

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

УДК 330.43

*О. А. Подкорытова, Ю. В. Раскина***ПОСТСОВЕТСКОЕ ПРОСТРАНСТВО И ЕВРОПЕЙСКИЙ СОЮЗ:
ПРЕОДОЛЕНИЕ РАЗРЫВА В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

В статье исследуется конвергенция энергоёмкости ВВП к средневропейскому уровню для постсоветских стран в период 1995–2010 гг. При помощи эконометрической методологии мы выделили три клуба стран в соответствии с их уровнем экономического развития. Две страны (Туркмения и Киргизия) были исключены из дальнейшего анализа по причине дивергенции. Для каждого клуба была подтверждена β -конвергенция по доходу. Затем мы проверили наличие конвергенции энергоёмкости ВВП в каждом из этих клубов. Мы оценили скорость сходимости энергоёмкости ВВП к средневропейскому уровню и вклад роста ВВП для анализируемых стран. Результаты исследования позволяют заключить, что большинство постсоветских стран демонстрирует конвергенцию энергоёмкости ВВП к средневропейскому уровню, при этом данная конвергенция, как правило, обусловлена сокращением разрыва в ВВП на душу населения между страной и средневропейским уровнем. В некоторых странах энергоёмкость ВВП не сходится к средневропейскому уровню либо объясняется иными причинами помимо экономического роста. Для этих стран мы привели возможные объяснения такого поведения энергоёмкости их экономик. Также найдены свидетельства в пользу того, что скорость конвергенции ниже в странах, богатых природными ресурсами. Библиогр. 23 назв. Ил. 3. Табл. 3.

Ключевые слова: клубная конвергенция, конвергенция, энергоёмкость, страны бывшего СССР, переходные экономики.

*О. А. Podkorytova, Yu. V. Raskina***FORMER SOVIET UNION COUNTRIES AND THE EUROPEAN UNION: OVERCOMING THE ENERGY EFFICIENCY GAP**

In this paper, we analyzed the FSU countries for energy intensity during 1995–2010. We figured out 3 clubs in GDP per capita. Two countries (Turkmenistan and Kyrgyzstan) have demonstrated divergence and were excluded from further analysis. We found evidence of β -convergence in income for every club pooled with EU13, wherein the convergence rate is higher for countries with a low level of development. We investigated the rate of convergence in energy intensity of GDP and identified factors that affect it. The convergence based on its own tendency to the average level EU13 energy intensity ex-

Ольга Анатольевна ПОДКОРЫТОВА — кандидат физико-математических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9; podkorytova@spbu.ru

Юлия Владимировна РАСКИНА — преподаватель, Европейский университет в Санкт-Петербурге, Российская Федерация, 191187, Санкт-Петербург, Гагаринская ул., 3; raskina@eu.spb.ru

Olga A. PODKORYTOVA — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation; podkorytova@spbu.ru

Yulia V. RASKINA — lecturer, European University at St. Petersburg, 3, Gagarinskaya ul., St. Petersburg, 191187, Russian Federation; raskina@eu.spb.ru

ists in almost all FSU countries. The convergence based on per capita GDP tendency to the average level of EU13 exists in almost all countries. In several countries one or both of these factors do not affect the speed of convergence. We provide possible explanations for this behaviour. Empirical results to a certain extent support the hypothesis that energy intensity of GDP in resource-rich countries declines more slowly than in the entire sample. Refs 23. Figs 3. Tables 3.

Keywords: Club convergence, convergence, energy intensity, transitional economies, former USSR.

1. Введение

После распада Советского Союза республики, входившие в его состав, стали самостоятельными странами и пошли своим путем. Траектории их развития значительно различаются. В трех из них — Литве, Латвии и Эстонии — экономическая трансформация к современной рыночной экономике была, по-видимому, самой сильной, и в настоящее время они являются членами Европейского союза. Демонстрируют желание (разной степени интенсивности) связать свое будущее с Евросоюзом Армения, Азербайджан, Грузия, Молдавия и Украина, что выражается в участии в программе Европейской политики соседства и переговорах о подписании Соглашения об ассоциации с Европейским союзом. Экономики Азербайджана, Казахстана и России выросли в основном благодаря запасам нефти, газа и других природных ресурсов. Таджикистан и Киргизия принадлежат в настоящее время к группе беднейших стран мира. Они являются аграрно-индустриальными странами. В структуре их ВВП очень велика доля денежных переводов мигрантов. Согласно оценкам Всемирного банка [Migration and Development Brief 20, 2013], в 2011 г. она составляет 47% ВВП в Таджикистане, 29% — в Киргизии.

На территории бывшего СССР имеются огромные запасы энергетических природных ресурсов. Плановая экономика единого экономического пространства давала всем республикам, входящим в состав СССР, доступ к использованию этих природных богатств. Низкие внутренние цены на энергоресурсы, которые практически не варьировались внутри страны, не побуждали к эффективному использованию энергии. В результате советская экономика была одной из самых энергоёмких в мире. После распада СССР единое экономическое пространство с едиными ценами исчезло. Страны бывшего СССР, богатые природными ресурсами, строят свою экономику, используя эти благоприятные условия. Те же страны, в которых природные энергетические ресурсы практически отсутствуют, вынуждены их покупать у ресурсобогатых стран, в основном — у России, ввиду географического фактора и сложившейся энергетической инфраструктуры. Россия же некоторое время после распада СССР продавала энергоресурсы бывшим партнерам по СССР по льготным ценам. Однако постепенно начался отход от этой практики. Примером тому могут служить газовые конфликты между Россией и Украиной в 2005–2006, 2008–2009 гг. и нарастающая напряженность в 2013 г., между Россией и Беларусью в 2006–2007 и 2010 гг., рост цен на газ и сокращение его поставок в Молдавию начиная с 2006 г.

