

УДК 339.9:338.2:+622.3:330.3(470+571) © Д.Ю. Савон¹,
С.В. Новоселов², Л.В. Борисова³, А.Е. Сафронов³, 2024

UDC 339.9:338.2:+622.3:330.3(470+571) © D.Yu. Savon¹,
S.V. Novoselov², L.V. Borisova³, A.E. Safronov³, 2024

¹ НИТУ МИСИС, 119048, г. Москва, Россия

¹ National Research University of Science and Technology (MISIS),
Moscow, 119049, Russian Federation

² Академия горных наук, 650002, г. Кемерово, Россия

² The Academy of Mining Sciences, 650002, Kemerovo, Russian Federation

³ ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия

³ Don State Technical University, Rostov-on-Don,
344010, Russian Federation

✉ e-mail: e-mail: di199@yandex.ru

✉ e-mail: di199@yandex.ru

Тенденции мирового потребления энергоресурсов и стратегическая роль угля в топливно-энергетическом балансе России

Trends in global energy consumption and the strategic role of coal in the fuel and energy balance of the Russian Federation

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-5-86-91>

САВОН Д.Ю.

Доктор экон. наук, профессор кафедры
«Экономика» НИТУ МИСИС,
119048, г. Москва, Россия,
e-mail: di199@yandex.ru

НОВОСЕЛОВ С.В.

Канд. экон наук, доцент, действительный
член Академии горных наук,
650002, г. Кемерово, Россия,
e-mail: nowosyolow.sergej@yandex.ru

БОРИСОВА Л.В.

Доктор техн. наук, профессор, заведующая
кафедрой «Менеджмент и бизнес-технологии»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: borisovalv09@mail.ru

САФРОНОВ А.Е.

Доктор экон. наук, профессор кафедры
«Менеджмент и бизнес-технологии»
ФГБОУ ВО «Донской государственный
технический университет»,
344010, г. Ростов-на-Дону, Россия,
e-mail: reception@dstu.edu.ru

В статье приведен сравнительный анализ дифференциации мирового производства и потребления энергии стран-лидеров за период 2012-2022 гг. Определены характерные группы стран по факторам энергопотребления и энергетической дифференциации стран. Рассчитаны прогнозные тренды мирового потребления энергоресурсов на основе систематизированной информационной базы Energy Institute за период 2012-2022 гг. Доказывается стратегическая значимость угля как для мировой экономики на период до 2035 г., так и для экономики России в условиях энергоперехода. Определяется необходимость оптимизации топливно-энергетического баланса при экономической и экологической целесообразности, при ограничениях, направленных на снижение энергоемкости ВВП, рационализации душевого потребления, повышении эффективности энергетических отраслей, при сокращении потерь ресурсов и энергии на всех стадиях выработки, транспорта, распределения и потребления энергии. Выбор эффективной оперативной стратегии действий должен ориентироваться на критерии, включающие как минимум блоки: энергетической безопасности, экономические, социальные, экологические, технологические.

Ключевые слова: тенденции, принцип инерционности систем, тренд, энергетическая дифференциация стран, реципиент энергии, донор энергии, оптимизация топливно-энергетического баланса, энергосбережение.

Для цитирования: Тенденции мирового потребления энергоресурсов и стратегическая роль угля в топливно-энергетическом балансе России / Д.Ю. Савон С.В., Новоселов, Л.В. Борисова и др. // Уголь. 2024;(5):86-91. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-86-91.

Abstract

The article provides a comparative analysis of the differentiation of global energy production and consumption of the leading countries for the period 2012-2022. Characteristic groups of countries have been identified by factors of energy consumption and energy differentiation of countries. The forecast trends of global energy consumption are calculated on the basis of the systematic information base of the Energy Institute for the period 2012-2022. The strategic importance of coal is proved both for the global economy for the period till 2035 and for the Russian economy in terms of energy transition.

The necessity of optimizing the fuel and energy balance with economic and environmental expediency is determined, with restrictions aimed at reducing the energy intensity of GDP, rationalizing per capita consumption, increasing the efficiency of energy industries, while reducing losses of resources and energy at all stages of generation, transport, distribution and consumption of energy. The choice of an effective operational action strategy should be guided by criteria that include at least the following blocks: energy security, economic, social, environmental, technological.

