
ПРИРОДА И ОБЩЕСТВО

В. В. КЛИМЕНКО, А. Г. ТЕРЕШИН

МИЛЛИАРД ТОНН ТОПЛИВА ДЛЯ РОССИИ – МЕНЬШЕ, ЧЕМ НЕОБХОДИМО*

На основе оригинального подхода к расчету оптимальной потребности в энергии с учетом климатических и географических условий стран и регионов сделана оценка энергопотребления федеральных округов России. Показано, что в настоящее время практически все регионы, включая присоединенный Крым, являются энергодефицитными – для достижения уровня развитых экономик в природных условиях России необходимо увеличить потребление энергии минимум в 2 раза. Только Уральский округ, благодаря своим громадным углеводородным ресурсам, находится на нижней границе энергодостаточности. Целевые показатели Энергетической стратегии России на период до 2030 г. не смогут обеспечить оптимального уровня энергопотребления регионов, а международные программы по охране климата могут стать серьезным препятствием для дальнейшего повышения потребления энергии и еще одним источником разногласий России и мирового сообщества.

***Ключевые слова:** оптимальное энергопотребление, географическое положение, Россия, федеральные округа, Энергетическая стратегия до 2030 г., международные обязательства по охране климата.*

Введение

Потребление энергии на душу населения является важнейшим экономическим и социальным детерминантом, полностью определяющим не только уровень жизни населения конкретной страны,

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки (базовая и проектная части госзадания), РФФИ (гранты 13-08-00872 и 15-08-01225), РНФ (грант 14-19-00765) и РГНФ проект 15-37-11129 а(ц).

но и, по-видимому, этап исторического развития, на котором эта страна находится. Действительно, в наиболее богатых странах мира на душу населения приходится сейчас 10–14 т у. т./год (США, Канада, Норвегия), в беднейших же данный показатель едва достигает 0,3–0,4 т у. т./год (Бангладеш, Мали, Чад). Не вызывает сомнения, что большинство стран должны будут в ближайшие десятилетия значительно увеличить потребление энергии, с тем чтобы обеспечить своим гражданам достойные условия существования. Однако где лежат разумные асимптоты энергопотребления, отличаются ли они для разных стран и от каких причин это зависит – на все эти вопросы в настоящее время нет определенного ответа. Между тем такой ответ остро необходим, поскольку с дальнейшим ростом потребления энергии и сопутствующей ему эмиссии парниковых газов (в первую очередь диоксида углерода) связано решение одной из центральных проблем современности – проблемы глобальных изменений климата.

Методология

Более 20 лет назад нами была предпринята попытка определить оптимальные или предельные уровни потребления энергии разных стран, минуя традиционную схему, ядром которой являются представления о развитии экономики (Клименко 1994: 319–332). При этом мы исходили из представления, что потребление энергии служит удовлетворению базовых потребностей человека и в первую очередь – защите от голода, жажды, жары и холода. Очевидно, что реализация перечисленных потребностей должна зависеть от природных условий, прежде всего от климата. Сейчас, двадцать лет спустя, у нас есть возможность в полной мере проверить это предположение с использованием доступных архивов информации по удельному потреблению энергии e в 1950–2012 гг. и среднегодовой температуре воздуха T_a в различных странах мира.

Для того чтобы избежать проблем, связанных с неустойчивостью статистики для малых стран, нами использовались данные преимущественно для государств, население которых превышает 2 млн человек. Анализ временных рядов удельного энергопотребления позволяет заключить, что во многих странах мира (сейчас их число превышает 40) потребление энергии на душу населения почти не изменяется в течение последних 20–25 лет (рис. 1).

