

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ТОПЛИВОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ В РОССИИ

А. Б. Богданов (Департамент перспективного развития Омской ЭГК)

Целью данной статьи является определение влияния климата на формирование топливосберегающей политики в России. Обосновывается необходимость разделения тепловой энергии, вырабатываемой ТЭЦ, на три вида: базовую, полубазовую и пиковую. Такое разделение обеспечит объективный анализ расходования энергии для формирования адекватной тарифной политики.

1. Дедушка Мороз и летняя жара – заказчики энергетической политики России

Климат города Омска – резко континентальный, характерный для большинства населенных пунктов на территории России. Средняя температура самого холодного месяца (января) составляет минус 19°C, минимальная температура в отдельные дни может понижаться до -49°C. Средняя температура самого теплого месяца (июля) составляет 18°C, максимальные температуры могут достигать 41°C. Жители Омского региона находятся в уникальном положении по сравнению с жителями средней части России и тем более – с жителями Европы. Абсолютная годовая

амплитуда температур воздуха очень большая и достигает 90°C, что определяется резко континентальным климатом региона. В сравнении с жителями Европы, жители Омска вынуждены жить в экстремальных условиях как зимой, так и летом (рис. 1). Своими неотвратимостью и постоянством «дедушка Мороз» заставляет жителей России тратить гораздо больше средств на топливо, теплую одежду, изоляцию тепловых сетей, на утепление стен зданий, на строительные конструкции и фундаменты домов, чем жителей Европы, Америки. Все недочеты и промахи в вопросах обеспечения теплом от ТЭЦ, котельных или обычных печей потребители тепловой энергии, как правило, пытаются компенсировать многократным увеличением потребления электрической энергии. Максимум потребления электрической мощности у нас в России приходится на дни с самой низкой температурой наружного воздуха в январе и феврале.

2. График Росандера

На рисунке 2 приведен график стояния средних температур воздуха и воды в реке Иртыш

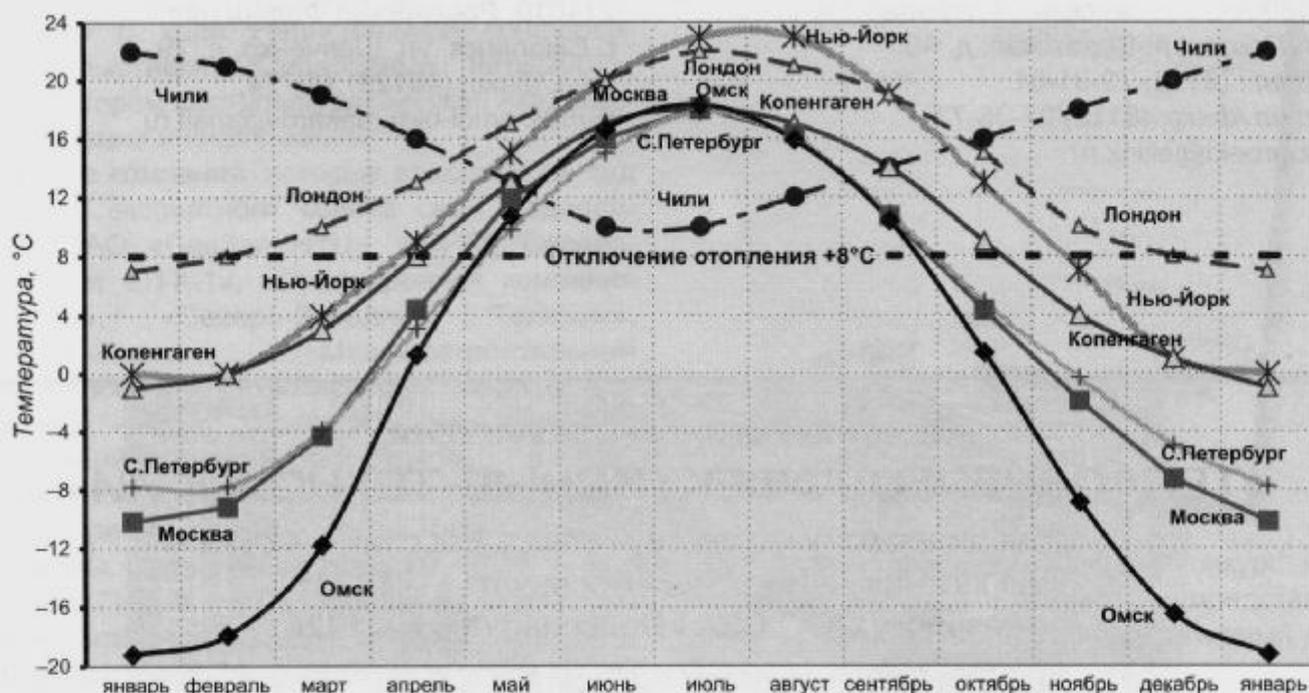


Рис. 1. Среднемесячная температура наружного воздуха (кривая для Чили получена по температурам в Сантьяго)

