

## Эффективность использования энергетических ресурсов развитых и развивающихся стран

*Н. А. Петрова*<sup>1\*</sup>, *И. В. Проворная*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: n.petrova1@g.nsu.ru

**Аннотация.** В работе исследована зависимость экономического роста от уровня потребления энергии в различных странах мира, разделенных на группы по уровню экономического развития и по макрорегионам. Показано, что влияние энергопотребления на объем ВВП сильнее в развивающихся странах, нежели в странах ОЭСР, что объясняется экстенсивным характером развития экономики. Данная взаимосвязь четко прослеживается в таких макрорегионах как АТР, Африка, Центральная и Южная Америка. Вычислена энергоемкость стран мира, и отмечена ее тенденция к снижению.

**Ключевые слова:** энергоемкость, энергопотребление, развитые и развивающиеся страны, ВВП

## Energy Efficiency of Developed and Developing Countries

*N. A. Petrova*<sup>1\*</sup>, *I. V. Provornaya*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: n.petrova1@g.nsu.ru

**Abstract.** The paper examines the dependence of economic growth on the level of energy consumption in various countries of the world, divided into groups according to the level of economic development and macroregions. It is shown that the impact of energy consumption on GDP is stronger in developing countries than in developed countries, weeks in OECD countries, which is explained by the extensive nature of economic development. This relationship is clearly seen in such macro-regions as the Asia-Pacific region, Africa, Central and South America. The energy intensity of the countries of the world is calculated and its downward trend is noted.

**Keywords:** energy intensity, energy consumption, developed and developing countries, GDP

### *Введение*

Все страны мира стремятся к увеличению своего благосостояния и экономическому росту. Ежегодно происходит положительный прирост мирового ВВП: так за последние 10 лет он вырос практически на 27,5 трлн долл. США (в ценах 2017 г.). Развитие национальной экономики зависит от множества различных факторов, одним из самых значимых из которых является объем потребления энергетических ресурсов. Поэтому вместе с общемировым экономическим ростом существует устойчивая тенденция на повышение потребления первичных видов энергии (рис.1.) [1].

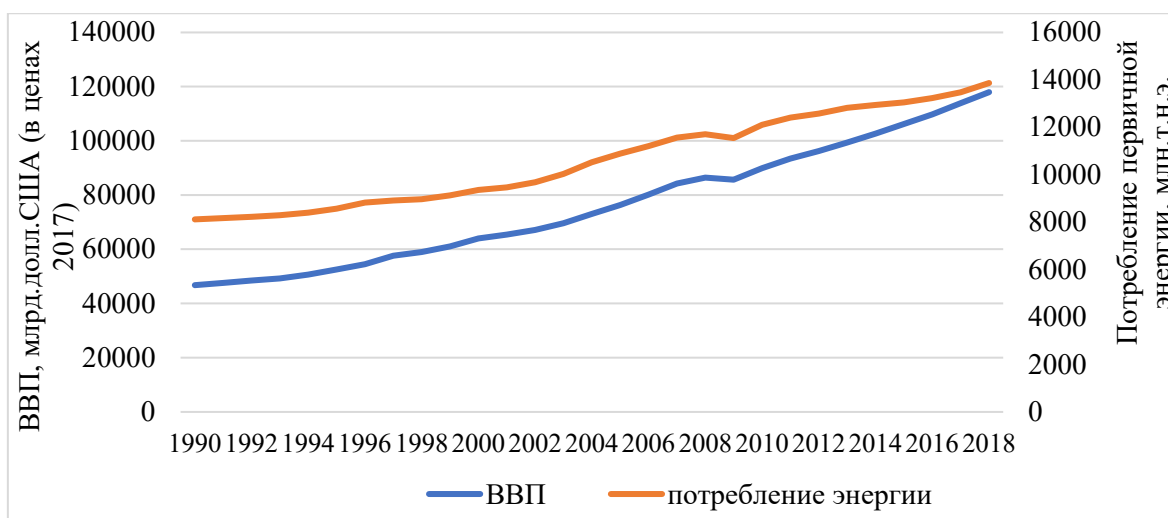


Рис. 1. Динамика ВВП и потребления энергетических ресурсов в мире

Однако ограниченность энергетических ресурсов и негативное влияние на окружающую среду, которое происходит из-за большого выброса углекислого газа в атмосферу при добыче и сжигании углеводородов, заставляет искать способы снижения потребления энергетических ресурсов без негативных последствий для экономического роста, то есть снижения энергоемкости ВВП. Под энергоемкостью понимается отношение объема потребления топливно-энергетических ресурсов к объему валового внутреннего продукта [2].

