УДК 33.338.984 DOI: 10.17073/2072-1633-2019-3-271-279

Революционные преобразования в потреблении энергоресурсов в мире

© 2019 г. М.М. Соколов

Центр инновационной экономики и промышленной политики Института экономики РАН, 117218, Москва, Нахимовский просп., д. 32

Рассматриваются современные революционные тенденции в развитии мирового топливно-энергетического комплекса. Существовавшая многие столетия экономическая закономерность, согласно которой экономический рост должен всегда сопровождаться ростом энергопотребления, теперь для многих промышленно развитых стран потерял свою актуальность. Абсолютное сокращение потребления энергоресурсов и снижение энергоемкости производства национального продукта становятся одними из важнейших показателей успешности использования в странах современных достижений технического прогресса.

Развитие науки и технологий в последние 20 лет навсегда устранило угрозу возможной нехватки энергии. Наоборот, мир постепенно входит в эпоху глобального профицита энергоресурсов, что естественно будет отражаться на динамике цен на энергоресурсы в сторону торможения их роста.

Показано, что наряду с техническим прогрессом, не менее серьезное влияние на развитие топливно-энергетического комплекса мира стало оказывать бурное развитие возобновляемых видов энергии (ВИЭ) и проводимые под эгидой ООН мероприятия по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу Земли.

По мнению автора, происходящая сегодня революционная перестройка структуры мирового энергетического баланса в пользу энергоисточников с нулевыми выбросами загрязняющих веществ в атмосферу Земли свидетельствует, что одним из важнейших обстоятельств их развития, как со стороны развитых, так и некоторых развивающихся стран явился рост благосостояния в них. В этой связи, в сознании населения стали доминировать не вопросы выживания любой ценой, а качества жизни, включая качество окружающей среды.

Именно поэтому, несмотря на то, что ВИЭ на первых порах не выдерживали конкуренции по сравнению с производством углеводородов, большинство стран, применяя субсидии и налоговые преференции, продолжают сегодня интенсивно наращивать их мощности. Данное обстоятельство показывает, если раньше на протяжении столетий мир при использовании того или иного энергоисточника руководствовался издержками его производства и использования, то теперь на первое место выходит его влияние на сохранение благоприятных условий проживания человека на Земле.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс, добыча и потребление углеводородов, возобновляемые виды энергии, структура мирового энергетического баланса, потепление климата, выбросы парниковых газов

Введение

На рубеже XXI в., под влиянием резко ускорившихся темпов научно-технического прогресса, топливно-энергетический комплекс мира вступил в фазу революционных преобразований по структуре и по абсолютному сокращению потребления первичных энергоресурсов, по феноменальному снижению энергоемкости экономики при одновременном ее росте. По возвращению формирования внутренних и мировых цен на энергоресурсы, в условиях превышения их предложения над спросом, на основе издержек производства.

Наряду с научно-техническим прогрессом, огромное влияние на революционные преобразования в топливно-энергетическом комплексе мира стали оказывать мероприятия, проводимые под эгидой ООН, по сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу Земли. Человечество всерьез озаботилось отрицательными последствиями потепления климата на планете и приступило к ускоренному развитию возобновляемых видов энергии в виде солнца, ветра, биоорганики и сокращению потребления угля.

Научно-технологический прогресс и революционные преобразования в топливно-энергетическом комплексе мира

В последние два десятилетия мировой рынок углеводородов, как и в целом, вся мировая экономи-

Соколов М.М. – д-р экон. наук, mistra-36@mail.ru

Таблица 1

Структура и динамика потребления первичной энергии в мире по видам энергоресурсов в 2004–2018гг., в млн т н. э.*

[The structure and dynamics of primary energy consumption in the world by type of energy resources in 2004–2018, in MTOE]

Наименование энергоресурса	Годы				Годовые темпы прироста, %				Темпы роста 2004–2018, %
	2004	2009	2013	2018	2004–2009	2009–2013	2013–2018	2018	
Общее энергопотребление в мире	10554	11550	12829	13865	+3,5	+2,7	+1,6	+2,6	131
Общая доля, в %	100	100	100	100					
Нефть,	3871	4078	4359	4662	+1,3	+1,7	+1,4	+1,9	120
Доля в общем потреблении, в %	36,7	35,3	34,0	34,2					
Газ,	2432	2661	2903	3309	+2,3	+2,2	+2,7	+4,6	136
Доля в общемпотреблении, в %	23,0	23,0	22,6	23,4					
Уголь,	2914	3447	3865	3772	+4,3	+2,9	- 0,5	+1,1	129
Доля в общем потреблении, в %	27,6	29,8	30,1	27,6					
Атомная энергия,	625	614	564	691,3	- 0,4	-1,3	+1,6	+2,5	98
Доля в общем потреблении, в %	6,0	5,3	4,4	4,4					
Гидроэнергия,	635	737	862	948,8	+3,2	+3,9	+ 1,9	+3,3	149
Доля в общем потреблении, в %	6,0	6,4	6,7	6,8					
Возобновляемые источники энергии (ВИЭ),	76,0	143,7	282,6	561,3	+17,4	+24,6	+14,7	+15,3	739
Доля в общем потреблении, в %	0,7	1,2	2,2	3,6					

* *Здесь и далее:* н.э. – нефтяной эквивалент

Составлено и рассчитано на основе BP Statistical Review of World Energy за 2005–2019 гг.

Таблица 2

Динамика цен на нефть и природный газ в мире и России за 2000–2017 гг.