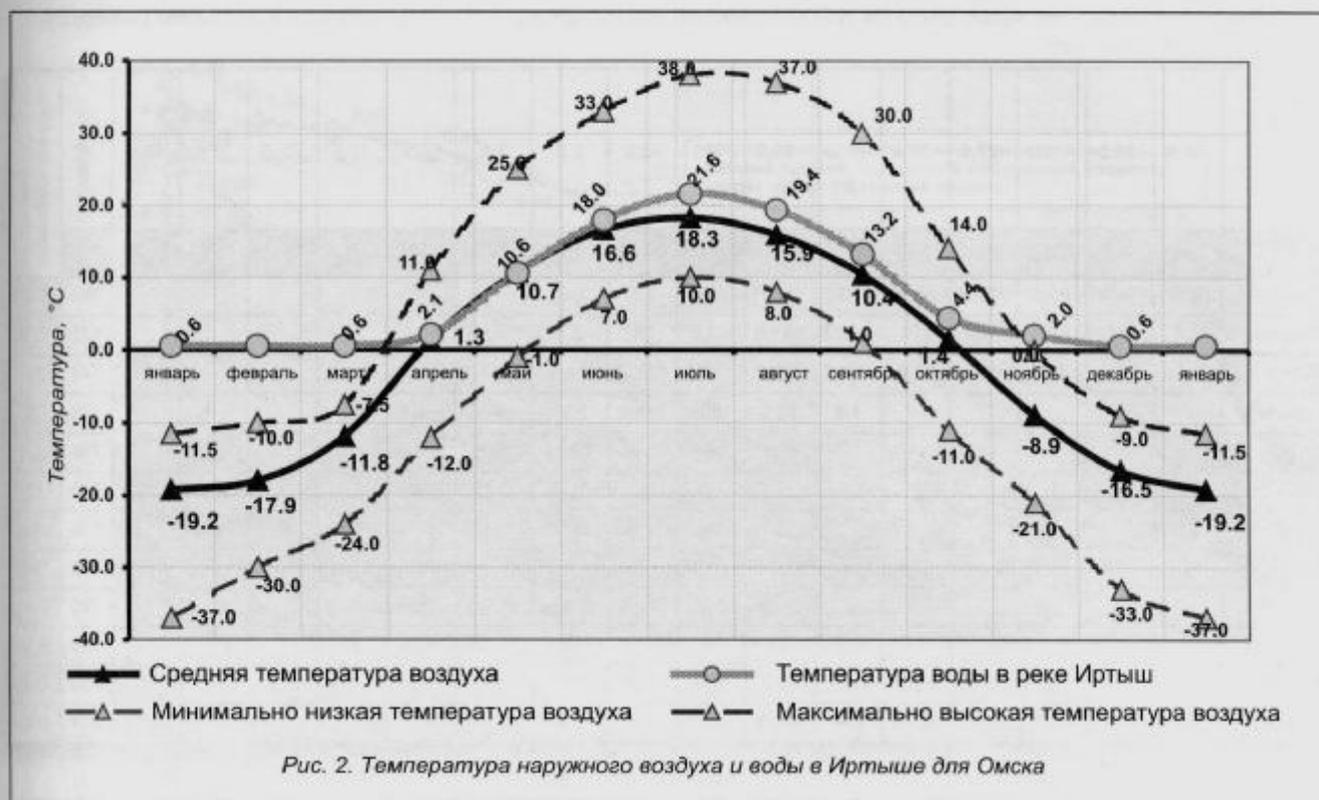


Рис. 2. Температура наружного воздуха и воды в Иртыше для Омска

Именно температура воздуха и температура воды в водоеме, из которого осуществляется забор воды для горячего водоснабжения, являются основой для выбора оборудования и расчета потребления топлива для каждого месяца. Как правило, в целях упрощения расчетов, органы планирования и регулирования тарифов в энергетике ориентируются на среднегодовые и на среднемесячные температуры, без учета числа часов стояния минимальных и максимальных температур. Именно усреднение теплоэнергетических расчетов является одной из основных причин скрытого политического перекрестного субсидирования потребителей электроэнергии за счет потребителей тепловой энергии.

Среднемесячные значения не могут быть основой для адекватной оценки затрат на производство различных видов энергии и основой для выбора состава оборудования котельных, и тем более ТЭЦ. Если в условиях планового хозяйства в СССР принцип усреднения и мог быть принят для формального ценообразования, то в рыночных условиях усреднение затрат совершенно недопустимо. Именно усреднение привело к тому, что энергосберегающие технологии в России стали невыгодными, и вместо ТЭЦ на каждом шагу стали строить котельные, а современная высокоэкономичная Северо-Западная ТЭЦ с ПГУ-450 работала годами с КПД=53% вместо КПД=88%.

Настольным документом каждого менеджера энергетики, экономиста и аналитика, планирую-

щего программу производства тепловой энергии от котельной или от ТЭЦ, должен быть месячный график стояния температур для конкретного региона (табл. 1). Однако таких данных нет ни в существующих СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», ни в справочниках по теплоснабжению (Николаев, Соколов, Манюк и др.). Эти данные можно получить либо из специализированных справочников, либо по прямому запросу в органах по гидрометеорологии и контролю природной среды.

Климатические характеристики региона являются основой для формирования топливосберегающей энергетической политики региона, основой для планирования расхода топлива и издержек при производстве тепловой и электрической энергии на ТЭЦ, выявления объемов перекрестного субсидирования. На основании климатических данных для каждого месяца строится график изменения мощности и энергии отопления и ГВС в течение месяца, года (рис. 3) в зависимости от количества часов стояния температур наружного воздуха¹.

График изменения мощности и энергии отопления и ГВС (рис. 3) носит универсальный характер и отражает конкретные климатические особенности региона. На графике нанесены линии изменения: а) «относительной мощности»,

¹ Раньше он назывался график Росандера, но в последние десятилетия это название из учебников почему-то исчезло.