Keywords

Trends, the principle of inertia of systems, energy differentiation of countries, energy recipient, energy donor, optimization of the fuel and energy balance, energy conservation.

For citation

Savon D.Yu., Novoselov S.V., Borisova L.V., Safronov A.E. Trends in global energy consumption and the strategic role of coal in the fuel and energy balance of the Russian Federation. *Ugol'*. 2024;(5):86-91. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-5-86-91.

ВВЕДЕНИЕ

Решение глобальной мировой проблемы рационального потребления энергии с минимальным экологическим ущербом возможно только при консолидированном взаимодействии всех игроков мирового энергетического рынка. Глобальность и сложность проблемы очевидны, и по ней проведено множество исследований и публикаций. Однако пока системного решения нет. Поэтому необходимо продолжать исследования, при различных подходах и методиках, для поиска эффективных стратегических путей решения проблемы. В РФ различными научными учреждениями проводятся мониторинги и прогнозы развития мировой энергетики. В этом ключе решение проблемы определения тенденций развития мирового потребления энергоресурсов и оценка стратегической роли угля в топливно-энергетическом балансе России имеют актуальность и значимость для энергетической безопасности страны. В настоящий период энергетическая проблема приобрела все черты, которые находятся в диапазоне от консолидации до конфронтации. Кроме того, глобальный энергопереход имеет затяжной характер. По официальным данным Института энергетических исследований РАН, Аналитического центра при Правительстве РФ, определено: «Структура мирового энергопотребления будет становиться все более диверсифицированной и сбалансированной: к 2040 г. происходит по-

степенное выравнивание долей ископаемых видов топлива (нефть – 27%, газ – 25%, уголь – 25%) и неископаемых (в сумме 23%), что свидетельствует о развитии межтопливной конкуренции и повышении устойчивости энергоснабжения» [1]. Так и в зарубежных источниках определен диапазон угля в мировом топливно-энергетическом балансе – 25-26% [2, 3, 4].

Вместе с тем наблюдаются тенденции увеличения потребления энергии в непродуцированной сфере, увеличиваются комфортность жизни и расточительное потребление энергии, далее при анализе приведены примеры «аристократического потребления» и «энергетической бедности». Проблемы справедливого энергопотребления в мире определяются как различными экономическими потенциалами и масштабами стран, климатическими условиями, так и обеспеченностью природными запасами первичной энергии. Кроме того, учитывается, какую энергетическую позицию поддерживает государство. Это отражено в ряде российских [5, 6, 7], а также зарубежных публикаций [8, 9] и др.

В свою очередь в статье авторы, основываясь на принципе инерционности сложных социально-экономических систем и используя эконометрические методы, определили тренды мирового потребления энергоресурсов и стратегическую роль угля в топливно-энергетическом балансе России на период до 2035 г.

ТЕНДЕНЦИИ И АНАЛИЗ**МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ**

Статистический обзор Energy Institute мировое потребление первичных ресурсов в 2022 г. оценивает в 604,4 ЭДж [4], при переводе в т н.э. имеем 1 т н.э. = 41,868 ГДж, получим 14427,3 млн т н.э., т.е. темп роста до 2035 г., по данным прогнозов МЭА, EIA, будет в диапазоне 14,3-33,8% за период. В свою очередь, используя принцип инерционности масштабных социально-экономических систем, таких как Мировой топливно-энергетический комплекс (ТЭК), нами рассчитаны тренды на 13 периодов (по годам) по логарифмической, полиномиальной и линейным функциям. Графически общие мировые тенденции потребления энергии на период 2012-2022 гг. представлены на рис. 1.

Математико-статистический расчет (в т н.э.) показывает рост мирового потребления энергии в диапазоне 15,33–16,43 млрд т н.э., что по сравнению с фактом 2022 г. – 14,42 млрд т н.э. дает относительный рост в диапазоне 6,31-11,54%, абсолютный – 2,23 млрд т н.э. (это существенно, так как все 13 лет будет интегральная прибавка в 171,53 млн т н.э.). Расчетный линейный прогноз численности населения ежегодно на 1,0101%, при 8 млрд чел. в 2022 г., к 2035 г. составит ориентировочно порядка 9,11 млрд чел., т.е. при расчетном среднем потреблении 2,57 т у.т./душ. (см. таблицу), или 1,798 т н.э./душ. можем получить 16,38 млрд т н.э. – попадаем в расчетный интервал прогнозов, представленных Институтом энергетических исследований РАН, Аналитическим центром при Правительстве РФ.

