

© 2017 г.

Александр Косариков

доктор экономических наук, профессор Российской академии народного хозяйства и государственной службы, научный руководитель автономной некоммерческой организации

(АНО) «Институт консалтинга экологических проектов»

(e-mail: kosarikov@gmail.com)

Петр Гежес

консультант-аналитик АНО «Институт консалтинга экологических проектов»

ДИНАМИКА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОМУ ЭТАПУ РАЗВИТИЯ

На основе анализа показателей энергопотребления стран с разными уровнями развития экономики определен характерный «перегиб» зависимости энергопотребления от экономического роста и рассматривается процесс насыщения энергопотребления при переходе к постиндустриальной структуре экономики. Прогнозируются двукратное повышение спроса на энергию в первой половине века и стабилизация глобального объема энергопотребления на уровне 19–21 млрд тн н.э. при доминировании ископаемых углеводородных энергоресурсов.

Ключевые слова: постиндустриальная экономика, структура валового национального продукта, энергопотребление, энергоресурсы, альтернативная энергетика.

Современные процессы дематериализации и связанные с постиндустриальной реальностью демографические тенденции вызывают системные изменения в сфере энергопотребления.

Процессы перехода к постиндустриальному доминированию услуг в структуре ВВП для большинства стран соответствуют достижению уровней ВВП в 15–25 тыс. долл. США на душу населения. В этом экономическом интервале сектор услуг в структуре ВВП большинства стран-энергопотребителей достигает 55–60%, а темпы роста энергопотребления начинают существенно отставать от роста экономики. В экономически развитых странах с высокой долей услуг (более 60% ВВП), отмечается энергетическое «насыщение», нивелируется корреляция энергопотребления с динамикой экономического развития.

Стабилизационные процессы в энергопотреблении в странах с постиндустриальной экономикой связаны и с падением темпов демографического роста. Изменения в планировании семьи в экономически развитых постиндустриальных странах во многом обусловлены ростом издержек и времени на обучение для обеспечения высокой квалификации, гарантирующей сохранение или повышение уровня жизни при смене поколений в условиях конкуренции на постиндустриальном рынке труда.

Тенденции изменения показателей энергопотребления в процессе экономического развития находят свое отражение в характерных особенностях дифференциации статистических показателей [1, 2, 3, 4, 5, 6] стран-энергопотребителей с различными уровнями экономического развития (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1

Страновые показатели энергопотребления в зависимости от подушевого ВВП

	Страна	ВВП/чел., тыс. долл. США	Энергопотребление/чел., тыс. тн. н. э.
1.	Индия	1,5	0,5
2	Индонезия	3	0,7
3.	Египет	3	1
4.	Китай	5	2,1
5.	Украина	3,5	2,6
6.	Иран	5	2,4
7.	Мексика	9,2	1,6
8.	Аргентина	10	2,1
9.	Россия	11	3,8
10.	Бразилия	11	1,4
11.	Турция	10,5	1,6
12.	Польша	12,5	2,6
13.	Венесуэла	12	2,8
14.	Чехия	18,5	4
15.	Словакия	24	3,1
16.	Португалия	21	2,3
17.	Южная Корея	21	4,4
18.	Саудовская Аравия	18	
19.	Греция	25	2,4
20.	Испания	31	2,9
21.	Италия	35,5	2,6
22.	Великобритания	38	3,1
23.	Франция	42,5	3,9
24.	Германия	43	4
25.	Япония	45	3,7
26.	Австрия	48	3,9
27.	Канада	46	8,2
28.	Австралия	46	4,8
29.	Финляндия	48,5	4,7
30.	США	48,5	6,7

Таблица 1 (окончание)

	Страна	ВВП/чел., тыс. долл. США	Энергопотребление/чел., тыс. тн. н. э.
31.	Швеция	53,2	3,9
32.	Нидерланды	50	5,1
33.	Норвегия	80	3,5
34.	Дания	60,3	3,2
35.	Швейцария	76	3,1
36.	Казахстан	8,2	3,6
37.	Израиль	30	2,8

