

Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира

The analysis of energy consumption of leading countries on the eve of global changes in the contemporary world

В. Абрамов
Профессор, Д. Э. Н.,
Национальный Исследовательский
Ядерный Университет Мифи
E-Mail: Viabramov@mephi.ru

Victor ABRAMOV
Doctor of Economics, Professor,
National Research Nuclear
University MEPHI
E-mail: viabramov@mephi.ru

И. Абрамов
Аспирант, Национальный
Исследовательский Ядерный
Университет Мифи
E-Mail: Viabramov@mephi.ru

Igor ABRAMOV
PhD student,
National Research
Nuclear University MEPHI
E-mail: viabramov@mephi.ru

А. Путилов
Декан Факультета, Профессор, Д. Т. Н.,
Национальный Исследовательский
Ядерный Университет Мифи
E-Mail: Avputilov@mephi.ru

Alexander PUTILOV
Doctor of Technical Sciences,
Dean of Faculty, Professor,
National Research Nuclear University MEPHI
E-mail: avputilov@mephi.ru

И. Трушина
Докторант, Латвийский Университет
Естественных Наук И Технологий
E-Mail: Inese.trusina@aol.com

Inese TRUSINA
PhD student, Latvian University
of Natural Sciences and Technology
E-mail: inese.trusina@aol.com

Аннотация. Статья посвящена анализу экономического роста ведущих стран мира в контексте устойчивого развития в энергетических единицах мощности за период 1990–2019 гг. и оценке влияния фактора энергопотребления на рост ВВП. На основе данных 16 стран, ВВП которых составляют не менее 75 % от мирового, проанализированы показатели нормализованной мощности полного потребления энергии и потребления электричества, показаны существенные различия экономического развития стран в контексте энергетического баланса.

Ключевые слова: региональное развитие, социально-экономические системы, энергетические критерии развития, энергопотребление, энергообеспечение, мощность.

Abstract. The article analyzes the development of the leading countries of the world in the context of sustainable development for the period 1990–2019 in energy units of power and assessed the impact of energy consumption security factors on GDP growth. On the basis of data on the development dynamics of 16 leading countries that account for at least 75 % of the total world GDP, indicators of the normalized power consumption of full energy and electricity were analyzed, and significant differences in the economic development of countries in the context of the energy balance were shown.

Keywords: regional development, socio-economic systems, energy consumption, energy supply, power.



Мировое сообщество привыкло считать, что рост ВВП означает улучшение жизни простых граждан, а его падение, наоборот, означает спад

Введение

Применяемые в настоящее время методы оценки устойчивости развития социально-экономических систем не дают объективной картины регионального и национального развития [1]. Используемая методология построения индикаторов устойчивого развития базируется на разнородных, несоразмерных мерах, а для осуществления операций используется процедура нормирования, но нормированные индикаторы также разнородны, так как за ними стоят разнородные величины, вы-

раженные в несопоставимых измерителях, что порождает ложные оценки и, как следствие, неэффективное управление [2]. Одним из важных факторов для обеспечения устойчивого развития является наличие необходимого количества устойчивых энергетических ресурсов. События 2022 г. показали резкий рост спроса на энергоресурсы во всем мире и как следствие наличие турбулентных эффектов в развитии экономик многих стран. Именно поэтому важен ретроспективный анализ энергопотребления ведущих стран накануне начала глобальных изменений.

Цель статьи провести анализ развития ведущих стран мира за период 1990–2019 гг. в контексте устойчивого развития в энергетических единицах мощности и оценить влияние факторов обеспеченности энергопотребления на рост ВВП. Представленный метод анализа позволит разработать новые подходы к прогнозированию устойчивого развития, учитывающие не только мировую энергетику (базовый показатель), но и политэкономические факторы (отказ от импорта, предельные цены на энергоносители и пр.). Для расчёта и первичной интерпретации показателей развития и индекс нормализованной мощности потребления электроэнергии были отобраны 16 стран по размеру ВВП и составляющие не менее 75 % всего мирового ВВП за 1990, 2005 и 2019 гг., предшествующие глобальным кризисам и переменам.



Таймс-сквер в Нью-Йорке, США

Источник: sepavone / depositphotos.com

Текущая ситуация

ЕС выступил за декарбонизацию и обязался свести к нулю выбросы к 2050 г. в соответствии с требованиями Парижского соглашения 2015 г. [3]. Важные соглашения в этом плане были подписаны в ходе 26-й конференции ООН по изменению климата в Глазго в ноябре 2021 г. [4]. Важно при этом понимать, что реализация многих программ развития требует необходимого обеспечения энергией и, в случае опережающих темпов сокращения потребления углеводородного топлива, возможно нарушение энергетического баланса.