Наблюдающееся снижение энергоёмкости экономик стран бывшего Советского Союза (рис. 1) могло быть вызвано разными причинами. С одной стороны, высокие цены на энергоносители, а также экономическое и политическое давление со стороны поставщиков энергии создают стимулы для более эффективного потребления энергии. С другой стороны, экономический рост сам по себе ассоциируется со снижением энергоёмкости ВВП. Модернизация экономики приводит к использованию

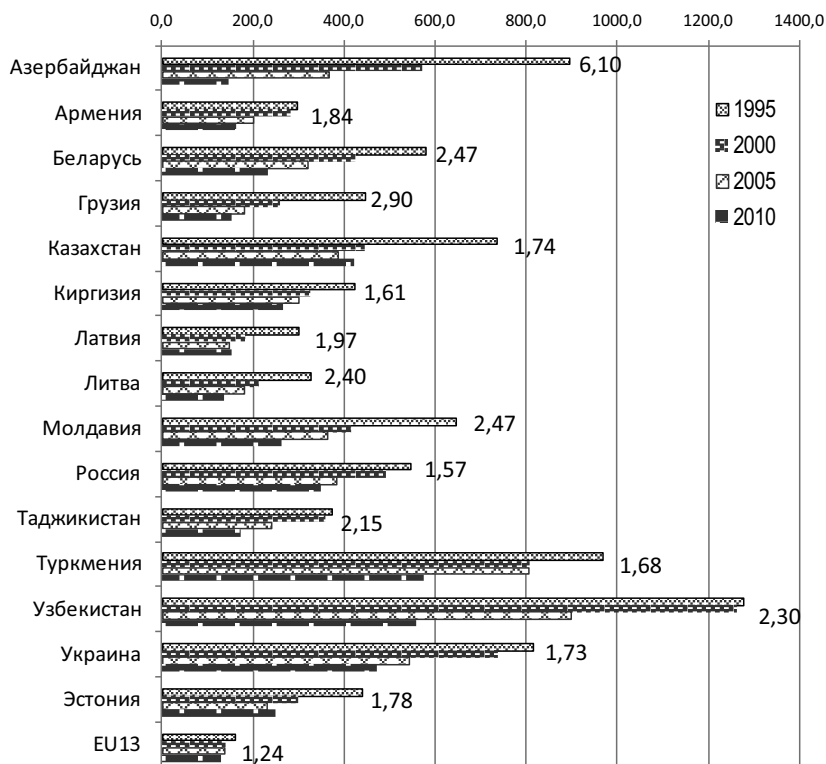


Рис. 1. Энергоёмкость ВВП за 1995, 2000, 2005 и 2010 гг. в странах бывшего Советского Союза и среднее значение для 13 европейских стран, кг нефтяного эквивалента.

Примечание. Энергоёмкость ВВП измерена как потребление энергии на 1000 долл. ВВП (в постоянных ценах 2005 г. по ППС). Справа от столбцов, отражающих энергоинтенсивность для каждой страны, указано отношение энергоёмкости ВВП в 1995 г. к 2010 г.

Источник: [World Development Indicators].

более современных и менее энергоёмких способов производства ВВП. Ещё одним соображением в пользу экономного использования энергии по мере экономического развития является охрана окружающей среды. Потребление и преобразование энергии является одним из самых загрязняющих видов деятельности. Страны, для которых значимы проблемы экологии, заинтересованы в производстве ВВП менее энергозатратным способом. Растущий уровень жизни повышает требования к качеству окружающей среды и, следовательно, привлекает внимание к решению экологических проблем. Динамика энергоёмкости ВВП в анализируемых странах существенно различается. Выделяется группа стран, энергоёмкость ВВП которых в 1995 г. была невысокой, а к 2010 г. сократилась еще сильнее (Армения, Латвия, Литва, Таджикистан). В других странах энергоёмкость в начале 1990-х годов была довольно высокой, но к 2010 г. сильно сократилась, достигнув уровня первой группы стран (яркий пример — Азербайджан, энергоёмкость ВВП которого снизилась к 2010 г. по сравнению с 1995 г. в 6 раз, также в эту группу стран можно отнести Грузию и Беларусь). Страны из этих групп приблизились к уровню энергоёмкости ВВП, сходному со средним уровнем тринадцати наименее энергоёмких стран Евросоюза. В Туркмении, Узбеки-

стане и Украине энергоёмкость в 1990–1995 гг. была очень высокой, и, несмотря на существенное сокращение к 2010 г., она все еще намного выше, чем в большинстве анализируемых стран бывшего СССР, и, естественно, средневропейского уровня. Энергоёмкость ВВП (с учетом паритета покупательной способности) в Узбекистане и Туркмении превосходит средневропейский уровень более, чем в четыре раза, Казахстана и Украины — более, чем в три раза, Молдавии, Киргизии и России — более, чем в два раза.

В настоящей статье проведён анализ конвергенции энергоёмкости ВВП на постсоветском пространстве к уровню развитых стран Евросоюза. Конвергенция энергоёмкости может означать, что технологические различия между регионами уменьшаются с течением времени. А её отсутствие может выявить особенности в распространении технологий в области энергетики и послужить мотивом для поддержки энергосберегающей политики. Нами рассматриваются следующие вопросы:

- существует ли конвергенция энергоёмкости ВВП в странах бывшего СССР с уровнем развитых стран Евросоюза и какова скорость этой конвергенции?
- приводит ли рост ВВП к снижению энергоёмкости ВВП, и если да, то в какой степени?
- различаются ли эти процессы в странах бывшего СССР, прошедших трансформацию к рыночной экономике и вступивших в ЕС; в странах, стремящихся к евроинтеграции; в странах, богатых природными ресурсами и обеспечивающих рост на основе этого богатства; в странах, демонстрирующих к настоящему времени низкий уровень экономического развития?

Статья построена таким образом: в разделе 2 обсуждаются результаты исследований по данной теме; раздел 3 содержит описание используемых данных; в разделе 4 описывается эконометрическая методология и обсуждаются полученные результаты (в подразделе 4.1 выявлены клубы конвергенции по душевому ВВП, подразделы 4.2 и 4.3 посвящены условной β -конвергенции по доходу и энергоёмкости ВВП в каждом клубе).

2. Обзор исследований

Традиционно понятие конвергенции связывают с теорией экономического роста и сокращением неравенства по доходам между странами или регионами. Однако в последнее время растёт количество работ, использующих соответствующие идеи и методы в других областях, включая изменение климата, загрязнение окружающей среды и экономику энергетики.

