

Для цитирования: Экономика региона. — 2016. — Т. 12, вып. 4. — С. 1167–1177
doi 10.17059/2016-4-18
УДК 330.15

И. А. Гречухина, О. В. Кудрявцева, Е. Ю. Яковлева
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
(Москва, Российская Федерация; e-mail: e.u.yakovleva@gmail.com)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ¹

Цель данного исследования — систематизировать и представить количественную и качественную оценку возможных положительных экономических и неэкономических последствий реализации нового механизма поддержки возобновляемой энергетики в России, результатом чего должно стать достижение национальной среднесрочной цели по расширению доли возобновляемой энергетики на оптовом рынке электроэнергии и мощности до 2,5 % к 2024 г. Во вводной части статьи был подробно рассмотрен механизм поддержки генераторов возобновляемых источников энергии на основе платы за мощность на оптовом рынке электроэнергии и мощности. Предполагалось, что основными положительными эффектами от реализации этого механизма будут замещение углеводородного топлива, сжигаемого при производстве электроэнергии на традиционных угольных или газовых электростанциях, улучшение торгового баланса, мультипликативные эффекты от развития ВИЭ в смежных отраслях промышленности, создание новой добавленной стоимости и рабочих мест в отраслях производства генерирующего и вспомогательного оборудования для генераторов, сокращение эмиссии углекислого газа, снижение средних цен на оптовом рынке электроэнергии, снижение расходов на экологические мероприятия и меры по защите здоровья на территориях размещения электростанций традиционной генерации, дополнительные фискальные сборы. В результате количественная оценка этих эффектов составила 47,77 млрд руб. в 2024 г. Авторы опирались на опыт зарубежных стран, экспертные оценки, прогнозы Минэнерго и Минэкономразвития, исследования Российского энергетического агентства, Международного энергетического агентства, Международного агентства возобновляемой энергетики, Сообщества по вопросам политики в области возобновляемой энергетики XXI в. (REN21), статистические данные Росстата.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, солнечная энергетика, ветровая энергетика, малая гидроэнергетика, биоэнергетика, ВИЭ, механизмы поддержки ВИЭ, плата за мощность, договор о предоставлении мощностей, оптовый рынок электроэнергии и мощности

Введение

Возобновляемая энергетика становится неотъемлемой частью мирового энергетического сектора. За десятилетие с 2004 г. по 2013 г. установленная мощность солнечных электростанций в мире выросла в 53 раза. В 2015 г. в Европейском союзе 100 % вновь введенных мощностей приходилось на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) [1]. Трансформация глобальной энергетики, которую мы наблюдаем в настоящее время, обусловлена, в частности, тем, что технологии новых ВИЭ (в первую очередь, солнечной и ветровой энергетики) достигли такого уровня развития, что стали конкурентами традиционных способов производства энергии на основе ископаемого топлива. Ценовая нестабильность сырьевых

рынков заставляет искать альтернативные возможности энергообеспечения. Зависимость от стран — поставщиков энергоносителей толкает государства, не имеющие значительных природных ресурсов, к политике импортозамещения и попыткам сократить эту зависимость. Глобальное потепление, носящее антропогенный характер, требует новых подходов к энергообеспечению, позволяющих сократить выбросы парниковых газов. Одной из важнейших черт этого процесса является изменение структуры балансов производства и потребления энергии за счет увеличения доли безуглеродных технологий, в частности, технологий на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [2]. Политика поддержки ВИЭ реализуется в 173 странах мира, в том числе и в России, где в 2013 г. был принят новый механизм поддержки на оптовом рынке на основе платы за мощность. В настоящий момент, за исключением больших ГЭС, возобновляемая

¹ © Гречухина И. А., Кудрявцева О. В., Яковлева Е. Ю. Текст. 2016.

Таблица 1

Целевые показатели объемов ежегодных вводов установленной мощности генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии, для ценовых зон оптовом рынке электрической энергии и мощности в 2014–2024 гг.*

Вид генерирующего объекта	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Всего
Ветровая электростанция	—	51	50	200	400	500	500	500	500	500	399	3600
Солнечная электростанция	120	140	200	250	270	270	270	—	—	—	—	1520
Малая гидроэлектростанция	18	26	124	124	141	159	159	—	—	—	—	751
Итого	138	217	374	574	811	929	929	500	500	500	399	5871

* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-п [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения: 04.02.2016).

энергетика в энергосистеме России представлена очень слабо: объем электрогенерации на основе ВИЭ составляет 0,5 % от общего объема. Между тем, развитие ВИЭ в России экономически оправданно, и задача данного исследования — как раз это показать. С этой целью был предложен методический подход к оценке экономических, экологических и социальных последствий реализации механизма поддержки на оптовом рынке электроэнергии и мощности, который должен обеспечить ввод новых 5,9 ГВт мощностей ВИЭ к 2024 г. Круг проблем, рассматриваемых в исследовании, и определяет его актуальность и своевременность.

Механизм поддержки производства электрической энергии на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на оптовом рынке электроэнергии и мощности определен Постановлением Правительства Российской Федерации № 449 от 28 мая 2013 г.¹ Согласно этому Постановлению, поддержка генерирующим объектам ВИЭ осуществляется через договоры о предоставлении мощности (ДПМ), которые устанавливают право инвесторов на получение выгод от регулируемых цен, определяемых на основе установленной мощности соответствующих генерирующих объектов.

Проекты отбираются в пределах максимального объема установленной мощности, определенного на каждый год, что, с одной стороны, должно обеспечить достижение среднесрочной стратегической цели по ВИЭ (то есть 2,5 % выработки и потребления электроэнергии к 2020 г.²), а с другой — ограничить сверху суммарную мощность объектов генера-

¹ О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности. Постановление Правительства РФ № 449 [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/docs/all/87499/> (дата обращения 27.03.2016).

