

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ  
МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ**

УДК 330,34 : 620.91+658.26

DOI: 10.26456/2219-1453/2022.1.134–146

**СУЩЕСТВУЕТ ЛИ СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ДВУСТОРОННЯЯ  
ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ ВВП И  
ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ В КИТАЕ?**

**Чжан Цзянь<sup>1</sup>, Чжоу Синь<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Шанхайский политико-юридический университет, г. Шанхай, Китай

Цель статьи – выявить прямые причинно-следственные связи между потреблением энергии и ВВП в Китае. Такую задачу поставили перед собой авторы статьи, основываясь на панельных данных за период с 1990 по 2015 гг. в Китае. Предложена система одновременных уравнений, включающая в себя накопленный капитал, урбанизацию, либерализацию торговли и другие экзогенные переменные. Научная новизна заключается в обосновании прямой причинно-следственной связи зависимости между ВВП Китая и потреблением энергии. При росте общего экономического объема потребность в факторах энергии значительно увеличивается, однако по причине использования неэффективных способов производства и экологического загрязнения потребление энергии демонстрирует отрицательный эффект масштаба, ограничивающий экономический рост. Экономический рост Китая определяется законом убывающей отдачи от масштаба, при этом рост урбанизации и открытость торговли оказывают значительное влияние на объемы потребления энергии.

**Ключевые слова:** *потребление энергии; экономический рост; панельные данные; система одновременных уравнений*

**Введение**

Исследование взаимосвязи между ВВП и потреблением энергии играет важную роль в разработке политического курса той или иной страны. С одной стороны, правительство обеспокоено скоростью экономического роста, с другой, – разрушением окружающей среды, чрезмерным потреблением и нехваткой ресурсов. Если потребление энергии не оказывает значительного влияния на ВВП, правительство может разработать политику по защите окружающей среды и ресурсов, не беспокоясь о спаде экономического роста. Если же эти элементы зависят друг от друга, то политика в области окружающей среды и ресурсов будет влиять на экономический рост и уровень жизни населения, и ее реализация будет крайне сложной.

Проблема взаимосвязи между потреблением энергии и ВВП привлекала внимание многих политиков и ученых. Они использовали эконометрические методы для проведения экономических исследований,

основанные на данные из разных стран и регионов мира. Однако полученные результаты исследования оказались противоречивыми. На данный момент в академических кругах считается, что существует четыре вида взаимосвязи между потреблением энергии и ВВП.

1. *Гипотеза защиты окружающей среды.* Считается, что изменения в ВВП являются причиной изменений в потреблении энергии, следовательно, политика по охране окружающей среды и ресурсов не влияет на экономический рост.
2. *Гипотеза роста* полагает, что потребление энергии является причиной изменений в ВВП, следовательно, политика по сокращению потребления энергии приведет к снижению роста ВВП.
3. *Гипотеза обратной связи* заключается в том, что существует двусторонняя причинно-следственная связь между потреблением энергии и ВВП.
4. *Гипотеза отсутствия общей связи,* предполагает, что между потреблением энергии и ВВП нет причинно-следственной связи.

Из-за противоречивых выводов предыдущих исследований органам управления трудно осуществлять определенную политику по урегулированию данного вопроса. Большинство предыдущих исследований были основаны на системе одновременных уравнений без опоры на экономические теории. Они в основном изучали однонаправленную причинную связь между переменными, не рассматривая механизм одновременного взаимодействия между ними. В большинстве предыдущих исследований для анализа использовались данные временного ряда, однако изменения экономических переменных часто проявляют непостоянные характеристики, например, производственные функции, следовательно, выводы этих исследований подвергаются сомнению. Основываясь на ежегодных данных за период с 1990 по 2015 гг., авторы используют панельные данные для изучения наличия причинно-следственной связи между потреблением энергии и экономическим ростом. Используется система одновременных уравнений панельных данных, чтобы точно разработать политический курс с целью ускорения экономического роста, повышения энергоэффективности, предоставления рекомендаций и стратегий по охране окружающей среды.

