



С.В. Можаяева

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЗАТРАТ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ**

S.V. Mogaeva

**ESTIMATION OF THE INFLUENCE FUEL COSTS PRODUCTIVITY
IN RUSSIA ENERGY SYSTEMS**

Развитие собственной промышленности невозможно без эффективной работы единой энергетической системы России. Электрическая энергия является ресурсом, цена которого существенно влияет на себестоимость продукции и, следовательно, на конкурентоспособность экономики России. Важнейшими составляющими цены за электрическую энергию является стоимость ее производства и надежность транспортировки до конечных потребителей. Рассмотрено экономическое значение уменьшения расходов топлива на тепловых электростанциях конденсационного типа при работе турбины в зоне экономической мощности. Проведен анализ расходов топлива при производстве электрической энергии, вырабатываемой тепловыми электростанциями конденсационного типа с позиции влияния на эффективность работы энергетической системы России. Анализируется физико-технический процесс производства электрической энергии с позиции его экономических составляющих, с учетом того, что управляемая подсистема «электростанция как сложная искусственная система» представляет собой основное производственное звено электроэнергетики. Рассматривается особая роль системной надежности, так как электроэнергетическую систему России в техническом плане можно рассматривать как электроэнергетическое предприятие, функционирующее в масштабах всей страны. Выявлено, что благодаря потоковой природе процессов, идущих от генераторов до конечных потребителей, сложную искусственную систему – управляемую электроэнергетическую систему России можно структурно представить в виде неразрывной логистической цепи: «закупки – генерация энергии – транспортировка электроэнергии – сбыт». Предложен критерий надежности и эффективности работы логистической цепи с учетом минимизации затрат по всем структурным звеньям, определяемый при решении минимизирующей функции. Рассмотрена зависимость надежности и качества электроэнергетической продукции от решения проблем управления электроэнергетической системой России. Выявлено, что в электроэнергетике так же, как и в коммуникации, преодолеть природно-технологический монополизм за счет искусственного дробления невозможно, и поэтому конкурентный рынок в электроэнергетике создать тоже практически невозможно. Включение дополнительных коммерческих структур всегда резко ухудшает надежность электроснабжения потребителей и увеличивает возможность системных аварий, так как в случае аварии необходимо время на согласование интересов коммерческих структур. Необходима государственная политика в масштабах России по работе в зоне оптимальной нагрузки генерирующего энергию оборудования, позволяющая: повысить надежность электроснабжения потребителей, понизить удельные затраты на топливо и обслуживание основного оборудования тепловых электростанций, разгрузить экосистему, повысить эффективность работы энергетической системы России. Преодолеть любой природно-технологический монополизм за счет искусственного дробления невозможно. Конкурентный рынок в электроэнергетике создать практически невозможно, и поэтому дробление любой монополии приводит к повышению цены конечной продукции. Для возрождения экономики России необходимо государственное регулирование цены продукции природно-технологических монополий с учетом интересов потребителей ресурсов и огромной территории страны.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА; ТОПЛИВНЫЕ ЗАТРАТЫ; ЭФФЕКТИВНОСТЬ; ОЦЕНКА; ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ.

Development of own industry is impossible without effective operation of the power pool system of Russia. Electric energy is a resource which price significantly influences prime cost of any production and therefore on competitiveness of economy of Russia. The most important components of the price for electric energy is the cost of her production and reliability of transportation to end users. Economic value of reduction of fuel consumption on thermal power plants of condensation type during the operation of the turbine in a zone of economic power is considered. The analysis of fuel consumption by production of the electric energy developed

by thermal power plants of condensation type from a position of influence on overall performance of a power system of Russia is carried out. Physics and technology process of production of electric energy, from a position of his economic components is analyzed taking into account that the operated subsystem «the power plant as difficult artificial system» represents the main reproduction link of power industry. The special role of system reliability as the electrical power system of Russia in the technical plan can be considered as the electrical power enterprise functioning in scales of all country is considered. It is revealed that thanks to the stream nature of the processes going from generators to end users the difficult artificial system the operated electrical power system of Russia can be presented in the form of an indissoluble logistic chain structurally:» purchases – energy generation – transportation of the electric power – sale». The criterion of reliability and overall performance of a logistic chain taking into account minimization of expenses on all structural links defined at the solution of the minimizing function is offered. Dependence of reliability and quality of electrical power production on the solution of problems of management of electrical power system of Russia is considered. It is revealed that in power industry as well as in communication, it is impossible to overcome natural and technological monopolism due to artificial crushing and therefore the competitive market in power industry can't almost be created too. Inclusion of additional commercial structures always sharply worsens reliability of power supply of consumers and increases a possibility of system accidents as in the market in case of accident time for coordination of interests of commercial structures is necessary.

UTILITIES; FUEL COSTS; EFFICIENCY; ESTIMATION; THE LOGISTIC CHAIN.

Введение. Актуальность оценки влияния топливных затрат на эффективность работы энергетической системы России возросла из-за международных санкций, введенных в последнее время против России. Кроме того, из-за понижения курса национальной валюты значительно увеличилась стоимость импортируемой продукции. Стало ясно, что единственной возможностью выйти из создавшейся экономической ситуации является восстановление и развитие собственной промышленности. Очевидно, что развитие собственной промышленности невозможно без эффективной работы единой энергетической системы России, так как электрическая энергия является «кровью» системы, обеспечивающей экономику любой страны. Электрическая энергия является ресурсом, цена которого существенно влияет на себестоимость всякой продукции и, следовательно, на конкурентоспособность экономики России.

