

---

# ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

*Н.А. Хаустович*

Одной из актуальных для экономики Беларуси является проблема энергообеспечения страны. Более 85% потребляемых энергоресурсов Беларусь импортирует, главным образом из России. Это делает экономику страны энергетически зависимой. Кроме того, растущие цены на энергетические ресурсы требуют значительных затрат на их приобретение и усугубляет сложную экономическую ситуацию в стране. Для республики, у которой нет сколько-нибудь крупных запасов собственных энергоресурсов, а возможности привлечения возобновляемых энергоресурсов ограничены, приоритетным стратегическим направлением социально-экономического развития становится повышение энергоэффективности национальной экономики [1,2]. Энергоэффективность становится важным фактором экономического роста страны [3].

Можно выделить два основных направления повышения энергоэффективности в стране. Первое – это повышение эффективности потребления энергоресурсов на тепловых электростанциях и в котельных для производства электрической и тепловой энергии. Второе – повышение эффективности потребления энергоресурсов и энергии в промышленности и в других отраслях народного хозяйства для производства конечной продукции, выполнения работ, оказания услуг.

Производство электроэнергии у нас осуществляют 25 тепловых электростанций Белорусской энергосистемы [4], из которых только 13 являются относительно крупными и они производят примерно 96–97% производимой в стране электроэнергии. Остальные 12 электростанций – это мелкие ТЭЦ, размещенные в различных городах и являющиеся, прежде всего, источниками теплоснабжения этих городов. Вырабатываемая на них электроэнергия не является главным продуктом и не определяет электроэнергетический баланс страны.

Для оценки эффективности производства энергии на тепловых электростанциях

используется такой показатель, как удельный расход топлива на отпущенную энергию. Этот показатель применяется для сравнения экономичности, эффективности работы различных электростанций. Например, для тепловых станций с докритическими параметрами пара удельный расход составляет 365 г условного топлива/кВтч, с закритическими параметрами – 320 г условного топлива /кВтч, для современных парогазовых станций – 265 г условного топлива/кВтч. Для электрических сетей энергоэффективность определяется величиной потерь электроэнергии в сетях, которая составляет в настоящее время примерно 11% отпущенной в сеть энергосистемы энергии и может выражаться КПД передачи и распределения электроэнергии. Аналогично определяется энергоэффективность тепловых сетей, потери в которых составляют примерно 12%.

Для энергосистемы в целом не применяется какой-либо показатель энергоэффективности, характеризующий эффективность использования подводимой первичной энергии, содержащейся в топливе. Представляется, что для этого может быть использован показатель удельного расхода топлива по всем электростанциям, относимый на отпущенную потребителям энергию. Например, по отчетным данным Белэнерго за 2005 г. средневзвешенный удельный его расход составил 272 г условного топлива/кВтч. С учетом того, что потери в сетях составили 11%, величина удельного расхода по отношению к полезно отпущенной электроэнергии составила  $268:0,89 = 301,1$  г условного топлива/кВтч. Удельный расход топлива на отпущенную от тепловых станций и котельных тепловую энергию составил 174 кг условного топлива/Гкал, а с учетом потерь в сетях –  $174:0,88 = 190,73$  кг/Гкал. Следует заметить, что это средневзвешенные величины по всем потребителям, подключенным к электрическим и тепловым сетям энергосистемы. Для каждого конкретного потребителя – это своя величина,

зависящая от удаленности его от источников питания, и определение ее для каждого потребителя очень сложно, да такая работа и не ведется.