Исследованию энергоёмкости до сих пор уделялось не так много внимания, при том, что методы исследований весьма разнообразны — это и σ -конвергенция, и β -конвергенция, стохастическая конвергенция, метод декомпозиции, анализ динамики распределений и многое другое. Толчком послужила работа [Ang, 1999], в которой было показано, что энергоёмкость (количество энергии, требуемое для производства единицы ВВП) варьируется в широком диапазоне и имеет большее влияние на выбросы диоксида углерода, чем интенсивность диоксида углерода (количество диоксида углерода на производство единицы энергии). Следовательно, она является не менее (а может быть, и более) полезным фактором для оценки роли уровня развития промышленно развитых и развивающихся стран в изменении климата. Позже

(см.: [Ang, Liu, 2006]) было обнаружено, что тренд энергоёмкости во многих случаях сменился с возрастающего на убывающий, что побуждает к исследованию конвергенции. В статье (см.: [Cornille, Fankhauser, 2004]) рассматривались традиционно очень энергоёмкие экономики стран Центральной и Восточной Европы и бывшего СССР. Авторы пришли к выводу, что цены на энергоносители и прогресс в реструктуризации предприятий являются двумя самыми важными факторами для более эффективного использования энергии. В близких к данному исследованию работах (см.: [Markandya et al., 2006; Liddle, 2010]) изучалась конвергенция энергоёмкости как в странах с переходной экономикой, так и в других. Полученные результаты свидетельствуют о наличии конвергенции. Во второй из указанных работ отмечено, что набор данных по бывшим республикам Советского Союза и Балканским странам свидетельствует о более сильной конвергенции в последнее время. Аналогичные результаты были получены при исследовании 98 стран за 1971–2001 гг. с использованием непараметрических методов (см.: [Ezcurrega, 2007]), хотя сделанные оценки показывают, что этот процесс не будет длиться бесконечно.

В исследовании (см.: [Jan, 2008]) показано, что в США в 1960–2000 гг. межотраслевые структурные изменения были основной движущей силой наблюдаемого снижения совокупной энергоёмкости. В работе (см.: [Le Pen, Sévi, 2009]) обнаружено, что стохастическая конвергенция отвергается для группы из 97 стран за период 1971–2003 гг. Эти же авторы [Le Pen, Sévi, 2010] проверяли наличие детерминированных трендов в энергоёмкостях для различных выборок. Было отмечено (см.: [Duro et al., 2010]), что хотя богатство страны — важный фактор в душевом потреблении энергии, но и неравенство в уровне энергоёмкости также нельзя не учитывать. В исследовании (см.: [Goldemberg, Prado, 2011]) было показано, что энергоёмкость первичной и вторичной энергии для ОЭСР и не входящих в ОЭСР стран сокращается. В недавней работе (см.: [Mulder, De Groot, 2012]) анализировались данные по 18 OECD странам — членам OECD и по 50 секторам экономики за период 1970–2005 гг. Было продемонстрировано, что между секторами «догоняющих» и развитых стран наблюдается конвергенция, причём её скорость различна в разных секторах экономики. Для Китая (см.: [Wu, 2009]) были подтверждены конвергенция в период 1995–1999 гг. и дивергенция в 2000–2004 гг. Позже авторы работы [Herrerias et al., 2013] пришли к выводу, что иностранные и негосударственные инвестиции играют ведущую роль в снижении энергоёмкости регионов Китая. С использованием объединённой модели панельных данных была подтверждена конвергенция (см.: [Zhang, 2013]) для 28 стран Восточной Европы и Центральной Азии. Анализ декомпозиции показал, что в основном энергоёмкость снизилась из-за более эффективного использования энергии, а не из-за перехода к менее интенсивной производственной деятельности. Рост доходов и энергетических цен был основной движущей силой конвергенции.

Мы изучаем конвергенцию энергоёмкости ВВП на постсоветском пространстве, исходя из концепции β -конвергенции, введённой в статье (см.: [Baumol, 1986]). Её существование предполагает, что имеется отрицательная связь между начальным уровнем интересующей нас величины (например, доходов, выбросов диоксида углерода или производительности энергии и др.) и темпом её роста, так как «отстающие» страны могут воспользоваться технологиями, разработанными «передовыми» странами. Широко используемое уравнение для тестирования β -конвергенции имеет вид

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_t}{Y_{t-T}} \right) = \alpha + \beta \ln (Y_{t-T}) + \text{другие факторы} + \text{ошибка}, \quad (1)$$

где Y_t — значение переменной Y в текущий момент времени, Y_{t-T} — её значение с лагом T . Отрицательный значимый коэффициент β свидетельствует о наличии конвергенции. Скорость конвергенции можно вычислить как $\lambda = -\frac{1}{T} \ln(1 + \beta)$ (см.: [Sala-i-Martin, 1996]).

Принято различать условную и безусловную конвергенцию. Первая подразумевает, что есть сходимость к некому единому для всех стран уровню, а вторая, что сходимость может зависеть от специфических особенностей страны, таких, например, как масштаб производства или цены на энергоносители. Различают также глобальную и локальную (по клубам) конвергенции.

О различных концепциях конвергенции и методологиях тестирования (и их соответствии друг другу), а также о полученных результатах можно прочитать в подробном обзоре (см.: [Islam, 2003]). Заметим, что деление на клубы может быть как априорным, так и основанным на данных. Мы будем использовать последний вариант (см. п. 4.1).

3. Данные и стилизованные факты

Источником данных для нашего исследования служит статистическая база World development indicators Всемирного банка. В работе используются следующие показатели:

- ВВП на душу населения по паритету покупательной способности в постоянных ценах 2005 г., долл. США;
- энергоёмкость ВВП — количество энергии, которое требуется, чтобы произвести одну единицу ВВП. Мы используем показатель «Потребление энергии (в кг нефтяного эквивалента) на 1000 долл. ВВП (в постоянных ценах 2005 г. по паритету покупательной способности)».

