

УДК 620.9. 001.12/.18

Нго Минь Хуеу

Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одеса, 65044

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИКИ ВЬЕТНАМА

Рассмотрены особенности потребления электроэнергии во Вьетнаме для оценки влияния валового внутреннего продукта (ВВП) на процесс потребления электроэнергии. Предложена модель, позволяющая оценить реакцию потребления электроэнергии на экономику. Намечены пути повышения энергетической и экономической эффективности энергетического комплекса Вьетнама. Намечены пути повышения экономичности работы систем генерации энергии с использованием возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: электроэнергия – экономика – энергетический комплекс – возобновляемые источники энергии – биоресурсы

The features of power consumption in Vietnam to assess the effect of the gross domestic product (GDP) on the power consumption process are considered. The model allowing to assess the response of power consumption on economics is proposed. The ways to improve energy efficiency and economic power complex in Vietnam are targeted. The ways of increasing the efficiency of energy generation systems using renewable energy sources are targeted.

Keywords: electricity – economics – power complex – renewable energy sources – bio-resources

I. ВВЕДЕНИЕ

Характер взаимосвязи энергетики и экономики может влиять на энергетическую политику государства. Например, соотношение между потреблением энергии и экономикой способно оказывать долгосрочное и краткосрочное влияние на политику в области развития топливно-энергетического комплекса [1].

Для Вьетнама, энергетическая отрасль которого развивается, актуальной задачей является определение характера взаимосвязи между потреблением электроэнергии и экономическим ростом, поскольку решение этой проблемы позволяет определить дальнейшую стратегию развития в энергетике.

Если, например, существует однонаправленная связь от валового внутреннего продукта к потреблению энергии [2], то меры, направленные на сбережение энергии, не оказывают влияния на экономическое благополучие. Напротив, если существует однонаправленная связь от потребления энергии к валовому внутреннему продукту, то сокращение потребления электроэнергии может привести к значительному снижению экономического роста.

Задачей является определение векторной авторегрессионной модели, которая позволяет определить взаимосвязь экономики и энергетики для условий Вьетнама, так, чтобы эти уравнения являлись причинно-следственными по Грэнджеру [2]. В противном случае необходимо искать более сложную связь между переменными.

II. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЬЕТНАМА

Во Вьетнаме основными топливными источниками для производства электрической энергии являются уголь, нефть и природный газ. В составе энергосистемы работают 14 электростанций: ГЭС – 50,8 %, угольные ТЭС – 13,6 %, ГТУ – 29,4 %; дизельные энергоустановки – 6,2 % [3]. В настоящее время энергетическая инфраструктура представляет собой экспортера электрической энергии для района Пномпень (Камбоджа) – 150 МВт.

В табл. 1 приведены статистические данные изменения потребления каждого вида топлива и доля направляемых ПЭР на производство электроэнергии от общего их объема (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Изменение потребления первичной энергии, КТОЕ

Показатель по годам	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Уголь	2212	3314	4372	8341	9030	9681	12017
Бензин, нефть	2860	4617	7917	12336	12022	14149	14058
Природный газ	7,7	186	1441	4908	5360	5653	6408
Гидроэлектроэнергия	2063	3237	4314	3835	4619	5213	5881
Некоммерческая энергия	12421	12872	14191	14794	14767	14748	14724
Импортная энергия				33	83	226	277
Всего	19564	24226	32235	44247	45881	49670	53365

Основная часть выработки электроэнергии (75 % от общего объема выработки) предназначена для промышленности, а для бытовых нужд отведено только 25 %. В настоящее время ЭЭС Вьетнама не в состоянии обеспечить всю потребность в электроэнергии народного хозяйства, так как рост выработки электроэнергии не соответствует с ростом потребления. Ежегодно объем нехватки электроэнергии на производственные нужды составляет в среднем 350–400 млн. кВт·ч. Сравнивая общий объем выработки электроэнергии всех станций (включая ГЭС и ТЭС) с объемом потребления при данном темпе развития, Вьетнаму к 2015 году предстоит покупка электроэнергии из-за рубежа [5]. В настоящее время во Вьетнаме осуществляется перестройка управления в области энергетического производства. Важнейшей задачей является повышение эффективности использования органических топлив (уголь, нефть, газ, торф) и освоение возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что в настоящее время является одним из важнейших направлений развития не только энергетики Вьетнама, но и мировой энергетики в целом [3]. Поскольку при существующем уровне научно-технического прогресса органическое топливо в ближайшей перспективе может удовлетворить запросы мировой энергетики только частично [6, 7, 8]. Кроме того, при использовании органических топлив для производства электроэнергии серьезной проблемой являются загрязнение окружающей среды и, как следствие, нарушение глобального экологического баланса.

