

# Как снизить энергоемкость экономики?



Александр Богданов,  
главный специалист отдела  
энергоресурсосбережения,  
«МРСК Сибири» (Красноярск)

■  
Продолжение статьи,  
опубликованной в № 3  
(81), 2011

## Три западных экономических принципа снижения энергоемкости

Существующая в отраслях коммунального обслуживания «экономия от масштаба» обуславливает желание иметь монопольного поставщика. Но тогда возникает необходимость государственного вмешательства, для того, чтобы пресекать злоупотребления монопольной власти. С учетом этого в США, и большинстве стран, отрасли коммунального обслуживания являются регулируемыми или находятся в государственной собственности и управляются государством. Экономисты-электроэнергетики США после 30-х годов стали утверждать, что цены на электроэнергию должны устанавливаться равными маргинальным (предельным, маржинальным), а не средним издержкам.

Маргинальная (маржинальная, предельная) цена энергии – это цена, определенная на основе расчета предельных затрат для производства дополнительной единицы энергии. Аналогией этого экономического показателя является технологический показатель, ранее применявшийся в энергетике – «относительный прирост расхода топлива (ОПРТ) на выработку электроэнергии». ОПРТ очень наглядно показывает, в какой последовательности и какое оборудование необходимо загружать, чтобы получить максимум экономии топлива. К сожалению, с 1995 г. с переходом на рыночные отношения требование по применению в практике этого высококвалифицированного качественного показателя из ПТЭ исключено. Собственнику необходимо знать не столько прирост расхода на топливо, сколько прирост затрат в целом на производство энергии. Маргинальное ценообразование как раз и решает эту сложную экономическую задачу.

Тарифы на электричество во многих штатах варьируются как по сезонам, так и по времени суток, отражая изменения предельных затрат на выработку электроэнергии.

Согласно западной экономической теории для того, чтобы способствовать всеобъемлющему коллективному оптимуму в рыночных условиях, коммунальное предприятие-монополист (ТГК, ОГК, дивизион) должно придерживаться трех правил ценообразования, которыми являются:

- удовлетворение спроса;
- сведение к минимуму производственных затрат;

- продажа по маргинальной цене (по предельным издержкам).

Эти три западных принципа рыночной энергетики для коммунального предприятия-монополиста в Европе и США работают еще с 1930–1950 гг. В статье «Тарифный и нагрузочный менеджмент: Французский опыт» (Lescoeur, J.B. Calland. Tariffs and load management: the French experience. Electricite de France. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. PWRS-2, No.2, May 1987, p. 458-464) определен принцип достижения коллективного, всеобъемлющего оптимума для общества.

Суть принципа заключается в достижении всеобъемлющего оптимума энергообеспечения, в «определении наиболее подходящих тарифов, графиков нагрузочного менеджмента путем сравнения стоимости и прибыли как для производителя энергии, так и для потребителя энергии». При плановой экономике задачу обеспечения коллективного оптимума энергообеспечения решал Госплан СССР. С переходом на рыночные отношения решение этой задачи де-факто передано в регионы. Но, видимо, регионы пока не способны с научной точки зрения поставить задачу по определению коллективного оптимума энергообеспечения.