Таблица 2

Зависимость доли услуг в ВВП от подушевого показателя ВВП

ВВП/чел., тыс. долл. США	Доля услуг в ВВП, %
5	27
15	51
25	63
35	73,5
45	74
55	74,5
75	74

Таблица 3

Показатели вклада альтернативных источников в обеспечение энергопотребления в зависимости от подушевого показателя ВВП

ВВП/чел., тыс. долл. США	Вклад альт. источников в обеспечение энергопотребления, тыс. тн.н.э.
2,5	0,02
7,5	0,2
12,5	0,5
17,5	0,8
22,5	0,6
27,5	0,6
32,5	0,5
37,5	0,6
42,5	1,2
47,5	0,9
57,5	1,4
62,5	0,7

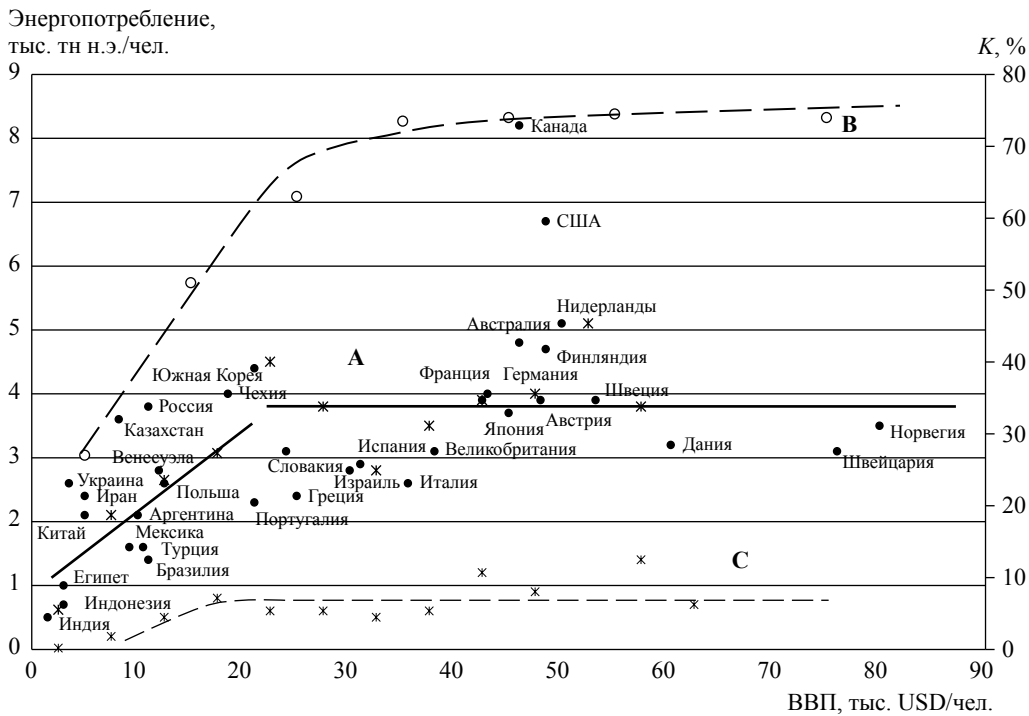


Рис. 1. Показатели энергопотребления (тыс. тн/чел.)

А. Распределение страновых показателей энергопотребления (тыс. тн/чел.) в зависимости от подушевого ВВП (тыс. USD/чел.);

В. Зависимость доли услуг в ВВП (проценты) от подушевого показателя ВВП;

С. Распределение средних значений показателей вклада альтернативных источников в обеспечение энергопотребления.

Результаты обработки статистических данных [3, 4, 5, 6, 7, 8] по энергопотреблению и соответствующим показателям ВВП в пересчете на душу населения для группы стран, обеспечивающих более 75% мирового потребления энергии, представлены на рис. 1. Для сравнительного анализа представлены усредненная функциональная зависимость доли услуг от экономического роста и распределение средних значений вклада альтернативных источников энергии, суммарно АЭС, ГЭС и ВИЭ.