## 2. Обзор литературы

Исследования взаимосвязи между потреблением энергии и экономическим ростом начались в 1970-х гг. В новаторском исследовании 1978 г. в журнале «Kraft J. & Kraf A.» (Энергетика и развитие) проанализированы данные США за период 1947–1974 гг., анализ показал, что ВВП является причиной изменений в потреблении энергии [25, с. 404]. Впоследствии ученые разных стран использовали данные временного ряда различных регионов для проведения причинно-следственного анализа взаимосвязи между экономическим ростом и потреблением энергии. Среди

них: Akarca & Long – 1979 г. и 1980 г. [7, с. 155–162; 8, с. 326–331]; Eden S.N. & Hwang B.K. – 1984 г. [16, с. 186–190]; Yu & Choi – 1985 г. [30, с. 249–272]; Erol U. & Yu E.S. – 1987 г. [18, с. 113–122]. Они обнаружили, что связь между этими элементами далеко неоднозначна и пришли к противоречивым выводам. В большинстве исследований взаимосвязи между экономическим ростом и потреблением энергии используется обычный метод наименьших квадратов для оценки логарифмической линейной модели и проверки статистических гипотез. Погрешность этого метода заключается в том, что непостоянные характеристики данных временных рядов часто не учитываются, и это приводит к ошибочным выводам исследования.

Метод анализа временного ряда постоянно совершенствовался и немало изменился за последние десятилетия. Внедрение анализа панельных данных также повысило надежность результатов исследования. Исследование с использованием новых методов и панельных данных имело иные результаты. Исследования в этот период обычно основывались на тесте Энгла-Грэнджера, коинтеграционном тесте Йохансена, векторной модели исправления ошибок и авторегрессии. С помощью этих тестов проводился анализ данных временных рядов и панельных данных учеными разных стран, включая ученых из Китая, среди них: Hwang & Gum – 1991 г. [23, с. 219–226]; Eden & Jin – 1992 г. [17, с. 259–266]; Masih & Masih – 1996 г. [26, с. 165–183]; Cheng & Lai – 1997 г. [15, с. 435–444]; Glasure & Lee – 1997 г. [19, с. 17–25]; Yang – 2000 г. [29, с. 309–317]; Han Zhiyong et al. – 2004 г. [6, с. 17–21]; Wu Qiaosheng et al. – 2005 г. [4, с. 30–37]; Wu Qiaosheng et al. – 2008 г. [3, с. 27–40]; Wang Xiaojiong – 2009 г. [1, с. 41–46]. Выводы, полученные после анализа панельных данных, были противоречивыми. Основная причина различий в приведенных выше результатах исследования – использование различных эконометрических методов. Используя данные временных рядов в 2005 г., У Цяошэн и другие ученые обнаружили, что ВВП Китая в одностороннем порядке влияет на потребление энергии [4, с. 30–37]. Также в 2008 г. путем анализа панельных данных ученые выяснили, что существует двусторонняя причинно-следственная связь между ВВП Китая и потреблением энергии [3, с. 27–40].

С 2000 г. некоторые ученые использовали другие экономические переменные для оценки реальных изменений в экономике в процессе изучения взаимосвязи между экономическим ростом и потреблением энергии. Сначала некоторые ученые считали цену важной переменной в модели для изучения взаимосвязи между ценой, экономическим ростом и потреблением энергии, среди них: Asufu-Adjaye – 2000 г. [14, с. 615–625]; Hondroyiannis et al. – 2002 г. [21, с. 319–336]; Soytas & Sari – 2003 г. [28, с. 33–37]; Altinay & Karagol – 2004 г. [9, с. 985–994]; Fang Yi & Zhang Xiaowan – 2013 г. [5, с. 3–12]. Позднее в связи с возникновением глобального потепления и феномена Эль-Ниньо, часть ученых добавила выбросы углерода как еще одну основную переменную для изучения взаимосвязи между выбросами углерода, экономическим ростом и потреблением энергии Ang – 2007 г. [10,

с. 4772–4778]; Apergis & Payne – 2009–2010 гг. [12, с. 3282–3286; 13, с. 650–655]. Процесс экономической глобализации сделал международную торговлю одним из главных факторов экономического развития стран. На основе предыдущих исследований некоторые ученые добавили степень открытости торговли для изучения взаимосвязей между ВВП, выбросами углеродов, потреблением энергии и открытостью торговли Ang, 2009 [11, с. 2658–2665]; Halicioglu, 2009; [20, с. 1156–1164]; Jalil & Mahmud, 2009 [24, с. 5167–5172]. Ученые все также не сходились в результатах исследования.

