35 «Об электроэнергетике» ([б. г.]) // Совет рынка. URL: <http://www.en.np-sr.ru/en/press/news/10-let-fz-35-ob-energetike-aleksandra-panina-blagodarya-prinyatomu-zakonu-byli-sozdany-usloviya-dlya-razvitiya-konkurentnogo-rynka-elektroenergii>.
6. Дзюба А.П. (2014). Повышение энергетической эффективности промышленного электропотребления посредством управления затратами на покупку электрической мощности // Энергосбережение, информационные технологии и устойчивое развитие: Междунар. науч.-практ. интернет-конф. Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. С. 35–42.
7. Дзюба А.П., Соловьева И.А. (2017). Ценозависимое управление электропотреблением и энергозатратами на производственных объектах металлургического комплекса // Металлург. № 1. С. 8–15.
8. Плановые часы пиковой нагрузки на 2018 год для территорий, отнесенных к ценовым зонам оптового рынка электрической энергии и мощности, и территорий, отнесенных к неценовым зонам оптового рынка электрической энергии и мощности от 21.12.2017 г. (2017) // Системный оператор Единой энергетической системы. URL: [http://so-ops.ru/index.php?id=news_view&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=12010](http://so-ops.ru/index.php?id=news_view&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=12010).
9. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режи-

ма потребления электрической энергии» // Консультант-Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130498/.

10. Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172 «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности» // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112537/.
11. Приказ ФСТ России от 06.08.2004 № 20-э/2 «Об утверждении Методических указаний по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке» // Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50075/.
12. Приложение №13.2 к договору о присоединении к торговой системе оптового рынка электроэнергии «Регламент определения объемов покупки и продажи мощности на оптовом рынке» (2019) // Совет рынка. URL: <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/1978>.
13. Приложение № 16 к договору о присоединении к торговой системе оптового рынка электроэнергии «Регламент финансовых расчетов на оптовом рынке электроэнергии» (2019) // Совет рынка. URL: <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/2013>.
14. Приложение № 26 к договору о присоединении к торговой системе оптового рынка электроэнергии «Положение о порядке предоставления финансовых гарантий на оптовом рынке» (2019) // Совет рынка. URL: <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/2015>.
15. Соловьева И.А., Дзюба А.П. (2013). Прогнозирование электропотребления в промышленных комплексах и регионах/Под общ. ред. проф. И.А. Баева. М.: Наука: Информ; Воронеж: ВГПУ. 153 с.
16. Соловьева И.А., Дзюба А.П. (2014). Стратегия управления затратами на электропотребление промышленного предприятия // IV Международная научно-практическая конференция «Проблемы обеспечения безопасного развития современного общества» / Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт экономики Уральского отделения РАН. Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ». С. 47–57.
17. Соловьева И.А., Дзюба А.П. (2017а). Управление затратами на электропотребление промышленных предприятий на базе модели оптимизации графиков электрических нагрузок // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. № 1–1. С. 165–174.
18. Соловьева И.А., Дзюба А.П. (2017б). Управление спросом на электроэнергию в России: состояние и перспективы // Вестник Самарского государственного экономического университета. № 3 (149). С. 53–62.
19. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с укреплением платежной дисциплины потребителей энергетических ресурсов» от 03.11.2015 № 307-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_188331/.

20. Энергетики готовятся к зиме (1994) // Коммерсант. 16 авг. № 152. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/86894>.
21. Baev I.A., Solovieva I.A., Dziuba A.P. (2017). Assessment and analysis of energy infrastructural potential of Russian regions // 3rd International Conference on Industrial Engineering. SHS Web Conf. Vol. 35.

