

DOI: 10.18721/JE.10410  
УДК 338.2:338.45:620.9

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТИМУЛИРОВАНИЯ МИКРОГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ: ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

С.В. Ратнер<sup>1</sup>, Т.Д. Аксюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Российская Федерация

Актуальность исследования, направленного на изучение мирового опыта стимулирования микрогенерации, обусловлена разработкой в настоящее время проекта плана по стимулированию развития микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), установленных у потребителей энергии, включая физических лиц (согласно поручению заместителя Председателя Правительства ФР № АД-П9-776 от 11.02.2017). Цель исследования – разработка предложений по стимулированию микрогенерации ВИЭ в жилом и коммерческом секторе на основе опыта стран с наиболее высоким уровнем развития микрогенерации ВИЭ. Выбраны методы библиографического, сравнительного и статистического анализа, а также метод множественного кейс-стади. Проведен обзор различных государственных мер стимулирования солнечной генерации и стандартов подключения микрогенерации к общей сети в зарубежных странах – лидерах развития возобновляемой энергетики. Сформулированы предложения и рекомендации по развитию микрогенерации в России, которые могут быть в дальнейшем использованы при внесении изменений в нормативно-правовую базу в сфере электроэнергетики и разработке программ стимулирования микрогенерации на основе ВИЭ. Одним из не решенных вопросов стимулирования развития микрогенерации на основе ВИЭ является слабая заинтересованность сетевых компаний в подключении объектов малой энергетики. Для исправления данной ситуации инициативной группой российских производителей энергосберегающего оборудования и услуг предлагается внести изменения в п.5 ст. 41 ФЗ-35 «Об электроэнергетике». Моделирование и изучение возможных последствий внесения предложений и других изменений в действующую нормативно-правовую базу в сфере электроэнергетики, а также сравнительный анализ их эффективности – предмет дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии; солнечная энергетика; микрогенерация; государственное стимулирование; зарубежный опыт

**Ссылка при цитировании:** Ратнер С.В., Аксюк Т.Д. Зарубежный опыт стимулирования микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии: организационно-экономические аспекты // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 4. С. 104–113. DOI: 10.18721/JE.10410

## FOREIGN EXPERIENCE OF STIMULATING MICROGENERATION BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES: ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS

S.V. Ratner<sup>1</sup>, T.D. Aksyuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow,  
Russian Federation

<sup>2</sup> Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

The importance of this study, aimed at studying the world experience in stimulating microgeneration, is due to the project to stimulate microgeneration based on renewable energy sources (RES) by order of the Deputy Prime Minister of the Russian Federation

(No. AD-P9-776 of 11.02.2017) that is currently under development. The aim of this study is to develop stimuli for microgeneration, based on the experience of other countries with the highest level of development of RES microgeneration. We applied methods of bibliographic, comparative and statistical analysis and the multiple case-study method. The article presents an overview of the state measures of stimulation for solar generation and standards for connecting microgeneration to a common network in foreign countries that are leaders in the development of renewable energy. We formulated the proposals and recommendations for the development of microgeneration in Russia which can be used to introduce changes in the regulatory framework in the field of electric power engineering and the development of programs to stimulate microgeneration based on RES. One of the unresolved issues of stimulating the development of microgeneration on the basis of renewable energy is in fact the weak interest of grid companies in connecting small-scale power facilities. To remedy this situation, the initiative group of Russian manufacturers of energy-saving equipment and services proposes to make changes in paragraph 5 of Article 41 of the Federal Law No. 35-FZ «On Electric Power». Modeling and studying the possible consequences of introducing these proposals and other changes in the current regulatory and legal framework in the electric power industry, as well as a comparative analysis of their effectiveness, is the subject of further research by the authors.

**Keywords:** renewable energy; solar energy; microgeneration; state stimulation; foreign experience

**Citation:** S.V. Ratner, T.D. Aksyuk, Foreign experience of stimulating microgeneration based on renewable energy sources: organizational and economic aspects, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (4) (2017) 104–113. DOI: 10.18721/JE.10410

*Введение.* Мировая практика развития возобновляемой энергетики демонстрирует существенный потенциал повышения энергоэффективности и генерации чистой энергии за счет малых производителей энергии – собственников индивидуальных и многоквартирных домов в жилом секторе, государственных и некоммерческих организаций, а также неэнергоёмких коммерческих предприятий и организаций [1]. Однако стоимость энергии, производимой такими малыми производителями, а следовательно, и потенциал спроса существенно зависят от возможностей подключения малых энергетических установок к общей сети [2–3]. Энергетические объекты, подключенные к общей сети, могут работать без дорогостоящих систем накопления энергии, продавать излишки произведенной электроэнергии другим потребителям, поэтому срок окупаемости таких систем в разы меньше, чем срок окупаемости автономных систем энергоснабжения. С другой стороны, подключение к общей сети множества малых объектов с нестабильной генерацией требует не только качественно иного подхода к энергоменеджменту, но и существенной технической модернизации [4].