Таблица 1. Количество часов стояния среднесуточной температуры наружного воздуха в заданном интервале $\pm 2,5^\circ\text{C}$ для Омска (час)

Температура наружного воздуха $\pm 2,5^\circ\text{C}$	-42,5	-37,5	-32,5	-27,5	-22,5	-17,5	-12,5	-7,5	-2,5	2,5	7,5	12,50	17,5	22,5	27,5	32,5	Сумма, час	Температура воды в Иртыше, $^\circ\text{C}$
Сумма час.	5,5	43,2	136,8	283,2	548,1	674,9	845,9	760,8	897,6	1179,3	1385,5	1285	624,7	86,4	3,09	0,01	8760	
Январь	2,4	14,4	50,4	100,8	174,5	160,8	156	74,4	9,8	0,7							744	0,6
Февраль	2,4	7,2	33,6	79,2	137	155,8	141,6	88,8	24	2,4							672	0,6
Март			2,4	16,8	67,2	129,6	208,1	170,4	127,2	21,6	0,7						744	0,6
Апрель					0,7	4,8	21,6	60	148,1	252	160,8	64,8	7,2				720	0,6
Май							2,4	16,8	96	199,2	225,6	141,6	57,6	4,8			744	10,6
Июнь									2,4	40,8	189,6	273,6	170,4	40,8	2,4		720	18
Июль										2,4	124,8	330,5	249,6	36	0,69	0,01	744	21,6
Август									0,7	43,2	232,8	335,3	127,2	4,8			744	19,4
Сентябрь								7,2	86,4	240	268,8	105,6	12				720	13,2
Октябрь					0,7	0,7	7,3	36	175,2	312,2	177,6	33,6	0,7				744	4,4
Ноябрь		2,4	7,2	28,8	43,2	79,2	132	180	180	62,4	4,8						720	0,6
Декабрь	0,7	19,2	43,2	57,6	124,8	144	176,9	127,2	48	2,4							744	0,6

б) «относительной энергии базы», вырабатываемой в базовом режиме, и с) «температуры наружного воздуха». (Для того чтобы все три графика были совместимы на одном листе, данные температурной кривой необходимо умножить на коэффициент, равный 100.)

«Относительная мощность» и «относительная энергия базы» позволяют анализировать эффективность использования тепловых мощностей.

3. Теплоэнергетические характеристики климата региона

Для анализа и сравнения климатических особенностей регионов, определяющих эффективность комбинированного производства тепловой и электрической энергии, необходимо ввести новые, теплоэнергетические показатели климата региона: **КНмах**, **КЭБП**, **КСПЭМ**.

КНмах – безразмерный универсальный показатель, характеризующий использование тепловой энергии в течение года, условно равный количеству часов использования расчетного максимума нагрузок отопления и горячего водоснабжения. **КНмах** – это комплексная характеристика климатических особенностей региона, отражающая в себе три климатических характеристики: а) продолжительность стояния различных температур наружного воздуха в регионе, б) продолжительность стояния температуры воды в холодном источнике, откуда забирается вода для горячего водоснабжения, и в) расчетную температуру воздуха внутри

помещения (для Омска она принимается равной 20°C).

КНмах характеризует *только климатические особенности региона* и не зависит от других показателей, таких как состояние тепловой изоляции домов, трубопроводов, стен.

Для дальнейшего анализа эффективности необходимо ввести дополнительные показатели:

«**Первая реперная точка**» – определяется нагрузкой ГВС. В нашем примере для Омска доля ГВС составляет 0,18. Такая относительно низкая доля характерна для сибирских регионов с резко континентальным климатом. Для южных регионов доля ГВС возрастает до 0,26. Для средней полосы России доля ГВС составляет порядка 0,22, для Санкт-Петербурга – 0,204. Для стандартизации расчетов **КНмах** и обеспечения возможности сравнения экономичности комбинированного производства энергии для регионов с различным климатом значение «первой реперной точки» принимается равным 0,22.

«**Вторая реперная точка**» – определяется значением оптимального коэффициента теплофикации. С ростом стоимости топлива оптимальный коэффициент теплофикации в России возрастает от 0,5 до 0,6. При относительно «дорогом» топливе коэффициент теплофикации принимается равным 0,6. Это означает, что 60% расчетной мощности обеспечиваются за счет теплофикационных отборов турбин, а остальные 40% – за счет водогрейных котлов или острого пара от котлов. Для стандартизации расчетов и обеспечения возможности сравнения