Общеизвестно, что важнейшими составляющими цены на электрическую энергию являются, во-первых, стоимость ее производства и, во-вторых, надежность ее транспортировки до конечных потребителей как фактор, влияющий на ее цену.

Большое экономическое значение в настоящее время имеет уменьшение расходов топлива, так как около 67 % всей электроэнергии России производится на тепловых электростанциях, топливная составляющая которых в себестоимости электрической энергии 60–75 %.

Методика исследования. В научных исследованиях, посвященных экономике энергетического производства, уделяется достаточно много внимания влиянию загрузки производственных мощностей тепловых электростанций на расход топлива [1–5]. Вместе с тем при изучении энергетических (расходных) характеристик станции нетрудно выявить три характерные особенности, а именно:

– кривые расхода топлива и пара, выражающие зависимости указанных энергоносителей от нагрузки паротурбинной установки, в целях упрощения исследования заменяются ломаными линиями, что усложняет возможность более глубокого изучения влияния расхода топлива на экономику производства электрической энергии;

– при исследовании зависимости расхода топлива, пара от загрузки паротурбинной установки основное внимание уделяется не детальному изучению поведения удельных расходов топлива или пара, т. е. не выявлению и раскрытию поведения составляющих этих удельных расходов в паротурбинной установке в зависимости от генерируемой мощности, а поведению общих расходов топлива и пара от загрузки котлов и турбин. На графиках, изображающих энергетические характеристики парогенераторов и конденсационных турбин, соответственно кривые КПД котлоагрегатов и удельных расходов пара на турбину от нагрузки наносятся лишь для наглядности. Иными словами, сами удельные расходы топлива и пара, со-

ставляющие этих удельных расходов, не исследуются. Такое видение зависимости затрат топлива и пара от загрузки, соответственно, котлоагрегатов и турбин не раскрывает экономику электроэнергетического производства в полном объеме. Таким образом, зависимость удельных расходов топлива, пара, их составляющих, от степени загрузки паротурбинной установки определяет эффективность производства электрической энергии на тепловых электростанциях;

– в настоящее время, недостаточно раскрыт характер роста переменных потерь энергии в паротурбинной установке за пределами зоны их экономичной нагрузки. Это относится не только к паротурбинной установке, но и к любым машинам, преобразующим один вид энергии в другой. В качестве иллюстрации отмеченных недостатков существующих методов оценки влияния загрузки производственной мощности паротурбинной установки на расход топлива сошлемся лишь на источник [1], положения которого по данному вопросу характерны и для некоторых других работ [2–5]. Расходная характеристика конденсационной паровой турбины, представленная на рис. 1, имеет вид ломаной линии. Как видно из данного рисунка, у турбины есть экономичная мощность ($N_{эк}$), при которой удельный расход пара $d_{эк}$ минимален. Факт наличия роста частичного и полного удельных расходов пара у конденсационной турбины за пределами экономичной зоны нагрузки объясняется следующим образом.

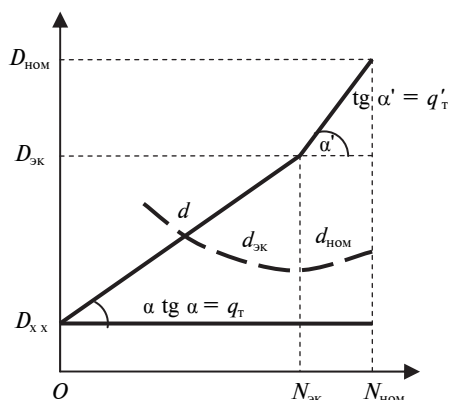


Рис. 1. Расходная характеристика конденсационной паровой турбины

При нагрузке, большей $N_{эк}$, работа проточной части турбины переходит в форсированный, менее экономичный, режим, в некоторых турбинах включается так называемое байпасное регулирование, которое означает перепуск части свежего пара сразу на промежуточную ступень, и это вызывает увеличение удельного расхода пара.

Для крупных блоков, предназначенных к работе в базисной части графика нагрузки энергосистемы, у паровых турбин принимается следующее регулирование:

$$N_{эк} = (0,85 - 0,93)N_{ном} . \quad (1)$$

Представленные на рис. 1 величины q_t , q'_t отражают удельные приросты расхода пара в интервалах $0 - N_{эк}$ и $N_{эк} - N_{ном}$; $D_{хх}$ – расход пара на холостой ход.

Энергетические характеристики парогенератора и блока «парогенератор – турбина» представлены на рис. 2, 3.

В интервале $N_{эк} - N_{ном}$:

$$D_t = D_{хх} + q_t \cdot N_{эк} + q'_t (N - N_{эк}). \quad (2)$$

На рис. 2: $B_{пг}$ – расход топлива на парогенератор; $\eta_{пг}$ – КПД парогенератора; $Q_{пг}^{ном}$ – величина номинальной выработки тепла парогенератором.