Сейчас экономисты критикуют индикатор ВВП как показатель общественного благосостояния, поскольку расчёт одного и того же параметра идет по разным формулам, определяемым государством

Оценка развития на основе ВВП

Валовой внутренний продукт (ВВП) – наиболее популярный показатель, принятый в качестве основного критерия развития и роста экономики, измеряемый в деньгах. ВВП определяется как макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведённых за год во всех отраслях экономики на территории конкретного государства для потребления, экспорта и накопления, независимо от национальной принадлежности факторов производства. Можно сказать, что ВВП выражает масштаб экономики. Сегодня именно темпы роста ВВП считаются основным параметром экономического роста [5]. В результате мировое сообщество привыкло считать, что рост ВВП означает улучшение жизни простых граждан, а его падение, наоборот, означает спад или стагнацию. За последние десять лет экономисты столкнулись с большой критикой ВВП как показателя общественного благосостояния и развития [6]. Сегодня расчёт одного и того же параметра осуществляется по совершенно разным формулам, которые государство может определить само. Валовой внутренний продукт большинства стран, занимающих

Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать развитие экономики и повышение благосостояния граждан

высшие строчки мирового лидерства, уже давно формируется не за счёт реального сектора, а за счёт ценовых спекуляций [7]. В ВВП ведущих стран – США, Франции, Германии – до 80 % приходится на услуги и 20–25 % на производство (таблица 1), в то же время 50 % ВВП развивающихся стран формируется по результатам производства реальной продукции, в том числе сельскохозяйственной.

Привлекательность аргумента о том, что человеческое общество может отделить экономический рост, определяемый как рост валового внутреннего продукта (ВВП), от роста воздействия на окружающую среду и использования материалов и энергии не подтверждается историческими фактами [9]. Таким образом, рост ВВП является сомнительной социальной целью. Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать рост и развитие экономики, повышение благосостояния и устойчивости социально-экономической системы.

Энергетические показатели экономического развития

В рамках концепции экологической экономики [10] и с учётом выводов

энергетической теории стоимости [11] с целью формализации задач разработана методология управления устойчивым развитием, использующая подход анализа изменения мощности потоков энергии [12] в открытых динамических социально-экономических системах. Анализ социально-экономических систем основывается на законе сохранения мощности потока энергии [13] во времени, необходимого для развития и обеспечения всех процессов социально-экономической системы – поток энергии (полная мощность) $N(t)$, поступающий в систему за период Δt , равен сумме выходного потока полезной энергии (мощности) $P(t)$ и потерь мощности $G(t)$, согласно формуле 1:

$$N(t) = P(t) + G(t) \quad (1)$$

В соответствии с формулировкой закона, устойчивое развитие представляет собой непрерывный процесс повышения способности удовлетворения текущих потребностей существующей социально-экономической системы в единицах мощности без снижения уровня произведённой полезной энергии, как способности удовлетворения потребностей будущих поколений, при одновременном повышении эффективности использования полной мощности системы, в условиях негативных внешних и внутренних воздействий [14]. Из закона сохранения мощности определяется модель потоков энергии (мощности) социально-экономической системы.

Введение инвариантной меры «мощность» в управление устойчивым развитием позволяет установить измеримую связь между потребностями и возможностями, построить систему показателей и критериев устойчивого развития в соответствии с инвариантом прогнозируемого класса системы «человек-общество-природа» [15].

Поток потребляемой обществом энергии или полная мощность $N(t)$ включает в себя все виды энергоресурсов, необхо-

Таблица 1. Структура ВВП США, ЕС, России, Китая и Индии в 2019 г.

Источник: данные [8]

Страна, 2019 г.	Сельское хозяйство, % от ВВП	Промышленность, % от ВВП	Услуги, % от ВВП
США	1	19	80
ЕС	2	27	71
Россия	4	40	56
Китай	8	38	54
Индия	18	34	48

димых для обеспечения жизнедеятельности, производственных, технологических и других процессов. Эта сумма всех потоков потребления определяет потребности или потенциальные возможности общества [14]. Важной частью полной мощности потребления является мощность конечного потребления электричества $E(t)$. Уровень и изменение мощности потребления электроэнергии, а также доля в общей мощности потребления системы определяет технологический уровень развития экономики и общества в целом [16]. Результаты исследований [17] показали, что существует однонаправленная причинно-следственная связь от потребления электроэнергии к ВВП, как показателю экономического роста. В некоторых работах по исследованию данных США отмечалось, что рост потребления электроэнергии шёл параллельно росту ВВП начиная с 1973 г. до середины 1990-х гг., и в последствии эта связь была нарушена [18]. Очевидно, что необходимы дальнейшие исследования, чтобы понять причину расхождения корреляции в середине 1990-х годов и то, о чем может данный факт сигнализировать.

Оценка энергопотребления и ВВП

В соответствии с теоретическим обоснованием и описанной выше методологией, рост и развитие экономики стран можно описывать как с помощью показателя ВВП, так и как открытые социально-экономические системы, используя показатели в энергетических единицах мощности. При этом необходимо подчеркнуть, что человечество является производителем всей мировой электроэнергии и одновременно ее потребителем. Из этого следует, что сбалансированное развитие будет иметь место тогда и только тогда, когда, с одной стороны, есть все возможности для производства продуктов и услуг, а с другой стороны, чтобы была возможность их приобретать и потреблять. Понятно, что в первом случае должны быть выполнены необходимые условия производства, т. е. наличие энергии и других видов ресурсов, а во втором случае должны быть выполнены достаточные условия – возможность приобретения и потребления [19]. В рамках мировой экономики в целом система замкнута, поэтому производство и потребление должны быть сбалансированы. В ка-



Уолл-стрит и фондовая биржа в Нью-Йорке
Источник: dibrova / depositphotos.com

честве показателей сбалансированности развития социально-экономической системы, как мировой системы в целом, так и отдельного государства, определяется показатели полной мощности потребления энергии, индекс нормализованной мощности потребления полной энергии и индекс нормализованный мощности потребления электроэнергии.