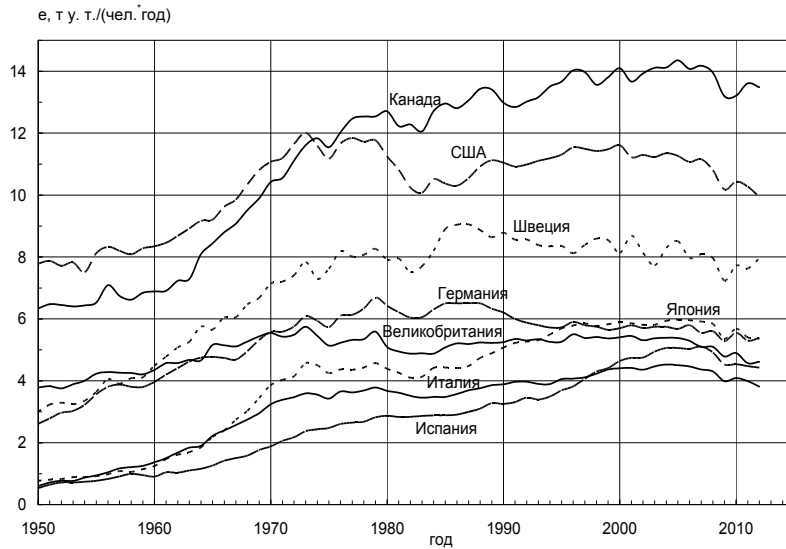


Рис. 1. Потребление энергии на душу населения в развитых странах мира в 1950–2012 гг. (BP Statistical... 2014)

Таким образом, есть основания утверждать, что в этих странах действительно, как мы предполагали, достигнут некий оптимальный (или предельный) уровень потребления энергии, обеспечивающий исполнение базовых потребностей человека. Общество, в котором этот уровень достигнут, по терминологии Д. Белла или У. Ростоу (Rostow 1960) принято называть постиндустриальным или информационным. Оказывается, что удельное потребление энергии в постиндустриальном обществе e_{∞} обнаруживает сильную и ясно выраженную зависимость от среднегодовой температуры вплоть до $T_a = 17^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). Эта зависимость выражается следующим простым соотношением:

$$e_{\infty}(\text{т у. т./чел.}\cdot\text{год}) = \begin{cases} 9,3 - 0,4T_a & \text{при } T_a < 17^{\circ}\text{C}, \\ 2,5 & \text{при } T_a > 17^{\circ}\text{C} \end{cases} \quad (1)$$

Поистине удивительным, по крайней мере на первый взгляд, кажется то, что энергопотребление стран, различающихся типом экономики, структурой импорта/экспорта энергоресурсов, стереотипом потребления, наконец, культурными традициями, описыва-

ется в пределах 25 % единым соотношением, не содержащим в явном виде экономических характеристик. Снижение e_{∞} с возрастанием T_a объясняется уменьшением расхода энергии на отопление, который в высокоширотных развитых странах достигает 50 % от общей величины энергопотребления, уменьшением удельных (на тонно-километр) транспортных затрат, расхода энергии на производство единицы сельскохозяйственной продукции и т. д.

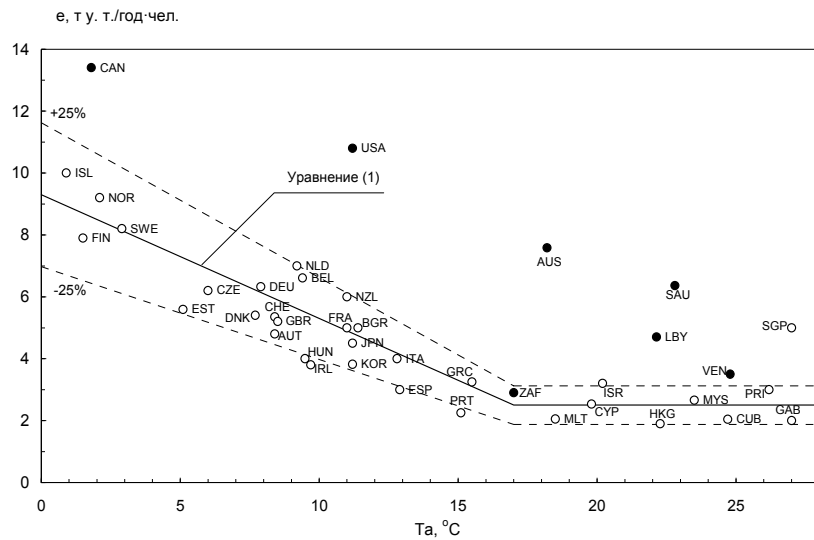


Рис. 2. Зависимость удельного потребления энергии e в постиндустриальном обществе от среднегодовой температуры воздуха T_a . Сокращенные обозначения стран соответствуют терминологии ООН