[The dynamics of oil and natural gas prices in the world and in Russia for 2000–2017]

Вид энергоресурса	Единица измерения, долл.	Годы										
		2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Мировые цены:	в долл.											
Нефть, Brent	барр.	28,2	54,5	79,5	111,3	112,0	108,7	99,0	46,1	43,7	55,6	71,3
Природный газ, импортная цена в Германии	1000 м^3	104,8	210,9	289,1	378,0	393,4	386,3	328,0	241,9	177,4	185	184
СПГ, импортная цена в Японии	1000 м^3	169,9	217,8	392,8	530,3	603,0	582,0	587,9	371,2	249,8	221	362
США – внутренние цены:	в долл.											
- природный газ*	1000 м^3	152,3	316,4	158,0	144,4	99,4	133,6	156,6	93,6	88,6	107	112,6
- нефть**	барр.	30,4	56,6	79,5	95,0	94,1	98,0	93,3	48,7	43,3	50,8	66,2
Россия– внутренние цены:	в руб.											
- природный газ***	1000 м^3	468	1436	3081	3562	4062	4638	4666	5205	5055	5137	5319
- нефть***	тонна	4152	6569	11045	12417	12797	14414	9832	12325	18180	22697	20862

*) HenryHab, **) Спотовая цена West Texas, ***) Средняя цена для потребителей (НПЗ)

Источник: BP Statistical Review of World Energy за 2005–2018 гг.; BP Statistical Review of World Energy за 2005–2017 гг.; Российский статистический ежегодник и Статистический сборник Росстата за разные годы.

Таблица 3

Потребления первичных энергоресурсов и электроэнергии в мире*

[Primary energy and electricity consumption in the world]

Страны	Потребление первичных энергоресурсов										Потребление электроэнергии на душу населения в кВт.ч/мес.
	всего, в млн т н. э.				Годовые темпы прироста (+); снижения (–) потребления, %		Потребление на душу населения, т н. э.				
	1997	2007	2017	2018	2007–1997	2007–2018	1997	2007	2017	2018	2018
Мировое потребление	8907	11099	13511	13865	+2,2	+1,5	1,5	1,7	1,8	1,8	291
Европейский Союз	1678	1745	1689	1688	+0,4	–0,8	—	—	3,3	3,3	533
Германия	337,8	311,0	335,1	323,9	–0,2	+0,05	4,1	3,8	4,0	3,9	650
США	2205	2361	2235	2301	+0,7	–0,3	8,1	7,7	7,0	6,9	1124
Япония	506,6	524,4	451,0	454,1	+0,4	–1,5	4,0	4,1	3,6	3,6	692
Китай	961,4	1863	3132	3274	+6,9	+3,9	7,7	1,4	2,2	2,4	426
Россия	611,7	692,0	698,3	721,0	+1,2	+0,4	4,1	4,8	4600	4,9	630

* В первичные энергоресурсы входят уголь, нефть, природный газ, электроэнергия с АЭС, гидроэнергия, возобновляемые источники энергии в виде ветра, солнца, биомассы.

Источник: BP Statistics Review of World Energy и World Bank за соответствующие годы.

Таблица 4

Динамика энергоемкости ВВП по странам по первичным энергоресурсам
[The dynamics of energy intensity of GDP by country in primary energy]

Страны	Энергоемкость в кг н. э. на 1000 долл. ВВП (по ППС)					Годовые темпы прироста (+); снижения (–) энергоемкости, %			ВВП по ППС в трлн долл.
	1997	2007	2016	2017	2018	1997–2007	2007–2017	2018	2018
В целом по миру	284	193	109,7	105,9	101,6	–3,9	–5,8	–4,1	136,5
Европейский Союз	161	119	85,6	80,2	74,4	–3,0	–4,0	–7,2	22,7
Германия	156	114	81,0	81,4	73,6	–3,4	–3,2	–9,6	4,4
США	256	171	122	114,7	112,2	–4,0	–3,8	–3,2	20,5
Япония	158	119	86,5	82,9	81,1	–3,1	–3,5	–3,2	5,6
Китай	343	266	143	135,0	129,4	–2,7	–6,6	–4,1	25,3
Россия	435	332	180	173,9	171,7	–2,9	–6,2	–1,3	4,2

Источник: Рассчитан на основе BP Statistics Review of World Energy и World Bank за соответствующие годы.

ка, испытывает на себе сильнейшее влияние заметно ускорившихся темпов научно-технического прогресса. В результате, с одной стороны, уменьшается потребность в энергоресурсах, а с другой, использование новейших технологических достижений в добыче нефти и газа из битуминозных песков и сланцев и открытия в мире новых гигантских месторождений углеводородов, в первую очередь природного газа, заметно увеличивает предложение углеводородов на мировом рынке. Только за последние десять лет число экспортеров нефти в мире увеличилось в два раза, а природного газа в три раза. Если раньше Страны Организации экономического сотрудничества и развития **(ОЭСР)** в целях предотвращения падения цен на нефть договаривались о приостановки роста производства нефти, то, начиная с 2017 г., договариваются уже о сокращении ее производства.

Кроме того, в результате проводимой в большинстве развитых стран политики, направленной на сокращение выбросов в атмосферу углекислого газа и стимулирования развития наиболее экологичных возобновляемых видов энергии **(ВИЭ)** в виде солнца, ветра, биоорганики, гидроэнергии происходит сокращение темпов роста потребления угля и нефти **(табл. 1)**, что в условиях наличия во многих странах мощностей по увеличению их производства, становится еще одним фактором, способствующим превышению предложения углеводородов на мировом рынке по отношению к спросу.