В целом белорусская энергосистема характеризуется довольно низким значением удельного расхода топлива. В доперестроечный период он был значительно выше, хотя состав генерирующего оборудования не претерпел существенных изменений. Это объясняется общим снижением электрической нагрузки энергосистемы с 8600 МВт в 1990 г. до 6000 МВт в 2005 г., в результате чего все ТЭЦ работают в основном по теплофикационному режиму с минимальной выработкой электроэнергии в менее экономичном конденсационном режиме. Кроме того, выведены из работы неэкономичные агрегаты Березовской ГРЭС (3 энергоблока). Если же электрическая нагрузка в энергосистеме будет возрастать, то к работе будут подключаться конденсационные мощности ТЭЦ и агрегаты Березовской ГРЭС, и удельный расход топлива поднимется. Существенное снижение удельного расхода топлива на действующем оборудовании за счет проведения различных технических мероприятий не представляется возможным, так как технико-экономические показатели его работы определены нормативными энергетическими характеристиками. Радикальное решение проблемы повышения энергоэффективности производства энергии может быть осуществлено на базе коренной модернизации и обновления энергогенерирующего оборудования [3].

Одним из направлений радикального решения данной проблемы является перевод действующих паротурбинных энергоблоков в парогазовые. Парогазовые энергоблоки могут работать с удельным расходом 260 г/кВтч, что существенно меньше, чем, например, на высокоэкономичном конденсационном агрегате Минской ТЭЦ-5 (315 г/кВтч). Суть перевода состоит в том, что к действующему энергоблоку подключается так называемая надстройка из газотурбинного агрегата (газотурбинная надстройка). В результате существенно снижается удельный расход топлива и повышается мощность энергоблока. При этом удельные капитальные затраты на дополнительную генерирующую мощность существенно меньше, чем на сооружение новой электростанции такой же мощности. Экономическая эффективность данного мероприятия определяется двумя факторами: снижением удельного расхода топлива на 15–20%; повышением установленной

мощности энергосистемы, что позволяет подключать новых потребителей без ввода новых электростанций или новых мощностей на действующих. Опыт модернизации двух энергоблоков мощностью по 160 МВт на Березовской ГРЭС показывает, что удельный расход снизился с 370 до 310 г/кВтч, а мощность каждого энергоблока возросла на 55 МВт за счет газотурбинной надстройки. Если предположить, что все паротурбинные конденсационные энергоблоки Белорусской энергосистемы, а их суммарная мощность составляет около 3700 МВт, будут модернизированы таким образом, то годовая экономия топлива составит примерно 1,2 млн т условного топлива. Это в денежном выражении будет равно (при нынешних ценах на природный газ) 120 млн долларов, а с учетом предстоящего повышения цен на газ в несколько раз (мировая цена составляет 200 долл/ т условного топлива) эта величина значительно увеличится. Таким образом, решая проблему повышения энергоэффективности производства электроэнергии, мы одновременно решаем проблему обеспечения баланса генерирующих мощностей на перспективный период.

Велики возможности повышения энергоэффективности в промышленности и других отраслях экономики. Потенциал энергосбережения оценивается величиной порядка 30% объема потребляемых энергоресурсов и энергии [2]. Хотя за последние 15 лет произошло снижение удельного веса промышленности в потреблении энергии, однако она остается основным ее потребителем. Наиболее энергоемкими отраслями промышленности в Беларуси являются электроэнергетика, промышленность строительных материалов, химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка. Удельный вес энергии в затратах на производство продукции в республике составляет в среднем 10%, изменяясь в широком диапазоне для различных отраслей от 3–4 до 26%.

На 2006–2010 гг. поставлена задача при темпах роста ВВП 150–157% добиться снижения энергоемкости ВВП на 26,1–30,4%. При планируемых объеме и структуре ВВП, объемах импорта электроэнергии, потребления местных видов топлива необходимо в 2006–2010 гг. обеспечить за счет внедрения энергоэффективных мероприятий в целом по республике экономию ТЭР в объеме 7,7–9,1 млн т условного топлива [2].

На рисунке представлена характеристика энергоемкости в ряде стран.