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-п [Электронный ресурс]. URL:

Таблица 2
Лимиты капитальных и эксплуатационных затрат по технологиям*

Вид генерации возобновляемого источника энергии	Капитальные затраты, 2014–2024 гг., тыс руб/кВт	Удельные эксплуатационные затраты, тыс. руб/МВт в мес.
Солнечная электростанция	116,5–103,2	170,0
Ветровая электростанция	116,5–103,1	118,0
Малая гидроэлектростанция	146,0	100,0

* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-п [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения: 04.02.2016).

ции ВИЭ и объемы поддержки проектов со стороны государства. Кроме того, максимально установленный объем ввода новых мощностей ВИЭ должен учитывать потенциал локализации. Лимиты установленной мощности генераторов ВИЭ на 2014–2024 гг. зафиксированы в Распоряжении Правительства Российской Федерации 28.07.2015 № 1472-п³ (табл. 1).

Начиная с 2013 г. проводится ежегодный конкурсный отбор проектов ВИЭ на четыре года вперед. Отбор проектов происходит по критерию наименьших капитальных затрат, которые устанавливаются государством с учетом зарубежного опыта, а также особенности структуры затрат при реализации проектов в целевых регионах Российской Федерации⁴ (табл. 2).

<http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения: 04.02.2016).

³ Там же.

⁴ Баркин О. Г. ВИЭ-генерация на рынке электроэнергии в России. Нормативная база, текущее состояние, проблемы и перспективы развития». Презентация // Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России. III Междунар. конф., Якутск. 25–27.06.2015 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eastrenewable.ru/upload/iblock/2e/a/1.%20%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B0>

Важным условием конкуренции является требование локализации производства оборудования, предъявляемое к ветростанциям, солнечным станциям и малым ГЭС в разной степени в разные годы. Правительство установило целевые показатели степени локализации для каждого типа ВИЭ на период до 2024 г. (табл. 3). В случае невыполнения целевой степени локализации применяются значительные штрафные коэффициенты к расчетной величине платы за мощность: для ветровых электростанций и малых гидроэлектростанций — коэффициент 0,45, для солнечных электростанций — коэффициент 0,35.

Обеспечение эффективного использования установленных мощностей ВИЭ предусмотрено схемой поддержки посредством введения коэффициента использования установленной мощности (КИУМ), выражающего минимальный объем электроэнергии, который должна произвести установка ВИЭ в год. Если генератор ВИЭ не производит этого минимального объема электроэнергии, плата за мощность снижается. В таблице 4 представлены минимальные уровни использования установленной мощности, которые генерирующие объекты ВИЭ должны соблюдать в течение года, а также коэффициенты при расчете цены за мощность.

Согласно оценкам Международного энергетического агентства и Международного агентства возобновляемой энергетики, развитие отрасли возобновляемых источников энергии ведет к появлению множества экономических и неэкономических эффектов, к которым, в частности, относятся¹:

— замещение углеводородного топлива, сжигаемого при производстве электроэнергии на традиционных угольных или газовых электростанциях;

— улучшение торгового баланса;

— мультипликативные эффекты от развития ВИЭ в смежных отраслях промышленности, создание новой добавленной стоимости;

— сокращение эмиссии углекислого газа;

— снижение средних цен на оптовом рынке за счет замещения генераторами ВИЭ на рынке традиционных электростанций;

— снижение расходов на экологические мероприятия и меры по защите здоровья на тер-

¹ Rethinking Energy: Towards a new power system. (2014). IRENA Report, Abu Dhabi. [Electronic resource]. URL: <http://www.irena.org/rethinking/> (date of access: 05.02.2016).

¹ Rethinking Energy: Towards a new power system. (2014). IRENA Report, Abu Dhabi. [Electronic resource]. URL: <http://www.irena.org/rethinking/> (date of access: 05.02.2016).

Таблица 3

Целевые показатели степени локализации на территории РФ производства основного или вспомогательного генерирующего оборудования для возобновляемых источников энергии*

Вид возобновляемого источника энергии	Год ввода в эксплуатацию	Целевой показатель степени локализации, %
Ветровая электростанция	2016	25
	2017	40
	2018	55
	С 2019 по 2024	65
Солнечная электростанция	С 2014 по 2015	50
	С 2016 по 2024	70
Малая гидроэлектростанция	С 2014 по 2015	20
	С 2016 по 2017	45
	С 2018 по 2024	65

* О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности. Постановление Правительства РФ № 449 [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/docs/all/87499/> (дата обращения 27.03.2016).

Таблица 4

Коэффициент использования установленной мощности для технологий возобновляемых источников энергии*

Вид возобновляемого источника энергии	КИУМ, %	Достижение нормативного КИУМ, %	Коэффициент при расчете цены мощности
Ветровая электростанция	14	< 50	0
Солнечная электростанция	27	50–75	0,8
Малая гидроэлектростанция	38	< 75	1

* О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности. Постановление Правительства РФ № 449 [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/docs/all/87499/> (дата обращения 27.03.2016).

риториях размещения электростанций традиционной генерации;

— создание новых рабочих мест в отраслях производства генерирующего и вспомогательного оборудования для генераторов ВИЭ;

— дополнительные фискальные сборы;

— снижение объемов пресной воды, используемой для охлаждения агрегатов тепловых станций на углеводородном топливе [3].

При проведении оценки различных положительных эффектов от расширения ге-

нерации ВИЭ мы исходим из прогнозируемых объемов вводов таких мощностей на оптовом рынке электроэнергии, установленных Распоряжением правительства РФ от 28.07.2015 г. № 1472-р (табл. 1), что должно обеспечить достижение национального среднесрочного целевого показателя по ВИЭ в 2,5 % к 2024 г.¹.