Были рассмотрены 15 стран бывшего СССР: Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Киргизия, Латвия, Литва, Молдавия, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина и Эстония (далее в тексте эта группа стран обозначается как БСССР, или бывший СССР) в сравнении с 13 наименее энергоёмкими странами Евросоюза¹ (далее в тексте — EU13). Данные охватывают период 1995–2010 гг.

На рис. 2 представлена динамика энергоёмкости ВВП за 16 анализируемых лет. Как уже было отмечено во введении, энергоёмкость ВВП в странах БСССР сокращается, что свидетельствует в пользу конвергенции энергоёмкости к уровню EU. Однако скорость этого сокращения и уровень, достигнутый к настоящему времени, значительно различаются в разных странах БСССР.

На рис. 3 представлена динамика ВВП на душу населения (с учетом паритета покупательной способности). Многие страны БСССР значительно увеличили свой ВВП, сократив отставание от EU. Однако экономический рост в странах БСССР происходил с разной скоростью. Сейчас Литва, Латвия, Россия и Эстония входят

¹ Австрия, Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Исландия, Испания, Италия, Люксембург, Нидерланды, Финляндия, Франция, Швеция.

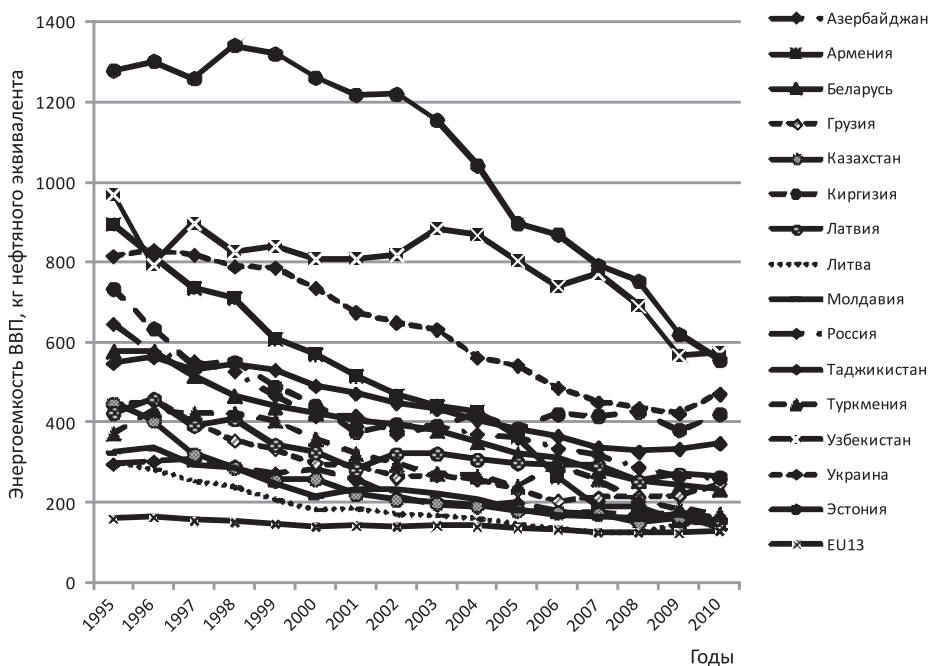


Рис. 2. Динамика энергоёмкости ВВП в странах БСССР и среднего значения для 13 европейских стран (1995–2010 гг.).

Источник: [World Development Indicators].

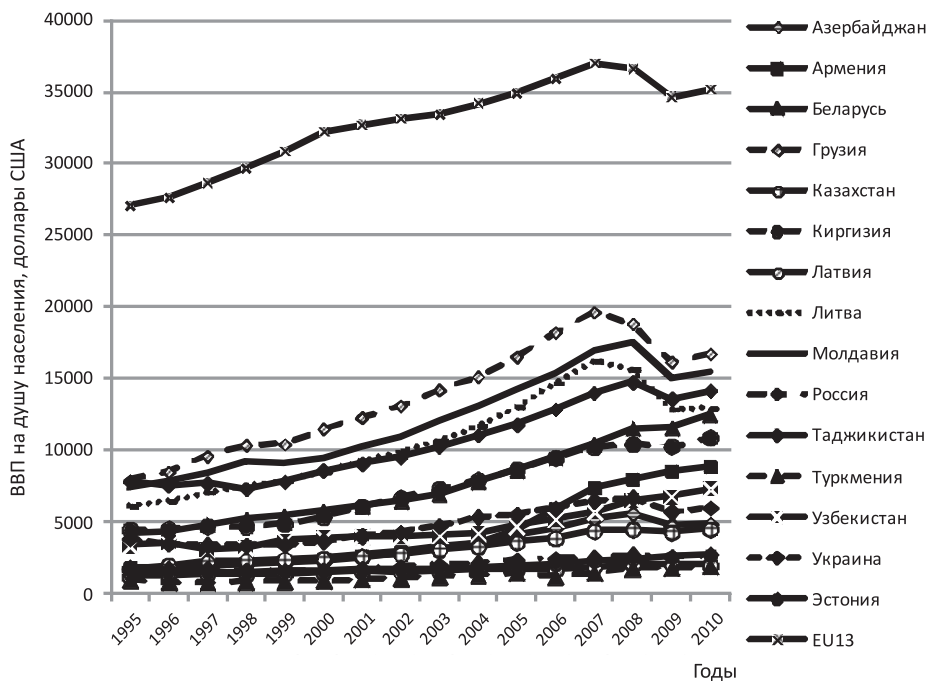


Рис. 3. Динамика ВВП на душу населения в странах БСССР и среднего значения для 13 европейских стран (1995–2010 гг.).

Примечание. ВВП измерен в долл. США по ППС и приведен в постоянных ценах 2005 г.

Источник: [World Development Indicators].

в группу экономик с высоким уровнем дохода, а Молдавия, Таджикистан и Киргизия — в группу наиболее бедных стран по классификации Всемирного банка. К тому же разброс ВВП на душу населения в странах БСССР к 2010 г. увеличился. Эти обстоятельства подтолкнули нас к тому, чтобы выделить среди стран БСССР группы, сходящиеся к различным клубным равновесиям, и анализировать процессы снижения энергоёмкости ВВП в данных группах стран по отдельности.

