



## «Мутные НУР ТЭЦ», альтернативная котельная и теп- ловые насосы

10–11 января 1950 года «историческим» решением Комиссии Энергетического института АН СССР и секции теплофикации МОНИТОЭ [1] было принято решение об «отрицательном отношении к попыткам непосредственного "термодинамического" обоснования того или иного способа экономии топлива между видами полученной энергии...». Именно это политическое решение сработало спустя 50–65 лет, нанеся сокрушительный удар по топливосберегающей энергетической политике российской энергетики.

В данном решении Комиссии было указано, что «...технико-экономические показатели степени энергетического совершенства ТЭЦ должны соответствовать требованиям государственного планирования, в полной мере отражать народно-хозяйственную выгодность комбинированного производства тепловой и электрической энергии и тем самым стимулировать его развитие. Они должны быть доступными пониманию широких кругов работников электростанций и заводских работников и позволять применение простой системы отчётности во всех её звеньях...».

Именно это политическое решение, как мина замедленного действия, сработало спустя 50–65 лет и нанесло сокрушительный удар по топливосберегающей энергетической политике российской энергетики. Как раковая опухоль расцвела «котельнизация» России, стало «неэффективным» теплоснабжение отработанным паром потребителей от ТЭЦ, стали в массовом порядке демонтироваться существующие по 20–40 лет тепловые сети от ТЭЦ и строиться низкоэффективные крышные и квартальные котельные. Абсорбционные и компрессионные тепло-

вые насосы, аккумуляция отработанного тепла турбин в грунте, централизованное хладоснабжение — всё это оказалось не для России, всё это было признано «экзотикой для наукообразных диссертаций».

Коренной причиной системного кризиса в развитии ТЭЦ стали «мутные НУР ТЭЦ» — так называемые «нормативные удельные расходы» (НУР) топлива на производство отдельной комбинированной тепловой энергии теплоэлектроцентрали и отдельно комбинированной электрической энергии ТЭЦ. Для ГРЭС и котельных применение НУР ясно и понятно. А вот разобраться в «мутных НУР ТЭЦ» реально мало кто может себе позволить, а те, которые могут...

**Как раковая опухоль расцвела «котельнизация» России, стало «неэффективным» теплоснабжение отработанным паром потребителей от ТЭЦ, стали в массовом порядке демонтироваться существующие по 20–40 лет тепловые сети от ТЭЦ и строиться низкоэффективные крышные и квартальные котельные**



**Авторы:** А.Б. БОГДАНОВ, аналитик энергетики России, эксперт СРО «Энергоаудиторы Сибири»; О.А. БОГДАНОВА, инженер компании ООО «Ленводоканалпроект» (г. Санкт-Петербург)



У них не то чтобы нет времени для беспристрастного анализа, но они становятся руководителями более высокого уровня и вынуждены строго выполнять отраслевые нормативные документы, даже если они не отвечают здравому смыслу и науке. Реально техническим работникам ТЭЦ зарплаты и премии платят только за «надёжное и бесперебойное...», а за потерянный рынок комбинированной тепловой и электрической энергии топ-менеджеров только пожурят на балансовой комиссии.

Суть «государственного планирования и нормирования 1950-х годов» заключалась в том, что вся экономия топлива, получаемая при комбинированном производстве тепловой и электрической энергии, полностью относилась в пользу потребителей электрической энергии. При этом тепловая энергия с отработанным паром турбин, производимая на ТЭЦ, получалась с заведомо ухудшенными показателями против котельных.

**Суть упомянутого в статье «государственного планирования и нормирования 1950-х годов» заключалась в том, что вся экономия топлива, получаемая при комбинированном производстве тепловой и электрической энергии, полностью относилась в пользу потребителей электрической энергии**

По «физическому методу 1950 года» в НУР топлива на тепло от ТЭЦ закладывались и расходы на дальний транспорт тепла по магистральным тепловым сетям. По этой причине расходы топлива на ТЭЦ были на 5–7% хуже, чем затраты топлива на тепло от заводских и коммунальных котельных (примерно 174–172 против 165–168 кг.у.т/Гкал), где этих затрат электроэнергии на собственные нужды не может быть в принципе.

«Альтернативная котельная 2015» — это чистый «физический метод 1950 года» минус «электроэнергия на дальний транспорт в тепловых сетях 5–7%».