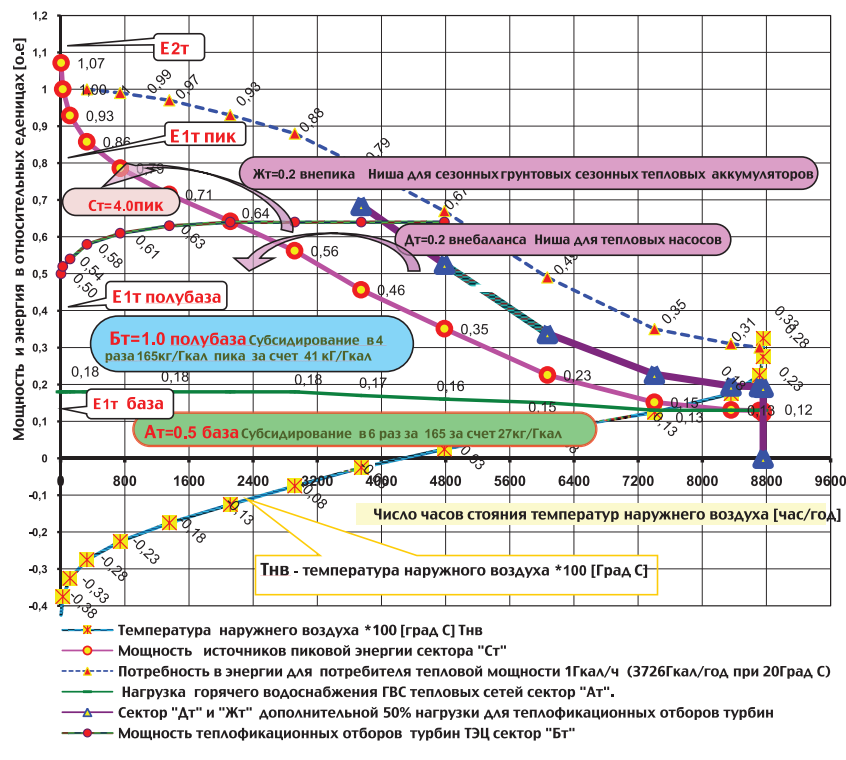
Более 40 лет назад во Франции для того, чтобы обеспечить экономическое развитие атомной энергетики, работающей в базовом режиме, было принято решение о применении в электроэнергетике тарифной политики, основанной на маргинальной стоимости и отражающей фактическую технологию производства. В настоящее время действуют десятки видов тарифных систем, разбитых на 4–5 зон потребления. В итоге электроэнергия отпускается по 20–30 различным ценам, оптимально управляющим спросом и предложением на энергию. В некоторых случаях маргинальная стоимость энергии в пиковом режиме может быть в 20 раз дороже стоимости энергии в базовом режиме. Плата за заявленную мощность в зимний период в 2 раза выше, чем в летний период. Описание этих принципов и правил приведено в моей статье «Теплофикация – Золушка энергетики» еще 10 лет назад. Однако, те менеджеры от энергетики, которые ездили за границу изучать опыт западной энергетики, так и не позволили себе разобраться в сути технологического перекрестного субсидирования и из года в год продолжают регулировать энергоемкость ВВП России с применением «медвежьей простоты» «котлово-

го метода». А где же знания выпускников зарубежных бизнес-школ MBA по маргинальным издержкам? На полке в шкафу?

### Пять российских технологических принципов снижения энергоемкости

Однако для условий российских расстояний и холодов трех вышеозначенных западных экономических принципов явно недостаточно. Учитывая огромные российские просторы и резко континентальный климат, необходимо применять дополнительные пять технологических принципов, стимулирующих внедрение рыночной энергетики в России. О них написано в моих статьях (А.Б. Богданов. «О принципах анализа маргинальных издержек». «Энергорынок», № 10, 2009, с. 52–55), расположенных на моем сайте. Но пока эти принципы абсолютно не осмыслены и не приняты российскими регуляторами ([www.exergy.narod.ru/es2009-05.pdf](http://www.exergy.narod.ru/es2009-05.pdf)). Это следующие принципы:

- потребление энергии (мощности) первично, производство энергии (мощности) вторично;



- потребление и производство энергии неразрывно во времени;
- потребление и производство неразрывно в пространстве;
- на конкурентный рынок предоставляется не один, а два вида энергетической продукции: а) взаимозаменяемый товар субститут – энергия (тепло-

Рис. 3. Распределение видов мощности и энергии для обеспечения потребителю заявленной мощности отопления и ГВС

### Принципы формирования маргинальных тарифов

Основы методики формирования маргинальных энергосберегающих тарифов на энергию и мощность изложены в следующих статьях: А.Б. Богданов. «Котельнизация России – беда национального масштаба. Виды предоставляемой энергии». «Энергорынок». № 6, 2007, <http://exergy.narod.ru/kotelniz10.pdf>; «Виды предоставляемой мощности». «Энергорынок», № 11, 2007. В них производится анализ спроса и классификация потребителей энергетических услуг.

