



УДК 338.2(631.16)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2025-4-25-35>

А.Ю. Корнилова

Meterstartup.ru, Москва, Россия

Анализ влияния потребления энергии на экономический рост в зарубежных странах

Цель исследования. Основной целью данного исследования является изучение долгосрочной взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом (в расчете на душу населения) в зарубежных странах с использованием статистических методов. Выявление характера взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом дает представление о группе стран, которые способны сокращать потребление энергии в долгосрочной перспективе, и, следовательно, повышать энергоэффективность.

Методы исследования. Методологию исследования составляют тест Шапиро-Уилка на нормальное распределение, метод Бокса-Коха нормализации данных и множественный регрессионный анализ. Информационную базу исследования формируют статистические данные международных организаций: Energy Institute, World Bank, World Steel Association, FAO за период 2000-2019 гг. Преобразование данных с помощью метода Бокса-Коха позволило увеличить количество наблюдений и провести регрессионный анализ на основе нормализованных данных в странах из различных регионах мира: Южная и Центральная Америка, Ближний Восток, Европа, СНГ, Африка, Австралия и Юго-Восточная Азия. На основе регрессионного анализа была построена модель множественной регрессии взаимосвязи между потреблением энергии, стали, сельскохозяйственных культур и экономическим ростом.

Результаты. Результатом исследования выступает разнонаправленное воздействие потребления энергии на поддержание экономического роста. Возможной причиной различного

характера воздействия внутреннего потребления энергии является тип экономической системы. Большинство оценок свидетельствует об отсутствии влияния между показателями и относятся к странам, имеющим значительную долю сектора услуг в ВВП. В зарубежных странах аграрно-индустриального и индустриального типа, которые расположены преимущественно в Азии, Северо-Восточной Европе, Северной Африке и Ближнем Востоке, наблюдается положительная взаимосвязь. Для некоторых стран сервисного типа, находящихся в Европе, обнаружена обратная взаимосвязь между потреблением энергии и экономическим ростом. Таким образом, они демонстрируют способность сокращать потребление энергии и поддерживать экономический рост, повышая энергоэффективность экономики.

Заключение. Изменение в структуре экономического выпуска стран в пользу оказания услуг может способствовать тому, что экономика данных стран будет менее зависима от волатильности поставок энергии. Переход к сервисному типу экономики может способствовать повышению энергоемкости ВВП. Тем не менее, существуют и иные факторы, влияющие на потребление энергии, предположительно, институциональные и научно-технические, которые определяют взаимосвязь между потреблением энергии и экономическим ростом.

Ключевые слова: потребление энергии, экономический рост, энергоэффективность, регрессионный анализ, преобразование Бокса-Коха, экономика услуг.

Anna Y. Kornilova

Meterstartup.ru, Moscow, Russia

Analysis of the Impact of Energy Consumption on the Economic Growth in Foreign Countries

Purpose of study. The main purpose of this study is to investigate the long-term relationship between energy consumption and economic growth (per capita) in foreign countries using statistical methods. The identification of the relationship between energy consumption and economic growth provides an indication of a group of countries that are able to reduce energy consumption in the long term, and thus improve energy efficiency.

Research methods. The research methodology consists of the Shapiro-Wilk test for normal distribution, a Box-Koch method for normalization of data and multiple regression analysis. The research database is formed by statistical data of international organizations: Energy Institute, World Bank, World Steel Association, FAO for the period 2000-2019. The transformation of data using the Box-Koch method allowed to increase the number of observations and conduct regression analysis based on normalized data in countries from different regions of the world: South and Central America, Middle East, Europe, CIS, Africa, Australia and Southeast Asia. Based on regression analysis, a model of the multiple regression relationship between energy consumption, steel, agricultural crops and economic growth was constructed.

Results. The result of the study is a multidirectional impact of energy consumption on maintaining the economic growth. The type

of economic system is a possible reason for the different nature of the impact on domestic energy consumption. Most of the estimates show a lack of impact between indexes and refer to countries with a significant share of services in GDP. In the overseas agrarian-industrial and industrial countries, which are predominantly located in Asia, North-East Europe, North Africa and the Middle East, there is a positive relationship. For some service-oriented countries in Europe, an inverse relationship between energy consumption and economic growth has been observed. Thus, they demonstrate the ability to reduce energy consumption and maintain economic growth by improving the energy efficiency of their economies.

Conclusion. A shift in the structure of countries' economic output to services may contribute to making the economies of these countries less dependent on the volatility of energy supplies. The transition to a service-based economy may contribute to an increase in the energy intensity of GDP. However, there are other factors influencing energy consumption, presumably institutional and scientific-technical, which determine the relationship between energy consumption and economic growth.

Keywords: energy consumption, economic growth, energy efficiency, regression analysis, Box-Koch transformation, service economy.

Введение

Вторая половина двадцатого века сопровождалась активным потреблением энергии. Возникшие кризисы на рынке углеводородов вызвали интерес к исследованию энергии как фактора производства, стимулирующего экономический рост. Интерес современных исследователей также вызывала тема смягчения конфликта между целями роста экономики и качеством окружающей среды. Для западных стран политика повышения энергоэффективности представляется решением проблемы объединения целей стабильного экономического роста и качества окружающей среды.

В России повышение энергоэффективности утверждено на уровне государственных программ, сформирована значительная законодательная база в области повышения энергетической эффективности. Однако поставленная в 2008 году ключевая цель государственной политики в области энергетической эффективности к 2020 году не была достигнута, снижение энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации составило 15 процентов [1]. Россия в последние годы находится на пути адаптации к санкционному давлению со стороны западных стран. Поэтому лучший западный опыт в области энергоэффективности нужно анализировать и внедрять не стихийно, а сознательно, с учетом особенностей исторического пути России, потенциала и системных проблем, а также текущих экономических условий.