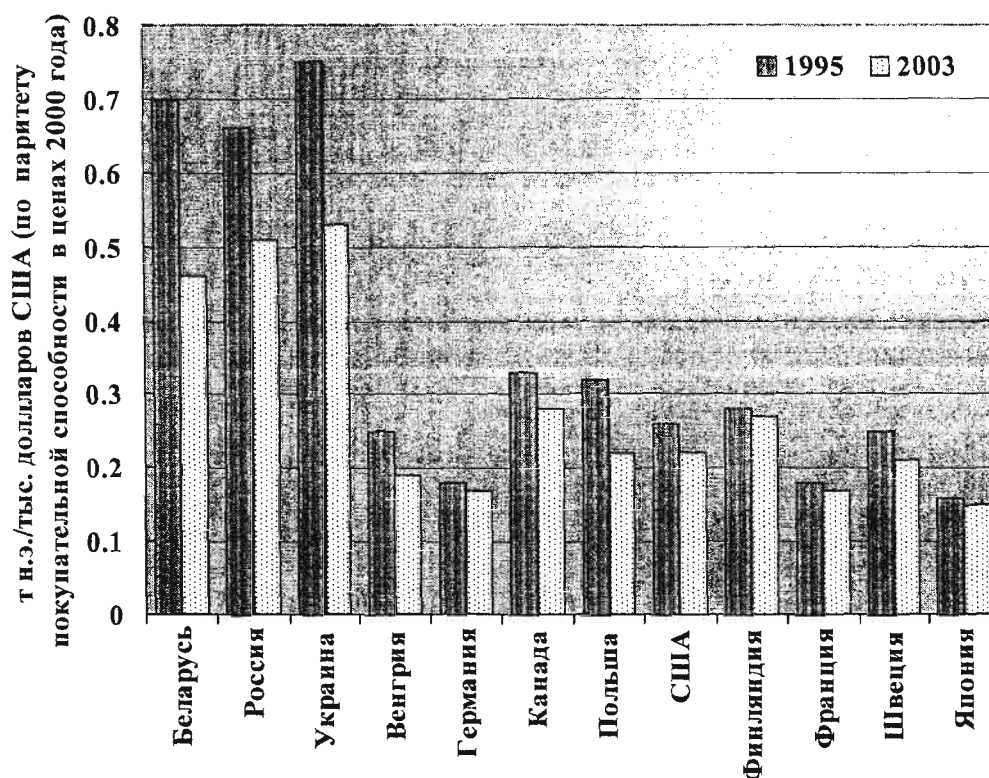


Рис. Показатели энергоёмкости ВВП (по паритету покупательной способности) в странах мира (согласно данным Международного энергетического агентства)

Величина энергоёмкости ВВП в Беларуси по уровню 2005 г. составила 0,46 т н.э./тыс. долларов США (по паритету покупательной способности в ценах 2000 г.) и снижена по сравнению с 1995 г. на 34,3%. В то же время энергоёмкость ВВП в республике в 1,6–2,2 раза выше, чем в Канаде, Финляндии, Швеции, Польше (страны со схожими климатическими условиями). Эти данные свидетельствуют о значительных резервах, которыми обладает республика в плане экономии топливно-энергетических ресурсов.

Существует связь между темпами роста энергоёмкости, с одной стороны, и темпами роста энергопотребления и ВВП, с другой стороны, выражаемая как [5]:

$$\frac{d(e)}{e} = \frac{d(\text{ЭР})}{\text{ЭР}} - \frac{d(\text{ВВП})}{\text{ВВП}}$$

Из данного выражения следует, что динамика изменения энергоёмкости ВВП определяется как темпами потребления топливно-энергетических ресурсов, так и темпами экономического развития экономики. Если темп роста энергопотребления опережает темп роста ВВП, то энергоёмкость растёт, а если соотношение обратное, то энергоёмкость снижается. Таким образом, для обеспечения

роста энергоэффективности экономики страны необходимо, чтобы темп экономического развития страны, выражаемый в росте ВВП, опережал бы темп роста энергопотребления. Следует отметить две противоречивые тенденции в динамике энергопотребления. С одной стороны, рост энерговооружённости труда как важный фактор повышения его производительности, с другой – снижение энергоёмкости как результат проводимой политики в области повышения энергоэффективности.