В России действующее законодательство регламентирует процессы подключения к сетям только крупных производителей на базе ВИЭ и пока вообще никак не упоминает малых, что в значительной степени сдерживает рост спроса на подобные решения и ограничивает развитие соответствующих областей российской про-

мышленности [5]. В то же время, потребители (пока в основном это промышленные предприятия и фермерские хозяйства) рассматривают собственную генерацию, подпадающую под критерии малой и распределенной, как эффективный способ снижения затрат и решения проблем с подключением к электросетям.

Для устранения данных пробелов в нормативно-правовом пространстве по поручению заместителя Председателя Правительства РФ (№ АД-П9-776 от 11.02.2017 г.) в настоящее время ведется активная разработка проекта плана по стимулированию развития микрогенерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), установленных у потребителей энергии, включая физических лиц. При этом под микрогенерацией ВИЭ понимаются генерирующие объекты с установленной мощностью до 15 кВт. Поэтому исследования, направленные на изучение мирового опыта стимулирования микрогенерации, нормативно-правовых и технических барьеров подключения малых объектов возобновляемой энергетики к общей сети и опыта их преодоления, представляются актуальными и востребованными практикой.

Цель исследования – разработка предложений по устранению существующих нормативно-правовых, экономических и технических барьеров микрогенерации ВИЭ в жилом и коммерческом секторе на основе опыта стран с наиболее высоким уровнем развития микрогенерации ВИЭ. Информационной базой иссле-

дования послужили Федеральный закон «Об электроэнергетике» ФЗ № 35 (с изменениями 2011 г.), Постановление Правительства РФ № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» от 28.05.2013 г., Распоряжение Правительства РФ № 861-р от 28.05.2013 г. и другие законодательные и нормативно-правовые документы федерального уровня в области развития возобновляемой энергетики в России, нормативно-правовые акты, регламентирующие процесс микрогенерации ВИЭ в Бельгии, Великобритании, Германии, Голландии, Италии, Канаде, Китае, США и Японии, а также база данных DSIRE (Database of State Incentives for Renewable and Efficiency, администратор – Центр чистых энергетических технологий Северной Каролины (N.C. Clean Energy Technology Center) Университета Северной Каролины (N.C. State University)).

*Методика и результаты исследования.* В исследовании использованы методы библиографического, сравнительного и статистического анализа, а также метод множественного кейс-стади.

Проведенный нами обзор различных государственных мер стимулирования солнечной генерации в зарубежных странах – лидерах развития возобновляемой энергетики показал, что часть стран – Германия, Голландия, Канада и Китай больше используют меры прямого стимулирования микрогенерации на основе ВИЭ, к которым можно отнести бонусные тарифы (feed-in-tariff), гранты и субсидии, а также налоговые льготы (см. таблицу). Действенность таких мер подтверждена большим количеством практических примеров [6–10], однако их применение связано с расходом существенных объемов бюджетных средств. Гранты и субсидии, как правило, предоставляются с целью снижения стоимостных барьеров диффузии технологий микрогенерации, выражающихся в высокой начальной стоимости покупки и инсталляции оборудования (солнечных панелей, малых ветрогенераторов, тепловых насосов и т. д.) [6, 11]. Бонусные тарифы также предназначены для снижения стоимостных барьеров, однако при их применении сокращается срок окупаемости оборудования, а не объем первоначального капитала, необходимого для запуска генерации [10]. Налоговые льготы могут быть нацелены как на снижение необходимого первоначального капитала (например,

нулевая ставка налога с продаж), так и на сокращение срока окупаемости оборудования (нулевое налогообложение дохода, полученного от продажи электроэнергии в сеть).

В то же время такие страны, как Бельгия, США и Япония, дополняют (а в некоторых случаях и заменяют) меры прямого стимулирования микрогенерации на основе ВИЭ развитием локальных или региональных углеродных рынков и аналогичных им организационно-экономических механизмов рыночного характера.

Механизмы торговли квотами на выбросы CO<sub>2</sub> и аналогичные им механизмы торговли сертификатами «чистой» энергии, как правило, направлены на повышение энергоэффективности и развитие возобновляемой энергетики и без разделения технологий на микро- и макрогенерацию. Системы торговли квотами ведут к тому, что выброс каждой дополнительной единицы загрязняющих веществ (в основном, CO<sub>2</sub>) приводит либо к необходимости покупки разрешения на выброс по рыночной цене, либо отказу от возможности продать такое разрешение. В конечном итоге, выброс так или иначе облагается платой, что приводит к удорожанию продуктов, при производстве которых происходят большие выбросы загрязняющих веществ [9, 12]. Такого рода рамочные условия стимулируют генерацию инноваций, направленных на снижение стоимости продукции за счет сокращения выбросов. Аналогично воздействуют на инновационное развитие крупных энергетических компаний стандарты «энергетического портфолио» (Renewable Portfolio Standards, RPS) и стандарты чистой энергетики (Clean Energy Standards, CES), введенные в США на уровне отдельных штатов. Данные стандарты определяют минимальную долю энергии, произведенной из возобновляемых источников (или «чистых» источников), в общем объеме производимой энергии. Генерирующие компании получают сертификаты за каждую единицу произведенной возобновляемой/чистой<sup>1</sup> энергии. В конце отчетного периода каждая генерирующая компания должна сдать столько сертификатов, сколько необходимо для выполнения требований стандарта. По усмотрению компании, излишки сертификатов могут быть проданы другой компании [12].

