

ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

DOI: 10.36535/1994-8336-2020-02-2

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

О.Б. Дубинский

младший научный сотрудник ФГБУ Институт глобального климата
и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу ок-
ружающей среды и Российской академии наук имени академика
Ю. А. Израэля, ул. Глебовская, 20Б, Москва, Россия, 107258.

E-mail: olegd26@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2204-7796

Цель данного исследования состоит в систематизации и выполне-
нии качественной и количественной оценки предполагаемого соци-
ально-эколого-экономического эффекта реализации механизма сти-
мулирования возобновляемой энергетики в России. Она позволит
правительству РФ осуществить планы роста доли возобновляемых
источников энергии до 2,5 % в энергобалансах производства и по-
требления электроэнергии к 2024 г. на оптовом рынке электроэнергии
и мощности. В итоге количественная оценка данных эффектов в пре-
делах Арктической Зоны России составила 11,34 млрд руб. в 2024 г.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, микрогенерация,
локализация оборудования, мультипликативные эффекты, новые ра-
бочие места, Международное энергетическое агентство, Арктическая
Зона России, децентрализованная зона энергоснабжения

ECOLOGICAL AND ECONOMIC MECHANISMS OF RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT IN THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA

O.B. Dubinskii

Yu. A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology,
Federal service for Hydrometeorology and environmental monitoring,
Russian Academy of Sciences, 20B, Glebovskaya street,
Moscow, 107258, Russian Federation.

E-mail: olegd26@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2204-7796

The purpose of this study is to systematize and perform a qualitative and quantitative assessment of the expected socio-ecological and economic effect of the implementation of the mechanism to stimulate renewable energy in Russia, which makes it possible to implement the plans of the government of the Russian Federation to increase the share of renewable energy to 2.5% in the energy production and consumption by 2024 in the wholesale electricity and capacity market. As a result, the quantitative assessment of these effects within the Arctic Zone of Russia amounted to 11.34 billion rubles in 2024.

Keywords: renewable energy, microgeneration, localization of equipment, multiplicative effects, new jobs, the Arctic Zone of Russia, International Energy Agency, decentralized energy supply zone

Актуальность и степень научной разработанности темы

Возобновляемая энергетика прошла значительную эволюцию за последние десятилетия. С 2006 г. по 2016 г. доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом балансе производства электроэнергии выросла в 4 раза. Совокупные мировые инвестиции в сектор составили 2,9 триллиона долларов США с 2004 года. В 2016 г. ВИЭ составили 62% от вновь введенных генерирующих мощностей в мире. Современные преобразования в мировой энергетике во многом определяются тем, что высокий уровень развития технологий возобновляемой энергетике (в особенности, ветровой и солнечной) сделал ее конкурентоспособной по отношению к традиционной энергетике. Технологический прогресс в данном секторе отчасти обусловлен проведением государственной политики поддержки ВИЭ, направленной на стимулирование роста мощностей и производства энергии путем привлечения инвестиций. Успешная реализация данной политики имеет определенное значение для сокращения выбросов углерода в контексте глобального потепления климата и необходимости в связи с этим разработки новой парадигмы к энергообеспечению. Существенной особенностью этого процесса является развитие структуры энергобалансов генерации и потребления энергии посредством роста доли безуглеродной энергетике, в том числе с помощью использования возобновляемых источников энергии. Такие изменения в энергообеспечении за последнее десятилетие в большинстве регионов мира привели к снижению энергоемкости: с 2010 года глобальная энергоемкость снизилась в среднем на 2,1% в год.

Роли возобновляемой энергетике в развитии макроэкономики посвящено множество научных работ. Проблемам экономического развития в сфере возобновляемой энергетике уделялось внимание в работах Ёрпин Д.Х., Кепплер Дж., Кошьялов А. Е., Робертсон С., Твайдел Дж. [27, 19, 7, 24, 13]. Исследования особенностей эффективного применения возобновляемой энергетике отражены в трудах Алферова Ж.И., Попеля О.С., Фортова В.Е., Безруких П.П. [1, 10, 2,]. Вопросы взаимосвязи налогового стимулирования и возобновляемой энергетике рассматриваются в работах Митровой Т.А., Телегиной Е.А., Ивановой Н.И. [9, 14, 6]. Особенности развития сектора возобновляемой энергетике в целях повышения энергетической безопасности посвящены труды Макарова А.А., Порфирьева Б.Н., Брагинского О.Б. [8, 11, 3]. Эконометрические исследования в сфере взаимосвязи развития ВИЭ и экономического роста содержатся в работах Эллер Д., Вендинг З., Фанг Ю., Инглеси-Лотц Р., Кимнагарн А.М. [16, 26, 17, 18, 20]. Применение

комплекса политических и экономических мер по стимулированию развития возобновляемой энергетики отражено в стратегиях и декларациях международных организаций: ООН, Международного энергетического агентства, Всемирного банка, Международного агентства по возобновляемым источникам энергии [23, 22, 25].

Несмотря на пристальное внимание к сфере возобновляемой энергетики со стороны научного сообщества, национальных органов власти и международных институтов, вопросы об эколого-социально-экономических преимуществах развития альтернативной энергетики в Арктической зоне России при реализации существующего механизма поддержки возобновляемой энергетики в РФ и об оценке социально-эколого-экономического эффекта для арктических регионов России вследствие эволюции данного сектора сохраняют актуальность. Проведенное исследование определяет возможные пути решения данных вопросов.