Классификация потребителей по количеству (числу часов потребления заявленной энергии). Потребители тепловой (электрической) энергии в регионе классифицируются по числу часов использования максимума нагрузки на 5 временных категорий (см. рис. 3):

- I. «А» – потребители базовой энергии с числом часов использования максимума нагрузки  $N_{\text{макс}}$  свыше 4500 часов;
- II. «В» – полубазовые потребители с  $N_{\text{макс}}$  от 1000 до 4500 часов;
- III. «С» – пиковые потребители с  $N_{\text{макс}}$  до 1000 часов;
- IV. «Д, Ж» – внебалансовые, внепиковые потребители, не имеющие нагрузку в периоде максимума нагрузок: сезонные грунтовые аккумуляторы тепла, тепловые насосы, теплицы и т.д.

V. «Е» – потребители энергии, требующие резервирования заявленной мощности, с весьма ограниченным потреблением тепловой или электрической энергии  $N < 200$  часов узко специализированного назначения (например, от автономных дизель-генераторов, от котлов-стерилизаторов и т.д.).

Классификация потребителей по качеству потребления и надежности энергоснабжения. Потребители подразделяются по качеству снабжения энергией, например:

- потребители комбинированной тепловой энергии, получаемой от ТЭЦ;
  - потребители с качественным потреблением электрической энергии с  $\cos(\phi)=0,98; 0,9; 0,8; 0,7$ ;
  - потребители 1, 2, 3 категории электроснабжения, допускающие или не допускающие автоматический ввод резерва (АВР), автоматическую частотную разгрузку (АЧР);
  - потребители с качественным потреблением тепловой энергии с температурой «обратки» не выше: 30, 40, 50, 60, 70°C;
  - потребители, допускающие или не допускающие перерыв в теплоснабжении на 1 минуту, 10 минут, 10 часов, 1 сутки, 10 суток;
  - потребители, требующие или не требующие автономного резервирования электро- и теплоснабжения и т.д.
- Классификация потребителей по видам потребляемой энергии (электроэнергия высокого, среднего, низкого напряжения; тепловая энергия паром, сетевой водой, подпиточной водой для горячего водоснабжения, конденсатом для технологии; по параметрам теплоносителя):
- высокопотенциальная тепловая энергия: пар давлением 4,0 Мпа, 1,3 Мпа, 0,6 Мпа;
  - сетевая вода с температурой 180–150°C;
  - низкопотенциальная тепловая энергия – пар 0,25-0,12 Мпа, сетевая вода с температурой 95–65°C;
  - сбросная тепловая энергия с температурой до 45°C и т.д.
- Производится анализ и классификация производителей энергетических услуг. Производителем и организацией, утверждающей тарифы на энергию, взаимно согласовываются и утверждаются следующие базовые документы:
- баланс мощности (заявленной, располагаемой, рабочей тепловой и электрической мощности) по каждой временной

вая, электрическая, комбинированная); б) взаимодополняемый к энергии товар, комплиментарный товар – мощность (тепловая, электрическая, комбинированная);

- на регулируемом рынке скрытое технологическое перекрестное субсидирование одних видов энергетических товаров и услуг за счет других видов товаров и услуг должно быть определено и оформлено как явное субсидирование ([www.exergy.narod.ru/er2009-03.pdf](http://www.exergy.narod.ru/er2009-03.pdf)).

### Правила тарификации технологий снижения энергоемкости

Для того чтобы решить политическую задачу – снизить энергоемкость национального продукта и обеспечить внедрение существующих ресурсосберегающих технологий (таких, как теплофикация) и новейших энергосберегающих технологий (таких, как тригенерация, низкотемпературное отопление, аккумуляция тепла в грунте, тепловые насосы, тепловые трубы), для того чтобы пре- кратить скрытое технологическое перекрест-

ное субсидирование топливом потребителей электроэнергии за счет энергоресурсосберегающих потребителей тепла, необходимо обеспечить всегда реализацию электрической и тепловой энергии для пяти видов производимой на ТЭЦ энергии. Должны быть применены политические методы формирования тарифов на комбинированную и отдельную электрическую и тепловую энергию ТЭЦ:

- базовая комбинированная (комплементарная) электрическая энергия ТЭЦ в базовом режиме от ТЭЦ. (На рис. 3: сектор Ат база и Вт – полубаза.) Цена по двухставочному тарифу на этот вид энергии должна быть не ниже 95–98% уровня цен на электроэнергию от самой экономичной ГРЭС с одинаковыми параметрами пара и на таком же виде топлива с КПИТ 35–38% (350–320 гут/кВт.ч);
- базовая комбинированная (комплементарная) тепловая энергия ТЭЦ. Цена по двухставочному тарифу на тепловую энергию от турбин ТЭЦ (на рис. 3 – сектор Ат база и Вт – полуба-