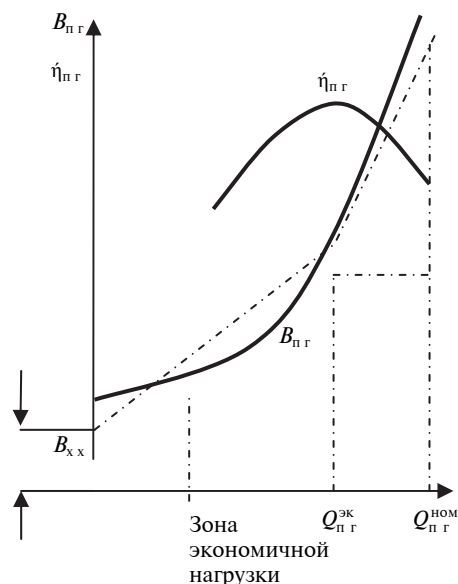


Рис. 2. Энергетическая характеристика парогенератора (котлоагрегата)

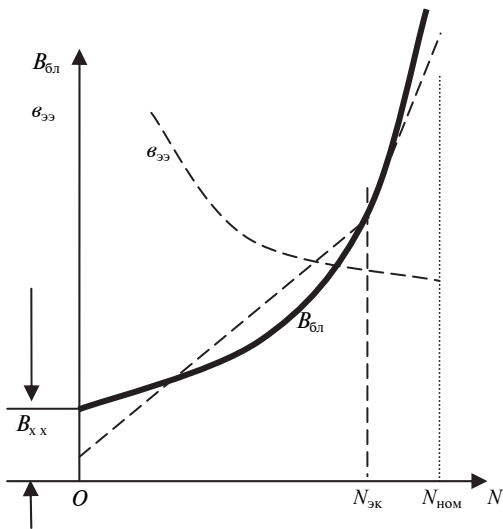


Рис. 3. Энергетическая характеристика блока К-1200

Соответственно, удельный расход пара в первом интервале:

$$d = \frac{D_T}{N} = \frac{D_{x,x}}{N} + q_T; \quad (3)$$

во втором интервале:

$$d = \frac{D_T}{N} = \frac{D_{x,x}}{N} + q_T \frac{N_{\text{эк}}}{N} + q'_T \left(1 - \frac{N_{\text{эк}}}{N}\right). \quad (4)$$

$B_{\text{блок}}$, г у. т./кВт·ч

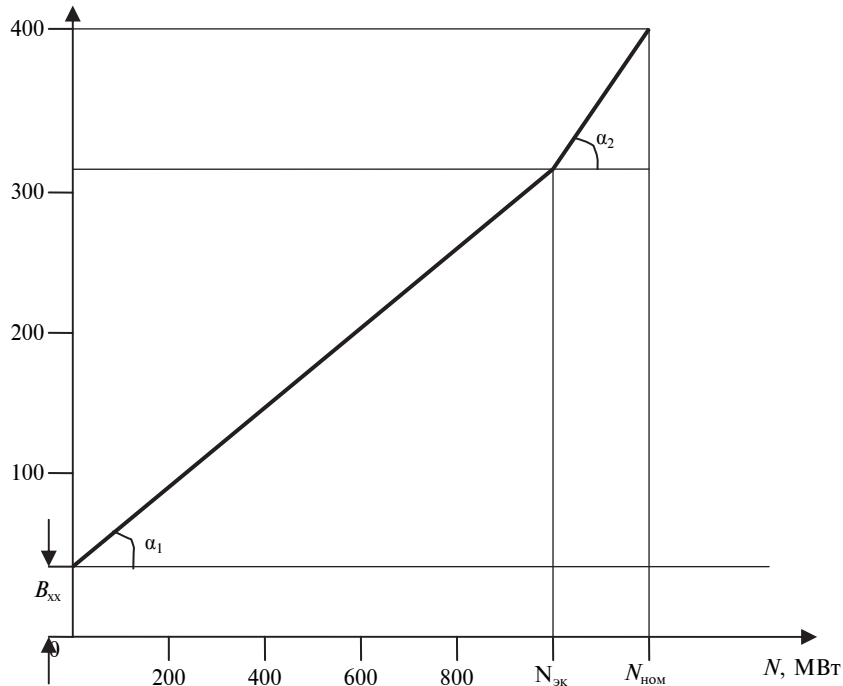


Рис. 4. Энергетическая характеристика блока К-1200

В качестве примера исследовано влияние режимов работы блока К-1200 (Костромская ГРЭС) на величину удельных затрат топлива при выработке единицы продукции – «электрическая энергия» (рис. 3).

На рис. 4 приведены основные параметры энергетической характеристики блока К-1200. Видим, что экономичная нагрузка блока составляет $N_{\text{эк}} = 1080$ МВт. Частичный удельный расход условного топлива при экономичной нагрузке равен 270 г у.т./кВт·ч. При нагрузках блока более 1080 МВт частичный удельный расход условного топлива увеличивается на 25 г у.т./кВт·ч и составляет, соответственно, 295 г у.т./кВт·ч. Расчеты по определению полных и удельных показателей расхода топлива при различных нагрузках блока показывают, что в зоне экономичной нагрузки блока удельный расход топлива на холостой ход превышает аналогичный показатель при номинальной нагрузке ($N_{\text{ном}} = 1200$ МВт) блока на 2,8 г у.т./кВт·ч. Таким образом, реальная экономия топлива при работе блока в зоне экономичной нагрузки равна 22,2 г у.т./кВт·ч. Или за 1 ч работы блока при экономичной нагрузке $N_{\text{эк}} = 1080$ МВт эта экономия составит 23,9 т у.т. [3].