Все эти процессы, наслаиваясь друг на друга, явились важнейшими фундаментальными причинами резкого падения мировых цен, как на нефть, так и на природный газ. В 2018 г. средняя по году цена нефти марки Brent была ниже относительно ее пикового значения в 2012 г. в 1,6 раза, упав с 112 до 71,3 долл./баррель, соответственно, импортная цена на природный газ в Европе сократилась в 2,1 раза, с 393 до 184 долл./1000 м^3, а импортная цена газа в Японии в 1,7 раза, с 603 до 361,7 долл./1000 м^3 **(табл. 2)**.

В целом можно констатировать, что топливно-энергетический комплекс мира вступил в фазу революционных преобразований, которые стали затрагивать все стороны развития экономической жизни стран.

Динамика потребления первичных энергоресурсов в целом по миру показывает, что в последние два десятилетия произошло резкое сокращение их темпов роста – в 1,5 раза с 2,2 до 1,5 % **(табл. 3)**. А в промышленно развитых странах, впервые сначала развития капитализма, вообще наблюдается абсолютное сокращение потребления первичных энергоресурсов при одновременном росте экономики. В Европейском Союзе в 2018 г. в сопоставлении с 2007 г. сокращение составило 57 млн т н. э., в США – 60 млн т н. э., в Японии – 70 млн т н. э [1, С. 8–9], в то время как ВВП этих стран прирастал ежегодно на 2,5–3,5 % [2].

В Европейском Союзе лишь в Германии в 2007–2017 гг. не наблюдалось абсолютного сокращения потребления энергоресурсов, но только потому, что эта страна в последние годы закрыла целый ряд АЭС, в результате, чтобы восполнить выработку электроэнергии, ей пришлось нарастить производство электроэнергии на тепловых электростанциях, что потребовало увеличения потребления природного газа.

Наиболее важной причиной снижения темпов потребления первичных энергоресурсов в мире и абсолютное их сокращение в наиболее развитых странах связано с сокращением энергоемкости экономики. Так, среднегодовой темп ее снижения в целом по миру увеличился с 3,9 % в 1997–2007 гг. до 5,8 % в 2007–2017 гг**. (табл. 4)**. При этом, наиболее высокие темпы снижения наблюдались в Китае и России. По абсолютному показателю в целом по миру за последние 20 лет (1997–2018 гг.) в расчете на 1000 долл. ВВП энергоемкость снизилась в 2,8 раза с 284 до 101,6 кг н. э., в странах Европейского Союза, соответственно, в 2,2 раза с 161 до 74,4 кг, в США в 2,3 раза с 256 до 112,2 кг, в Китае в 2,7 раза с 343 до 129,4 кг, в России в 2,6 раза с 448 до 171,7 кг.

Следует отметить, что высокая энергоемкость ВВП, при прочих равных условиях, всегда выступала серьезным удорожающим фактором производства товаров и услуг особенно в тех случаях, когда страны, чтобы покрыть свои потребности в энергоресурсах, закупают их по импорту на мировом рынке*. Поэтому

* Расчеты, выполненные Новосибирским институтом экономики и организации промышленного производства на основе межотраслевого баланса показали, что 10 % рост цен на продукцию нефтегазового комплекса ведет к общему повышению издержек производства в стране на 3 % (ЭКО. 2012. № 1. С. 125).

США, наращивая собственное производство нефти и природного газа и сокращая их импорт по высоким мировым ценам, заботятся сегодня не столько о своей энергетической безопасности, сколько о повышении конкурентоспособности своих товаров и услуг путем их удешевления.

В 2005–2018 гг. цена на газ на внутреннем рынке США снизилась в 2,8 раза с 316 до 112,6 долл./1000 м^3, а цены на нефть в 1,5 раза, с 98 до 66,2 долл./баррель (см. табл. 2). Такое существенное снижение цен на нефть и газ в этой стране привело к росту прибыльности химических предприятий, использующих их в качестве химического сырья, повышению конкурентоспособности их продукции на мировых рынках и к возврату на родину из Китая и Мексики целого ряда химических предприятий, переведенных туда ранее.

Динамика внутренних цен на газ и нефть в США за последнее десятилетие показывает, что эта страна отказалась по топливно-энергетическому комплексу от получения от него доходов в бюджет в виде «ресурсной ренты», когда цена реализации углеводородов потребителям многократно превышает издержки их производства и часть этого превышения государство забирает в виде налогов. Уровень цены на углеводороды теперь формируется на минимальном ее превышении над издержками, который позволяет хозяйствующему субъекту нормально развиваться и функционировать.

Такая новая политика США по отношению к ценам на первичные энергоресурсы [3], свидетельствует, что страна, наращивая производство углеводородов, *ориентируется, в первую очередь,* ***не на увеличение доходов от нефтегазовых отраслей****, а на удешевление продукции обрабатывающих отраслей и расширение ее реализации на внутреннем и международных рынках и, получения на этой основе возросших налоговых поступлений в бюджет страны.* Кроме того, важным положительным моментом снижения внутренних цен на природный газ и нефть в США, выступает расширение производства готовых изделий на основе использования нефти и газа и сокращения на этой основе их импорта.