REFERENCES

1. Administrator trgovoj sistemy optovogo rynka ([b. g.]). [Administrator of the wholesale market trading system ([s.a.]). (In Russ.).] <http://www.atsenergo.ru>.
2. V RAO «EES Rossii» obespokoeny narastayushchimi neplatezhami za potreblennuyu ehlektricheskuyu i teplovuyu ehnergiyu na Dalnem Vostoke (2012) // Energetika i promyshlennost Rossii. 27 noyab. [RAO UES of Russia is concerned about the increasing non-payment for the consumed electric and thermal energy in the Far East (2012). *Energy and Industry of Russia*. Nov. 27. (In Russ.)] URL: <https://www.eprussia.ru/news/base/2002/2359.htm>.
3. Volkova, I. O. (2016). Intellectuálnaya ehnergetika v Rossii: ozenka sushchestvuyushchego potenciala razvitiya // *Ekonomika i organizaciya promyshlennogo proizvodstva*. 12:90–101. [Volkova, I. O. (2016). Intellectual power engineering in Russia: assessment of the existing development potential. *Economy and Organization of Industrial Production*. 12: 90–101. (In Russ.)]
4. Gitelman, L. D., Ratnikov, B. E., Kozhevnikov, M. V. i dr. (2013). Upravlenie sprosom na ehnergiyu Unikalnaya innovaciya dlya rossijskoj ehlektrounergetiki Ekaterinburg EHkonomika, 120 s. [Gitelman, L. D., Ratnikov, B. E., Kozhevnikov, M. V. et al. (2013). Managing Energy Demand. A unique innovation for the Russian electric power industry. Ekaterinburg: Economy. 120 p. (In Russ.)]
5. 10 let FZ-35 «Ob ehlektrounergetike» // *Sovet rynka*. [10 years of the Federal Law-35 «On electric power industry» ([s.a.]). Market Council. (In Russ.).] <http://www.en.np-sr.ru/en/press/news/10-let-fz-35-ob-ehlektrounergetike-aleksandra-panina-blagodarya-prinyatomu-zakonu-byli-sozdany-usloviya-dlya-razvitiya-konkurentnogo-rynka-elektroenergii>.
6. Dzyuba, A. P. (2014). Povyshenie ehnergeticheskoy ehffektivnosti promyshlennogo ehlektrounebleniya posredstvom upravleniya zatratami na pokupku ehlektricheskoy moshchnosti. In: *Energoberezhnie informacionnye tekhnologii i ustojchivoe razvitie*. Mezhdunar nauch.-prakt. internet-konf. Izhevsk IzhGTU im. M.T. Kalashnikova. S. 35–42. [Dzyuba, A.P. (2014). Increasing the energy efficiency of industrial electricity consumption by managing the cost of purchasing electric power. In: *Energy Saving, Information Technologies and Sustainable Development: Intern. scientific-practical internet conf.* Izhevsk: IzhSTU them. M.T. Kalashnikov. 35–42. (In Russ.)].
7. Dzyuba, A. P., Soloveva, I. A. (2017). Cenozavisimoe upravlenie ehlektrounebleniem i energozatratami na proizvodstvennykh objektakh metallurgicheskogo kompleksa // *Metallurg*. 1:8–15 [Dzyuba, A. P., Solov'eva, I. A. (2017).