На рис. 4: $\epsilon_{xx} = 26$ г у.т./кВт·ч; $\epsilon = 270$ г у.т./кВт·ч; $\epsilon' = 295$ г у.т./кВт·ч; $N_{\text{эк}} = 1080$ МВт; $N_{\text{ном}} = 1200$ МВт.

В зоне экономической нагрузки блока: «котлоагрегат – турбина – электрогенератор» происходит оптимизация движения потоков: химической энергии топлива, тепловой энергии пара и электрической энергии на шинах генератора. В рассматриваемой зоне нагрузки блока, где происходит оптимизация движения указанных выше потоков энергии, затраты топлива на единицу генерируемой электрической энергии минимальны, а прибыль на единицу продукции (по топливной составляющей) максимальна.

При нагрузках блока свыше $N_{\text{эк}}$ происходит увеличение выработки электрической энергии, масса прибыли возрастает, но при этом за каждый дополнительно выработанный 1 кВт·ч получаемая дополнительная величина прибыли достигается ценой снижения экономической эффективности производства электрической энергии; повышается интенсивность движения потока основных фондов. Этот вопрос приобретает особое значение не только с точки зрения экономии топлива при производстве электрической энергии на тепловых электростанциях, хотя само по себе это очень важно. Нужно иметь в виду и то, что работа энергогенерирующего оборудования в оптимальных зонах их нагрузки означает повышение надежности работы оборудования и, следовательно, повышение надежности электроснабжения потребителей, сокращение затрат на текущие ремонты оборудования, увеличение сроков службы оборудования и создание тем самым более благоприятных условий для экосистемы. Защита экосистемы сегодня приобретает первостепенное значение.

Итак, при известной неполноте исследования расхода топлива и пара соответственно в парогенераторах и турбинах, зависимости их от величины загрузки можно однозначно утверждать, что у основного оборудования тепловых электростанций есть зоны нагрузок, при которых затраты энергоносителя на единицу генерируемой мощности оптимальны.

С позиций эффективной концепции управления, оптимизация движения потоков энергии при производстве в зоне оптимальной нагрузки генерирующего энергию оборудования является максимальной, а экономическая эффективность функционирования этого оборудования наибольшей.

Что же следует из физико-технического процесса производства электрической энергии? Физико-технический процесс производства электрической энергии состоит в том, что произведенную энергию необходимо одновременно и потреблять, и доказывает следующее: управляемая подсистема «электростанция как сложная искусственная система» представляет собой основное воспроизводственное звено электроэнергетики [6].

Электроэнергетическую систему России в техническом плане можно рассматривать как электроэнергетическое предприятие, функционирующее в масштабах всей страны, и поэтому при функционировании такой крупной энергетической системы особую роль приобретают вопросы ее системной надежности [7].

«Под системной надежностью понимается способность системы сохранять в процессе функционирования в заданных пределах бесперебойность энерго- и топливоснабжения потребителей при должном качестве поставляемых энергии и топлива» [8, с. 314].

В больших системах энергетики решение вопросов надежности имеет свои специфические особенности [8]:

- для изучения аварийности многих элементов сооружений и оборудования систем нельзя пользоваться статистическими методами из-за отсутствия, как правило, массовой информации о возможной аварийности (отказах) оборудования в отдельных элементах и связях больших систем энергетики;
- в электроэнергетической системе необходимо обоснованно принимать оперативные решения по обеспечению надежности с учетом ее глобальности и развития ее логистических звеньев и соединяющих их материальных связей (электрических сетей, трубопроводов и т. д.);
- в больших электроэнергетических системах задача надежности является частью общей задачи оптимизации их развития, так как расчетная надежность в системах должна быть целесообразной. Фактор надежности оказывает корректирующее влияние при выборе оптимальных решений при проектировании развития системы электроснабжения, так как надежность не является только эксплуатационной задачей, хотя понятие «надежность» неотделимо от понятий «резервы» и «запасы».

Применительно к большой электроэнергетической системе допустимо говорить об управлении надежностью как составной части ее управления.

Для управления надежностью в больших электроэнергетических системах следует учитывать два следующих важных исходных положения [8].

1. Различие постановок задач надежности применительно к развитию функционирования систем (в первом аспекте задача формулируется как создание структуры системы, обеспечивающей последующую ее надежную эксплуатацию, во втором — как обеспечение надежной эксплуатации системы при ее заданной структуре).

В общих аспектах надежность органически увязывается с понятием «оптимальные резервы, запасы и структура связей системы», без него невозможно нормальное функционирование системы.

2. В развитии систем «надежность» — понятие технико-экономическое: затраты во всей энергетической системе и по ее элементам состоят из взаимосвязанных составляющих — полезно используемых и резервных элементов и связей системы, из запасов на складах, которые необходимы для эксплуатации звеньев этой системы. Выбор оптимальной надежности в развитии системы определяется тем пределом надежности выполнения ею своих функций, дальнейшее повышение которого оказывается уже экономически не оправданным.