Целью исследования стало проведение анализа энергоемкости стран мира. Для этого были проанализированы взаимосвязи ВВП и потребления энергетических ресурсов в абсолютных и удельных значениях отдельно для развитых и развивающихся стран и стран, поделенных на макрорегионы. Затем исследована степень влияния динамики ВВП и объемов потребленной энергии на изменение энергоемкости.

### *Результаты*

В развитых и развивающихся странах энергия потребляется неравномерно. Зависимость между уровнем ВВП и потреблением энергии и правда существует и в развитых и в развивающихся странах, причем в развитых эта зависимость сильна на протяжении всего рассматриваемого периода, то есть с 1990 г., тогда как в развивающихся коэффициент детерминации достиг отметки в 90% лишь в 2010 году, показывая с каждым годом увеличение зависимости ВВП от уровня энергопотребления (табл.1., рис.2.).

В развитых же странах происходил также рост потребления энергии, но лишь до 2007 г., а до 2009 г. рост ВВП не сопровождался ростом потребления, то есть происходил так называемый энергопереход на новый уровень энергоемкости.

Данное различие развитых и развивающихся стран во многом обусловлено другой структурой потребления энергоресурсов, иными технологиями, позволя-

ющими увеличивать благосостояние страны не экстенсивно (путем наращивания потребления энергии), а интенсивно (с использованием новейших технологий и переходом на менее энергоемкие способы производства).

Таблица 1

Динамика коэффициентов детерминации групп стран

	мир		ОЭСР		не ОЭСР	
	R <sup>2</sup>	уравнение	R <sup>2</sup>	уравнение	R <sup>2</sup>	уравнение
<b>1990</b>	0,8113	$y = 8E+09x + 2E+08$	0,9158	$y = 9E+09x - 3E+10$	0,6149	$y = 6E+09x + 6E+10$
<b>1995</b>	0,8803	$y = 9E+09x - 3E+10$	0,941	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,7515	$y = 8E+09x - 9E+09$
<b>2000</b>	0,9097	$y = 1E+10x - 4E+10$	0,956	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,8497	$y = 8E+09x - 2E+10$
<b>2005</b>	0,9244	$y = 1E+10x - 5E+10$	0,9629	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,8952	$y = 9E+09x - 5E+10$
<b>2010</b>	0,9206	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,9659	$y = 1E+10x - 4E+10$	0,9145	$y = 9E+09x - 5E+10$
<b>2015</b>	0,9184	$y = 1E+10x - 1E+10$	0,9626	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,9318	$y = 1E+10x - 7E+10$
<b>2018</b>	0,9218	$y = 1E+10x - 3E+10$	0,961	$y = 1E+10x - 4E+10$	0,9389	$y = 1E+10x - 1E+11$

Источник: рассчитано автором на основе данных ВР.