Дифференциация статистических данных о подушном энергопотреблении в странах с разными уровнями состояния экономики позволяет выделить основные тенденции, связанные с экономическим развитием.

На этапе индустриального развития, характерного для развивающихся стран в интервале значений подушевого ВВП от 1 до 20 тыс. долл. на чел. в качестве обобщенной закономерности можно выделить практически линейный характер корреляции роста энергопотребления и экономического уровня. Вместе с тем в этом экономическом интервале показатели энергопотребления существенно зависят от отраслевой специализации

экономик различных стран, достигнутого уровня применяемых технологий, географического положения и климатических условий. В связи с перечисленными факторами обобщенная корреляционная зависимость роста энергопотребления от уровня экономики из-за особенностей условий различных стран экономики носит размытый характер. Регрессионная линейная аппроксимация распределения энергопотребления, полученная в виде:

$$P[\text{тыс. тн н.э./чел.}] = 0,98 + 0,125 W [\text{тыс. долл./чел.}],$$

отражает тенденцию линейного роста энергопотребления с ВВП с высоким среднеквадратичным отклонением, около 0,61 тонн в нефтяном эквиваленте. Линейный характер связи энергопотребления с изменением экономического уровня более четко выражен последовательностью средних значений подушевого энергопотребления. Средние значения энергопотребления $\bar{P}_\Delta$, относящиеся к населению стран с экономическим уровнем в пределах выбранного для усреднения интервала ВВП — ΔW , определяются выражением:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i N_i}{\sum_{i=1}^n P_i},$$

где P_i и N_i — подушевое энергопотребление и население i -ой страны, попадающей в группу Δn стран с показателями ВВП в пределах заданного интервала ΔW на каждом шаге усреднения.

Аналогичным образом [7] по средним показателям получена функциональная зависимость доли услуг в структуре ВВП от экономического уровня стран энергопотребителей.

При выходе стран на уровень экономики, характерный для этапа постиндустриального развития: $W > 20$ тыс. долл. на душу населения, доля услуг в ВВП превышает 60%, характер страновых показателей изменяется. *Основными особенностями являются «перегиб» формы распределения, энергетическое насыщение, отсутствие на этом этапе выраженной корреляции роста экономики и энергопотребления.* Этот процесс насыщения энергопотребностей отражается и в последовательности усредненных показателей $\bar{P}_\Delta$ (привязаны к середине выбранных интервалов усреднения: $\Delta = 5$ тыс. долл./чел.).

Значительно выше границы распределения находятся показатели энергопотребления двух крупнейших в этом экономическом секторе стран-экспортеров углеводородов: США и Канады. Нетипичная для большинства стран-энергопотребителей энергетическая расточительность характерна для крупных экспортеров энергетического сырья и продуктов переработки углеводородов вне зависимости от

показателей экономического развития. Возможно, на статистические данные влияют и особенности методологии учета, включение в показатели суммарного энергопотребления для стран-экспортеров части проходящих через производство энергетических продуктов, предназначенных на экспорт.

Линейное регрессионное моделирование границ и уровня распределения показателей энергопотребления в пересчете на душу населения в экономическом секторе стабилизации потребления энергии позволяет аппроксимировать зависимость $P(W)$ в виде:

$$P = \text{const} = 3,8 \text{ тн н.э. / чел.}$$

при $W \geq 22$ тыс. долл./чел.

Средне-квадратичное отклонение в границах распределения от модельной величины около 16%. Процессы стабилизации объема подушевого энергопотребления позволяют использовать линейную регрессионную модель оценочного прогноза показателей энергопотребления для стран, включившихся в постиндустриальный этап развития, и для прогноза общего объема глобального энергопотребления ($P_{\text{гл}}$)

$$P_{\text{гл}} = \sum_{i=1}^n P_i N_i \approx P \sum_{i=1}^n N_i,$$

где P_i и N_i – энергопотребление на душу населения и население i -ой страны;

n – общее число стран – энергопотребителей;

P – модельное значение уровня насыщения подушевого энергопотребления в постиндустриальных странах.