Анализ показывает, что на современном этапе развития экономики тенденция снижения энергоёмкости преобладает над тенденцией роста энерговооружённости. Существенное влияние на величину энергоёмкости оказывают климатические условия, которые можно охарактеризовать таким показателем, как число градусо-суток отопительного сезона (ГСОС). Это показатель определяется как произведение длительности отопительного периода на средний за период перепад температур в помещении и окружающей среде. В таблице приведены данные по этому показателю по разным странам [6]. Из таблицы видно, что климатические условия

в Беларуси более тяжелые, чем в западных странах, и это, независимо от энергоэффективности в промышленности, оказывает существенное влияние на повышение энергоемкости ВВП. Без учета этого обстоятельства, выводы, сделанные на основе сопоставления энергоемкости в различных странах, могут оказаться неверными. Равенство этих показателей в двух странах необязательно отражает уровень развития экономик этих стран. Например, страны Латинской Америки имеют

низкое значение энергоемкости, но и низкое значение ВВП на душу населения. Это можно объяснить мягким климатом этого региона, исключая использование большого количества энергии на отопление. В то же время из межстрановых сопоставлений следует, что повышение уровня экономического развития стран сопровождается снижением энергоемкости. Можно сказать так, что повышение энергоэффективности экономики является необходимым условием повышения ее уровня.

Таблица

Значения градусо-суток отопительного периода

Страна	Значение ГСОС	То же в % к Беларуси
Беларусь	3900	100
Россия	4360	112
США	2316	59
ФРГ	2530	65
Франция	2450	63
Англия	2390	62

Ссылка на менее благоприятные климатические условия не должна оказывать успокаивающего влияния на работу по повышению энергоэффективности страны. Как отмечалось ранее, потенциал энергосбережения в стране составляет 30% объема потребляемых энергоресурсов. Это означает, что нынешняя энергоемкость может быть снижена не менее чем на 30%, что приблизит значение этого показателя к его уровню в западных странах. Резервы повышения энергоэффективности заключены также в том, что промышленность Беларуси не является слишком энергоемкой, хотя и есть отдельные энергоемкие предприятия и отрасли. Промышленность республики имеет машиностроительную направленность, а в последние годы ее структура переориентируется на высокотехнологичные неэнергоемкие производства. Рост ВВП в основном происходит на базе развития таких предприятий и сферы услуг, а это в дополнительной степени благоприятствует снижению энергоемкости ВВП.

Следует отметить, что значение показателя энергоемкости не является в полной мере характеристикой уровня эффективности использования энергии, т.е. нельзя утверждать, соответствует ли величина его высокому или низкому уровню энергоэффективности. Он может быть использован для характеристики динамики энергоэффективности по предприятию за ряд лет, для сравнения энергоэффективности по ряду аналогичных предприятий. Он может быть использован для сравнения и не по одинаковым по назначению предпри-

ятиям, если объем производимой продукции измеряется в денежных единицах. В данном случае более энергоемкие предприятия будут иметь более высокие значения показателя, хотя многое зависит и от величины денежного измерения единицы продукции.

Если рассматривать абсолютно подобные предприятия, то значения показателя энергоемкости могут по ним существенно различаться в зависимости от того, в какой мере реализованы на них энергосберегающие мероприятия. Однако не любые энергосберегающие мероприятия следует принимать во внимание при оценке потенциала энергосбережения. В первую очередь должны реализовываться мероприятия организационно-экономического характера, не требующие затрат, и мероприятия малозатратного характера, например такие, как использование вторичных энергоресурсов. Но есть мероприятия, связанные с заменой существующей энергосберегающей технологии. Применение энергосберегающих технологий нередко может потребовать серьезной реконструкции предприятия и экономически это не всегда может быть оправданно, так как достигаемый эффект в виде экономии топлива и энергии может оказаться совершенно недостаточным для окупаемости инвестиционных затрат. В таких случаях повышение уровня энергоэффективности может оказаться экономически нецелесообразным. Однако новое предприятие, на котором установлено современное энергосберегающее оборудование, будет иметь более высокий уровень энергоэффективности.