4. Методология и эмпирические результаты

Сначала мы проверяем конвергенцию по доходу на всём постсоветском пространстве и одновременно выделяем однородные клубы, затем исследуем факторы, влияющие на наличие и скорость конвергенции по энергоёмкости ВВП.

4.1. Идентификация клубной конвергенции ВВП на душу населения

Как уже было отмечено, экономический рост в странах БСССР происходил с разной скоростью. Мы считаем, что процессы снижения энергоёмкости могут протекать различно в странах с разным уровнем и скоростью экономического развития. По этой причине в данном разделе выделяются конвергенционные клубы стран бывшего СССР, которые сходятся к различным равновесным состояниям по ВВП на душу населения. Далее это деление будет использоваться для исследования конвергенции энергоёмкости ВВП.

Мы опираемся на методологию, разработанную в статье (см.: [Phillips, Sul, 2007]). Опишем её подробно. В основе данной методологии лежит анализ поведения во времени дисперсии исследуемой величины. Предложенный подход не требует предположения стационарности рядов исследуемой величины и допускает разнообразие возможных путей перехода к конвергенции, в том числе и клубную конвергенцию (согласно сложившейся терминологии, клубом называется группа стран, конвергенция в которых приводит к различным равновесным состояниям). В указанной работе предложены эконометрический тест ($\log t$ -тест) на существование конвергенции, а также основанная на нём процедура выявления клубов. Разлагая изучаемую переменную X_{it} на общий для всех стран фактор μ_t (общий тренд) и меняющийся во времени специфический для страны фактор δ_{it} (коэффициент перехода), авторы рассматривали такое представление факторной модели:

$$X_{it} = \delta_{it} \mu_t . \quad (2)$$

Нулевая гипотеза конвергенции может быть записана как $H_0: \delta_i = \delta$ и $\alpha \geq 0$ и тестируется против альтернативы $H_A: \delta_i \neq \delta$ или $\alpha < 0$. Для моделирования коэффициента перехода δ_{it} строится относительный параметр перехода:

$$h_{it} = \frac{X_{it}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{it}} = \frac{\delta_{it}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_{it}} . \quad (4)$$

Этот параметр выражает δ_{it} по отношению к среднему значению по панели стран в момент времени t , т.е. представляет отклонение страны i от общего тренда μ_t .

В случае конвергенции параметр h_{it} сходится к единице, а его дисперсия — к нулю, т. е.

$$H_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_{it} - 1)^2 \rightarrow 0, \text{ когда } t \rightarrow \infty \quad (5)$$

Авторы показали, что в случае конвергенции H_t имеет предельную форму:

$$H_t \sim \frac{A}{L(t)^2 t^{2\alpha}} \text{ при } t \rightarrow \infty \text{ для некоторого } A > 0, \quad (6)$$

и предложили тестировать конвергенцию оцениванием по МНК регрессии:

$$\log \left(\frac{H_1}{H_t} \right) - 2 \log L(t) = a + b \log t + u, \quad (7)$$

где $L(t) = \log(t + 1)$. Оцененный коэффициент при $\log t$ есть $\hat{b} = 2\hat{\alpha}$, где $\hat{\alpha}$ является оценкой скорости конвергенции. Для тестирования нулевой гипотезы $\alpha \geq 0$ применяется односторонний t -тест с использованием оцененного коэффициента \hat{b} и состоятельной оценки его стандартной ошибки с коррекцией на гетероскедастичность и автокорреляцию. Например, на 5%-ном уровне значимости нулевая гипотеза о конвергенции отвергается, если $t_{\hat{b}} < -1,65$. Данная процедура была названа $\log t$ -тестом. Рекомендовано оценивать уравнение (7) по урезанной выборке, исключив из нее первые rT наблюдений².

Отсутствие конвергенции в полной панели стран не предполагает автоматическое отсутствие клубной конвергенции. Был предложен также следующий алгоритм выявления клубов, в которых страны сходятся к частным клубным равновесиям:

Шаг 1. Упорядочивание. Страны располагаются в убывающем порядке величины интересующей нас переменной в последний год наблюдений. В случае значительной ее вариации авторы рекомендуют использовать для упорядочивания среднее значение переменной за последнюю одну треть рассматриваемого периода.

Шаг 2. Формирование ядра клуба. Выберем первые k единиц с наибольшими значениями интересующей нас переменной ($k = 2, \dots, N$) и сформируем из них подгруппу G_k . Применим к каждой подгруппе $\log t$ -тест и рассчитаем для нее тестовую статистику $t_k = t(G_k)$. Группа (ядро клуба) — это подгруппа, для которой статистика t_k максимальна, если $t_k > -1,65$ (т. е. существует группа, в которой наблюдается конвергенция). Если это условие не выполняется для первых двух стран в выборке, мы удаляем первую страну и продолжаем процедуру, и т. д. Если в выборке нет даже пары стран, для которых выполнено условие $t_k > -1,65$, то делаем вывод, что в данной выборке нет конвергенционных клубов.

Шаг 3. Присоединение членов клуба. Присоединяем страны по одной к сформированному на предыдущем шаге ядру первого клуба. Объявляем страну членом данного клуба, если соответствующая t -статистика в $\log t$ -тесте для этой группы больше нуля³. Проводим также $\log t$ -тест для сформированного таким образом клуба,

² Основываясь на экспериментах Монте-Карло, они предлагают использовать $r = 0,3$.

³ В экспериментах по методу Монте-Карло авторы показывают, что выбор именно такого значения критической точки на этом шаге позволяет минимизировать сумму ошибок первого и второго рода.

используя критерий $t_k > -1,65$ для целой группы. Если группа в целом не проходит этот тест, повторяем шаг 3 заново, повысив критическое значение t -статистики для отбора членов клуба.

Шаг 4. Проводим $\log t$ -тест для группы стран, не включенных в клуб на предыдущем шаге. Если гипотеза конвергенции для них не отвергается, то они формируют второй клуб, и мы делаем заключение, что в нашей выборке стран существуют два клуба. Если гипотеза конвергенции для них отвергается, повторяем для них шаги 2 и 3, чтобы сформировать ядро второго клуба и выбрать членов, входящих в него.