Исследование характера влияния потребления энергии на экономический рост в зарубежных странах представляет собой актуальную задачу в экономической науке, поскольку существует неопределенность в отношении возможности одновременного экономического развития и снижения потре-

бления энергии в длительной перспективе. Одной из причин отсутствия однозначного мнения в академической среде относительно влияния потребления энергии является часто используемая методология исследования - тест Грейнджера, который методологически не показывает наличие причинно-следственной связи. Использование теста Грейнджера [2, 3, 4, 5, 6, 7 и др.] не дает полного понимания природы взаимосвязи между переменными: энергопотреблением и экономическим развитием, а исследований на основе регрессионного анализа мало [8, 9]. Исследователи объясняют использование предпосылке о причинности вместо регрессионного анализа тем, что для моделей множественной регрессии с участием переменной - энергии достаточно сложно подобрать факторы, не коррелирующие с энергетическими ресурсами, следовательно, избежать мультиколлинеарности модели.

Основной целью данного исследования является изучение долгосрочной взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом (в расчете на душу населения) в зарубежных странах, с использованием данных за период 2000-2019 гг. и статистических методов, включающих нормализацию данных с помощью метода Бокса-Коха и множественный регрессионный анализ. Выявление характера взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом дает представление о способности растущих экономик отдельных стран сокращать потребление энергии в долгосрочной перспективе, и, следовательно, повышать энергоэффективность.

Оценки, представленные в настоящем исследовании, потенциально полезны для государственного регулирования в области энергоэффективности и энергосбережения, особенно

в странах, которые ставят цели повышения энергоэффективности и быстрого экономического роста.

Методы исследования

В ходе исследования были использованы были использованы статистические методы:

- проверки нормальности распределенных данных Шапиро –Уилка;

- трансформации ненормально распределенных данных в нормально распределенные - преобразование Бокса-Коха;

- множественного регрессионного анализа.

В основу уравнения регрессии принята модель затраты-выпуск. Для использования модели «затраты-выпуск» в том виде, который изначально был представлен В.В. Лентьевым, существуют ограничения в статистической информации по отраслям, об объемах производства продуктов в большинстве стран мира. В качестве независимых переменных регрессионного анализа выступают потребление энергии, стали и сельскохозяйственных культур (зерновые культуры за исключением производства пива, сахарные культуры, фруктовые культуры за исключением вина, мясное производство, молочное производство, производство рыбы и морепродуктов). Модель Лентьева можно представить в виде:

$$GBP = FFP \times (E - A), \quad (1)$$

где GBP – выпуск конечной продукции (ВВП); FFP – совокупный выпуск ресурсов для всех отраслей,

Для анализа влияния потребления энергии используется часть модели:

$$GBP = FEC \times (E - A) + NX(E - A), \quad (2)$$

где GBP – ВВП (выпуск конечной продукции); FEC – итоговое потребление энергии; NX – чистый экспорт энергии; E , A – матричные коэффициенты.

Для исследования характера влияния потребления энергии на экономический рост важен учет аспекта потребительского спроса, который модель Леонтьева, демонстрирующая структурные взаимосвязи между отраслями, не дает. Поэтому для влияния потребления энергии на ВВП она может быть использована лишь в обобщенном виде: соотношение выпуска конечной продукции и итогового потребления факторов внутри страны. Для учета потребительского спроса все факторы преобразованы в расчете на душу населения.

Для оценки влияния энергии на рост экономики y_i в работе использован метод множественной линейной регрессии (MLR) и построена исследовательская модель вида:

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \beta_4 x_{4i} + \beta_5 x_{5i} + \beta_6 x_{6i} + \beta_7 x_{7i} + \beta_8 x_{8i} + \varepsilon_i \quad (3)$$

где x_{1i} – потребление энергии; где x_{2i} – потребление сырой стали; x_{3i} – потребление злаков; x_{4i} – потребление сахара; x_{5i} – потребление фруктов; x_{6i} – потребление мяса; x_{7i} – потребление молока; x_{8i} – потребление рыбы и морепродуктов; α и $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8$ – оценочные значения; ε_i – остатки, i – период времени.

Данные о переменных модели получены из следующих источников:

– международная энергетическая статистика (Energy Institute) – потребление энергии (PJ) [10];

– показатели мирового развития (WDI), опубликованных Всемирным банком (World Bank) – ВВП (в национальной валюте) [11];

– потребления сырой стали на душу населения (World Steel Association) [12],

– международная продовольственная статистика (Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций (FAO)) – объем внутренних

поставок сельскохозяйственных культур (кг) [13].

Анализ охватывает период с 2000 по 2019 гг. (в зависимости от доступности данных, а также их корректного использования). Все переменные выражены в расчете на душу населения.

Нормализация данных

Ограничением исследования является набор данных по всем видам сельхозкультур. Отсутствуют данные об овощных культурах по рассматриваемому периоду, хотя, предположительно, они составляют основу потребления, в особенности в бедных странах. Другим ограничением исследования является отсутствие нормализованных данных. Поскольку период наблюдений является достаточно коротким (20 лет), то данные были проверены на нормальное распределение с помощью метода Шапиро-Уилка (таблица 1) и программного продукта JASP. Среди наблюдений страны, для которых не требуется нормализации в отношении данных о главных исследуемых параметрах – потреблении энергии и ВВП, всего 27 из 66.

Для нормализации данных было использовано преобразование Бокс-Кокса. При данном методе выбирается константа m , которая может быть любым положительным или отрицательным действительным числом (т.е. не нулем). Затем исходная переменная X преобразуется в преобразованную переменную X_T по формуле [14] (4):

$$X_T = \frac{X^m - 1}{m} \quad (4)$$

Результаты преобразования Бокс-Кокса с помощью программного продукта NCSS представлены в таблице 2: оценки m для сельхозпродукции, стали, энергии и ВВП для 18 стран. Не весь набор данных по сельхозкультурам в

ходе исследования был нормализован, т.к. на потребление отдельных культур влияют не только экономические, но и климатические, географические факторы, а также потребительские предпочтения, и разброс значений имеет большую амплитуду в диапазоне 20 лет. В регрессионном анализе использованы только значения, которые либо получены в результате нормализации, либо изначально являлись нормально распределенными.