Именно «физический метод 1950 года» и его клон «альтернативная котельная 2015 года» позволяет политическому регулятору тарифной политики России «на законных основаниях» с применением «мутных НУР ТЭЦ» снизить удельный расход топлива на комбинированную выработку электроэнергии от ТЭЦ в два раза. А точнее — в 2,3 раза ниже, чем на современных ГРЭС, то есть с 320–340 до уровня 140–150 г.у.т/кВт.ч.

Именно это решение позволило простым и нехитрым путём манипулировать статистической отчётностью, применяя формы «№3-тех» и «№6-ТП», и «значительно улучшить показатели советской электроэнергетики» в политической борьбе за первенство в сравнении с западной электроэнергетикой [2].



Здесь позволим себе отвлечение и вспомним «Письмо в редакцию» [3] В.М. Бродянского, д.т.н., профессора Московского энергетического института, крупнейшего специалиста по проблемам термодинамики и криогенной техники.

Приводим его цитату ниже:

«Дискуссия о распределении затрат и расходах топлива на ТЭЦ между электроэнергией и теплом тянется уже много лет. Сейчас она приняла принципиальный характер и далеко вышла за пределы частного вопроса о распределении затрат на ТЭЦ. По существу — это один из участков общего фронта борьбы между административной чиновничьей системой управления народным хозяйством и управлением, основанном на научной базе и учёте законов экономики. Считаю необходимым высказать некоторые соображения, связанные с этим застарелым делом.

Первое, о чём необходимо сказать, это о так называемом «физическом методе». Он вообще не может обсуждаться как нечто, имеющее хотя бы самое слабое научное обоснование. Это типичное порождение эпохи, когда нужно было во что бы то ни стало показать, что мы «впереди планеты всей». Применительно к энергетике это означало, что один из основных показателей её уровня — удельный расход топлива на 1 кВт/ч электроэнергии — «у нас» должен быть лучше, чем «у них». Был найден гениально простой путь.

Из школьной физики известно, что тепло эквивалентно работе (второе начало термодинамики, которое объясняет, что это не совсем так, в школе не проходят). Опираясь на эту эквивалентность, можно вполне законно, «по физике», списать лишнее топливо с электроэнергии на тепло, благо теплофикация у нас широко распространялась. Сразу, без кропотливой работы по подъёму технического и орга-



низационного уровня энергетики, мы вырвались таким нехитрым путём на «первое место в мире». То, что вызывало и вызывает до сих пор улыбки специалистов во всём цивилизованном мире, не принимается у нас во внимание.

Второй вопрос, который возникает в связи с изложенной ситуацией: почему столько деятелей энергетики (министерские чиновники, представители других организаций, научного мира) упорно отстаивают явно неверные положения?

Относительно чиновников всё ясно и особого анализа не требует: раз велено, значит — надо. Но самое интересное состоит в том, что сторонники «физического метода» не хотят прислушаться даже к тому, что говорят сами ТЭЦ! А они, хотя и не знают термодинамики, но выполняют требования её законов неукоснительно.

**В течение полутора лет, проведя ручные расчёты, разработав математическую модель диаграммы режимов турбин, автор убедился в абсурдности утверждённого к применению «физического метода»**

**Примечание автора:** Именно эта фраза в 1994 году возмутила меня и, как уважающего себя специалиста, 20 лет проработавшего на станции, заставила сесть за расчёты. В течение полутора лет, проведя ручные расчёты, разработав несложную математическую модель диаграммы режимов турбин, я убедился в абсурдности утверждённого государством к применению «физического метода». Но доказать кому-либо абсурдность методики невозможно. Раньше был политический заказ. Сейчас, в условиях монополии электроэнергетики, нет квалифицированной движущей силы, способной отстаивать интересы конечных потребителей.

По опыту «Мосэнерго», «Ленэнерго» и др. энергосистем России мы знаем, что тепловая нагрузка может изменяться в пределах максимальной примерно до 20%. В этом диапазоне прирост расхода топлива на отпуск тепла (при неизменной электрической нагрузке) составляет от 48 до 82 кг/Гкал. Эти показатели, полученные путём прямого измерения, сомнений вызвать не могут.

Если в этой ситуации произвести расчёт по «физическому методу», то на каждую гигакалорию нужно было бы отнести от 160 до 175 кг, то есть в два-три раза больше («удешевив» таким способом электроэнергию). На самом же деле статистика показывает, что прирост расхода топлива на отпускаемую электроэнергию составляет от 300 до 400 г на 1 кВт/ч.