Сущность механизма поддержки сектора возобновляемой энергетики в России

На сегодняшний день государственная политика поддержки ВИЭ осуществляется в 147 странах мира [23], включая Россию, где в 2013 г. был утвержден механизм стимулирования развития оптового рынка возобновляемой энергетики, предусматривающий плату за мощность. Сейчас, значение возобновляемой энергетики (кроме крупных ГЭС) в энергетической системе России невелико: доля ВИЭ в производстве энергии составляет около 1% в энергобалансе. В то же время развитие сектора альтернативной энергетики в РФ экономически обоснованно и в ходе исследования предлагается инструментарий, позволяющий оценить социально-эколого-экономический эффект функционирования механизма стимулирования применения ВИЭ на оптовом и розничном рынках электрической энергии и мощности.

Механизм стимулирования генерации электроэнергии путем использования ВИЭ на оптовом рынке электроэнергии и мощности утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации № 449 от 28 мая 2013 г. В соответствии с данным Постановлением, стимулирование развития возобновляемой энергетики реализуется с помощью применения договоров о предоставлении мощности (ДПМ), которые позволяют компенсировать инвесторам затраты по вводу в эксплуатацию новых мощностей.

Отбор проектов происходит по итогам ежегодного конкурсного процесса, где основными критериями являются минимальные удельные капитальные и эксплуатационные затраты. Уровни капитальных и эксплуатационных затрат утверждены Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1472-р от 28.07.2015 (табл. 1).

Процесс конкурсного отбора проектов осуществляется в рамках лимитированных объемов установленной мощности, что делает возможным реализацию планов правительства РФ по увеличению доли ВИЭ до 2,5 % в энергобалансах производства и потребления электроэнергии к 2024 г., а также регулирует общую мощность генерирующих объектов ВИЭ и объем государственной помощи проектам. Лимитированные объемы установленной мощности генерирующих объектов ВИЭ в 2014-2024 гг. утверждены Правительством Российской Федерации (табл. 2).

Существенной особенностью оптового рынка электроэнергии и мощности является условие локализации изготовления оборудования, предъявляемое к энергоустановкам ВИЭ. Правительством Российской Федерации были

определены целевые показатели степени локализации для различных типов энергетических установок ВИЭ на срок до 2024 г. (табл. 3).

При условии несоблюдения нормативных показателей используются значительные штрафные коэффициенты к расчетной величине платы за мощность: для ветроэнергостановок и объектов малой гидрогенерации — коэффициент 0,45, солнечных фотоэлектрических установок — коэффициент 0,35. Эффективное применение установленных мощностей возобновляемой энергетики реализуется в рамках механизма стимулирования развития оптового рынка возобновляемой энергетики путем установления коэффициента использования установленной мощности (КИУМ), определяющего минимум объема электроэнергии, который необходимо выработать энергоустановке ВИЭ ежегодно. Если генерирующие объекты ВИЭ не вырабатывают данный установленный объем электроэнергии, плата за мощность уменьшается. Нормативы использования установленной мощности, которым энергетическим установкам ВИЭ необходимо следовать ежегодно, и коэффициенты, применяемые при расчете цены за мощность, содержатся в табл. 4.

Наряду с оптовым рынком возобновляемой энергетики, за последние годы был создан механизм стимулирования генерации электроэнергии путем использования ВИЭ на розничном рынке электроэнергии. Механизм стимулирования развития розничного рынка возобновляемой энергетики был утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации №47 от 23 января 2015 г. В соответствии с этим Постановлением, к объектам генерации ВИЭ, на которые распространяется механизм поддержки на розничных рынках, относятся энергетические установки мощностью менее 5 МВт, использующие ветровую, солнечную энергию, малая гидроэнергетика, биогаз, биомасса, свалочный газ. Механизм стимулирования развития розничного рынка возобновляемой энергетики содержит требования к объектам генерации ВИЭ по обязательному включению данных объектов в схему перспективного развития электроэнергетики субъекта Российской Федерации. Эксплуатационные и капитальные затраты на производство электроэнергии генерирующими объектами ВИЭ не превосходят предельные уровни капитальных и эксплуатационных затрат, утвержденных Правительством России в пределах субъектов Федерации, объединённых в неценовые зоны оптового рынка (Амурская, Архангельская, Калининградская области, Республика Коми, Приморский край, Хабаровский край, Еврейская автономная область).

Таблица 1

Предельные величины капитальных и эксплуатационных затрат для генерирующих объектов возобновляемой энергетики

Виды генерирующих объектов	Капитальные затраты (тыс.руб./кВт) (2014-2024 г.)	Удельные эксплуатационные затраты (тыс.руб./МВт в мес.)
Ветроэнергостановки	65,7-109	118
Солнечные фотоэлектрические установки	116,4-103,1	170
Гидрогенерирующие объекты мощностью менее 25 МВт	146	100

Источник: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-р <http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения 25.08.2019)

Таблица 2

Целевые показатели объемов ввода установленной мощности энергетических объектов, использующих возобновляемые источники энергии, в 2014–2024 гг.

Виды объектов генерации	(МВт)											
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Всего
Солнечные электростанции	120	140	200	250	270	270	270	—	—	—	—	1520
Ветровые электростанции	—	51	50	200	400	500	500	500	500	500	399	3600
Объекты малой гидрогенерации	18	26	124	124	141	159	159	—	—	—	—	751
Итого	138	217	374	574	811	929	929	500	500	500	399	5871

Источник: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-р
<http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения 25.08.2019)

Таблица 3

**Целевые показатели степени локализации на территории РФ
производства основного или вспомогательного генерирующего оборудования
для возобновляемой энергетики**

Виды генерирующих объектов	Год ввода в эксплуатацию	Целевой показатель степени локализации, %
Ветроэнергостановки	2016	25
	2017	40
	2018	55
	С 2019 по 2024	65
Солнечные фотоэлектрические установки	С 2014 по 2015	50
	С 2016 по 2024	70
Гидрогенерирующие объекты мощностью менее 25 МВт	С 2014 по 2015	20
	С 2016 по 2017	45
	С 2018 по 2024	65

Источник: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2015 г. № 1472-р <http://government.ru/docs/all/102917/> (дата обращения 28.08.2019)

Таблица 4

**Коэффициент использования установленной мощности для генерирующих
объектов возобновляемой энергетики**

Виды генерирующих объектов	КИУМ, %	Целевые показатели КИУМ, %	Коэффициент при определении цены мощности
Солнечные фотоэлектрические установки	14	50–75	0,8
Ветроэнергостановки	27	<50	0
Объекты малой гидрогенерации	38	<75	1

Источник: Постановление Правительства Российской Федерации от 28.05.2013 г. №449 <http://government.ru/docs/2121/> (дата обращения 28.08.2019)

В децентрализованных энергорайонах, технологически не связанных с Единой энергетической системой России, использование предельных уровней капитальных и эксплуатационных затрат как условия при отборе проектов строительства генерирующих объектов возобновляемой энергетики не предусмотрено.