Качество продукции в рыночной экономике является одной из важнейших компонент формирования ее конкурентоспособности. Это общеизвестный факт. Повышая качество продукции, производитель товара увеличивает его конкурентоспособность и создает тем самым необходимые условия и предпосылки для расширения своего сегмента на рынке, увеличивает устойчивость функционирования своего предприятия [9]. Зададимся вопросом, может ли выступать в роли конкурентной компоненты качество электроэнергетической продукции? Ответ очевиден и общеизвестен: нет, так как параметры качества электрической энергии по частоте и напряжению оговорены соответствующим ГОСТом. В случае несоответствия качества ГОСТу потребитель может зафикси-

ровать это приборами и потребовать через суд компенсации экономического и морального ущерба [10].

Сложную искусственную систему, которой является электроэнергетическая система России, можно в техническом плане рассматривать как электроэнергетическое предприятие, функционирующее в масштабах всей страны, управляемое с единого центра — ОАО «СО ЕЭС». Общеизвестно, что от генераторов до конечных потребителей движется со скоростью света электромагнитный поток, который называют электрической энергией (мощностью). Поточковая природа процессов, происходящих в электрических сетях, делает правомерным логистический подход к анализу и управлению электроэнергетикой. Общие задачи логистической теории управления сложными искусственными системами — предложить на рынке пользующийся спросом товар в необходимом количестве, доставить в нужное место, к требуемому сроку и реализовать его по ценам, адекватным экологически и социально устойчивому экономическому развитию системы, а также получить максимальную прибыль в рассматриваемых условиях хозяйственной деятельности [11]. Применительно к электроэнергетике это означает, что производитель электрической энергии должен в любой момент быть готовым произвести и доставить пользующуюся спросом электроэнергию потребителям в необходимом объеме, в нужное место, в нужный момент времени и реализовать по ценам, адекватным экологически и социально устойчивому экономическому развитию системы, и получить в результате хозяйственной деятельности максимальную прибыль.

Благодаря потоковой природе процессов, идущих от генераторов до конечных потребителей, сложную искусственную систему — управляемую электроэнергетическую систему России можно структурно представить в виде неразрывной логистической цепи: «закупки — генерация энергии — транспортировка электроэнергии — сбыт».

Логистика при изучении сложной искусственной системы выявляет противоречивое поведение затрат вне и внутри системы при реализации всеобщего требования их минимизации, предъявляемого в одинаковой степени ко всем структурам системы. Это про-

тиворечивое поведение затрат возникает, чаще всего, при смене типа технологии движения материального потока, потока энергии и т. д. [12]. От шин генераторов до потребителей электрической энергии тип технологии движения электрической энергии один: «транспортировка» или «передача» электрической энергии. А значит, противоречивого поведения затрат, возникающего при смене типа технологии движения потока, в рассматриваемом случае нет. В то же время увеличение загрузки турбогенераторов тепловых электростанций до их оптимальной мощности и получаемая при этом экономия топлива, а также соответствующее снижение себестоимости единицы электрической энергии надежно перекрывают возникающие при этом возможные дополнительные потери электрической энергии в сетях. Следует иметь в виду и другой аспект: электрические сети — это основные фонды и должная их загрузка снижает условно-постоянные затраты, связанные с транспортировкой (передачей) электрической энергии.

Наиболее характерным случаем возникновения противоречивого поведения затрат при их минимизации, когда минимизация увеличивает затраты в другом звене (или структуре), является случай смены типа технологии движения «транспортировка» на тип технологии движения материального потока «хранение». Смена типа технологии движения материального потока означает изменение скорости движения материального потока. Например, если топливом на электростанции является уголь, то пока его везут до склада электростанции тип технологии материального тока — «движение», а когда его привезли на склад, тип технологии материального тока — «хранение». Но электрическую энергию нельзя произвести «на склад», поэтому противоречивого поведения затрат при их минимизации не будет.

Итак, физико-технический аспект производства электрической энергии не создает условий для возникновения противоречивого поведения затрат между генерацией и передачей электрической энергии потребителям при реализации всеобщего требования минимизации затрат, предъявляемого в одинаковой степени ко всем звеньям (структурам) логистической цепи: «закупки — генерация энергии — транспортировка энергии — сбыт».

Подойдем к главному моменту наших рассуждений. Если физико-технический аспект производства электрической энергии не вызывает противоречивого поведения затрат между генерацией энергии и системой ее передачи потребителям при реализации требования минимизации затрат, то возникает вопрос — зачем выделять электрические станции и электрические сети в качестве таких «самостоятельных» коммерческих структур? В рассматриваемом же случае, создание, например, таких коммерческих структур, как «электрические станции» и «распределительные сетевые компании», вызвано не объективным противоречивым поведением затрат при их минимизации, а совершенно другими причинами: появившейся возможностью получения в частную собственность средства производства. Здесь появляется форма противоречий совершенно иного рода, не имеющая никакого отношения к экономичности производства электрической энергии.

В соответствии с логистической теорией управления сложными искусственными системами при выявлении факта наличия противоречивого поведения затрат между звеньями (структурами) системы в результате реализации требования минимизации затрат ставится вопрос о переводе противоречивого поведения затрат в противоречивые экономические интересы и нахождении соответствующего компромисса. Этот компромисс может достигаться на основе разработки и внедрения внутренних (трансфертных) цен и механизма их регулирования. Все это, собственно, проблемы любой сложной искусственной системы и к рынку как таковому они никакого отношения не имеют. В рыночной экономике электроэнергетические системы любого иерархического уровня должны быть связаны двумя концами с рынком, а именно, с рынком закупок на «входе» и с рынком продаж производимой продукции на «выходе».