Мы применяем⁴ описанную методологию, для того чтобы выявить группы стран бывшего СССР, в которых уровень экономического развития сходил к различным равновесным состояниям. Как основу для выделения клубов мы используем ВВП на душу населения по ППС в ценах 2005 г., долл. США.

Для всей выборки стран, согласно проведенному $\log t$ -тесту, гипотеза конвергенции была отвергнута на 5%-ном уровне значимости, так как соответствующая t -статистика равна $-6,86$.

Были выделены три клуба и две страны, демонстрирующих дивергенцию. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты процедуры выделения клубов

Члены клуба	Клуб 1	Клуб 2	Клуб 3
	Эстония, Латвия, Литва, Россия, Беларусь, Казахстан, Азербайджан	Украина, Армения, Грузия	Молдавия, Узбекистан, Таджикистан
\hat{b}	1,176	0,522	-0,006
t -stat	2,635	1,850	-0,025
Страны, демонстрирующие дивергенцию		Туркменистан, Киргизия	

В первый клуб вошли Литва, Латвия и Эстония, являющиеся к настоящему времени членами Евросоюза, богатые энергетическими ресурсами Россия, Казахстан и Азербайджан, благосостояние которых во многом основано на продаже этих ресурсов, и Беларусь, развитие которой, по-видимому, основано на высоком уровне человеческого капитала, которым она располагает. Во второй клуб вошли страны со средним уровнем развития: Армения, Грузия и Украина, в третий — страны с низким уровнем развития: Молдавия, Таджикистан и Узбекистан. Две страны — Туркмения и Киргизия — не сходятся ни к одному из этих клубных равновесий. Киргизия является одной из беднейших стран бывшего СССР. При этом запасов углеводородов, экспорт которых стал основой роста многих стран БСССР, на территории страны нет. Экономика страны основана на экстенсивном развитии сельского хозяйства и загрузке старых производственных фондов. В результате темп экономического роста в Киргизии за последние 10 лет был самым низким среди стран БСССР. Туркменистан же, напротив, располагает большими запасами нефти и газа. И несмотря на консервативную модель экономического развития, предусматривающую преобладание государственного сектора с элементами планирования экономического оборота,

⁴ Оценивание проводилось в пакете EconometricViews7.0. Оценки стандартных ошибок, скорректированные на гетероскедастичность и автокорреляцию, брались в форме Невье-Веста.

Туркменистан в последние 10 лет демонстрировал довольно уверенный экономический рост, что вывело его из третьего клуба слаборазвитых стран, но этого роста не хватило для того, чтобы он вошел во второй клуб.

4.2. Условная β -конвергенция

Убедимся, что существует условная β -конвергенция по доходам. Этот факт полезен сам по себе, так как «конвергенция может выступать и необходимым условием, и результатом региональной экономической интеграции» (см.: [Либман, 2006, с. 58]). Кроме того, данное утверждение потребуется нам в дальнейшем при анализе конвергенции энергоёмкости ВВП.

Предварительный анализ данных показывает, что средний по EU13 душевой ВВП больше, чем ВВП стран БСССР, а средняя энергоёмкость, наоборот, меньше, т. е. богатые страны более энергоэффективны, что вполне ожидаемо. Предполагается, что с ростом дохода страны БСССР будут менее энергоёмкими. Для проверки мы использовали классическую модель с фиксированными пространственными и временными эффектами:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right) = \alpha_i + \mu_t + \beta \ln(Y_{i,t-1}) + \varepsilon_{it}, \quad (8)$$

где $Y_{i,t}$ — душевой ВВП страны i в год t . Получив разбиение на клубы, мы оценили регрессию (8) для каждой группы стран. Результаты, приведённые в табл. 2, указывают на то, что предполагаемая отрицательная связь между начальным уровнем доходов и темпом его роста подтвердилась: для всех трёх клубов коэффициенты β значимы и отрицательны.

Таблица 2. β -конвергенция по доходу

	БСССР+13ЕС	1 club+13EU	2 club+13EU	3 club+13EU
β	-0,017	-0,024***	-0,056***	-0,065**
R^2 within	0,44	0,48	0,60	0,30
obs	415	319	256	256

Примечания: 1. Коэффициенты для пространственных и временных эффектов опущены. 2. Здесь и далее символ *** отмечает коэффициенты, значимые на 1%-ном уровне, ** — на 5%-ном уровне, * — на 10%-ном уровне.

Следовательно, конвергенция по доходам существует, хотя и очень медленная (при столь малых значениях β скорость $\lambda = -\ln(1 + \beta)$ совпадает с самим коэффициентом β). Заметим, что кластеризация была уместна — для всего БСССР коэффициент β оказался незначимым.

4.3. Конвергенция по энергоёмкости

На заключительном этапе попытаемся выявить факторы, влияющие на скорость конвергенции. Следуя работе [Markandya et al., 2006], используем модель

$$\varepsilon_{it}^* = A \left(\frac{y_{ut}}{y_{it}} \right)^\eta \varepsilon_{ut}, \quad (9)$$

где ε_{it}^* — желаемый уровень энергоёмкости в стране i , ε_{ut} — средняя энергоёмкость по EU13, y_{it} — душевой ВВП страны i , y_{ut} — средний по EU13 душевой ВВП, A — константа, η — эластичность по отставанию. Например, $\eta = 0,3$ означает, что однопроцентное уменьшение в отставании по душевому ВВП приведёт к 0,3%-ному уменьшению в разрыве в энергоёмкости. Кроме того, предполагается, что корректировка может запаздывать из-за множества причин, поэтому

$$\varepsilon_{it} = \varepsilon_{i,t-1} \left(\frac{\varepsilon_{it}^*}{\varepsilon_{i,t-1}} \right)^\mu. \quad (10)$$

