

УДК 332.1, 338.45
JEL O18, O51

С. В. Бекарева, Е. Н. Мельтенисова, Д. Ж. Абу Гсиса

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Россия*

emeltenisova@gmail.com, s.bekareva@mail.ru, jehad.abogsysa@gmail.com

ОЦЕНКА РОЛИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ДИНАМИКЕ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА В США

Представлена оценка влияния активного роста доли возобновляемой электроэнергетики в США на ВРП на уровне отдельных штатов. Во внимание принят факт попытки стимулирования эффективного развития электроэнергетики с середины 1990-х гг., когда в ряде штатов проводились энергетические реформы. В итоге предпринята попытка оценки влияния процессов реформирования отрасли и стимулирования структурных изменений в ее генерирующем секторе на региональный экономический рост. В качестве методов исследования использованы кластерный анализ и анализ панельных данных. Расчеты проведены для периода 2000–2014 гг. Результатом исследования явилось подтверждение значимости развития возобновляемой энергетики для положительной экономической динамики.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, реструктуризация электроэнергетики, экономический рост.

Введение

Состояние электроэнергетической отрасли, как правило, влияет на развитие экономики всей страны, отчасти определяя уровень цен, принося значительный вклад в государственный бюджет и являясь источником занятости. Исходя из этого эффективность функционирования отрасли должна способствовать экономическому росту. Экономика США последние годы характеризуется как стремящаяся найти «точки роста», к которым может быть отнесен и сегмент возобновляемой энергетики. Стимулирование развития возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в стране наблюдается с начала 2000-х гг., активизация процесса может быть отнесена к моменту выхода экономики из кризиса в 2008 г.

Влияние использования ВИЭ на экономический рост было исследовано рядом авторов. Среди работ есть исследования, посвященные оценке такого влияния для разных стран и регионов мира [1; 2], анализу взаимосвязи между потреблением ВИЭ и ростом экономики для 80 стран мира в Западной Европе, Азии, Африке и Латинской Америке [3], целесообразности развития ВИЭ для разных стран Африки [4], развитию ВИЭ в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [5]. Методом исследования влияния потребления ВИЭ на экономический рост, как правило, выступает анализ панельных данных.

Также есть работы, посвященные состоянию электроэнергетики США и ее развитию в последние годы. Важными темами являются вопросы повышения эффективности работы отрасли, что связывается авторами с проведением реформ в электроэнергетике отдельных штатов [6], а также вопросы истории развития ВИЭ [7] и состояния отрасли [8].

В представленной работе рассмотрен вопрос о влиянии потребления ВИЭ на экономический рост в США в региональном разрезе. В исследовании учитываются особенности развития электроэнергетики каждого штата.

Бекарева С. В., Мельтенисова Е. Н., Абу Гсиса Д. Ж. Оценка роли потребления возобновляемых источников энергии в динамике валового регионального продукта в США // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17, № 2. С. 37–47.

Состояние региональной экономики и энергетического сектора

Для анализа влияния развития энергетического сектора на динамику валового регионального продукта (ВРП) в настоящем исследовании использованы следующие показатели: доля ВИЭ в общем объеме потребления электроэнергии, преобладающий тип установок возобновляемой энергетики, уровень выброса CO₂, уровень цен на электроэнергию, наличие рыночных отношений в электроэнергетике. Эти показатели за 2014 г. представлены в табл. 1. Также здесь указаны данные об объеме ВРП для всех штатов страны.

Таблица 1

Современное состояние энергетического сектора и объем ВРП
по штатам США, 2014 г.

Штат	ВРП, млрд долл. США в ценах 2009 г.	Доля потребления ВИЭ в общем объеме, %	Преобладающий тип установок ВИЭ	Объем выбросов, млн т.у.т.	Цены на электроэнергию в среднем по секторам, цент/кВтч	Реформирование электроэнергетики до 2010 г.
Алабама	182,5	14,2	ГЭС	123	9,75	нет
Арканзас	263,4	10,9	ГЭС	69	8,31	отложено, 2003 г.
Аризона	109,7	9,9	ГЭС, солнечные	93	9,81	отложено, 2007 г.
Калифорния	2103,0	11,5	ГЭС, солнечные, ветроустановки	358	15,99	отложено, 2010 г.
Колорадо	279,4	8,9	ветроустановки	92	10,81	нет
Коннектикут	228,9	5,8	биомасса	35	16,93	есть
Округ Колумбия	105,8	0,7	н/д	3	11,85	есть
Делавэре	56,9	2,9	солнечные	13	11,25	есть
Флорида	769,2	7,6	биомасса	228	10,84	нет
Джорджия	433,8	10,0	ГЭС	140	10,69	нет
Айова	152,6	26,3	ветроустановки	82	8,43	нет
Айдахо	57,3	29,8	ГЭС	17	8,19	нет
Иллинойс	669,4	6,0	ветроустановки	234	9,51	есть
Индиана	288,2	5,3	ветроустановки	207	9,11	нет
Канзас	130,6	13,3	ветроустановки	70	10,48	нет
Кентукки	170,9	5,1	ГЭС	139	8,43	нет
Луизиана	214,3	3,7	биомасса	218	8,56	нет
Массачусетс	419,0	6,1	солнечные	64	14,91	есть
Мэриленд	319,9	5,5	ГЭС	62	11,79	есть
Майн	49,7	38,3	ГЭС, биомасса	17	11,91	есть
Мичиган	414,1	7,2	ветроустановки	163	11,42	есть
Миннесота	289,1	13,7	ветроустановки	95	10,02	нет
Миссури	255,1	5,0	ГЭС, ветроустановки	132	10,59	нет
Миссисипи	94,6	6,3	биомасса	64	9,95	нет