Одним из путей решения поставленных задач является определение запасов возобновляемых источников энергии и возможности их преобразования в электроэнергию как для подачи в общую энергосистему, так и для автономных потребителей и удаленных от энергосистемы населенных пунктов (горных районов и островов).

Важным шагом в освоении ресурсов ВИЭ является их комплексное использование, запасы которых во Вьетнаме составляют:

- гидроэнергетический потенциал рек $1,34 \cdot 10^3$ ТВт·ч/год;
- энергия солнечной радиации $2,8 \cdot 10^3$ ПВт·ч/год;
- энергия ветра 66,03 ГВт·ч/год;
- энергия морских волн 2,5–6,5 кВт на 1 м гребня волны;
- энергия биомассы $12,03 \cdot 10^{11}$ кВт·ч/год.

Например, при сжигании 2 млн т биогаза в паровых котлах ежегодно можно получить 4 млн. т пара и 560 млн. кВт·ч энергии себестоимостью 4 US центов / кВт·ч [4].

III. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

В качестве исходных данных о ВВП были использованы годовые данные за период 2000 –

2012 гг. [4]. Темпы роста ВВП в последние годы во Вьетнаме стабильно превышают 8 %.

Переменной, характеризующей экономику Вьетнама, является значение величины ВВП на душу населения.

Графики потребления электрической энергии и ВВП для Вьетнама приведены на рисунке 1 и рисунке 2.

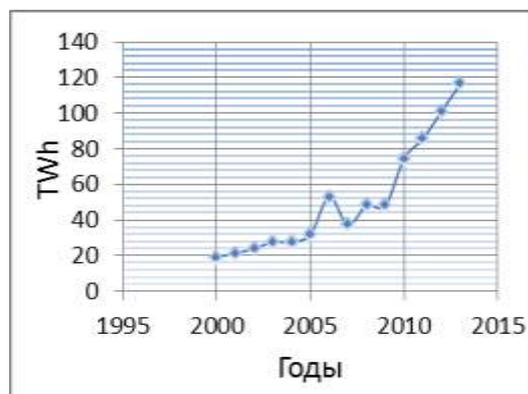


Рисунок 1 – Потребление электрической энергии по годам

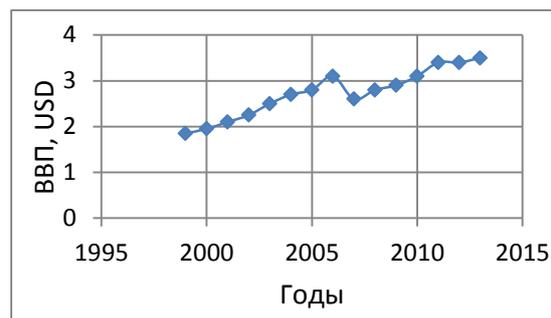


Рисунок 2 – Зависимость ВВП на душу населения от времени

Определим, являются ли исследуемые ряды стационарными, что является важным условием оценки правильности регрессионных моделей. Если модель неверно специфицирована, полученные оценки не будут сходиться по вероятности к истинным значениям параметров с увеличением размеров выборки. Такой эффект называют ложной регрессией [9], при этом коэффициенты детерминации R^2 , t -статистики и F -статистики будут указывать на наличие связи там, где ее нет.

При исследовании стационарности регрессоров был использован критерий KPSS [10], т.к. расширенный критерий Дикки-Фуллера имеет слабую мощность при коротких выборках [11]. Для определения долгосрочной зависимости (каузальности) между ВВП на душу населения и потреблением электроэнергии, которая приводит к взаимосвязанному изменению выбранных переменных, воспользуемся статистическими данными по Вьетнаму [5, 6].

Тест на коінтеграцію (свойство нестационарных временных рядов, заключающееся в существовании их стационарной линейной комбинации) показал наличие долговременной связи при взаимодействии потребления электроэнергии и ВВП на душу населения.

Проведем тест на каузальность по методике Грэнджера [1, 2]. Для двух переменных С и Y по Грэнджеру каузальность определяет приоритет информации от С для объяснения текущего значения Y. Переменная Y каузальна от С, если С помогает в предсказании Y или равнозначно смещенные значения С статистически значимы.