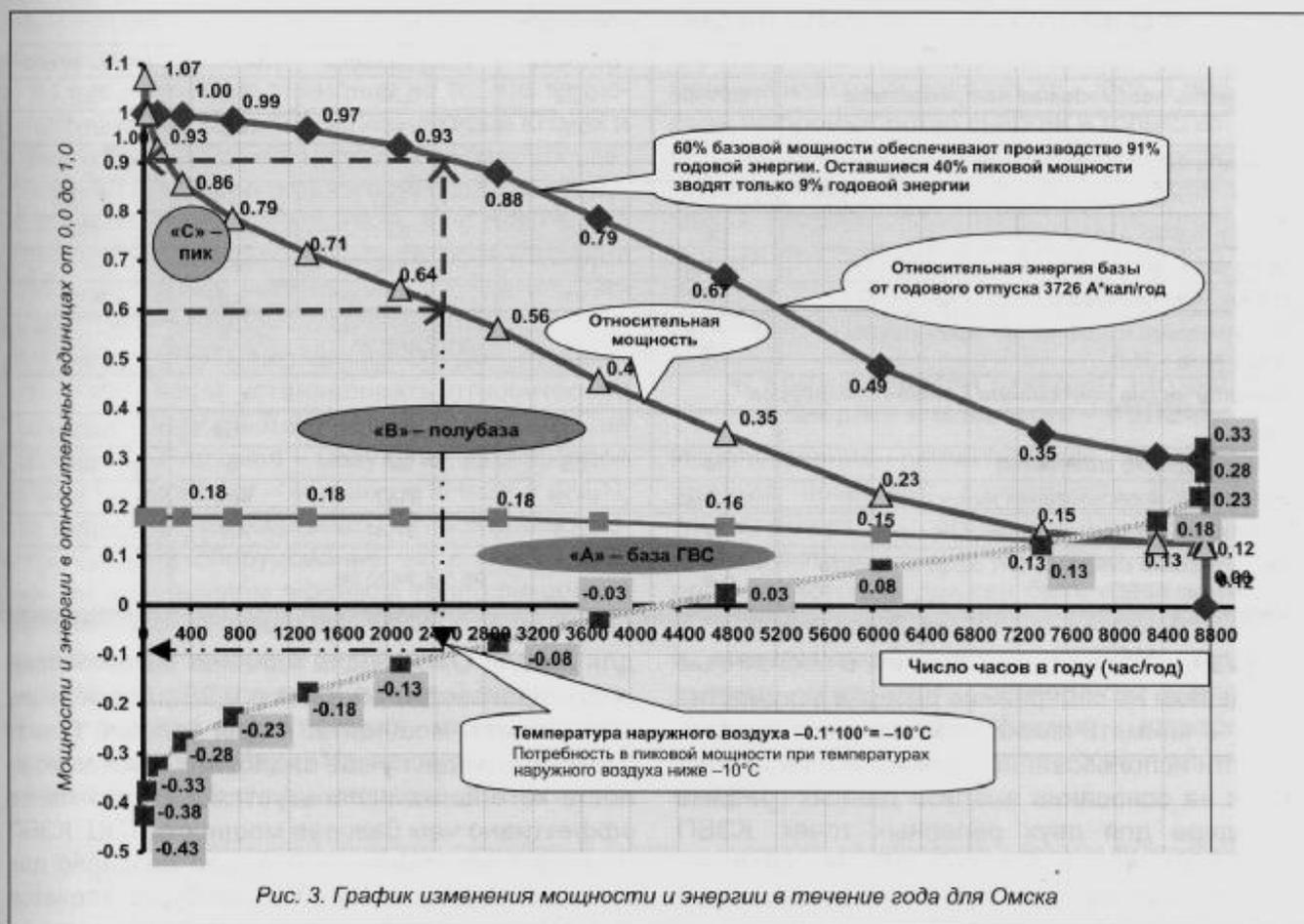


Рис. 3. График изменения мощности и энергии в течение года для Омска

экономичности регионов с различным климатом значение «второй реперной точки» принимается равным 0,6.

Именно графики, построенные в относительных единицах, являются базовыми и универсальными как для потребителя, так и для производителя тепловой и электрической энергии. С помощью этого графика можно наглядно оценить приросты затрат топлива на прирост тепловой нагрузки на ТЭЦ. Из графика наглядно видно, насколько различаются затраты на обеспечение того или иного вида энергии. Каждая единица потребляемой мощности в течение года при температуре воздуха в помещении +20°C, (при расчетной доле горячего водоснабжения равной 0,18) обеспечивает потребление за год 3726 единиц энергии. При этом:

☑ **Базовая мощность** (от нуля до «первой реперной точки» – 0,22) производит (потребляет) тепловую энергию самым экономичным способом – 1826 единиц базовой энергии «А» (49%) со среднегодовой загрузкой 91%. Каждая единица мощности в секторе «А» производит (потребляет) энергии в 9 раз больше, чем пиковые источники мощности в секторе «С», и в 1,9 раза больше, чем источники полубазовой мощности в секто-

ре «В». Поэтому основными определяющими затратами для вида энергии сектора «А» является переменные **издержки на топливо**.

- ☑ **Полубазовая мощность** (от «первой реперной точки» 0,22 до «второй реперной точки» – 0,6) производит (потребляет) 1568 единиц энергии сектора «В» (42%) со среднегодовой загрузкой 47%. Полубазовая мощность производит (потребляет) в 4,8 раза больше энергии, чем пиковый источник. При этом обеспечивается производство экономичной энергии с высокой степенью надежности.
- ☑ **Пиковая мощность** (от «второй реперной точки» 0,6 до максимальной мощности 1,0) производит (потребляет) всего 335 единиц энергии в секторе «С» (9%), со среднегодовой загрузкой 9,8%. Экономический смысл разделения на базовую и пиковую энергию заключается в анализе разнохарактерных затрат на их производство. Основным требованием при производстве пиковой энергии является надежное и бесперебойное обеспечение пиковой мощности в любые кратковременные периоды времени, когда температура наружного воздуха падает ниже минус 10°C. Определяющими затратами на обеспечение пиковой энергии сектора «С» являются не пе-

Таблица 2. Сравнение КНмах и КЭБП для Омска и Санкт-Петербурга

		Базовая	Полубазовая	Пиковая	Всего за год
Мощность необходимая потребителю	Гкал/час	0,22	0,38	0,4	1,0
	%	22	38	40	100
Климатические показатели Омска					
КНмах		1826	1568	335	3726
Доля от годового количества	%	49	42	9	100
Число часов использования мощности	Час/год	7938	4118	860	
Степень использования мощности	%	91	47	9,8	42,5
Климатический коэффициент эффективности базы и пика КЭБП	о.е.	91/9,8=9,28			
Климатические показатели Санкт-Петербурга					
КНмах		1898	1211	164	3273
Доля от годового количества	%	58	37	5	100
Число часов использования мощности	Час/год	8628	3187	409	
Степень использования мощности	%	95,5	37,4	4,7	37,4
Климатический коэффициент эффективности базы и пика КЭБП	о.е.	95,5/4,7=20,96			