Замещение органического топлива, сжигаемого при производстве энергии на традиционных электростанциях

В настоящее время действующий механизм маржинального ценообразования на рынке электроэнергии предполагает формирование цены для всех заявивших участников на основе заявки замыкающего поставщика электроэнергии, каковым, как правило, является тепловая электростанция с наибольшим уровнем маржинальных затрат, ценовая заявка которой была последней. Величина такой принятой ценовой заявки электростанции в конкурентном отборе ценовых заявок на рынке на сутки вперед равна величине ее переменных затрат на топливо. Очевидно, что если переменные затраты превышают ценовую заявку, станция будет работать себе в убыток. Тогда рыночная стоимость сэкономленного топлива тепловых станций, выработка которых замещается новыми мощностями ВИЭ, будет равна стоимости электроэнергии ВИЭ на оптовом рынке или выручке генераторов ВИЭ.

Оценка возможной экономии топлива основывается на ожидаемых объемах производства электроэнергии ВИЭ и существующих прогнозах цен рынка по зонам на 2015 и 2024 гг. (табл. 5).

Тогда для первой ценовой зоны (по первым пяти ОЭС) средняя цена для 2024 г. будет равна 2,199 руб/кВт·ч, а для второй (ОЭС Сибири и Востока) — 1,090 руб/кВт·ч.

Таким образом, при ожидаемом суммарном вводе мощностей ВИЭ 5 871 МВт, суммарной генерации в объеме 11,586 млрд кВт·ч² и при распределении суммарной выработки между ценовыми зонами 8:1 объем производства на основе ВИЭ в первой ценовой зоне составит 10,3 млрд кВт·ч, а во второй — 1,286 млрд кВт·ч. В итоге, в 2024 г. величина стоимости экономии топлива будет равна 24,05 млрд руб.

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения: 04.02.2016).

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.05.2013 г. № 861-р.

Таблица 5

Прогноз распределения цен на кВт·ч на 2024 г. по ОЭС*

Ценовая зона	ОЭС	Цена 2024 г. (руб/кВт·ч)
Первая	ОЭС Центра	2,304
	ОЭС Северо-Запада	1,970
	ОЭС Волги	2,127
	ОЭС Юга	2,306
	ОЭС Урала	2,289
Вторая	ОЭС Сибири	1,011
	ОЭС Востока	1,170

* Сценарные прогнозы развития электроэнергетики на период до 2030 года, Министерство энергетики Российской Федерации, Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике, 2010. [Электронный ресурс]. URL: http://www.e-apbe.ru/5years/pb_2011_2030/scenary_2010_2030.pdf (дата обращения: 04.02.2016).

Улучшение торгового баланса

Солнечная, ветровая, геотермальная гидроэнергия и энергия океана являются внутренними ресурсами страны, поэтому развитие ВИЭ может положительно отразиться на торговом балансе, если сокращение импорта энергоресурсов окажется больше, чем импорт технологий ВИЭ [4]. Например, по оценкам, в 2010 г. в Испании внутреннее производство электроэнергии ВИЭ позволило сократить импорт ископаемых топливных ресурсов на 2,8 млрд долл.³, в то время как в Германии в 2012 г. на импорте топлива удалось сэкономить 13,5 млрд долл.⁴.

Для стран, экспортирующих топливо, которые субсидируют внутренние цены, развитие ВИЭ может минимизировать внутреннее потребление топлива и максимизировать объем, идущий на экспорт [5]. В странах Ближнего Востока и Северной Африки интенсивность солнечного излучения настолько велика, что в полуденные часы, когда электропотребление максимально, солнечная генерация способна полностью покрыть этот пиковый спрос [6]. В настоящее время пик потребления электроэнергии покрывается за счет дорогостоя-

³ Macroeconomic Impact of Renewable Energies in Spain. (2011). Deloitte and APPA (Spanish Renewable Energy Association). [Electronic resource]. URL: www.appa.es/descargas/APPA2011web.pdf. (date of accesse 06.03.2016).

⁴ News release, 05.07.2013, BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) 2013, available in German [Electronic resource]. URL: www.bmu.de/bmu/presse-reden/pressemitteilungen/pm/artikel/altmaier-und-roesler-buergerdividende-soll-netzausbau-beschleunigen-undbreitereakzeptanz-fuer-die-energiewende-schaffen/ (date of accesse 27.03.2016).

щей резервной генерации на основе нефти или сжиженного газа, что делает солнечную энергетику коммерчески выгодной без каких-либо субсидий¹.

В российском контексте рассмотренный выше аспект замещения углеводородного топлива в результате расширения генерации ВИЭ до 11,586 млрд кВт·ч в 2024 г. позволяет сделать предположение о возможности изъятия этих объемов топлива из электрического баланса страны и его продажу на экспорт. В таком случае к сэкономленному объему возможно приращение международных цен на топливо в 2024 г.

Создание добавленной стоимости

Как известно, развитие одной отрасли ведет к появлению мультипликативных эффектов в смежных отраслях производства и сферах деятельности. Как показывает практика других стран, развитие ВИЭ происходит в формате малого и среднего бизнеса и касается, в первую очередь, отраслей энергомашиностроения (оборудование для ГЭС, ветростанций, теплотрансформаторов на сжигании биомассы и биогаза, солнечных станций), развития производства солнечных панелей (элементов солнечных панелей, кремниевых пластин, крепежа и пр.), производства вспомогательного энергетического оборудования (кабелей, трансформаторов, выключателей и пр.) [7, с. 298].

Развитие местного производства технологий ВИЭ во многих странах, в том числе и в России, стимулируется за счет включения требования локализации в схему государственной политики поддержки, то есть для получения поддержки инвесторы в проекты ВИЭ должны использовать отечественные технологии в определенном процентном соотношении. В конечном итоге, это должно способствовать развитию внутреннего производства, созданию дополнительной добавленной стоимости и рабочих мест внутри страны. Развитые экономики, обладающие мощной ресурсной и технологической базой, могут достичь высокой степени локализации в достаточно в короткие сроки, наладив у себя производство необходимого оборудования и комплектующих, импортировав опыт реализации проектов, разработки дизайна и строительства и пр.