Временные ряды двумерной модели для переменных С и Y имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} Y_t &= y_0 + \sum_{i=1}^k a_{11}^i Y_{t-i} + \sum_{i=0}^{k1} a_{12}^i C_{t-i} + \varepsilon_{1t} \\ C_t &= c_0 + \sum_{i=1}^k a_{21}^i C_{t-i} + \sum_{i=0}^{k1} a_{22}^i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \quad (1)$$

где: y_0, c_0 – константы; $\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}$ – некоррелированные возмущения.

Проверка каузальности по Грэнджеру состоит в проверке значимости коэффициентов $b_{11}, b_{21}, a_{12}, a_{22}$.

В результате регрессионного анализа получены варианты моделей влияния потребления электроэнергии на ВВП:

$$Y_t = y_0 + a_{11}^{(1)} Y_{t-1} + a_{12}^{(0)} C_t + a_{12}^{(1)} C_{t-1} + a_{12}^{(2)} C_{t-2} + \varepsilon_{1t} \quad (2)$$

$$Y_t = y_0 + a_{11}^{(1)} Y_{t-1} + a_{12}^{(0)} C_{t-1} + a_{12}^{(2)} C_{t-2} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$C_t = c_0 + a_{21}^{(1)} C_{t-1} + a_{21}^{(2)} C_{t-2} + a_{22}^{(0)} Y_t + a_{22}^{(1)} Y_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

В этих уравнениях все коэффициенты при регрессорах являются значимыми, что свидетельствует о двунаправленной каузальности между ВВП и потреблением электроэнергии.

Значения коэффициентов приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов уравнений регрессии

Значение коэффициента	y_0	c_0	$a_{11}^{(1)}$	$a_{12}^{(0)}$	$a_{12}^{(1)}$	$a_{12}^{(2)}$	$a_{21}^{(1)}$	$a_{21}^{(2)}$	$a_{22}^{(0)}$	$a_{22}^{(1)}$
Уравнение 2	500,2		1,1	-132,3		170,5	-139,2			
Уравнение 3	280,7		0,8		118,2	-120,1				
Уравнение 4		2,6					0,9	-0,76	-0,005	0,006

Все остальные комбинации регрессоров при лаге в переменных до двух оказались незначимыми.

Для решения этой системы уравнений численными методами введем оператор обратного сдвига z , соответствующий сдвигу сигнала на один шаг дискретизации назад [9]. Тогда из уравнения (3) получим:

$$Y(1 - a_{11}^{(1)}z) = y_0 + (a_{12}^{(1)}z + a_{12}^{(2)}z^2)C, \quad (5)$$

откуда:

$$Y = \frac{y_0}{1 - a_{11}^{(1)}z} + \frac{a_{12}^{(1)}z + a_{12}^{(2)}z^2}{1 - a_{11}^{(1)}z} C; \quad (6)$$

$$Y_{t-1} = \frac{y_0z}{1 - a_{11}^{(1)}z} + \frac{(a_{12}^{(1)}z + a_{12}^{(2)}z^2)z}{1 - a_{11}^{(1)}z} C; \quad (7)$$

$$\begin{aligned} C &= c_0 + a_{21}^{(1)}C_{t-1} + a_{21}^{(2)}C_{t-2} + \\ &+ a_{22}^{(0)} \left(\frac{y_0}{1 - a_{11}^{(1)}z} + \frac{(a_{12}^{(1)}z + a_{12}^{(2)}z^2)}{1 - a_{11}^{(1)}z} C \right) + \\ &+ a_{22}^{(1)} \left(\frac{y_0z}{1 - a_{11}^{(1)}z} + \frac{(a_{12}^{(1)}z + a_{12}^{(2)}z^2)z}{1 - a_{11}^{(1)}z} C \right); \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} C(1 - a_{11}^{(1)}z) &= c_0(1 - a_{11}^{(1)}z) + \\ &+ (1 - a_{11}^{(1)}z)(a_{21}^{(1)}C_{t-1} + a_{21}^{(2)}C_{t-2}) + \\ &+ a_{22}^{(0)}(y_0z + (a_{12}^{(1)}z^2 + a_{12}^{(2)}z^3) \cdot C) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} C_t &= c_0 + (a_{11}^{(1)} + a_{21}^{(1)})C_{t-1} + \\ &+ (a_{21}^{(2)} - a_{11}^{(1)}a_{21}^{(1)} + a_{22}^{(0)}a_{12}^{(1)})C_{t-2} + \end{aligned}$$