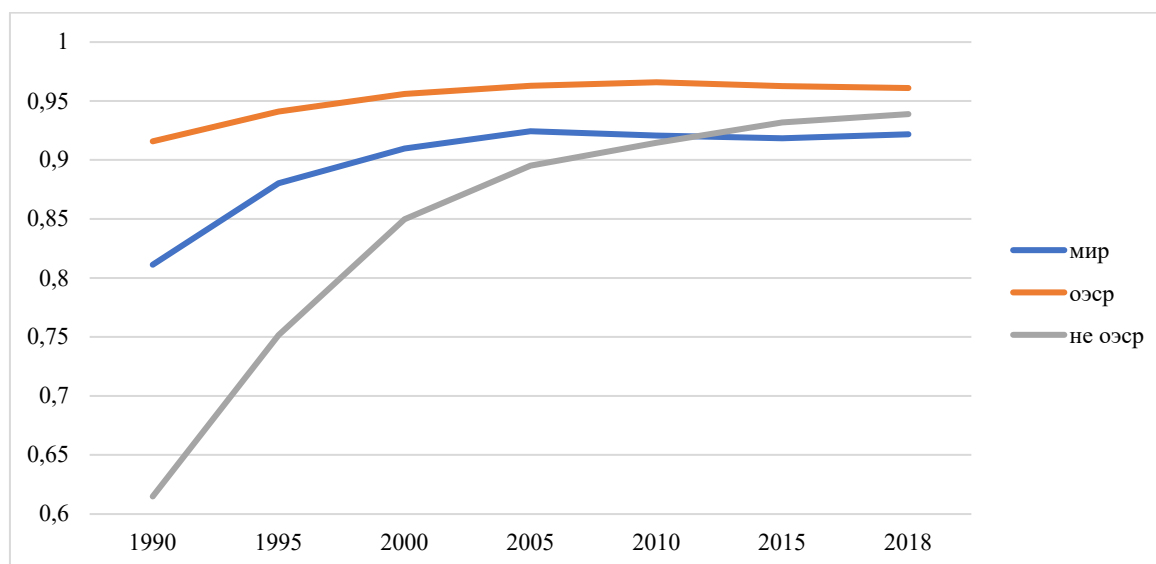


Рис. 2. Динамика коэффициентов детерминации разных групп стран по годам

Сильнее это заметно при анализе зависимости удельных показателей, здесь взаимосвязи между потреблением на душу населения и удельным ВВП нет вообще (коэффициент детерминации близок к нулю).

Динамика  $R^2$  показывает устойчивое снижение энергоемкости в развитых странах с 2005 года: при том же уровне удельного потребления энергии в 1994 и 2011 году в 4,4 т.н.э./чел. показатель удельного ВВП за эти годы вырос более чем на 10 тысяч долл. США на человека (табл. 2).

Таблица 2

Динамика коэффициентов детерминации групп стран

	мир		ОЭСР		не ОЭСР	
	$R^2$	уравнение	$R^2$	уравнение	$R^2$	уравнение
<b>1990</b>	0,2728	$y = 3097,9x + 6781,3$	0,043	$y = 1567,2x + 15443$	0,4127	$y = 3356,8x + 3743,6$
<b>1995</b>	0,2227	$y = 2138,6x + 13156$	0,1835	$y = 2623x + 16904$	0,2367	$y = 1896,3x + 8826,9$
<b>2000</b>	0,7309	$y = 5077,9x + 7155$	0,4541	$y = 3926,9x + 165816$	0,0165	$y = -687,27x + 20636$
<b>2005</b>	0,6817	$y = 4596,5x + 10499$	0,4674	$y = 4076x + 19314$	0,8203	$y = 4464,9x + 5014,9$
<b>2010</b>	0,6074	$y = 4413,8x + 12623$	0,3427	$y = 2916,1x + 25638$	0,792	$y = 4649,2x + 5874,7$
<b>2015</b>	0,8106	$y = 4551,4x + 7174,2$	0,2692	$y = 2530,7x + 30526$	0,564	$y = 4171,5x + 15752$
<b>2018</b>	0,5293	$y = 4322x + 16795$	0,2314	$y = 2500,5x + 33211$	0,7993	$y = 4742,3x + 7388,6$

Источник: рассчитано автором на основе данных ВР.

Большее потребление энергии в развивающихся странах не гарантирует высокий уровень благосостояния. Несмотря на выравнивание совокупного объемов ВВП и увеличения потребления энергии в развивающихся странах, с учетом количества населения ситуация выглядит сильно иначе, например, при примерно схожих уровнях потребления энергии странами ОЭСР и не ОЭСР в 2008 году (5600 и 5500 млн тонн н.э. в абсолютных показателях), средний уровень потребления энергии на душу населения развитыми странами в том же году равен 4,5 тонны на человека, тогда как в развивающихся всего 1,2 тонны на душу.