При $T_a \geq 17^\circ\text{C}$ потребность в отоплении отпадает и e_{∞} перестает зависеть от температуры. Многие исследователи склонны полагать, что при высоких T_a следует ожидать возрастания e_{∞} в связи с большими расходами энергии на кондиционирование воздуха. Однако, как показывает рис. 2, в действительности ничего подобного не происходит или, во всяком случае, пока не было зафиксировано. Вместе с тем на рис. 2 имеется группа точек (темные символы), которая заметно отклоняется от обобщающей зависимости (1). При более пристальном рассмотрении оказывается, что все эти точки относятся к большим государствам, территория которых составляет по меньшей мере $0,9$ млн км². На рис. 3 тот же набор

данных представлен в виде $e^*/e_\infty = f(S_e)$, где e_∞ вычисляется по формуле (1), а S_e – «эффективная» площадь страны. Понятие эффективной площади вводится затем, чтобы учесть реальную часть территории, приспособленную для заселения ее людьми. В результате специально проведенного исследования нами было установлено, что плотность населения падает практически до нуля на территориях, расположенных в Северном полушарии к северу от среднегодовой изотермы $T_a = -2$ °С (в Южном полушарии к югу от указанной изотермы постоянное население вообще отсутствует), и на высотах свыше 2000 м над уровнем моря. С учетом этих ограничений эффективная площадь страны, на которой и происходит интересное нас потребление энергии, может быть существенно меньше фактической: так, для Канады она составляет 3,64 млн км² (фактически 9,98 млн км²), для США – 7,89 млн км² (9,36 млн км²), для России – 5,51 млн км² (17,08 млн км²). Возвращаясь к рис. 3, увидим, что потребление энергии в 38 странах, вошедших в стадию постиндустриального развития, описывается единой зависимостью:

$$e^*/e_\infty = \begin{cases} 1 & \text{при } S_e < 0,5 \text{ млн км}^2, \\ 1,26 \cdot S_e^{1/3} & \text{при } S_e > 0,5 \text{ млн км}^2. \end{cases} \quad (2)$$

Теперь настала пора ответить на вопрос: почему большие государства потребляют больше энергии? Во-первых, возрастают расходы энергии на транспорт, в том числе самих энергоресурсов – в работе (Darmstadter *et al.* 1977) показано, что США из-за этого приходится тратить на единицу валового продукта на 20 % больше энергии, чем европейским странам. Вторая причина не столь очевидна, но, на наш взгляд, еще более важна, чем первая. Дело в том, что в больших государствах неизбежно имеются территории с более или менее благоприятными природными условиями. Для того чтобы поддерживать необходимый уровень социального равенства, федеральное правительство вынуждено перераспределять часть произведенного продукта в пользу маргиналов. Это лишает наиболее динамичную часть общества естественных стимулов, ведет к потере эффективности и, как следствие, перерасходу энергии.

Анализ рис. 3 показывает, что имеется всего одна «экспериментальная» точка – Сингапур, не подчиняющаяся общей логике. Однако и этот факт, на наш взгляд, обусловлен скорее проблемами статистики. Дело в том, что в наших расчетах использовалось насе-

ление Сингапура де-юре (4,27 млн чел. в 2005 г.), население же де-факто существенно больше, поскольку страну ежегодно посещают 13 млн иностранцев. В результате реальное потребление энергии на душу населения должно быть значительно меньше вычисленного по данным официальной статистики. Таким образом, уравнение (2) является универсальным и устанавливает связь уровня удельного потребления энергии с природными – климатическими и географическими – условиями. Это чрезвычайно важный факт, значение которого выходит далеко за рамки естественных наук и имеет смысл с точки зрения историографии и культурологии. Здесь имеется в виду давняя, продолжающаяся еще со времен И. Канта и Ф. Шлегеля, дискуссия о соотношении общего и особенного, глобального и локального в истории развития цивилизации. Кантовская схема обращает внимание на общность исторического процесса, в то время как подход Шлегеля, получивший значительное развитие в современной историографии, основан на учении о независимых локальных культурах (цивилизациях).