Как видно, все три тренда: полиномиальный, логарифмический и линейный имеют закономерность роста. Объяснение простое: рост численности населения и увеличение объемов мирового ВВП, информационный бум инте-

Сравнительный анализ производства и потребления энергии стран-лидеров за 2012-2022 гг.

Comparative analysis of the energy production and consumption by leading countries for 2012-2022

Страны мира	2012 г. Потребление, т у.т./душ.	2022 г. Потребление, т у.т./душ.	Абсолютный рост/спад, т у.т./душ. (+/-)	Среднее потребление энергии в мире, т у.т./душ.	Превышение условно- среднего потребления, т у.т./душ.	Потребление страной, ЭДж/г	Доля в мировом потреблении	Мировое производство энергии, ЭДж/г	Производство энергии страной, ЭДж/г	Доля в мировом производстве	Отношение потребления к производству
Канада	13,77	12,55	-1,214	2,57	9,975	14,4	0,023	639,4	18,34	0,028	0,831
США	9,72	9,67	-0,044	2,57	7,098	95,91	0,158	639,4	68,92	0,107	1,473
Тринидад и Тобаго	19,42	13,18	-6,242	2,57	10,603	0,59	0,000	639,4	1,08	0,0016	0,578
Австрия	6,04	5,24	-0,795	2,57	2,668	1,37	0,002	639,4	0,03	0,00004	48,33
Бельгия	7,62	7,17	-0,453	2,57	4,597	2,45	0,004	639,4	0,42	0,00065	6,174
Чешская Республика	5,83	5,43	-0,402	2,57	2,859	1,67	0,002	639,4	0,034	0,00005	51,99
Финляндия	7,72	7,24	-0,481	2,57	4,668	1,18	0,001	639,4	0,035	0,00005	35,68
Франция	5,61	4,43	-1,184	2,57	1,853	8,39	0,013	639,4	0,19	0,00029	46,74
Германия	5,66	1,62	-4,047	2,57	-0,955	12,3	0,020	639,4	0,44	0,00068	29,59
Греция	3,91	3,73	-0,177	2,57	1,160	1,14	0,001	639,4	0,025	0,00003	48,26
Венгрия	3,10	3,59	0,484	2,57	1,016	0,96	0,001	639,4	0,014	0,00002	72,58
Италия	3,96	3,55	-0,416	2,57	0,975	6,14	0,010	639,4	0,42	0,00065	15,47
Нидерланды	8,02	6,88	-1,139	2,57	4,303	3,54	0,005	639,4	0,6	0,00093	6,245
Норвегия	13,75	11,90	-1,849	2,57	9,330	1,9	0,003	639,4	8	0,01251	0,251
Польша	3,62	3,69	0,068	2,57	1,115	4,31	0,007	639,4	0,21	0,00032	21,72
Испания	4,38	4,12	-0,255	2,57	1,552	5,76	0,009	639,4	0,14	0,00021	43,55
Швеция	8,38	7,36	-0,255	2,57	4,784	2,28	0,003	639,4	0,08	0,00012	30,16
Швейцария	5,39	4,09	-1,293	2,57	1,522	1,05	0,001	639,4	0,025	0,00003	44,45
Великобритания	4,58	3,69	-0,883	2,57	1,122	7,31	0,012	639,4	3,04	0,00475	2,545
Белоруссия	4,12	2,85	-1,270	2,57	0,275	1,07	0,001	639,4	0,014	0,00002	80,90
Казахстан	5,26	5,49	0,225	2,57	2,914	3,12	0,005	639,4	4,49	0,00702	0,735
Россия	6,95	6,81	-0,136	2,57	4,238	28,89	0,047	639,4	45,64	0,0713	0,670
Туркмения	6,79	8,76	1,972	2,57	6,190	1,65	0,002	639,4	3,31	0,00517	0,527
Иран	4,06	4,68	0,621	2,57	2,109	12,16	0,020	639,4	16,87	0,0263	0,763
Израиль	4,58	4,13	-0,447	2,57	1,556	1,09	0,001	639,4	0,03	0,00004	38,46
Кувейт	15,01	12,76	-2,252	2,57	10,187	1,6	0,002	639,4	6,53	0,0102	0,259
Оман	9,84	11,15	1,303	2,57	8,573	1,5	0,002	639,4	3,68	0,00575	0,431
Катар	28,54	23,86	-4,679	2,57	21,286	1,88	0,003	639,4	9,54	0,0149	0,208
Саудовская Аравия	10,81	10,77	-0,044	2,57	8,197	11,15	0,018	639,4	28,47	0,0445	0,414
ОАЭ	15,23	18,25	3,023	2,57	15,679	5,05	0,008	639,4	9,75	0,0152	0,548
Австралия	8,30	7,79	-0,505	2,57	5,221	5,98	0,009	639,4	6,15	0,00961	1,029
Китай	2,93	3,81	0,883	2,57	1,238	158,39	0,262	639,4	20,23	0,0316	8,287
Япония	5,33	4,91	-0,423	2,57	2,334	17,84	0,029	639,4	0,43	0,00067	43,91
Малайзия	4,30	4,86	0,563	2,57	2,286	4,84	0,008	639,4	4,35	0,00680	1,177
Новая Зеландия	6,62	5,64	-0,982	2,57	3,064	0,84	0,001	639,4	0,02	0,00003	44,45
Сингапур	18,36	18,07	-0,293	2,57	15,494	3,16	0,005	639,4	0,021	0,00003	159,28
Южная Корея	7,96	8,37	0,409	2,57	5,795	12,74	0,021	639,4	0,24	0,00037	56,19
Тайвань	6,81	6,83	0,020	2,57	4,255	4,78	0,007	639,4	0,1	0,00015	50,59

