

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Светлана Валерьевна РАТНЕР

доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономической динамики
и управления инновациями
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН),
Москва, Российская Федерация
lanarat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>
SPIN-код: 7840-4282

История статьи:

Рег. № 273/2020
Получена 07.05.2020
Получена
в доработанном виде
21.05.2020
Одобрена 04.06.2020
Доступна онлайн
29.06.2020

УДК 338.2

JEL: O14, O22, P18

Ключевые слова:

возобновляемая
энергетика,
государственное
стимулирование, рынок
мощности, управление
рисками, кривые
обучения

Аннотация

Предмет. Эффективность государственных программ поддержки возобновляемой энергетики (ВИЭ), целесообразность их продолжения на фоне невыполнения ряда плановых показателей, высокой стоимостной нагрузки и мнений за прекращение действия введенных механизмов стимулирования возобновляемой энергетики после 2024 г.

Цели. Комплексный анализ динамики реализации проектов солнечной и ветровой энергетики, осуществляемых в рамках программы государственной поддержки в 2014—2019 гг. и оценка эффективности действующих механизмов стимулирования

Методология. Используются основные положения теории обучения в производстве (*Learning-by-Doing*) и методы проектного менеджмента.

Результаты. В качестве основного показателя эффективности программы поддержки возобновляемой энергетики целесообразно рассматривать уровень локализации реализуемых проектов. Для солнечных проектов данный показатель в настоящее время существенно превышает плановый, для ветровых — соответствует плановому. Поэтому в целом указанную программу можно считать эффективной. Дальнейшее совершенствование механизмов поддержки ВИЭ должно учитывать необходимость кардинального увеличения темпов обучения в реализации полного цикла проекта возобновляемой энергетики, в том числе на этапе эксплуатации генерирующего оборудования и поставки электроэнергии в сеть.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

Для цитирования: Ратнер С.В. Оценка эффективности механизмов поддержки возобновляемой энергетики // *Финансы и кредит*. — 2020. — Т. 26, № 6. — С. 1392 — 1413.
<https://doi.org/10.24891/fc.26.6.1392>

Введение

В последние годы возобновляемая энергетика (ВИЭ) в России развивается быстрыми темпами. Если в 2013 г. объем выработки электроэнергии солнечными электростанциями составлял лишь 23 тыс. кВт·ч, то в 2019 г. этот показатель уже достиг значения 850 380 тыс. кВт·ч в год, то есть увеличился более, чем в 36 тыс. раз. Годовые объемы выработки электроэнергии ветровыми электростанциями за этот же период увеличились в 35 тыс. раз с показателя 6 тыс. кВт·ч в 2013 г. до

209 844 тыс. кВт·ч в 2019 г. Благодаря правительственным программам поддержки развития возобновляемой энергетики, стимулирующим не просто строительство новых ВИЭ, но и развитие крупных отечественных производителей солнечных панелей и ветровых турбин, к настоящему моменту на российском рынке уже успешно работают компания Nevel (крупнейший в России производитель гетероструктурных солнечных модулей на основе кремния) и компания NovaWind JSC (структурное подразделение Росатома, интегрирующее все ветровые активы).

Тем не менее, несмотря на очевидные успехи, достигнутые в освоении новых технологий электрогенерации в России, как в академической, так и в бизнес-среде, не стихает дискуссия об эффективности государственных программ поддержки ВИЭ и целесообразности их продолжения. В качестве недостатков действующей системы поддержки ВИЭ в первую очередь называют ее дороговизну, то есть большую финансовую нагрузку на рынок мощности, которая, по некоторым оценкам, составляет 1,8 трлн руб. за период 2014—2038 гг. [1, 2]. Вторым важным недостатком является недостижение целевых показателей по срокам и объемам ввода объектов ВИЭ [3, 4]. Третьим известным из практики других стран недостатком развития нестабильной солнечной и ветровой генерации является необходимость резервирования дополнительных мощностей для обеспечения требуемого уровня надежности энергоснабжения [5—7]. Еще одним недостатком, по мнению некоторых ученых, является потенциальная возможность консервации технической отсталости, которая возникает за счет того, что при реализации долгосрочных проектов ВИЭ с большим сроком окупаемости используются неоптимальные технико-технологические решения [2].

Не умаляя обоснованности приведенных критических мнений, тем не менее хотим отметить, что каждое из них представляет узкоотраслевой взгляд на проблему развития ВИЭ. Единого методологического подхода к оценке эффективности государственных программ развития ВИЭ в настоящее время в России не выработано. Цели и задачи российской программы поддержки развития возобновляемой энергетики, а также используемые в ее рамках механизмы и инструменты, существенно отличаются от принятых в большинстве стран [8—10], а потому показатели эффективности, традиционно используемые в англоязычной литературе (например, социальная стоимость энергии) в данном случае неприменимы.

Целью настоящей работы является комплексный анализ динамики реализации проектов солнечной и ветровой энергетики, осуществляемых в рамках программы государственной поддержки в период 2014—2019 гг., и оценка эффективности действующих механизмов стимулирования. Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые документы РФ в сфере поддержки ВИЭ, принятые в 2008—2018 гг., реестры инвестиционных проектов ВИЭ, отобранных в результате конкурсов в 2014—2019 гг., реестры выданных и погашенных сертификатов, подтверждающих объем производства электроэнергии на квалифицированных генерирующих объектах, представленные в открытом доступе на официальном сайте НП «Совет рынка».

Нормативно-правовое поле реализации проектов ВИЭ по схеме договоров о предоставлении мощности

Основы действующей на настоящий день системы поддержки ВИЭ по схеме договоров предоставления мощности (ДПМ) были заложены в 2008—2009 гг. распоряжением Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р впервые были установлены целевые показатели объема производства и потребления электроэнергии ВИЭ: 1,5% от совокупного объема производства и потребления электроэнергии в стране в 2010 г.; 2,5% — в 2015 г. и 4,5% — в 2020 г. Последующие нормативно-правовые акты, принимаемые в 2010—2013 гг., устанавливали процедуры и критерии конкурсного отбора проектов ВИЭ мощностью более 5 МВт для заключения договоров предоставления мощности, обозначали нормативы уровня локализации проектов, сроки ввода энергообъектов в эксплуатацию, устанавливали пороговые величины удельных капитальных затрат проектов ВИЭ, удельных эксплуатационных затрат, себестоимости генерации, требования по коэффициенту использования установленной мощности и т.д. (табл. 1).