Помимо этого, механизм поддержки розничного рынка возобновляемой энергетики включает:

- целевые показатели коэффициента использования установленной мощности независимо от ее величины;

- срок окупаемости за период, составляющий 15 лет;

- предельный размер годовой компенсации объёмов потерь электроэнергии сетевыми организациями путем обязательного приобретения электроэнергии, вырабатываемой энергетическими установками ВИЭ, в размере 5% от объёма планируемых в предстоящем году потерь.

Развитие розничного рынка возобновляемой энергетики также регулируется Поручением А. Дворковича о стимулировании развития микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии от 17.02.2017, утверждающим план мероприятий в данной сфере. В соответствии с данным Поручением, к микрогенерации ВИЭ относятся объекты генерации с установленной мощностью до 15 кВт за исключением многоквартирных домов. План мероприятий по поддержке развития микрогенерации ВИЭ устанавливает обязанность покупки гарантирующим поставщиком электрической энергии, вырабатываемой генерирующими объектами ВИЭ мощностью менее 15 кВт. Цена купли-продажи электрической энергии эквивалентна средневзвешенной нерегулируемой цене на электрическую энергию на оптовом рынке в пределах регионов, относящихся к ценовым зонам оптового рынка электрической энергии и мощности. В децентрализованной зоне энергоснабжения цена реализации электрической энергии соответствует минимальной цене ее производства, утвержденной уполномоченным органом исполнительной власти. Кроме того, Поручение исключает налогообложение доходов физических лиц, полученных в ходе реализации излишков электрической энергии, вырабатываемой для удовлетворения собственных потребностей объектами микрогенерации ВИЭ. Основные механизмы формирующегося сектора микрогенерации ВИЭ в России отражены в табл. 5.

Таблица 5

Проектные характеристики сектора микрогенерации на основе ВИЭ в РФ

Сфера регламентирования	Параметры
Мощность объектов генерации	менее 15 кВт
Размещение объектов генерации	жилой сектор, малые производственные объекты (кроме многоквартирных домов)
Процесс ввода оборудования в эксплуатацию	Порядок уведомления (при отсутствии потребности в изменении действующего технологического присоединения к электрическим сетям); упрощенный порядок технологического присоединения к электрическим сетям и ввода в эксплуатацию объектов генерации (для других случаев)
Установка двусторонних приборов учета электрической энергии	на средства заявителя
Процесс поставки электроэнергии в сеть и ее ценообразование	установление обязательств гарантирующего поставщика по приобретению электроэнергии у собственников объектов микрогенерации ВИЭ; цена купли-продажи соответствует средневзвешенной нерегулируемой цене на электрическую энергию на оптовом рынке
Сфера регламентирования	Параметры
Налоговые обязательства у физических лиц при реализации электрической энергии	исключены

Источник: составлено автором на основе Энергетический бюллетень № 49, 2017 / Аналитический центр при Правительстве РФ [Электронный ресурс] <http://ac.gov.ru/files/publication/a/13570.pdf> (дата обращения: 14.08.2019)

В соответствии с исследованиями Международного энергетического агентства и Международного агентства по возобновляемым источникам энергии [21], развитие сферы возобновляемой энергетики приводит к различным мультипликативным эффектам в смежных отраслях промышленности и сферах деятельности, включая:

- стимулирование внутреннего производства и генерацию добавленной стоимости;
- снижение расходов на закупку органического топлива, используемого при генерации энергии в секторе традиционной электроэнергетики;
- создание новых рабочих мест в сфере энергетического машиностроения и производстве сопутствующего энергетического оборудования;
- уменьшение эмиссии парниковых газов;
- увеличение фискальных сборов федерального и регионального бюджетов;
- поддержку научных исследований теоретического и прикладного характера.

При оценке разнообразных эффектов от развития сектора возобновляемой энергетики в Арктической Зоне России автор основывается на ожидаемом суммарном вводе на оптовом и розничном рынках электроэнергии мощностей ВИЭ в объеме 346 МВт в пределах данного региона к 2024 г.

Оценка социально-эколого-экономического эффекта развития отрасли возобновляемой энергетики в Арктической Зоне России

Исходя из опыта других стран, развитие сферы возобновляемой энергетики осуществляется в виде малого и среднего бизнеса и относится, прежде всего, к отраслям энергетического машиностроения (оборудование для ветроэнергостановок, ГЭС, теплостанций, использующих биомассу), технологиям производства фотоэлектрических панелей, производству сопутствующего энергетического оборудования (инверторов, кабелей). Развитие собственного производства технологий ВИЭ в рамках государственной политики поддержки в разных странах, включая Россию, во многом обусловлено требованиями по локализации оборудования для возобновляемой энергетики в качестве обязательства осуществления проектов в данной сфере. Следовательно, для предоставления помощи инвесторам в проекты ВИЭ необходимо применять национальные технологии в определенной пропорции. Таким образом, локализация оборудования для сектора возобновляемой энергетики приведет к стимулированию внутреннего производства, генерации добавленной стоимости и созданию новых рабочих мест в России. Экономически развитые страны, опирающиеся на мощную научно-техническую базу, способны достигнуть значительного уровня локализации за сравнительно небольшой период времени, развивая в пределах своей территории производство соответствующего оборудования [11]. В то же время условия локализации могут быть неприемлемыми для многих развивающихся экономик. В некоторых случаях они являются значительным ограничением для инвестирования в проекты возобновляемой энергетики, что наблюдалось и в России.