<sup>1</sup> Под чистой энергией понимается, в том числе, атомная энергия и энергия природного газа.

## Меры государственного симулирования развития микрогенерации на основе ВИЭ

## Measures of state simulation of microgeneration development based on RES

Страна	Меры стимулирования			
	Бонусный тариф	Гранты и субсидии	Механизмы углеродного рынка	Налоговые льготы
Бельгия	—	—	Микро-когенерация, генерация электроэнергии на основе ВИЭ	Биогаз, биомасса, солнечная, геотермальная, микро-когенерация
Великобритания	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	Генерация тепловой энергии на основе ВИЭ	Микро-когенерация, генерация электроэнергии на основе ВИЭ	Все виды ВИЭ
Германия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ, микро-когенерация	Микро-когенерация	—	Все виды ВИЭ, микрокогенерация
Голландия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Солнечные коллекторы, микро-когенерация	—	—
Италия	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ, солнечные коллекторы, биомасса	—	Микро-когенерация, генерация электрической энергии на основе ВИЭ	—
Канада	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Солнечные коллекторы	—	Все виды ВИЭ
Китай	—	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	—	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ
США	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	Генерация электрической и тепловой энергии на основе ВИЭ	—
Япония	—	Топливные элементы, фотовольтаика	Генерация электрической энергии на основе ВИЭ	Все виды ВИЭ, микро-когенерация

Источники: по данным [2, 10, 15].

Source: compiled according to the data [2, 10, 15].

Одной из распространенных в США организационных инноваций крупных генерирующих и распределительных электроэнергетических компаний, позволяющей им достичь необходимых показателей по объемам генерации возобновляемой энергии, является покупка ими возобновляемой энергии у собственных клиентов по схеме двустороннего учета электроэнергии — Net Metering [13–14]. Данная схема позволяет клиентам компенсировать потребление электричества за счет энергии, которую производят их собственные малые генерирующие устройства (как прави-

ло, солнечные панели или малые ветрогенераторы), подключенные к общей сети. При этом измерительные устройства (электросчетчики) должны позволять выполнять измерения как в прямом (при потреблении электроэнергии от сети), так и в обратном направлении (при поставке электроэнергии в сеть), тем самым давая возможность потребителю учитывать произведенную отданную в сеть электроэнергию во взаиморасчетах с электроснабжающей организацией. В соответствии со схемой Net Metering, владелец ВИЭ получает розничный кредит на величину равную или большую вы-

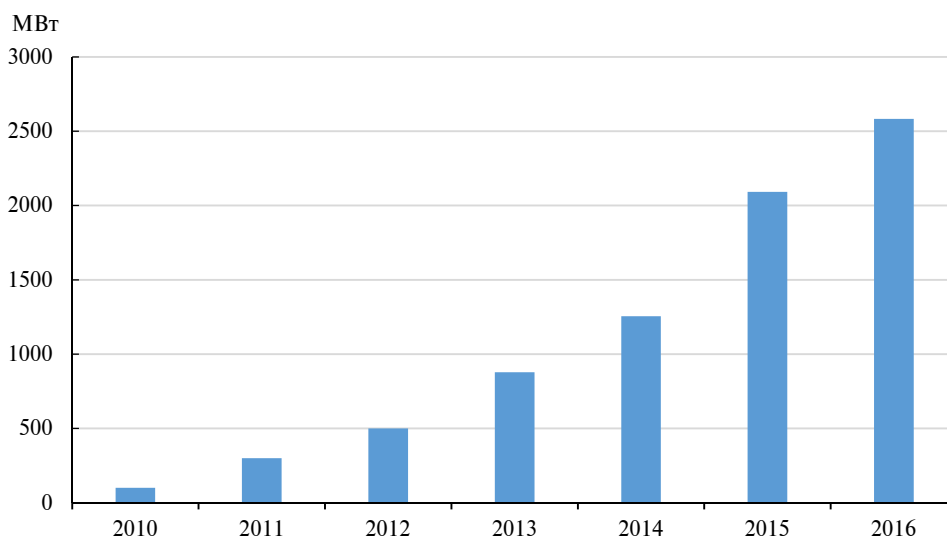
работанной электроэнергии. Если генерирующее устройство ежемесячно производит электроэнергию больше, чем потребляет его собственник, то избыточная выработка может переноситься в качестве кредита на будущие месяцы или выплачиваться в виде денежной компенсации, как правило, в конце года. Денежная сумма, которая выплачивается за избыточную выработку, рассчитывается по разным схемам в зависимости от штата, в некоторых штатах такие денежные компенсации не предусмотрены.