Анализ совокупности всех требований позволяет сделать однозначный вывод о целях программы государственной поддержки ВИЭ в России. Сопоставление достаточно скромных целевых показателей развития ВИЭ с динамикой роста нормативного коэффициента локализации проекта (рис. 1) позволяет утверждать, что целью государственной поддержки ВИЭ в России является трансфер инновационных энергетических технологий.

Таким образом, каждый из принятых после 2008 г. нормативно-правовых актов жестко регламентировал реализацию проектов ВИЭ, накладывая на проекты условия, невыполнение которых лишало проект государственной поддержки, что при текущих ценах на электроэнергию делало проект убыточным (табл. 1). С точки зрения классического проектного менеджмента такую ситуацию можно рассматривать как появление нового класса дополнительных рисков проектов ВИЭ (табл. 1), которые лишь частично соответствуют традиционной классификации рисков энергетических проектов [11—13]. Управление этими рисками требует новых методик и высокой квалификации, поэтому неудивительно, что большая часть из проектов ВИЭ, которые были отобраны на первых конкурсах 2014—2015 гг., потерпели неудачу [4].

Кроме того, первые из отобранных к реализации проектов имели наименьший уровень локализации, что предусматривало закупку наиболее сложных комплектующих за рубежом. Поэтому резкое падение курса рубля, вызванное началом в 2014 г. торговой войны США и Евросоюза против России, и ограничения на импорт технологий сделали реализацию многих проектов невозможной.

В последующие годы с принятием дополнительных нормативно-правовых актов, в основном корректирующих первоначальные требования к проектам ВИЭ (табл. 2), ряд рисков был несколько сокращен. Тем не менее проекты ВИЭ, реализуемые в рамках поддержки по схеме ДПМ, остаются в числе наиболее сложных в управлении. Эта сложность является, по нашему мнению, одним из основных факторов формирования в секторе солнечной и ветровой энергетики крупных

вертикально интегрированных компаний, таких как Hevel и NovaWind JSC, которые одновременно являются и производителями генерирующего оборудования, и сервисными компаниями, осуществляющими установку и обслуживание солнечных и ветровых электростанций.

Стоимостные параметры проектов солнечной и ветровой энергетики

Как уже отмечалось, часто критикуемым аспектом проектов ВИЭ является их неконкурентоспособность с проектами традиционной углеводородной энергетики в отсутствии системы государственной поддержки, а в условиях существования такой поддержки высока нагрузка на бюджет, за счет которой и компенсируется данная неконкурентоспособность.

При поддержке по схеме договоров о предоставлении мощности, компенсация разницы между кумулятивным дисконтированным доходом проекта ВИЭ, получаемым за счет продажи генерируемой электроэнергии, и объемом первоначальных инвестиций осуществляется за счет покупки мощности по цене, определяемой по методике, изложенной в постановлении Правительства РФ от 28.05.2013 № 449. При фиксированных удельных капитальных и эксплуатационных затратах единственным фактором, влияющим на цену мощности, является доходность долгосрочных государственных обязательств, которая определяет доходность проекта и рассчитывается следующим образом:

$$НД_i = \frac{(1 + НД_б)(1 + ДГО_i)}{1 + ДГО_б},$$

где $НД_б$ — базовая норма доходности, равная 14% для проектов, отобранных не позднее 2016 г., и 12% — для проектов, отобранных в более поздние периоды;

$ДГО_б$ — базовый уровень доходности долгосрочных государственных обязательств, который равен 8,5%.

Проведенный нами анализ чувствительности субсидируемой части проекта к изменениям доходности долгосрочных государственных обязательств на примере проекта ВИЭ, отобранного по конкурсу в 2015 г., показывает, что в текущей макроэкономической ситуации нагрузка проекта на рынок мощности гораздо ниже, чем это предполагалось первоначально (рис. 2). Снижение цены, заметное в последние годы, произошло за счет сокращения доходности гособязательств. Поэтому в случае сохранения низкой доходности (что весьма вероятно в связи необходимостью преодоления кризисных явлений, вызванных коронакризисом), уже запущенные проекты ВИЭ обойдутся государству значительно дешевле первоначально прогнозируемой суммы поддержки. В то же время такая ситуация может снизить инвестиционную привлекательность будущих проектов ВИЭ.

Вторым часто критикуемым недостатком является то, что первые из отобранных к реализации проектов ВИЭ, особенно в сфере ветровой энергетики, значительно превосходили по объемам удельных затрат предельные показатели, первоначально установленные распоряжением Правительства РФ от 28.05.2013 № 861-р.

Действительно, при сопоставлении показателей предельных затрат на единицу мощности солнечных электростанций (СЭС) и ветровых электростанций (ВЭС), обозначенных данным распоряжением, и средних значений фактических удельных затрат отобранных проектов (рис. 3) нетрудно заметить, что проекты ВЭС «вошли в норму» только в 2019 г., а проекты СЭС — в 2017 г. Однако данные отклонения легко объяснимы резким скачком валютного курса 2014—2015 г., что с учетом невысокого индекса локализации проектов на данном этапе, закономерно привело к удорожанию проектов. После изменения нормативов удельных капитальных затрат распоряжением Правительства РФ от 28.07.2015 № 1472-р в большую сторону, преимущественно для ветровых проектов, средние значения для отобранных проектов СЭС начиная с 2017 г. и далее не только не превышают предельных нормативов, но и снижаются более чем в два раза по сравнению с ними (рис. 4).

Такая динамика снижения удельных капитальных затрат является ярким свидетельством эффективности стимулов, направленных на развитие производственной базы и на запуск эффектов масштаба производства и обучения (learning-by-doing) [14].