Об эффективности реализации политики Правительства РФ по локализации производства оборудования для возобновляемой энергетики в качестве требования осуществления помощи свидетельствуют результаты конкурсов в 2015-2017 годах по проектам ВИЭ, в соответствии с решениями, достигнутыми в данной сфере (рис. 1).

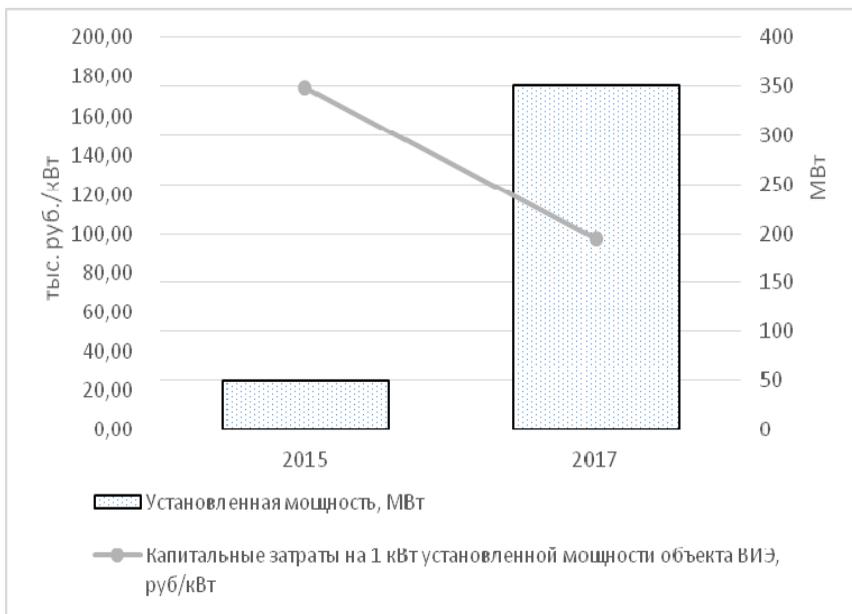


Рис. 1. Плановый объем установленной мощности и плановая величина капитальных затрат на 1 кВт установленной мощности объекта ВИЭ, руб/кВт перечня отобранных проектов ценовых зон оптового рынка электроэнергии и мощности в пределах Арктической Зоны России

Источник: составлено автором по материалам Ассоциации «НП Совет Рынка» [Электронный ресурс] <http://www.np-sr.ru/> (дата обращения: 14.08.2019)

В солнечной энергетике соответствовать требованиям локализации удастся следующим участникам конкурсов, реализующих проекты, в том числе в Арктической Зоне России: компании “Хевел”, построившей завод в Республике Чувашия, а также компаниям “Солар системс” и “Грин Энерджи Рус”. В ветроэнергетике, согласно результатам конкурсного отбора 2017 года, право на реализацию ряда проектов строительства электростанций получили ООО “Фортум Энергия” (совместное предприятие ПАО “Фортум” и АО “РОСНАНО”), ПАО “Энел Россия” и АО “ВетроОГК” (дочерняя компания ГК “Росатом”). Осуществление проектов предполагает ввод в эксплуатацию к 2022 году объектов ветрогенерации в ценовых зонах оптового рынка электроэнергии и мощности Арктической Зоны России суммарной мощностью 350 МВт. Объем инвестиций “РОСНАНО” и “Фортум” в строительство ветрогенерирующих объектов составит 30 млрд рублей. Часть проектов будет реализована с помощью Фонда развития ветроэнергетики, основанного “РОСНАНО” и “Фортум”. В рамках сотрудничества с участниками конкурсов, локализацию ветроэнергетического оборудования будет осуществлять компания “Вестас”, которая планирует построить в России предприятие по производству комплектующих для ветроэнергетических станций. Инвести-

ции компании “Вестас” в строительство предприятия составят более 1 млрд рублей, что в результате позволит увеличить уровень локализации объектов ветрогенерации до 65% в 2021-2024 годах. Перспектива реализации данных ветроэнергетических проектов позволит повысить инвестиционную активность в российской ветроэнергетике, сделает возможным достижение целевого показателя степени локализации в этой отрасли, а также может изменить негативную тенденцию 2013-2015 годов, когда в условиях отсутствия производства ветроэнергетического оборудования и в связи с этим, невыполнимости требований по локализации инвесторами, большинство конкурсных отборов не состоялось [4].

Прогнозируемая экономия топлива определяется с учетом предполагаемых объемов генерации электроэнергии ВИЭ в Арктической Зоне России. Следовательно, при ожидаемом суммарном вводе мощностей ВИЭ 346 МВт, суммарной генерации в объеме 1,230 млрд кВт*ч и средних тарифах в Арктической Зоне России 7,7 руб./кВт*ч, индексированных на инфляцию 4% (согласно целевому уровню ЦБ РФ), величина стоимости экономии топлива будет составлять в 2024 г. 9,47 млрд. руб¹.