категории («А», «В», «С», «Д», «Е») с разбивкой по качеству и по виду. Дополнительно учитывается резерв мощностей: горячий (холодный); сезонный (долгосрочный); оплачиваемый одним конкретным потребителем, группой потребителей или производителем энергии в счет прибыли, и т.д.;

- баланс энергии тепловой и электрической по каждой временной категории («А», «В», «С», «Д», «Е») с разбивкой по качеству и по виду.

Производится распределение производственных затрат, основных фондов. Это осуществляется по категориям и видам производимой продукции либо по технологическому признаку, либо пропорционально количеству производимой энергии, либо по количеству затраченного топлива, либо пропорционально установленной (заявленной, располагаемой) мощности. При этом:

- переменные затраты (топливо, расходные материалы, вода, реагенты) распределяются пропорционально количеству сбалансированной энергии или топливу для потребителей категорий «А», «Б», «С», «Д» (обращаю внимание – без категории «Е»);

- постоянные затраты (ремонт, зарплата, эксплуатационные издержки и т.д.) распределяются либо по технологическому назначению (пиковые котлы, бойлеры, сетевые трубопроводы и т.д.), либо пропорционально утвержденному балансу мощности потребителей «А», «Б», «С», «Е» (обращаю внимание – без категории «Д»).

Принцип неразрывности производства и потребления обеспечивается путем авансирования затрат пиковой полубазовой энергии, мощности только на соответствующий вид продукции «А», «Б», «С», «Д», «Е». Кроме этого, в пиковую часть затрат

необходимо дополнительно включить все расходы, связанные с обеспечением только пиковых нагрузок. Например, затраты на обеспечение высокого качества сетевой воды, в частности, на содержание химводоподготовки для тепловых сетей, должны относиться только к потребителям, требующим температуру сетевой воды выше 115°C (вид «С»). Затраты на содержание антикоррозийной защиты оборудования ТЭЦ и тепловых сетей (деаэрационной установки, антикоррозийной химзащиты аккумуляторных баков и т.д.) должны относиться к виду «А». Затраты, необходимые для обеспечения высоких параметров сетевой воды (например, на сетевые насосы с давлением свыше 6,0 Мпа и толстые трубы тепловых сетей, на обеспечение требований правил Госгортехнадзора), должны относиться к соответствующему виду продукции – «С». Особо обращаю внимание читателя на осмысление этих примеров как на важнейший момент в понимании сути производства энергии и методов формирования цены, отражающих технологию производства энергии.

Технологический оптимум производства энергии определяется на краткосрочный и на долгосрочный период. Оцениваются объемы комбинированного и отдельного производства тепловой и электрической энергии как с использованием ТЭЦ, промышленных котельных, так и с помощью независимых, вторичных источников тепловой и электрической энергии. Например, в Омске, кроме ТЭЦ, на равных технологических условиях по комбинированному производству тепловой энергии могут быть привлечены такие предприятия, как:

- завод технического углерода, который производит сажу и одновременно огромное количество сбросного тепла;
- омский нефтекомбинат, который также на равных правах может производить и тепловую, и электрическую энергию;

за) в базовом режиме с температурой 80–140°C должна быть не выше 35–53% цены теплоэнергии от самой экономичной котельной, работающей в базовом режиме на таком же виде топлива;

- пиковая конденсационная (раздельная) электрическая энергия ТЭЦ. Устранив основы перекрестного субсидирования конденсационной энергии на оптовом рынке за счет теплофикационной тепловой энергии ТЭЦ, конденсационная электроэнергия ТЭЦ автоматически становится конкурентоспособной (по двухставочному тарифу) по отношению к конденсационной энергии ГРЭС, работающей в пиковом режиме с КПИТ не выше 32–35% (380–350 гут/кВт.ч);
- пиковая раздельная тепловая энергия от котлов ТЭЦ (на рис. 3: сектор Ст пик). После устранения перекрестного субсидирования цена по двухставочному тарифу пиковой тепловой энергии от котлов ТЭЦ автоматически становится конкурентоспособной по отношению