Разбирая приведенные выше результаты исследований, авторы подметили, что тестирование одних и тех же показателей в одной стране может привести к различным выводам. Противоречивые результаты можно объяснить использованием различных методов в разные промежутки времени. Однако наиболее вероятная причина – недостаток выборочных данных для проведения исследования. Кроме того, временной охват большинства исследований с использованием моделей данных временных рядов составляет 30–40 лет. Дефицит данных выборки приводит к ненадежности и противоречивым результатам статистических тестов. Для устранения статистических недостатков модели данных временных рядов применяется метод панельных данных, однако его использование привело к ряду других проблем. Например, изучение разных стран как единого целого, а не отдельных единиц, делает невозможным выявление динамических отношений между потреблением энергии и уровнем дохода в этих странах. При добавлении новых объясняющих переменных в исследование, соотношение между потреблением энергии и экономическим ростом также будет различаться в силу неодинакового экономического развития стран.

Исследований, посвященных теме взаимосвязи между потреблением энергии ВВП в Китае, относительно мало. С появлением реформы предложения, постоянной либерализацией торговли и урбанизацией, все больше факторов влияет на эту взаимосвязь, которую в будущем следует изучить. Авторы применяют панельные данные провинций Китая для построения системы одновременных уравнений ВВП и потребления энергии, которая включает в себя накопленный капитал, уровень урбанизации и уровень либерализации торговли в качестве экзогенных переменных. Это поможет избежать статистических погрешностей, вызванных отсутствием данных выборки в системе временных рядов, а также устранит проблему разнородных панельных данных. Авторы используют модель, опирающуюся на экономическую теорию и имеющую высокую статистическую надежность результатов исследования. Эта модель также отображает динамическую взаимосвязь между различными индексными переменными.

### 3. Данные и модели

#### 1) Выборка данных и переменных

Авторы выбрали данные из 30 провинций, городов и автономных регионов Китая с 1990 по 2015 гг. о ВВП, энергопотреблении, накопленном

капитале на душу населения, а также уровне урбанизации и открытости торговли. Таким образом, строится система одновременных уравнений панельных данных для изучения взаимосвязи между экономическим ростом и потреблением энергии. Каждая переменная использует дефлятор ВВП в качестве меры изменений цен для корректировки соответствующих переменных в постоянных ценах. Для обеспечения точности и своевременности данных в качестве основного периода выбран 2015 год. Накопленный капитал каждой провинции рассчитывается методом текущей инвентаризации после преобразования доли ВВП каждой провинции. Уровень урбанизации рассчитывается как отношение городского населения к общей численности населения. Степень открытости торговли рассчитывается по отношению общего объема импортной и экспортной торговли к ВВП.

## 2) Тестирование стабильности данных

Для построения системы одновременных уравнений авторы предлагают сначала изучить постоянность переменных и проверить наличие единичного корня. Поскольку данные временных рядов трех переменных (ВВП, потребления энергии и накопленного капитала на душу населения) имеют постоянную тенденцию, мы возьмем логарифм этих трех переменных. Уровень урбанизации и открытость торговли являются пропорциональными переменными, поэтому исходное значение было использовано для проведения исследования. Перед построением модели проведено тестирование единичных корней в панельных данных для всех пяти переменных. Результаты теста на стационарность данных показаны в табл. 1, где  $Lgdp$  – логарифм ВВП на душу населения,  $Lec$  – логарифм потребления энергии на душу населения,  $Lcap$  – размер базового на душу населения,  $to$  – логарифмическая величина, обозначающая открытость торговли,  $urb$  – уровень урбанизации.