---

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антюфриева, З.А.* Энергоемкость белорусской экономики // *Белорусский экономический журнал* 2003. №3. С. 4–10.
2. Республиканская программа энергосбережения на 2006-2010 годы. Утверждена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 2 февраля 2006, № 137.
3. *Воронин, А.* Энергоэффективность как фактор экономического роста // *Экономист*. 2004. № 10.
4. Государственная комплексная программа модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов в 2006–2010 годах. Утверждена указом Президента Республики Беларусь 24 августа 2005 г., № 399.
5. *Черноусов, С.В.* Энергоемкость валового внутреннего продукта белорусской экономики // *Энергоэффективность*. 2004. № 3.
6. *Шеклеин, С.Е.* Методология решения задач энергосбережения // *Энергетика региона*. 2001. № 2.

РЕЗЮМЕ

Статья касается одной из актуальных проблем, с которой столкнулась в настоящее время экономика Беларуси: проблемы энергообеспечения страны. Отмечается что из-за отсутствия крупных запасов собственных энергоресурсов и ограниченных возможностей привлечения возобновляемых энергоресурсов приоритетным стратегическим направлением социально-экономического развития страны становится повышение энергоэффективности национальной экономики как важного фактора экономического роста. Выделяются два основных направления повышения энергоэффективности. Первое – это повышение эффективности потребления энергоресурсов на тепловых электростанциях и в котельных для производства электрической и тепловой энергии. Второе – повышение эффективности потребления энергоресурсов и энергии в промышленности и других отраслях народного хозяйства для производства конечной продукции, выполнения работ, оказания услуг. Представлена характеристика энергоемкости в ряде стран и проанализирована величина энергоемкости ВВП в Беларуси. Прослежена связь между темпами роста энергоемкости, с одной стороны, и темпами роста энергопотребления и ВВП – с другой, и выявлено что динамика изменения энергоемкости ВВП определяется как темпами потребления топливно-энергетических ресурсов, так и темпами экономического развития страны. Обозначены факторы, влияющие на величину энергоемкости. При рассмотрении потенциала энергосбережения выделены мероприятия двух направлений: организационно-экономического характера и технологического переоснащения.

SUMMARY

The article refers to one of the urgent problems, which the Belarusian economy has currently faced: the problems of energy resources of the country. It is noted that due to the lack of some abundant energy resources and due to the limited possibilities of renewable energy resources attraction, the increase of energy efficiency of the national economy, as an important factor of the economic growth of the country, becomes the priority and strategic direction of the socio-economic development of the country. Two directions of the energy efficiency increase are marked out. First of all, it is the increase of energy resources consumption efficiency for production of electric and heat energy at thermal power stations and boiler houses. Secondly, it is the increase of energy resources consumption efficiency in industry and other sectors of national economy for the production of goods, performing jobs, rendering of services, etc. The author presents the characteristics of the energy intensity in several countries and analysis of the value of the energy intensity of the Belarusian GDP. The author traces the connection between the growth rate of the power intensity, on the one hand, and the growth rate of the power consumption and GDP, on the other hand. It is revealed that the time history of the GDP power intensity is determined by a fuel-energy consumption rate, but also by the economic development rate. Factors, influencing the power intensity value, are outlined. Considering the energy-saving potential, two directions of development are marked out: economic-organizing and technological re-equipment.

\* Статья поступила в редакцию 7 мая 2007 г.