Таким образом, ТЭЦ, ничего не зная о теоретических дискуссиях и указаниях начальства, дают показатели, напрямую соответствующие эксергетическому распределению, злостно игнорируя «физический метод». Можно, наверное, и здесь при особом старании придумать какое-нибудь «физическое» опровержение, но это не изменит существа дела.

Третье обстоятельство, связанное с дискуссией о распределении затрат на ТЭЦ, — опасения, что отказ от «физического метода» отрицательно скажется на судьбе теплофикации, исследованию которого некоторые специалисты отдали много лет. Эти соображения, по-человечески понятные, не должны оправдывать применение неверной методики. Дальнейшее использование показателей, не только искажающих действительную ситуацию, но и приводящих в конечном итоге к перерасходу топлива, должно быть прекращено. Это всё равно произойдёт в связи с введением в энергетику рыночных законов. Соотношение тарифов на электроэнергию и тепло неизменно изменится в пользу первой».





Теперь вернёмся к основной линии нашего повествования. Итак, приняв в 1950 году доступный для понимания «физический метод», с целью показать преимущества отечественной электроэнергетики в советское время и, особенно, в настоящее время, АН СССР был нанесён тяжёлый урон топливосберегающей теплоэнергетике России. Но, если во времена Госплана СССР теплофикация как национальная программа, обеспечивающая эффективное сбережение топлива, имела своё достойное развитие, то с переходом на якобы рыночные отношения именно теплофикация стала необоснованной жертвой супермонополии федеральной электроэнергетики и политизированных регуляторов энергетической и тарифной политики российской электроэнергетики.

Перед менеджментом электроэнергетики и Минэнерго, лоббирующих метод «альтернативной котельной ТЭЦ», стоит задача: любой ценой снизить тариф на электроэнергию, даже за счёт необоснованного роста тарифов на отработанное тепло паровых турбин ТЭЦ, главным потребителем которого является жилищно-коммунальный комплекс. Видимо, сегодняшние регуляторы Минэкономразвития, ФСТ, РЭК, ФАС и руководители Минэнерго не знали, забыли или не хотят знать печальную картину 1992–1996 годов [4]. Тогда, при переходе от плановой экономики к «условно рыночной», из-за абсурдного «физического метода», клоном которого является предлагаемый метод «альтернативной котельной», по всей стране произошло массовое отключение тепловых потребителей от ТЭЦ и началось строительство собственных квартальных и крышных котельных.

Введением «методики ОРГРЭС» в 1996 году этот процесс удалость как-то приостановить. С внедрением методики «альтернативной котельной 2015» эта печальная картина отказа от тепла ТЭЦ возобновится опять, и особенно для па-

**Перед менеджментом электроэнергетики и Минэнерго, лоббирующих метод «альтернативной котельной ТЭЦ», стоит задача: любой ценой снизить тариф на электроэнергию, даже за счёт необоснованного роста тарифов, главным потребителем которого является комплекс ЖКХ**

ровых потребителей. Нефть-комбинаты и промышленные потребители и при существующих тарифах ставят задачу отказаться от пара теплоэлектроцентрали, а с внедрением «альтернативной котельной» тем более построят свои собственные паровые котельные.

Менеджеров электроэнергетики и Министерства энергетики ещё как-то понять можно — они отвечают за отрасль электроэнергетики. А вот понять мотивацию бывшего Минрегионразвития и вновь созданного Минстроя никак нельзя! Ведь ЖКХ и так в период 1996 по 2014 годы имели маленькое, всего 20%, но удешевление топливной составляющей в тарифе — вместо обоснованных 70%.

Парадокс волевого политического регулирования тарифов лоббируемого метода «альтернативной котельной» заключается в том, что при производстве тепловой и электрической энергии весь огромный эффект экономии топлива в размере 45–48% полностью относится на снижение расходов топлива на электроэнергию, якобы улучшая в 2,3 раза эффективность электроэнергетики с 37% до абсурдно недостижимой величины около 85% (с 332 до 145 г.у.т/кВт.ч). При этом тепловые потребители ЖКХ, имеющие законное технологическое право на сбросное тепло от паровых турбин ТЭЦ с затратами топлива в три-четыре раза ниже, с применением метода «альтернативной котельной» будут субсидировать топливом электроэнергетику. Вместо реальных затрат сбросное тепло (около 40–70 кг.у.т/Гкал) будут оплачивать политически навязанные затраты 163–168 кг.у.т/Гкал «альтернативной котельной» + «магистральные теплосети».