Таблица 1

Результаты тестирования единичных корней в панельных данных  
(тест PP-Fisher)

	<i>Lgdp</i> Статистич. величина	<i>Lec</i> Статистич. величина	<i>Lcap</i> Статистич. величина	<i>To</i> Статистич. величина	<i>Urb</i> Статистич. величина
Уровневая последовательность	28.5700	40.8100	37.1100	68.1500	70.5700
Первая разность	157.2300	214.3400	117.2400	567.5000	304.4200

Тестовая статистика значений уровня каждой переменной в табл. 1 меньше критического значения 5 % уровня значимости, что указывает на наличие единичного корня, следовательно, последовательность не является стационарной. Тестовая статистика всех переменных после разности первого порядка превышают 5 %-ный уровень значимости, что указывает на стабильность переменных после первой разности.

## 3. Коинтеграционный тест панельных данных

Чтобы проанализировать взаимосвязь между экономическим ростом и потреблением энергии во всей экономической системе, в первую очередь, необходимо определить, существует ли взаимосвязь между экономическим ростом и потреблением энергии. Накопленный капитал на душу населения, открытость торговли и уровень урбанизации будем рассматривать как экзогенные переменные. ВВП на душу населения и потребление энергии на душу населения проверяются с помощью коинтеграционного теста панельных данных. После проведения теста Йохансена для проверки коинтеграции временных рядов, мы пришли к выводу, что между *lgdp* и *lec* существует коинтеграция (табл.2).

Таблица 2

	Результаты теста Йохансена			
	Trace Test		Тест самого большого корня	
	Статистическая величина	Значение <i>P</i>	Статистическая величина	Значение <i>P</i>
Нет коинтеграции	25.8700	0.0010	23.8900	0.0010
Есть $\geq 1$ коинтеграция	1.9800	0.1590	1.9800	0.1590

## 4. Тест Грэнджера на причинность

Для построения системы одновременного уравнения экономического роста и потребления энергии, необходимо выяснить, существует ли двусторонняя причинно-следственная связь между ВВП на душу населения и потреблением энергии на душу населения. Если такая связь отсутствует, система одновременных уравнений не может быть построена. Для этого выполним Тест Грэнджера на причинность *lgdp* и *lec*. Статистические *p*-значения результатов теста в табл. 3 меньше 5 % уровня значимости, что указывает на наличие двусторонней причинно-следственной связи между ВВП и потреблением энергии, следовательно, система одновременного уравнения может быть построена.

Таблица 3

Результаты Теста Грэнджера		
Нулевая гипотеза	Статистическая величина <i>F</i>	Значение <i>P</i>
<i>lec</i> не является причиной Грэнджера для <i>lgdp</i>	12.4600	0.0000
<i>Lgdp</i> не является причиной Грэнджера для <i>lec</i>	3.5100	0.0300

## 5) Построение и оценка системы одновременных уравнений

Основываясь на результатах предыдущих тестов, рассмотрим возможность создания системы одновременных уравнений, состоящей из пяти переменных, агрегированной производственной функции и функции

энергопотребления Кузнецца. Автор предлагает модель агрегированной производственной функции, учитывающей побочный эффект потребления энергии на производительность. Предполагается, что потребление энергии является важным фактором производства, а агрегированная производственная функция экономики каждой провинции задается в следующей форме:

$$GDP_{it} = CAP_{it}^{\beta} (A_0 POP_{it})^{1-\beta} EC_{it}^{\gamma}, \quad (1)$$