В отличие от США, Россия в ценообразовании на углеводороды продолжает придерживаться политики основанной на извлечении с помощью налогов «ресурсной ренты», не сокращая, а увеличивая зазор между издержками производства энергоресурсов и внутренними ценами на них. Так, за 2000–2018 гг. цены производителей нефти в нашей стране возросли в 11,3 раза, природного газа в 22,4 раза, а цены для потребителей, соответственно, в 5 и 11,3 раз. При этом, темпы их роста за эти же годы существенно опережали рост цен, как на машины и оборудование, которые повысились в 6,3 раза, так и в целом на все промышленные товары соответственно, в 7 раз (см. табл. 2).

В 2018 г. пополнение бюджета путем наращивания «ресурсной ренты» только усилилось – цены производителей на полезные ископаемые возросли на 25 %, в след за ними и цены на продукцию обрабатывающих производств на 10,3 %. В этом же году в результате роста цен на керосин, доля которого в издержках авиаперевозчиков составляет 22 %, прибыли такой компании как «Аэрофлот» сократились в 10 раз.

В результате такой политики, направленной на опережающий рост в экономике внутренних цен на энергоресурсы, выигрывает бюджет России, но при этом проигрывают производители, потребляющие энергоресурсы – их продукция становится более дорогой и менее конкурентоспособной, а уход от сырьевой направленности развития экономики превращается в благую мечту.

Начавшееся абсолютное снижение потребления энергоресурсов в промышленно развитых странах видимо сохраниться и в будущем, в то время, как развивающиеся страны, чтобы достигнуть приемлемого уровня их потребления будут продолжать наращивать его. Такое прямо противоположное расхождение в динамике потребления энергоресурсов, если развивающиеся страны не будут компенсировать этот рост за счет более высоких темпов роста своих экономик, будет выступать одним из факторов увеличивающим существующий сегодня разрыв по уровню жизни между развитыми и развивающимися странами. В этой связи, можно предположить, что поток переселенцев из развивающихся стран в развитые будет только нарастать.

По показателю энергоемкости ВВП, как США, так и Россия заметно проигрывают Европе. Более высокая энергоемкость в России связана с сырьевой направленностью ее экономики, более суровым климатом и конечно серьезном отставанием в использовании современных технологий и устарелостью основных фондов. Следует отметить, что двукратное сокращение энергоемкости в России за последние 20 лет в преобладающей степени связано не с повышением эффективности использования первичных энергоресурсов, а с многократным ростом мировых цен на нефть и ростом на этой основе ВВП. Сопоставление динамики ВВП России и роста мировых цен на нефть четко показывает, что между ними наблюдается почти стопроцентная корреляция – в годы роста цен на нефть растет ВВП и снижается его энергоемкость, но как только цены в 2014 г. начали снижаться и стал стагнировать рост ВВП, вместе с этим прекратилось сокращение энергоемкости в стране.

Что касается США, то высокая энергоемкость в этой стране объясняется широким распространением обогрева и охлаждения помещений с помощью кондиционеров, потребляющих в большом количестве электроэнергию и энергоресурсы для ее выработки. В 2018 г. потребление электроэнергии на душу населения в США составляло 1124 кВт·ч/мес., и в 2,1 раза превышало этот показатель по странам ЕС – 533 кВт·ч/мес. (см. табл. 3).

Стремительное расширениеиспользования новых видов энергосберегающего оборудования,

технологий и приборов, биотехнологий, информатики и нанотехноллогий позволяет сегодня существенно снизить потребности в первичных энергоресурсах. В результате *существовавшая многие столетия экономическая закономерность, согласно которой экономический рост должен всегда сопровождаться ростом энергопотребления, теперь для промышленно развитых стран потерял свою актуальность. В промышленно развитых странах экономика стала расти при сокращении потребления энергоресурсов.* Можно сказать, что абсолютное сокращение потребления энергоресурсов и снижение энергоемкости производства национального продукта становятся одними из важнейших показателей успешности использования в странах современных достижений технического прогресса и повышения конкурентоспособности их товаров на мировых рынках.

По мнению целого ряда специалистов, специализирующихся в области энергетических ресурсов, бурное развитие науки и технологий в последние 20 лет навсегда покончило с угрозой энергетического дефицита и возможной нехватки энергии. Мир постепенно входит в эпоху **глобального профицита** энергоресурсов, что естественно будет отражаться на динамике цен на энергоресурсы в сторону торможения их роста [4–7].

Кроме того, если на протяжении предыдущего столетия сам факт обладания традиционными запасами углеводородов в виде нефти, природного газа, угля обеспечивал удовлетворение в их потребности, сегодня же на смену этой парадигме приходит не обеспеченность запасами, а доступ к технологиям и наличие свободных средств для приобретения углеводородов на мировом рынке. Большая ресурсная база и использование полученных доходов от их реализации в основном не на создание новых производств с высокой добавленной стоимостью, а на потребление, больше не гарантирует безмятежной и сытой жизни для нефтегазодобывающих государств [8–9].

Воздействие экологии на преобразования в топливно-энергетическом комплексе мира

Наряду с влиянием технического прогресса на революционные преобразования в энергетическом комплексе мира, не менее кардинальные изменения в нем в последние два десятилетия стали происходить под воздействием мероприятий, проводимых под эгидой ООН по предотвращению загрязнения окружающей среды парниковыми газами. Человечество всерьез озаботилось отрицательными последствиями потепления климата на Земле. Можно сказать, что произошла революция в сознании людей, которая самым непосредственным образом стала отражаться на структуре топливно-энергетического баланса мира, динамике потребления углеводородов и ценообразования на них.