$$+ (a_{22}^{(0)}a_{12}^{(2)} - a_{11}^{(1)}a_{21}^{(2)})C_{t-3} \quad (10)$$

Из уравнения (10) определяется C_t по значениям в предыдущие моменты времени и подставляется в уравнение (2), из которого определяется Y_t . Анализ ряда данных о стационарности ВВП в сопоставимых ценах по расширенному критерию Дикки-Фуллера показал, что ряд нестационарный, а проверка по критерию KPSS показала, что ряд стационарный.

В соответствии с рекомендациями [12] ряд считаем стационарным.

Анализ ряда данных о стационарности потребления энергии по данным [8] по расширенному критерию Дикки-Фуллера и критерию KPSS показал их стационарность при 5 % уровне значимости.

Модель влияния потребления электроэнергии на ВВП:

$$Y_t = y_0 + a_{11}^{(1)}Y_{t-1} + a_{12}^{(1)}C_{t-1} + a_{12}^{(2)}C_{t-2} + \varepsilon_{1t}, \quad (11)$$

модель влияния потребления электроэнергии на ВВП на душу населения.

$$C_t = c_0 + a_{21}^{(1)}C_{t-1} + a_{22}^{(0)}Y_t + \varepsilon_{2t}. \quad (12)$$

Значения коэффициентов приведены в таблице 2.

IV. ВЫВОДЫ

Полученные результаты показывают, что между ВВП и потреблением электроэнергии во Вьетнаме существует каузальность – двунаправленная причинно-следственная связь.

Существует коинтеграция временных рядов – свойство рассматриваемых переменных, которое означает, что, несмотря на случайный характер их изменения, существует долгосрочная зависимость между ВВП и потреблением электроэнергии, которая приводит к их взаимосвязанному изменению. Т.о. в модели предусмотрены исправления ошибок, когда краткосрочные изменения корректируются в зависимости от степени отклонения от долгосрочной зависимости.

Полученные результаты для Вьетнама свидетельствуют о том, что между ВВП и потреблением электроэнергии в динамике есть как кратковременная (не более трех лет), так и долгосрочная взаимосвязь, оказывающая влияние на политику в области топливно-энергетического комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов В.И., Ибрагимов Н.М., Талышева Л.П., Цыплаков А.А. Эконометрия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. — 744 с
2. M. Trabelsi, G.Boulila. Financial Development and Long-Run Growth: Granger Causality in a Bivariate VAR Structure, Evidence from Tunisia: 1962-1997. <http://www.erf.org.eg/.../9th%20PDF%20Presented/Finance%20-%20Macro/FM-P%20Trabelsi-%20&%20Boulila.pdf>
3. Нгуен Тху Нга. Структуризация энергетических ресурсов и стратегия развития энергетической отрасли Вьетнама // Труды научного энергетического института Вьетнамской академии наук и технологий. 2011. – С. 101–110.
5. Report on Viet Nam energy efficiency program (Provided by Energy Efficiency and Conservation Office, June 2009) http://www.ieej.or.jp/aperc/PREE/PREE_Vietnam.pdf
6. Статистические данные электрокорпорации Вьетнама VietNam Electricity (EVN), 2004 – 2010 www.evn.com.vn.
7. Данные консультативного центра месторождений и промышленности Вьетнама(PVN),2008. <http://www.mbendi.com/indy/oilg/as/vn/p0005.htm>.
8. Стратегия развития нефтегазовой отрасли Вьетнама до 2015 –2025 г. http://www.mbendi.com/a_sndmsg/news_view.asp?I=126417&PG=35.
9. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. Лекционные и методические материалы. Экономический журнал ВШЭ, с. 379...401.
10. Kwiatkowski, D.; Phillips, P.C.B.; Schmidt, P. and Shin, Y. (1992): "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?" Journal of Econometrics 54, 159 -178.
11. P.N.Ireland "Price Stability Under Long-Run Monetary Targeting", p.32. www.richmondfed.org/publications/economic_research/economic_quarterly/pdfs/winter1993/ireland.pdf
12. Носко В.П. Введение в регрессионный анализ временных рядов. Москва, 2002, http://www.iet.ru/mipt/2/text/curs_econometrics.htm

Получена в редакции 17.01.2013, принята к печати 19.01.2013