ременные затраты на топливо, а постоянные издержки на содержание резерва мощности. КЭБП – климатический коэффициент эффективности использования базы и пика рассчитывается на основании анализа данных графика Росандера для двух реперных точек. КЭБП показывает, во сколько раз эффективнее используется базовая мощность по сравнению с пиковой мощностью. Из таблицы 2 видно, что

для города Омска одна единица базовой мощности производит энергии в 9,28 раза больше, чем пиковая мощность. А для условий Санкт-Петербурга еще лучше видно, что пиковая мощность котельных используется в 21 раз менее эффективно чем базовая мощность ТЭЦ. КЭБП наглядно показывает, насколько бездарно для жителей Омска и Санкт-Петербурга теряется экономический эффект в топках котельных

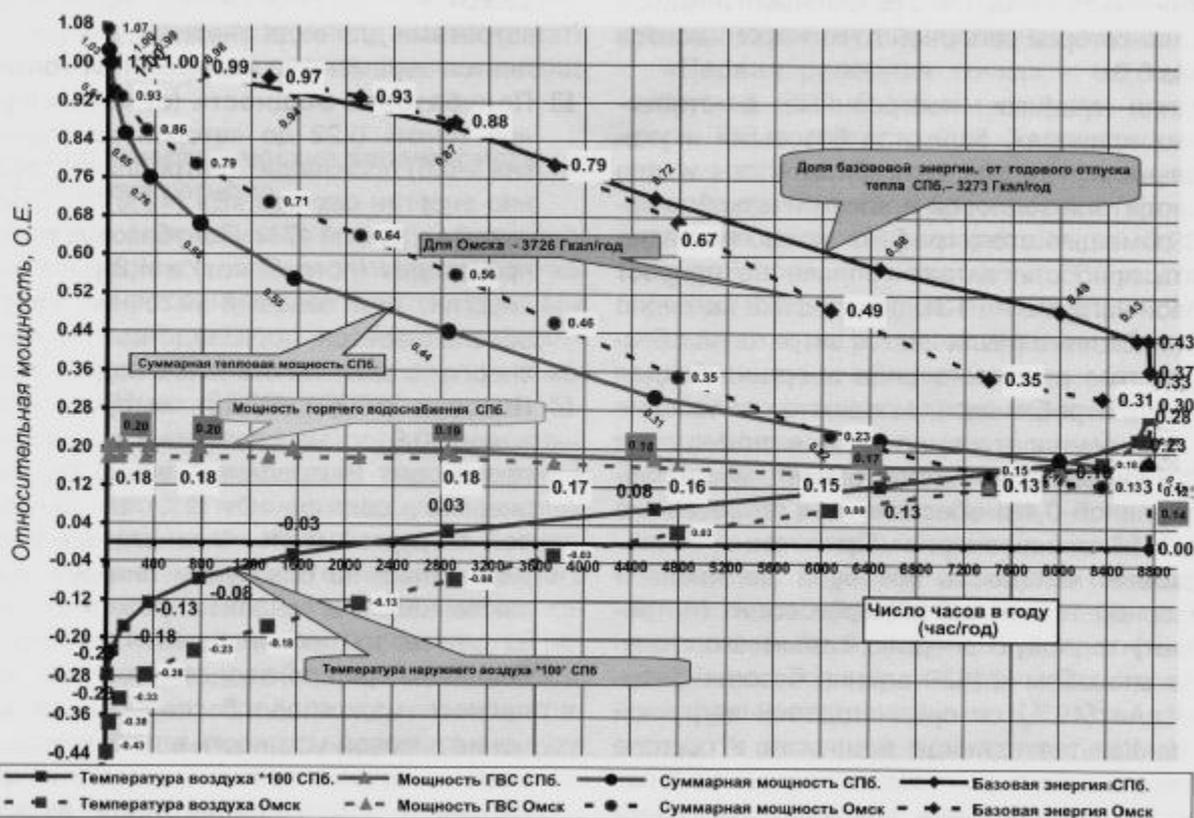


Рис. 4. График изменения мощности и энергии отопления и ГВС Санкт-Петербурга и Омска

вместо комбинированного производства и потребления энергии.

Еще раз обращаю внимание на то, что тепло-энергетические характеристики региона КНмах и КЭБП зависят только от климатических особенностей региона и не зависят от состава оборудования. Наоборот, энергетическую политику в регионе, состав энергетического оборудования ТЭЦ и котельных необходимо определять исходя из климатических характеристик региона. Чем выше КЭБП, тем выгоднее для пиковых источников тепла устанавливать относительно «дешевые» водогрейные котлы, использующие дорогие виды топлива – мазут, газ. Для базовой мощности, наоборот – чем выше КНмах и КЭБП, тем выгоднее устанавливать относительно дорогое базовое оборудование, но с максимальным использованием эффекта теплофикации и минимальными затратами топлива на единицу производимой тепловой энергии.

