

ФАКТОРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ: РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ

Владислав Дмитриевич Кожевин

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, магистрант, тел. (383)363-43-33, e-mail: kozhevl@mail.ru

Леонтий Викторович Эдер

Институт экономики и организации промышленного производства, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 17, доктор экономических наук, профессор, старший научный сотрудник, тел. (905)936-66-45, e-mail: ederlv@yandex.ru

На основе использования панельных данных в работе устанавливается взаимосвязь между развитием возобновляемых источников энергии и (1) ценами на ископаемую энергию, (2) обеспечением за счет собственного производства потребления нефти и газа, (3) фактором технологического развития страны и (4) влиянием неконкурентных политических институтов. Период высоких цен на ископаемую энергию (1999-2014 гг.) стал катализатором изменения структуры энергетического баланса, особенно в Европе с ростом производства возобновляемой энергии. Однако падение цен с 2014 года по настоящее время привело к стагнации производства возобновляемой энергии с быстрым ростом использования ископаемого топлива. В контексте рассматриваемой работы доказана значимость изучаемых факторов на потребление возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: Потребление ВИЭ, панельные данные, цены на нефть, международный энергетический рынок.

FACTORS OF CONSUMPTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AT THE INTERNATIONAL LEVEL: DEVELOPMENT OF THE EVALUATION MODEL

Vladislav D. Kozhevin

Novosibirsk National Research State University, 2, Pirogova St., Novosibirsk, 630073, Russia, Graduate, phone: (383)363-43-33, e-mail: kozhevl@mail.ru

Leonty V. Eder

Institute of Economics and Organization of Industrial Production, 17, Prospect Akademik Lavrentiev, Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc, professor, senior researcher, phone: (905)936-66-45, e-mail: ederlv@yandex.ru

Based on the use of panel data, the work establishes the relationship between the development of renewable energy sources and (1) the price of fossil energy, (2) the supply of oil and gas consumption through its own production, (3) the factor of the country's technological development and (4) the influence of non-competitive political institutions. The period of high prices for fossil energy (1999-2014) became the catalyst for changes in the structure of the energy balance, especially in Europe, with an increase in the production of renewable energy. However, the fall in prices in 2014 - to the present has led to stagnation in the production of renewable energy with a rapid increase in the use of fossil fuels. In the context of this work, the significance of the factors under study on the consumption of renewable energy sources is proved.

Key words: RES consumption, panel data, oil prices, international energy market.

Введение

Изменение климата, истощение ресурсов и энергетическая безопасность являются мощными силами, помогающими стимулировать интерес к потреблению возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Ископаемое топливо, настроение людей и политическая ситуация также способствуют глобальной тенденции к увеличению доли ВИЭ в структуре энергопотребления. Согласно Глобальному отчету о состоянии возобновляемых источников энергии за 2017 год, REN21 за 2015 год, RE обеспечило приблизительно 19,3% мирового конечного потребления энергии, а рост мощности и производства продолжился в 2016 году и далее. Администрация энергетической информации США прогнозирует рост доли чистой выработки электроэнергии с возобновляемых источников энергии до 31% до 2040 года, что лежит в основе экстремального роста ветроэнергетических мощностей. Следовательно, жизненно важно прогнозировать будущий рост потребления ВИЭ для более точной оценки необходимых инвестиций в инфраструктуру ВИЭ, скоординированного распределения производственных мощностей ВИЭ, ускорения традиционного замещения энергии и положительного воздействия на окружающую среду и экономику стран. Кроме того, существует еще одна сложная проблема – каждая модель прогнозирования должна определять факторы, которые исследователь или другая заинтересованная сторона смогут прогнозировать с высокой степенью достоверности [1-5].

В последние годы на рынке ВИЭ наблюдался беспрецедентный рост. За последние 12 лет инвестиции в ВИЭ увеличились более чем в пять раз (рис. 1). Ведущие экономики обратили внимание на проблему загрязнения природы и воздуха, значительных выбросов CO₂ и доминирующей зависимости от ископаемого топлива в энергетической структуре, так что развитие ВИЭ получило широкую поддержку во всем мире – в ЕС, Китае, США, Индонезии, Австралии [3, 6].