Регрессионный анализ

На основе нормально распределенных данных был проведен регрессионный анализ с помощью программного продукта JASP. Результаты регрессионного анализа и оценки VIF до (в случае, если она присутствовала) и после устранения мультиколлинеарности для остальных стран представлены в таблице 3. Оценки показывают, что уравнение регрессии адекватно для 41 стран из 44, на данный вид модели приходится более 85% дисперсии результатов ($R^2 > 0,9$). Для Арабских Эмиратов и Словении требуется улучшение модели ($R^2 = 0,68$ и $R^2 < 0,6$ соответственно). Оценка коэффициента детерминации не значима для Перу (F -критерий Фишера меньше нормативного). Оценки стандартизированного коэффициента регрессии следующие:

В 6 наблюдениях между переменными уравнения регрессии выявлена мультиколлинеарность, которую невозможно устранить исключением (Китай, Индия, Индонезия, Чили, Беларусь, Малайзия).

Для таких стран характерна доля производственного сектора (промышленности и сельского хозяйства) в ВВП более 35%, их можно условно отнести к индустриальному и аграрно-индустриальному типу.

В процессе регрессионного анализа была обнаружена существенная мультиколлинеар-

Тест Шапиро-Уилка
The Shapiro-Wilk test

Страна	Статистическая оценка W								
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	ВВП
Северная Америка									
Канада	0,947	0,916	0,976	0,894*	0,979	0,841**	0,937	0,984	0,958
Мексика	0,975	0,929	0,933	0,976	0,799***	0,932	0,903*	0,935	0,947
США	0,956	0,949	0,787***	0,931	0,736***	0,96	0,863**	0,962	0,969
Южная и Центральная Америка									
Аргентина	0,781***	0,922	0,914	0,952	0,925	0,883*	0,907	0,907	0,719***
Бразилия	0,914	0,777***	0,95	0,896*	0,9*	0,896*	0,881*	0,891*	0,924
Чили	0,895*	0,904	0,909	0,934	0,952	0,915	0,958	0,955	0,934
Колумбия	0,906	0,95	0,867**	0,929	0,96	0,911	0,9*	0,964	0,942
Эквадор	0,976	0,954	0,954	0,923	0,977	0,937	0,897*	0,945	0,892***
Перу	0,877*	0,955	0,923	0,928	0,872*	0,586***	0,871*	0,895*	0,916
Тринидад и Тобаго	0,909	0,962	0,89*	0,946	0,927	н/д	0,882*	0,705***	0,895***
Европа									
Австрия	0,865**	0,936	0,933	0,963	0,873	0,827**	0,94	0,936	0,961
Болгария	0,849**	н/д	0,975	0,954	0,869	0,938	0,926	0,94	0,959
Хорватия	0,97	0,944	0,937	0,952	0,939	0,897*	0,93	0,961	0,941
Кипр	0,936	н/д	0,964	0,945	0,945	0,85	0,905	0,95	0,955
Чехия	0,936	0,953	0,981	0,958	0,915	0,967	0,948	0,912	0,969
Дания	0,96	0,954	0,957	0,827	0,855**	0,782***	0,914	0,923	0,964
Эстония	0,951	н/д	0,859**	0,941	0,955	0,939	0,939	0,921	0,97
Финляндия	0,956	0,861**	0,895*	0,949	0,789***	0,952	0,915	0,979	0,968
Франция	0,968	0,912	0,969	0,907	0,888*	0,96	0,885*	0,952	0,969
Германия	0,971	0,98	0,912	0,937	0,715***	0,947	0,942	0,885	0,932
Греция	0,954	0,868*	0,944	0,896	0,937	0,917	0,916	0,859	0,945
Венгрия	0,822	0,821	0,946	0,976	0,948	0,724***	0,955	0,932	0,975
Исландия	0,826**	н/д	0,929	0,956	0,848**	0,942	0,764***	0,86**	0,946
Ирландия	0,851**	0,717***	0,92	0,917	0,755***	0,815***	0,868*	0,903*	0,859***
Италия	0,972	0,792	0,978	0,839**	0,948	0,925	0,88	0,935	0,942
Латвия	0,869*	н/д	0,938	0,874*	0,968	0,936	0,953	0,959	0,951
Литва	0,827**	0,962	0,931	0,805***	0,889*	0,976	0,899*	0,934	0,959
Нидерланды	0,914	0,953	0,855**	0,925	0,816**	0,914	0,947	0,953	0,964
Северная Македония	0,955	0,753***	0,926	0,828**	0,904*	н/д	0,965	0,916	0,94
Норвегия	0,689	н/д	0,957	0,885	0,94	0,979	0,926	0,935	0,91
Польша	0,918	0,978	0,848**	0,874	0,858	0,967	0,96	0,951	0,952
Португалия	0,863***	н/д	0,975	0,918	0,779***	0,862***	0,924	0,904***	0,97
Румыния	0,973	0,884***	0,927	0,929	0,951	0,939	0,921	0,941	0,965
Словакия	0,967	0,984	0,984	0,931	0,807***	0,904***	0,904***	0,947	0,948
Словения	0,955	0,875	0,913	0,897***	0,926	н/д	0,97	0,971	0,954
Испания	0,946	0,866***	0,965	0,902***	0,971	0,899***	0,888***	0,852***	0,944
Швеция	0,911	0,949	0,972	0,959	0,956	0,93	0,923	0,974	0,969
Швейцария	0,903***	0,977	0,885***	0,915	0,96	0,956	0,966	0,876***	0,809***
Турция	0,848***	0,954	0,973	0,883***	0,926	0,87***	0,955	0,952	0,919
Великобритания	0,813***	0,972	0,889***	0,965	0,751***	0,926	0,876***	0,897***	0,974
Страны СНГ									
Азербайджан	0,911	0,913	0,961	0,873	0,925	н/д	0,984	0,956	0,905
Казахстан	0,976	0,927	0,895***	0,816***	0,879***	0,944	0,923	0,877***	0,919
Беларусь	0,964	0,875***	0,938	0,884***	0,853***	0,914	0,942	0,934	0,826***
Ближний Восток									
Иран	0,971	0,903***	0,926	0,95	0,934	0,906	0,918	0,941	0,875***
Израиль	0,971	н/д	0,912	0,975	0,961	0,943	0,906	0,926	0,918
Оман	0,817***	0,795***	0,892***	0,923	0,795***	0,912	0,85***	0,907	0,903***
Саудовская Аравия	0,981	н/д	0,969	0,987	0,964	0,895***	0,95	0,965	0,893***