Из зарубежной литературы хорошо известно, что эффекты обучения на начальных этапах развития солнечной и ветровой энергетики могут достигать 20—30%, что означает, что при каждом удвоении объемов кумулятивной мощности реализованных проектов происходит снижение удельных (на единицу инсталлированной мощности) затрат на 20—30% [15—17]. Именно благодаря эффектам масштаба и эффектам обучения происходит существенное удешевление всех инновационных энергетических технологий, что и делает их все более конкурентоспособными относительно традиционных технологий.

Рассчитаем темпы обучения в производстве солнечных панелей по данным о динамике капитальных затрат проектов, отобранных по итогам конкурсов в 2014—2019 гг. (рис. 3). Используем известную формулу [14—17], описывающую зависимость конечной цены производства от кумулятивного объема и темпа обучения, вида

$$C(Q) = C_1(1 - \lambda)^{\log_2 Q}, \quad (1)$$

где C_1 — исходные удельные издержки (средние удельные капитальные затраты проектов 2014 г.);

$C(Q)$ — удельные издержки в конце анализируемого периода (средние удельные капитальные затраты проектов 2019 г.);

Q — кумулятивный (суммарный за весь период) объем производства, для оценки которого используем данные о реализованных проектах компании Hevel¹;

λ — оцениваемый темп обучения в производстве.

¹ По данным официального сайта компании Hevel на настоящий момент кумулятивный объем реализованных проектов составил 611 MBt. URL: <https://www.hevelsolar.com/about/>

Подставляя имеющиеся данные в формулу (1), получим значение темпов обучения в производстве — 7,8%. Такой темп обучения является довольно низким по сравнению с мировой статистикой, однако следует учесть и тот факт, что развитие производства происходит всего несколько лет, а первые этапы развития пришлись на кризисные годы.

Далее рассчитаем темп обучения в производстве по данным НП «Совет рынка» о средней приведенной стоимости электроэнергии ($LCOE$), произведенной солнечными электростанциями, введенными в эксплуатацию в 2014–2020 г.². Подставляя в формулу (1) значения $LCOE$ в 2014 г. и значение $LCOE$ в 2019 г., получим темп обучения всего 1,5%. Столь существенная разница говорит о том, что наибольший потенциал для снижения затрат лежит не в сфере производства и инсталляции солнечных панелей и другого генерирующего оборудования, а в сфере обслуживания, логистики и общего менеджмента проектов. Если бы темп обучения, достигнутый в производстве и инсталляции генерирующего оборудования (солнечных панелей), был распространен на все аспекты функционирования СЭС, то приведенная стоимость солнечной энергии в 2020 г. могла бы уже составить 11,4 руб./кВт·ч вместо текущих 21 руб./кВт·ч (рис. 5).

Используя полученные оценки темпов обучения, спрогнозируем возможную динамику приведенной стоимости солнечной электроэнергии при разных вариантах развития производственной базы (рис. 5). Первый вариант прогноза (обозначен на графике «Прогноз $LCOE$ «как есть»») соответствует динамике приведенной стоимости электроэнергии в случае сохранения темпа обучения в общей реализации проекта 1,5% и сохранении объемов производства и инсталляции солнечных панелей на текущем уровне развития производственных мощностей компании Nevel (350 МВт в год). Второй вариант прогноза (обозначен на графике «Прогноз $LCOE$ при удвоении производства») соответствует изменению приведенной стоимости солнечной электроэнергии в ситуации, когда объемы производства солнечных моделей увеличены вдвое по сравнению с текущим уровнем (700 МВт в год). Третий вариант прогноза (обозначен на графике «Прогноз $LCOE$ при удвоении производства и обучении в сервисе») соответствует изменению приведенной стоимости солнечной электроэнергии в ситуации, когда общий темп обучения равен 7,8% (на уровне реального темпа обучения в производстве), а объемы производства солнечных панелей увеличены вдвое по сравнению с текущим уровнем.

Как видно из графика, приведенного на рис. 5, увеличение темпов обучения оказывает гораздо более существенное влияние на снижение приведенной стоимости электроэнергии, чем просто увеличение объемов производства. Кроме того, данный вариант развития событий является и более реалистичным. Следует отметить, что необходимое увеличение объемов производства солнечных панелей в ближайшие годы маловероятно в первую очередь из-за недостаточного спроса. Увеличение спроса может быть достигнуто тремя путями [18–20]:

² Ассоциация НП «Совет рынка». Механизмы поддержки ВИЭ на рынках электроэнергии (мощности) и подходы к повышению их эффективности. Материалы к V конференции «Приоритеты рыночной энергетики в России: ВИЭ после 2024 года». URL: https://www.np-sr.ru/sites/default/files/1_mehanizmy_podderzhki_vie.pdf

- 1) за счет увеличения количества и масштаба проектов, реализуемых в рамках программы поддержки по схеме договоров о предоставлении мощности (спрос со стороны государства);
- 2) за счет развития распределенной генерации и микрогенерации (спрос со стороны населения и бизнеса);
- 3) за счет развития экспорта (спрос на международном рынке).

Очевидно, что на первом пути, если он сохранится после 2024 г., объемы отбора проектов не будут существенно увеличены, чтобы не возлагать на других участников рынка мощности непосильную финансовую нагрузку [1]. Развитие распределенной генерации и микрогенерации пока только получило нормативно-правовую конфигурацию в рамках принятого 27 декабря 2019 г. Федерального Закона № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный Закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации», и с учетом ограниченности применения солнечных панелей и ветрогенераторов только сектором индивидуального строительства также вряд ли даст существенный всплеск спроса в ближайшие годы. Выход на международные рынки генерирующего оборудования, функционирующего на основе ВИЭ, является очень привлекательной перспективой и частично уже реализуется компанией Nevel посредством запуска крупных солнечных проектов на территории Казахстана (например, проект СЭС Нура мощностью 100 МВт, начало строительства в 2019 г.). В то же время в условиях сильнейшей конкуренции со стороны китайских, американских и европейских производителей, реализация таких проектов тоже требует серьезного государственного лоббирования.