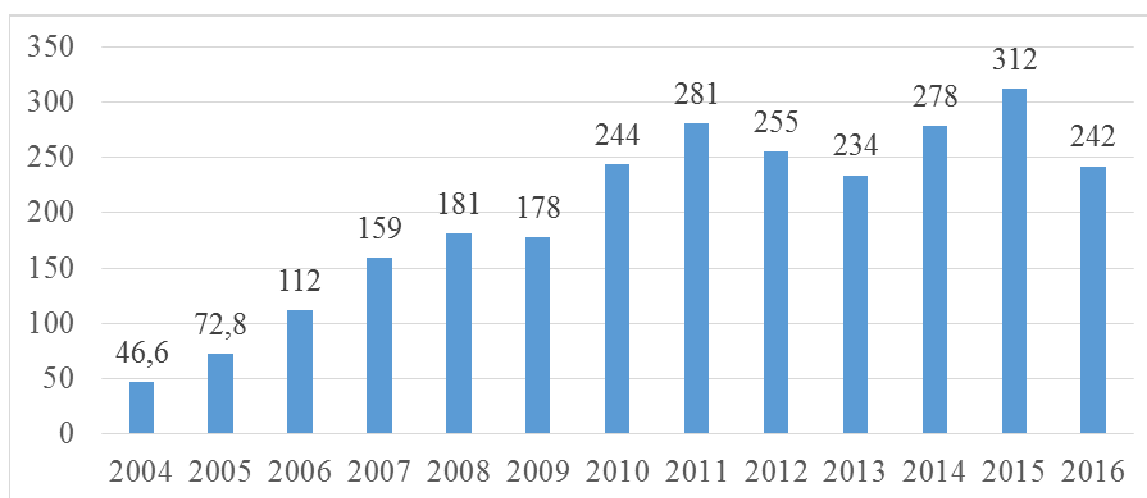


Рис. 1. Новые глобальные инвестиции в возобновляемую энергетику в 2004-2016 гг., млрд. долл. Источник: REN21, BNEF

По мнению IRENA (Международное агентство по возобновляемой энергии), в 2016 году можно выделить три основные тенденции на рынке ВИЭ:

1. Ежегодное снижение инвестиций происходило при одновременном росте мощностей. Это частично связано с уменьшением затрат, а частично с инвестиционным отставанием и последующим завершением строительства, после чего установка начинает функционировать.

2. Снижение затрат на ключевые технологии оказало влияние на финансовые потоки. В частности, снижение затрат на солнечную и ветровую энергию в последнее время привело к снижению общей стоимости инвестиций в возобновляемую энергию, поскольку каждый доллар инвестиций финансировал больше мощностей, чем в предыдущие годы.

3. Наиболее значительные и влиятельные изменения произошли в политической сфере. Изменения в политике внесли значительный вклад в глобальные инвестиционные тенденции. Примеры включали снижение льготных тарифов в Китае, Германии, Японии и Великобритании.

В центре внимания глобальных исследований потребления возобновляемой энергии и факторов, определяющих это потребление, находятся несколько групп факторов: экономический рост, финансовое развитие, рабочая сила, прозрачность институтов, открытость торговли, процессы либерализации, процессы НИОКР. Большая часть литературы в области экономики сконцентрирована на факторах экономического роста, связанных с потреблением возобновляемой энергии: ученые изучают взаимосвязь между потреблением энергии и доходом или взаимосвязь выбросов энергии-дохода [7-9].

Степень проработки проблемы. Согласно библиометрическому анализу, основанному на данных Econlit, Scopus и Elibrary, была отмечена растущая популярность исследуемой темы по запросу «потребление возобновляемой энергии». Темы экономического роста и экономического развития составляют около 35% всех исследований по запросу «потребление возобновляемых источников энергии». Около 20% статей касаются вопроса цен на нефть и производства и потребления нефти, соответственно, с точки зрения потребления ВИЭ, 7% . – НИОКР, менее 1%. – коррупция и прозрачность.

Целью исследования является разработка методического подхода к оценке потребления возобновляемых источников энергии с выявлением факторов, определяющих уровень и динамику потребления возобновляемых источников энергии.

Предметом исследования являются методические подходы оценки и прогнозирования потребления ВИЭ.

Объект исследования – возобновляемые источники энергии в топливно-энергетическом балансе стран.

Задачи исследования включают в себя:

1. Анализ основных тенденций на мировом энергетическом рынке в период низких цен на нефть;

2. Формирование методического подхода к анализу потребления ВИЭ на основе эконометрической модели панельных данных;

3. Оценка факторов и их влияние на потребление ВИЭ.

Методы и материалы

Принимая во внимание существующие модели и факторы, применяемые под ними, было решено рассмотреть следующие факторы, которые могут повлиять на потребление ВИЭ: цены на традиционные ископаемые виды топлива, безопасность ископаемых видов топлива, степень развития институциональной сферы и технологий.