Страна	Статистическая оценка W								
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	ВВП
Арабские Эмираты	0,975	н/д	0,87***	0,961	0,956	0,865***	0,926	0,862***	0,861***
Африка									
Алжир	0,899***	н/д	0,902***	0,955	0,938	0,896***	0,926	0,941	0,895***
Египет	0,943	0,96	0,949	0,948	0,934	0,934	0,883***	0,94	0,842***
Марокко	0,896	0,967	0,941	0,869	0,902	0,927	0,943	0,928	0,948
Австралия, Новая Зеландия и Юго-Восточная Азия									
Австралия	0,951	0,936	0,983	0,957	0,813***	0,968	0,965	0,931	0,934
Бангладеш	0,654***	0,939	0,82***	0,946	0,899***	0,925	0,931	0,78***	0,853***
Китай	0,808***	0,965	0,913	0,874***	0,898***	0,924	0,919	0,94	0,922
Индия	0,723***	0,918	0,915	0,904***	0,918	0,87***	0,929	0,924	0,905
Индонезия	0,859***	0,91	0,853***	0,843***	0,854***	0,852***	0,97	0,889***	0,918
Япония	0,885***	0,95	0,954	0,946	0,813***	0,92	0,834***	0,931	0,961
Малайзия	0,952	0,875***	0,834	0,939	0,706***	0,962	0,924	0,968	0,944
Новая Зеландия	0,901***	н/д	0,982	0,897***	0,758***	0,955	0,837***	0,897***	0,969
Пакистан	0,881***	0,945	0,909	0,88***	0,785***	0,888***	0,945	0,815***	0,9***
Филиппины	0,803***	0,913	0,88***	0,954	0,824***	0,938	0,782***	0,817***	0,944
Тайланд	0,76***	0,986	0,941	0,967	0,854***	0,958	0,932	0,909	0,888***
Южная Корея	0,837***	н/д	0,971	0,948	0,849***	0,904***	0,903***	0,951	0,954
Шри Ланка	0,696***	0,932	0,928	0,805***	0,871***	0,947	0,879***	0,912	0,896***
Вьетнам	0,76***	0,986	0,941	0,967	0,854**	0,958	0,932	0,909	0,888***

Примечание:

* p < ,05

** p < 0,01

*** p < 0,001

Таблица 2 / Table 2

Оценки m преобразования Бокса-Коха
 m -estimates of the Box-Koch transformation

Страна	Значение m								
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	ВВП
Южная и Центральная Америка									
Перу	-1.44	3.11	1.57	0.91	-1.71	1	0.87	1.26	0.68
Европа									
Финляндия	2.364	-0.427	-1.771	5	н/д	0.107	-0.742	2.364	-0.5
Франция	н/д	2	-1	-2	4	-4	0.541	-0.35	1.846
Литва	5	1.74	-0.949	5	-1.945	1.157	-1	0.827	0.526
Северная Македония	1.662	н/д	3.044	0.09	1.45	н/д	1.302	0.395	0.247
Норвегия	-5	н/д	3.186	5	-5	0.06	-5	-0.673	1.803
Турция	-5	-5	3	-0.14	0.225	-1.975	0.981	1.693	0.119
Казахстан	1.249	н/д	н/д	1	2	-0.15	1.347	1.755	0.353
Беларусь	1.161	1.957	1.645	2.055	-1.775	2.124	3.25	1.504	0.123
Ближний Восток									
Иран	н/д	1	1.138	2.329	0.321	0.49	0.321	1.579	5
Саудовская Аравия	1.767	н/д	1.488	0.576	1.247	2.687	1.847	0.627	-0.5
Арабские Эмираты	0.205	н/д	-0.536	-0.082	0.27	-5	-0.302	-1	6
Африка									
Египет	-0.292	н/д	-1.432	1.674	1.449	-0.85	4	1.69	-0.198
Австралия и Юго-Восточная Азия									
Китай	-5	-2.5	0.992	2.912	1	0.824	1.612	0.947	0.262
Пакистан	н/д	-0.856	-0.925	-1.611	-5	-2.572	1.056	5	2
Тайланд	5	-0.14	-0.426	-5	-5	-0.222	1.772	1.396	0.609
Южная Корея	-5	н/д	-1.527	-0.389	-5	0.343	2.851	3.236	0.658
Шри Ланка	н/д	0.758	-3.067	-2.378	-1.634	-0.217	-1.356	0.311	0.207
Вьетнам	-2.036	0.751	2.017	0.93	-0.435	1.074	-0.038	1	0.183

Таблица 3 / Table 3

Оценки стандартизированного коэффициента регрессии
Estimates of the standardized regression coefficient