Схема Net Metering впервые введена в США еще в начале 1980-х гг. К настоящему времени в том или ином виде ее реализуют 43 штата, а также Вашингтон (округ Колумбия) [15]. На федеральном уровне схема Net Metering была закреплена в 2005 г. в рамках акта (закона) об энергетической политике (ст. 1251), согласно которому все публичные коммунальные электрические компании обязаны создать необходимые условия, чтобы у потребителей была возможность поставки избытков электроэнергии в сеть по схеме двустороннего учета.

подавляющее большинство устройств, работающих в настоящее время по схеме Net Metering в США, — это фотоэлектрические панели различных типов (кремниевые и тонкопленочные). Рост объема мощностей и ко-

личества солнечных установок подтверждает эффективность схемы Net Metering (рис. 1). По состоянию на май 2016 г. в Соединенных Штатах работало 1 млн солнечных установок.

Относительно новой мерой стимулирования микрогенерации в США является схема «виртуальный счетчик». Данная схема позволяет получать выгоды от микрогенерации солнечной энергии даже тем владельцам отдельных квартир или домов, которые не имеют возможности установить фотоэлектрические панели непосредственно на собственной крыше ввиду ее затененности или проживания на нижних этажах. Стоимость произведенной солнечной энергии оборудованием, установленным на общей крыше и/или других частях конструкции дома, учитывается в счетах владельцев квартир пропорционально доле их собственности. Кроме того, жильцы многоквартирного дома могут «подписаться» на получение солнечной энергии от ближайшего источника генерации солнечной энергии, который расположен вне пределов их собственности, а в некоторых случаях — даже получить на него право собственности. Например, в штате Колорадо группы до десяти клиентов (домохозяйств) могут «подписаться» на получение солнечной электроэнергии от ближайшего источника мощностью до 2 МВт.



**Рис. 1.** Годовые объемы инсталляции фотоэлектрических панелей в жилом секторе в США  
Источники: составлено на основе данных Solar Energy Industries Association (SEIA)

**Fig. 1.** Annual volumes of installation of photovoltaic panels in the residential sector in the US  
Source: compiled on the basis of the Solar Energy Industries Association (SEIA)



По данным на октябрь 2015 г. подобные схемы действуют в 16 штатах. В некоторых штатах применение схемы ограничено определенными группами потребителей, например расположенными в сельской местности или являющимися потребителями услуг определенной генерирующей или распределительной компании [14].

На примере американского сетевого оператора Rocky Mountain Power, обслуживающего потребителей в трех различных штатах – Айдахо, Юте и Вайоминге нами детально изучена процедура подключения клиентов по схеме Net Metering. Выявлено, что процесс подключения к сети является достаточно продолжительным (осуществляется в течение 70-ти дней) и состоит из следующих основных этапов (см. рис. 2).

1. *Планирование системы.* На данном этапе компания предлагает для рассмотрения клиенту несколько типовых решений (в качестве брошюр, доступных для скачивания на официальном сайте компании), а также информирует клиента о требованиях, которые должны быть соблюдены в процессе подбора и инсталляции оборудования: солнечные панели и инверторы должны соответствовать стандартам IEEE 1547 и UL 1741, а остальная часть установки – Национальному электрическому кодексу (NEC), а также всем локальным правилам штата и муниципалитета (требования по размещению оборудования, его освещению и оснащению сигнальными устройствами и т. д.). Общие технические требования к системе распределенной генерации включают требования по заземлению, режимам изолированной работы, возможности беспрепятственного доступа персонала компании Rocky Mountain Power к выключателю потребителя (для обеспечения изолированной работы части энергосистемы). Кроме того, клиентам предлагается перечень сертифицированных компаний, осуществляющих планирование энергосистем и расчет их оптимальной мощности.

2. *Подача заявки на получение разрешения на инсталляцию энергосистемы и присоединения к сети,* обслуживаемой компанией Rocky Mountain Power. Перед выдачей разрешения на инсталляцию и подключение сетевая компания осуществляет проверку дизайна энергосистемы на предмет соответствия всем

требованиям и техническую совместимость с оборудованием, используемым для обеспечения функционирования сети. При необходимости проект дорабатывается, поэтому его бюджет может изменяться. Длительность этапа рассмотрения заявки составляет 30 рабочих дней.

3. *Инсталляция фотоэлектрической системы.* Как только потребитель получает одобрение на присоединение и соответствующие разрешения, он может приступить непосредственно к процессу инсталляции оборудования.