По данным метеорологических наблюдений за счет выбросов парниковых газов в атмосферу Земли за последнее столетие температура воздуха на Земле повысилась на 0,83 градуса по Цельсию и в ближайшие два десятилетия может возрасти еще на 0,4, а к концу столетия на 2 градуса. В России изменение климата проявляется еще значительнее, чем в среднем на планете. За последние 100 лет рост средней приповерхностной температуры в нашей стране составил 1,3 градуса, при этом в Арктической зоне рост температуры достиг 2,48 градуса [10].

Рост концентрации парниковых газов, в преобладающей степени, сегодня связан со сжиганием угля, нефтепродуктов и природного газа. Ориентировочно на выбросы в атмосферу парниковых газов в виде CO_2, метана и закиси азота на уголь падает 45 %, нефтепродукты – 35 %, природный газ – 15 % [11]. При этом при сжигании углеводородов, кроме парникового эффекта, отрицательное влияние на ухудшение условий жизни на Земле происходит еще по одному направлению: сокращению кислорода в атмосфере. Дело в том, что при сжигании одной тонны угля и нефтепродуктов одновременно потребляется 2,3 т кислорода и выбрасывается в атмосферу 2,8 т CO_2, а при сжигании природного газа так же потребляется 2,3 т кислорода и выбрасывается 1,6 CO_2 [12]. Если учесть, что потребление углеводородов за 2007–2018 гг. возросло на 1,6 млрд т, то годовой расход кислорода на сжигание углеводородов увеличился на 3,6 млрд т с 23,4 до 27 млрд т **(табл. 5)**.

Следует отметить, что проблема загрязнения атмосферы парниковыми газами серьезно усугубляется еще и тем, что они сохраняются в атмосфере Земли в **течение 120 лет** [12], поэтому, даже если человечество в перспективе добьется абсолютного сокращения выбросов, то еще более, чем столетие, в результате уже накопленного их огромного количества в атмосфере за прошлые годы, негативное воздействие на климат Земли будет только усиливаться и ухудшать условия проживания людей на ней. Только за последние 11 лет – 2007–2018 гг. общий объем выбросов CO_2 в атмосферу Земли увеличился на 3811 млн т [1, С. 57].

В результате парникового эффекта и повышения на Земле температуры, создаваемого выбросами CO_2, начал сокращаться ледовый покров Ледовитого океана, таять ледники в горах, Гренландии и Антарктиде и повышаться уровень мирового океана, увеличилась интенсивность и частота ураганов, штормов, засух и наводнений. Начался процесс оттаивания вечной мерзлоты в приполярных областях, что ведет к росту выделения из болот огромного количества метана, еще больше увеличивающего парниковый эффект и ускорение повышения температуры на Земле. Чтобы этот процесс не приобрел необратимый характер большинством стран мира в 1997 г. был принят Киотский протокол, а спустя 20 лет было подписано Парижское соглашение по климату.

Общей целью обеих соглашений является удержание роста средней температуры на Земле в пределах 1,5–2° по отношению температуре доиндустриального периода путем сокращения выбро-

Таблица 5

Динамика потребления углеводородов, выбросов CO_2 и расхода кислорода при их сжигании в мире в развитых и развивающихся странах в 2007–2017 гг., в млн т н. э.

[Dynamics of hydrocarbon consumption, CO_2 emissions and oxygen consumption during their combustion in the world in developed and developing countries in 2007–2017, in million tons]

Содержание	Мир			Страны ОЭРС			Страны не ОЭРС		
	2007	2018	Прирост, снижение	2007	2018	Прирост, снижение	2007	2018	Прирост, снижение
Все углеводороды	10163	11744	+1581	4797	4581	–226	5367	7172	+1805
В т. ч.:									
- нефть	4168	4662	+494	2367	2205	–162	1801	2457	+656
- уголь	3452	3772	+320	1170	861	–309	2282	3911	+629
- газ	2543	3156	+613	1260	1505	+245	1284	1804	+520
Выбросы CO_2	30079	33890	+3811	13630	12405	–1225	16449	21486	+5037
Расход кислорода	23375	27011	+3636	11033	10513	–520	12344	16495	+4152

Составлено и рассчитано на основе: BP Statistical Review of World Energy, июнь 2019.

сов парниковых газов. К 2009 г. под условиями Киотского протокола подписались 192 страны [14]. Выполнение поставленных задач потребовало от стран начать сокращение потребления угля, интенсифицировать развитие ВИЭ, характеризующихся нулевыми выбросами парниковых газов в атмосферу и увеличить потребление природного газа, в наименьшей степени загрязняющего атмосферу среди других углеводородов.

Основные обязательства взяли на себя индустриальные страны: ЕС должен был сократить выбросы на 8 %, США – на 7 %, Япония и Канада – на 6 % [13]. Выполнение данных обязательств потребовало от этих стран начать ускоренное развитие возобновляемых видов энергии в виде солнца, ветра, биоорганики, сокращение потребления угля и нефтепродуктов, расширения потребления природного газа. В результате в последние два десятилетия использование возобновляемых видов энергии в мире стало быстро расти. Россия и Украина должны были сохранить среднегодовые выбросы CO_2 в 2008–2012 гг. на уровне 1990 г., а развивающиеся страны, включая Китай и Индию, обязательств на себя не брали.