где  $GDP_{it}$  – это фактический ВВП каждой провинции,  $CAP_{it}^{\beta}$  – фактический накопленный капитал каждой провинции,  $POP_{it}$  – население каждой провинции,  $EC_{it}^{\gamma}$  – потребление энергии на душу населения в каждой провинции.  $A_0$  – начальный технический уровень,  $\beta(0 < \beta < 1)$  и  $\gamma(-1 < \gamma < 1)$  – параметры, которые необходимо оценить. Если  $\gamma = 0$ , то потребление энергии не оказывает побочного воздействия на экономический рост, и агрегированная производственная функция имеет инвариантную отдачу от масштаба. Если  $\gamma < 0$ , то экономический рост демонстрирует убывающую отдачу от масштаба, и потребление энергии оказывает обратный побочный эффект на экономический рост, то есть использование энергии при текущем способе производства ограничивает экономическое развитие, и неэффективное использование энергии и ограниченность нефтехимических ресурсов сокращают объемы производства. Если  $\gamma > 0$ , то производственная функция показывает растущую отдачу от масштаба, и энергопотребление оказывает положительный побочный эффект на экономический рост. В таком случае повышение эффективности использования энергии способствует повышению производительности. Уравнение с учетом логарифма и случайного члена:

$$\lg dp_{it} = c + \beta \cdot \lg cap_{it} + \gamma \cdot \lg ec_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$\lg dp_{it} = \ln(GDP_{it} / POP_{it})$  – логарифм ВВП на душу населения между провинциями;  $\lg cap_{it} = \ln(GDP_{it} / POP_{it})$  – логарифм межпровинциального капитала на душу населения;  $\lg ec_{it} = \ln(EC_{it})$  – логарифм межпровинциального потребления энергии на душу населения;  $c = \ln(A_0)$  – член, означающий начальный технический уровень;  $u_{it}$  – случайный член.

Китайское правительство выдвинуло международную инициативу «Один пояс, один путь», способствует объединению стран вдоль маршрута, укрепляет торговые связи и повышает уровень урбанизации в стране, способствует перемещению сельского населения в города и повышает уровень жизни населения, увеличивая потребление и экономический рост. Таким образом, нельзя игнорировать влияние открытости торговли и темпов урбанизации на потребление энергии и экономический рост. Соответствующее уравнение энергопотребления, включающее уровень урбанизации и открытости торговли, выглядит следующим образом:

$$lec_{it} = \beta_0 + \beta_1 \lg dp_{it} + \beta_2 urb_{it} + \beta_3 to_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (3)$$

где  $lec_{it}$  – логарифм межпровинциального потребления энергии на душу населения,  $\lg dp_{it}$  – логарифм межпровинциального ВВП на душу населения,  $urb_{it}$  – межпровинциальный уровень урбанизации,  $to_{it}$  – межпровинциальный показатель открытости торговли,  $\varepsilon_{it}$  – случайный член. Значения  $\beta_1, \beta_2$  и  $\beta_3$  положительные. Это означает, что увеличение экономического производства, повышение уровня урбанизации и открытости торговли влияет на уровень использования энергии.

Традиционные эконометрические методы (обычный метод наименьших квадратов, метод инструментальных переменных, метод максимального правдоподобия и др.) имеют определенные ограничения, поэтому оценка параметров должна быть сделана при соблюдении некоторых условий. Например, только если член случайной ошибки подчиняется нормальному или заранее известному распределению, оценка параметров метода максимального правдоподобия является надежной.

Обобщенный метод моментов (GMM) позволяет членам случайных ошибок иметь последовательную корреляцию, а полученные в результате оценки параметры более реалистичны, чем при использовании других методов. В то же время для обобщенного метода моментов не требуется знать точное распределение члена возмущения, поэтому оценка параметров достаточно надежна. Таким образом, автор выбрал GMM для оценки системы одновременного уравнения панельных данных, результаты исследования показаны в табл. 4 (см. ниже).

Результат оценки уравнения (2) показывает, что накопленный капитал на душу населения и потребление энергии на душу населения оказывают значительное влияние на ВВП. Каждый 1 % увеличения накопленного капитала увеличивает ВВП на душу населения на 0,908 %. Это также означает, что экономический рост Китая в основном зависит от увеличения накопленного капитала на душу населения в капиталоемких отраслях.