Окончание табл. 1

Штат	ВРП, млрд долл. США в ценах 2009 г.	Доля потребления ВИЭ в общем объеме, %	Преобладающий тип установок ВИЭ	Объем выбросов, млн т.у.т.	Цены на электроэнер- гию в среднем по сек- торам, цент/кВтч	Реформирование электроэнергетики до 2010 г.
Монтана	39,3	34,0	ГЭС	32	8,48	отложено, 2003 г.
Северная Каролина	437,7	7,9	ГЭС	127	9,52	нет
Северная Дакота	49,5	17,3	ветроустановки	59	9,17	нет
Небраска	98,8	16,3	ветроустановки	52	9,23	нет
Нью-Гемпшир	65,0	19,5	ГЭС	15	15,07	есть
Нью-Джерси	505,0	4,0	солнечные	114	14,22	есть
Нью-Мексико	82,8	6,9	ветроустановки	50	10,40	отложено, 2008 г.
Невада	37,0	11,7	ГЭС, геотермальные	37	10,06	отложено, 2003 г.
Нью-Йорк	1256,5	11,5	ГЭС	170	16,51	есть
Огайо	523,3	4,0	ветроустановки	232	10,14	есть
Оклахома	162,4	10,1	ветроустановки	105	8,67	нет
Орегон	200,8	50,3	ГЭС	38	8,51	есть
Пенсильвания	603,7	5,5	ветроустановки	245	10,20	есть
Род-Айленд	49,9	3,7	биомасса	11	14,25	есть
Южная Каролина	173,5	9,0	ГЭС	75	9,91	нет
Южная Дакота	40,5	35,5	ГЭС	15	9,44	нет
Теннесси	272,3	8,5	ГЭС	104	9,93	нет
Техас	1457,2	4,7	ветроустановки	642	9,20	есть
Юта	126,6	3,7	ветроустановки, ГЭС	65	9,09	нет
Вирджиния	426,5	66,8	биомасса, ГЭС	104	9,26	отложено, 2007 г.
Вермонт	26,9	25,3	ГЭС	6	14,84	нет
Вашингтон	386,3	47,1	ГЭС	73	6,80	нет
Висконсин	265,5	9,5	ветроустановки	101	10,98	нет
Западная Вирджиния	67,3	7,4	ветроустановки	98	7,65	нет
Вайоминг	37,6	10,3	ветроустановки	66	7,83	нет
Аляска	48,2	3,6	ГЭС	35	18,47	нет
Гавайи	69,4	10,8	солнечные	18	34,33	нет

Рассчитано и составлено по: Status of Electricity Restructuring by State. URL: http://www.eia.gov/electricity/policies/restructuring/restructure_elect.html (дата обращения 15.01.2017); Ranking: Total Carbon Dioxide Emissions, 2014. URL: <http://www.eia.gov/state/rankings/?sid=US#/series/226> (дата обращения 19.01.2017); State Energy Data System 2014. Consumption Technical Notes. URL: http://www.eia.gov/state/seds/sep_use/notes/use_technotes.pdf (дата обращения 01.02.2017); [9].

Как видно из табл. 1, объем ВРП по штатам отличается значительно. Есть несколько штатов – лидеров по данному показателю, например Калифорния, Техас, Нью-Йорк. В то же время в ряде штатов объем ВРП составляет цифру на два порядка ниже, чем у лидеров. Также объем установленных мощностей ВИЭ в большой степени отличается от штата к штату. Отдельные регионы реализуют возможность развития разных ВИЭ сообразно с имеющимися климатическими и природными условиями. Необходимо заметить, что в настоящее время преобладание какого-либо типа ВИЭ не гарантирует абсолютных экономических выгод. Также невозможно определить визуальную зависимость между объемом ВРП и долей ВИЭ в общем потреблении электроэнергии. Можно отметить, что цена на электроэнергию ближе к нижней границе для тех штатов, которые используют энергию ГЭС: ярким примером служит штат Вашингтон, где цена является минимальной, а доля установленных мощностей ВИЭ в общем объеме – максимальной для всех штатов. В то же время цены в Нью-Йорке и Нью-Гемпшире выше среднего, хотя эти штаты также имеют высокую долю гидрогенерации. В США в настоящее время наиболее активными темпами развивается ветроэнергетика. Однако нельзя сказать, что использование ветроустановок привело к снижению цен на электроэнергию, а также к низкому уровню загрязнения окружающей среды в штатах, которые стремятся увеличить использование энергии ветра. Можно отметить также, что в штате Айова, являющемся лидером по потреблению энергии ветра, цены близки к нижней границе диапазона, и уровень выбросов невысок.