- Price-dependent control of power consumption and energy consumption at industrial facilities of the metallurgical complex. *Metallurg.* 1:8–15. (In Russ.).]
8. Planovye chasy pikovoj nagruzki na 2018 god dlya territorij otnesennykh k cenovym zonam optovogo rynka elektricheskoy energii i moshchnosti i territorij otnesennykh k necenovym zonam optovogo rynka elektricheskoy energii i moshchnosti ot 21.12.2017 g. (2017) // Sistemnyj operator Edinoj ehnergeticheskoy sistemy. [Planned peak load hours for 2018 for territories assigned to the price zones of the wholesale electricity and capacity market, and territories assigned to non-price zones of the wholesale electricity and capacity market from 21.12.2017 (2017). *System Operator of the Unified Energy System.* (In Russ.).]. [http://so-ups.ru/index.php?id=newonsite_view&no_cache=1&tx_ttnews\[\[_t_news_\]=12010](http://so-ups.ru/index.php?id=newonsite_view&no_cache=1&tx_ttnews[[_t_news_]=12010).
 9. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 04.05.2012 № 442 «O funkcionirovanii roznicnykh rynkov elektricheskoy energii polnom i ili chastichnom ogranichenii rezhima potrebleniya elektricheskoy energii // KonsultantPlyus. [Decree of the Government of the Russian Federation of 04.05.2012 № 442 «On the functioning of retail electricity markets, full and (or) partial restriction of the mode of consumption of electrical energy». *ConsultantPlus.* (In Russ.).]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130498/.
 10. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 27.12.2010 № 1172 «Ob utverzhdenii Pravil optovogo rynka elektricheskoy energii i moshchnosti» // KonsultantPlyus. [Decree of the Government of the Russian Federation dated December 27, 2010 № 1172 «On approval of the Rules of the wholesale market of electric energy and power». *ConsultantPlus.* (In Russ.).]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112537/.
 11. Prikaz FST Rossii ot 06.08.2004 № 20-eh/2 Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazaniy po raschetu reguliruemyykh tarifov i cen na ehlektricheskuyu teplovuyu ehnergiyu na roznicnom potrebitelskom rynke // KonsultantPlyus. [Order of the Federal Tariff Service of Russia of August 6, 2004 No. 20-e/2 «On Approval of Guidelines for the Calculation of Regulated Tariffs and Prices for Electric (Thermal) Energy in the Retail (Consumer) Market». *ConsultantPlus.* (In Russ.).]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50075/.
 12. Prilozhenie № 13–2 k dogovoru o prisoedinenii k torgovoj sisteme optovogo rynka ehlektroehnergii Reglament opredeleniya obemov pokupki i prodazhi moshchnosti na optovom rynke (2019) // Sovet rynka. [Appendix No. 13.2 to the agreement on accession to the trading system of the wholesale electricity market «Regulations for determining the volume of purchase and sale of capacity in the wholesale market» (2019). *Market Council.* (In Russ.).]. <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/1978>. (In Russ.).]
 13. Prilozhenie № 6 k dogovoru o prisoedinenii k torgovoj sisteme optovogo rynka ehlektroehnergii Reglament finansovykh raschetov na optovom rynke ehlektroehnergii (2019) // Sovet rynka. [Appendix No. 16 to the agreement on accession to the trading system of the wholesale electricity market «Financial Settlement Regulations on the Wholesale Electricity Market» (2019). *Market Council.* (In Russ.).]. <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/2013>.
 14. Prilozhenie № 26 k dogovoru o prisoedinenii k torgovoj sisteme optovogo rynka ehlektroehnergii Polozhenie o poryadke predostavleniya finansovykh garantij na optovom rynke 2019 // Sovet rynka (2019). [Appendix №26 to the agreement on accession to the trading system of the wholesale electricity market «Regulations on the procedure for providing financial guarantees on the wholesale market» (2019). *Market Council.* (In Russ.).]. <https://www.np-sr.ru/ru/regulation/joining/reglaments/2015>.
 15. Soloveva, I. A., Dzyuba, A. P. (2013). Prognozirovaniye ehlektropotrebleniya v promyshlennykh kompleksakh i regionakh, pod obshch. red. prof. I.A. Baeva. M.: Nauka Inform Voronezh VGPU. 153 s. [Solovyova, I. A., Dzyuba, A. P. (2013). Forecasting of power consumption in industrial complexes and regions, ed. prof. I.A. Bayeva. M.: Science: Inform; Voronezh: VGPU. 153 p. (In Russ.).].