Страна	Статистическая оценка коэффициента регрессии										VIF					F-критерий Фишера/R ²	
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия		Сталь
Южная и Центральная Америка																	
Чили	-	0.029	0.288**	0.794**	-0.026	0.034	-	-0.06	-	1.99	4.91	8.16	1.4	1.28	-	2.48	178.037*** 0.988
Перу	-0.028	-0.048	0.083	0.66**	-0.019	-0.02	0.246	0.103	96.97	2.11	9.23	99.59	46.32	2.05	64.48	15.56	401.034 0.997
Страны СНГ																	
Беларусь	-	-	0.464**	-	0.194*	-0.39**	-	0.19	-	-	4.34	-	3.05	2.85	-	2.98	71.781*** 0.96
Казахстан	-0.215*	0.027	-	-	0.22	-	0.729**	-0.08	1.52	1.59	-	-	3	-	4.8	3.36	30.257*** 0.915
Европа																	
Австрия	-	-0.168	-0.136	-0.603**	-0.334	-	-0.527**	-0.058	-	1.3	2.84	1.97	3.56	-	2.12	1.44	12.561*** 0.853
Болгария	-	-	0.107	0.498**	0.086	0.479**	0.048	0.19	-	-	1.48	1.86	1.92	1.41	2.75	2.37	9.87*** 0.82
Хорватия	0.044	0.066	0.005	0.954**	-	-	-0.047	0.086	1.96	1.64	3.09	2.82	-	2.9	2.28	96.449*** 0.978	
Кипр	-0.243	-	-0.633**	-	-0.176	-0.4*	-0.079	0.571*	1.39	-	4.28	-	2.6	3.03	8.24	5.23	13.829*** 0.865
Чехия	-0.222	0.124	0.253	0.164	0.071	-0.243	-0.308	0.322	2.34	1.35	3.26	5.49	5.9	6.75	7.11	5.27	17.958*** 0.929
Дания	0.071	-0.384**	-0.035	0.041	-	-	-0.761**	0.09	2.44	2.26	1.32	1.15	-	-	4.59	2.16	23.433*** 0.915
Эстония	-0.122	-	-	0.166	0.49**	0.189	0.552**	0.071	1.67	-	-	1.12	1.26	1.21	1.67	1.46	20.009*** 0.902
Финляндия	0.028	0.153	-0.274	-0.281	-	0.326*	0.09	-0.031	1.29	6.66	3.54	4	-	2.86	5.13	1.61	20.604*** 0.923
Франция	-	-	0.002	-	-0.209*	-0.149	-1.139**	0.293	-	-	2.1	-	1.77	1.67	5.2	4.06	35.838*** 0.928
Германия	-0.01	-0.109	-0.186*	-0.44**	-	-0.23*	-0.938**	0.431**	3.55	1.67	1.43	2.09	-	1.58	4.56	1.17	34.549*** 0.953
Греция	-0.382*	-	-0.174	-0.639**	0.093	0.061	1.093**	-	1.86	-	3.57	2.5	2.36	1.6	3.66	-	13.309*** 0.86

Продолжение табл. 3

Страна	Статистическая оценка коэффициента регрессии										VIF							F-критерий Фишера/R ²
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь		
Венгрия	0.251	-0.376	0.169	-0.347	0.18	-	-0.015	0.34	2.88	2.9	2.96	2.94	3.67	-	2.86	3.39	7.182** 0.807	
Италия	0.221	-0.721**	0.068	-	-0.166	0.226	0.152	-	1.45	3.45	2	-	2.17	1.8	3.98	-	8.582*** 0.798	
Латвия	-	-	0.203	-	-0.014	0.468	0.401	0.078	-	-	1.29	-	1.71	4.15	3.84	1.29	10.88*** 0.795	
Литва	0.09	-0.029	-0.237	-	-	-0.06	-0.185	0.887**	1.94	2.36	1.53	-	-	1.74	1.7	1.86	9.482*** 0.814	
Нидерланды	0.996**	-0.143	-	-0.075	-	0.03	0.119	0.109	4.23	2.12	-	2.96	-	5.57	5.5	1.63	30.904*** 0.925	
Северная Македония	0.109	-	-0.148	-0.019	-	-	0.18	-0.128	1.49	-	1.74	2.22	2.31	-	2.48	2.69	49.711*** 0.958	
Норвегия	0.025	-	-0.059	-	-	-0.134	0.456**	0.299	2.77	-	4.19	5.71	-	2.27	2.8	4.47	26.355*** 0.924	
Польша	0.085	-0.099	-	0.104	0.493**	0.085	0.572**	-0.085	1.14	1.47	-	7.8	3.56	3.87	3.66	7.41	37.03*** 0.956	
Румыния	-0.085	-	0.377*	0.22	0.059	0.129	-0.593**	0.493**	3.02	-	2.83	2.65	3.59	1.85	2.47	2.3	17.376*** 0.91	
Словакия	0.088	0.001	0.237*	-	-	-	-0.71**	0.41**	1.14	1.14	1.19	-	-	-	1.43	1.5	29.67*** 0.872	
Словения	0.033	-	-0.334	-0.621	-0.173	-	0.2	0.284	2.67	-	2.79	5.5	1.89	-	3.79	1.31	4.743*** 0.542	
Швеция	-0.14	-0.36*	-0.005	-0.189	-0.21	-0.05	-0.537**	0.102	2.12	2.39	7.16	5.32	2.01	2.87	4.16	3.32	18.334*** 0.919	
Турция	-	0.063	-0.038	-	-	-0.065	1.055**	-	-	1.3	4.41	-	-	1.64	4.78	-	68.76*** 0.948	
Ближний Восток																		
Иран	-	-	0.019	0.032	-0.06	0.179**	0.866**	-0.035	-	-	4.36	6.67	2.15	3.75	6.48	4.93	256.924*** 0.992	
Израиль	-0.221*	-	-0.194*	0.174*	-0.188	-0.087	-0.231*	0.733**	2.44	-	1.92	1.86	3.12	1.77	2.74	4.59	2.978* 0.961	
Саудовская Аравия	-	-	-0.033	-0.19	-0.206	0.251	0.79*	0.112	-	-	1.63	2.5	2.89	4.52	9.01	5.14	11.833*** 0.845	
Арабские Эмираты	0.35	-	-0.488	0.137	0.257	0.353	0.076	0.27	1.11	-	3.53	2.7	2.95	3.14	3.77	2.31	3.582* 0.676	