Базовый вид нагрузки и пиковый вид нагрузки – различные виды нагрузок, имеющие различные виды издержек. На примере базовой и пиковой нагрузок очень наглядно проявляется

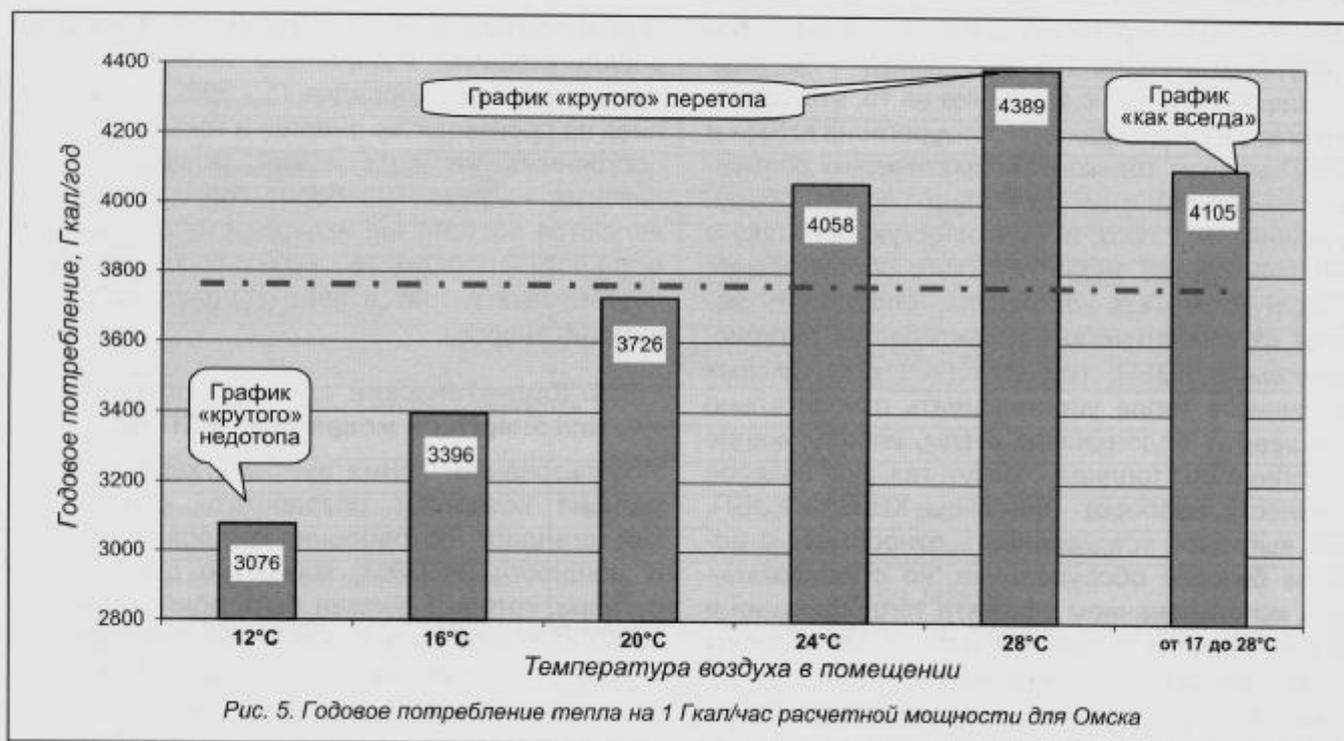
«правило Парето 80/20». Для базовой нагрузки определяющими издержками являются переменные издержки порядка 75...80% в виде топлива на производство энергии и только 25...20% постоянных на содержание мощности. Для пиковых нагрузок наоборот, определяющими являются постоянные издержки на содержание мощности – порядка 75...80% и только 25...20% переменных затрат в виде топлива на производство энергии.

4. Климатический стандарт потребления энергии и мощности – КСПЭМ

Использование климатических характеристик региона позволяет разработать климатический стандарт потребления тепловой энергии и мощности (КСПЭМ) конкретно для каждого региона, который должен быть единым как для производителя, так и для потребителя тепловой и электрической энергии. КСПЭМ позволяет выявить узкие места, разногласия в вопросах качественного теплоснабжения и электроснабжения потребителей комбинированной энергии от ТЭЦ.

Таблица 3. Климатический стандарт потребления энергии и мощности на отопление и горячее водоснабжение для Омска и Санкт-Петербурга

	Омск			Санкт-Петербург		
	Температура воздуха воды Иртыша	Потребление энергии в т.ч. ГВС	Мощность Средняя Мак/Мин	Температура воздуха воды Невы	Потребление энергии в т.ч. ГВС	Мощность Средняя Мак/Мин
	°С	Гкал/период	Гкал/час	°С	Гкал/период	Гкал/час
Год		3726 1405	0,4254 1,071/0,121		3273 1592	0,37361,026/0,138
Январь	-8,9 0,6	550,3 133,9	0,74 1,071/0,43	-7,9 0,6	441 151,8	0,7391,026/0,42
Февраль	-17,4 0,6	482,9 121,0	0,7186 1,071/0,43	-7,7 0,6	397 137,1	0,591,026/0,42
Март	-11,1 0,6	466,0 133,9	0,6263 0,93/0,358	-3,9 0,6	400 151,8	0,5380,853/0,334
Апрель	-2,3 0,6	312,2 129,6	0,6483 0,786/0,216	+3,1 0,6	316,7 146,9	0,4390,68/0,247
Май	10,6	113,3 113,3	0,152	10,6	128,2 128,2	0,172
Июнь	18,0	94,6 94,6	0,1314	18,0	107,2 107,2	0,149
Июль	21,6	90,17 90,17	0,1213	21,6	102,3 102,3	0,137
Август	19,4	94,6 94,6	0,1257	19,4	107,5 107,5	0,144
Сентябрь	+5,5 13,2	254,1 104,2	0,3532 0,537/0,18	+10,9 13,2	209,9 118,1	0,291 0,64/0,164
Октябрь	+2,5 4,4	313,7 125	0,4217 0,775/0,276	+4,9 4,4	299,9 142,8	0,403 0,668/0,192
Ноябрь	-9,1 0,6	431,1 129,6	0,5986 1,0/0,358	-0,3 0,6	350,8 146,9	0,487 0,937/0,247
Декабрь	-16,3 0,6	522,0 133,9	0,7071 1,071/0,43	-5,1 0,6	411,6 151,8	0,553 1,026/0,247



КСПЭМ совместно с расчетом платежа а) за заявленную мощность и б) за потребленную энергию по двухставочному тарифу позволяет, как лакмусовая бумажка, осветить все вопросы правильности проведения расчетов. Наглядно видны затраты на топливную составляющую и постоянные затраты. Применение расчетов с учетом комбинированного производства тепловой и электрической энергии позволяет наглядно показать экономическую эффективность теплофикации.