Увеличение темпов обучения в полном цикле реализации проекта ВИЭ (а не только на этапах производства и инсталляции генерирующего оборудования) требует совершенствования системы менеджмента проекта на этапе эксплуатации генерирующей установки и передачи электроэнергии в сеть. А это в свою очередь вызывает необходимость более тонкой настройки механизмов экономического стимулирования и нормативно-правового регулирования.

Перспективы совершенствования механизмов поддержки ВИЭ

Регулярные изменения системы стимулирования развития инновационных энергетических технологий являются обычной практикой в большинстве стран, имеющих те или иные программы в данной области [21—23]. Совершенствование самих технологий, изменение ситуации на международных рынках, динамика цен на традиционные энергоносители, появление смежных технологий, позволяющих повысить эффективность работы солнечных и ветровых станций — все эти факторы требуют адекватной управленческой реакции и своевременной перестройки экономических механизмов стимулирования. Поэтому назревшая необходимость внесения изменений в существующую схему поддержки ВИЭ в России ни в коей

мере не является свидетельством неэффективности мер, принятых на самых ранних этапах развития технологий ВИЭ. Более того, с учетом реальных целей развернутой системы поддержки ВИЭ, а именно цели трансфера инновационных энергетических технологий, можно признать предпринятые меры эффективными.

Однако дальнейшее совершенствование системы государственной поддержки ВИЭ должно быть в первую очередь направлено на увеличение темпов обучения в реализации проектов ВИЭ. Достичь этого можно за счет присвоения таким проектам статуса демонстрационных и соответствующего увеличения научно-экспериментальной составляющей на этапах эксплуатации генерирующего оборудования и энергоменеджмента, то есть частично на стороне организаций технологий инфраструктуры (организаций диспетчерского управления, межрегиональных распределительных сетевых компаний и т.д.). При этом научные работы могут финансироваться за счет источников, не связанных непосредственно с электроэнергетической отраслью, например, научных, образовательных и инновационных организаций, а также инновационных и венчурных фондов. Вес научной составляющей в работах по проекту может быть учтен как один из коэффициентов, влияющих на цену мощности, подобно коэффициентам загрузки, локализации и другим коэффициентам, снижающим или увеличивающим стимулирующие выплаты инициатору проекта ВИЭ.

Выводы

Несмотря на перенос сроков ввода в эксплуатацию ряда проектов ВИЭ, отобранных по конкурсам 2014–2016 гг., а также превышение некоторых предельных показателей по уровню удельных капитальных затрат и другие несоответствия первоначальным планам, в целом программу государственной поддержки возобновляемой энергетики по схеме договоров о предоставлении мощности в части солнечных (фотовольтаических) и ветрогенерирующих технологий можно признать эффективной. С учетом первоначальных целей в качестве основного показателя эффективности данной программы целесообразно рассматривать уровень локализации реализуемых проектов. Для солнечных проектов данный показатель в настоящее время существенно превышает плановый, для ветровых соответствует плановому.

Дальнейшее совершенствование механизмов поддержки ВИЭ должно принимать во внимание необходимость кардинального увеличения темпов обучения в реализации полного цикла проекта ВИЭ, в том числе на этапе эксплуатации генерирующего оборудования и поставки электроэнергии в сеть. Кроме того, перспективными направлениями совершенствования действующей системы являются разработка программ стимулирования спроса на генерирующее оборудование, в том числе за счет развития микрогенерации на базе технологий фотовольтаики и программ продвижения российских производителей на международных рынках.

Таблица 1**Условия, накладываемые на проект, и соответствующие им специфические риски проекта****Table 1****The conditions imposed on the project, and the corresponding specific risk of the project**

Нормативно-правовой документ	Условия, накладываемые на проект ВИЭ	Риски проекта
1. Постановление Правительства РФ от 03.06.2008 № 426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии»	1. Степень локализации на территории РФ производства основного и/или вспомогательного генерирующего оборудования. 2. Оснащение средствами измерений (приборами учета) объемов производства (потребления) электрической энергии. 3. Включение в схему и программу перспективного развития электроэнергетики субъекта Российской Федерации, на территории которого расположен генерирующий объект	1. Риск недостижения степени локализации (контрактный риск). 2. Отсутствие возможности выбора оптимальных природно-климатических условий и, как следствие, низкая эффективность генерации (коммерческий риск)
2. Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года»	На период до 2020 г. устанавливаются значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием возобновляемых источников энергии	1. Риск срывов сроков ввода в эксплуатацию. 2. Отсутствие возможности масштабирования и, как следствие, низкая эффективность проекта в целом (коммерческий риск)
3. Постановление Правительства РФ от 20.10.2010 № 850 «Об утверждении критериев для предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами, функционирующими на основе ВИЭ, лицам, которым такие объекты принадлежат на праве собственности или на ином законном основании»	1. Генерирующий объект признан функционирующим на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированным генерирующим объектом. 2. Установленная мощность генерирующего объекта не превышает 25 МВт. 3. Собственник генерирующего объекта не является иностранным юридическим лицом, а также российским юридическим лицом, в уставном капитале которых доля участия иностранных юридических лиц в совокупности превышает 50%	1. Ограничения на привлечение иностранного капитала, рабочей силы и технологий (контрактный риск). 2. Ограничения на выбор технологии ВИЭ (технический риск)
4. Правила оптового рынка электрической энергии и мощности, утвержденные постановлением Правительства РФ от 27.10.2010 № 1172	Определены правила торговли мощностью, производимой квалифицированными генерирующими объектами, функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии, на основании договоров купли-продажи (поставки) мощности. Определен порядок и процедуры проведения конкурса инвестиционных проектов	Риск невыполнения процедуры представления проекта на конкурсный отбор (инвестиционный риск)

5. Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности»	Определяет методику расчета цены на мощность, а также норму доходности возврата инвестиций, нормативную себестоимость генерации СЭС и ВЭС, нормативы потребления электроэнергии СЭС и ВЭС на собственные нужды, нормативные коэффициенты использования установленной мощности, порядок расчета коэффициента локализации	1. Риск превышения нормативной себестоимости генерации (технический). 2. Риск превышения нормативов потребления энергии на собственные нужды (технический). 3. Риск невыполнения требований по КИУМ (технический)
6. Федеральный закон от 06.12.2011 № 394-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике»	Правительство Российской Федерации исходя из необходимости достижения установленных целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии ВИЭ, определяет существенные условия указанных договоров, в том числе условия о цене поставляемой мощности, а также о периодах поставки, в течение которых покупка мощности таких объектов на оптовом рынке по установленной в указанных договорах цене является обязательной	Инвестиционный риск (изменение условий поддержки)
7. Распоряжение Правительства РФ от 28.05.2013 № 861-р	Устанавливает предельные величины капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности для каждого из видов генерирующих объектов, функционирующих на основе возобновляемых источников энергии, для проведения конкурсных отборов инвестиционных проектов по строительству генерирующих объектов, функционирующих на базе возобновляемых источников энергии, на 2014—2024 гг.	Риск превышения нормативов капитальных затрат (коммерческий риск)
8. Приказ Минэнерго России от 22.07.2013 № 380 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий в порядке компенсации стоимости технологического присоединения генерирующих объектов с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт, признанных квалифицированными объектами, функционирующими на основе ВИЭ, юридическим лицам, которым такие объекты принадлежат на праве собственности или на ином законном основании»	Субсидия предоставляется владельцу генерирующего объекта в размере, не превышающем 50% стоимости технологического присоединения генерирующего объекта, но не более 30 млн руб. на один генерирующий объект (предельный размер предоставления субсидии)	Риск невыполнения условий получения субсидий (инвестиционный риск)
9. Постановление Правительства РФ от 17.02.2014 № 117 «О некоторых вопросах, связанных с сертификацией объемов электрической энергии, производимой на функционирующих на основе ВИЭ квалифицированных генерирующих объектах»	Определяет порядок получения сертификатов, подтверждающих объем произведенной и поставленной в сеть электроэнергии	Риск нарушения процедуры получения сертификата (коммерческий риск)

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2**Нормативно-правовые документы, снижающие риски проектов ВИЭ****Table 2****Regulatory documents reducing the renewable energy project risk**

Нормативно-правовой документ	Корректировка, направленная на снижение рисков проектов
Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2015 № 1472-р «О внесении изменений в акты Правительства Российской Федерации»	Перенос сроков реализации программы поддержки и сроков реализации проектов (на 4 года). Увеличены предельные капитальные затраты для проектов ВЭС
Постановление Правительства РФ от 10.11.2015 № 1210 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности»	Введение корректирующего коэффициента для валютной составляющей плановых капитальных затрат при расчете цены на мощность. Предусмотрен механизм добровольной заявительной отсрочки исполнения обязательства инвестора по поставке мощности генерирующего объекта ВИЭ на 12 месяцев с плановой даты начала поставки
Распоряжение Правительства РФ от 05.05.2016 № 850-р «О внесении изменений в Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2024 года, утв. распоряжением Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р»	Пересмотр целевых показателей ввода генерирующих объектов на основе ВИЭ по годам при сохранении прежних суммарных плановых объемов
Приказ Минпромторга России от 24.09.2018 № 3788 «Об утверждении Порядка определения степени локализации в отношении генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии»	Упрощение процедуры подтверждения степени локализации

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Рисунок 1

Динамика роста целевых показателей уровня локализации проектов солнечных (СЭС) и ветровых (ВЭС) электростанций (в редакции требований 2015 г.)

Figure 1

Changes in the local content target values of solar and wind power plant projects (as amended in 2015)



Источник: авторская разработка на основе данных постановления Правительства РФ от 10.11.2015 № 1210

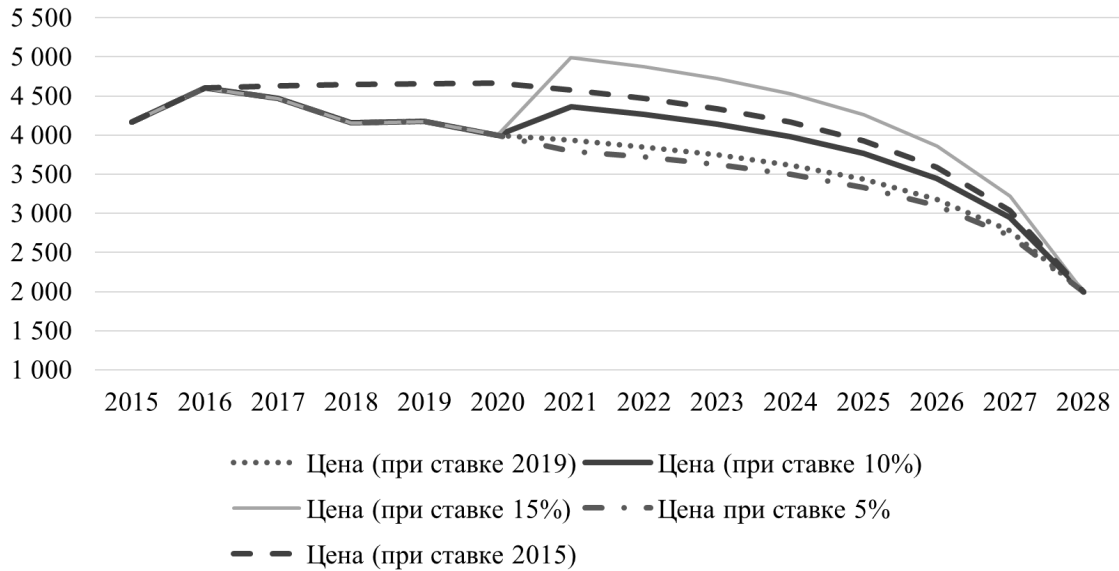
Source: Authoring, based on Resolution of the Government of the Russian Federation of November 10, 2015 № 1210

Рисунок 2

Динамика цены 1 кВт мощности модельного ветрового проекта, отобранного по конкурсу в 2015 г. в зависимости от доходности долгосрочных государственных обязательств

Figure 2

The 1 kW of power price behavior of a model wind project selected on a competitive basis in 2015 depending on the profitability of long-term government obligations



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 3

Соотношение средних и нормативных капитальных затрат на проекты солнечной и ветровой энергетики (нормативы 2013 г.)