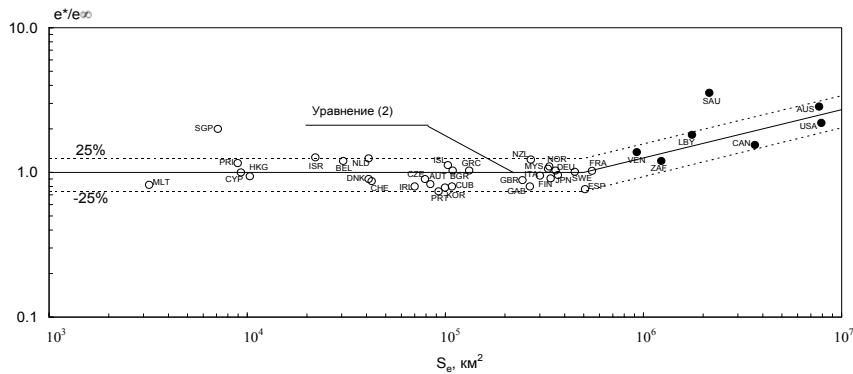


Рис. 3. Зависимость удельного потребления энергии e^*/e_∞ в постиндустриальном обществе от эффективной площади страны S_e . Для Гонконга, Мальты и Сингапура площадь увеличена в 10 раз. Сокращенные обозначения стран соответствуют терминологии ООН

Сейчас появилась возможность предложить вариант решения этого спора исходя из естественно-научных представлений, и этот ответ таков, что с глобально-экологической точки зрения все страны в фазе постиндустриального общества ведут себя совершенно одинаково, и в этом смысле мировая цивилизация едина и недели-

ма. Единство процесса потребления никак не должно восприниматься как факт обнадеживающий, так как может означать лишь то, что в современном постиндустриальном обществе налицо частичная утрата культурного многообразия, коль скоро стереотип потребления, несомненно, составляет важный элемент общей культуры. Можно также утверждать, что формирование нынешних стандартов потребления прошло полностью по образцу, предложенному западными странами еще 50 лет назад, и это означает, что развивающимся странам, по-видимому, все-таки придется пойти по пути так называемого догоняющего развития, то есть пройти последовательно те же самые стадии, которые уже пройдены странами развитыми.

Концепция догоняющего развития в практическом плане позволяет создать надежный фундамент для долгосрочного прогноза развития энергетики и связанных с ним глобальных экологических последствий. Эта идея была в полной мере реализована нами при построении так называемых генетических прогнозов развития мировой энергетики (Клименко В. В., Клименко А. В. 1990: 6–11; Клименко, Терешин 2010: 38–44), которые показали впечатляющие результаты в сравнении с данными энергетической статистики за последнюю четверть века. В самом деле, в течение всего этого периода отклонение статистических данных от прогнозных оценок не превышало, как правило, 2–3 %. Для развивающихся стран, которые после 2005 г. стали главными потребителями энергии в мире, этот прогноз выглядит весьма утешительным: в силу того, что эти страны расположены в основном в низких широтах с высокими T_a , для достижения высоких стандартов жизни им нет необходимости наращивать потребление энергии до современного европейского и тем более до американского уровня, как это обычно предполагается (Hafele 1979: 13–34; Бабаев и др. 1984; Special... 2001).

Оценка текущего и перспективного энергопотребления в регионах России

На основании кратко описанного выше научного подхода проведем исследование энергообеспеченности России и ее крупных регионов – федеральных округов.

Основные сведения о федеральных округах России приведены в табл. 1.

Таблица 1

Площадь территории S , численность населения P , средневзвешенные годовые температуры воздуха T_a и удельное энергопотребление e в ФО России (средние значения за период 2000–2010 гг. по данным [ТЭЖ... 2007; Центральная... 2014а; 2014б; Булыгина и др. 2013]), а также расчетные значения $e_{\text{опт}}$ и $e_{0,75}$

ФО	S , тыс. км ²	$S_{\text{эфф}}$, тыс. км ²	P , млн чел.	T_a , °С	e , т у. т./чел.	$e_{0,75}$, т у. т./чел.	$e/e_{0,75}$	$e_{\text{опт}}$, т у. т./чел.	$e/e_{\text{опт}}$
Дальнево-сточный	6215,9	816	6,6	3,3	6,0	13,3	0,46	17,8	0,34
Приволжский	1038,0	1038	30,7	5,1	5,6	12,1	0,46	16,2	0,35
Северо-Западный	1677,9	1263	13,8	5	6,0	12,2	0,50	16,2	0,37
Сибирский	5114,8	615	19,7	1,2	7,6	14,7	0,52	19,6	0,39
Уральский	1788,9	689	12,2	3,2	13,9	13,4	1,04	17,8	0,78
Центральный	650,7	651	38,1	6,2	4,5	11,4	0,40	15,2	0,30
Южный	589,2	439	22,9	10,4	3,6	8,6	0,42	11,4	0,32
Россия	17075,4	5510	144,15	5,4	6,5	11,9	0,55	15,8	0,41

Средние температуры воздуха на территории ФО, которые приведены в таблице 1, рассчитывались как средневзвешенные по численности населения регионов (Центральная... 2014б), составляющих ФО, значения средней годовой температуры воздуха на метеостанциях, расположенных вблизи административных центров регионов за период 2000–2010 гг. (Булыгина и др. 2013).