грируют экономический рост. Ситуация темпов роста по видам энергетических ресурсов на период 2022 г. приведена на рис. 2.

Как следует из рис. 2, на мировом энергетическом рынке за десятилетний период виден спад потребления нефти (31,9%) и атомной энергии (3,9%), отмечается рост возобновляемой энергетики (6,9%), гидроэнергетики (6,9%), газа (23,5%) и угля (27%). Следует отметить, что все относительно, в том числе и учет в (т у.т.), ведь фактически 1 кг условного твердого топлива при сжигании дает 29,3 МДж,

или 1 т у.т. = 7000 ккал, но натуральный уголь имеет широкий диапазон теплоты сгорания – порядка 3000-7100 ккал, в среднем можем считать порядка 5000 ккал/т н.т., тогда мировое потребление угля в натуральном выражении можно оценивать как 7715,4 млн т в 2022 г.

В статистическом обзоре Energy Institute на 2022 г. средняя теплотворная способность угля, по расчетам, составляет 4729 ккал/кг, что дает суммарное производство угля в мире 8803,4 млн т в год [10]. Следует учесть, что группа стран – мировых лидеров, защищающих «зеленую по-

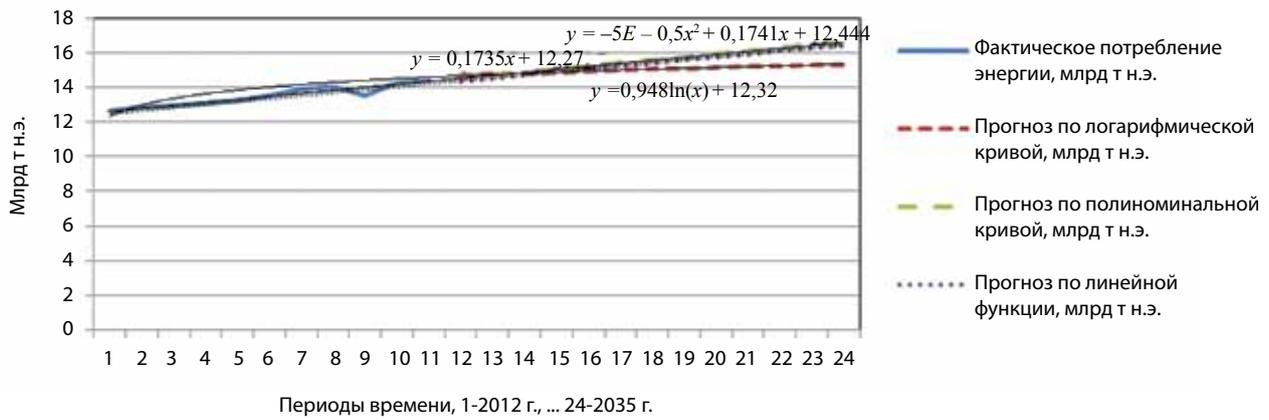


Рис. 1. Общие мировые тенденции потребления энергии за период 2012-2022 гг.