Приведенные в табл. 1 данные являются примером использования статистики для нашего дальнейшего анализа. Массив данных, сформированный из показателей, представленных в этой таблице, для всех штатов США за пятнадцатилетний период явился статистической базой для проведения анализа панельных данных.

Методы исследования и статистическая база

Кластерный анализ. Для кластеризации был использован метод самоорганизующихся карт Кохонена. Построение карт представляет собой метод кластеризации объектов по заданным признакам. Принцип построения карт основан на том, что многомерный массив данных преобразуется в двумерный на основе оптимального подбора весовых коэффициентов для входных переменных для получения максимально приближенных значений к выходному параметру. В нашем случае выходным параметром служил показатель ВРП штата в США, в то время как остальные показатели служили входными параметрами. Идея заключалась в том, что если мы получим в одном кластере штаты, которые имеют наибольшее значение ВРП и высокие значения установленных мощностей по ВИЭ, то предположение о том, что развитие ВИЭ является одним из факторов экономического роста, подтвердится. В дальнейшем количественная оценка эластичности экономического роста штата к потреблению энергии, произведенной на основе ВИЭ, может быть проведена как для всей совокупности штатов, так и отдельно для кластера с лидирующими значениями по показателям, отвечающим за развитие ВИЭ.

Анализ панельных данных. Для эмпирической оценки взаимосвязи экономического развития штата США и уровня потребления ВИЭ мы оценивали четыре типа моделей: сквозную (pooled), регрессию с одним и двумя фиксированными эффектами (fixed effects), регрессию со случайными эффектами (random effects). Оценка сквозной регрессии не позволит учесть индивидуальные характеристики штатов, такие, например, как разный уровень социально-экономического развития [10]. Несмотря на проведение анализа сбалансированной панели, оценки могут получиться неэффективными и смещенными. Отмечено, что наличие постоянных во времени, но ненаблюдаемых индивидуальных эффектов приводит к тому, что оценки параметров уравнения, полученные методом наименьших квадратов, оказываются несостоятельными. Причиной несостоятельности является наличие корреляции между лаговой зависимой переменной и случайной ошибкой, $\varepsilon_{it} = \alpha_i + u_{it}$, где α_i – ненаблюдаемые индивидуальные эффекты. Проблема сохраняется при использовании как фиксированных, так и случайных индивидуальных эффектов.

Для решения данной проблемы мы воспользовались методом Ареллано – Бонда [11], который помогает оценить уравнение с помощью обобщенного метода моментов путем пере-

хода к уравнениям в первых разностях для исключения ненаблюдаемых индивидуальных эффектов.

В исследовании мы предполагаем, что развитие возобновляемой энергетики и рост потребления электроэнергии, производимой на основе ВИЭ, может быть фактором экономического роста. Также в число детерминант мы включили общий уровень цен на электроэнергию на рынке штата, объем выбросов в атмосферу и фиктивную переменную, отражающую факт реструктуризации отрасли в конкретном штате.

Оцениваемые уравнения выглядят следующим образом:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Y_{it-1} + \beta_2 \cdot REC_{it} + \beta_3 \cdot EPT_{it} + \beta_4 \cdot ERS + v_{it}, \quad (1)$$

$$REC_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 \cdot REC_{it-1} + \gamma_2 \cdot (CO_2)_{it} + \gamma_3 Y_{it-1} + v_{it}, \quad (2)$$

где

Y_{it} – натуральный логарифм реального ВРП в штате i в период t в ценах 2009 г.;

REC_{it} – натуральный логарифм уровня потребления ВИЭ в штате i в период t ;

EPT_{it} – логарифм общего уровня цен на электроэнергию в штате i в период t ;

ERS – фиктивная переменная, равная 1, если в штате была произведена реструктуризация электроэнергетики, и 0, если штат не затронула реформа электроэнергетики, а также если процесс реструктуризации был приостановлен;

$(CO_2)_{it}$ – натуральный логарифм выбросов карбона диоксида в штате i в период t .

Мы предполагаем, что на уровень экономического развития региона оказывают влияние уровень потребления ВИЭ, цена на рынке электроэнергии, а также состояние процесса реструктуризации отрасли. В то же время потребление ВИЭ зависит от уровня загрязнения окружающей среды, а также от ВРП, произведенного в прошлом периоде.