Европе, экономия топлива комбинированных циклов относится на теплоэнергию, что, безусловно, повышает конкурентную способность ТЭЦ перед котельными. В результате, без изменения суммарных затрат для потребителя, за счёт некоторого повышения тарифов на электроэнергию, соответственно, снизился на четверть тариф на теплоэнергию, полученной от ТЭЦ...» [7].

**4. Польша, 1983 год:** «Был предложен очень простой критерий проверки правильности метода распределения затрат на ТЭЦ. Он формулируется следующим образом: себестоимость тепла, производи-

### Западный опыт

Абсурдный результат скрытого перекрёстного субсидирования топливом не подтверждается ни теоретически, ни практически и является результатом многолетнего политического сговора «монополии электроэнергетики» с регулирующими органами тарифной политики. Он характерен исключительно для советской энергетики, бывшей частью плановой экономики, а затем его так же пытаются перенести и на российскую «псевдорыночную» энергетику посредством «мутных» и неопределённых нормативных удельных расходов топлива на ТЭЦ.

Ни в каких западных странах с перодовой энергетикой подобных политических кульбитов регулирования энергетики нет! Наоборот, не допуская такого понятия, как «альтернативная котельная для ТЭЦ», в западной энергетике основываются на методе Вагнера — методе «эквивалентной КЭС» (конденсационной электростанции).

Вот некоторые цитаты:

**1. Польша, 1965 год:** «... в соответствии с методом Вагнера на производство электроэнергии на ТЭЦ должно расходоваться столько же топлива, сколько его расходуется на мощной промышленной конденсационной электростанции, построенной одновременно с данной ТЭЦ. Постоянные издержки, приходящиеся на производство электроэнергии на ТЭЦ, при расчёте должны приниматься такими же, как постоянные издержки в электроэнергетической системе, где вырабатывается конденсационная электроэнергия...» [5].

**2. США, 1978 год:** «Метод эквивалентной КЭС полностью совпадает с методом распределения затрат, применяемым в США, где в 1978 году был введён закон The Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA). По этому закону электроэнергию, производимую на ТЭЦ или на альтернативных электростанциях, надо оценивать по экономленным затратам на крупных



КЭС. Электроэнергетическая система обязана покупать электроэнергию у ТЭЦ по такой стоимости, которая соответствует стоимости сооружения и эксплуатации новой мощности в системе. Этот закон считают наиболее успешным энергетическим законом в истории США. Он обеспечил значительную экономию топлива, ускорил постройку новых ТЭЦ и альтернативных электростанций...» [6].

**3. Германия, 2001 год:** «... в ГДР, как и в России, экономия топлива при комбинированной выработке энергии на ТЭЦ относилась на электроэнергию, а расход топлива на выработку теплоэнергии считался так же, как и для котельных. В рыночной экономике это даёт абсолютно ложный сигнал, результатом которого стало форсирование строительства котельных и снижение загрузки российских теплоэлектроцентралей. Потери топлива составляют миллионы тонн в год. В методиках же, принятых в Западной

мого на ТЭЦ, должна уменьшаться по мере понижения давления пара на выходе из турбины. В пределе, когда давление пара стремится к давлению в конденсаторе, себестоимость тепла должна стремиться к нулю...» [8]. **Комментарий автора статьи:** обращаю внимание, именно «к нулю», а не к 100% цены альтернативной котельной (табл. 1)!

**5. Франция, 1987 год:** «Главным следствием тарифных модификаций является существенная разница в маргинальных ценах между периодами с низкой нагрузкой, когда маргинальная цена равна стоимости топлива, и периодами, когда пиковые устройства с очень высокой эксплуатационной стоимостью должны вводиться в действие, а также когда удовлетворение дополнительного спроса требует разработки нового оборудования. Маргинальная стоимость, таким образом, может изменяться в отношении 20:1 между двумя экстремальными положениями...» [9].