4. *Проверка фотоэлектрической системы.* Осуществляется уполномоченным местным органом по завершении процесса инсталляции. В случае одобрения и подписания соответствующих документов компания Rocky Mountain Power в течение 10 рабочих дней осуществляет установку измерительных приборов, обеспечивающих двусторонний учет. Сразу после установки счетчика электроэнергия от системы может подаваться в сеть.

Как отмечалось, неотъемлемой частью при подключении объекта распределенной генерации (РГ) к сети является его соответствие стандартам IEEE 1547 и UL 1741. Данные стандарты представляют собой серию стандартов Института инженеров электротехники и электроники (IEEE), организованную на основе пакетного принципа и регламентирующую присоединение к энергосистеме распределенных источников энергии и систем накопления энергии.<sup>2</sup> Сфера

<sup>2</sup> Серия стандартов IEEE 1547 содержит:

формулировку общих требований к распределенным источникам энергии при их интеграции в ЭЭС (синхронизация, регулирование напряжения, качество электроэнергии, заземление и др.);

рекомендации по подключению распределенных источников энергии к распределенной сети, в том числе и низковольтной сети (до 1000 В);

формулировку требований к обеспечению мониторинга, информационного обмена и управлению распределенными источниками энергии;

исследование влияния распределенных источников энергии на функционирование ЭЭС;

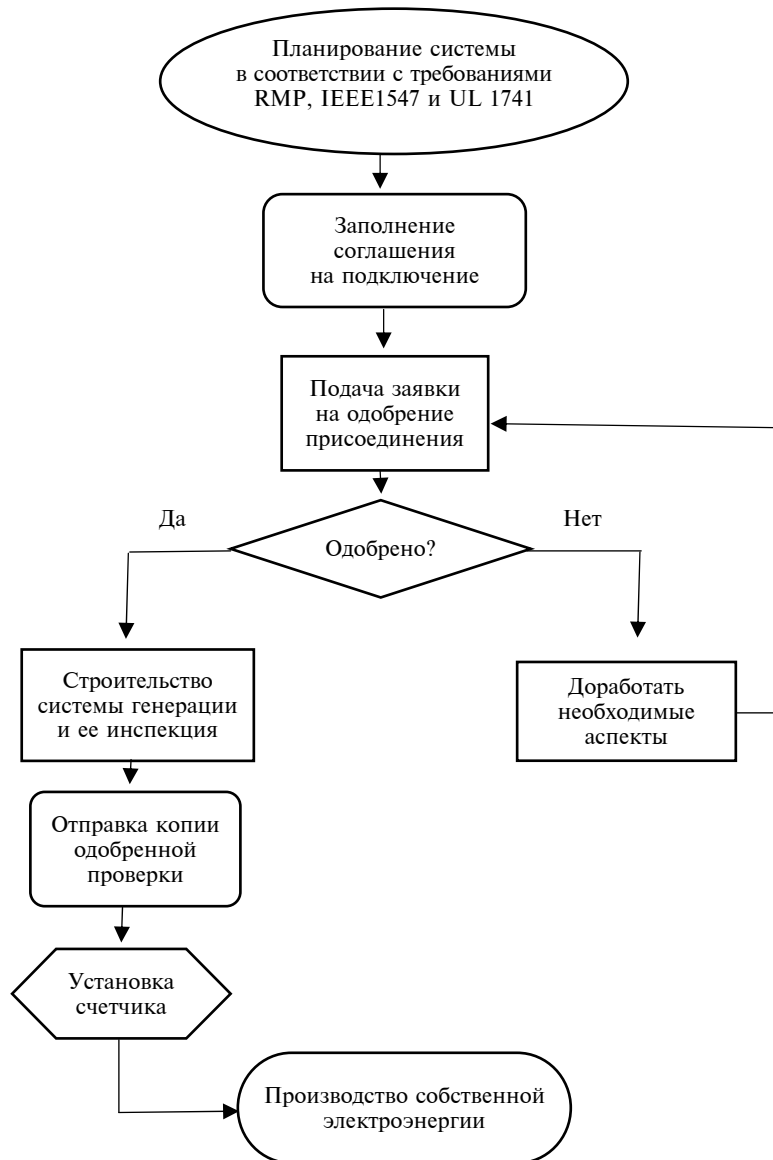
рекомендации по проектированию и функционированию микро ЭЭС;

формулировку требований к объему и результатам испытаний на подтверждение соответствия оборудования распределенных источников энергии;

рекомендации по применению стандарта IEEE 1547.

регулирования стандартов серии 1547 распространяется на присоединение к распределенной сети источников РГ мощностью до 10 МВ·А. Стандартами не регламентируются класс напряжения распределительной сети, на котором осуществляется технологическое присоединение, а также тип присоединяемого источника генерации. В настоящее время продолжается работа над допол-

нительными документами, входящими в серию 1547, в том числе над стандартом 1547.5 «Присоединение установок полной мощностью более 10 МВ·А к магистральной сети». Стандарт UL-1741 определяет требования к специфическому оборудованию, входящему в фотоэлектрические системы: инверторам, конверторам, контроллерам заряда и т. д.