Окончание табл. 3

Страна	Статистическая оценка коэффициента регрессии										VIF							F-критерий Фишера/R ²
	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь	Зерно	Сахар	Фрукты	Мясо	Молоко	Рыба, морепродукты	Энергия	Сталь		
Африка																		
Египет	-	-	0.019	0.032	-0.06	0.179**	0.866**	-0.035	-	4.36	6.67	2.15	3.75	6.48	4.93	30.027*** 0.915		
Марокко	0.219*	-0.035	-	-	-	0.017	0.665**	0.126	5.78	-	-	-	1.58	7.2	4.18	128.221*** 0.979		
Австралия и Юго-Восточная Азия																		
Австралия	0.24	-0.397*	-0.115	0.055	-	0.282	-0.203	-0.461*	1.65	2.27	2.91	1.2	-	2.1	4.55	15.702*** 0.902		
Китай	-	-	0.523	-0.015	-0.142	0.073	0.612*	-0.057	-	-	198.28	79.9	26.67	50.96	177.45	13.829** 0.996		
Индия	-	0.002	-0.236	-	-	-	1.056**	-0.421	-	1.1	48.97	-	31.63	-	251.96	450.764* 0.994		
Индонезия	-	0.447	0.447	-0.123	0.292*	-	0.231	0.157	-	-	52.35	12.39	20.01	-	17.23	228.445*** 0.988		
Малайзия	-0.078	-	-0.171	0.974**	-	-0.053	-	-0.141	4.32	-	2.09	9.74	-	1.65	-	43.439*** 0.939		
Пакистан	-	0.03	0.054	0.968**	-	-0.13	-0.133	-	-	1.34	2.22	4.69	-	3.09	4.17	90.179*** 0.97		
Тайланд	-	0.211	-0.44*	0.067	-0.07	-0.079	0.403	-	-	3.99	4.87	2.56	7.53	3.88	7.18	31.214*** 0.935		
Южная Корея	-0.031	-	-0.011	-	-0.016	0.068	0.984**	-0.038	5.15	-	1.57	-	6.39	1.43	4.73	88.936*** 0.965		
Шри Ланка	-	-0.227	-	-0.038	-0.178	0.221	0.789**	-	-	3.27	-	2.99	8.06	3.62	9.32	54.5*** 0.951		
Вьетнам	-	-0.109*	-0.086	0.133*	-	-	1.045**	-	-	2.78	6.98	4.1	-	-	6.98	282.46*** 0.986		

Примечание:
* p < ,05
** p < 0,01
*** p < 0,001

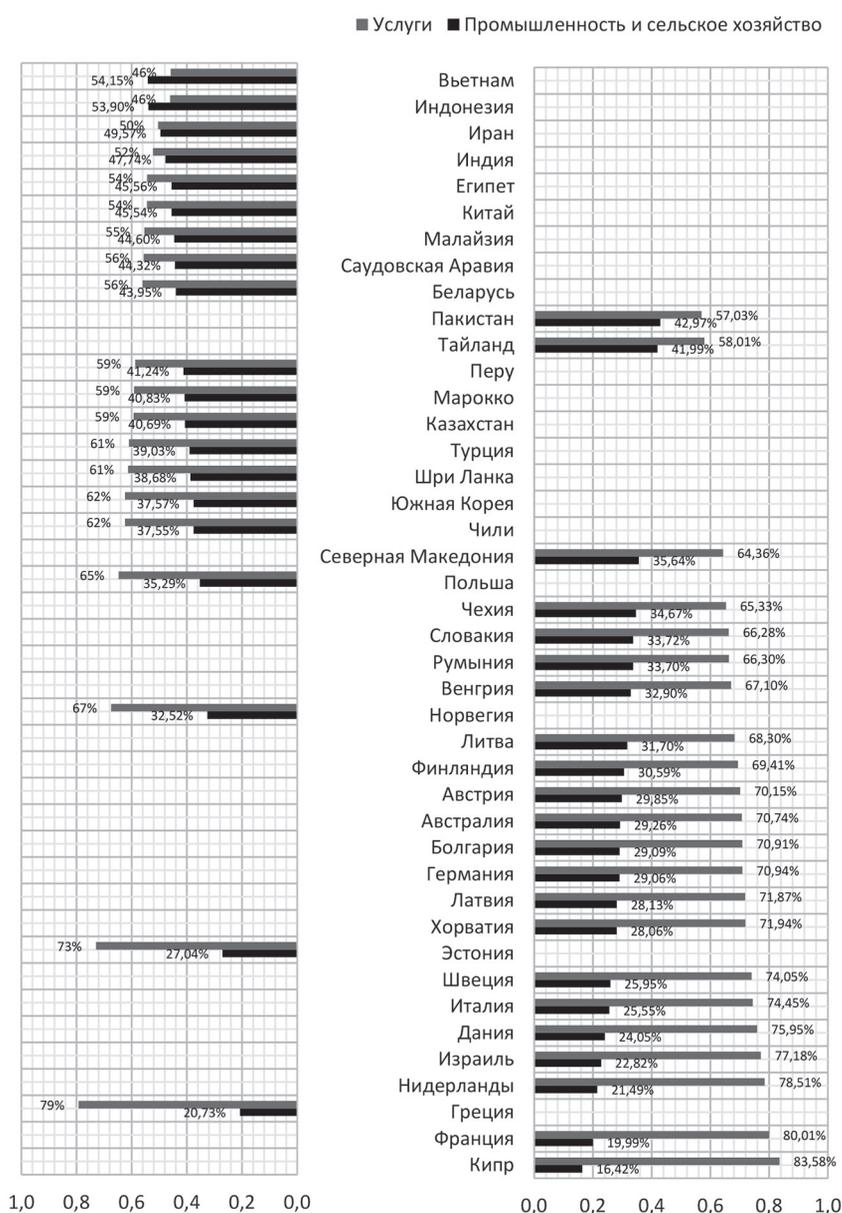
ность ($VIF > 10$) между всеми переменными для Перу, Китая, Индии и Индонезии. Для данных наблюдений невозможно устранить мультиколлинеарность путем исключения некоторых факторов. Возможной причиной этого явления является то, что для таких стран, где активно развивается сельское хозяйство, потребление продукции сельского хозяйства является поддерживающим фактором для активного использования энергии.