Среди всех стран мира Европа, Китай и Индия, являясь самыми густо населенными странами мира особенно остро почувствовали на себе негативные последствия загрязнения окружающей среды и именно они стали проводить наиболее активно энергетическую политику, направленную на сокращение выбросов парниковых газов. Темпы роста ввода мощностей ВИЭ в целом по миру в 2007–2018 гг. составили 16,4 %, в т. ч. в ЕС — 12,8 %, в развивающихся странах – 27,4 %, в Китае – более 100 %, в Индии – 17,6 %. Страны ЕС вообще поставили перед собой сверхзадачу – перейти к углеродно-нейтральной экономике, сократив выбросы парниковых газов к 2050 г. на 80–95 % по сравнению с уровнем 1990 г [14].

Следует отметить, что одним из важнейших обстоятельств бурного развития ВИЭ, как со стороны развитых, так и некоторых развивающихся стран явился рост благосостояния в них. В этой связи, в сознании населения стали доминировать не вопросы выживания любой ценой, а качества жизни, включая качество окружающей среды.

Именно поэтому, несмотря на то, что ВИЭ на первых порах не выдерживали конкуренции по сравнению с производством углеводородов, большинство стран, применяя субсидии и налоговые преференции, продолжали интенсивно наращивать их мощности. Данное обстоятельство показывает, *если раньше на протяжении столетий мир при использовании того или иного энергоисточника руководствовался издержками его производства и использования, то теперь на первое место поставлено его влияние на сохранение благоприятных условий проживания человека на Земле.*

Можно сказать, что благодаря Киотскому протоколу и Парижскому соглашению по климату, регламентирующих при сжигании углеводородов количество выбросов CO_2, создается концепция новой модели человеческой цивилизации, которая подразумевает под собой сохранение благоприятных условий проживания человека на Земле, и разработка ее должна стать первоочередной задачей нынешнего столетия. Данная концепция может стать образцом для договоренностей стран по разоружению и сокращению ядерных арсеналов накопленных странами.

За 2007–2018 гг. доля ВИЭ возросла в США в энергетическом балансе с 1,1 до 4,2 %, в странах ЕС – с 2,5 до 9 %, в Японии – с 1,2 до 4,9 %, в Китае – с 0,2 до 3,4 % [15].

Россия по использованию ВИЭ пока безнадежно отстает от других стран, хотя согласно исследованиям Международного агентства по возобновляемой энергетике, в нашей стране существует огромный потенциал для развития ВИЭ. В российских статистических справочниках в структуре энергобаланса сегодня даже нет строки по производству энергии на основе возобновляемых источников энергии. Доля ВИЭ в общем потреблении энергии в нашей стране по состоянию на 2018 г. по информации Бритиш Петролеум составляла всего 0,3 %. Пока в России издержки производства энергии на основе ВИЭ существенно выше по сравнению с нефтью и газом, но ситуация через ряд лет может измениться и Россия окажется не готова к освоению этих дешевых и возобновляемых источников энергии.

Ускоренное развитие ВИЭ, сокращение потребления угля, замена его природным газом, позво-

лило индустриальным странам перевыполнить взятые на себя обязательства по снижению выбросов парниковых газов. За 2007–2018 гг. США сократили выбросы CO_2 на 13,6 %, ЕС – на 16,1 %, Япония – на 7 %. Однако, несмотря на существенное сокращение выбросов со стороны индустриальных стран, общие выбросы по миру продолжали неуклонно расти, увеличившись за 2007–2018 гг. на 11,2 % с 30 до 33,9 млрд т CO_2 (см. табл. 5).

Произошло это за счет развивающихся стран, которые демонстрировали в последние десятилетия высокие темпы роста экономики, что потребовало соответственно нарастить потребление углеводородов. В то время, как страны ОЭРС за последнее десятилетие сократили потребление углеводородов на 226 млн т и уменьшили выбросы CO_2 на 1,2 млрд т, то страны, не входящие в ОЭРС, наоборот нарастили потребление углеводородов на 1805 млн т и увеличили выбросы CO_2 на 5 млрд т. При этом наибольший вклад в загрязнение внесли такие наиболее многонаселенные страны как Китай, Индия, Малайзия, Бразилия, Индонезия. На эти пять стран в 2007–2018 гг. пришлось 61 % от всего прироста выбросов CO_2 [1].

По всей видимости, увеличение выбросов со стороны развивающихся стран будет продолжать расти еще как минимум в течение 30 лет, пока эти страны не увеличат потребление углеводородов на душу населения с существующих 1,3 т на человека до уровня развитых стран минимум в 3 т (см. табл. 2). В результате годовые выбросы CO_2 к 2050 г. должны вырасти в целом по миру в 1,3 раза, а вместе с их ростом будет неуклонно расти и температура на Земле.

Можно сказать, что человечество сегодня встретилось с трудно разрешимой дилеммой, которая пока не поддается решению, ибо нельзя приказать развивающимся странам сократить темпы роста их экономик, а вместе с этим и рост потребления углеводородов. Сегодня человечество может затормозить выбросы парниковых газов, но предотвратить их рост оно пока не в состоянии.

Кроме того, серьезную подножку решения этой дилеммы внесли США во главе с Д. Трампом, выйдя из Парижского соглашения, по которому они брали на себя обязательства сократить выбросы парниковых газов на 40 % к 2025 г. [16], а также выделить беднейшим странам до 2020 г. 3 млрд долл. на развитие ВИЭ. Свое решение Д. Трамп объяснил тем, что в то время, как его страна в результате роста расходов на сокращение выбросов парниковых газов может потерять 2,7 млн рабочих мест, в т. ч. в 440 тыс. в промышленности, то Китай и Индия, освобожденные по соглашению от сокращения выбросов до 2030 г., получат фору в своем развитии перед США [17].