Fig. 1. General global energy consumption trends for the period of 2012-2022

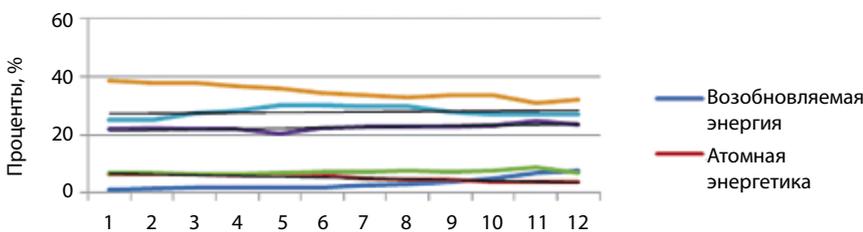


Рис. 2. Темпы мирового потребление первичной энергии за 2012-2022 гг.

Fig. 2. Global consumption rates of primary energy for 2012-2022

вестку» по производству углеводородного топлива, в недавнем прошлом сама добывала довольно значительные объемы угля, это Германия, Польша, Украина.

Другой парадокс наблюдается по потреблению энергии в Тринидаде и Тобаго – 13,82 т у.т./душ. при параметре превышения вклада в мировое производство больше, чем у США в 2,55 раза. Это объясняется, во-первых, масштабами стран, во-вторых численностью населения: США – порядка 333,28 млн чел., Тринидад и Тобаго – 1,4 млн чел., но по факту у США всего 0,095 ЭДж/млн чел., а у Тринидада 0,385 ЭДж/млн чел., в 4,05 раза выше, чем у мирового лидера по потреблению и производству, т.е. математически получен «мнимый» показатель.

Анализируя далее, по фактическим параметрам определяем, что некоторые страны-лидеры снизили душевое потребление энергии за период 2012-2022 гг., другие повысили, но для стран высшей группы потребления, таких как Катар – 23,86 т у.т./душ., Саудовская Аравия – 10,7 т у.т./душ., ОАЭ (Объединенные Арабские Эмираты) – 18,2 т у.т./душ., Сингапур – 18,07 т у.т./душ., Канада – 12 т у.т./душ., Норвегия – 11,9 т у.т./душ., Кувейт – 12,7 т у.т./душ., Оман – 11,2 т у.т./душ., снижение или повышение на 2 т у.т./душ. в принципе незначимы. Они энергетически избыточны, у них «аристократическое» потребление, даже среди стран-лидеров – выше 10 т у.т./душ. Вторая группа лидеров потребления – от 5 до 10 т у.т./душ., сюда попадают США – 9,7 т у.т./душ., Южная Корея – 8,37 т у.т./душ., Австралия – 7,79 т у.т./душ., Франция – 7,2 т у.т./душ., Российская Федерация – 6,81 т у.т./

душ., Казахстан – 5,49 т у.т./душ. и ряд других стран, которые имеют средние характеристики по энергетике, при оценке по различным подходам.

Однако объективно можно выделить среди них группу стран – ведущих игроков энергетического рынка: Россия, Канада, Казахстан, Туркмения, Иран, Кувейт, Оман, Катар, Саудовская Аравия, ОАЭ, которые производят энергии больше, чем потребляют в разы (Катар – до 5 раз). Но по масштабам производства лидируют США – 68,92 ЭДж/год, Россия – 45,64 ЭДж/год, Китай – 20,23 ЭДж/год, Канада – 18,24 ЭДж/год, а такие страны, как Франция, Польша и т.п. отстают от лидеров как минимум в 200-355 раз. Вот такая ситуация в производстве энергии.