¹ Sunrise in the Desert Solar becomes commercially viable in MENA. (2012). PwC, Robin Mills and Emirates Solar Industry Association. [Electronic resource]. URL: www.pwc.com/en_M1/m1/publications/solar-in-the-desert-in-collaboration-with-emirates-solar-industry-association.pdf (date of access 08.03.2016).

[8]. Однако не всегда требование локализации оказывается оптимальным и приемлемым для данного уровня развития экономики. Иногда оно становится серьезным барьером для инвестиций в проекты ВИЭ, как, например, в России [9].

Принципиальная правильность курса Правительства РФ на локализацию производства оборудования для ВИЭ как условия реализации поддержки была подтверждена успешным завершением в 2013 и 2014 гг. конкурсов по проектам солнечной энергетики в рамках решений, принятых по в этой отрасли. Решить вопрос локализации удалось двум победителям отборов СЭС: компания «Хевел» (контролируется «Реновой») построила завод в Чувашии под потребности дочерней «Авелар Солар Технолоджи», а китайская «Солар системс» начала строить производство в Татарстане [7, с. 43].

Отличие от солнечной генерации, в ветроэнергетике и малой гидроэнергетике России на сегодняшний день практически полностью отсутствует какое-либо производство оборудования [10]. Такая ситуация не позволяет достичь требуемого по схеме поддержки уровня локализации, что становится существенным тормозом развития отрасли и основной причиной слабой активности инвесторов и девелоперов на конкурсах 2013–2014 гг. На сегодняшний день в России практически ничего не производится из того, что можно было бы включить в комплект поставки оборудования для ветростанций. Поэтому требования локализации в 35 % на 2014 г. и 55 % на 2015 г. изначально были нереалистичны в силу невозможности в такие короткие сроки наладить производство, произвести его сертификацию у основного поставщика ветроагрегатов, гармонизацию и стандартизацию в соответствии с российскими и международными требованиями, а также с учетом сроков, необходимых для развертывания любого серийного производства промышленного оборудования. В силу этих факторов конкурсные отборы 2014 г. и 2015 гг. были практически сорваны, что, в совокупности со сложными общеэкономическими условиями, подорвало доверие инвесторов и поставщиков оборудования к развитию российского рынка ветроэнергетики.

Создание новых рабочих мест

Развитие ВИЭ может решить некоторые проблемы занятости. Сектор ВИЭ уже является крупнейшим работодателем: в 2014 г. в нем было занято 7,7 млн чел. без учета круп-

ной гидроэнергетики¹. Лидерами по занятости в секторе ВИЭ являются Китай, Бразилия, США, Индия, Германия, Испания, Бангладеш. В Китае в сфере ВИЭ работает 2,6 млн чел., из них 1,6 млн чел. — в солнечной энергетике (ФЭ). На втором месте по созданию рабочих мест — Бразилия, в основном благодаря производству жидкого биотоплива [11].

Динамика занятости по технологиям ВИЭ существенно различается. Количество рабочих мест в солнечной энергетике с 2011 г. утроилось и превзошло по этому показателю ветроэнергетику. В отрасли биоэнергетики выше всего занятость оказалась в сфере производства жидкого биотоплива, несмотря на то, что в последнее время сильный рост занятости обозначился в сфере переработки отходов, особенно в крупных фермерско-животноводческих странах, таких как Бразилия².

Данные, собранные по различным проектам ВИЭ, показывают, что в возобновляемой энергетике создается больше рабочих мест на МВт установленной мощности, чем в традиционной энергетике: как на стадии строительства, так и в период эксплуатации генерирующего объекта [12].

Исходя из прогнозируемого объема производства энергии на основе ВИЭ и ее соотношения с немецкими данными по приросту генерации, возможную величину прироста числа постоянных рабочих мест в России можно оценить в 90–105 тыс. рабочих мест³.

Снижение эмиссии парниковых газов и устойчивое развитие

Существует мнение, что выработка электроэнергии на основе ВИЭ представляет собой абсолютно экологически чистый вариант. Это не совсем так, поскольку эти источники энергии обладают принципиально иным спектром воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционной энергетикой, причем в некоторых случаях воздействия последней представляют даже меньшую опасность [13]. К тому

же, определенные виды экологического воздействия ВИЭ на окружающую среду, по существу, неясны и не изучены до настоящего времени. Таким образом, все формы энергообеспечения, включая ВИЭ, имеют негативное воздействие на окружающую среду [14]. Тем не менее, в совокупности, на протяжении всего жизненного цикла энергогенерации — от производства оборудования до его полного списания и утилизации — воздействие от ВИЭ гораздо меньше, чем от традиционной энергетики. Большинство технологий ВИЭ не потребляют топлива во время эксплуатации и не используют исчерпаемые природные ресурсы. В то же время, технологии ВИЭ потребляют существенно меньше воды, чем традиционная электрогенерация [8].