В данной работе энергетический показатель $NW(t)$ определяется как отношение полной потреблённой мощности энергоресурсов $N(t)$, выраженной в энергетических единицах мощности (Ватт), к сумме годового валового продукта $GDP(t)$, выраженные в денежных единицах за один и тот же период времени по формуле 2:

$$NW(t) = N(t) / GDP(t) \quad (2)$$

Поток потребляемой обществом энергии или полная мощность включает в себя все виды энергоресурсов, необходимых для обеспечения жизнедеятельности и производственных процессов

Энергетический показатель $NW(t)$ позволяет определить, насколько национальная валюта обеспечена потреблённой мощностью.

Аналогично рассчитывается энергетический показатель $EW(t)$ для потреблённой мощности электричества по формуле 3:

$$EW(t) = N(t) / GDP(t) \quad (3)$$

Для определения параметров баланса или индекса нормализованной мощности потребления энергоресурсов разработана следующая методика. **Нормализованное значение ВВП**, где $GDP(t)$ – общий прирост мирового ВВП, а $GDP_i(t)$ – прирост ВВП i -й страны рассчитывается по формуле 4:

$$GDPNi(t) = GDP_i(t) / GDP(t) \quad (4)$$

Аналогично рассчитывается нормализованное значение для полной мощности потребления $N(t)$ и мощности потребления электричества $E(t)$ – соответственно $NN_i(t)$, $EN_i(t)$ для i -й страны, по формулам 5 и 6:

$$EN_i(t) = E_i(t) / E(t) \quad (5)$$

$$NN_i(t) = N_i(t) / N(t) \quad (6)$$

Введение инвариантной меры «мощность» в управление устойчивым развитием позволяет установить связь между потребностями и возможностями, построить систему критериев устойчивого развития

Используя выше определённые значения, **индекс нормализованный мощности потребления полной энергии** $WNI_i(t)$ отдельной i -й страны определяется по формуле 7:

$$WNI_i(t) = NN_i(t) / GDPNi(t) \quad (7)$$

Аналогичным образом для мощности электропотребления $E(t)$ рассчитывается **индекс нормализованный мощности потребления электроэнергии** отдельной i -й страны – соответственно $WE_i(t)$, по формуле 8:

$$WE_i(t) = EN_i(t) / GDPNi(t) \quad (8)$$

Фестиваль Дивали, Индия

Источник: saiko3p / depositphotos.com



Определение	Обозначение	Единицы	Источник
Полная мощность потребления	N (t)	Вт	Международное агентство энергетики [20], данные Всемирного банка [8]
Мощность потребления электричества	E(t)	Вт	Международное агентство энергетики [20], данные Всемирного банка [8]
Население	M (t)	человек	Данные Всемирного банка [8]
Внутренний валовой продукт	GDP (t)	доллары США	Данные Всемирного банка [8]

Таблица 2. Источники информации и данные

Уникальность этого подхода заключается в том, что по данным нормализованным индексам можно определять энергетическую сбалансированность экономического развития отдельных стран и регионов, и индексы являются важными показателями для прогнозирования устойчивого развития.

Источники информации и данные

Необходимая статистическая информация и данные были получены из источников, указанных в таблице 2. Показатели рассчитаны с использованием данных за период с 1990 по 2019 гг.

Для расчёта и первичной интерпретации показателей развития и индексов нормализованной мощности потребления энергии были выбраны ведущие страны

мира по размеру ВВП и составляющие не менее 75 % всего мирового ВВП за 1990, 2005 и 2019 гг. (таблица 3). В выборку вошли первые 16 стран по объёму ВВП. Выбранные точки анализа – 1990, 2005 и 2019 гг. – годы, предшествующие глобальным кризисам и переменам: 1990 г. – накануне ликвидации Советского Союза; 2005 г. – накануне мирового кризиса 2008–2009 гг.; 2019 г. – накануне глобальной пандемии.

Представленные данные соотнесены по величине к мировому ВВП (GDP) и отражают долю экономики конкретной страны в общей мировой экономике (GDPN).

Результаты и выводы

Показатели роста и развития ведущих стран мира. Базовые показатели устойчивого развития, в том числе общее энер-

Таблица 3. Внутренний валовой продукт (GDP), доля внутреннего валового продукта в мировом валовом продукте (GDPN) за 1990, 2005, 2019 гг., население M и значение доли населения (MN) за 2019 г.

Страна	Код	GDP		GDPN		GDP		GDPN		M	MN
		млрд US \$	%	млрд US \$	%	млрд US \$	%	млрд чел.	%		
		2019	2019	2005	2005	1990	1990	2019	2019		
США	US	21400	24	13039	27	5963	25	0.33	4		
Китай	CH	14402	16	2285	5	1093	5	1.41	18		
ЕС	EU	16542	19	11568	24	6498	28	0.51	7		
Япония	JP	5123	6	4831	10	3132	13	0.13	2		
Индия	IN	2869	3	820	2	321	1	1.37	17		
Бразилия	BR	1839	2	891	2	391	2	0.21	3		
Канада	CA	1736	2	1114	2	593	3	0.04	1		
Россия	RU	1702	2	764	2	516	2	0.14	2		
Корея	KR	1647	2	935	2	283	1	0.05	1		
Австралия	AU	1387	2	695	2	311	1	0.03	0.3		
Другие	RE	19005	22	10897	23	4347	17	3.59	46		
Мир	W	87652	100	47779	100	23448	100	7.79	100		