В потреблении энергии лидерство держат: Китай – 158,39 ЭДж/г, США – 95,91 ЭДж/г, Россия – 28,89 ЭДж/г, Канада – 14,4 ЭДж/г. Парадоксально, что при потреблении Япония (17,84 ЭДж/г) и Южная Корея (12,74 ЭДж/г) в свою очередь имеют соотношение с производством меньшее в 43,91 и 56,19 раза (как факт, Япония производит электроэнергии 1033,66 ТВт·ч, почти как Россия – 1166,9 ТВт·ч, а Южная Корея 620,3 ТВт·ч и все потребляют).

Третья группа стран лидеров по потреблению более 2,57-5 т у.т./душ., такие как Греция, Венгрия, Италия, Великобритания и др., также имеют свои ограничения как по первичным ресурсам, так и по структуре развития энергетических отраслей и другим факторам, они отстают от лидеров в 2000-3000 раз.

Четвертая группа – это 126 стран, которые не попали в статистический учет Energy Institute (учитывали 67 стран), они определены как прочие на каждом континенте. Мы определили условно-средние параметры потребления энергии таких стран. В Центральной и Южной Америке прочие, не учтенные в Статистическом обзоре [4], восемь стран имеют условно-среднее потребление – 0,54 ЭДж на страну, при размахе диапазона в учетной группе от 0,59 до 13,41, т.е. дифференциация в 1,1-24,83 раза. В Европе восемь стран имеют условно-среднее потребление –

0,93 ЭДж на страну при размахе диапазона в учетной группе от 0,93 до 12,3, т.е. дифференциация в 1-13,2 раза.

Еще более радикальный факт дифференциации потребления в прочих странах Азиатско-Тихоокеанского региона, где 17 учтенных стран имеют потребление 274,05 ЭДж, а остальные порядка 19 стран – 3,55 ЭДж, или 0,19 ЭДж на страну, это всего 1,3%. В Африке учтены Алжир, Египет, Марокко, они в общем потребляют 8,37 ЭДж, а прочие неучтенные 51 страна и восемь непризнанных территорий суммарно потребляют 11,86 ЭДж, т.е. они имеют условно-среднее потребление – 0,195 ЭДж на страну – это самое низкое потребление. Конечно, по факту могут быть у некоторых стран еще более низкие цифры, например в Конго потребление, порядка 83 кВт·ч в год на человека, или 3-13 ЭДж, это 101,7 грамма условного топлива. Вот такая дифференциация присутствует в сфере мирового энергетического потребления.

Следовательно, проблема энергетического равенства стран открыта, и частично ее решить могут только реально прорывные технологии – не сжигание первичных ресурсов, так как они ограничены в обозримом периоде времени и наносят экологический ущерб, а поиск и создание радикально новых видов топлива (биотопливо, химическое топливо, возобновляемые источники и т.п.). Необходимо создание экономически целесообразных энергетических установок с использованием в них этого топлива, в том числе и из угля, при условии радикально высокоэнергетического КПД и необходимой экологичности.

РОЛЬ УГЛЯ

В ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ БАЛАНСЕ РОССИИ

Мировое потребление угля за десятилетний период 2012–2022 гг. выросло с 7002,14 млн т до 8142,93 млн т и составило 16,3%, т.е. среднегодовой темп составляет 1,38%. Относительно угля, на рубеже 2016-2017 гг. его производство было ниже потребления, что вполне соответствует действительности, сжигали «накопленные запасы» прошлых лет, что вполне допустимо, но в долгосрочном периоде производство опережает спрос. Мировое производство в 2022 г. составило 8803,4 млн т, при линейных прогнозах до 2035 г. мировое потребление энергии составит порядка 641,9 ЭДж, тогда при линейных темпах роста добычи в мировом топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) уголь составит 25,63-27,47%. Сейчас выделяются:

- Китай – лидер № 1 по добыче угля;
- пять основных лидеров, добыча которых составляет 85% от мировой, включая Россию;
- страны, добыча которых 100-150 млн т.

Тренды производства и потребления угля возрастают и имеют сильную положительную корреляцию. Ранее рассматривались производство и потребление энергоресурсов в мире с учетом показателя масштабов потребления [11]. В данной статье расширен диапазон анализа, рассмотрено 39 стран, учитывались показатели дифференциации по потреблению как на душу населения, так и по странам. Приведено сравнение относительных долей производства и потребления всех видов энергии, что характеризует степень страны как донора или как реципиента энергии, что повышает репрезентативность анализа и достоверность выводов.