Статистика. Для построения карты Кохонена с выделением кластеров однородных групп объектов были использованы данные 2014 г. по всем штатам США; общее количество показателей составило 20. В совокупности эти показатели можно разделить на группы, характеризующие: 1) экономику и энергетику штата в целом, 2) структуру генерирующих мощностей по типам возобновляемых ресурсов, 3) структуру потребления энергии по секторам экономики, 4) структуру цен на энергетические ресурсы по отраслям экономики. Это такие показатели, как: ВРП, выбросы CO_2 , цены на электроэнергию в среднем по отраслям экономики, чистая установленная мощность в летний период, чистая генерация, общий объем розничных продаж, суммарные установленные генерирующие мощности в ветряной, солнечной, геотермальной энергетике, установках энергии биомассы и ГЭС, объем потребленной энергии в частном, коммерческом, промышленном секторах и на транспорте, цены (в среднем) на энергетические ресурсы в частном, коммерческом, промышленном секторах и на транспорте.

Для анализа панельных данных использована статистика в динамике 2000–2014 гг., четыре показателя и фиктивная переменная. Это следующие показатели для штатов США: реальный ВРП, потребление ВИЭ, выбросы CO_2 , цены на электроэнергию в июне каждого года в среднем для всех типов потребителей, а также факт реструктуризации отрасли в качестве фиктивной переменной. В выборку для анализа включен 51 штат США.

Были использованы следующие источники статистики. В первую очередь, мы опирались на официальную статистику и фактические данные о развитии отрасли, размещенные на сайте «Администрации энергетической информации Соединенных Штатов» (U.S. Energy Information Administration). Необходимо отметить наиболее важные документы, использованные нами для подготовки массива данных для расчетов: «Отчет о возобновляемой электроэнергетике»¹, «Система энергетических данных по штатам США, 2014»², «Оценка потребления

¹ Renewables. Report (2013) How Renewable Electricity Standards Deliver Economic Benefits, Union of Concerned Scientists. URL: http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/clean_energy/Renewable-Electricity-Standards-Deliver-Economic-Benefits.pdf/.

² Report (2014) State Energy Data System 2014. Consumption Technical Notes, U.S. Energy Information Administration. URL: http://www.eia.gov/state/seds/sep_use/notes/use_technotes.pdf/.

энергии по штатам США»³, «Статистический сборник. Возобновляемая энергетика, 2014» Департамента энергетики Соединенных Штатов⁴.

Полученные результаты

В результате кластерного анализа, проведенного для всех штатов США, на основе статистики за 2014 г. были получены следующие результаты (табл. 2).

В результате кластерного анализа по входным данным было выделено девять кластеров. Четвертый кластер можно рассматривать как выброс, так как он включает только один штат – Вашингтон. По ключевым для исследования характеристикам (ВРП и структура генерирующих мощностей ВИЭ) данный штат ближе к объектам девятого кластера, в котором представлены 11 штатов с максимальным средним значением ВРП и установленных мощностей солнечной, геотермальной, использующей биомассу энергетики и гидрогенерации. Девятый кластер характеризуется высоким уровнем цен на энергию для населения и промышленных потребителей, что может быть объяснено повышенным потребительским спросом и высоким уровнем благосостояния штатов.

Следует также отметить, что в результате анализа получены кластеры, содержащие объекты с низким уровнем ВРП и установленных мощностей ВИЭ одновременно, например, третий и шестой кластеры, состоящие из 7 и 6 штатов США соответственно.

При проведении кластерного анализа веса показателей определяются автоматически. Факт высоких весовых коэффициентов для входных параметров ВИЭ говорит в пользу значимости их развития, что может положительно влиять на экономическое состояние региона.

Анализ панельных данных выявил следующие зависимости, представленные в табл. 3 и 4. В табл. 3 представлены оценки двух моделей: 1 – модель с одним фиксированным эффектом, 2 – модель с двумя фиксированными эффектами (с учетом временного эффекта). Оценка модели 3 описана в табл. 4; это оценка динамических панельных данных Ареллано – Бонда.

Модель с фиксированными эффектами была выбрана на основе теста Хансена (значение статистики Хи-квадрат для уравнения (1) составило 39,34; для уравнения (2) – 51,18). Нулевая гипотеза теста Хансена – оценки со случайными индивидуальными эффектами состоятельны – была отклонена в обоих случаях. В связи с этим мы не приводим оценки параметров уравнения регрессии со случайными эффектами.

На основе наших оценок было получено, что ВРП в штате сильно зависит от его значения в предыдущем периоде. Данный факт также свидетельствует в пользу необходимости оценки динамических панельных данных, который был применен для обеих выборок, для тестирования процессов авторегрессии. Мы получили, что на произведенный ВРП оказывает влияние потребление ВИЭ в штате; увеличение потребления ВИЭ на 1 % позволит увеличить ВРП на 0,011 % в случае выборки для 51 штата и на 0,0031 % в случае выборки для 11 штатов.