Проблемы постоянных противоречивых экономических интересов, возникающих при закупках исходных ресурсов и продажах готовой продукции, должны рассматриваться и решаться на основе соответствующих методов формирования цен и механизмов их регулирования с учетом интересов «монополий» и потребителей.

В логистической трактовке центральная проблема экономики проявляется в требова-

нии минимизации затрат, предъявляемом в одинаковой степени ко всем структурным подразделениям (звеньям) предприятия. Применительно к деятельности больших систем энергетики данное требование является исходным условием возникновения противоречивого поведения затрат как в самих звеньях логистической цепи «закупка – производство – передача – сбыт», так и между ними, а также между логистической цепью и окружающей средой [13].

Величина оптимальных затрат на единицу продукции при оптимизации движения энергетического потока $Z_{од}$ в логистической цепи «закупка – генерация энергии – транспорт электроэнергии – сбыт» определяется при решении минимизирующей функции:

$$\begin{cases} Z_{од} \Rightarrow \min; \\ Z_{од}^{\min} = Z_3^{\text{опт}} + Z_{гэ}^{\text{опт}} + Z_{трэ}^{\text{опт}} + Z_c^{\text{опт}}, \end{cases} \quad (5)$$

где Z_3^{\min} , $Z_{гэ}^{\text{опт}}$, $Z_{трэ}^{\text{опт}}$, $Z_c^{\text{опт}}$ – оптимальные затраты на единицу продукции соответственно в звеньях «закупка», «генерация энергии», «транспорт электроэнергии», «сбыт», руб./кВт·ч.

Оптимальные затраты на единицу продукции для всей логистической цепи – это минимальные суммарные затраты по всем звеньям логистической цепи, что позволяет уменьшить себестоимость продукции и получить большую чистую прибыль и максимум чистого дисконтированного дохода. В соответствии с изложенным себестоимость производства электрической энергии напрямую зависит также и от загрузки производственных мощностей тепловой электростанции, т. е. от звена «генерация энергии».

С позиции эффективной концепции управления оптимизация движения потоков энергии при производстве в зоне оптимальной нагрузки генерирующего энергию оборудования является максимальной, а экономическая эффективность функционирования этого оборудования – наибольшей.

Однако проблема оптимизации потока энергии в рассматриваемой логистической цепи может быть решена в полном объеме при учете не только топливной составляющей, но и всех других затрат, связанных с производством электрической энергии.

Единая энергетическая система России является национальным достоянием и гаран-

тией энергетической безопасности страны и, как всякая сложная искусственная система, требует поддержания своей работоспособности. Электроэнергетика нашей страны многие десятилетия складывалась как уникальный технический и производственно-экономический комплекс, что не учли при реструктуризации единой энергетической системы России. Хотя при реструктуризации РАО ЕЭС России технологические связи остались прежними, однако появились дополнительные коммерческие структуры, которые существенно повлияли на надежность энергетической системы страны.

После реструктуризации Единой энергетической системы России начал функционировать оптовый рынок электрической энергии (мощности). Субъекты оптового рынка (юридические лица) – это поставщики электрической энергии (генерирующие компании) и покупатели электрической энергии (энергосбытовые организации, крупные потребители электрической энергии, гарантирующие поставщики), получившие статус субъектов оптового рынка в порядке, установленном Федеральным законом «Об электроэнергетике», «Совет рынка», коммерческий оператор и иные организации, обеспечивающие в соответствии с правилами оптового рынка и договором о присоединении к торговой системе оптового рынка функционирование коммерческой инфраструктуры оптового рынка, организации, обеспечивающие функционирование технологической инфраструктуры оптового рынка (организация по управлению единой национальной, общероссийской, электрической сетью, системный оператор).

Принято считать, что реформирование электроэнергетики Российской Федерации задумано для создания открытого рынка, который должен был привести к повышению эффективности энергетического производства и способствовать снижению цены за электроэнергию. При реформировании не было учтено, что механизм конкурентных рыночных отношений действует в том случае, когда:

- сфера деятельности чрезвычайно привлекательна;
- рынок имеет межгосударственный характер;
- сети имеют неограниченную пропускную способность;

– невозможен сговор между производителями электроэнергии.

В энергетике России данные условия невыполнимы, так как:

– собственник может «заморозить» часть своих активов и производить столько электроэнергии, сколько необходимо для получения максимальной прибыли;

– в случае выхода промышленности из кризиса возможен дефицит электрической мощности;

– перетоки электроэнергии (мощности) имеют сетевые ограничения.

Результатом реформирования электроэнергетики России является:

– появление промежуточных коммерческих структур, деятельность которых оплачивает потребитель;

– затраты времени на дополнительные согласования между всеми участниками рынка, которые могут служить косвенной причиной понижения надежности;

– на рынке при дефиците мощности электростанций и недостаточной пропускной способности сетей потребители будут конкурировать между собой за ограниченный ресурс. Цена электроэнергии установится на максимально возможном уровне, достаточном для получения прибыли, необходимой с точки зрения энергокомпании. Следствием будет то, что только часть потребителей смогут купить этот жизненно важный ограниченный ресурс. Однако следует учесть, что в настоящее время из-за того, что в России во время перестройки экономики на рыночные условия перестали существовать многие предприятия, наблюдается избыток мощности электростанций, дефицит же мощности электростанций может появиться при возрождении отечественной промышленности.