### ❖ Расход условного топлива на прирост тепла $\Delta B/\Delta Q$ [кг.у.т/Гкал]

табл. 1

#### Для «альтернативной котельной»

Около 163 кг.у.т/Гкал вне зависимости от температуры отопления и горячего водоснабжения (ГВС)

#### Для теплофикационных турбин ТЭЦ

При температуре пара —  $t = 300^\circ\text{C}$  около 120 кг.у.т/Гкал или 74%; при  $t = 200^\circ\text{C}$  — около 100 кг.у.т/Гкал или 61%; для отопления при  $t = 100^\circ\text{C}$  — около 60 кг.у.т/Гкал или 31%; для ГВС при  $t = 60^\circ\text{C}$  — около 28 кг.у.т/Гкал или 17%; для ГВС при  $t = 40^\circ\text{C}$  — около 0 кг.у.т/Гкал или 0%

При обеспечении «конденсационной» электроэнергией от самой современной ГРЭС и ТЭЦ коэффициент полезного использования топлива ( $K_{\text{плт}}$ ) для конечного потребителя из области жилищно-коммунального хозяйства, составляет не более 32–35%. Остальные 68–65% энергии топлива безвозвратно теряется в окружающую среду, в том числе на ГРЭС сброс тепла в атмосферу через градирни составляет 45–48% энергии топлива, а на нагрев проводов и трансформаторов в электрических сетях тратится 8–12% энергии топлива.

Субсидировать топливом производство электроэнергии за счёт потребителей сбросного тепла безграмотно, абсолютно бессмысленно и напрочь лишает инвестиционную мотивацию к внедрению новейших технологий!



Это противоречит всем физическим законам и является ярким примером монопольного сговора крупнейших потребителей электроэнергии и электроэнергетического комплекса с регулирующими органами. Не владея анализом маржинальных издержек топлива, нарушая принципы неразрывности производства тепловой и электрической энергии при комбинированном производстве энергии, регуляторы энергетики (Минэкономразвития, Министерство энергетики, Федеральная служба по тарифам, РЭК, Федеральная антимонопольная служба) всё больше и больше увеличивают скрытое перекрёстное субсидирование топливом электроэнергии за счёт потребителей сбросного тепла паровых турбин теплоэлектроцентрали, жилищно-коммунального комплекса страны, перекладывая на них все лишние расходы.

## Регуляторы энергетики всё больше и больше увеличивают скрытое перекрёстное субсидирование топливом электроэнергии за счёт иных потребителей

### Позднее признание в неправоте...

Н.Л. Астахов — один из ведущих идеологов практического 50-летнего применения «физического» метода с 1966 по 2002 годы, разработчик и исполнитель множества нормативных документов, начиная с «Инструкции и методических указаний ОРГЭС 1966 года» [10], вплоть до «Методических указаний по составлению отчёта электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономичности оборудования РД 34.08.552–95» [11].

Спустя семь лет после написания последней инструкции по «Действующему методу ОРГЭС» в 2002 году Н.Л. Астахов вынужден был признать [12] бездарность и ошибочность применения «физического метода» и целесообразность и обоснованность применения эксергетического метода в своей статье «Некоторые методы распределения расхода топлива энергетических котлов ТЭС между электроэнергией и теплом».

Далее цитата оттуда:

*«Физический метод. Вся экономия от теплофикации относится на электроэнергию. Удельные расходы топлива не отражают технические характеристики (параметры свежего пара) оборудования теплоэлектростанций. Для турбины Т-250-240, работающей с трёхступенчатом подогревом сетевой воды, и для турбины Р-6-35 удельные расходы, как на*

*электроэнергию, так и на тепло, практически одинаковы. Исходя только из значений удельных расходов топлива нельзя ответить на вопрос: с какой целью давление свежего пара увеличили с 35 до 240 кгс/см<sup>2</sup>.*

*Действующий метод. Прогноз и анализ сложны. При изменении режима работы ТЭС изменяются оба удельных расхода топлива.*

*Аналог эксергетического метода. Экономия топлива от теплофикации целиком относится на тепло. Метод отражает реальную взаимосвязь между электрической и тепловой нагрузками турбоагрегатов, а также теплопроизводительностью (расходом топлива) котлов. Удельный расход топлива на электроэнергию практически равен удельному расходу конденсационного цикла. Поэтому его значение для теплоэлектроцентрали (так же, как и для КЭС) непосредственно отражает технический уровень оборудования (параметры свежего пара). Прогноз и анализ удельных расходов топлива, как и при использовании физического метода, просты».*

### Ущерб стране и городу от «мутных НУР ТЭЦ»

Взвесим цену ущерба от «альтернативной котельной», нанесённого поселению, городу, стране. Цена ущерба обществу определяется размером упущенной экономии топлива от утилизации сбросного тепла паровых турбин, которое можно использовать для комбинированного теплоснабжения и электроснабжения:

- для современных ГРЭС и ТЭЦ, работающих в конденсационных режимах, потенциал экономии топлива составляет не менее 49–55% от годового расхода топлива ГРЭС;
- для современных отопительных «альтернативных котельных» потенциал экономии топлива составляет не менее 75–80% от годового расхода топлива отопительной котельной;
- для современных конденсационных парогазовых установок ПГУ потенциал экономии топлива составляет не менее 25% от годового расхода топлива ПГУ.