Для выборки, охватывающей все штаты страны, уровень цен на электроэнергию продемонстрировал свою значимость: чем выше цена на электроэнергию, тем ниже экономический рост в данном штате. Рост цен приводит к росту издержек производителей, которые вынуждены сокращать производство, что негативно сказывается и на экономическом развитии штата.

Фиктивная переменная не показала значимости ни для одной из выборок. С нашей точки зрения, данный факт можно объяснить тем, что влияние процессов реформирования в большей степени можно проследить на уровне формирования цен на продукцию отрасли. Непосредственно на экономическое развитие штата факт наличия реформ не повлиял, что отмечают и другие исследователи [7]. Кроме того, в настоящее время в США имеется достаточное количество программ поддержки и субсидирования проектов ВИЭ, которые не зависят от того, имела место реструктуризация отрасли или нет.

³ Report (2016) State Energy Consumption Estimates. 1960 Through 2014, U.S. Energy Information Administration, DOE/EIA-0214(2014), June 2016. URL: https://www.eia.gov/state/seds/sep_prod/SEDS_Production_Report.pdf/.

⁴ Energy Efficiency & Renewable Energy. November 2015, 130 p.

Таблица 2

Кластеризация штатов США по данным энергетического сектора,
2014 г., средние значения показателей по кластерам

Показатель	Кластер								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ID, IL, MT, ND, OH, SD, WY	NE, NM, UT, WV	AR, IA, MN, MS, SC	WA	CO, KS, MA, MD, NV, OR, TX	DE, GA, IN, ME, MI, NC, PA	NJ, RI, AK	KY, MO, OK, TN, VA, WI	AL, AZ, CA, CT, DC, FL, LA, NH, NY, VT, HI
GDP	202,41	93,88	194,64	386,30	418,66	326,30	201,17	258,78	466,47
EM	93,57	66,25	77,00	73,00	143,57	130,29	53,33	114,17	115,18
ARP	8,69	8,62	8,97	7,13	10,72	10,51	15,61	9,10	14,74
NC	15243,43	10351,25	17159,20	30949,00	27690,71	25280,14	7891,00	21862,00	25266,36
NG	68459463,86	49145401,00	65545861,20	116334363,00	100896872,00	102600550,57	26791888,00	77765921,17	91117394,18
TRS	53897744,14	29019128,75	58805983,40	92140777,00	97455952,43	92744021,14	29224664,67	84350510,17	87271998,27
RW	1391,57	633,00	1744,60	3075,00	3318,57	722,57	26,67	825,67	763,64
RPV	22,29	85,75	6,20	39,00	357,71	219,00	483,67	45,33	1069,64
RCSP	0,00	0,00	0,00	0,00	9,14	0,00	0,00	0,00	147,36
RG	2,57	20,25	0,00	0,00	94,71	0,00	0,00	0,00	275,18
RB	70,00	9,50	339,60	422,00	216,86	481,29	105,33	308,67	517,45
RH	1122,43	250,75	603,80	20977,00	1648,86	844,57	147,00	1025,17	1991,45
CR	340,29	154,45	305,00	481,70	513,61	566,39	241,80	488,93	481,84
CC	271,97	134,08	238,94	376,50	466,16	416,21	245,43	398,07	439,52
CI	507,23	278,85	555,52	566,80	1114,26	710,47	200,00	544,48	639,91
CT	358,09	206,23	371,72	587,00	762,34	564,94	361,97	543,18	693,74
PR	19,21	18,94	23,28	19,54	23,72	24,46	23,45	22,04	34,64
PC	17,36	17,22	19,28	18,40	21,04	20,95	22,32	19,46	29,51
PI	13,02	14,23	11,69	10,33	15,56	12,33	22,97	12,42	19,13
PT	27,67	27,80	26,33	27,27	27,12	27,10	26,16	26,67	26,90

Обозначения штатов: AL – Алабама, AR – Арканзас, AZ – Аризона, CA – Калифорния, CO – Колорадо, CT – Коннектикут, DC – Округ Колумбия, DE – Делавэр, FL – Флорида, GA – Джорджия, IA – Айова, ID – Айдахо, IL – Иллинойс, IN – Индиана, KS – Канзас, KY – Кентукки, LA – Луизиана, MA – Массачусетс, MD – Мериленд, ME – Мейн, MI – Мичиган, MN – Миннесота, MO – Миссури, MS – Миссисипи, MT – Монтана, NC – Северная Каролина, ND – Северная Дакота, NE – Небраска, NH – Нью-Гемпшир, NJ – Нью-Джерси, NM – Нью-Мексико, NV – Невада, NY – Нью-Йорк, OH – Огайо, OK – Оклахома, OR – Орегон, PA – Пенсильвания, RI – Род-Айленд, SC – Южная Каролина, SD – Южная Дакота, TN – Теннесси, TX – Техас, UT – Юта, VA – Вирджиния, VT – Вермонт, WA – Вашингтон, WI – Висконсин, WV – Западная Вирджиния, WY – Вайоминг, AK – Аляска, HI – Гавайи.