С применением этих двух показателей – КНмах региона и КЭБП региона – можно на принципиально новом качественном уровне подойти к анализу работ теплоэнергетических систем крупных городов России и нормированию технико-экономических показателей систем производства и систем потребления тепла для отопления и горячего водоснабжения.

Из сравнения показателей таблицы 2 видно, что Санкт-Петербург может развиваться по схеме «60% мощности на ТЭЦ, 40% мощности на котельных». При этом 60% мощности на ТЭЦ позволят выработать на тепловом потреблении 95% энергии с приростом удельного расхода топлива для региона 28...40 кг у.т./Гкал. Оставшиеся 40% мощности на котельных должны выработать всего 5% потребной энергии с приростом удельного расхода топлива 163...170 кг у.т./Гкал. При этом суммарная экономия топлива по региону составит до 75...81% от расхода топлива сжигаемого на котельных города! Если же экономию считать через расход топли-

ва на современных ГРЭС, то экономия топлива составляет не менее 48% от расхода топлива на ГРЭС, или же не менее 35% от расхода топлива на современных ПГУ, работающих в конденсационном режиме, как например это было на Северо-Западной ТЭЦ Санкт-Петербурга. Однако для обеспечения такого технологического и экономического эффекта необходимо устранить глубинные основы политического субсидирования потребителей электрической энергии за счет потребителей тепловой энергии. Об этом будет сказано в следующих статьях.

5. Сетка качественного теплоснабжения потребителей

Графики производства энергии на рисунках 3 и 4 характеризуют систему потребления энергии при расчетной температуре воздуха в помещении +20°C. Однако из-за отсутствия качественного регулирования в системах потребления тепла температура воздуха в помещении может изменяться в очень широких пределах. На рисунках 5 и 6 приведены «Сетка качественного теплоснабжения» (СКТ) и расчетные величины потребления тепла при диапазоне температур в помещении от +12°C до +28°C, а также при самом распространенном случае, когда в морозы температура воздуха в помещении снижается до 17°C, а в остальное время, как правило, дома перегреваются до 28°C.

С помощью «Сетки качественного теплоснабжения» можно определить нормативные показатели теплоснабжения для каждой из