Источники: данные [8], расчёты авторов

ВВП трлн долл. США

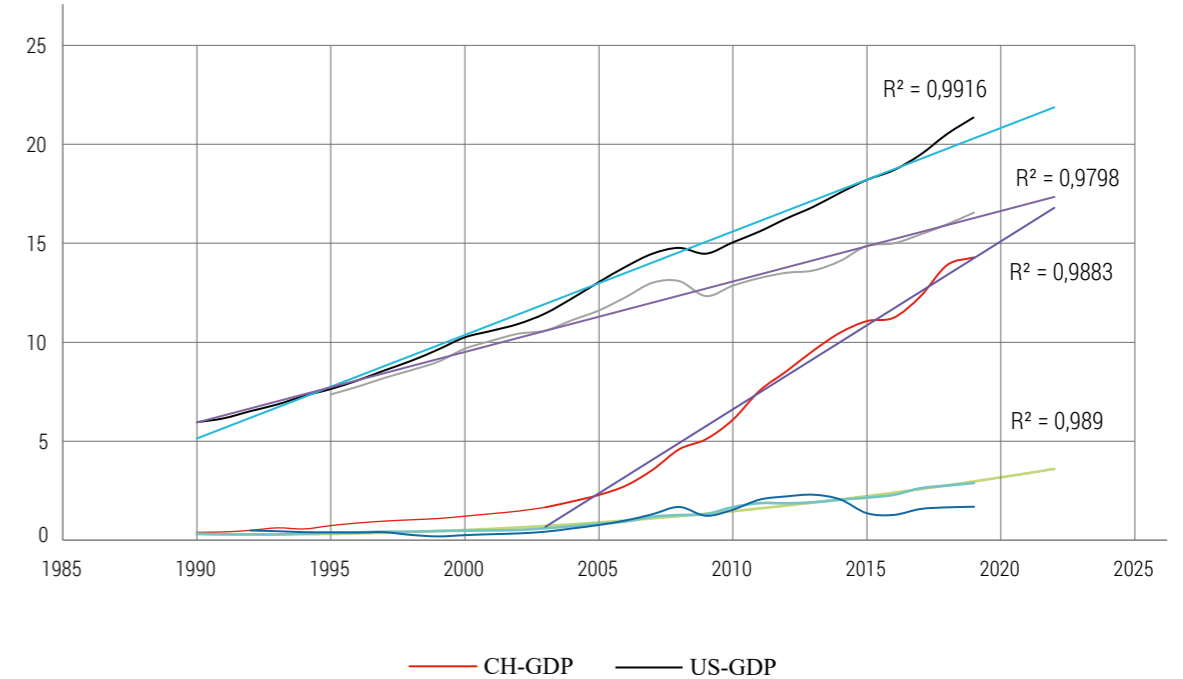


Рис. 1. Изменение валового продукта (GDP) для США (US), Китая (CH), Европейского союза (EU), России (RU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., долл. США

Источники: данные [7], расчёты авторов

гопотребление (мощность потребления или валовая мощность) в энергетических единицах рассчитаны для США, Китая, ЕС, России и Индии. Ключевые параметры для выбора стран:

1. Мировые лидеры по объёму ВВП;
2. Структурные различия в ВВП.

Рост ВВП в долларах США на рис. 1, за период 1990–2019 гг., для США и ЕС имеет линейный характер (корреляция 0,9916 и 0,9798 соответственно). Рост ВВП Китая в долл. США с 2002 г. также имеет линейный характер (корреляция 0,983) и увеличение по итогам 2019 г. в 6 раз.

Рост ВВП в долларах США за период 1992–2019 гг. для России имеет явно выраженный нелинейный, нерегулярный, нехроноцелостный характер с перепадами в 2009 г. и в 2015–2016 гг. В то же время, рост ВВП в долл. США за период 2001–2019 гг. для Индии имеет явно выраженный линейный характер (корреляция 0,989).

Представленные графики ВВП показывают:

- линейное увеличение ВВП для ведущих стран США, ЕС и, начиная с 2002 г., для Китая и с 2001 г. для Индии;

- отличную картину изменения ВВП на разных графиках за один и тот же период 2001–2019 гг. для России.

Переход к инвариантной системе координат в энергетических единицах для США, Китая, ЕС, Индии и России показан на рис. 2. – кривые изменения полной мощности, измеренной в ГВт, за период 1990–2019 гг. Изменение полной мощности США за период до 2005 г. носит нелинейный замедляющий характер с постепенным выходом на плато. После 2005 г. до 2019 г. полная мощность (в результате деятельно-

Уровень и изменение мощности потребления электроэнергии, а также доля в общей мощности потребления системы определяет технологический уровень развития экономики и общества в целом