**Рис. 2.** Блок-схема процедуры подключения системы генерации к общей сети  
 Источник: разработано на основе данных официального сайта компании Rocky Mountain Power (<https://www.rockymountainpower.net/netmetering>)

**Fig. 2.** Block diagram of the procedure for connecting the generation system to a common network  
 Source: developed on the basis of the official website of the company Rocky Mountain Power (<https://www.rockymountainpower.net/netmetering>)

*Выводы.* Таким образом, процесс подключения к общей сети микро-генерирующих устройств является строго регламентированным и никогда не осуществляется в уведомительном порядке (как это предлагается ввести в России в соответствии с положениями Резолюции № АД-П9-776 от 11.02.2017 г.). Несмотря на отсутствие в регламенте процедуры подключения к сети прямых требований на установку оборудования определенных производителей (например, американских), возможности для протекционизма проявляются в апелляции к услугам сертифицированных компаний, осуществляющих проектирование генерирующих систем. Это создает стимулы для развития национальной экономики через формирование массового спроса на продукцию высокотехнологичных производств и услуги высококвалифицированных специалистов [16–17].

*Рекомендации и предложения.* Обобщая лучшие зарубежные практики государственного стимулирования микрогенерации и опыт стандартизации процедуры подключения к общей сети, рекомендации и предложения по устранению барьеров и развитию микрогенерации в России могут быть сформулированы следующим образом.

1. Под микрогенерацией ВИЭ следует понимать генерирующие объекты с установленной мощностью до 30 кВт (вместо 15 кВт, предлагаемыми в Резолюции № АД-П9-776).

2. Включать в рассмотрение при использовании микрогенерации (объекты солнечной энергетики) многоквартирные дома, с возможностью для них производить взаиморасчеты с электроснабжающей организацией по схеме «виртуальный счетчик».

3. Предусматривать дополнительные меры финансового стимулирования развития микрогенерации ВИЭ, в частности предоставление физическим лицам, приобретающим и устанавливающим сертифицированное российское оборудование, имущественного налогового вычета на сумму, равную стоимости приобретенного оборудования и услуг по его установке.

4. Признать использование ВИЭ природоохранной (развернутое обоснование дано в [18]) и (или) энергосберегающей деятельностью с установлением соответствующих льгот (например, по налогу на имущество) для физических лиц, осуществляющих деятельность в сфере использования ВИЭ.

5. Предоставлять право оказывать технологическое подключение объектов малой генерации исключительно сертифицированным компаниям, работающим преимущественно с российскими производителями оборудования (солнечных панелей, ветрогенераторов).

*Направления дальнейших исследований.* Одним из нерешенных вопросов стимулирования развития микрогенерации на основе ВИЭ на настоящий момент является слабая заинтересованность сетевых компаний в подключении объектов малой энергетики. Для исправления данной ситуации инициативной группой российских производителей энергосберегающего оборудования и услуг<sup>3</sup> предлагается внести изменения в п. 5 ст. 41 Федерального закона № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», обязующий сетевые организации осуществлять компенсацию потерь в электрических сетях, в первую очередь, за счет приобретения электрической энергии, произведенной на основе использования возобновляемых источников энергии. В действующей редакции закона предусматривается закупка электроэнергии для компенсации потерь только у квалифицированных генерирующих объектов, а процедура получения квалификации слишком сложна для малых и микроисточников ВИЭ. Поэтому предлагается ограничить область применения данного пункта закона только оптовым рынком электроэнергии, тогда как на розничном рынке распространить обязательства сетевых компаний на сверхмалые генерирующие объекты мощностью до 100 кВт включительно для трехфазных источников и до 20 кВт для однофазных источников. При этом предлагается упразднить процедуру квалификации таких генерирующих объектов, технологически присоединенных к общей сети с соблюдением выданных сетевой организацией технических условий на технологическое присоединение и порядок выдачи электрической энергии (мощности) в электрическую сеть. По нашему мнению, данное предложение является разумным с той точки зрения, что оно не требует кардинальных изменений в работе сетевых организаций, однако пока достаточно трудно прогнозировать, насколько действенными окажутся такие меры стимулирования заинтересованности сетевых

<sup>3</sup> ООО «Своя энергия» (Краснодар), ООО «МикроАрт» (Москва), ООО «ТЭМЗИТ» (Таганрог), Краснодарский «IT-парк» и др.