 16. Soloveva, I. A., Dzyuba, A. P. (2014). Strategiya upravleniya zatratami na ehlektropotrebleniye promyshlennogo predpriyatiya // IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya Problemy obespecheniya bezopasnogo razvitiya sovremennogo obshchestva Uralskij federalnyj universitet imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Elcina, Institut ehkonomiki Uralskogo otdeleniya RAN. Ekaterinburg: OOO Izdatelstvo UMC UPI. 47–57. [Solovyova, I.A., Dzyuba, A.P. (2014). The strategy of managing the cost of electricity consumption of an industrial enterprise. In: IV International Scientific and Practical Conference «Problems of ensuring the safe development of modern society»/Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Ekaterinburg: Publishing House UMT UPI. 47–57. (In Russ.).].
 17. Soloveva, I. A., Dzyuba, A. P. (2017a). Upravlenie zatratami na ehlektropotrebleniye promyshlennykh predpriyatij na baze modeli optimizacii grafikov ehlektricheskikh nagruzok Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. *Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki.* 1–1:165–174. [Solovyova, I. A., Dzyuba, A. P. (2017a). Managing the costs of electricity consumption of industrial enterprises based on the model of optimizing the graphs of electrical loads // *News of Tula State University. Economic and legal sciences.* 1–1:165–174. (In Russ.).].
 18. Soloveva, I. A., Dzyuba, A. P. (2017b). Upravlenie sprosom na ehlektroehnergiyu v Rossii sostoyanie i perspektivy. // *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ehkonomicheskogo universiteta.* 3(149):53–62. [Solov'eva, I. A., Dzyuba, A. P. (2017b). Managing Electricity Demand in Russia: Status and Prospects. *Bulletin of the Samara State University of Economics.* 3(149):53–62.
 19. Federalnyj zakon «O vnesenii izmenenij v otdelnye zakonodatelnye akty Rossijskoj Federacii v svyazi s ukrepleniem platezhnoj discipliny potrebitelej ehnergeticheskikh resursov» ot 03.11.2015. № 307-FZ // *ConsultantPlus.* [Federal Law «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Connection with Strengthening the Payment Discipline of Consumers of Energy Resources». 03.11.2015. N 307-FZ. *ConsultantPlus.* (In Russ.).]. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_188331/.
 20. Energetiki gotovyatsya k zime (1994). *Kommersant.* 16 avg. 152 [Power engineers prepare for winter (1994). *Kommersant.* Aug 16. 152. (In Russ.).]. <https://www.kommersant.ru/doc/86894>.
 21. Baev, I. A., Solovieva, I.A., Dziuba, A. P. (2017). Assessment and analysis of the infrastructural potential of Russian regions. In: 3rd International Conference on Industrial Engineering. SHS Web Conf. Vol. 35.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. П. Дзюба

Кандидат экон. наук, кафедра «Финансы, денежное обращение и кредит» Высшей школы экономики и управления ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)». Область научных интересов: управление энергозатратами промышленных предприятий, управление спросом, ценозависимое электропотребление. ✉ E-mail: dzyuba-a@yandex.ru.

И. А. Соловьева

Доктор экон. наук, доцент кафедры «Финансы, денежное обращение и кредит» Высшей школы экономики и управления ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)». Область научных интересов: управление энергозатратами промышленных предприятий, ценозависимое электропотребление, инвестиционный анализ и оценка инвестиционных рисков. E-mail: Solovevaia@susu.ru.

ABOUT THE AUTHORS

Anatoly P. Dzyuba

PhD in Economics, Department of Finance, Money Circulation and Credit, Higher School of Economics and Management, South Ural State University (National Research University). Research interests: energy management of industrial enterprises, demand management, price-dependent power consumption. ✉ E-mail: dzyuba-a@yandex.ru.

Irina A. Solovieva

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Finance, Money Circulation and Credit, Higher School of Economics and Management, South Ural State University (National Research University). Research interests: energy management of industrial enterprises, price-dependent power consumption, investment analysis and investment risk assessment. E-mail: Solovevaia@susu.ru.