Figure 3

Comparison of the average and standard capital costs for solar and wind power projects (The 2013-year standards)



Источник: авторская разработка на основе данных НП «Совет рынка»

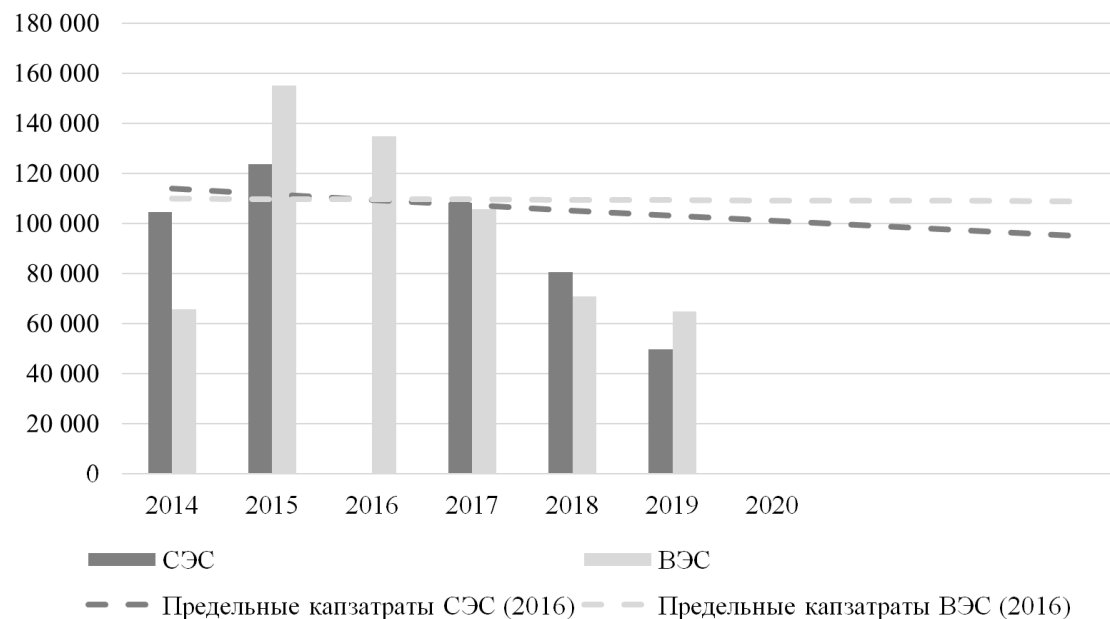
Source: Authoring, based on the NP Market Council's data

Рисунок 4

Соотношение средних и нормативных капитальных затрат на проекты солнечной и ветровой энергетики (нормативы 2015 г.)

Figure 4

Comparison of the average and standard capital costs for solar and wind power projects (The 2015-year standards)



Источник: составлено автором на основе данных НП «Совет рынка»

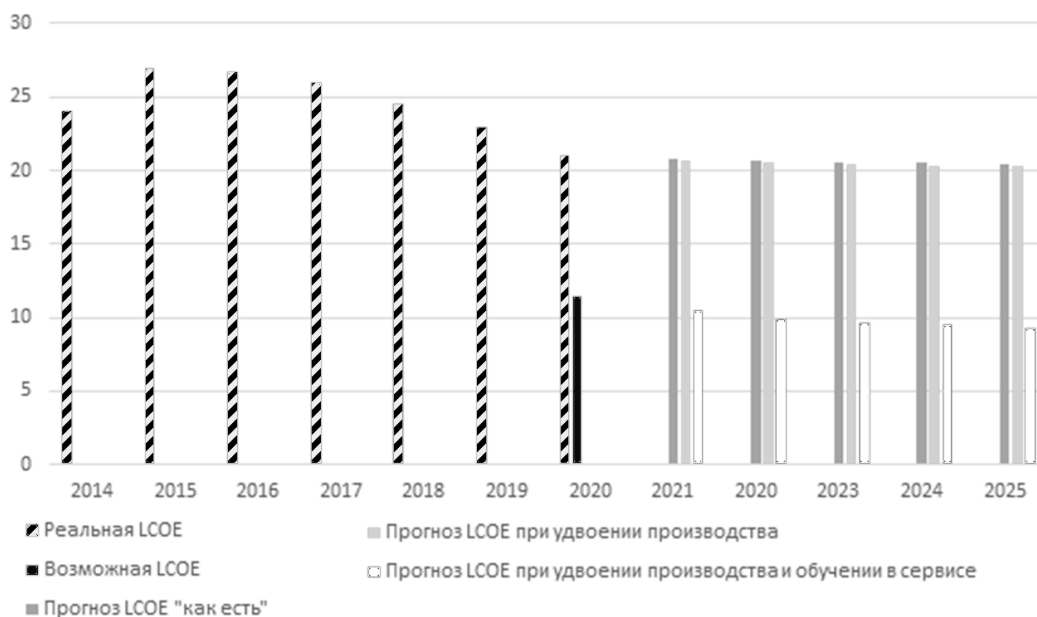
Source: Authoring, based on the NP Market Council's data

Рисунок 5

Реальная и прогнозируемая динамика приведенной стоимости солнечной электроэнергии (LCOE) в 2014–2025 гг.