компаний к подключению малых ВИЭ [19]. Моделирование и изучение возможных последствий внесения данного предложения и других изменений в действующую нормативно-

правовую базу в сфере электроэнергетики, а также сравнительный анализ их эффективности по аналогии с работами [20–21] – составляют предмет дальнейших исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Kaygusuz A., Keles C., Alagoz B.B., Karabiber A.** Renewable energy integration for smart sites // *Energy and Buildings*. 2013. No. 64. P. 456–462.
- [2] **Fidalgo J.N., Fontes Dalila B.M.M.** Fostering microgeneration in power systems: The effect of legislative limitations // *Electric Power Systems Research*. 2012. Vol. 84, is. 1. P. 181–186. URL: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2011.11.013>
- [3] **Yang L., Entchev E., Ghorab M., Lee E.J., Kang E.C.** Energy and cost analyses of a hybrid renewable microgeneration system serving multiple residential and small office buildings // *Applied Thermal Engineering*. 2014. Vol. 65, is. 1–2. P. 477–486.
- [4] **Ратнер С.В.** Управление качеством энергообеспечения в энергосистемах со смешанным типом генерации: организационно-экономические аспекты // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2016. № 19. С. 2–6.
- [5] **Родионова М.** «Детские болезни» малой энергетики // *Электроэнергия*. 2014. № 2. С. 18–23.
- [6] **Stedmon A.W., Winslow R., Langley A.** Microgeneration schemes: user behaviours and attitudes towards energy consumption // *Ergonomics*. 2013. Vol. 56, is. 3. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2012.723140>
- [7] **Entchev E., Yang L., Ghorab M., Lee E.J.** Simulation of hybrid renewable microgeneration systems in load sharing applications // *Energy*. 2013. Vol. 50(1). P. 252–261.
- [8] **Воронина Л.А., Иосифов В.В., Дира Д.В., Нестеренко Е.А.** Мировой опыт налогового стимулирования инвестиций в развитие высокотехнологичных видов экономической деятельности // *Финансы и кредит*. 2012. № 13 (493). С. 63–70.
- [9] **Brennan T.J., Palmer K.L.** Energy efficiency resource standards: economic and policy // *Utilities Policy*. 2013. No. 25. P. 58–68.
- [10] **Hawkes A.** Comparative review of policy support mechanism for microgeneration: Proceedings of the 3rd edition of the International Conference on Microgeneration and Related Technologies, 15–17 April, 2013. Naples, Italy.
- [11] **Иосифов В.В.** Перспективы развития в России рынков энергоэффективных технологий массового спроса // *Дайджест-финансы*. 2017. Т. 22, вып. 1. С. 19–32.
- [12] **Coffman M.G., Griffin J.P., Bernstein P.** An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards // *Energy Policy*. 2012. No. 45. P. 122–132.
- [13] **Davies L.L., Carley S.** Emerging shadows in national solar policy? Nevada’s net metering transition in context // *The Electricity Journal*. 2017. Vol. 30, is. 1. P. 33–42. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2016.10.010>
- [14] **Li H., Yi H.** Multilevel governance and deployment of solar PV-panels in U.S. cities // *Energy Policy*. 2014. No. 69. P. 19–27. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.006>
- [15] **Burns J.E., Kang J.S.** Comparative economic analysis of supporting policies for residential solar PV in the United States: Solar Renewable Energy Credit (SREC) potential // *Energy Policy*. 2012. Vol. 44. P. 217–225.
- [16] **Ратнер С.В., Иосифов В.В.** Исследование закономерностей развития новых высокотехнологичных отраслей экономики в энергетической сфере // *Экономический анализ: теория и практика*. 2014. № 28 (379). С. 25–32.
- [17] **Иосифов В.В.** Сценарный анализ сопоставленного развития инновационных автотранспортных технологий и технологий электрогенерации // *Экономический анализ: теория и практика*. 2016. № 11 (458). С. 167–178.
- [18] **Balcombe P., Rigby D., Azapagic A.** Environmental impacts of microgeneration: Integrating solar PV, stirling engine CHP and battery storage // *Applied Energy*. 2015. No. 139. P. 245–259. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.11.034>
- [19] **Comello S., Reichelstein S.** Cost competitiveness of residential solar PV: The impact of net metering restrictions // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 75. P. 46–57. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.050>
- [20] **Tan R.H.G., Chow T.L.** A Comparative Study of Feed in Tariff and Net Metering for UCSI University North Wing Campus with 100 kW Solar Photovoltaic System // *Energy Procedia*. 2016. Vol. 100. P. 86–91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.10.136>
- [21] **Darghouth N.R., Wiser R.H., Barbose G., Mills A.D.** Net metering and market feedback loops: Exploring the impact of retail rate design on distributed PV deployment // *Applied Energy*. 2016. Vol. 62. P. 713–722. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.120>

**РАТНЕР Светлана Валерьевна.** E-mail: lanarat@mail.ru  
**АКСЮК Татьяна Дмитриевна.** E-mail: tanya-aksyuk@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 08.05.17*