В теории надежности существует достаточно твердое правило: чем больше элементов в системе, тем она менее надежна. Несмотря на то, что при реформировании электроэнергетики количество технических элементов осталось прежним, резко увеличилось количество организационно-экономических элементов в системе управления электроэнергетикой страны. Включение дополнительных коммерческих структур всегда резко ухудшает надежность электроснабжения потребителей и увеличивает возможность сис-

темных аварий, так как в случае аварии необходимо время на согласование интересов коммерческих структур.

Важным аспектом является и то, что реструктуризация РАО ЕЭС России привела к перераспределению денежных потоков, усложнению системы управления энергосистемой страны, что, в свою очередь, привело к снижению надежности электроснабжения потребителей. Это проявляется в недостаточности выделяемых средств для технического содержания, реконструкции, модернизации энергетического оборудования. Приоритеты расставлены так, что главным является извлечение прибыли за счет сокращения вышеперечисленных затрат. Частных инвестиций в новое строительство ждать не стоит, так как мала инвестиционная привлекательность электроэнергетики (рентабельность 10–15%). Некому планировать развитие электроэнергетики, как это делали в советское время, тогда решения по строительству электроэнергетических сооружений принимались за 10–15 лет до появления потребителей [14]. На рынке не должно быть дефицита товара «электрическая энергия», ограничений пропускной способности сетей и границ между странами. На достижение таких целей нужны большие финансовые затраты. Следовательно, в электроэнергетике преодолеть монополизм за счет искусственного дробления невозможно. Рынок в электроэнергетике создать практически невозможно.

Повысить эффективность в электроэнергетике за счет улучшения только режимов работы оборудования возможно только на 2–3%. Поскольку повышение технологической эффективности работы энергосистемы требует затрат средств и времени, производители этого делать не будут, так как уменьшится их прибыль. В России тарифы на электроэнергию повышаются не только из-за того, что повышается стоимость топлива, хотя это немаловажно, так как составляет 70% от всех затрат, но и за счет того, что управленческие расходы выросли в четыре раза вследствие резкого увеличения количества организационно-экономических элементов в системе управления электроэнергетикой страны [15].

Огромным преимуществом России является самодостаточность по природным ре-

сурсам. Россия является обладателем 26,9% общемировых подтвержденных мировых запасов минерально-сырьевых ресурсов и поэтому способна совершить прорыв в области экономического и научного развития.

Выводы. Произведенная оценка влияния топливных затрат на эффективность работы энергетической системы России позволила выявить следующее.

1. У основного оборудования тепловых электростанций есть зоны нагрузок, при которых затраты энергоносителя на единицу генерируемой мощности оптимальны, а экономическая эффективность функционирования этого оборудования максимальна.

2. Оптимизация движения потоков химической энергии топлива, тепловой энергии пара и электрической энергии на шинах генератора происходит в зоне экономической

нагрузки блока «котлоагрегат – турбина – электрогенератор».

3. С позиции эффективной концепции управления – оптимизация движения потоков энергии при производстве в зоне оптимальной нагрузки генерирующей энергию оборудования является максимальной, а экономическая эффективность функционирования этого оборудования – наибольшей.

4. Работа энергогенерирующего оборудования в оптимальных зонах их нагрузки означает повышение надежности работы оборудования и, следовательно, повышение надежности электроснабжения потребителей, сокращение затрат на текущие ремонты оборудования, увеличение сроков службы оборудования и создание тем самым более благоприятных условий для экосистемы. Защита экосистемы сегодня приобретает первостепенное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Веников В.А., Журавлева В.Г., Филипова Т.А.** Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник для вузов. М.: Энегоатомиздат, 1990. 352 с.
2. **Мелехин В.Т.** Основы управления и эффективности промышленной энергетики. Л.: Энергия, 1976. 324 с.
3. **Амосова В.В., Гукасян А.Я.** Проблемы себестоимости и ценообразования в электроэнергетике. М.: Энергия, 1997. 464 с.
4. **Гофман И.В., Госпитальник Г.Л.** Организация и планирование энергохозяйства промышленных предприятий. М.; Л: Госэнергоиздат, 1954. 439 с.
5. **Санев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.** Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М.: Изд. дом МЭИ, 2006. 584 с.
6. **Можяева С.В.** Эффективность работы электроэнергетики России и конкурентоспособность промышленной продукции // Глобальные вызовы в экономике и развитие промышленности (INDUSTRY–2016): тр. науч.-практ. конф. с зарубежным участием, 21–23 марта 2016 года / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 562–565.
7. **Можяева С.В.** Логистическое видение управления предприятием (на примере предприятий электроэнергетики) // Новая экономическая реальность, кластерные инициативы и развитие промышленности (ИНПРОМ–2016) / под ред. д-ра экон. наук, проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 366–371.
8. **Мелентьев Л.А.** Оптимизация развития и управления больших систем энергетики: учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 1976. 336 с.
9. **Глухов В.В., Барыкин С.Е.** Экономика электроэнергетического комплекса: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2003. 206 с.
10. **Можяева С.В.** Экономика энергетического производства: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2011. 272 с.
11. **Сидоров И.И.** Логистическая концепция управления предприятием. СПб.: ДНТП общества «Знание», ИВЭСЭП, 2001. 168 с.
12. **Сидоров И.И., Смирнов Д.В., Ваничева И.А.** Основы логистической потоковой теории материального производства // Логистика: современные тенденции развития: тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22, 23 апреля 2004 г. / отв. ред. В.С. Лукинский, С.А. Уваров, Е.А. Королева. СПб.: СПбГИЭУ, 2004. С. 261–265.
13. **Сидоров И.И., Бодриков М.В., Папышева И.А.** Логистическая сущность производственной мощности предприятия // Логистика: современные тенденции развития: тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 22, 23 апреля 2004 г. / отв. ред. В.С. Лукинский, С.А. Уваров, Е.А. Королева. СПб.: СПбГИЭУ, 2004. С. 301–307.
14. **Самсонов В.С., Вяткин М.А.** Экономика предприятий энергетического комплекса: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2001. 416 с.
15. **Илларионов А.** Содержание реформы важнейее темпов // Российская газета. 2003. № 4(3118).