В качестве примера объекта генерации, соответствующего требованиям локализации, можно привести один из крупнейших реализуемых в Арктической Зоне России проектов в сфере возобновляемой энергетики – ветропарк в районе поселка Териберка Мурманской области. Мощность этого ветропарка составит 201 МВт, что позволит ежегодно генерировать около 700 ГВт*ч. Коэффициент использования установленной мощности ветропарка будет на уровне 41%. Право на осуществление данного проекта в 2017 г. получило ПАО “Энел Россия”. Оборудование для данного проекта будет произведено на территории России совместным предприятием Siemens Gamesa. Локализация оборудования составит 65%, что соответствует целевым показателям степени локализации на территории РФ. Капитальные затраты на строительство этого ветропарка, которое должно завершиться к концу 2021г., составят 330 млн евро. ПАО “Энел Россия” будет получать плату за мощность в соответствии с договором о предоставлении мощности продолжительностью 15 лет, который обеспечивает возврат инвестированного капитала при норме доходности 12%². В результате реализации проекта суммарная экономия расходов на топливо составит 15 млрд рублей ежегодно. Ставка дисконтирования (**R**) была определена кумулятивным методом по формуле:

$$R = R_0 + \sum r \quad , \quad (1)$$

где **R**₀ – величина безрисковой ставки;
r – премия за потенциальные риски.

¹ Рассчитано автором по материалам V Международной конференции “Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России”. Якутск. 22-24.06.2017 г. URL: <http://www.eastrenewable.ru/> (дата обращения 28.09.2019).

² См.: Enel Russia enters the renewable sector with 291 MW of wind capacity awarded. Enel Russia, Moscow, 2017. URL: <http://www.enelrussia.ru/> (дата обращения 29.09.2019).

В качестве величины безрисковой ставки взяты доходности по 10-летним облигациям федерального займа (ОФЗ), к которым привязана норма доходности инвестиционного капитала. Премия за потенциальные риски принята на основе методики правительства РФ №1470 (от 22.11.1997) по оценке ставки дисконтирования для инвестиционных проектов и составляет 14% в качестве риска продвижения на рынок нового вида продукции. Тогда при доходности 10-летних ОФЗ в первой половине 2018 г. в 7,5%, ставка дисконтирования составит 21,5% (7,5+14). Срок окупаемости проекта равен 1,58 года, а дисконтированный срок окупаемости – 0,58 года. Динамика чистой приведенной стоимости данного проекта показана на рис. 2.

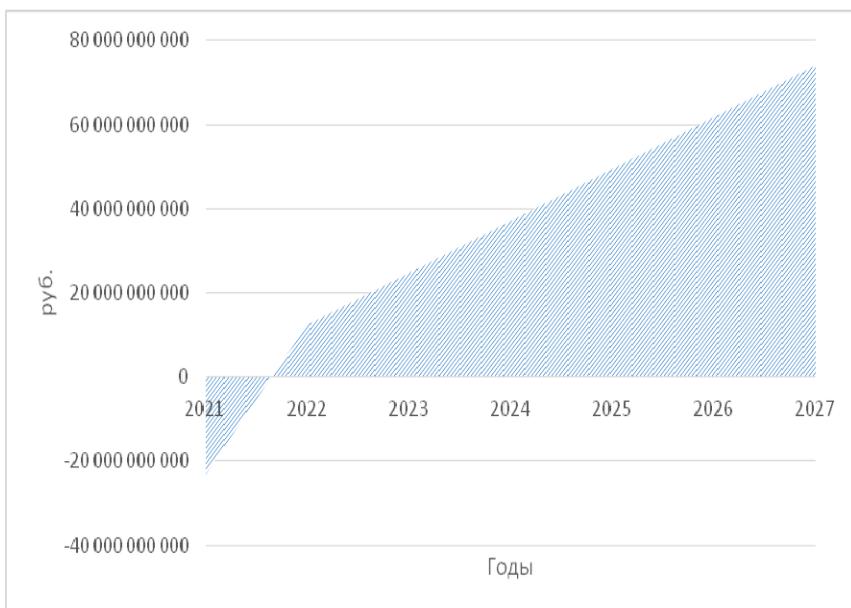


Рис. 2. Чистая приведенная стоимость (NPV) для проекта ветропарка в районе поселка Териберка Мурманской области в 2021-2027 гг.

Источник: составлено автором

Согласно рис. 2, чистая приведенная стоимость за 2021-2027 гг. составляет 236 млрд рублей. Следовательно, можно сделать вывод о том, что в децентрализованной зоне энергоснабжения с высокой себестоимостью электроэнергии, вырабатываемой на ДЭС проекты возобновляемой энергетики, повышающие эффективность использования энергии, обладают значительным экономическим эффектом в отношении сокращения затрат на энергоснабжение потребителей.

Согласно данным Международного агентства по возобновляемой энергии, в 2018 году число занятых в РФ в сфере ВИЭ (без крупных ГЭС) составляло всего 600 человек³. В то же время, по оценке группы компаний “Хевел”, опирающейся на исследования Ассоциации устойчивой энергетики Британской Колумбии, Национального института электроэнергетики и чистой энергии Мексики и британского банка Барклиз, количество новых рабочих мест, создаваемых при вводе 1 МВт генерирующих мощностей в солнечной энергетике, составляет 35 человек, в биоэнергетике и ветроэнергетике – 10 и 8 человек соответственно [12]. Принимая во внимание ожидаемый объем ввода мощностей ВИЭ в Арктической Зоне России с преобладанием солнечных электростанций и ветроэнергоустановок, можно оценить предполагаемый рост рынка труда в 2024 году, который составит:

$$146 \text{ МВт} \times 35 \text{ чел.} + 200 \text{ МВт} \times 8 \text{ чел.} = 6710 \text{ человек.}$$

Помимо этого, возобновляемая энергетика обладает в течение всего жизненного цикла производства энергии — от создания комплектующих до полного вывода оборудования из эксплуатации — меньшим воздействием на окружающую среду, при ее сопоставлении с традиционной энергетикой. Значительная часть технологий в секторе возобновляемой энергетики не использует топливо в ходе эксплуатации и не потребляет невозобновляемые природные ресурсы.