Самым большим негативным воздействием энергетики на окружающую среду считается ее вклад в изменение климата. Электроэнергетика отвечает за 40 % эмиссии углекислого газа. Можно провести сравнительный анализ выбросов CO₂ на произведенный кВт·ч по различным технологиям на протяжении их жизненного цикла⁴. Чтобы определить совокупную эмиссию на протяжении всего периода существования электростанции, необходимо учесть ее на каждом этапе жизненного цикла. Там, где используется топливо (биотопливо, ископаемое топливо или ядерное топливо), необходимо учитывать цепочку его поставки, неконтролируемые выбросы в период добычи и сжигания (не только углекислого газа, но также и метана, оксида азота и других парниковых газов), производство оборудования для разведки месторождений, инфраструктурные эмиссии и выбросы, связанные с транспортировкой. Необходимо учитывать также эмиссии, связанные с обеспечением электроэнергией и теплом самих генерирующих объектов, с производством цемента и металлов, необходимых для их строительства и пр. [2]

Основываясь на подходе жизненного цикла, необходимо учитывать углеродный след производства солнечных панелей, выбросы при транспортировке природного газа от месторождения к электростанции, эмиссии, связанные с выводом АЭС из эксплуатации и утилизацией ядерных отходов [10]. В процессе своего жизненного цикла ВИЭ эмитирует в 10–120 раз меньше, чем газовая электростанция (са-

¹ Renewables 2015 Global Status Report. (2015). REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). [Electronic resource]. URL: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> (date of access 03.03.2016).

² Renewable Energy and Jobs (2013). Annual Review IRENA, Abu Dhabi, 144.

³ Sunrise in the Desert Solar becomes commercially viable in MENA. (2012). PwC, Robin Mills and Emirates Solar Industry Association, p. 301. [Electronic resource]. URL: www.pwc.com/en_M1/m1/publications/solar-in-the-desert-in-collaboration-with-emirates-solar-industry-association.pdf (date of access 08.03.2016).

⁴ Под жизненным циклом генерирующей технологии понимается весь период ее существования — от производства строительных блоков и оборудования электростанции до генерации электроэнергии и вывода электростанции из эксплуатации.

мая чистая из традиционных технологий) и до 250 раз меньше, чем угольная. Таким образом, потенциал по сокращению выбросов ПГ, который заключают в себе технологии ВИЭ, означает, что они должны играть ключевую роль в борьбе с изменением климата и быть существенной частью любого сценария развития мировой энергетики [6].

Попробуем дать количественную оценку сокращения выбросов CO₂ в России в результате ввода в 2024 г. 5,9 ГВт новых мощностей ВИЭ.

При увеличении доли низкоуглеродных технологий, суммарные выбросы ПГ снижаются пропорционально. Исходя из известной пропорции 1 МВт·ч = 0,456 т выбросов CO₂, сокращение выбросов в 2024 г. составит: 11,586 млрд кВт·ч × 0,456 т/МВт·ч = 5,283 млн т.

Стоимостная оценка данного сокращения выбросов CO₂ зависит от стоимости тонны выбросов CO₂ в 2024 г. В связи с высокой изменчивостью рынка торговли квотами на выбросы оценку предлагается построить исходя из средней стоимости тонны CO₂ на европейском рынке торговли квотами за период его существования (с 2012 г.) в 5 евро за тонну. Тогда при курсе евро в 70 руб./евро, величина этой экономии в 2024 г. составит 1,85 млрд руб.

Снижение средних цен на оптовом рынке за счет увеличения доли генераторов ВИЭ

На рынках стран, где доля ВИЭ значительна, наблюдается явление снижения средних цен на электроэнергию на срочных рынках. В 2015 г. средние цены на рынке на день вперед в Германии (крупнейшем европейском рынке электроэнергии) снизились до 31,68 евро (2533 руб., 34,62 долл.) за 1 МВт·ч. Ниже цены были только в 2004 г. на бирже Erex Spot SE в Париже¹. Основными факторами снижения названы увеличение производства энергии на ВЭС и СЭС. В 2016 г. специалисты ожидают дальнейшего снижения цен на рынке. Аналогичные тенденции наблюдаются и на долгосрочном сегменте рынка². Уже сейчас объявлено сокращение цен по договорам на долгосрочную поставку до 2019 г.: цена на поставку кВт·ч на период 2014–2019 гг. оказалась

¹ Coal Glut, Renewables Make EU Power Cheapest in Decade, Bloomberg News, 01.01.2016 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/01/coal-glut-renewables-make-eu-power-cheapest-in-decade.html> (Дата обращения: 7.05.2016).

² Bundesministerium fuer Wirtschaft und Energie. Energiedaten: Ausgewahlte Grafiken [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten.html> (Дата обращения: 7.05.2016).

ниже 4 центов, что является ее историческим минимумом [15].

Ввиду того, что возобновляемая энергетика на российском рынке представлена в весьма несущественном объеме (за исключением больших ГЭС), сейчас нельзя говорить о возникновении этого эффекта на нашем рынке.

Дополнительные фискальные сборы

Экспортные таможенные пошлины. Если сэкономленное углеводородное топливо будет направлено на экспорт, государство будет получать дополнительный доход от экспортных пошлин. Режим регулирования доходов от экспорта зависит от вида топлива и имеет различный экономический результат. Наибольшим налогом облагается экспорт нефти, однако доля нефти и мазута в производстве электроэнергии невелика. Природный газ составляет существенную долю в электробалансе и может рассматриваться в качестве обоснования данной гипотезы. На 11,586 млрд кВт·ч электроэнергии из расчета КПД газовых установок 45 % и среднеотраслевых расходов газа на производство электроэнергии будет тратиться: 11,586 млрд кВт·ч × 94,304 м³/МВт·ч : 0,45 = 2,428 млрд м³ газа в 2024 г.

Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике (АПБЭ) установило прогнозную цену на газ на 2024 г. в размере 369 долл. за 1000 м³³. Тогда при курсе доллара для 2024 г. за 70 руб./долл. величина условной стоимости экспортируемого топлива может составить 58,236 млрд руб. (2,428 × 369 × 65). Таким образом, величина экспортной пошлины при условно неизменной ставке 30 % будет равна 18,81 млрд руб. в 2024 г.⁴

Налог на прибыль. Налог на прибыль новых генерирующих предприятий можно посчитать, исходя из предполагаемой 10-процентной доходности и действующей ставки налога на прибыль 24 %. Объем выручки считается на основании распределения ожидаемых объемов производства электроэнергии ВИЭ 11,586 млрд

³ Electric power industry development forecast for the period till 2030. (2010). Ministry for Energy of the RF, Agency for balance forecast in the electric power industry. [Electronic resource]. URL: http://www.e-apbe.ru/5years/pb_2011_2030/scenary_2010_2030.pdf (date of accesse 04.02.2016).