Figure 5

The real and projected changes in the levelized cost of solar electricity (LCOE) in 2014–2025



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Эдельман В.И. Российская энергетика: новый инвестиционный цикл // Энергетик. 2019. № 4. С. 46–53.
URL: <http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN/article/view/1301>
2. Некрасов С.А. Возобновляемая энергетика. Перспективы корректировки развития энергоснабжения в России // Друкеровский вестник. 2019. № 3. С. 230–251. URL: <http://dx.doi.org/10.17213/2312-6469-2019-3-230-251>
3. Цахаева К.Н. Анализ эффективности государственной поддержки возобновляемых источников энергии (ВИЭ) // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 2. С. 22.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-gosudarstvennoy-podderzhki-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-vie>
4. Ремизова Т.С. Развитие возобновляемых источников энергии в России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13. Вып. 10. С. 1882–1895. URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.10.1882>

5. Некрасов С.А., Грачев И.Д. Переход от удовлетворения спроса на электроэнергию к его формированию как механизм снижения стоимости электроэнергии и издержек интеграции возобновляемых источников в энергосистему // Вестник ЦЭМИ РАН. 2018. № 4. С. 5.
URL: <https://doi.org/10.33276/S0000171-1-1>
6. Некрасов С.А., Цырук С.А. Трансформация требований к развитию энергоснабжения в результате расширения использования возобновляемых источников энергии // Промышленная энергетика. 2018. № 4. С. 37—42.
URL: <http://www.promen.energy-journals.ru/index.php/PROMEN/article/view/1037>
7. Hvelplund F., Østergaard P.A., Meyer N.I. Incentives and Barriers for Wind Power Expansion and System Integration in Denmark. *Energy Policy*, 2017, vol. 107, pp. 573–584. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.009>
8. Cia Alves E.E., Steiner A., de Almeida Medeiros M., da Silva M.E.A. From a Breeze to the Four Winds: A Panel Analysis of the International Diffusion of Renewable Energy Incentive Policies (2005–2015). *Energy Policy*, 2019, vol. 125, pp. 317–329.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.064>
9. Liu W.-Q., Gan L., Zhang X.-L. Cost-Competitive Incentives for Wind Energy Development in China: Institutional Dynamics and Policy Changes. *Energy Policy*, 2002, vol. 30, iss. 9, pp. 753–765.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00136-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00136-7)
10. Matisoff D.C., Johnson E.P. The Comparative Effectiveness of Residential Solar Incentives. *Energy Policy*, 2017, vol. 108, pp. 44–54.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.032>
11. Камчатова Е.Ю., Салмина А.В. Анализ инвестиционных программ энергетических компаний // Вестник университета. 2018. № 5. С. 131—139.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-investitsionnyh-programm-energeticheskikh-kompaniy>
12. Камчатова Е.Ю. Управление рисками генерирующих энергокомпаний // Вестник университета. 2018. № 2. С. 50—56.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-generiruyuschih-energokompaniy>
13. Камчатова Е.Ю., Костенко А.В. Риски энергетических компаний // Вестник университета. 2016. № 11. С. 69—74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-energeticheskikh-kompaniy>
14. Ратнер С.В., Иосифов В.В. Вопросы экономической целесообразности развития энергетического машиностроения для возобновляемой энергетики в России // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2015. Т. 14. № 4. С. 536—552.
URL: <https://doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.031>

15. Rubin E.S., Azevedo I.M.L., Jaramillo P., Yeh S. A Review of Learning Rates for Electricity Supply Technologies. *Energy Policy*, 2015, vol. 86, pp. 198–218.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.011>
16. Trappey A.J.C., Trappey C.V., Liu P.H.Y., Lin L.-C., Ou J.J.R. A Hierarchical Cost Learning Model for Developing Wind Energy Infrastructures. *International Journal of Production Economics*, 2013, vol. 146, iss. 2, pp. 386–391.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.03.017>
17. Qiu Y., Anadon L.D. The Price of Wind Power in China During Its Expansion: Technology Adoption, Learning-by-Doing, Economies of Scale, and Manufacturing Localization. *Energy Economics*, 2012, vol. 34, iss. 3, pp. 772–785.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.008>
18. Иосифов В.В. Перспективы развития в России рынков энергоэффективных технологий массового спроса // Дайджест-Финансы. 2017. Т. 22. Вып. 1. С. 19—32. URL: <https://doi.org/10.24891/df.22.1.19>
19. Попадюк Т.Г., Купреев Д.А. Стимулирование инновационного развития распределенной энергетики // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. № 3. С. 54—59. URL: <https://www.jsdrm.ru/jour/article/viewFile/783/679.pdf>
20. Ратнер С.В., Иосифов В.В. Международная практика протекционизма в развитии новых энергетических технологий // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. Т. 11. Вып. 46. С. 2—12.
URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/national/detail.php?ID=67682>
21. Black G., Holley D., Solan D., Bergloff M. Fiscal and Economic Impacts of State Incentives for Wind Energy Development in the Western United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, vol. 34, pp. 136–144.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.015>
22. Cao X., Kleit A., Liu C. Why Invest in Wind Energy? Career Incentives and Chinese Renewable Energy Politics. *Energy Policy*, 2016, vol. 99, pp. 120–131.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.015>
23. Lane D. How will EPA's Clean Energy Incentive Program Impact Solar Projects? *The Electricity Journal*, 2016, vol. 29, iss. 9, pp. 12–15.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.10.007>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF RENEWABLE ENERGY SECTOR SUPPORT MECHANISMS

Svetlana V. RATNER

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences (ICS RAS),
Moscow, Russian Federation
lanarat@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3485-5595>

Article history:

Article No. 273/2020
Received 7 May 2020
Received in revised form
21 May 2020
Accepted 4 June 2020
Available online
29 June 2020

JEL classification: O14,
O22, P18

Keywords: renewable
energy, government
incentives, capacity
market, risk management,
learning curve

Abstract

Subject. This article discusses the effectiveness of government programmes to support renewable energy and whether they should continue to be implemented.

Objectives. The article aims to conduct a comprehensive analysis of the changes in solar and wind power projects under the State support programme within the period from 2014 to 2019 and assess the effectiveness of the acting incentive mechanisms.

Methods. For the study, I used the *Learning-by-Doing* theory and *Project Management* principles and methods.

Results. The article proposes to consider the local content of the projects implemented as the key effectiveness indicator of the renewable energy support programme in Russia. For solar projects, this figure is currently significantly higher than the planned one, and it corresponds to the planned one for wind projects. In general, therefore, the programme can be considered effective.