Оптимальные значения энергопотребления $e_{\text{опт}}$ и $e_{0,75}$ для федеральных округов рассчитаны по соотношениям (1)–(2).

Объемы и структура потребления энергии в ФО в 2000–2009 гг. по данным (ТЭЖ... 2007; Центральная... 2014а) представлены на рис. 4. Пересчет электроэнергии, выработанной на ГЭС, АЭС и за счет НВИЭ, в первичную энергию проводился исходя из среднего расхода топлива на конденсационных ТЭС России в 330 г у. т./кВтч. Как видно из приведенных данных, за это десятилетие в большинстве регионов уровень энергопотребления существенно не изменился, некоторый рост отмечался лишь в Центральном и довольно существенный – в Уральском округах, а в Приволжском ФО наблюдалось незначительное снижение энергопотребления.

Удельное энергопотребление ФО за период 2000–2009 гг. также отличалось крайне невысокими темпами роста (рис. 5), за исключением показателей Уральского ФО. Средние значения энергопотребления ФО за этот период приведены в табл. 1.

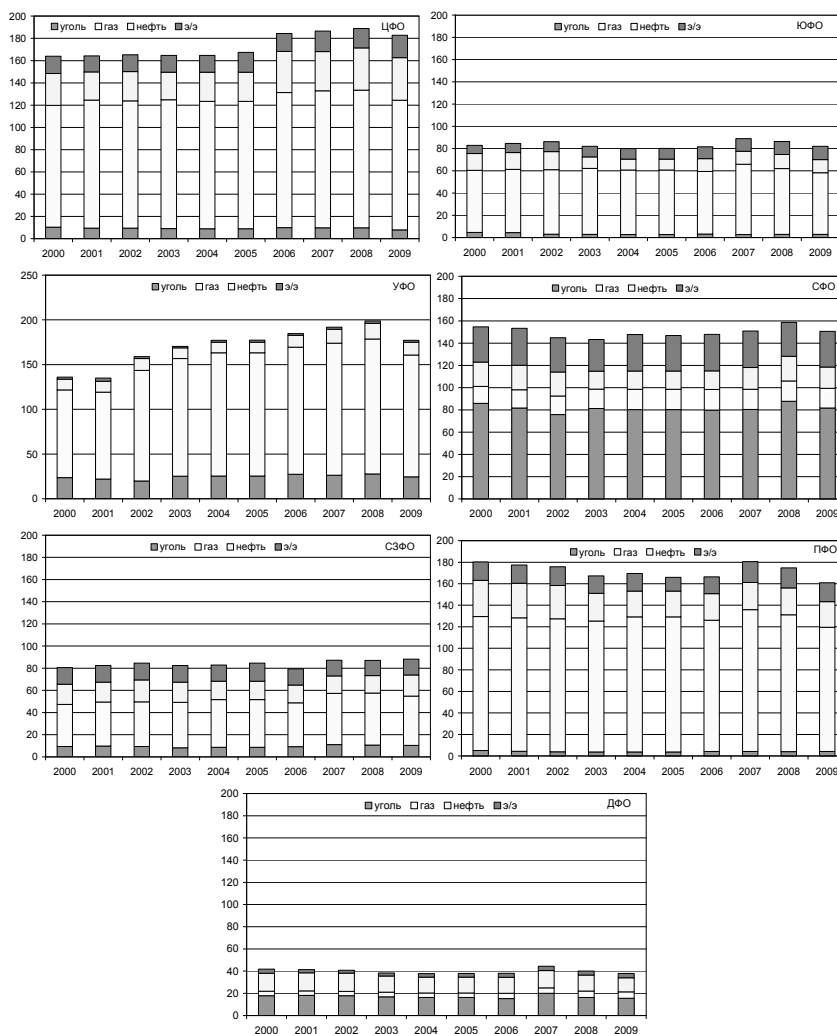


Рис. 4. Объемы и структура энергопотребления ФО в 2000–2009 г. (ТЭК... 2007; Центральная... 2014а)