В отдельной группе стран (Чили, Беларусь, Малайзия), где выявлена мультиколлинеарность между отдельными переменными модели и энергией, она может быть исключена устранением фактора энергии из анализа. Предположительно, внутреннее потребление продукции сельского хозяйства в данных странах является не только стимулом использования энергии, но и фактором, поддерживающим экономический рост.

Страны, в которых потребление энергии положительно влияет на экономический рост, сосредоточены в Азии, Северной Африке и Ближнем Востоке, Северо-Восточной Европе. Положительная взаимосвязь наблюдается в 13 наблюдениях (Польша, Эстония, Греция, Норвегия, Турция, Казахстан, Иран, Саудовская Аравия, Египет, Марокко, Южная Корея, Шри Ланка, Вьетнам).

Предположительно, потребление энергии поддерживает экономический рост в странах индустриального типа. Потребление положительно влияет на экономический рост как в странах с высокой долей ВДС добычи углеводородов в ВВП (Норвегия, Иран, Казахстан, Саудовская Аравия), так и в тех странах, где существует недостаток ресурсов (Вьетнам, Южная Корея, Марокко). Тем не менее, именно в странах Азии наблюдаются заметные темпы роста, а также активно развивается промышленность.

Доля промышленности и сельского хозяйства в ВВП у обозначенных стран представлена на рис.1 – более 35%



Источник: рассчитано автором по данным Всемирного Банка
Source: calculated by the author using the World Bank data

Рис. 1. Доля секторов экономики в ВВП (в национальной валюте) в странах мира за 2020 г., в процентах
Fig. 1. The share of economic sectors in GDP (in national currency) in the countries of the world in 2020, %

(кроме Норвегии, Эстонии, Греции). Их также условно можно отнести к индустриальному и аграрно-индустриальному типу.

Отрицательная взаимосвязь выявлена в 8 наблюдениях (Австрия, Дания, Франция, Германия, Румыния, Словакия, Швеция, Израиль).

Доля сфера услуг у данных стран Европы значительна – 64-84%(кроме Словакии). Следует отметить, что для таких стран характерна незначитель-

ная доля сельского хозяйства в ВВП (1-4%).

Для остальных 14 наблюдений коэффициент регрессии оказался не значим (Болгария, Хорватия, Чехия, Венгрия, Италия, Литва, Латвия, Нидерланды, Северная Македония, Австралия, Пакистан, Тайланд, Кипр, Финляндия).

Доля сектора услуг в ВВП у данных стран – более 65% (кроме Пакистана, Тайланда и Северной Македонии), их условно можно отнести к стра-

нам экономики услуг – сервисного типа.

Для ряда таких стран более значимыми показателями, по сравнению с потреблением энергии, явились потребление продукции сельского хозяйства (Австралия, Италия, Болгария, Хорватия, Кипр). Несмотря на то, что доля сельского хозяйства в ВВП данных стран невелика (не более 5%), но в экономической стран рост в данных стран может вносить ресторанный бизнес и пищевая промышленность, что объясняет положительное влияние внутреннего спроса на продукты продовольствия на поддержание экономического развития в этих странах.

Обсуждение результатов исследования

Необходимо отметить, что структура потребления продовольствия может быть, как положительно, так и отрицательно взаимосвязана с экономическим ростом. Однако причиной различного характера таких оценок являются: смена предпочтений, замещение одной группы продуктов другой в случае изменения цен и т.д. Здесь требуется более глубокий анализ, который выходит за рамки настоящего исследования.

В мире наблюдается активный переход к постиндустриальной экономике, где сфера услуг играет ведущую роль. В левой части на рис. 1 показаны доли секторов экономики для стран с выявленной положительной взаимосвязью и мультиколлинеарностью между факторами, справа – отрицательной взаимосвязью либо ее отсутствием в порядке возрастания доли услуг в ВВП.

Несмотря на отдельные исключения, можно проследить закономерность: для стран с высокой долей услуг в ВВП (сервисного типа) более характерна отрицательная взаимосвязь между показателями либо ее отсутствие, чем для тех стран, у которых наблюдается положительная взаимосвязь, либо обнаружена мультиколлинеарность между факторами модели, сфера услуг не так значительна (страны индустриального и аграрно-индустриального типа). Причем наличие мультиколлинеарности не исключает возможности положительного влияния энергии на поддержание экономического роста, но это не может быть доказано с помощью настоящей модели исследования.

В странах, у которых не выявлена существенная взаимосвязь между потреблением энергии и экономическим ростом, активно развивается сфера услуг, в т.ч. ИТ, как и в странах с отрицательной взаимосвязью. Однако для поддержания экономики таких стран более важную роль играет потребление продовольствия. Двойственность оценок говорит о том, что существуют иные факторы, кроме структуры выпуска, которые могут определять характер взаимосвязи. Такими факторами могут быть институциональная среда и инновации в области энергоэффективности.

Заключение

В настоящем исследовании была проведен анализ долгосрочной взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом (в расчете на душу населения) в зарубежных странах. Поскольку

большинство оценок говорят об отсутствии взаимосвязи между параметрами, то можно говорить о неоднозначной направленности влияния потребления энергии на ВВП. Возможной причиной различного характера влияния внутреннего потребления энергии является тип экономической системы.

Потребительский спрос на энергию внутри страны играет роль в поддержании экономического роста в ряде зарубежных стран мира аграрно-индустриального и индустриального типа, которые находятся в Азии, Северной Африке и Ближнем Востоке, Северо-Восточной Европе.