### Наглядный пример

Как пример подробно рассмотрим, что потеряла энергетика города Омска от применения «физического метода 1950» в 1992–2006 годы. Анализ технико-экономических показателей работы АК «Омскэнерго» 1992–2006 годов показывает, что применение «физического метода» для расчёта тарифов привело к массовому отключению тепловых потребителей от ТЭЦ и строительству неэффективных квартальных и крышных котельных.

Приведём цифры и факты:

1. При имеющемся резерве неиспользованных тепловых мощностей (порядка 2531 Гкал/ч или 40% тепловых мощностей) у АК «Омскэнерго» — Омские теплоэлектроцентрали только в 2005–2006 годы потеряли порядка 562 Гкал/ч «живых» тепловых потребителей.
2. В городе Омске в зоне действия тепловых сетей акционерной компании «Омскэнерго» было построено более 18 примитивных водогрейных котельных, тепловая нагрузка которых могла быть подключена к действующим тепловым сетям АК «Омскэнерго».
3. Были демонтированы и мгновенно распроданы следующие магистральные теплотрассы Ду 500–600 мм: «ТЭЦ-4 — ТПК» (около 166 Гкал/ч), «ТЭЦ-2 — ТПК» (около 96 Гкал/ч), а также «ТЭЦ-5 — птицефабрика — посёлок «Ростовка» (около 100 Гкал/ч).
4. Именно из-за «физического метода 1950» ТЭЦ «Омскэнерго» имеет очень низкую степень использования электрических мощностей — всего около 59% (5951 млн кВт·ч за 2005 год вместо 9940 млн кВт·ч за 1990-й).
5. Число часов использования мощности (ЧЧИМ) ТЭЦ «Омскэнерго» составило около 2700–2900 ч/год против реального значения 6600 ч/год.
6. С помощью «физического метода» федеральный регулятор обеспечил более чем полуторкратный рост закупок конденсационной электроэнергии с оптового рынка энергии (3020 млн кВт·ч в 2005 году против 1901 млн кВт·ч в 1990-м). Вместо того, чтобы покрывать только пиковые части графика (не более  $N_{\text{пик}} = 1500\text{--}2000$  ч/год), регулятор оптового рынка забрал 99% базовой части графика нагрузки  $N_{\text{баз}} = 6480$  ч/год.

Дополнительно рассмотрим также потерянный эффект топливосбережения для Омска с 10 января 1950 года до настоящего времени. Если бы в 1950 году политическим регулятором не был бы навязан к применению «физический метод», то на базе отопительной нагрузки омских потребителей (18,83 млн Гкал/год в 2005 году) и применения высоких параметров пара на городских ТЭЦ (240 ата, 560°C) потенциал выработки комбинированной электроэнергии для Омска составил бы 14,123 млрд кВт·ч.

Это полностью обеспечило бы не только собственное потребление электроэнергии непосредственно всеми потребителями Омской области (9,166 млрд кВт·ч), но и даже позволило бы осуществить импорт электроэнергии в соседние области на уровне 4,953 млрд кВт·ч.

Потерянный эффект топливосбережения для Омска составил около 35,9%:

$$100\% - 64,1\% = 35,9\%, \text{ то есть}$$

$$8,122 - 5,206 = 2,916 \text{ млн т.у.т/год.}$$

#### «Климатический шаблон» энергоёмкости региона

Климатический шаблон энергоёмкости региона на примере Омска позволяет чётко и наглядно показать эффективность комбинированного производства энергии на ТЭЦ 130 ата — против отдельного производства электрической энергии на современной ГРЭС и тепловой энергии на самой лучшей «альтернативной котельной» с годовой экономией топлива до 40,3% (табл. 2).