Таблица 4

Результаты оценки параметров системы одновременных уравнений GMM-НАС

Уравнение (2)	Расчетный результат	Уравнение (3)	Расчетный результат
$lec_{it}$	-0.179 (0.103)	$\lg dp_{it}$	0.494*** (0.000)
$lcap_{it}$	0.908*** (0.000)	$urb_{it}$	0.016*** (0.000)
		$to_{it}$	-0.004*** (0.000)

Уравнение (2)	Расчетный результат	Уравнение (3)	Расчетный результат
Отрезок	1.476*** (0.000)	Отрезок	2.176*** (0.000)
<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.955	<i>Adj. R</i> <sup>2</sup>	0.746

Примечание: \*\*\* и \* обозначают уровень значимости 1 % и 10 % соответственно, стандартное отклонение соответствующей статистики указано в скобках.

Коэффициент потребления энергии на душу населения  $\gamma = -0,179$  меньше нуля. Он не является значимым на уровне значимости 10 %, однако влияние этого коэффициента нельзя игнорировать. Значение коэффициента указывает на то, что в текущем процессе экономического развития потребление энергии имеет обратный побочный эффект: экономический рост зависит от эффективности использования энергии и отражается в уменьшении отдачи от масштаба.

Расчетный результат  $\beta_1$  в уравнении (3) показывает, что реальный ВВП на душу населения увеличивается на 1 %, и потребление энергии на душу населения увеличивается на 0,494 %, что говорит о преобладании интенсивного типа экономического роста. Коэффициент уровня урбанизации положительный, проверка гипотезы пройдена на уровне значимости 1 %. Это говорит о повышении уровня урбанизации и потребления энергии на 10 % и 0,16 % соответственно. Повышение уровня урбанизации увеличит общее потребление энергии, однако этот эффект будет незначительным. Коэффициент открытости торговли отрицательный, проверка гипотезы пройдена на уровне значимости 1 %, что означает повышение уровня открытости торговли на 10 % и снижения уровня потребления энергии на душу населения на 0,03 %. Это означает, что укрепление торгового сотрудничества может повысить энергоэффективность Китая и снизить уровень общего энергопотребления.

#### 4. Вывод

В связи с распространением международной инициативы «Один пояс, один путь», ускорением процесса урбанизации, осуществлением реформы предложения, китайские и иностранные ученые, как и соответствующие директивные органы, все чаще обращают внимание на взаимосвязь между экономическим ростом и энергопотреблением в Китае. Авторы использовали панельные данные из 30 провинций и других административных единиц с 1990 по 2015 гг. С целью эмпирического изучения взаимосвязи между потреблением энергии, ВВП, накопленным капиталом, уровнем урбанизации и открытостью торговли авторы построили систему одновременного уравнения, основанную на теории роста.

Авторы пришли к следующим выводам:

- существует долгосрочная стабильная двусторонняя причинно-следственная связь между потреблением энергии и ВВП;
- потребление энергии оказывает обратный побочный эффект на ВВП;

- экономический рост имеет тенденцию убывающей отдачи от масштаба;
- ускорение процесса урбанизации приводит к небольшому увеличению энергопотребления;
- увеличение открытости торговли незначительно понижает уровень энергопотребления.

Путем эмпирического анализа сделан вывод, что в условиях контроля накопленного капитала, роста урбанизации и открытости торговли, ВВП Китая и потребление энергии имеют причинно-следственную связь, влияют друг на друга и тесно взаимодействуют в экономической системе. Таким образом, вывод, полученный с помощью системы с односторонней связью, не является точным. Результаты исследования также указывают на то, что с увеличением общего объема экономики спрос на энергопотребление также растет. Темпы роста энергопотребления в Китае увеличились на фоне нехватки природных ресурсов, устаревших способов организации производства и загрязнения окружающей среды. Эти факторы сдерживают развитие экономического роста, что приведет к убывающей отдаче от масштабов производства. Приведенные выше результаты соответствуют не только теоретической взаимосвязи между экономическим ростом и потреблением энергии, но и текущему состоянию экономического развития Китая.

Энергия является незаменимым и важным фактором экономического развития. Политика охраны природы с целью сокращения объемов потребления окажет негативное влияние на экономический рост. Кроме того, колебания цен на энергоресурсы и их нехватка замедлят экономический рост Китая. Таким образом, государство должно правильно направлять трансформацию способов общественного производства, повысить эффективность энергопотребления, снизить энергопотребление в процессе загрязнения окружающей среды и зависимость от традиционных энергоресурсов. В противном случае рост потребления энергии будет ограничивать экономический рост.