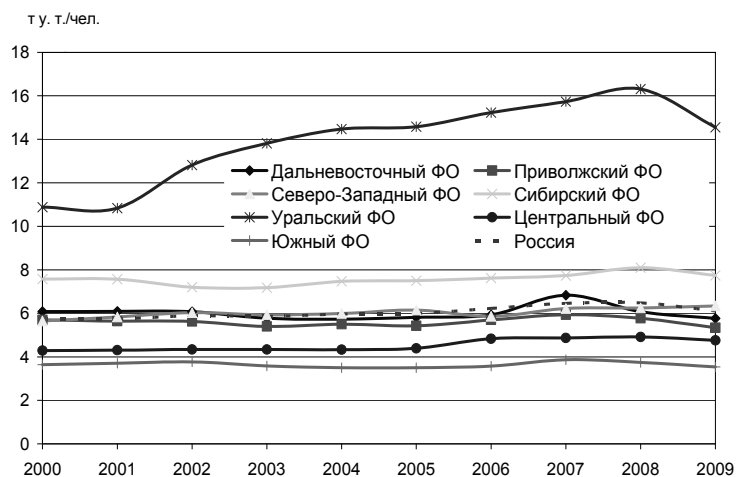


Рис. 5. Динамика удельного энергопотребления ФО в 2000–2009 гг. (ТЭЖ... 2007; Центральная... 2014а)

По данным табл. 1, в 2000–2009 гг. потребление энергии в Центральном и Южном ФО составляло лишь около 40 % от минимально необходимого для обеспечения уровня жизни развитых стран в соответствующих природно-климатических условиях, для Приволжского, Северо-Западного, Дальневосточного и Сибирского ФО этот показатель составляет 45–50 %, и только в Уральском ФО современное энергопотребление даже несколько превышает предполагаемые необходимые значения, но все равно остается на 20 % ниже оптимального уровня. Однако последнее заключение является скорее статистическим артефактом, поскольку не следует забывать, что именно Уральский ФО является основным производителем углеводородного сырья, что, в свою очередь, требует значительных дополнительных расходов энергии на добычу и транспортировку нефти и газа при невысоких потребностях в людских ресурсах. Кроме того, наличие собственных громадных углеводородных запасов приводит к их чрезмерному и расточительному использованию, что подтверждается известным примером ближневосточных стран (Кувейт, Катар, ОАЭ). Таким образом, несмотря на довольно высокие абсолютные цифры энергопотребления, которые вполне сопоставимы или даже превосходят среднеевропейские, все ФО России являются энергодефицитными.

Теперь рассмотрим, насколько действующие стратегические программы в области энергетики в ближайшие десятилетия способны решить проблему энергетического дефицита в регионах России.

В табл. 2 приведены расчетные уровни оптимального энергопотребления для федеральных округов (с использованием прогнозных оценок численности населения [Предположительная... 2013]), а также целевые ориентиры действующей Энергетической стратегии России на период до 2030 г. [Энергетическая... 2009] по увеличению потребления энергии. В этом документе ставится задача 60–70 %-ного роста национального энергопотребления (по сравнению с уровнем 2008 г.), при этом максимальные темпы роста запланированы для Дальнего Востока, а минимальные – для Уральского и Приволжского федеральных округов.

Таблица 2

Потребление энергии E_{2005} (среднее значение за 2000–2009 гг.), численность населения в 2030 г. P_{2030} (Предположительная... 2013), расчетные значения энергопотребления $E_{0,75}$ и $E_{\text{опт}}$, а также целевые показатели Энергетической стратегии (Энергетическая... 2009) для ФО и России в целом

ФО	E_{2005} , млн т у. т.	P_{2030} , млн чел.	Расчет по (1)–(2)		Энергопотребление в 2030 г. E_{2030} [0]							
			$E_{0,75}$, млн т у. т.	$E_{\text{опт}}$, млн т у. т.	E_{2030}/E_{2005}		$E_{\text{мин}}$, млн т у. т.	$E_{\text{мин}}/$ $E_{0,75}$	$E_{\text{мин}}/$ $E_{\text{опт}}$	E_{max} , млн т у. т.	$E_{\text{max}}/$ $E_{0,75}$	$E_{\text{max}}/$ $E_{\text{опт}}$
					min	max						
Дальнево- сточный	39,8	5,5	74	98	1,7	1,9	70	0,96	0,72	79	1,07	0,80
Приволж- ский	171,8	27,8	337	449	1,2	1,4	214	0,64	0,48	250	0,74	0,56
Северо- Западный	84,0	13,8	168	224	1,4	1,6	122	0,73	0,55	140	0,83	0,63
Сибирский	149,9	18,4	271	362	1,4	1,6	218	0,80	0,60	249	0,92	0,69
Уральский	171,0	12,5	167	223	1,3	1,6	231	1,38	1,04	284	1,70	1,28
Централь- ный	173,3	39,8	453	604	1,4	1,6	252	0,56	0,42	288	0,64	0,48
Южный	83,5	24,0	205	274	1,5	1,6	130	0,63	0,48	139	0,68	0,51
Россия	942,7	141,8	1685	2247	1,5	1,7	1367	0,81	0,61	1556	0,92	0,69