Conclusions. Further improvements in renewable energy support mechanisms should take into account the need to drastically increase the pace of training in the full cycle of the renewable energy project, including the operation phase of generating equipment and the supply of electricity to the grid.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

Please cite this article as: Ratner S.V. Assessing the Effectiveness of Renewable Energy Sector Support Mechanisms. *Finance and Credit*, 2020, vol. 26, iss. 6, pp. 1392–1413.
<https://doi.org/10.24891/fc.26.6.1392>

References

1. Edel'man V.I. [Russian energy: a new investment cycle]. *Energetik*, 2019, no. 4, pp. 46–53. URL: <http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN/article/view/1301> (In Russ.)
2. Nekrasov S.A. [Renewable energy supply industry. Prospects of energy supply development adjustment in Russia]. *Drukerovskii vestnik*, 2019, no. 3, pp. 230–251. (In Russ.) URL: <http://dx.doi.org/10.17213/2312-6469-2019-3-230-251>
3. Tsakhaeva K.N. [Analysis of the effectiveness State support for renewable energy]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, 2015, no. 2,

- p. 22. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-gosudarstvennoy-podderzhki-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-vie>
4. Remizova T.S. [Development of renewable sources of energy in Russia]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2017, vol. 13, iss. 10, pp. 1882–1895. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.10.1882>
5. Nekrasov S.A., Grachev I.D. [The transition from meeting the demand for electricity to its formation as a mechanism to reduce the price of electricity and costs of integrating renewable sources into the energy system]. *Vestnik TsEMI RAN = Bulletin of CEMI*, 2018, no. 4, p. 5. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.33276/S0000171-1-1>
6. Nekrasov S.A., Tsyruk S.A. [Transformation of requirements for the development of energy supply as a result of increased use of renewable energy sources]. *Promyshlennaya energetika = Industrial Power*, 2018, no. 4, pp. 37–42.
URL: <http://www.promen.energy-journals.ru/index.php/PROMEN/article/view/1037> (In Russ.)
7. Hvelplund F., Østergaard P.A., Meyer N.I. Incentives and Barriers for Wind Power Expansion and System Integration in Denmark. *Energy Policy*, 2017, vol. 107, pp. 573–584. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.009>
8. Cia Alves E.E., Steiner A., de Almeida Medeiros M., da Silva M.E.A. From a Breeze to the Four Winds: A Panel Analysis of the International Diffusion of Renewable Energy Incentive Policies (2005–2015). *Energy Policy*, 2019, vol. 125, pp. 317–329. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.064>
9. Liu W.-Q., Gan L., Zhang X.-L. Cost-Competitive Incentives for Wind Energy Development in China: Institutional Dynamics and Policy Changes. *Energy Policy*, 2002, vol. 30, iss. 9, pp. 753–765.
URL: [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00136-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00136-7)
10. Matisoff D.C., Johnson E.P. The Comparative Effectiveness of Residential Solar Incentives. *Energy Policy*, 2017, vol. 108, pp. 44–54.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.032>
11. Kamchatova E.Yu., Salmina A.V. [Analysis of investment programs of energy companies]. *Vestnik universiteta*, 2018, no. 5, pp. 131–139.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-investitsionnyh-programm-energeticheskikh-kompaniy> (In Russ.)

12. Kamchatova E. Yu. [Risk management of generating energy companies]. *Vestnik universiteta*, 2018, no. 2, pp. 50–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-generiruyuschih-energokompaniy> (In Russ.)
13. Kamchatova E. Yu., Kostenko A. V. [Risk of energy companies]. *Vestnik universiteta*, 2016, no. 11, pp. 69–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/riski-energeticheskikh-kompaniy> (In Russ.)
14. Ratner S. V., Iosifov V. V. [Business feasibility of energy engineering for renewable energy in Russia]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravlenie = Journal of Applied Economic Research*, 2015, vol. 14, no. 4, pp. 536–552. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.15826/vestnik.2015.14.4.031>
15. Rubin E. S., Azevedo I. M. L., Jaramillo P., Yeh S. A Review of Learning Rates for Electricity Supply Technologies. *Energy Policy*, 2015, vol. 86, pp. 198–218. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.011>
16. Trappey A. J. C., Trappey C. V., Liu P. H. Y., Lin L.-C., Ou J. J. R. A Hierarchical Cost Learning Model for Developing Wind Energy Infrastructures. *International Journal of Production Economics*, 2013, vol. 146, iss. 2, pp. 386–391. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.03.017>
17. Qiu Y., Anadon L. D. The Price of Wind Power in China During Its Expansion: Technology Adoption, Learning-by-Doing, Economies of Scale, and Manufacturing Localization. *Energy Economics*, 2012, vol. 34, iss. 3, pp. 772–785. URL: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.008>
18. Iosifov V. V. [Future development of the Russian markets of energy efficiency technologies for mass consumption]. *Daidzhest-finansy = Digest Finance*, 2017, vol. 22, iss. 1, pp. 19–32. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/df.22.1.19>
19. Popadyuk T. G., Kupreev D. A. [Stimulating innovation in distributed energy]. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment = Strategic Decisions and Risk Management*, 2018, no. 3, pp. 54–59. (In Russ.) URL: <https://www.jsdrm.ru/jour/article/viewFile/783/679.pdf>
20. Ratner S. V., Iosifov V. V. [International protectionism policy in developing new energy technologies]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2015, vol. 11, iss. 46, pp. 2–12. URL: <https://www.fin-izdat.ru/journal/national/detail.php?ID=67682> (In Russ.)
21. Black G., Holley D., Solan D., Bergloff M. Fiscal and Economic Impacts of State Incentives for Wind Energy Development in the Western United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, vol. 34, pp. 136–144. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.015>

22. Cao X., Kleit A., Liu C. Why Invest in Wind Energy? Career Incentives and Chinese Renewable Energy Politics. *Energy Policy*, 2016, vol. 99, pp. 120–131.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.015>
23. Lane D. How will EPA's Clean Energy Incentive Program Impact Solar Projects? *The Electricity Journal*, 2016, vol. 29, iss. 9, pp. 12–15.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2016.10.007>

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.