Озвучив свою позицию по мотивации выхода из Парижского соглашения, США, постав на первое место свой меркантильный интерес, непроизвольно выставили себя перед мировым сообществом в виде «врага» человеческой цивилизации, и это, несмотря на то, что если сложить сначала прошлого столетия все накопленные выбросы парниковых газов этой страны, витающих сегодня в атмосфере Земли, то их объем окажется многократно больше сегодняшних выбросов Китая и многих других стран вместе взятых.

Несмотря на то, что США и некоторые другие страны не поддержали Киотское и Парижское соглашения по климату, эти соглашения, подписанные большинством стран мира, показывают как должно действовать человечество в случае появления угроз его проживания на Земле. Можно сказать, что в Результате Киотского и Парижского соглашений по климату впервые положено начало по созданию новой модели взаимодействия стран в случае глобальной опасности его существования на планете Земля.

Заключение

Существовавшая многие столетия экономическая закономерность, согласно которой экономический рост должен всегда сопровождаться ростом энергопотребления, сегодня для многих промышленно развитых стран потерял свою актуальность – их экономика стала расти при сокращении потребления энергоресурсов. Абсолютное сокращение потребления энергоресурсов и снижение энергоемкости производства национального продукта становятся одними из важнейших показателей успешности использования в странах современных достижений технического прогресса.

Бурное развитие науки и технологий в последние 20 лет показывает, что угроза энергетического дефицита и возможной нехватки энергии уходит в прошлое – мир постепенно входит в эпоху глобального профицита энергоресурсов, что естественно будет отражаться на динамике цен на энергоресурсы в сторону торможения их роста.

На протяжении предыдущего столетия сам факт обладания традиционными запасами углеводородов в виде нефти, природного газа, угля обеспечивал удовлетворение в их потребности, сегодня же на смену этой парадигме приходит обеспеченность не запасами, а доступ к технологиям и наличия свободных средств для приобретения углеводородов на мировом их рынке. Большая ресурсная база больше не гарантирует безмятежной и сытой жизни для нефтегазодобывающих государств.

Современная перестройка структуры мирового энергетического баланса показывает, что на первом месте среди причин опережающего развития того или иного энергоисточника, издержки уступили место его влиянию при использовании на качество окружающей среды и потепление климата на Земле.

В борьбе за снижение выбросов парниковых газов в атмосферу и предотвращение потепления климата на Земле, человечество в ближайшие 30–50 лет может затормозить эти процессы, но не сможет их предотвратить.

Новым качественный трендом, который в ближайшие десятилетия будет вносить серьезные кор-

ративы в функционирование мировой энергетики выступает сегодня бурное развитие энергоисточников с нулевыми выбросами парниковых газов в атмосферу Земли – их доля в общем потреблении энергоресурсов за 2004–2017 гг. увеличилась в 5,1 раза с 0,7 до 3,6 % а к 2026 г. может возрасти в 3,5 раза – до 13 %, что неминуемо отразиться, на сокращении темпов роста потребления нефти, абсолютного сокращения использования угля и динамике мировых цен на углеводороды.

Библиографический список

1. BP Statistical Review of World Energy 2018: Deux pas en avant, un pas en arrière. URL: https://www.bp.com/fr_fr/france/home/presse/bp-statistical-review-of-world-energy-2018--deux-pas-en-avant--u.html (дата обращения: 25.08.2019).
2. Бюллетень о текущих тенденциях мировой экономики. Март, 2018. URL: http://ac.gov.ru/publications/7075/(дата обращения: 25.08.2019).
3. Implemtnting an America-First Offshore Energy Strategy. URL: https://www.federalregister.gov/documents/2017/05/03/2017-09087/implementing-an-america-first-offshore-energy-strategy (дата обращения: 05.05.2018).
4. Мировая энергетика – новые вызовы. Раздел 3. Энергетика и геополитика / под ред. А.А. Макарова, В.В. Костюка. М. Наука, 2011. С. 68–91.
5. *Мастепанов А.М.* Мировая энергетика: еще раз о новых вызовах // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 11. С. 4–6.
6. *Конопляник А.А.* Встречные «эффекты домино» // Нефть России. 2017. № 5-6. С. 5–13.
7. *Мастепанов А.М.* Энергетический профицит – новая реальность // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 1. С. 5–6.
8. Технологическая революция и энергетика – 2050 глазами BP. URL: http://pro-arctic.ru/19/03/2018/news/30959 (дата обращения: 25.08.2019).
9. *Мастепанов А.М.* Под знаком технологического фактора // Нефть России. 2016. № 11–12. С. 5–10.
10. *Стрельникова Т.* Влияние климатических изменений на заболеваемость населения и экономическое развитие регионов // Экономист. 2018. № 12. С. 59–66.
11. Кто выбрасывает в атмосферу больше CO_2 – человек или природа? URL: https://za-neptunie.livejournal.com/184526.html (дата обращения: 25.08.2019).
12. Углекислый газ в атмосфере Земли. URL: https://ru.wikipedia.org (дата обращения: 25.08.2019).
13. Киотский протокол. РИО Новости. 16.02.2015. URL: https://ria.ru/20150216/1047544621.html (дата обращения: 25.08.2019).
14. *Борхардт К.Д.* Газовый пакет 2020 и QuoVadis // Нефтегазовая вертикаль. 2018. № 12. С. 11.
15. BP Statistical Review of World Energy. June, 2007. URL: https://www.financialsense.com/contributors/chris-puplava/statistical-review-of-world-energy-2007-part-1 (дата обращения: 25.08.2019).
16. Парижское соглашение по климату (2015). URL: https://ru.wikipedia.org (дата обращения: 25.08.2019).
17. *Шлихтер А.* Парижское соглашение по климату и энергетические приоритеты Дональда Трампа // Мировая экономика и международные отношения. 2018. Т. 62. № 12. С. 65–74.