Изменение в структуре экономического выпуска стран в пользу оказания услуг может способствовать тому, что экономика данных стран будет менее зависима от волатильности поставок энергии. Тем не менее, неочевидность результатов для разных типов экономик говорит о том, существуют иные факторы, кроме структуры экономического выпуска, которые также детерминируют характер взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом. Для некоторых стран сервисного типа, находящихся в Европе, обнаружена обратная взаимосвязь между потреблением энергии и экономическим ростом либо ее не обнаружено.

Таким образом, отдельные страны сервисного типа, для которых потребление и экономический рост обратно взаимосвязаны, демонстрируют способность сокращать потребление энергии и поддерживать экономический рост, повышая энергоэффективность экономики.

Литература

1. Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности». Постановление Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 1473.
2. Karanfil F. Energy consumption and economic growth revisited: Does the size of unrecorded economy matter? // Energy Policy.

Elsevier. 2008. № 36(8). С. 3019–3025. DOI: 10.1016/j.enpol.2008.04.002.

3. Lee Ch.-Ch., Chang Ch.-P. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data // Resource and Energy Economics. 2008. Т. 30. № 1. С. 50–65.

4. Gozgor G., Chi K. M. L., Zhou L. Energy consumption and economic growth: New evidence

from the OECD countries // *Energy*. Elsevier. 2018. T. 153(C). С. 27–34.

5. Thapa-Parajuli R., Aryal S., Alharthi M., Paudel R.C. Energy consumption, export performance and economic growth in a landlocked developing country: The case of Nepal // *AIMS Energy*. 2021. № 9(3). С. 516–533. DOI: 10.3934/energy.2021025.

6. Ajmi A.N., Inglesi-Lotz R. Biomass energy consumption and economic growth nexus in OECD countries: A panel analysis // *Renewable Energy*. 2020. № 162. С. 1649–1654.

7. Magazzino C., Mele M., Schneider N., Vallet G. The relationship between nuclear energy consumption and economic growth: evidence from Switzerland // *Environmental Research Letters*. 2020. № 15(9). С. 0940a5.

8. Shojae A., Seyedin S.H. Relationship between energy consumption and economic growth in Europe area // *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol. (JMEST)*. 2021. № 8(6). С. 14114–14125.

9. Корнилова А. Ю. Взаимосвязь потребления энергии и ВВП в странах мира // *Экономическая наука современной России*. 2024. № 2(105). С. 83–100. DOI: 10.33293/1609-1442-2024-2(105)-83-100.

10. Statistical Review of World Energy. Energy Institute [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.energyinst.org/statistical-review>.

11. World Development Indicators World Bank [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

12. World Steel Yearbook (1990–2019). Web archive [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20120701061319/http://worldsteel.org/statistics/statistics-archive/yearbook-archive.html>.

13. Food balances [Электрон. ресурс] // FAOSTAT. Режим доступа: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>.

14. Kenny D. *Methodology in the Social Sciences*. New York: The Guilford Press, 2019. 373 с.

References

1. Ob utverzhdenii kompleksnoy gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Energoberezheniye i povysheniye energeticheskoy effektivnosti». Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 9 sentyabrya 2023 g. № 1473 = On approval of the comprehensive state program of the Russian Federation “Energy saving and increasing energy efficiency”. Resolution of the Government of the Russian Federation of September 9, 2023 No. 1473. (In Russ.)

2. Karanfil F. Energy consumption and economic growth revisited: Does the size of unrecorded economy matter? *Energy Policy*. Elsevier. 2008; 36(8): 3019–3025. DOI: 10.1016/j.enpol.2008.04.002.

3. Lee Ch.-Ch., Chang Ch.-P. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. *Resource and Energy Economics*. 2008; 30; 1: 50–65.

4. Gozgor G., Chi K. M. L., Zhou L. Energy consumption and economic growth: New evidence from the OECD countries. *Energy*. Elsevier. 2018; 153(C): 27–34.

5. Thapa-Parajuli R., Aryal S., Alharthi M., Paudel R.C. Energy consumption, export performance and economic growth in a landlocked developing country: The case of Nepal. *AIMS Energy*. 2021; 9(3): 516–533. DOI: 10.3934/energy.2021025.

6. Ajmi A.N., Inglesi-Lotz R. Biomass energy consumption and economic growth nexus in OECD countries: A panel analysis. *Renewable Energy*. 2020; 162: 1649–1654.

7. Magazzino C., Mele M., Schneider N., Vallet G. The relationship between nuclear energy consumption and economic growth: evidence from Switzerland. *Environmental Research Letters*. 2020; 15(9): 0940a5.

8. Shojae A., Seyedin S.H. Relationship between energy consumption and economic growth in Europe area. *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol. (JMEST)*. 2021; 8(6): 14114–14125.

9. Kornilova A. Yu. Relationship between energy consumption and GDP in countries of the world. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii = Economic Science of Modern Russia*. 2024; 2(105): 83–100. DOI: 10.33293/1609-1442-2024-2(105)-83-100. (In Russ.)

10. Statistical Review of World Energy. Energy Institute [Internet]. Available from: <https://www.energyinst.org/statistical-review>.

11. World Development Indicators World Bank [Internet]. Available from: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

12. World Steel Yearbook (1990–2019). Web archive [Internet]. Available from: <https://web.archive.org/web/20120701061319/http://worldsteel.org/statistics/statistics-archive/yearbook-archive.html>.

13. Food balances [Internet]. FAOSTAT. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>.

14. Kenny D. *Methodology in the Social Sciences*. New York: The Guilford Press, 2019. 373 p.

Сведения об авторе

Анна Юрьевна Корнилова

К.э.н. эксперт

Meterstartup.ru, Москва, Россия

E-mail: pgmcjd@yandex.ru

Information about the author

Anna Y. Kornilova

Cand. Sci. (Economics), expert

Meterstartup.ru, Moscow, Russia

E-mail: pgmcjd@yandex.ru