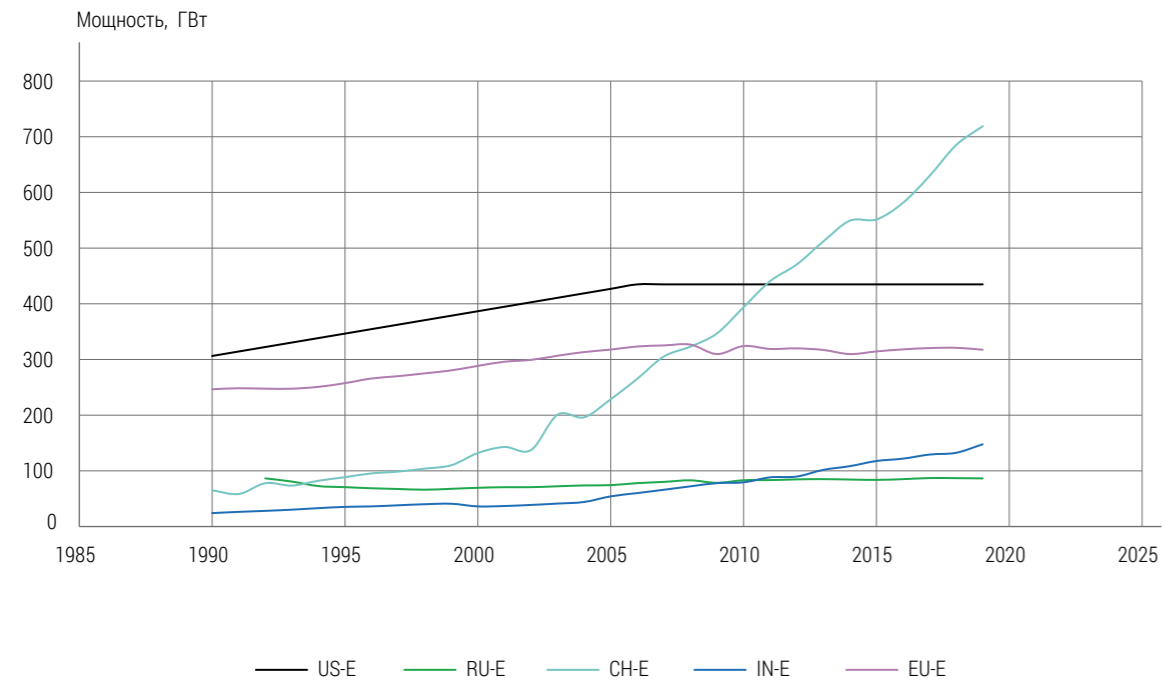


Рис. 2. Изменение полной мощности конечного потребления электричества для США (US), Китая (CH), России (RU), Европейского союза (EU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., ГВт

Источники: данные [8],
расчёты авторов

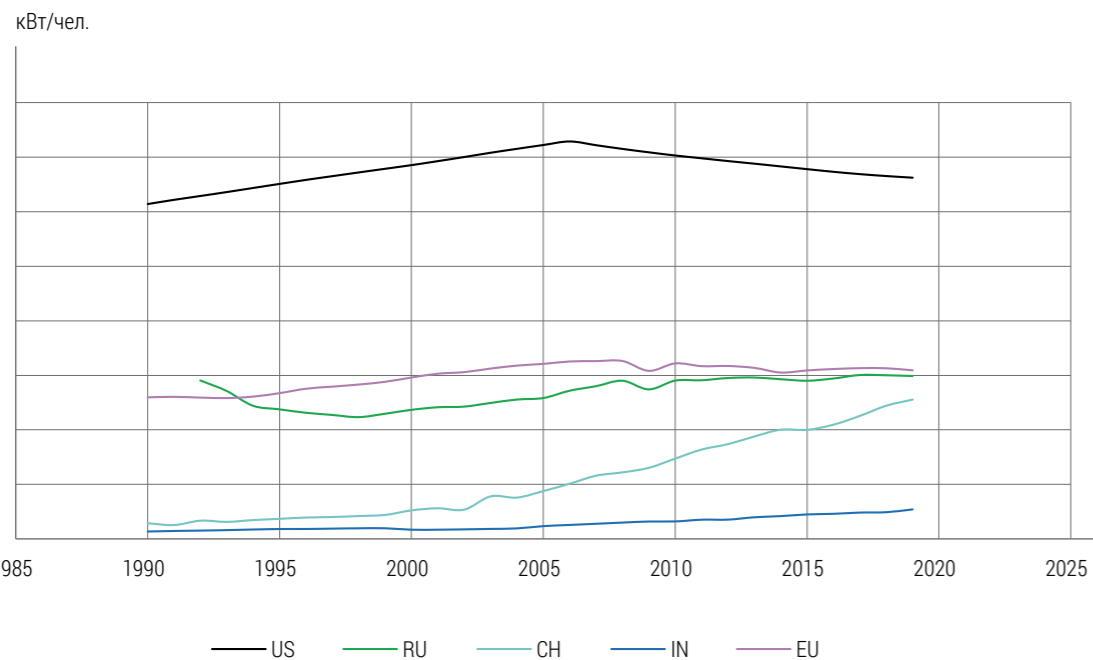


Рис. 3. Изменение полной мощности конечного потребления электричества на душу населения для США (US), Китая (CH), России (RU), Европейского союза (EU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., кВт/чел.