Анализируя взаимосвязь объема валового внутреннего продукта и потребления энергии странами по макрорегионам, можно отметить, что для стран Центральной и Южной Америки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Африки и Ближнего востока характерна четко выраженная зависимость между этими понятиями (коэффициент детерминации выше 90%). Сильнее эта зависимость, также, присутствует в развивающихся странах, нежели в развитых, хотя некоторые развитые страны также следуют подобной тенденции.

Устойчивая взаимосвязь наблюдается между ростом ВВП на душу населения и изменением потребления энергии на душу в странах АТР, Центральной и Южной Америки и Африки.

В остальных странах, наоборот, зависимость экономического роста от объемов потребления энергии не столь сильна – это страны Европы, Северной Америки и СНГ. В первых двух макрорегионах данная тенденция порождается тем, что это в большинстве своем развитые страны, целенаправленно уходящие от наращивания потребления энергии к изменению структуры потребления и использованию энергоемких технологий. На исследуемом периоде коэффициент детерминации для Европы 0,17, для Северной Америки – 0,3. За последние 30 лет вместе с незначительными изменениями объема потребления энергии на душу населения здесь произошел сильный прирост ВВП (на 88% для Европы и около 40% для Северной Америки).

Энергетические тенденции в странах СНГ отличаются от мировых из-за кризисных явлений 1990-х годов. Можно обратить внимание, что до 1998 года вместе с рецессией экономик стран происходило падение потребления энергоресурсов, а затем тренд выровнялся и по сей день происходит рост ВВП вместе с ростом потребления энергии.

За весь исследуемый период мировая энергоемкость имела устойчивый тренд на снижение. Поскольку энергоемкость является отношением энергопотребления к ВВП, то его падение может быть связано как с ростом ВВП, так и с падением потребления энергоресурсов [3].

Существует четко выраженная зависимость между показателями для всех групп стран, тогда как взаимосвязь энергоемкости и потребления энергии на душу населения показывает, что энергоемкость развивающихся стран снижается, наоборот, вопреки росту потребления на душу, а в развитых при практически одном и том же уровне потребления энергии на душу населения в 1991 и 2014 годах (4,2 т на человека), уровень энергоемкости снизился на 30%.

### *Заключение*

1) Существует зависимость между мировым потреблением энергии и уровнем ВВП ( $R^2=0,99$ ).

2) Влияние потребления энергетических ресурсов на ВВП сильнее в развивающихся странах, нежели в странах ОЭСР ( $0,99>0,8$ ), что объясняется экстенсивным характером развития экономики (против интенсивного характера в развитых).

3) В удельных показателях зависимость ВВП от потребления энергии прослеживается только в развивающихся странах, тогда как в развитых, где коэффициент детерминации практически равен нулю, происходит энергопереход на новый уровень энергоэффективности.

4) Зависимость ВВП от уровня потребления наблюдается в таких макрорегионах как АТР, Ближний Восток, Африка, Центральная и Южная Америка ( $R^2>0,9$ ).

5) Снижение энергоемкости в развивающихся странах происходит не за счет снижения потребления энергии, а из-за более сильного, чем рост удельного потребления, увеличения объемов удельного ВВП. А в странах ОЭСР при практи-

чески одном и том же уровне потребления происходит значительное снижение энергоемкости.

### *Благодарности*

Исследование выполнено при финансовой поддержке стипендии Президента РФ № СП-3030.2022.1 и базового проекта НИР лаборатории 349 ИНГГ СО РАН FWZZ-2022-0013

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Череватский Д. Ю., Чекина В. Д. О связях между энергопотреблением и экономическим ростом: аналитический обзор // Экономика промышленности. – 2015. – №. 3 (71). – Р.21-30.
2. Григорьев Л.М., Курдин А.А. Экономический рост и спрос на энергию [Электронный ресурс] // Экономический журнал ВШЭ. – 2013. – №3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskiy-rost-i-spros-na-energiyu>, свободный. – (дата обращения: 30.01.2022).
3. Bashir M. A., Sheng B., Dogan B., Sarwar S., Shahzad U. Export product diversification and energy efficiency: Empirical evidence from OECD countries // Structural Change and Economic Dynamics. – 2020. – Vol.55(C). – P.232–243.

© Н. А. Петрова, И. В. Проворная, 2022