Наибольший негативный эффект традиционной энергетики для окружающей среды состоит в ее влиянии на климатические изменения. Для выявления суммарной эмиссии углекислого газа в течение всего срока функционирования электростанции следует учитывать ее на каждой стадии жизненного цикла. При использовании топлива (ископаемое топливо, биотопливо, урановая руда) требуется принимать во внимание цепочку его поставки, нерегулируемую эмиссию во время добычи и сгорания (углекислого газа, оксида азота, метана и иных парниковых газов), создание оборудования для разработки месторождений, а также выбросы, относящиеся к логистике. Исходя из жизненного цикла электростанций, необходимо учитывать эмиссию парниковых газов при создании ветроэнергоустановок, выбросы в процессе транзита природного газа от месторождения к энергообъектам, и, кроме того, эмиссии, обусловленные прекращением эксплуатации АЭС и захоронением отработавшего ядерного топлива. В ходе своего жизненного цикла объем эмиссии парниковых газов ВИЭ в 10–120 раз меньше, по сравнению с газовыми электростанциями (обладает наименьшим негативным воздействием на окружающую среду в традиционной энергетике) и в 250 раз меньше при сопоставлении с угольными электростанциями [15]. Следовательно, перспективы реализации возможностей по уменьшению выбросов парниковых газов, которые могут быть использованы путем применения технологий ВИЭ, подразумевают их ведущую роль в борьбе с климатическими изменениями и их актуальность как важной части различных сценариев развития энергетики Арктической Зоны России [5].

Количественная оценка сокращения эмиссии парниковых газов в Арктической Зоне России выполнена исходя из ожидаемого ввода к 2024 г. 346 МВт мощностей ВИЭ. При повышении доли технологий ВИЭ совокупная эмис-

³ См.: <http://irena.org/> (дата обращения 30.09.2019).

сия парниковых газов уменьшается пропорционально. Основываясь на следующем соотношении $1\text{МВт}\cdot\text{ч} = 0,456 \text{ т выбросов } \text{CO}_2$, снижение эмиссии парниковых газов в 2024 г. составит:

$$1,230 \text{ млрд. кВт}\cdot\text{ч} \times 0,456 \text{ т/МВт}\cdot\text{ч} = 0,56 \text{ млн. тонн.}$$

Оценка этого уменьшения выбросов CO_2 в денежном выражении находится в зависимости от стоимости тонны выбросов CO_2 в 2024 г. Принимая во внимание высокую волатильность рынка торговли квотами на выбросы, оценку можно выполнить на основе среднего значения стоимости тонны CO_2 на Европейском рынке торговли квотами за время его функционирования (с 2012 г.) в 5 евро за тонну. В таком случае при курсе 70 руб./евро данная экономия в 2024 г. будет 196 млн руб.

Допуская предполагаемый экспорт экономленного топлива, государство сможет получить сверхдоходы в виде экспортных таможенных пошлин. Процесс регламентирования доходов от экспорта обусловлен видом топлива и в связи с этим обладает вариативным экономическим эффектом. Налогообложение экспорта нефти является наибольшим, при этом значение нефти в генерации электроэнергии в Арктической Зоне России небольшое. В балансе производства электроэнергии в данном регионе значительную долю занимает дизельное топливо. В соответствии с текущей средней ценой на дизельное топливо в Республике Саха (Якутия), доставляемое по “северному завозу”, и средним ежегодным темпом роста цены на 8%, прогнозная цена на дизель в 2024 г. составит 105 тыс. руб./т. Удельный расход на электроэнергию, произведенную дизельными электростанциями общего назначения, составляет 0,35 т/МВт \cdot ч. Тогда при суммарной генерации электроэнергии на основе технологий ВИЭ в объеме 1,230 млрд кВт \cdot ч в 2024 г., возможность экономии дизельного топлива будет:

$$1,230 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \times 0,35 \text{ т/МВт}\cdot\text{ч} = 430 \text{ 000 тонн дизельного топлива.}$$

Следовательно, с учетом возможности такой экономии дизельного топлива величина условной стоимости экспортируемого топлива предположительно будет равна 45,15 млрд руб. (105×430). Поэтому при курсе 70 руб./долл. в 2024 г. размер экспортной пошлины при условно неизменной ставке 33,4 долл. за 1000 кг⁴ составит 1 млрд руб. ($430000 \times 33,4 \times 70$).

Налог на прибыль введенных в эксплуатацию энергетическими объектами вычисляется на базе ожидаемой 12%-ной доходности и актуальной ставки налога на прибыль 20%. Размер выручки рассчитывается путем распределения ожидаемых объемов генерации электроэнергии, выработанной энергетическими объектами ВИЭ в объеме 1,23 млрд кВт \cdot ч по ценовым зонам и индексированным на инфляцию 4% (согласно целевому уровню ЦБ РФ) тарифам. Следовательно, величина налога на прибыль составляет:

$$[1,23 \text{ млрд кВт}\cdot\text{ч} \times 7,7 \text{ руб/кВт}\cdot\text{ч}] \times 0,12 \times 0,2 = 227,3 \text{ млн руб.}$$

⁴ См.: Информация Министерства экономического развития РФ от 19 декабря 2017 г. "О вывозных таможенных пошлинах на нефть и отдельные категории товаров, выработанных из нефти, на период с 1 по 31 января 2018 года". URL: http://base.garant.ru/71837744/#block_2 (дата обращения 30.09.2019).

Принимая во внимание возможное увеличение количества новых рабочих мест в сфере возобновляемой энергетики (6710 рабочих мест), ставку подоходного налога 13% и среднюю зарплату, по данным Росстата на 2017 г., в сфере электроэнергетики 524 тыс. руб. в год⁵, можно определить, что величина подоходного налога в 2024 г. будет равна 457 млн руб. (524 тыс. руб. × 6710 чел.) × 0,13.