к пиковой энергии любой самой экономичной котельной на таком же виде топливе с КПИТ 78–90%;

- внебалансовая тепловая энергия от теплофикационных отборов турбин (на рис. 3: сектор Дт внебалансовая энергия, и Жт – внепиковая энергия). Дополнительная тепловая энергия с затратами топлива не более 20% от самой экономичной котельной с КПИТ 78–90% предназначена для передачи внебалансовой нагрузки горячего водоснабжения, отопления, а также для зарядки внепиковой энергии сезонных аккумуляторов тепловой энергии с температурой до 40°C в грунте непосредственно в микрорайонах потребления энергии тепловыми потребителями.

Принципы формирования распределения затрат и формирования энергоресурсосберегающих тарифов расписаны в моих статьях: «Анергия и энергосбережение» ([www.exergy.narod.ru/tt2010-03.pdf](http://www.exergy.narod.ru/tt2010-03.pdf)) и «Министерство Анергии» ([www.exergy.narod.ru/nt2010-09.pdf](http://www.exergy.narod.ru/nt2010-09.pdf)). □

■  
Продолжение следует.

- крупные холодильники на мясокомбинатах и молочных заводах, которые за счет комбинированного способа производства холода и тепла могут значительно изменить свой энергетический баланс в сторону сокращения потребления тепловой и электрической энергии.

При комбинированном производстве энергии затраты топлива по сравнению с раздельным производством сокращаются на 40–50% для зимнего периода и на 20–30% – в целом за год. Вот почему те потребители, которые одновременно получают тепловую и электроэнергию от ТЭЦ (например, население города), должны на законных основаниях, а не как датируемые потребители, получать выгоду в виде снижения тарифа на энергию.

Законодателям, определяющим энергетическую стратегию региона, необходимо полностью отказаться от услуг «физического метода» распределения экономии топлива и перейти на применение «эксергетического метода» анализа. В качестве наглядного примера на основе диаграммы режимов паровой турбины Т-175 можно самостоятельно убедиться в необходимости перехода на «эксергетический метод» расчета технико-экономических показателей.

Так, при неизменной электрической нагрузке 155 МВт и неизменной температуре сетевой воды 90°C рост тепловой нагрузки с сетевой водой на 120 Гкал/час (от 100 до 220 Гкал/час) вызывает рост нагрузки на паровой котел всего на 22 Гкал/час (с 362 до 384 Гкал/час). Парадокс! Экономия высококачественного первичного тепла составляет 98 Гкал/час. КПД по производству дополнительного тепла составляет 545%. Но это жизнь! Выводы совершенно не укладываются в знания школьной физики и в законодательное нормирование существующего сегодня «физического метода».

Это и есть практическое проявление второго закона термодинамики в реальной жизни. Из 120 Гкал/час низкокачественной энергии мы никогда не получим 120 Гкал/час высококачественной энергии. Мы можем получить только 22 Гкал/час. В технических, тем более экономических расчетах нельзя уравнивать низкопотенциальное (низкокачественное) тепло отработанного пара турбин с высокопотенциальным (высококачественным) теплом, получаемым в котлах и с энергией первичного высококачественного топлива.

Методические указания по составлению отчета электростанции о тепловой экономичности оборудования должны быть пересмотрены и отвечать технологической сути комбинированного производства энергии. Расчетный расход топлива на тепло по существующей методике составляет 120–170 гут/Гкал, реальный же, например, определенный по диаграммам режимов турбин Т-175/210 Омской ТЭЦ-5, – от 75 гут/Гкал при 120°C до 0,0 гут/Гкал при температуре 40°C.

Производится определение и оценка политического оптимума тарифов на энергию на краткосрочный и долгосрочный периоды. Законодательная и исполнительная власть региона в лице региональной энергетической комиссии (РЭК) должна знать и определять энергетическую и тарифную политику развития региона. Вырабатывать и утверждать для РЭК решения и приоритеты: кому, как и в каких объемах отдавать предпочтение в развитии региона. Метод перекрестного субсидирования во многих странах мира с рыночной экономикой был и останется еще на долгое время. Однако при этом необходимо знать, для каких целей данный метод используется, и объективно владеть этим приемом, создавая экономические условия для развития энергосберегающих технологий.