Обозначения показателей: GDP – ВВП, ME – выбросы CO₂ (млн. т.у.т.), ARP – цены на электроэнергию в среднем по отраслям экономики (ценов за кВтч), NC – чистая установленная мощность в летний период (МВт), NG – чистая генерация (МВт), TRS – общий объем розничных продаж (МВтч), RW – суммарные установленные генерирующие мощности, ветроэнергетика (МВт), RPV – суммарные установленные генерирующие мощности, солнечные батареи (МВт), RCSP – суммарные установленные генерирующие мощности, солнечные накопительные (инверторы) (МВт), RG – суммарные установленные генерирующие мощности, геотермальные установки (МВт), RB – суммарные установленные генерирующие мощности, энергия биомассы (МВт), RH – суммарные установленные генерирующие мощности, ГЭС (МВт), CR – объем потребленной энергии в частном секторе (БТЕ), CC – объем потребленной энергии в коммерческом секторе (БТЕ), CI – объем потребленной энергии в промышленном секторе (БТЕ), CT – общий объем потребленной энергии на транспорте (БТЕ), PR – цены на энергетические ресурсы в среднем в частном секторе (долларов за млн БТЕ), PC – цены на энергетические ресурсы в среднем в коммерческом секторе (долларов за млн БТЕ), PI – цены на энергетические ресурсы в среднем в промышленном секторе (долларов за млн БТЕ), PT – цены на энергетические ресурсы в среднем на транспорте (долларов за млн БТЕ).

Расчеты авторов.

Таблица 3

Влияние потребления ВИЭ на экономический рост
(2000–2014 гг., сбалансированная панель, 714 наблюдений)

Показатель	Количество штатов			
	51		11	
	модель 1	модель 2	модель 1	модель 2
β_1	0,928 *	0,924 *	0,972 *	0,982 *
β_2	0,009 *	0,011 *	0,0061 *	0,0031 *
β_3	-0,023 *	-0,041 *	0,1362	0,1711
β_4	0,0065	0,0091	0,0116	0,0156
γ_1	0,0901 *	0,0921 *	0,0541 *	0,0562 *
γ_2	-0,2768 *	-0,3011 *	-0,6179 *	-0,6289 *
γ_3	0,0115 *	0,0119 *	0,0691 *	0,0781 *
Индивидуальный эффект	Да	Да	Да	Да
Временный эффект		Да		Да

* – при 10-процентном уровне значимости.
Расчеты авторов.

Таблица 4

Влияние потребления ВИЭ на экономический рост на основе оценок ОММ
(модифицированный метод ОММ Ареллано – Бонда,
2000–2014 гг., сбалансированная панель, 714 наблюдений)

Показатель	Количество штатов	
	51	11
β_1	0,9944 *	0,8673 *
β_2	0,0174 ***	0,0209 *
β_3	-0,0702 **	-0,0258
β_4	0,0072	0,017
γ_1	0,9702 *	0,8339
γ_2	-0,0659	-0,03192
γ_3	0,0165 *	0,0551
Тест Ареллано – Бонда на значимость компоненты AR(1)	$z = -5,01$ $Pr > z = 0,000$	$z = -1,55$ $Pr > z = 0,121$
Тест Ареллано – Бонда на значимость компоненты AR(2)	$z = 0,19$ $Pr > z = 0,847$	$z = -1,55$ $Pr > z = 0,121$
Тест Саргана на избыточность ограничений	$Chi2(36) = 254$ $Prob > chi2 = 0,000$	$Chi2(36) = 86,68$ $Prob > chi2 = 0,000$

***, **, * – соответственно при 1-, 5- и 10-процентном уровне значимости.
Расчеты авторов.

Потребление ВИЭ зависит от своего лагового значения, как и ВРП, что было выявлено на примере выборок и для 51, и для 11 штатов. Мы определили отрицательную зависимость между уровнем выбросов и потреблением ВИЭ. Вместе с этим можно отметить, что, с одной стороны, чем больше осуществляется выбросов в атмосферу, тем больше стимулов может возникать для развития возобновляемых источников энергии в штате; с другой стороны, чем выше уровень потребления на основе ВИЭ, тем ниже уровень выбросов в атмосферу. Полученный в нашем случае отрицательный коэффициент свидетельствует о том, что вторая

из описанных взаимосвязей сильнее, и рост потребления ВИЭ снижает уровень выбросов в атмосферу. Для 11 штатов зависимость роста потребления ВИЭ от экономического развития штата более сильная, чем для всей выборки в целом, что, на наш взгляд, может быть объяснено тем, что речь идет о ведущих штатах США по показателю ВРП, которые могут себе позволить финансирование амбициозных программ по развитию ВИЭ.