#### **Список литературы**

1. Ван Сяоцун. 2009. Анализ взаимосвязи между потреблением энергии и ВВП в Китае[J]. Взгляд на экономические вопросы, (7): 41–46.
2. Ван Хайпэн, Тянь Пэн, Цзинь Пин. 2006. Исследование зависимости потребления энергии в Китае от экономического роста на основе модели переменных параметров[J]. Математическая статистика и менеджмент, (3): 253–258.
3. У Цяошэн, Чэн Лян, Чжан Яньтао и др. 2008. Переоценка взаимосвязи между потреблением энергии в Китае и ВВП: эмпирический анализ, основанный на межпровинциальных панельных данных[J]. Технико-экономические исследования коллективной экономики, (6): 27–40.
4. У Цяошэн, Чэн Цзиньхуа, Ван Хуа. 2005. Изменения в потреблении энергии в процессе индустриализации Китая - эмпирический анализ на основе эконометрических методов[J]. Промышленная экономика Китая, (4): 30–37.

5. Фан И, Чжан Сяовань. 2013. Взаимосвязь между мировыми ценами на уголь, ВВП Китая и потреблением энергии. Гипотеза стадии ресурсных ограничений экономического роста Китая[J]. Экономические исследования Шанхая, (12): 3–12.
6. Хан Чжиюн, Вэй Имин, Цзяо Цзяньлин и др. 2004. Коинтеграция и анализ причинно-следственной связи потребления энергии и экономического роста в Китае[J]. Разработка систем, (12): 17–21.
7. Akarca A.T., & Long T.V. 1979). Energy and employment: A time-series analysis of the causal relationship[J]. Resources and Energy, 2(2): 151–162.
8. Akarca A T, Long T V. 1980. On the relationship between energy and GNP: a reexamination[J]. The Journal of Energy and Development, 5(2): 326–331.
9. Altinay G, Karagol E. 2004. Structural break, unit root, and the causality between energy consumption and GDP in Turkey[J]. Energy Economics, 26(6): 985–994.
10. Анг J B. 2007. CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and output in France[J]. Energy Policy, 35(10): 4772–4778.
11. Анг J B. 2009. CO<sub>2</sub> emissions, research and technology transfer in China[J]. Ecological Economics, 68(10): 2658–2665.
12. Apergis N, Payne J E. 2009. CO<sub>2</sub> emissions, energy usage, and output in Central America[J]. Energy Policy, 37(8): 3282–3286.
13. Apergis N, Payne J E. 2010. The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states[J]. Energy Policy, 38(1): 650–655.
14. Asafu-Adjaye J. 2000. The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries[J]. Energy Economics, 22(6): 615–625.
15. Cheng B.S. & Lai T.W. 1997. An investigation of co-integration and causality between energy consumption and economic activity in Taiwan[J]. Energy Economics, 19(4): 435–444.
16. Eden S H, Hwang B K. 1984. The relationship between energy and GNP: further results[J]. Energy Economics, 6(3): 186–190.
17. Eden, S. H., & Jin, J. C. 1992. Cointegration tests of energy consumption, income, and employment[J]. Resources and Energy, 14(3): 259–266.
18. Erol U. & Yu E.S. 1987. On the causal relationship between energy and income for industrialized countries[J]. Journal of Energy Finance & Development, 13(1): 113–122.
19. Glasure Y.U, Lee A R. 1998. Cointegration, error-correction, and the relationship between GDP and energy: The case of South Korea and Singapore[J]. Resource and Energy Economics, 20(1): 17–25.
20. Halicioglu F. 2009. An econometric study of CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey[J]. Energy Policy, 37(3): 1156–1164.
21. Hondroyannis G, Lolos S, Papapetrou E. 2002. Energy consumption and economic growth: assessing the evidence from Greece[J]. Energy Economics, 24(4): 319–336.
22. Hossain M S. 2011. Panel estimation for CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries[J]. Energy Policy, 39(11): 6991–6999.
23. Hwang D B K, Gum B. 1991. The causal relationship between energy and GNP:

- the case of Taiwan[J]. *Journal of Energy and Development*, 219–226.
24. Jalil A, Mahmud S F. 2009. Environment Kuznets curve for CO<sub>2</sub> emissions: a cointegration analysis for China[J]. *Energy Policy*, 37(12): 5167–5172.
  25. Kraft J, Kraft A. 1978. On the relationship between energy and GNP[J]. *Journal of Energy and Development*, 3(2):401–403.
  26. Masih A M M, Masih R. 1996. Energy consumption, real income and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques[J]. *Energy Economics*, 18(3): 165–183.
  27. Masih A M M, Masih R. 1997. On the temporal causal relationship between energy consumption, real income, and prices: some new evidence from Asian-energy dependent NICs based on a multivariate cointegration/vector error-correction approach[J]. *Journal of Policy Modeling*, 19(4): 417–440.
  28. Soytaş U, Sari R. 2003. Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets[J]. *Energy economics*, 25(1): 33–37.
  29. Yang H Y. 2000. A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan[J]. *Energy Economics*, 22(3): 309–317.
  30. Yu E S H, Choi J Y. 1985. The causal relationship between energy and GNP: an international comparison[J]. *Journal of Energy and Development*, 10(2): 249–272.

*Об авторах:*

Чжан Цзянь (автор) – доктор экономических наук, доцент, Институт экономики и управления, Шанхайский политико-юридический университет. 201701, г. Шанхай, Китай. E-mail: jerome1979@126.com, ORCID: 0000-0002-3288-8353.

Чжоу Синь (автор-корреспондент) – доктор юридических наук, заместитель секретаря Института языков и культуры, Шанхайский политико-юридический университет. 201701, г. Шанхай, Китай. E-mail: [zhouxin@shupl.edu.cn](mailto:zhouxin@shupl.edu.cn), ORCID: 0000-0003-3394-3374.

Переводчик данной статьи: Чжан Сяолин – доктор гуманитарных наук, старший преподаватель Института языков и культуры, Шанхайский политико-юридический университет. 201701, г. Шанхай, Китай. E-mail: nishuideyu2266@mail.ru.

## **THE IMPACT OF SIMPLIFYING THE MECHANISMS OF TRADE “ECONOMIC BELT OF THE SILK ROAD” ON THE TRADE POTENTIAL OF CHINA**

**Zhang Jian<sup>1</sup>, Zhou Xin<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Shanghai Political and Legal University, Shanghai, China

This article uses the main component method for calculating the aggregate trading development index in countries located along the "Silk Economic Belt". Using panel data 40 countries from 2013 to 2017, an expanded trade development model was created to study the impact of simplifying the trade

mechanism of the trade potential of China. Based on the theoretical and empirical analysis, the following conclusions were made: countries in the central zone of the economic belt of the silk way have a low degree of facilitation and resistance to trade; The countries of the secondary region have an average degree of trade facilitation and a fairly large trade potential; Countries in the peripheral zone have a high and diverse trading potential.

**Keywords:** *economic belt of the Silk Road; Simplify trade mechanism; trade potential; Trade development model.*

*About the authors:*

Chzhan Czjan' – Doctor of Economics, Associate Professor at School of Economics and Management, Shanghai University of Political Science and Law. 201701, Shanghai, China. E-mail: [jerome1979@126.com](mailto:jerome1979@126.com)

Chzhou Sin' (Correspondent Author) – Doctor of Law at School of Economics, Shanghai University. Department of Director at School of Policing Studies, Shanghai University of Political Science and Law. 201701, Shanghai, China. E-mail: [zhouxin@shupl.edu.cn](mailto:zhouxin@shupl.edu.cn)

The translator of this article: Zhang Xiaoling – Doctor of Humanities, Senior Lecturer at the Institute of Languages and Culture, Shanghai University of Political Science and Law. E-mail: [nishuideyu2266@mail.ru](mailto:nishuideyu2266@mail.ru)