⁴ Об утверждении ставок вывозных таможенных пошлин на товары, вывозимые из Российской Федерации за пределы государств — участников соглашений о Таможенном союзе, и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.07.2012 г. № 756 [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/all/83507/> (дата обращения: 04.02.2016).

кВтч по ценовым зонам и тарифам. Тогда величина налога на прибыль составит

$$[10,31 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \times 2,199 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч} + 1,28 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \times 1,09 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}] \times 0,1 \times 0,24 = 0,577 \text{ млрд руб.}$$

Налог на землю или арендная плата. За участки земли, используемые для размещения объектов генерации ВИЭ, взимаются налог на прибыль или арендная плата. Основными масштабными пользователями земли среди технологий ВИЭ являются ветростанции (в среднем 3–4 га на 1 МВт установленной мощности), СЭС (2–3 га на 1 МВт установленной мощности), станции на биомассе и биогазе, использующие растительную массу со специально засеянных полей. Если предположить, что в среднем на каждый мегаватт установленной мощности используется 3 га земли, то для размещения прогнозируемой мощности этих электростанций к 2024 г. понадобится дополнительно примерно 17,613 тыс. га (5871 МВт \times 3). Недавно были законодательно закреплены ставки аренды (2 % от кадастровой собственности), что при минимальной кадастровой стоимости в 6 тыс. руб. за 1 га составит

$$17,613 \text{ га} \times 6000 \text{ руб.} \times 0,02 = 0,00211 \text{ млрд руб. в 2024 г.}$$

Подходный налог с заработков. Если исходить из количества действительно новых рабочих мест в отрасли ВИЭ (30 % от потенциальных 90 тыс. рабочих мест), ставки подоходного налога 13 % и средней зарплаты примерно 700 тыс. руб. в год, величина подоходного налога в 2024 г. составит 2,46 млрд руб.

Плата за воду. Плата за воду рассчитывается на основе средней величины этого сбора для МГЭС в размере 9 руб/МВт·ч и прогнозируемой величины производства электроэнергии на малых ГЭС (1,971 млрд кВт·ч на оптовом рынке). Таким образом, в 2020 г. плата за воду составит

$$1,971 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \times 9 \text{ руб/МВт}\cdot\text{ч} = 17,7 \text{ млн руб.}$$

Важным преимуществом ВИЭ является отсутствие необходимости увеличения инвестиций в эксплуатационные затраты в сопряженных отраслях: добыче и переработке, транспортировке и хранении ископаемого топлива, утилизации и хранении отходов его переработки и сжигания, что в российских условиях составляет существенную долю себестоимости топлива станций. Суммарный экономический эффект от развития отрасли ВИЭ на ОРЭМ

Таблица 6

Суммарный экономический эффект от развития отрасли ВИЭ в 2024 г.

Тип экономического эффекта от развития ВИЭ	Оценка, млрд руб
Замещение органического топлива	24,05
Снижение эмиссии ПГ	1,85
Дополнительные фискальные сборы, всего, в т. ч.:	21,87
экспортные пошлины за газ	18,81
налог на прибыль	0,58
налог на землю или арендная плата	0,002
подоходный налог	2,457
плата за воду	0,017
Всего	47,77
Результаты, не имеющие экономической оценки	
Снижение расходов на мероприятия по экологии	—

в 2024 г., таким образом, составит 47,77 млрд руб./год на 2024 г. (табл. 6).

Наличие таких результатов ставит под сомнение необходимость осуществления какой-либо государственной поддержки развития ВИЭ. Однако это ошибочно: дело в том, что затраты на развитие ВИЭ осуществляются одними экономическими агентами, а выигрыш получают другие. И поэтому роль государства — справедливое перераспределение этого дополнительного продукта между агентами при помощи своих инструментов.

Практически во всех регионах России имеется возможность экономически целесообразного использования нескольких типов возобновляемых источников энергии [16]. Технический потенциал ресурсов ВИЭ в пять раз превышает годовое потребление первичных энергоресурсов в России, а экономический — способен на треть обеспечить ежегодные энергетические потребности российской экономики. В тройку лидеров по потенциалу производства электроэнергии входит биоэнергетика (биотопливо и биогаз), ее возможный результат оценивается в 180 млрд кВт·ч/год к 2020 г. (табл. 7), тем не менее, рынок жидкого и газообразного биотоплива еще не сформирован, а производимое твердое биотопливо (пеллеты) практически полностью отправляется на европейские и азиатские рынки.

Как показывают данные таблицы 8, развитие солнечной, ветровой энергии и биоэнергетики имеет наибольший потенциал в России.

Заключение

Представленная в исследовании методология оценки макроэкономического эффекта

Таблица 7

Валовый, технический и экономический потенциал производства электроэнергии на основе ВИЭ*

Технология ВИЭ	Технический, млрд кВт·ч/год	Экономический достигнутый в 2005 г., млрд кВт·ч/год	Реализуемый потенциал в 2020 г. млрд кВт·ч/год
Малые гидроэлектростанции	126 (372)	172,50	387,80
Биомасса	140	5,20	155,40
Биогаз	151,20	—	27,30
Ветровые электростанции наземного базирования	2216 (6517)	0,10	23,50
Ветровые электростанции морского базирования	9676	—	2,10
Всего	10093,2 (16856,2)	177,80	419,10

* Источник: Составлено авторами по материалам [7 с. 40] и Обзор возможностей для внедрения возобновляемой энергетики в Российской Федерации. Доклад. «Экозащита!» [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.boell.org/sites/default/files/ree-report-2013.pdf> (дата обращения: 04.02.2016).