В процессе экономического развития и выхода экономики стран на постиндустриальный уровень происходит и замедление темпов демографического роста до показателей, характерных для постиндустриальных стран в пределах процента в год. Прогноз ООН [4] для низких уровней воспроизводства населения, характерных для развитых стран, предполагает вероятный максимум численности мирового населения в 8–8,5 млрд человек к середине нынешнего столетия. С учетом высоких темпов развития ряда крупнейших стран вероятен их выход в течение ближайших десятилетий в постиндустриальную стадию развития. Таким образом, к 30–40 гг. практически все основные энергопотребители, в том числе Китай и Индию, т.е. свыше 60% населения Земли, будут сосредоточены в странах с постиндустриальной структурой и уровнем экономики, с соответствующими показателями подушевого энергопотребления.

На основании представленных модельных оценок глобальное энергопотребление к середине века составит 19–21 млрд тонн в нефтяном эквиваленте, т.е. в два раза превысит уровень мирового потребления энергии

в настоящее время. Полученная оценка соответствует прогнозной величине глобального энергопотребления на 2040 г., следовавшей из показателей детального секторального анализа [8]. В соответствии с отсутствием тенденций роста энергопотребления на постиндустриальном этапе экономического развития представляется вероятным сохранение предельного уровня в рамках прогнозируемого интервала ограничений до конца столетия.

Доля альтернативных энергоресурсов в общем энергопотреблении стран с постиндустриальной структурой экономики, варьируется на уровне 15–20%, оценивалась соотношением средних значений вкладов альтернативных источников в общее энергопотребление в интервале подушевых величина ВВП, характерных для постиндустриального развития (от 20 до 60 тыс. долл. на чел.). Тенденции системного изменения доли альтернативной энергии с ростом экономики не проявляются. Представляется вероятным формирование благоприятных для развития альтернативной энергетики конъюнктурных условий с прогнозируемым системным ростом спроса на энергию в процессе перехода мировой экономики в постиндустриальную фазу развития. Усиление спроса практически в два раза в условиях ограниченности ископаемых энергетических ресурсов стимулирует появление и возрастание конкурентных преимуществ альтернативных видов энергоисточников.

Анализ изменений характеристик распределения страновых статистических показателей энергопотребления с ростом экономики позволяет выделить ряд особенностей перехода экономики к постиндустриальному развитию. Этот переход связан с преодолением экономического барьера и соответствующим индустриальному периоду ростом энергопотребления пропорционально увеличению ВВП.

Для постиндустриальных стран, достигших высокого уровня развития экономики (с ВВП на душу населения более 20 тыс. долл. США) характерен режим энергетического «насыщения», означающего сохранение объемов потребления энергии при дальнейшем росте ВВП. Вероятное максимальное значение объемов глобального спроса на энергию — при достижении к середине века доминирования постиндустриальной экономики в странах-крупных энергопотребителях — можно ожидать на уровне 19–21 млрд тонн в нефтяном эквиваленте (в два раза больше показателя глобального энергопотребления в настоящее время). В обеспечении глобальных энергопотребностей доминирующая роль сохраняется за ископаемым углеводородным энергетическим сырьем (около 80–85%). Вероятно развитие альтернативной энергетики в течение двух-трех десятилетий с ростом ее конкурентной привлекательности в условиях системного роста спроса на энергию.

Литература

1. BP Statistical Review of World Energy 2014. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energyeconomics/...>
2. Global Energy Statistical Yearbook 2015. <https://yearbook.enerdata.ru/>
3. Тенденции в энергобалансе крупнейших стран мира. <http://spydell.livejournal.com/547898.html>
4. ООН: Прогноз численности населения мира. <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.html>
5. The World Bank: World Development Indicators. <http://www.worldbank.org/>
6. *Родионова И. А.* Постиндустриализация и позиции современной России. Проблемы теории и практики управления. М. 2014. № 2.
7. *Косариков А. Н.* О влиянии современных экономических процессов на генерацию и обращение отходов потребления / Общество и экономика. М. 2016. № 10.
8. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 г. / М.: ИНЭИ. 2014.