Китай является абсолютным лидером в мире по добыче угля, он производит 4560 млн т, или 51,7%, и он в 5-10 раз обходит основных игроков угольного рынка при распределении: Индия – 812 млн т (9,2%); Индонезия – 687,9 млн т (7,84%); США – 539,4 млн т (6,1%); Австралия – 443,4 млн т (5%), Россия – 439 млн т (4,99%). Третья группа – это страны с добычей 100-150 млн т: Польша – 107 млн т (1,2%); Германия – 132 млн т (1,5%); Казахстан – 118 млн т (1,3%). Четвертая группа лидеров – страны с добычей 10-100 млн т, например Украина – 16,5 млн т (0,18%), т.е. в 278 раз ниже, чем у Китая. Кроме того, есть еще страны, учитываемые Energy Institute, с микроскопической добычей угля, это Испания – 0,1 млн т (в 45600 раз меньше, чем у лидера), что подтверждает широкий диапазон дифференциации по добыче угля. Но с другой стороны в 2022 г. по потреблению энергии на душу населения в Испании было 117 ГДж/душ., и она пока обходит Китай – 111,8 ГДж/душ.

В настоящее время идет активный научный поиск в области инновационного и прорывного развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России, о чем свидетельствует ряд открытий в энергетических отраслях, но до промышленного внедрения нужны время и ресурсы, и уголь пока, в любом случае, будет способствовать энергетической безопасности.

Развитие угольной промышленности России основывается на Программе развития [12, 13, 14], где целевым видением определено создание новых центров добычи угля, в том числе, в Арктической зоне Российской Федерации (раздел II п.3 Программы). Добыча угля в России к 2035 г. должна достичь диапазона 485-668 млн т, тогда по фактической долгосрочной динамике рассчитаны тренды. Для России определяются следующие прогнозы добычи на 2035 г. по трем функциям, при $x = 24$ периода: линейная $y = 9,430x + 343,0 = 569,32$ млн т; логарифмическая $y = 40,57 \ln(x) + 335,0 = 463,93$ млн т; степенная $y = 337,9 \times 0,103 = 468,75$ млн т. Полученный диапазон 463,93-569,92 млн т имеет высокую корреляцию с официальным, но, в принципе, любая цифра из диапазона может устраивать Россию, меньше угля – выше цены, больше угля – работает ценовая политика на курсах рубля. Исходя из прогнозного потребления энергии в топливно-энергетическом балансе (ТЭБ) России порядка 31,56 ЭДж в 2035 г. (при учете 1 т у.т. = 29,3 ГДж и средней теплотворной способности 4729 ккал/кг) по линейному тренду, имеем угля в ТЭБ России в диапазоне 22,85-25,61%, что говорит о стратегической значимости угля в энергетической безопасности России. По разным оценкам, его запасов хватит на сотни лет [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уголь, согласно Программе развития угольной промышленности России на период до 2035 г., будет занимать одно из ведущих мест в ТЭБ. В свою очередь, авторами статьи предлагается активизировать развитие системы энергосбережения в России (включая энергосбереженческое поведение, воспитание, пропаганду, обучение и т.д.). В стратегическом плане должны быть решены задачи оптимизации ТЭБ при конкретных ограничениях на всех уровнях производства и потребления энергии в стране (до определенного уровня значимости энергопроизводства/энерго-

потребления) при доказательной защите разработанных проектов ТЭБ энергопроизводителей/энергопотребителей в компетентных инстанциях с последующим мониторингом и контролем. Кроме того, проведенный анализ, оценка и прогнозирование процессов производства и потребления энергоресурсов в мире при определении дифференциации стран в данном аспекте, при независимых выводах и новом подходе, учитывающим масштаб стран, соотношение объемов производства и потребления суммарной энергии, степень энергетического донорства или зависимости, заслуживают внимания и могут быть полезными при стратегическом планировании.