Четыре гипотезы были проверены при разработке подхода:

1. Влияние цен на ископаемые энергоресурсы на динамику потребления ВИЭ;
 2. Влияние соотношения потребления нефти и газа к производству на динамику потребления ВИЭ;
 3. Влияние коррупции на динамику потребления ВИЭ;
 4. Влияние общих НИОКР в структуре ВВП на потребление ВИЭ.
- В данной работе использовался подход анализа панельных данных.

$$x_{it} = Z_{it} \alpha_{it} + \gamma_t + f_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

где Z_{it} – вектор-строка наблюдений за факторами, f_i – индивидуальные особенности, не зависящие от времени, γ_t – индивидуальные эффекты, относящиеся ко времени, но постоянные по индивидуумам, ε_{it} – независимые, одинаково распределенные случайные величины (как по индивидуумам, так и по времени) с 0 мат. ожиданием и дисперсией σ_ε^2 .

Для выбора между моделями сквозной регрессии с фиксированными и случайными эффектами были использованы тесты Вальда, Бреуша-Пагана и Хаусмана.

Три модели были разработаны на основе разных зависимых переменных: абсолютных – (а) потребление ВИЭ в млн. т н.э.; относительных – (б) отношение потребления ВИЭ к общему потреблению энергии; относительных – (с) потребление ВИЭ на душу населения.

Результаты

На основе данных для 37 стран мира и отношения потребления ВИЭ к общему потреблению энергии в качестве зависимой переменной были построены три модели: объединенная регрессия, модель с фиксированными эффектами и модель со случайными эффектами (табл. 1). Модель основана на предположении, что все исследуемые страны идентичны, поэтому была построена нормальная многофакторная регрессия.

Сравнение коэффициента детерминации моделей со случайными (R-Squared = 0,50) и фиксированными эффектами (R-Squared = 0,54) показывает, что полученные оценки намного эффективнее, чем оценки объединенной регрессии (R-Squared = 0,39), но в целом это не эффективный подход, особенно для модели со случайным эффектом. Затем наиболее подходящая модель была

выбрана с помощью тестов Вальда, Бреуша-Пагана и Хаусмана – модель с фиксированными эффектами (табл. 2) [8-11].

Таблица 1

Оценка модели для экономик 37 стран мира
(уровень значимости 0,05)

Variable	Pooling	Random	Fixed
(Intercept)	-20.86***	-15.32***	
Logarithm (Production to consumption ratio)	-0.09**	0.10	-0.23*
Logarithm (Oil prices 2 nd lag)	1.39***	1.15***	1.05***
Logarithm (Corruption index)	2.63***	1.51***	1.32***
Logarithm (Share of R&D in the GDP)	-0.59***	0.64**	1.10***
R ²	0.39	0.50	0.54
Adj. R ²	0.38	0.50	0.49
F-statistic	63.22	101.26	106.53

Таблица 2

Тесты модели (уровень значимости 0.05)

Test	Df	Chisq	p-value	Best model
Wald	1	332.51	2.2e-16	Fixed
Breusch-Pagan	1	1373.60	2.2e-16	Random
Hausman	4	25.08	4.8e-05	Fixed

Согласно F-статистике, модель является значимой (значение p меньше, чем 2,22e-16 для всех моделей). Почти все наблюдаемые факторы значимы на уровне 1% и все на уровне 5%.

Полученная модель имеет следующую форму:

$$\ln(RESC) = -0,23 \times \ln(PC) + 1.05 \times \ln(Oil) + 1.32 \times \ln(CI) + 1.10 \times \ln(RDGDP), \quad (2)$$

где RESC – потребление ВИЭ, Oil – цена на нефть с 2-м лагом, PC. – отношение производства к потреблению, CI. – индекс коррупции, RDGDP. – доля НИОКР в ВВП страны.

Из модели видно, что при росте отношения производства к потреблению на 1% рост потребления ВИЭ снизится на 0,23%. Кроме того, рост цен на нефть на 1% и доли НИОКР в ВВП на 1% приведут к росту RESC на 1,05% и 1,10%,

соответственно, а снижение коррупции на 1% приведет к росту RESC на 1,32%. Эти результаты могут быть использованы при прогнозировании потребления ВИЭ в мире.

Обсуждение и заключение

Влияние цен на нефть на динамику потребления ВИЭ. С 2014 года нефтегазовая отрасль в значительной степени перестраивается с целью повышения технологической эффективности с учетом резкого снижения цен на нефть. В результате в 2016 году добыча нетрадиционных углеводородов достигла уровня рентабельности и продолжила расти. В то же время использование ВИЭ стагнировало. При стагнации потребления ВИЭ, особенно в Европе, с 2014 года наблюдается рост потребления ископаемых источников энергии – нефти и газа. Двухлетний лаг цен на нефть оказывает существенное влияние на потребление ВИЭ, что подтверждается также снижением цен на нефть в 2014 году и последующим снижением потребления ВИЭ в 2016 году.