Источники: данные [8],
расчёты авторов

страны	1990				2005				2019			
	N	NN	E	EN	N	NN	E	EN	N	NN	E	EN
	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%
US	1712	21	306	25	2082	19	427	22	2558	19	451	16
CH	882	11	65	5	1566	15	229	12	2828	21	719	25
EU	1486	18	247	20	1627	15	318	17	1521	12	317	11
JP	386	5	85	7	439	4	115	6	352	3	105	4
IN	290	4	24	2	442	4	54	3	835	6	147	5
BR	155	2	25	2	222	2	43	2	301	2	59	2
CA	212	3	51	4	257	2	66	3	276	2	63	2
RU	824	10	86	7	500	5	74	4	600	5	86	3
KR	92	1	11	1	190	2	43	2	244	2	65	2
AU	76	1	17	1	98	1	24	1	111	1	29	1
Rest	2129	26	327	26	3458	21	522	27	3697	27	817	29
World	8245	100	1244	100	10781	100	1914	100	13223	100	2857	100

Примечание: обозначения стран, использованные в таблице: US – США, EU – Европейский союз, JP – Япония, IN – Индия, BR – Бразилия, CA – Канада, KR – Корея, AU – Австралия, Rest – другие страны мира, World – мир

Таблица 4. Полная мощность потребления (N), мощность потребления электричества (E) и их нормализованные значения (NN, EN) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источник:
расчёты авторов

сти и создания национального продукта) не изменялась в пределах погрешности 5%. Изменение полной мощности ЕС на плато вышло до 1990 г. и после 2007–2008 гг. имеет тенденцию к снижению. Изменение полной мощности Китая с 2005 г. имеет линейный характер и увеличилось в 2,7 раза за период до 2019 г. После 2005 года значение мощности Китая превысило уровень ЕС, а после 2011 г. – уровень США. Последние три года развитие Китая имеет небольшую тенденцию к замедлению.

Графики, представленные на рис. 2, показывают различную динамику изменения

мощности конечного потребления для США это выход на плато с 2007 г., для Европейского союза некоторый спад с 2007 г., для Китая ускорение роста начиная с 2002 г.: для Индии тоже ускорение роста с 2005 г. и у России постепенный незначительный рост с конца 1990-х гг. Изменения полной мощности конечного потребления для США, Китая, России, Европейского союза и Индии за период 1990–2019 гг. имеют аналогичные тенденции, как и изменения полной мощности потребления энергии электричества.

Изменение полной мощности конечного потребления электричества на 1 жителя для США, Китая, России, Европейского союза и Индии представлены на рис. 3. Из графиков видно, что у США был рост до 2006 г., а потом начался спад. Аналогичная тенденция у Европейского союза. У России был спад до 1998 г., потом начался рост, который продолжался до 2008 г. и затем рост фактически прекратился.

Тем временем у Китая и Индии наблюдается рост с 1990 г. Он ускорился с 2003 г., причем у Китая значительно выше, чем у Индии. Следует при этом отметить, что в России уровень мощности конечного потребления электричества на одного

Результаты исследований показали, что существует однонаправленная причинно-следственная связь от потребления электрической энергии к ВВП, как показателю экономического роста

человека в 2014 г. приблизился к уровню потребления в Европейском союзе.

Показатели нормализованной мощности потребления электричества. Результаты расчётов полной мощности (N), нормализованной полной мощности (NN), мощности потребления электричества (E) и нормализованной мощности потребления электричества (EN) за 1990, 2005 и 2019 гг. для ведущих экономик мира, рассчитанные по формулам (5) и (6), представлены в таблице 4.

Очевидно, что мощность потребления электричества в мировом хозяйстве за год равна всей созданной мощности электричества человечеством. Поэтому логично сравнить доли мощности потребления электричества ведущих экономик мира и созданного за этот период ВВП. Для этого были рассчитаны индексы нормализованной мощности потребления энергоресурсов WN и электричества WE по формулам (6) и (7) для мировых лидеров за 2019, 2005 и 1990 гг., результаты расчетов представлены на рис. 4 и 5.

По результатам полученных данных индекса нормализованной мощности потребления электричества WE можно сформулировать типологию стран по энергетическому балансу экономического развития (рис. 5).

Рост и развитие экономики стран можно описывать как с помощью показателя ВВП, так и как открытые социально-экономические системы, используя показатели в энергетических единицах мощности

Сбалансированное развитие в 2019 г. – индекс равен или находится около единицы. Это Бразилия и Канада, только с разной динамикой развития. У США в 1990 г. индекс был около единицы, но затем постепенно снижался. У Евросоюза уже в 1990 г. этот индекс был ниже единицы и в результате снижения в 2019 г. приблизился к 0,5. Обратный тренд у Японии, у которой был незначительный рост и в 2019 г. индекс был незначительно выше, чем в Евросоюзе. Сильный спад индекса от 1 до 0,6 произошел в Австралии. Сильно выделяются на этом фоне три страны – Китай, Индия и Россия, у которых индекс WE выше единицы и в 2019 г. был равен приблизительно 1,5, но динамика изменений