В случае выполнения этих стратегических планов радикальное изменение энергообеспеченности ожидается только в наименее населенном Дальневосточном ФО, где энергопотребление в 2030 г. может приблизиться к оптимальному уровню, и в Уральском ФО,

где этот уровень даже может быть превзойден (об особенностях этого региона сказано выше). В Приволжском, Северо-Западном и Сибирском ФО реализация максимального варианта ЭС-2030 приведет к достижению уровня энергопотребления в 55–70 % от оптимального. Наиболее населенные южные и центральные регионы России даже в максимальном варианте получают лишь половину от необходимого им количества энергии.

Что касается минимального варианта ЭС-2030, а именно такой сценарий в настоящее время выглядит более вероятным (Схема... 2013), то его реализация должна лишь приблизить Россию к достижению минимальной планки оптимального энергопотребления развитой страны, расположенной в российских природно-географических условиях.

В 2014 г. впервые с 1945 г. территория нашей страны увеличилась – с присоединением Крыма образовался новый федеральный округ, самый малый и по площади (всего 27 тыс. км²), и по населению (около 2 млн чел.). Следует отметить, что энергопотребление этого нового субъекта федерации, несмотря на благоприятные климатические условия полуострова, составляет лишь 25 % от необходимого (рассчитанного по соотношениям (1)–(2)) – и это после более чем двукратного роста внутреннего потребления энергии в регионе за последние 10 лет его пребывания в составе Украины – с 2,1 млн т у. т. в 2004 г. до 4,7 млн т у. т. в 2013 г., что позволило достичь удельного показателя в 2,4 т у. т./чел. До 90 % энергии поступает на полуостров с материка, в том числе около 40 % – в виде электричества. В результате осложнения российско-украинских отношений проблема энергообеспечения Крыма является одной из наиболее актуальных.

Вместе с Крымом России достался огромный парк мощностей солнечной (263 МВт) и ветровой (67 МВт) энергетики, построенный в регионе за последние годы в сотрудничестве с зарубежными компаниями – всего 330 МВт, что в 3 раза больше, чем было всей электрогенерации на основе НВИЭ в России. В результате в 2012 г. на долю НВИЭ пришлась половина собственной генерации электроэнергии на полуострове, правда, в суммарном энергопотреблении доля возобновляемых источников составляет лишь около 3 % (рис. 6). Как видно из рис. 6, такое же положение с НВИЭ и в другом южном регионе России, Краснодарском крае, в то время как в ряде зарубежных стран и регионов с аналогичными климатиче-

скими условиями (Испания, Калифорния) доля этих источников составляет 10–15 %. Таким образом, у Крыма есть все предпосылки, чтобы стать полигоном для внедрения новых энергетических стандартов.

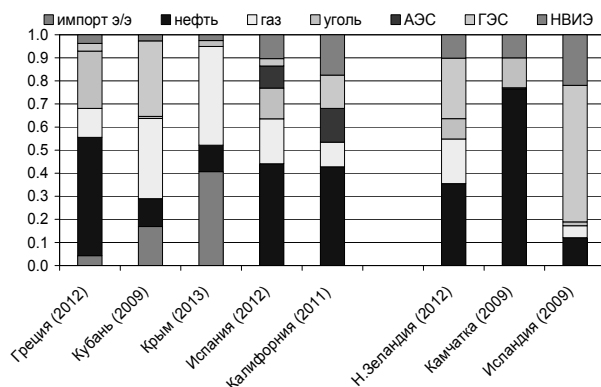


Рис. 6. Структура энергопотребления некоторых стран и регионов России (ТЭК... 2007; Центральная... 2014а; Государственный... 2014)