Влияние производства нефти и газа на динамику потребления ВИЭ. Наличие запасов и добыча ископаемых видов топлива являются одними из основных факторов, оказывающих негативное влияние на использование ВИЭ в глобальном масштабе. С ростом доступности ископаемых «топливные» страны имеют тенденцию потреблять меньше ВИЭ.

Влияние коррупции на динамику потребления ВИЭ. Использование ВИЭ требует значительных усилий со стороны руководства страны и эффективного государственного регулирования. При недостаточном уровне развития государственных институтов потребление возобновляемой энергии будет оставаться относительно низким [13-15].

Влияние доли НИОКР в ВВП на динамику потребления ВИЭ. Возобновляемые источники энергии являются наиболее экологически чистым, эффективным и технологически продвинутым видом энергии. Страны, лидирующие по производству и потреблению ВИЭ, технологически развиты.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых в рамках научного проекта № МД-6476.2018.6 и гранта РФФИ по проекту № 17-0600537.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В. Концепция формирования новых центров нефтегазового комплекса на Востоке России: монография. – Новосибирск, ИЭОПП СО РАН, 2010. – 191 с.
2. Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В. Стратегия комплексного освоения ресурсов и запасов газа Восточной Сибири и Дальнего Востока // Минеральные ресурсы России. – Экономика и управление. – 2009. – № 1. – С. 18-28.
3. Эдер Л.В., Проворная И.В., Филимонова И.В. Добыча и утилизация попутного нефтяного газа как направление комплексного освоения недр: роль государства и бизнеса, технологий и экологических ограничений // Бурение и нефть. – 2016. – № 10. – С. 8-15.

4. Коржубаев А., Филимонова И., Эдер Л. Движение на восток продолжается: освоение запасов газа Восточной Сибири и Дальнего Востока должно быть увязано с развитием транспортной и перерабатывающей инфраструктуры // Нефть России. – 2010. – № 2. – С. 60-67.

5. Коржубаев А.Г., Филимонова И.В., Эдер Л.В. О реальных перспективах комплексного освоения ресурсов нефти и газа востока России // Нефтегазовая вертикаль. – 2010. – № 20. – С. 31.

6. Regional innovation cluster: environmental issues and efficient use of resources / L.V. Eder, A.E. Kontorovich, I.V. Filimonova, I.V. Provornaya, E.V. Goosen // SGEM 2017: 17th International Scientific GeoConference SGEM 2017 International Multidisciplinary: proceedings of the conf. (June 27 - July 6 2017, Varna city, Bulgaria). – Varna city, Bulgaria: SGEM, 2017. – P. 719-726.

7. Regional smart specialisations in fostering innovation development of resource regions of Russia / L.V. Eder, I.V. Filimonova, I.V. Provornaya, V.Yu. Nемов, S.M. Nikitenko // SGEM 2017: 17th International Scientific GeoConference SGEM 2017 International Multidisciplinary: proceedings of the conf. (June 27 - July 6 2017, Varna city, Bulgaria). – Varna city, Bulgaria: SGEM, 2017. – P. 727-734
Конторович А.Э., Эдер Л.В., Филимонова И.В. Состояние и прогноз развития нефтегазового комплекса (добыча, переработка, транспорт) // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2013. – № 5. – С. 51-61.

8. Состояние нефтяной промышленности России: добыча, переработка, экспорт / Л.В. Эдер, И.В. Филимонова, И.В. Проворная, Т.М. Мамахатов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2016. – № 6. – С. 41-51.

9. Кластерный анализ компаний нефтяной промышленности по параметрам налоговой нагрузки / И.В. Филимонова, Л.В. Эдер, И.В. Проворная, А.В. Комарова // Экономика в промышленности. – 2018. – Т. 11. № 4. – С. 377-386.

10. Филимонова И. В., Юва Д. С. Региональные особенности влияния нефтегазовой ренты на экономику // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология» : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 142–149.

11. Филимонова И.В. Дивидендная политика нефтегазовых компаний как часть рентных отношений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология» : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. Т. 2. – С. 204–210.

12. Ресурсные регионы России: социально-экономические показатели и инновационное развитие / И.В. Филимонова, Л.В. Эдер, А.В. Комарова, И.В. Проворная, В.Ю. Немов // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 167-171.

13. Филимонова И.В., Самсонова О.С., Юва Д.С. Оценка синергического эффекта совместного освоения месторождений Восточной Сибири // Мир экономики и управления. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 42-53.

14. Юва Д.С., Филимонова И.В. Совершенствование методики оценки и прогнозирования нефтяной ренты // Сибирская финансовая школа. – 2017. – № 6 (125). – С. 3-11.

© В. Д. Кожевин, Л. В. Эдер, 2019