Источник: bartekchiny / depositphotos.com

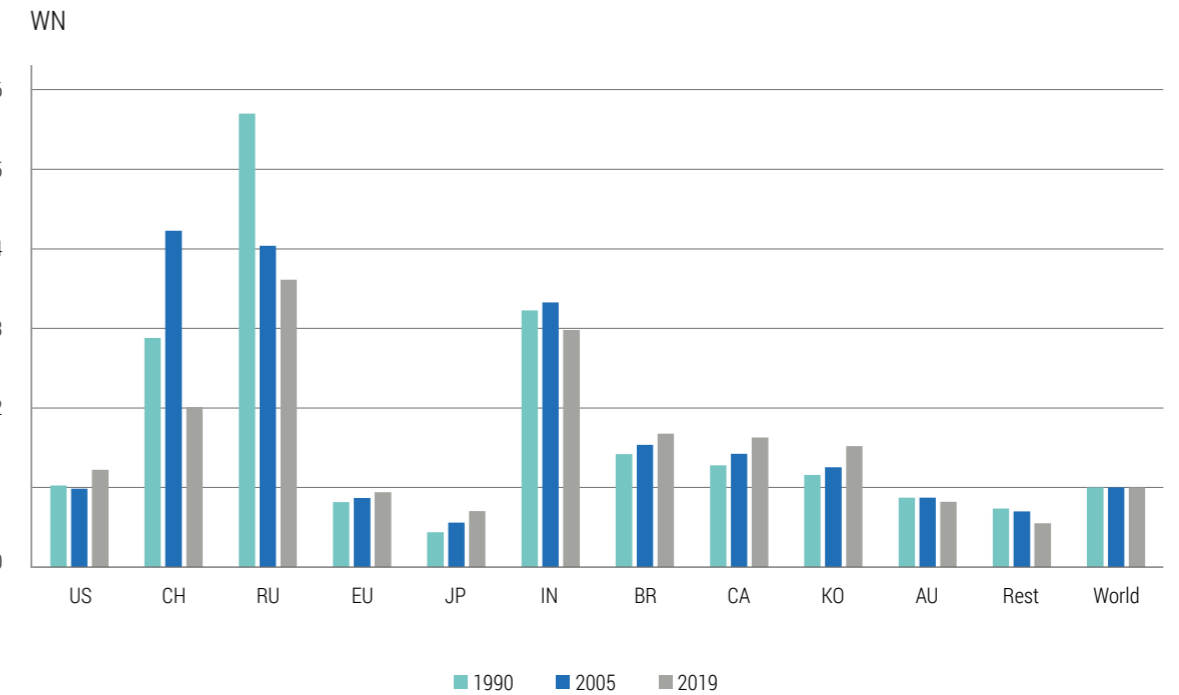


Рис. 4. Индекс нормализованной мощности потребления энергоресурсов (WN) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источники: данные [8], расчёты авторов

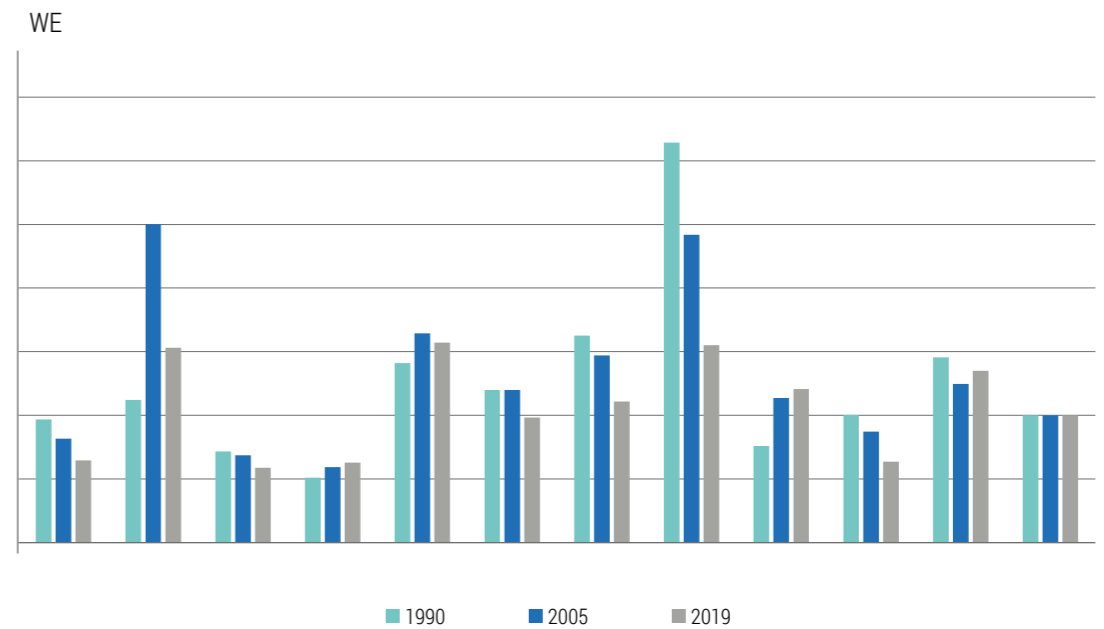


Рис. 5. Индекс нормализованной мощности потребления электричества (WE) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источники: данные [8], расчёты авторов



Плантация кофе в Бразилии

Источник: Ranimiro / depositphotos.com

у каждой страны своя. Особенно выделяется Россия, у которой в 1990 г. индекс был выше 3 и постепенно снижался до 1,5.

В условиях изменений измерение эффективности экономик в денежных единицах носит субъективный характер, поскольку определяется биржевым способом и масштаб единицы измерения экономического развития стран меняется со временем. Поэтому измерение экономического развития стран в энергетических единицах, масштаб

которых инвариантен к изменениям внешней среды представляется необходимым инструментом для сбалансированного устойчивого развития. Необходимо учитывать неоднородность экономик рассматриваемых стран и факторы, которые, в том числе, влияют на индекс WE это: 1. энергоэффективность, которая определяется уровнем технологического развития страны; 2. структура экономики, то есть соотношение производства и услуг; 3. завышенные курсы

валют. Их влияние на индекс нормализованной мощности потребления электричества требует дополнительного изучения.