REFERENCES

1. **Venikov V.A., Zhuravleva V.G., Filipova T.A.** Optimizatsiia rezhimov elektrostantsii i energosistem: uchebnik dlia vuzov. M.: Enegoatomizdat, 1990. 352 s. (rus)
2. **Melekhin V.T.** Osnovy upravleniia i effektivnosti promyshlennoi energetiki. L.: Energiia, 1976. 324 s. (rus)
3. **Amosova V.V., Gukas'ian A.Ia.** Problemy sebestoimosti i tseonoobrazovaniia v elektroenergetike. M.: Energiia, 1997. 464 s. (rus)
4. **Gofman I.V., Gospital'nik G.L.** Organizatsiia i planirovanie energokhoziaistva promyshlennykh predpriatii. M.; L: Gosenergoizdat, 1954. 439 s. (rus)
5. **Sanev S.V., Burov V.D. Remezov A.N.** Gazoturbinnye i parogazovye ustanovki teplovykh elektrostantsii. M.: Izd. dom MEI, 2006. 584 s. (rus)
6. **Mozhaeva S.V.** Effektivnost' raboty elektroenergetiki Rossii i konkurentosposobnost' promyshlennoi produktsii. *Global'nye vyzovy v ekonomike i razvitie promyshlennosti (INDUSTRY–2016)*: tr. nauch.-prakt. konf. s zarubezhnym uchastiem, 21–23 marta 2016 goda. Pod red. d-ra ekon. nauk, prof. A.V. Babkina. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2016. S. 562–565. (rus)
7. **Mozhaeva S.V.** Logisticheskoe videnie upravleniia predpriatiem (na primere predpriatii elektroenergetiki). *Novaia ekonomicheskaiia real'nost', klasternye initsiativy i razvitie promyshlennosti (INPROM–2016)*. Pod red. d-ra ekon. nauk, prof. A.V. Babkina. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2016. S. 366–371. (rus)
8. **Melent'ev L.A.** Optimizatsiia razvitiia i upravleniia bol'shikh sistem energetiki: ucheb. posobie dlia vuzov. M.: Vyssh. shk., 1976. 336 s. (rus)
9. **Glukhov V.V., Barykin S.E.** Ekonomika elektroenergeticheskogo kompleksa: ucheb. posobie. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2003. 206 s. (rus)
10. **Mozhaeva S.V.** Ekonomika energeticheskogo proizvodstva: ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2011. 272 s. (rus)
11. **Sidorov I.I.** Logisticheskaiia kontseptsiiia upravleniia predpriatiem. SPb.: DNTP obshchestva «Znanie», IVESEP, 2001. 168 s. (rus)
12. **Sidorov I.I., Smirnov D.V., Vanicheva I.A.** Osnovy logisticheskoi potokovoi teorii material'nogo proizvodstva. *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiia*: tez. dokl. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Sankt-Peterburg, 22, 23 apreliia 2004 g. Otv. red. V.S. Lukinskii, S.A. Uvarov, E.A. Koroleva. SPb.: SPbGIEU, 2004. S. 261–265. (rus)
13. **Sidorov I.I., Bodrikin M.V., Papysheva I.A.** Logisticheskaiia sushchnost' proizvodstvennoi moshchnosti predpriatii. *Logistika: sovremennye tendentsii razvitiia*: tez. dokl. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Sankt-Peterburg, 22, 23 apreliia 2004 g. Otv. red. V.S. Lukinskii, S.A. Uvarov, E.A. Koroleva. SPb.: SPbGIEU, 2004. S. 301–307. (rus)
14. **Samsonov V.S., Viatkin M.A.** Ekonomika predpriatii energeticheskogo kompleksa: ucheb. posobie dlia vuzov. M.: Vyssh. shk., 2001. 416 s. (rus)
15. **Illarionov A.** Soderzhanie reformy vazhnee ee tempov. *Rossiiskaia gazeta*. 2003. № 4(3118). (rus)

МОЖАЕВА Салима Валиевна – доцент Санкт-Петербургского государственного университета промышленности и дизайна, кандидат экономических наук.

191186, ул. Большая Морская, д. 18, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: s.v.mozhaeva@mail.ru

MOGAEVA Salima V. – Saint-Petersburg State University of Technology and Design.

191186. Bolshaya Morskaya str. 18. St. Petersburg. Russia. E-mail: s.v.mozhaeva@mail.ru