Для оценки динамических панельных данных мы использовали в качестве инструментальных переменных лаговые значения регрессоров, в результате было получено 39 инструментальных переменных для уравнения (1) и 26 инструментальных переменных для уравнения (2). Результаты оценки представлены в табл. 4. В уравнении фиксируются высокие значения авторегрессионных параметров β_1 и γ_1 , что может привести к получению смещенных оценок в силу слабости используемых инструментов [12], поэтому для анализа был использован модифицированный обобщенный метод моментов Ареллано – Бонда [12–14].

В модели мы отклоняем нулевую гипотезу незначимости остатков AR(2). Важно, что тест Саргана на сверхидентифицируемость ограничений удовлетворен, так как он является тестом на остатки AR(2). Для оценки уравнения, рассчитанного на основе выборки для 51 штата, можно отметить значимость показателя уровня потребления ВИЭ. Это свидетельствует о влиянии роста потребления ВИЭ на экономическую динамику в регионах США. Для выборки из 11 штатов значимость цены в отличие от панельных данных с фиксированными эффектами не подтверждается, однако влияние ВИЭ на экономическое развитие штатов сохраняется.

В итоге методом панельных данных с одним и двумя фиксированными эффектами, а также методом динамических панельных данных, было выявлено положительное влияние роста потребления ВИЭ на рост валового регионального продукта. Это справедливо как для всех штатов США, так и для наиболее экономически продвинутых 11 штатов, выделенных с помощью кластерного анализа. Данный факт свидетельствует в пользу устойчивости полученных результатов.

Выводы

Для моделирования ситуации в электроэнергетике США в региональном разрезе и оценки ее влияния на экономический рост в работе принимались во внимание следующие параметры и связанные с ними факты. Реструктуризация электроэнергетики была нацелена на создание условий для более эффективной работы отрасли, в ряде штатов реформы отложены, результаты преобразований в целом оказались спорными, однако есть положительный опыт в ряде штатов. Современные программы по развитию ВИЭ активно проводятся больше чем в половине штатов страны, везде имеют свои особенности и целевые ориентиры. Общие цели, относящиеся к преобразованиям в электроэнергетике, всегда связывают с защитой окружающей среды и поддержкой населения и бизнеса. В результате основные параметры, с использованием которых была построена модель, – это индикаторы экономического роста, цен на электроэнергию, доли потребления ВИЭ, уровня выбросов, а также участия в реструктуризации отрасли. Для оценки взаимосвязи данных факторов был использован анализ панельных данных в нескольких модификациях, который предварялся кластерным анализом, последний имел целью выявить существующие различия штатов США по показателям состояния экономики и энергетики объектов.

В результате эмпирического анализа показано, что в рассматриваемый период одним из факторов экономического роста в штатах США явилось увеличение потребления возобновляемых источников энергии. Это может быть связано с совершенствованием технологий ВИЭ, а также с активной государственной поддержкой отрасли. Темп экономического развития в штатах США также зависит от уровня цен на электроэнергию; экономия на издержках производителей стимулирует развитие производства, что, в свою очередь способствует экономическому росту. В исследовании выявлена обратная связь между выбросами и ростом ВИЭ, что закономерно. Реструктуризация электроэнергетики не повлияла на экономический рост. Все описанные типы связей были продемонстрированы в моделях, учитывающих фиксированные эффекты, а также в моделях динамических панельных данных, для полной выборки, содержащей 51 объект исследования.