от реализации механизма поддержки предлагает в качестве отдельных элементов этого эффекта рассматривать экономию углеводородного топлива, снижение эмиссии парниковых газов, снижение средних цен на рынке электроэнергии, снижение расходов на экологические мероприятия и меры по защите здоровья на территориях размещения традиционной генерации, создание новых рабочих мест, дополнительные фискальные сборы, мультипликативные эффекты от развития ВИЭ в смежных

отраслях промышленности. Согласно представленным расчетам, совокупный эффект от реализации политики поддержки в России составит 47,77 млрд руб. в 2024 г. Разработанная модель имеет методологическое значение для дальнейших научных исследований при изучении регулирующего воздействия механизма поддержки ВИЭ, для оценки экономических, социальных и экологических последствий его введения.

Благодарность

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках проекта 14-06-00075 А «Национальная экономическая и экологическая безопасность: угрозы, последствия и сценарии взаимодействия экономики и экологии».

Список источников

1. Сидорович В. А. Мировая энергетическая революция. — М.: Альпина Паблицер, 2015. — 208 с.
2. Фактор пять. Формула устойчивого роста. Доклад Римскому клубу / Э. У. Вайцеккер, К. Харгроуз, М. Смит и др. — М.: АСТ-Пресс, 2013. — 368 с.
3. Verbruggen A., Lauber V. Assessing the performance of renewable electricity support instruments // Energy Policy. — 2012. — 45. — 635–644.
4. Naas R. R. Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources, Lessons from EU countries // Energy. — 2011. — No 36. — 2186–2193.
5. Гречухина И. А. Факторы развития возобновляемых источников энергии в России и в мире // Научные исследования и разработки в эпоху глобализации. Сб. статей междунар. науч.-практ. конф. (5 февр. 2016 г.). — Уфа: Научно-издательский центр «Аэтерна», 2016. — С. 75–79.
6. Фюкс Р. Зеленая революция. Экономический рост без ущерба для экологии. — М.: Альпина нон-фикшн, 2016. — 330 с.
7. Копылов А. Е. Экономика ВИЭ. — М.: Грифон, 2015. — 365 с.
8. Порфирьев Б. Н. Альтернативная энергетика как фактор снижения рисков и модернизации экономики // Проблемы теории и практики управления. — 2013. — № 6. — С. 8–22.
9. Копылов А. Е. Актуальное развитие системы поддержки ВИЭ в России. Эколого-правовой мониторинг // РНЭИ-Мониторинг. Климатическая политика и права человека. — Вып. 2. Возобновляемые источники энергии. — Берлин: Немецко-русский обмен, 2013.
10. Фортвов В., Попель О. Возобновляемые источники энергии в мире и в России // Энергетический вестник. — 2013. — № 16. — С. 20–31.
11. Menanteau P., Finnon D., Lamy M.-L. Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy // Energy Policy. — 2003. — 31. — 799–812.
12. Rutovitz J., Harris S. (2012). Calculating Global Energy Sector Jobs: Methodology. Johannesburg: University of Technology, Institute for Sustainable Futures, Sydney, Greenpeace Africa, 2012. — 52 p.

13. Порфирьев Б. Н. Природа и экономика: риски взаимодействия. — М.: Анкил, 2011. — 352 с.
14. Шайтанов В. Я., Золотов Л. А. Экологические аспекты использования возобновляемых источников энергии. [Электронный ресурс]. URL: <http://solex-un.ru/energo/review/opyt-ispolzovaniya-vie/obzor-1-napravleniya-vie-ekonomika-effekty-sostoyanie-v-rf-1> (дата обращения: 27.03.2016).
15. Jasim S., Kunz C. Erneuerbare Energien im Strommarkt. Renew's Kompakt. Agentur für Erneuerbare Energien (2013) Retrieved from http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/276.AEE_RenewsKompakt_Strommarkt_dez13.pdf (Дата обращения: 27.03.2016).
16. Bobylev S. N., Kudryavtseva O. V., Yakovleva Ye. Yu. (2015) Green economy regional priorities // Economy of region. — 2015. — 2. — 148–159. doi 10.17059/2015-2-12.

Информация об авторах

Гречухина Ирина Александровна — кандидат экономических наук, экономический факультет, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Российская Федерация, 119991, ГСП-1, г. Москва, Ленинские горы, д.1, стр. 46, 3-й гуманитарный корпус; e-mail: i.grech@hotmail.com).

Кудрявцева Ольга Владимировна — доктор экономических наук, профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Российская Федерация, 119991, ГСП-1, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 46, 3-й гуманитарный корпус; e-mail: olgakud@mail.ru).

Яковлева Екатерина Юрьевна — аспирант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Российская Федерация, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 46, 3-й гуманитарный корпус; e-mail: e.u.yakovleva@gmail.com).

For citation: *Ekonomika regiona* [Economy of Region]. — 2016. — Vol. 12, Issue 4. — pp. 1167–1177

A. Grechukhina, O. V. Kudryavtseva, E. Yu. Yakovleva

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russian Federation; e-mail: e.u.yakovleva@gmail.com)

Evaluation of the Development of the Renewable Energy Markets in Russia

The aim of this study is to systemize and present the quantitative and quality evaluation of the economic and non-economic effects of the implementation of the new mechanism of the support of renewable energy in Russia. It should allow meeting the middle-term goal of 2.5 % of renewables at the Russian wholesale electricity market by 2024. To achieve this aim, in the introduction part of the article, a detailed description of the new mechanism of the support of the renewable energy in Russia is presented. It is based on the payment for energy in the wholesale electricity market. The estimated aggregate positive effect resulting from this mechanism's implementation was expected as follows: a) replacement of non-renewable fossil fuels to renewable energy, b) reduction of carbon dioxide emissions, c) the average prices reduction in the wholesale electricity market, d) reduction of the costs on environmental measures and health protection measures in traditional power generation, e) creating new jobs, f) reduction of fresh water used for cooling in traditional power generation, g) multiplicative effects from the development of renewable energy and etc. The resulting economic effect is estimated at 47.77 billion rubles per year by 2024. The authors relied on expert estimates, forecasts of the Ministry of Energy and the Ministry of Economic Development, the Russian Energy Agency, the International Energy Agency, the International Agency for Renewable Energy, the Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, the experience of foreign countries, the data of Russian Federal State Statistics Service.