Вместе с тем, если проанализировать гистограмму на рис. 6 и взять США за эталон по первым двум факторам, то Евросоюз и Япония все равно ниже этого уровня и, как следствие, можно утверждать, что указанные страны имеют завышенные курсы валют, то есть происходит обмен необеспеченных денег на энергоносители. При прогнозировании экономического развития и ценообразования на энергоносители следует учитывать полученные результаты.

Заключение

Аналитическое исследование сложившейся ситуации в мировой энергетике может стать базой и точкой отсчета для прогноза новых реалий, связанных с политэкономическими факторами. Результаты исследования показали, что анализ экономического развития стран в инвариантных энергетических единицах свидетельствует о росте субъективности расчетов в денежных единицах ВВП, начиная с 2006 г., которые не отражают реального экономического развития. Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать реальный рост и развитие экономики, повышение благосостояния и устойчивости социально-экономической системы.

В качестве показателей сбалансированности развития социально-экономической системы, как мировой системы в целом, так и отдельного государства, определены: 1. показатели полной мощности потребления энергии и электричества; 2. индекс нормализованной мощности потребления полной энергии; 3. индекс нормализованной мощности потребления электроэнергии. Результаты исследования показали, что накануне глобальных изменений по итогам 2019 г. существовала значительная несбалансированность между ВВП ведущих развитых стран и электро- и энергопотреблением в этих странах.



Производство самолетов Airbus

Источник: aviationweek.com

Использованные источники

- Jermolajeva E., Trusina I., *The scientific discourse on the concept of sustainable development. Eastern Journal of European studies*, 2021, Volume 12, Issue 2. pp. 298–322.
- Shamaeva E. F. *Novation management methodology in design of regional sustainable development systems with the use of universal measurable values. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 2019, 11(8 Special Issue). pp. 329–338.
- Парижское соглашение. ООН, 2015. – URL: https://unfccc.int/sites/default/files/Russian_paris_agreement.pdf (accessed 01.12.2022).
- Конференция ООН по изменению климата (26-я сессия КС). – URL: <https://www.un.org/ru/food-systems-summit/un-climate-change-conference-cop-26> (accessed 01.12.2022).
- Stiglitz J. E., Fitoussi J-P, Durand M. *Measuring What Counts: The Global Movement for Well-Being*, 2019, The New Press. – 224 p. ISBN-10 1620975696.
- Jusmet, Jordi Roca, *The growth of Gross Domestic Product: bad indicator, bad goal Sistema*, Volume 2022, Issue 265. pp. 37–50.
- Jeroen C.J.M. van den Bergh. *The GDP paradox. Journal of Economic Psychology*, 2009. 30(2). pp. 117–135. DOI: 10.1016/j.joep.2008.12.001.
- World Bank. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/overview>
- Ward JD, Sutton PC, Werner AD, Costanza R, Mohr SH, Simmons CT. *Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible? PLoS ONE*. 2016, 11(10). e0164733. DOI: 10.1371/journal.pone.0164733.
- Capra F., Jakobsen O. D. *A conceptual framework for ecological economics based on systemic principles of life. International Journal of Social Economics*, 2017. 44(6). pp. 831–844.
- Costanza R. *Value theory and energy. Encyclopedia of Energy, Elsevier*, 2004, vol. 6, pp. 337–344. <https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00118-2>.
- Trusina I. Jermolajeva E. *A new approach to the application of the principles of sustainable development. Economic Science for Rural Development*, 2021, *Proceedings materials*, 22nd International Scientific Conference on Economic Science for Rural Development (ESRD). 55. pp. 231–240.
- Кузнецов П.Г. *Наука развития жизни*. 2015. ПАЕН. – 318 с.
- Bolshakov B.Y., Karibaev A., Shamaeva E.F. *Introduction to the Theory of Management of Novation's with the Use of Spatiotemporal Measures. AIP Conference Proceedings*, 2019, 2116, 200009, DOI: 10.1063/1.5114190.
- Абрамов В. И., Путилов А. В., Шамаева Е. Ф. *Формирование механизмов управления устойчивым развитием экономики промышленных отраслей и комплексов // Энергетическая политика*. 2023. № 2(180). С. 40–53. DOI 10.46920/2409-5516_2023_2180_40. EDN: QTFKDF.
- Trusina I., Jermolajeva E., *the main indicators of the economy digital transformation in the context of new approach to sustainability. International conference «The world in motion: challenges, territorial dynamics and policy responses – EURINT 2022». Proceeding material*, 2022. pp. 254–277.
- Yoo S.-H., Hwang B.-S. *Electricity consumption and economic growth in Nicaragua. Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 2016, 11(8), pp. 746–752.
- Hirsh R. F., Koomey J. G. *Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences? The Electricity Journal*, 2015, V. 28. I.9., pp. 72–84.
- Абрамов В. И., Трушина И., Ермолаева Э. *Устойчивое региональное развитие в контексте цифровой трансформации экономики // Международный экономический симпозиум – 2022: Материалы международных научных конференций. СПбГУ/. Санкт-Петербург: ООО «Скифия-принт». 2022. С. 111–117.*
- International Energy Association. – URL: <https://www.iea.org/countries>