Список литературы • References

1. Грицко Г.И. О роли угля в обеспечении энергетической безопасности / Труды междунар. науч. практ. конф. «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности». Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. 165 с.
2. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года. Институт энергетических исследований РАН. Аналитический центр при Правительстве РФ / А.А. Макаров, Т.А. Митрова, Л.М. Григорьев и др. М.: ИНЭИ РАН, АЦ, 2013. 107 с. [Электронный ресурс]. URL: hse.ru/data/2014/01/23/1325658082/prognoz-2040.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
3. Spencer Dale. 2022/71st edition bp Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 57 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693466020&tld=ru&lang=en&name=bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
4. Juliet Davenport, Nick Wayth. 2023/72nd edition/Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 60 p. [Электронный ресурс]. URL: https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693464002&tld=ru&lang=en&name=Statistical_Review_of_World_Energy_2023.pdf (дата обращения: 15.04.2024).
5. Shinkevich A.I., Kostyukhin Y.Yu., Savon D.Yu., Safronov A.E., Aleksakhin A.V. Optimization of energy-efficient functioning of the oil and gas sector of the economy through digitalization and resource conservation. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2021;11(5):321-330.
6. Влияние кризиса на финансовый результат деятельности угольной отрасли / Д.Ю. Савон, А.Е. Сафронов, Н.О. Вихрова и др. // Уголь. 2022. № 11. С. 62-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68.
Savon D.Yu., Safronov A.E., Vikhrova N.O., Kruzhkova G.V., Goncharov M.S. Impact of the crisis on the financial performance of the coal industry. *Ugol'*. 2022;(11):62-68. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-11-62-68.
7. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Ushakov D. Modern conditions and prospects of Russia's coal mining industry development. *Espacios*. 2019;40(16):6.
8. Heinrich A. & Szulecki K. Energy securitization: applying the Copenhagen school's Framework to energy. In K. Szulecki (Ed.), *Energy Security in Europe. Divergent Perceptions and Policy Challenges*. Cham, Palgrave Macmillan, 2019, pp. 33-61.
9. Claes D.H. The Global Oil Market and EU Energy Security. *Energy security in Europe. Divergent Perceptions and Policy Challenges*: ed. K. Szulecki. London, Palgrave Macmillan, 2019, pp. 311-331.
10. Spencer Dale. 2022/71st edition bp Statistical Review of World Energy. Energy Institute. 2023. 57 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://docviewer.yandex.ru/?tm=1693466020&tld=ru&lang=en&name=bp-stats-review-2022-full-report.pdf> (дата обращения: 15.04.2024).
11. Новоселов С.В. Проблема оценки техногенного воздействия на экологию стран – лидеров по производству и потребления энергии // Уголь. 2020. № 2. С. 48-50. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.
Novoselov S.V. Problem assessment of technogenic impact by the leading countries in terms of energy production and consumption. *Ugol'*. 2020;(2):48-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-2-48-50.
12. Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13.06.2020 № 1582-р (ред. от 13.04.2024).
13. Угольная промышленность районов Крайнего Севера: специфические особенности, текущее положение и концепция развития / М.С. Гончаров, Д.Ю. Савон, А.Е. Сафронов и др. // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. № 1. С. 95-107.
Goncharov M.S., Savon D.Yu., Safronov A.E., Ryadnov V.I. The coal industry in the Far North: distinctive features, current status and a development concept. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka*. 2023;(1):95-107. (In Russ.).
14. Петров И.В., Новоселова И.Ю., Новоселов А.Л. Моделирование программы корпоративной социальной ответственности угольных компаний в Арктическом регионе // Уголь. 2022. № 3. С. 53-58. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
Petrov I.V., Novoselova I.Yu., Novoselov A.L. Modelling a corporate social responsibility programme for coal companies in the Arctic region. *Ugol'*. 2022;(3):53-58. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-3-53-58.
15. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216.

Authors Information

Savon D.Yu. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Economy, National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation, e-mail: di199@yandex.ru

Novoselov S.V. – PhD (Economic), Associate Professor, Full-Fledged Member of the Academy of Mining Sciences, 650002, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: nowosyolow.sergej@yandex.ru

Borisova L.V. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Business Technologies, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation, e-mail: borisovalv09@mail.ru

Safronov A.E. – Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Management and Business Technologies, Don State Technical University, Rostov-on-Don, 344010, Russian Federation, e-mail: reception@dstu.edu.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.01.2024

Поступила после рецензирования: 16.04.2024

Принята к публикации: 26.04.2024

Paper info

Received January 22, 2024

Reviewed April 16, 2024

Accepted April 26, 2024