Keywords: renewable energy, solar energy, wind energy, bioenergy, hydro power, bioenergy, RES, mechanisms for the support of RES, demand charge, contract for capacity supply, wholesale electricity market

Acknowledgements

The article has been supported by the Russian Foundation for Basic Research, within the project 14–06–00075 A «National economic and ecological safety: threats, consequences and scenarios of the interaction of economy and ecology».

References

1. Sidorovich, V. A. (2015). *Mirovaya energeticheskaya revolyutsiya* [The global energy revolution]. Moscow: Alpina Publ., 208.
2. Vaytszeker, E. U., Khargrouz, K., Smit, M. et al. (2013). *Faktor pyat. Formula ustoychivogo rosta: Doklad Rimskomu klubu* [Factor five. Formula of sustainable growth: Report to the Club of Rome]. Moscow: AST-Press, 368.
3. Verbruggen, A. & Lauber, V. (2012) Assessing the performance of renewable electricity support instruments. *Energy Policy*, 45, 635–644.
4. Haas, R. R. (2011). Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources, Lessons from EU countries. *Energy*, 36, 2186–2193.
5. Grechukhina, I. A. (2016). Faktory razvitiya vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii i v mire [Development factors of renewable energy resources in Russia and in the world]. *Nauchnyye issledovaniya i razrabotki v epokhu globalizatsii. Sb. statey mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (5 fevr. 2016 g.)* [Research and development during a globalization era. Collection of articles of research and practical conference (5th of February, 2016)]. Ufa: Nauchno-izdatelskiy tsentr Aeterna Publ., 75–79.
6. Fyuks, R. (2016). *Zelenaya revolyutsiya. Ekonomicheskiy rost bez ushcherba dlya ekologii* [Green revolution. Economic growth without harm to ecology]. Moscow: Alpina non-fikshn Publ., 330.

7. Kopylov, A. E. (2015). *Ekonomika VIE [Economy of renewable energy]*. Moscow: Grifon Publ., 365.
8. Porfiryev, B. N. (2013). Alternativnaya energetika kak faktor snizheniya riskov i modernizatsii ekonomiki [Alternative energy as a factor of decrease in risks and modernization of the economy]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya [Problems of the theory and management practice]*, 6, 8–22.
9. Kopylov, A. E. (2013). Aktualnoye razvitie sistemy podderzhki VIE v Rossii. Ekologo-pravovoy monitoring [Relevant development of the support system of renewable energy in Russia. Eco-legal monitoring]. *RNEI-Monitoring. Klimaticheskaya politika i prava cheloveka*. — Vyp. 2. *Vozobnovlyаемые источники энергии [RNEI-Monitoring. Climatic policy and human rights. — Issue 2. Renewable energy resources]*. Berlin: Nemetsko-russkiy obmen Publ. 2013.
10. Fortov, V. & Popel, O. (2013). Vozobnovlyаемые источники энергии в мире и в России [Renewable energy sources in the world and in Russia]. *Energeticheskiy vestnik [Energy bulletin]*, 16, 20–31.
11. Menanteau, P., Finnon, D. & Lamy M.-L. (2003). Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy*, 31, 799–812.
12. Rutovitz, J. & Harris, S. (2012). *Calculating Global Energy Sector Jobs: Methodology*. Johannesburg: University of Technology, Institute for Sustainable Futures, Sydney, Greenpeace Africa, 52.
13. Porfiryev, B. N. (2011). *Priroda i ekonomika: riski vzaimodeystviya [Nature and economy: risks of interaction]*. Moscow: Ankil Publ., 352.
14. Shaytanov, V. Ya. & Zolotov, L. A. *Ekologicheskie aspekty ispolzovaniya vozobnovlyаемых источников энергии [Ecological aspects of the use of renewable energy sources]*. Retrieved from: <http://solex-un.ru/energo/review/opyt-ispolzovaniya-vie/obzor-1-napravleniya-vie-ekonomika-effekty-sostoyanie-v-rf-1> (date of access: 27.03.2016).
15. Jasim, S. & Kunz, C. (2013). *Erneuerbare Energien im Strommarkt. Renew's Kompakt. Agentur für Erneuerbare Energien*. Retrieved from: http://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/276.AEE_RenewsKompakt_Strommarkt_dez13.pdf (date of access: 27.03.2016).
16. Bobylev, S. N., Kudryavtseva, O. V. & Yakovleva, Ye.Yu. (2015). Green economy regional priorities. *Economy of region*, 2, 148–159. doi 10.17059/2015–2-12.

Authors

Irina Aleksandrovna Grechukhina — PhD in Economics, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University (3rd Humanities Building, 1–46, Leninskiye Gory, Municipal Post Office-1, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: i.grech@hotmail.com).

Olga Vladimirovna Kudryavtseva — Doctor of Economics, Professor, Lomonosov Moscow State University (3rd Humanities Building, 1–46, Leninskiye Gory, Municipal Post Office-1, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: olgakud@mail.ru).

Ekaterina Yuryevna Yakovleva — PhD Student, Lomonosov Moscow State University (3rd Humanities Building, 1–46, Leninskiye Gory, Municipal Post Office-1, Moscow, 119991, Russian Federation; e-mail: e.u.yakovleva@gmail.com).