Ekonomika v promyshlennosti = Russian Journal of Industrial Economics
2019, vol. 12, no. 3, pp. 271–279
ISSN 2072-1633 (print)
ISSN 2413-662X (online)

Revolutionary transformations in the consumption of energy in the world

M.M. Sokolov – mistra-36@mail.ru
Center for innovative economy and industrial policy of the Institute of Economics, 32 Nakhimovskii Prospekt, Moscow 117218, Russia

Abstract. Modern revolutionary trends in the development of the world fuel and energy complex are considered. The economic pattern that has existed for many centuries, according to which economic growth must always be accompanied by an increase in energy consumption, is now no longer relevant for many industrialized countries. Absolute reduction of energy consumption and reduction of energy intensity of national product production become one of the most important indicators of successful use of modern technological progress in countries.

The development of science and technology over the past 20 years has permanently eliminated the threat of possible energy shortages. On the contrary, the world is gradually entering an era of global energy surpluses, which will naturally affect the dynamics of energy prices in the direction of slowing their growth.

It is shown that along with technological progress, no less serious impact on the development of the fuel and energy complex of the world is exerted by the rapid development of renewable energy and the activities carried out under the auspices of the UN to reduce greenhouse gas emissions into the earth's atmosphere.

According to the author, the revolutionary restructuring of the structure of the world energy

balance in favor of energy sources with zero emissions of pollutants into the earth's atmosphere today shows that one of the most important circumstances of their development, both from developed and some developing countries, was the growth of well-being in them. In this regard, the population's consciousness began to dominate not the issues of survival at any cost, but the quality of life, including the quality of the environment.

That is why, despite the fact that the VIE at first did not withstand competition in comparison with the production of hydrocarbons, most countries, using subsidies and tax preferences, continue today to intensively increase their capacity. This circumstance shows, if earlier for centuries the world at use of this or that power source was guided by expenses of its production and use, now its influence on preservation of favorable conditions of residence of the person on the earth Comes to the first place.

Keywords: fuel and energy complex, production and consumption of hydrocarbons, renewable energy, the structure of the world energy balance, ecology, climate warming, greenhouse gas emissions

References

1. BP Statistical Review of World Energy 2018: Deux pas en avant, un pas en arrière. Available at: https://www.bp.com/fr_fr/france/home/presse/bp-statistical-review-of-world-energy-2018--deux-pas-en-avant--u.html (accessed: 25.08.2019).

2. Bulletin on current trends in the world economy. March, 2018. Available at: http://ac.gov.ru/publications/7075/ (accessed: 25.08.2019).(In Russ.)

3. Implementing an America-First Offshore Energy Strategy. Available at: https://www.federalregister.gov/documents/2017/05/03/2017-09087/implementing-an-america-first-offshore-energy-strategy (accessed: 05.05.2018).

4. *Mirovayaenergetika – novyevyzovy. Razdel 3. Energetika igeopolitika* [World energy – new challenges. Section 3. Energy and Geopolitics]. Moscow: Nauka, 2011. Pp. 68–91. (In Russ.)

5. Mastepanov A.M. World energetics: discussing new challenges once again World energy: once again about the new challenges. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of economy and management of oil and gas complex*. 2014. No. 11. Pp. 4–6. (In Russ.)

6. Konoplyanik A.A. Counter «Domino effects». *Neft' Rossii = Oil of Russia*. 2017. No. 5–6. Pp. 5–13. (In Russ.)

7. Mastepanov A.M. The Energy surplus is a new reality. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom = Problems of economy and management of oil and gas complex*. 2014. No. 1. Pp. 5–6. (In Russ.)

8. Technological revolution and energy – 2050 through BP's eyes. Available at: http://pro-arctic.ru/19/03/2018/news/30959 (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

9. Mastepanov A.M. Under the sign of the technological factor. *Neft' Rossii = Oil of Russia*. 2016. No. 11–12. Pp. 5–10. (In Russ.)

10. Strel'nikova T. Influence of climatic changes on the incidence of the population and the economic development of regions. *Ekonomist = Economist*. 2018. No. 12. Pp. 59–66. (In Russ.)

11. Who emits more CO_2 into the atmosphere – man or nature? Available at: https://za-neptunie.livejournal.com/184526.html (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

12. Carbon Dioxide in the Earth's atmosphere. Available at: ttps://ru.wikipedia.org/ (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

13. Kyoto Protocol. The RIO news. 16.02.2015. Available at: https://ria.ru/20150216/1047544621.html (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

14. Borkhardt K.D. Gas package 2020 and Quo Vadis. *Neftegazovaya vertikal' = Oil and Gas vertical*. 2018. No. 12. Pp. 11. (In Russ.)

15. BP Statistical Review of World Energy. June, 2007. Available at: https://www.financialsense.com/contributors/chris-puplava/statistical-review-of-world-energy-2007-part-1 (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

16. Paris climate agreement (2015). Available at: https://ru.wikipedia.org/ (accessed: 25.08.2019). (In Russ.)

17. Schlichter.A. Paris Climate Conference and Priorities of Donald Trump's Energy Policy. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya*. 2018. Vol. 62. No. 12. Pp. 65–74. (In Russ.)