Из табл. 2 наглядно видно, что угольная ТЭЦ 130 ата может обеспечить круглогодичную выработку электроэнергии с ЧЧИМ = 8445 ч/год (это 96,4%!) всегда выгоднее производства электроэнергии на самой современной ГРЭС даже с давлением 240 ата и даже на газе!



Умные приборы

## Умное измерение. Легкое документирование. Превосходный результат.

С сезонными промо-комплектами измерительных приборов от Testo, Вы легко справитесь с настройкой систем отопления:

- Удобство: управление и документирование с помощью смартфона/планшета
- Гарантия качества: все измерительные приборы от одного производителя
- Широкие возможности: с дополнительными инструментами по измерению электрических параметров
- При покупке комплектов testo 330-LL **мультиметр testo 760-2 в подарок**

«Климатический шаблон» энергоёмкости для города Омска

табл. 2

Климатический шаблон ( $OB = 1 \text{ Гкал/ч}$ , $W = 0,652 \text{ МВт/Гкал}$ )	А (база)	Б (полубаза)	С (Пик)	А + Б + С	Д, Е вне баланса	Ресурс утилизации
	Турбина ГВС	Турбина отопление	ПК отопления	Сумма	Аккумуляция сбросного тепла турбин в грунт	
Тепловая мощность отопления, вентиляции и ГВС на расчётную температуру региона, Гкал/ч	0,179	0,439	0,561	1,179	0,443	–
Тепловая энергия по балансу, о.е.	0,352	0,499	0,149	1,000	–	–
Тепловая энергия по балансу, Гкал/год	1475	2088	624	4188	1941	6128
Число часов использования максимальной тепловой мощности, ч/год	8241	4761	1112	3552	4377	6128
Степень использования тепловой мощности в году, %	94,1	54,4	12,7	40,5	50,0	70,0 %
Маржинальная климатическая цена тепловой энергии, о.е.	0,43	0,75	3,19	1,00	«0» затрат	
		Э/э на тепловом потреблении			Конден. э/э	Сумма э/э
Электрическая мощность, МВт	0,427	0,429	0,380	0,427	0,424	0,429
Электрическая энергия, МВт·ч/год	–	–	–	2322	1298	3620
Число часов использования максимальной электр. мощности, ч/год	–	–	–	5435	3059	8445
Степень загрузки электрической мощностей в году, %	–	–	–	62,0	34,9	96,4 %
Маржинальных климатическая цена электроэнергии, о.е.	–	–	–	0,64	0,36	1,00
Расход топлива при комбинированном производстве электроэнергии с $W = 0,652 \text{ МВт/Гкал}$ , т.у.т/год	973,83	973,83	110,01	1083,84	Перерасход*	
Расход топлива при раздельном «ГРЭС + альтернативная котельная», т.у.т/год				1520,57	–	–
Экономия топлива ТЭЦ против «ГРЭС + альтернативная котельная», т.у.т/год $436/1083 = 40,3\%$				436,73	–	–
$K_{\text{пит}}$ «комбинированного цикла + ПК (уголь)», %				81,481	–	–
$K_{\text{пит}}$ «ГРЭС + альтернативная котельная (уголь)», %				58,103	–	–
Энергоёмкость электроэнергии паровых турбин ТЭЦ, г.у.т/кВт·ч				336,6 = 36,51 %		–
Энергоёмкость тепловой энергии только от паровых турбин ТЭЦ, кг.у.т/Гкал				54,14	–	–
Энергоёмкость тепловой энергии в целом от ТЭЦ «турбины + ПК», кг.у.т/Гкал				72,26	–	–

\* При переходе от комбинированного на раздельное перерасход составляет 40,3% (436 т.у.т.), можно дополнительно выработать до 1298 МВт·ч/год.

Коренная причина того, что эти показатели не обеспечиваются, кроется в том, что с применением «физической методики» и «альтернативной котельной» комбинированная электроэнергия ТЭЦ покупается с топливной составляющей не 336,6 г.у.т/кВт·ч, а по цене «альтернативной котельной», заниженной в 2,37 раза:  $122,8/86,5\% = 142 \text{ г.у.т/кВт·ч}$ .