Таким образом, параметр μ показывает корректировку фактической энергоинтенсивности в результате изменения желаемой интенсивности. Например, $\mu = 0,3$ предполагает, что однопроцентный разрыв между желаемой и реальной энергоинтенсивностью приведёт к уменьшению этого разрыва на 0,3% в течение одного года. Комбинация (9) и (10) даёт эконометрическую модель

$$\ln \left(\frac{\varepsilon_{i,t}}{\varepsilon_{i,t-1}} \right) = B + C \ln \left(\frac{\varepsilon_{ut}}{\varepsilon_{i,t-1}} \right) + D \ln \left(\frac{y_{ut}}{y_{i,t}} \right) + v_{it}, \quad (11)$$

где $\mu = C$, $\eta = D/C$, $A = e^{B/C}$. Для учёта гетерогенности и возможных ошибок спецификации мы использовали модель с фиксированными пространственными и временными эффектами, так что оцениваемая модель имеет вид:

$$\ln \left(\frac{\varepsilon_{i,t}}{\varepsilon_{i,t-1}} \right) = \alpha_i + \mu_t + \gamma_i \ln \left(\frac{\varepsilon_{ut}}{\varepsilon_{i,t-1}} \right) + \delta_i \ln \left(\frac{y_{ut}}{y_{i,t}} \right) + v_{it}. \quad (12)$$

Ожидается, что коэффициенты γ_i и δ_i положительны. Коэффициент γ_i показывает, с какой скоростью энергоёмкость страны с номером i стремится к средней по EU13. При наличии конвергенции по доходу (а это было уже проверено) положительность δ_i означает, что уменьшение разрыва между ВВП страны и средним по EU13 ВВП ведёт к уменьшению темпа роста энергоэффективности, т. е. наблюдается конвергенция.

Результаты оценивания уравнения (12) приведены в табл. 3.

При анализе процессов динамики энергоёмкости было выявлено следующее. Большинство исследуемых стран, как и ожидалось, демонстрирует конвергенцию энергоёмкости ВВП к среднеевропейскому уровню, которая, как правило, обусловлена экономическим развитием — сокращением разрыва в ВВП на душу населения между страной и среднеевропейским уровнем. Однако несколько стран выбивается из этой картины.

Таблица 3. Результаты оценивания уравнения (12)

Страна	γ_i	δ_i
Азербайджан	0,75***	0,9***
Беларусь	1,03***	0,95***
Эстония	0,86***	1,02***
Казахстан	0,44***	0,18
Латвия	0,77***	0,8***
Литва	0,64***	0,82***
Россия	0,48	0,64***
1-й клуб, R-squared=0,72, obs=111		
Армения	0,26	-0,06
Грузия	0,42***	-0,04
Украина	0,93***	0,57***
2-й клуб, R-squared=0,79, obs=48		
Молдова	0,09	0,03
Таджикистан	0,78***	0,85***
Узбекистан	0,58***	1,3***
3-й клуб, R-squared=0,64, obs=48		

В первом клубе динамика энергоёмкости ВВП Казахстана и России отличается от остальных стран этой группы. Энергоёмкость ВВП России снижается темпами, недостаточными для конвергенции к среднеевропейскому уровню. Энергоёмкость же Казахстана сходится к среднеевропейскому уровню, хотя скорость сходимости значительно ниже, чем у других членов клуба. Экономический рост — уменьшение разрыва между ВВП страны и средним по EU13 ВВП — ведёт к уменьшению темпа роста энергоэффективности во всех странах клуба, кроме Казахстана, где коэффициент δ_i не значим. Как уже отмечалось, стимулы к снижению энергоёмкости ВВП у ресурсобогатых стран (а Россия и Казахстан, безусловно, являются такими странами) невелики. Это выражается в отсутствии конвергенции энергоёмкости в России и более низких темпах конвергенции энергоёмкости в Казахстане. По данным Всемирного банка [World development indicators], обе эти страны характеризуются высокой долей промышленности в ВВП (42% — у Казахстана, 35% — у России в 2010 г.), при этом энергоёмкость промышленности Казахстана является крайне высокой — 26,95 МДж/\$2005 в 2010 г. при значении 10,71 МДж/\$2005 в среднем по странам бывшего СССР. Таким образом, высокая доля крайне энергоёмкой промышленности в ВВП, по-видимому, обуславливает специфику динамики энергоёмкости ВВП Казахстана в зависимости от темпов экономического развития — экономический рост не является причиной конвергенции энергоёмкости. Заметим, что эти объяснения не работают для третьей ресурсно-богатой страны в этом клубе — Азербайджана. Дело в том, что энергоёмкость промышленности Азербайджана составляет всего 1,37 МДж/\$2005 — это самый низкий показатель по странам бывшего СССР. Доля же

промышленности в ВВП Азербайджана очень высока — 64,7%. Промышленность Азербайджана, в отличие от Казахстана и России, почти полностью состоит из добычи природных ресурсов, там практически отсутствует энергоёмкое машиностроение, которое составляет существенную долю промышленности Казахстана и России. Иная структура промышленности, чем у России и Казахстана, является наиболее вероятной причиной разницы в динамике энергоёмкостей их ВВП.

Во втором клубе энергоёмкость Грузии и Украины стремится к средневропейскому уровню, причем скорость сходимости у Украины выше, чем у Грузии. Однако у Грузии, в отличие от Украины, уменьшение разрыва между ВВП страны и средним по EU13 ВВП не является причиной уменьшения темпа роста энергоэффективности. Специфика Армении заключается в том, что, по данным Международного энергетического агентства (IEA), конечное потребление энергии в ней с 1995 по 2010 г. выросло в 1,6 раза. В остальных странах БСССР этот показатель или упал, или вырос не более чем в 1,1 раза, за исключением Туркмении (также рост показателя в 1,6 раза), демонстрирующей дивергенцию по ВВП и не включенную в анализ конвергенции энергоёмкости ВВП, и Грузии (рост показателя в 1,2 раза). Это обстоятельство обуславливает специфику динамики энергоёмкости ВВП Армении.

В третьем кластере есть один «аутсайдер» — Молдова. Экономика этой страны очень зависит от пищевого сектора. Денежные переводы мигрантов составляют более 20% ВВП, это первое место в БСССР и второе место в мире. Динамика снижения энергоёмкости ВВП в Узбекистане и Таджикистане подобна средней динамике в первом кластере.