Существенной особенностью возобновляемой энергетики является отсутствие необходимости роста инвестиционных вложений в операционные затраты в смежных отраслях: добывающей и перерабатывающей промышленности, сохранение и транспортирование органического топлива, захоронение продуктов его переработки, что имеет важное значение для себестоимости топлива энергообъектов. Таким образом, мультипликативный экономический эффект от развития сферы ВИЭ в Арктической Зоне России в 2024 г. составит 11,34 млрд руб/год (табл. 6).

Таблица 6

Мультипликативный экономический эффект от развития сектора возобновляемой энергетики в Арктической Зоне России в 2024 г.

Тип экономического эффекта от развития ВИЭ	Оценка млрд руб/год на 2024 г.
Снижение расходов на закупку органического топлива	9,47
Сокращение эмиссии парниковых газов	0,2
Дополнительные фискальные сборы, всего, в том числе:	1,67
Экспортные пошлины на дизельное топливо	1
Налог на прибыль	0,22
Подоходный налог	0,45
Всего	11,34
Результаты, имеющие социальный эффект	
Создание новых рабочих мест	6,7 тыс.

Источник: разработано автором

В то же время, в данный момент для альтернативной энергетики полностью заменить дизельные энергоустановки, преобладающие в децентрализованных энергорайонах, невозможно. В данный момент является актуальным заместить производство дизельной энергии на 20– 40% по отдельным населенным пунктам Арктической Зоны России.

Заключение

Предложенная в исследовании методология оценки социально-экономического эффекта от реализации механизма стимулирования возобновляемой энергетики в России предполагает рассмотрение его отдельных составляющих: эффекта создания новых рабочих мест в сфере энергетического машиностроения и производстве сопутствующего энергетического оборудо-

⁵ См.: Рынок труда, занятость и заработная плата / Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/ (дата обращения 30.09.2019).

вания, уменьшения эмиссии парниковых газов, снижения расходов на закупку органического топлива, используемого при генерации энергии в секторе традиционной электроэнергетики, стимулирования внутреннего производства и генерации добавленной стоимости, мультипликативных эффектов в смежных отраслях промышленности и сферах деятельности, поддержки научных исследований теоретического и прикладного характера, увеличения фискальных сборов федерального и регионального бюджетов. В соответствии с выполненными расчетами, суммарный эффект от развития сферы возобновляемой энергетики в Арктической Зоне России составит 11,34 млрд руб. в 2024 г. Применяемый в исследовании подход обладает методологическим значением для последующих научных исследований при изучении воздействия механизма стимулирования возобновляемой энергетики, для оценки социально-эколого-экономического эффекта его реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алфёров Ж.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физика и техника полупроводников. 2004. Т. 38. № 8. С. 937-948.
2. Безруких П.П., Безруких П.П. мл. Об индикаторах состояния энергетики и эффективности возобновляемой энергетики в условиях экономического кризиса // Вопросы экономики. 2014. № 8. С. 92-105.
3. Брагинский О.Б. Нефтегазовый комплекс мира. – М.: Изд. "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. – 640 с.
4. Гречухина И. А., Кудрявцева О. В., Яковлева Е. Ю. // Экономика региона. 2016. Т. 12. Вып. 4. С. 1167–1177.
5. Дубинский О.Б. Перспективы развития возобновляемых источников энергии в Арктической Зоне России // Экономика природопользования. Обзорная информация/ Всероссийский институт научной и технической информации РАН, №3, 2018. С. 38-45.
6. Иванова Н.И. Инновационная политика: теория и практика // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60. № 1. С. 5–16.
7. Копылов А. Е. Экономика ВИЭ. — М. : Грифон, 2015. — 365 с.
8. Макаров А.А., Галкина А.А., Грушевенко Е.В., Грушевенко Д.А., Кулагин В.А., Митрова Т.А., Сорокин С.Н. Перспективы мировой энергетики до 2040 г. // Мировая экономика и международные отношения, 2014, № 1. С. 3-20.
9. Макаров А.А., Митрова Т.А. Проблемы развития мировой энергетики и пути их решения // Научные труды Вольного экономического общества России. 2007. Т. 87. С. 152-168.
10. Попель О.С., Фортов В.Е. Возобновляемая энергетика в современном мире. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 450 с.
11. Порфирьев Б.Н. “Зелёный” фактор инновационной модернизации экономики: вызов для России // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика. 2016. №3. С. 3-14.
12. Пряхин Д.П. “Солнечная энергия в России: инвестиционные возможности”. Презентация. Международная выставка оборудования, материалов и технологий для полупроводниковой промышленности и фотовольтаики “SEMICON Russia 2011”. Москва. 31.05.2011-02.06.2011г. – 6 с.

13. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. – М.: Энергоатомиздат. 2010. – 392 с.
14. Телегина Е.А., Перевертайло Е.А. Роль возобновляемых источников энергии в долгосрочных стратегиях международных нефтегазовых компаний // Нефть, газ и бизнес. 2013. №10. С. 3-10.
15. Фюкс Р. Зеленая революция. Экономический рост без ущерба для экологии. — М.: Альпина нон-фикшн, 2016. – 330 с.
16. Edler D. Modeling Economic Impacts of Renewable Energy Expansion – The Experience for Germany. International Conference on Economic Modeling, Sevilla, Spain. EcoMod. 2012. – 19 p.
17. Fang, Y. Economic welfare impacts from renewable energy consumption: the China experience // Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011, vol. 15, issue 9, 5120-5128.
18. Inglesi-Lotz, R. The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Welfare: A Panel Data Application. Department of Economics Working Paper Series. University of Pretoria. 2013. – 17 p.
19. Keppler J-H. Rationales for Capacity Remuneration Mechanisms: Security of Supply Externalities and Asymmetric Investment Incentives // Energy Policy. 2017. Vol. 105. P. 562-570.
20. Kimiagari A.M., Lotfian Delouyi F., Shabani M. Analysis of the simultaneous effects of renewable energy consumption and GDP, using Dynamic Panel Data // Journal of Industrial Engineering and Management Studies (JIEMS). 2016. Vol. 3. No. 1. P. 1-14.
21. Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System. OECD/IEA and IRENA. 2017. – 204 p.
22. Regulatory Indicators for Sustainable Energy. A Global Scorecard for Policy Makers. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2017. – 10 p.
23. Renewable Energy Policies in a Time of Transition. IRENA, OECD/IEA and REN21. 2018. – 112 p.
24. Roberson S. Ensuring America's Energy Security // International Organization. 2003. №5. P. 221-256.
25. Status of Power System Transformation. System Integration and Local Grids. OECD/IEA. 2017. – 158 p.
26. Wendling, Z., Warren, D., Rubin, B., Carley, S., and Richards, K. An Energy-Economy Econometric Model for Conducting State-Level Energy Policy Analysis. School of Public and Environmental Affairs. Indiana University. 2015. – 14 p.
27. Yergin D. The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World. Penguin Press. 2011. – 832 p.

REFERENCES

1. Alferov Zh.I., Andreev V.M., Rumyantsev V.D. Trends and prospects for the development of solar photoenergy // Physics and technology of semiconductors. 2004. T. 38. No. 8. pp. 937-948.
2. Bezrukikh P.P., Bezrukikh P.P. ml. About indicators of the state of energy and the efficiency of renewable energy in the conditions of the economic crisis // Questions of economy. 2014. No. 8. P. 92-105.

3. Braginsky O.B. Oil and gas complex of the world. - M.: Izd. "Oil and Gas" RSU of Oil and Gas. THEM. Gubkina, 2006. - 640 p.

4. Dubinsky O.B. Prospects for the development of renewable energy sources in the Arkticheskoy Zone of Russia // Economics of nature management. Overview/Russian Institute of scientific and technical information RAS, No3, 2018. P. 38-45.

5. Grechukhina I. A., Kudryavtseva O. V., Yakovleva E. Yu. // Economy of the region. 2016. T. 12. Vol. 4. pp. 1167–1177.

6. Ivanova N.I. Innovative policy: theory and practice // World economy and international relations. 2016. V. 60. № 1. P. 5–16.

7. Kopylov, A. E. Ekonomika VIE [Economy of renewable energy]. Moscow: Griffon Publ., 2015. - 365 p.

8. Makarov A.A., Galkina A.A., Grushevenko E.V., Grushevenko D.A., Kulagin V.A., Mitrova T.A., Sorokin S.N. Prospects for the global energy industry until 2040 // World Economy and International Relations, 2014, No. 1. P. 3-20.

9. Makarov A.A., Mitrova T.A. Problems of development of world energy and ways to solve them // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. 2007. T. 87. P. 152-168.

10. Popel O.S., Fortov V.E. Renewable energy in the modern world. - M.: Publishing House MEI, 2015. - 450 p.

11. Porfiriyev B.N. "Green" factor of innovative modernization of the economy: a challenge for Russia // Moscow University Bulletin. Ser. 6. Economy. 2016. №3. Pp. 3-14.

12. Pryakhin D.P. "Solar Energy in Russia: Investment Opportunities". Presentation. International exhibition of equipment, materials and technologies for the semiconductor industry and photovoltaics "SEMICON Russia 2011". Moscow. 05/31/2011-02.06.2011– 6 p.

13. Twidell J., Ware A. Renewable Energy. - M.: Energoatomizdat. 2010. - 392 p.

14. Telegin E.A., Perevertaylo E.A. The role of renewable energy in the long-term strategies of international oil and gas companies // Oil, gas and business. 2013. №10. Pp. 3-10.

15. Fuks R. The Green Revolution. Economic growth without harming the environment. - M.: Alpina non-fiction, 2016. - 330 p.

16. Edler D. Modeling Economic Impacts of Renewable Energy Expansion – The Experience for Germany. International Conference on Economic Modeling, Sevilla, Spain. EcoMod. 2012. – 19 p.

17. Fang, Y. Economic welfare impacts from renewable energy consumption: the China experience // Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011, vol. 15, issue 9, 5120-5128.

18. Inglesi-Lotz, R. The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Welfare: A Panel Data Application. Department of Economics Working Paper Series. University of Pretoria. 2013. – 17 p.

19. Keppler J-H. Rationales for Capacity Remuneration Mechanisms: Security of Supply Externalities and Asymmetric Investment Incentives // Energy Policy. 2017. Vol. 105. P. 562-570.

20. Kimiagari A.M., Lotfian Delouyi F., Shabani M. Analysis of the simultaneous effects of renewable energy consumption and GDP, using Dynamic Panel Data // Journal of Industrial Engineering and Management Studies (JIEMS). 2016. Vol. 3. No. 1. P. 1-14.

21. Perspectives for the Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System. OECD/IEA and IRENA. 2017. – 204 p.
22. Regulatory Indicators for Sustainable Energy. A Global Scorecard for Policy Makers. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2017. – 10 p.
23. Renewable Energy Policies in a Time of Transition. IRENA, OECD/IEA and REN21. 2018. – 112 p.
24. Roberson S. Ensuring America's Energy Security // International Organization. 2003. №5. P. 221-256.
25. Status of Power System Transformation. System Integration and Local Grids. OECD/IEA. 2017. – 158 p.
26. Wendling, Z., Warren, D., Rubin, B., Carley, S., and Richards, K. An Energy-Economy Econometric Model for Conducting State-Level Energy Policy Analysis. School of Public and Environmental Affairs. Indiana University. 2015. – 14 p.
27. Yergin D. The Quest: Energy, Security, and the Remaking of the Modern World. Penguin Press. 2011. – 832 p.