**Выводы и заключение**

1. Применение нормативных удельных расходов (НУР ТЭЦ) и методики «альтернативной котельной» для комбинированной энергии ТЭЦ категорически недопустимо! Цена ошибки — до 237–300%!
2. Современные ТЭЦ с параметрами пара 130 ата и удельной выработкой электроэнергии на тепловом потреблении  $W = 0,62 \text{ МВт/Гкал}$  всегда на 40,3% экономичнее, чем «ГРЭС + котельная».
3. По электроэнергии ТЭЦ всегда одинаково экономична с ГРЭС с удельными расходами топлива – 336,6 г.у.т/кВт·ч (топливо — уголь), но с учётом того, что они находятся в центре электрических нагрузок и нет 4–6% потерь в магистральных ЛЭП, они всегда должны быть в базовой части графика нагрузок, а ГРЭС — в пиковой части нагрузок.
4. По тепловой энергии удельные расходы на тепло от паровых турбин теплоэлектроцентрали всегда примерно в три-четыре раза ниже «альтернативной ко-

тельной» и составляют величину не выше 54,14 кг.у.т/Гкал вместо альтернативной котельной 165 кг.у.т/Гкал.

5. Для нормирования и регулирования технико-экономических показателей ТЭЦ необходимо перейти на однозначно идентифицированные показатели: коэффициент полезного использования топлива  $K_{\text{пит}}$  [%] и удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении  $W$  [МВт/Гкал].
6. Применение НУР практически полностью остановило внедрение новейших топливосберегающих технологий: дальние магистральные тепловые сети от АТЭЦ, абсорбционные и компрессионные тепловые насосы, сезонные аккумуляторы тепла и холода в грунте, комбинированное хладоснабжение на базе тригенерации (электроэнергия плюс тепло плюс холод) и т.д.
7. Институт электроэнергетики Академии Наук РФ (АН СССР), Минэкономразвития и ФАС должны извиниться перед страной за самоустранение от практических вопросов формирования конкурентно-способной топливосберегающей тарифной энергетической политики Российской Федерации.
8. Для исключения системы скрытого перекрёстного субсидирования необходимо разработать и внедрить новый вид энергетического товара «Договор на комбинированную энергию ТЭЦ». ●

1. Вопросы определения КПД теплоэлектроцентралей: Сб. статей / Под общ. ред. А.В. Винтера. — М.: Госэнергоиздат, 1953. 118 с. Интернет-ресурс: <http://exergy.narod.ru>.
2. Богданов А.Б. История взлетов и падений теплофикации России // Энергосбережение, 2009. №3. С. 42–47. Интернет-ресурс: <http://exergy.narod.ru>.
3. Бродянский В.М. Письмо в редакцию // Теплоэнергетика, 1992. №9. С. 62–63.
4. Богданов А.Б. Котельнизация России — беда национального масштаба // Новости теплоснабжения, 2006. №№10–11 // Энергорынок, 2006. №№3–6. С. 46–50. Интернет-ресурс: <http://exergy.narod.ru>.
5. Шаргут Я., Петелла Р. Эксергия: Перевод с польск. / Под ред. В.М. Бродянского. Перераб. и доп. изд. — М.: Энергия, 1968. 280 с.
6. Шаргут Я.Я. Распределение затрат на производство тепла и электроэнергии на ТЭЦ // Теплоэнергетика, 1994. №12. С. 63.
7. Кудрявый В.В. Германия реформирует энергетику по уму // Промышленные ведомости, 2001. №7–8.
8. Шаргут Я. Термодинамический и экономический анализ в промышленной энергетике (на польском языке) [Szargut J. Analiza termodynamiczna i ekonomiczna w energetyce przemyslowej] // Warszawa WNT, 1983.
9. Лескер В. Калан Ж.Б. Тарифный и нагрузочный менеджмент: французский опыт / EDF (Paris, France), IEEE Transactions of Power Systems. Vol. 2. No. 2. May 1987. Интернет-ресурс: <http://exergy.narod.ru>.
10. Минэнерго СССР. Техническое управление по эксплуатации энергосистем «Инструкция и методические указания по нормированию удельных расходов топлива на тепловых электростанциях». — М.: БТИ ОРГЭС, 1966.
11. Астахов Н.Л. Методические указания по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономичности оборудования РД 34.08.552–95: Министерство топлива и энергетики России. — М.: ОАО «Фирма ОРГЭС», 1995.
12. Астахов Н.Л. Некоторые методы распределения расхода топлива энергетических котлов ТЭС между электроэнергией и теплом: Доклады юбил. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию ИПК госслужбы. Т.3. — М.: ОАО «Фирма ОРГЭС», 2002. С. 90–97.