5. Заключение

Мы полагали, что процессы конвергенции энергоёмкости ВВП могут существенно различаться в странах с разным уровнем экономического развития. Основываясь на эконометрической процедуре, мы выделили три клуба среди стран бывшего СССР, которые сходятся к различным клубным равновесиям по ВВП на душу населения с учетом паритета покупательной способности. Две страны (Туркменистан и Киргизия) демонстрируют дивергенцию, они были исключены из дальнейшего анализа.

Далее, для проверки существования конвергенции по энергоёмкости в рассматриваемых странах к средневропейскому уровню и выявления факторов, влияющих на скорость конвергенции, мы оценили эконометрическую модель. Используемая методика требует предварительной проверки существования β -конвергенции по доходу стран БСССР к средневропейскому уровню. Было установлено, что для всей группы этих стран такая конвергенция отсутствует, однако было найдено подтверждение того, что в выделенных на первом этапе исследования клубах стран имеется такая конвергенция.

Сходимость энергоёмкости ВВП к средневропейскому уровню существует во всех исследуемых странах, за исключением России, Армении и Молдавии. Конвергенция энергоёмкости обусловлена ростом ВВП на душу почти во всех странах, за исключением Казахстана, Грузии, Армении и Молдовы.

С большой осторожностью можно заключить, что эмпирические результаты свидетельствуют в пользу того, что в богатых природными ресурсами странах сни-

жение энергоёмкости ВВП происходит медленнее, чем во всей выборке стран. Специфики снижения энергоёмкости ВВП в странах с низким уровнем экономического развития в данном исследовании выделить не удалось. Мы планируем применить иные методы анализа в дальнейших исследованиях для выявления такой специфики или для уверенного отвержения данной гипотезы. Кроме того, полагаем перспективным рассмотреть специфику динамики структуры промышленности при исследовании процессов конвергенции энергоёмкости ВВП.

* * *

Авторы благодарят компанию «ЭксонМобил» за финансовую поддержку данного исследования.

Литература

- Либман А. М. Роль экономической интеграции и дезинтеграции на постсоветском пространстве: количественный анализ // Проблемы прогнозирования. 2006. № 5. С. 58–72.
- Ang B. W. Is the Energy Intensity a Less useful Indicator than the Carbon Factor in the Study of Climate Change? // Energy Policy. 1999. Vol. 27. P. 943–946.
- Ang, B. W., Liu, N. A Cross-country Analysis of Aggregate Energy and Carbon Intensities // Energy Policy. 2006. Vol. 34. P. 2398–2404.
- Baumol W.J. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show // The American Economic Review. 1986. Vol. 76(5). P. 1072–1085.
- Cornille J., Fankhauser S. The Energy Intensity of Transition Countries // Energy Economics. 2004. Vol. 26. P. 283–295.
- Duro A., Alcántara V., Padilla E. International Inequality in Energy Intensity Levels and the Role of Production Composition and Energy Efficiency: An Analysis of OECD Countries // Ecological Economics. 2010. Vol. 69. P. 2468–2474.
- Ezcurra R. Distribution Dynamics of Energy Intensities: A Cross-country Analysis // Energy Policy. 2007. Vol. 35. P. 5254–5259.
- Goldemberg J., Prado L. The Decline of the World's Energy Intensity // Energy Policy. 2011. Vol. 39, Issue 3. P. 1802–1805.
- Herreriasa M. J., Cuadrosb A., Orts V. Energy Intensity and Investment Ownership across Chinese Provinces // Energy Economics. 2013. Vol. 36. P. 286–298.
- Ian S. W. Explaining the Declining Energy Intensity of the US Economy // Resource and Energy Economics. 2008. Vol. 30. P. 21–49.
- IEA [Электронный ресурс]: База статистических данных Международного энергетического агентства. URL: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=ARMENIA&product=balances&year=2010> (дата обращения: 20.06.2013).
- Islam N. What Have we Learnt from the Convergence Debate? // Journal of Economic Surveys. 2003. Vol. 17. P. 309–362.
- Le Pen Y., Sevi B. On the non-convergence of energy intensities: evidence from a pair-wise econometric approach // Ecological Economics. 2009. Vol. 69. P. 641–650.
- Le Pen Y., Sévi B. What Trends in Energy Efficiencies? Evidence from a Robust Test // Energy Economic. 2010. Vol. 32. P. 702–708.
- Liddle B. Revisiting World Energy Intensity Convergence for Regional Differences // Original Research Article Applied Energy. 2010. Vol. 87, Issue 10. P. 3218–3225.
- Markandya A., Pedroso-Galinato S., Streimikiene. Energy Intensity in Transition Economies: Is there Convergence towards the EU average? // Energy Economics. 2006. Vol. 28(1). P. 121–145.
- Migration and Development Brief 20 [Electronic resource]. World Bank 2013. URL: http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/05/27/000442464_20130527110823/Rendered/PDF/779670BRI0Box30ndDevelopmentBrief20.pdf (дата обращения: 05.06.2013).
- Mulder P., De Groot H. L. F. Structural Change and Convergence of Energy Intensity Across OECD Countries, 1970–2005 // Energy Economics. 2012. Vol. 34, Issue 6. P. 1910–1921.
- Phillips P. C. B., Sul D. Transition modeling and econometric convergence tests // Econometrica. 2007. Vol. 75, N 6. P. 1771–1855.

- Sala-i-Martin X. X.* The Classical Approach to Convergence Analysis // *The Economic Journal*. 1996. Vol. 106. P. 1019–1036.
- World development indicators [Электронный ресурс]: База статистических данных Всемирного Банка. URL: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (дата обращения: 20.06.2013).
- Wu Yu. M.* Spatial Econometric Analysis of Energy Efficiency Convergence of Chinese Provinces // *Power and Energy Engineering Conference. APPEEC 2009. Asia-Pacific*.
- Zhang F.* The Energy Transition of the Transition Economies An Empirical Analysis // *Policy Research*. 2013. Working Paper 6387 [Electronic resource]. URL: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-6387> (дата обращения: 20.10.2013).

Статья поступила в редакцию 24 марта 2014 г.