Выводы

Россия ввиду своего исключительно холодного климата и громадной территории занимает совершенно особое положение среди всех стран мира. Даже с учетом того, что ее эффективная территория более чем в три раза меньше фактической (5,51 против 17,08 млн км²), предельная величина энергопотребления, рассчитанная по соотношению (2), составляет 15,8 т у. т./год чел., что почти в 2,5 раза превышает современный уровень и существенно превосходит уровни США, Канады или Швеции (см. рис. 1). Вряд ли кто-нибудь сейчас согласится с этой цифрой, тем более что и без того Россия традиционно считается страной с высоким уровнем потребления энергии. Однако все сказанное выше позволяет заключить, что это традиционное представление, основанное на сопоставлении абсолютных цифр без учета реальных природных условий, является глубоким заблуждением. За обладание огромным пространством с чрезвычайно холодным климатом приходится платить очень высокую цену. России для того, чтобы достичь стандартов жизни развитых стран, необходимо значительно увеличить потребление энергии. Это требование вступает в противоречие с обязательствами стран в соответствии с Климатической конвен-

цией 1992 г. и Киотским протоколом 1997 г., которые, по сути, налагают запрет на рост эмиссии парниковых газов и, следовательно, на наращивание потребления органического топлива. Сейчас в мире идет активная разработка стратегии дальнейшего сокращения эмиссии парниковых газов, которая предполагает сокращение эмиссии CO₂ в России и развитых странах на 20 % к 2020 г. и на 80 % к 2050 г. от уровня 1990 г. (ОЕСД... 2012). Необходимо преодолеть сложившееся заблуждение и четко осознать, что стартовые позиции России и развитых стран в вопросах динамики потребления энергии, эмиссии парниковых газов, охраны климата являются совершенно различными, скажем больше – чаще всего противоположными. Если Россия все-таки намерена продолжать движение к стандартам жизни высокоразвитых стран, то она в течение многих десятилетий не сможет принимать на себя никаких обязательств по сокращению эмиссии парниковых газов и сдерживанию энергопотребления. Без сомнения, неизбежный отказ от сокращения эмиссии очень скоро может стать дополнительным источником геополитической напряженности, когда процесс глобального потепления, почти остановившийся в последние 15 лет, возобновится с новой силой.

Литература

Бабаев, Н. С., Демин, В. Ф., Ильин, Л. А. и др. 1984. *Ядерная энергетика, человек и окружающая среда*. 2-е изд. М.: Энергоатомиздат.

Булыгина, О. Н., Разуваев, В. Н., Трофименко, Л. Т., Швец, Н. В. 2013. *Массив данных среднемесячной температуры воздуха на метеорологических станциях России*. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. URL: http://www.meteo.ru/climate/sp_clim.php.

Государственный комитет статистики Украины. 2014. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Клименко, В. В. 1994. Влияние климатических и географических условий на уровень потребления энергии. *Доклады РАН* 339(3): 319–332.

Клименко, В. В., Клименко, А. В. 1990. Приведет ли развитие энергетики к климатическому коллапсу? *Теплоэнергетика* 10: 6–11.

Клименко, В. В., Терешин, А. Г. 2010. Мировая энергетика и глобальный климат после 2100 г. *Теплоэнергетика* 12: 38–44.

Предположительная численность населения России до 2030 г. Статистический бюллетень. М.: Росстат, 2013.

Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2013–2019 гг. Утв. приказом Минэнерго от 19 июня 2013 г. № 309.

ТЭЖ и экономика регионов России. Т. 1–7. М.: ИД «Энергия», 2007.

Центральная база статистических данных. Основные показатели деятельности отдельных отраслей экономики. М.: Росстат, 2014а. URL: <http://www.gks.ru>.

Центральная база статистических данных. Демография. М.: Росстат, 2014б. URL: <http://www.gks.ru>.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. Утв. расп. Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.

BP Statistical Review of World Energy. 63rd ed. 2013. June. London: BP p.l.c., 2014.

Darmstadter, J. et al. 1977. *How Industrial Societies Use Energy. Resources for the Future*. N. Y.: John Hopkins Press.

Häfele, W. 1979. A Perspective on Energy Systems and Carbon Dioxide. In Williams, J. (ed.), *Carbon Dioxide, Climate and Society. IIASA Proc. Series: environment 1*: 21–34. N. Y.: Pergamon Press.

Rostow, W. W. 1960. *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge: Cambridge University Press.

Special Report on Emission Scenarios. IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. Paris: OECD Publishing, 2012.