## REFERENCES

- [1] **A. Kaygusuz, C. Keles, B.B. Alagoz, A. Karabiber**, Renewable energy integration for smart sites, *Energy and Buildings*, 64 (2013) 456–462.
- [2] **J.N. Fidalgo, B.M.M. Fontes Dalila**, Fostering microgeneration in power systems: The effect of legislative limitations, *Electric Power Systems Research*, 84 (1) (2012) 181–186. URL: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2011.11.013>
- [3] **L. Yang, E. Entchev, M. Ghorab, E.J. Lee, E.C. Kang**, Energy and cost analyses of a hybrid renewable microgeneration system serving multiple residential and small office buildings, *Applied Thermal Engineering*, 65 (1–2) (2014) 477–486.
- [4] **S.V. Ratner**, Upravlenie kachestvom energosnabzheniia v energosistemakh so smeshannym tipom generatsii: organizatsionno-ekonomicheskie aspekty, *Finansovaia analitika: problemy i resheniia*, 19 (2016) 2–6.
- [5] **M. Rodionova**, «Detskie bolezni» malo energetiki, *Elektroenergiia*, 2 (2014) 18–23.
- [6] **A.W. Stedmon, R. Winslow, A. Langley**, Micro-generation schemes: user behaviours and attitudes towards energy consumption, *Ergonomics*, 56 (3) (2013). URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2012.723140>
- [7] **E. Entchev, L. Yang, M. Ghorab, E.J. Lee**, Simulation of hybrid renewable microgeneration systems in load sharing applications, *Energy*, 50 (1) (2013) 252–261.
- [8] **L.A. Voronina, V.V. Iosifov, D.V. Dira, E.A. Nesterenko**, Mirovoi opyt nalogovogo stimulirovaniia investitsii v razvitie vysokotekhnologichnykh vidov ekonomicheskoi deiatel'nosti, *Finansy i kredit*, 13 (493) (2012) 63–70.
- [9] **T.J. Brennan, K.L. Palmer**, Energy efficiency resource standards: economic and policy, *Utilities Policy*, 25 (2013) 58–68.
- [10] **A. Hawkes**, Comparative review of policy support mechanism for microgeneration: Proceedings of the 3rd edition of the International Conference on Microgeneration and Related Technologies, 15–17 April, 2013. Naples, Italy.
- [11] **V.V. Iosifov**, Perspektivy razvitiia v Rossii rynkov energoeffektivnykh tekhnologii massovogo sprosa, *Daidzhest-finansy*, 22 (1) (2017) 19–32.
- [12] **M.G. Coffman, J.P. Griffin, P. Bernstein**, An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards, *Energy Policy*, 45 (2012) 122–132.
- [13] **L.L. Davies, S. Carley**, Emerging shadows in national solar policy? Nevada's net metering transition in context, *The Electricity Journal*, 30 (1) (2017) 33–42. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2016.10.010>
- [14] **H. Li, H. Yi**, Multilevel governance and deployment of solar PV-panels in U.S. cities, *Energy Policy*, 69 (2014) 19–27. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.006>
- [15] **J.E. Burns, J.S. Kang**, Comparative economic analysis of supporting policies for residential solar PV in the United States: Solar Renewable Energy Credit (SREC) potential, *Energy Policy*, 44 (2012) 217–225.
- [16] **S.V. Ratner, V.V. Iosifov**, Issledovanie zakonomernostei razvitiia novykh vysokotekhnologichnykh otraslei ekonomiki v energeticheskoi sfere, *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika*, 28 (379) (2014) 25–32.
- [17] **V.V. Iosifov**, Stsenarnyi analiz so-napravlenno go razvitiia innovatsionnykh avtotransportnykh tekhnologii i tekhnologii elektrogeneratsii, *Ekonomicheskii analiz: teoriia i praktika*, 11 (458) (2016) 167–178.
- [18] **P. Balcombe, D. Righy, A. Azapagic**, Environmental impacts of microgeneration: Integrating solar PV, stirling engine CHP and battery storage, *Applied Energy*, 139 (2015) 245–259. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.11.034>
- [19] **S. Comello, S. Reichelstein**, Cost competitiveness of residential solar PV: The impact of net metering restrictions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75 (2017) 46–57. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.050>
- [20] **R.H.G. Tan, T.L. Chow**, A Comparative Study of Feed in Tariff and Net Metering for UCSI University North Wing Campus with 100 kW Solar Photovoltaic System, *Energy Procedia*, 100 (2016) 86–91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.10.136>
- [21] **N.R. Darghouth, R.H. Wiser, G. Barbose, A.D. Mills**, Net metering and market feedback loops: Exploring the impact of retail rate design on distributed PV deployment, *Applied Energy*, 62 (2016) 713–722. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.120>

**RATNER Svetlana V.** E-mail: lanarat@mail.ru

**AKSYUK Tat'iana D.** E-mail: tanya-aksyuk@mail.ru