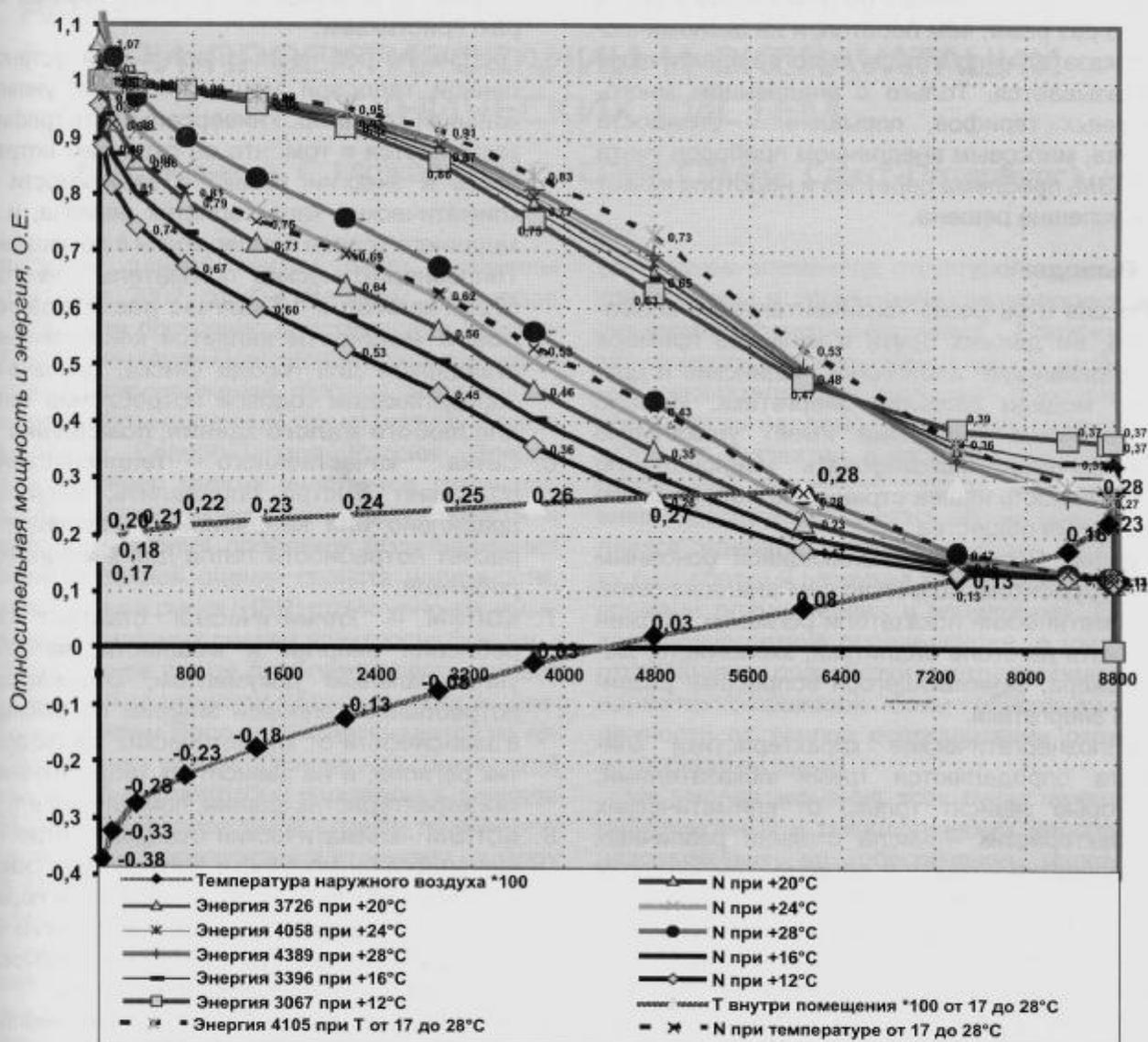


Рис. 6. Сетка качественного теплоснабжения для Омска (N – мощность; энергия приведена в Гкал/год)

заданных температур наружного воздуха и температур воздуха внутри помещений. На рисунке 5 можно определить годовое потребление тепла в зависимости от принятой температуры воздуха в помещении. Так, при температуре внутреннего воздуха +20°C расчетное потребление тепла должно составлять 3726 Гкал/год с одной Гкал/час расчетной тепловой мощности отопления и горячего водоснабжения.

Из-за отсутствия регуляторов температуры на каждом отопительном приборе и неэффективности систем качественного и количественного регулирования реальный отпуск тепла приводит как к значительному недогреву, так и значительному перегреву воздуха в помещении. Однако из-за короткого периода низких температур, недогрев до +17°C стал «терпимой нормой для общества» и практически не виден в годовом отпуске тепла. С другой стороны, в течение

года происходит массовый перегрев до +28°C с ростом годового потребления тепла на 10% (до 4105 Гкал/год).

Перетоп помещений является одной из самых распространенных причин перерасхода топлива в системе. Энергоснабжающие организации, конечно, не возражают против перетопов, так как в течение года без особого труда можно перевыполнить годовую программу по отпуску тепла. В условиях отсутствия приборов учета и относительно низких цен на тепло наш российский потребитель регулирует температуры в помещении с помощью форточки. Проблема снижения перетопов является одной из самых сложных в теплоэнергетике, так как требует массовой установки регуляторов температуры на каждом отопительном приборе. В условиях отсутствия штрафных санкций как к потребителю, так и к производителю тепловой энергии,

недотоп в существенных объемах происходит в 10...15 раз реже, чем перетоп, и на экономических показателях по отпуску энергии практически не сказывается. Только с внедрением многоставочных тарифов, повышением стоимости топлива, массовым внедрением приборов учета и КСПЭМ, проблема перетопа и недотопа может быть успешно решена.

Выводы

1. Россия с ее резко континентальным климатом, не должна брать в качестве примера американские, английские, чилийские и другие модели развития энергетики. Именно Российская энергетика имеет уникальную возможность использовать национальную особенность нашей страны – холод, во благо развития общества.
2. График Росандера, являющийся основным инструментом, позволяющим анализировать климатические показатели регионов, должен лежать на столе аналитика, экономиста, менеджера, занимающегося вопросами развития энергетики.
3. Теплоэнергетические характеристики климата определяются тремя показателями, которые зависят только от климатических характеристик – числа стояния различных температур воздуха в регионе, температуры воды в «холодном источнике» и принятой для региона нормативной температуры воздуха внутри помещения. Они не зависят от теплофизических характеристик зданий.

Первый показатель – климатическое число (часов) расчетного максимума нагрузок от отопления и горячего водоснабжения – КНмах.

Второй показатель – климатический коэффициент эффективности использования базы и пика – КЭБП.

Третий показатель – климатический стандарт потребления энергии и мощности – КСПЭМ.
4. Применение показателей «первая реперная точка» и «вторая реперная точка» позволяет унифицировать расчеты энергетических характеристик региона и производить сравнение технико-экономических показателей при производстве тепловой энергии для

районов с различными климатическими характеристиками.

5. График потребления энергии для установленной тепловой мощности носит универсальный характер. Универсальность графика заключается в том, что он отражает потребность в энергии только в зависимости от климатических характеристик региона, и от заданного уровня температуры в помещении. Теплоэнергетический показатель климата – **3726 Гкал/год с 1 Гкал/час расчетной тепловой мощности** является климатическим стандартом для города Омска, однозначным определяющим годовое потребление тепла для **любого жилого здания, помещения**.
6. Сетка качественного теплоснабжения позволяет быстро определить, насколько правильно или неправильно производится расчет потребности тепла для каждого потребителя.
7. **КСПЭМ** – климатический стандарт потребления энергии и мощности, является универсальным документом, отражающим потребление тепловой энергии по месяцам в зависимости от климатических характеристик региона, и не зависит от теплотехнических характеристик здания, помещения и т. д.
8. **КСПЭМ** – климатический стандарт потребления энергии и мощности должен быть основным документом для планирования и нормирования потребления тепловой энергии как для потребителей, так и для производителей тепловой и комбинированной энергии.
9. **КСПЭМ** совместно с СКТ позволяет выявить узкие места, разногласия в вопросах качественного теплоснабжения и электроснабжения потребителей комбинированной энергии от ТЭЦ и обеспечивать экономию топлива до 75% от расхода топлива по котельной.

Однако для обеспечения такого технологического и экономического эффекта необходимо устранить глубинные основы политического субсидирования потребителей электрической энергии за счет потребителей тепловой энергии.

Литература

1. Климат Омска / Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Омская гидрометеорологическая обсерватория. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 248 с.