Список литературы

1. *Inglési-Lotz R.* The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Welfare: A Panel Data Application. University of Pretoria, 2013. Working Paper 2013-15. 15 p.
2. *Isik C., Shahbaz M.* Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Data Approach to OECD Countries // *International Journal of Energy Science*. 2015. Vol. 5. No. 1. P. 1–5.
3. *Apergis N., Danuletiu D. C.* Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign or Panel Long-Run Causality // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2014. Vol. 4. P. 578–587.
4. *Arouri M. E. H., Youssef A. B., M'Henni H., Rault Ch.* Energy Use and Economic Growth in Africa: A Panel Granger-Causality Investigation // *Economic Bulletin*. 2014. Vol. 34 (2). P. 1247–1258.
5. *Inglési-Lotz R.* The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application // *Energy Economics*. 2016. Vol. 53. P. 58–63.
6. *Bushnell J. B., Holland S. P., Hughes J. E., Knittel Ch. R.* Strategic Policy Choice in State-Level Regulation: The EPA's Clean Power Plan // *National Bureau of Economic Research*. 2015. Working Paper 21259. 47 p.
7. *Borenstein S., Bushnell J.* The U.S. Electricity Industry after 20 Years of Restructuring // *National Bureau of Economic Research*. 2015. Working Paper 21113. 32 p.
8. *Durkay J.* State Renewable Portfolio Standards and Goals // *National Conference of State Legislatures*. 2016. URL: <http://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>.
9. *Beiter Ph. et al.* Renewable Energy Data Book, U.S. Department of Energy // *Energy Efficiency & Renewable Energy*. November 2015. 130 p.
10. Booth L., Varouj A., Demirguk-Kunt A., Maksimovic V. Capital structures in developing countries // *Journal of Finance*. 2001. Vol. 56. P. 87–130.
11. *Arellano M., Bond S.* Some tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations // *The review of Economic Studies*. 1991. Vol. 58. P. 277–297.
12. *Blundell R. W., Bond S. R.* Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models // *Journal of Econometrics*. 1998. Vol. 87. P. 115–143.
13. *Hovakimian A., Li G.* In Search of Conclusive Evidence: How to Test for Adjustment to target capital structure // *Journal of Corporate Finance*. 2011. Vol. 17. P. 33–44.
14. *Lemmon M. L., Roberts M. R., Zender J. F.* Back to the Beginning: persistence and the cross-section to corporate capital structure // *The Journal of Finance*. 2008. Vol. 4. P. 1575–1608.

Материал поступил в редколлегию 12.02.2017

S. V. Bekareva, E. N. Meltanisoa, J. G. Abo Gsysa

*Novosibirsk State University
1 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation*

emeltenisoa@gmail.com, s.bekareva@mail.ru, jehad.abogsysa@gmail.com

EVALUATION THE ROLE OF RENEWABLE ENERGY IN THE GROSS REGION PRODUCT DINAMIC IN THE USA

The article is devoted to evaluation the influence of renewable energy consumption growth on regional product in the USA by state. Also we take into consideration the fact of electricity restructuring since the middle of 1990s for efficiency purposes. We attempted to assess influence of processes of the reform and changes in generating sector structure on the economic growth by the U.S. state. Methods of investigation used are cluster and panel data analyses. To make the analysis we used statistics for the period 2000 – 2014. Finally, we proved the significance of a share of renewables for the economic growth.

Keywords: renewables, electricity restructuring, economic growth.

References

1. Inglesi-Lotz R. The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Welfare: A Panel Data Application. University of Pretoria, 2013, Working Paper 2013-15, 15 p.
2. Isik C., Shahbaz M. Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Data Approach to OECD Countries. *International Journal of Energy Science*, 2015, vol. 5, no. 1, p. 1–5.
3. Apergis N., Danuletiu D. C. Renewable Energy and Economic Growth: Evidence from the Sign or Panel Long-Run Causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2014, vol. 4, p. 578–587.
4. Arouri M. E. H., Youssef A. B., M'Henni H., Rault Ch. Energy Use and Economic Growth in Africa: A Panel Granger-Causality Investigation. *Economic Bulletin*, 2014, vol. 34 (2), p. 1247–1258.
5. Inglesi-Lotz R. The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. *Energy Economics*, 2016, vol. 53, p. 58–63.
6. Bushnell J. B., Holland S. P., Hughes J. E., Knittel Ch. R. Strategic Policy Choice in State-Level Regulation: The EPA's Clean Power Plan. *National Bureau of Economic Research*, 2015, Working Paper 21259, 47 p.
7. Borenstein S., Bushnell J. The U.S. Electricity Industry after 20 Years of Restructuring. *National Bureau of Economic Research*, 2015, Working Paper 21113, 32 p.
8. Durkay J. State Renewable Portfolio Standards and Goals. *National Conference of State Legislatures*, 2016. URL: <http://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx>.
9. Beiter Ph. et al. Renewable Energy Data Book, U.S. Department of Energy. *Energy Efficiency & Renewable Energy*, November 2015, 130 p.
10. Booth L., Varouj A., Demirguk-Kunt A., Maksimovic V. Capital structures in developing countries. *Journal of Finance*, 2001, vol. 56, p. 87–130.
11. Arellano M., Bond S. Some tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of Economic Studies*, 1991, vol. 58, p. 277–297.
12. Blundell R. W., Bond S. R. Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, 1998, vol. 87, p. 115–143.
13. Hovakimian A., Li G. In Search of Conclusive Evidence: How to Test for Adjustment to target capital structure. *Journal of Corporate Finance*, 2011, vol. 17, p. 33–44.
14. Lemmon M. L., Roberts M. R., Zender J. F. Back to the Beginning: persistence and the cross-section to corporate capital structure. *The Journal of Finance*, 2008, vol. 4, p. 1575–1608.

For citation:

Bekareva S. V., Meltanisoa E. N., Abo Gsysa J. G. Evaluation the Role of Renewable Energy in the GDP Dynamic in the USA. *World of Economics and Management*, 2017, vol. 17, no. 2, p. 37–47. (In Russ.)