

УДК 338.3

JEL Q28

DOI: <http://doi.org/10.25728/econbull.2020.1.4-baranov>

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

**Баранов Александр Алексеевич**

*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия,  
e-mail: cbv111@mail.ru; SPIN-код: нет*

***Аннотация:** Возобновляемая энергетика является быстроразвивающимся высокотехнологичным сектором мировой экономики, лидерство на котором положительным образом сказывается не только на энергетической безопасности стран, но и на темпах экономического роста в целом, уровне занятости и благосостояния населения, а также экологической ситуации. Наиболее коммерчески зрелыми технологиями возобновляемой энергетики на сегодня являются ветровая генерация и фотовольтаика. Начиная с 2013-2014 годов солнечная и ветровая энергетика активно развиваются и в России. С 2014 года мощности солнечных электростанций (СЭС) и ветровых (ВЭС) в России выросли в десятки и сотни раз. Однако реализация проектов ВИЭ в нашей стране пока полностью зависит от государственной поддержки. В данной работе будет рассмотрен принцип получения государственной поддержки для производителей электроэнергии ВИЭ.*

***Ключевые слова:** возобновляемая энергетика, государственная поддержка, нормативно-правовая база, солнечная электростанция, экономические показатели*

## THE FEATUTES OF PROJECT MANAGEMENT IN RENEWABLE ENERGY

**Baranov Aleksandr Alekseevich**

*RUDN university, Moscow, Russia,  
e-mail: sa45689@mail.ru; SPIN code: no*

***Abstract:** Renewable energy is a rapidly developing high-tech sector of the world economy, whose leadership has a positive impact not only on the energy security of countries, but also on the pace of economic growth in General, the level of employment and well-being of the population, as well as the environmental situation. Wind generation and photovoltaics are the most commercially mature renewable energy technologies today. Starting in 2013-2014 years, solar and wind energy have been actively developing in Russia. Since 2014, the capacity of solar power plants (SPP) and wind power plants (WPP) in Russia has increased tens and hundreds times. However, the implementation of renewable energy projects in Russia is still completely dependent on state support. This paper will consider the principle of obtaining state support for renewable energy producers.*

***Keywords:** renewable energy, government support, regulatory framework, solar power plant, economic indicators*

**Введение.** В Российской Федерации производство электроэнергии на основе ВИЭ имеет свои особенности, свою специфику. Она связана с большими

территориями, наличием уже менее эффективного в современных реалиях, но все равно хорошо работающего оборудования: на атомных электростанциях (первая в мире атомная электростанция была введена в работу в Обнинске в 1954 году), на гидроэлектростанциях, вследствие наличия большого числа полноводных рек (по состоянию на 2019 год в РФ работает 13 электростанций мощностью более гигаватта). Кроме того, существуют также политические, экономические и законодательные особенности, такие как отсутствие гибкой законодательной системы в области электроэнергетики, барьеры вхождения на рынки производства и дистрибьюции электроэнергии, трудности в исполнении существующего законодательства.

Подтверждением этому служит исследование мирового энергетического форума совместно с компанией McKinsey, в котором был рассчитан индекс перехода к ВИЭ, в нем Россия из 114 стран участниц заняла 70 место, что не является хорошим показателем, хотя в исследовании была отнесена к «потенциально эффективным» странам.

В таблице №1 показано относительное распределение суммарных объемов номинальных мощностей всех электровырабатывающих предприятий РФ в зависимости от энергоносителя, используемого в процессе выработки электроэнергии, а также общая номинальная мощность в МВт.

Таблица 1

**Суммарная номинальная мощность электростанций по источникам энергии**

Источник: <https://minenergo.gov.ru/node/532>

Год	Тепловые станции	Атомные станции	Гидро-	Ветро-	Солнце-	Всего (МВт)
2017	67,8%	11,8%	20,3%	0,005%	0,03%	236 344
2018	67,9%	11,6%	20,2%	0,06%	0,22%	239 812
2019	67,7%	12,0%	19,9%	0,08%	0,34%	243 243

Данные, представленные в таблице, отражают общемировые тенденции по сокращению производства электроэнергии при помощи невозобновляемой энергетики – ТЭЦ, работающих на ископаемых видах топлива, таких как уголь, продукты нефтепереработки и газ. Замещение объемов производства происходит путем открытия новых атомных электростанций, как например Плавающий энергетический блок (ПЭБ) «Академик Ломоносов», введением в эксплуатацию новых энергоблоков на существующих атомных электростанциях, например, энергоблок № 2 на Нововоронежской и энергоблок № 4 на Ростовской АЭС [1]. Помимо этого, в Российской Федерации идет активное внедрение возобновляемой энергетики, особенно использующей солнечную (в оренбургской области, республике Крым, в Поволжье) и ветровую энергию в качестве энергоносителя (например, в Ульяновске ВЭУ6-ВЭУ11, номинальные мощности которых составляют 85% от суммарных по РФ номинальных мощностей ВЭС). Исходя из этого можно заключить, что в РФ имеется тенденция к росту производства электроэнергии с использованием ВИЭ.

**Экономические механизмы государственной поддержки ВИЭ мощностью более 5 МВт.** В настоящий момент в Российской Федерации цепочка от производства до продажи электроэнергии состоит из 3 больших звеньев [2]:

- Генерирующие энергетические компании (Генераторы), представленные на российском рынке, исчисляются сотнями производителей. Лидеры рынка, входящие в первую десятку по объему производства, обеспечивают более 85% рыночного потребления. Наиболее крупными являются: РусГидро, Газпром энергохолдинг, Интер РАО, Росэнергоатом, ЕвроСибЭнерго [3]. Генераторы являются участниками Оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), но могут и продавать электроэнергию напрямую юрлицам и промышленным предприятиям.
- Сетевые компании. Они занимаются передачей электроэнергии от генерирующих компаний до конечных клиентов, являются операторами энергетических сетей и оборудования, связанного с транспортировкой, обработкой и доставкой электроэнергии (повышающие и понижающие трансформаторы, подстанции, ЛЭП). На российском рынке представлены десятками компаний - одной на несколько субъектов РФ. Наиболее крупными, имеющие в своей структуре множество дочерних компаний, являются: ПАО Россети и холдинг ФСК ЕАС (Федеральная Сетевая Компания Единой Энергетической Системы)
- Сбытовые компании, занимаются дистрибьюцией (сбытом) электроэнергии, приобретенной на ОРЭМ как физлицам (домохозяйствам), так и юрлицам, промышленным предприятиям, государственным объектам, на российском рынке представлены сотнями компаний, для каждого субъекта РФ - как минимум одной. Законодательство РФ противоречит совмещению деятельности сбыта, передачи и генерации электроэнергии, однако в реальности сбытовые компании бывают объединены с сетевыми компаниями. Это позволяет им более агрессивно влиять на цены, поскольку теряются рыночные механизмы формирования цены во время продажи электроэнергии от сетевой компании сбытовой компании, фактически такие сделки идут в обход ОРЭМ, что снижает мотивацию к снижению издержек, которые перекладываются на неконкурентный вид деятельности, что ведет к росту тарифов на электроэнергию.

Распределение стоимости электроэнергии для конечных потребителей показано на рис. 1.

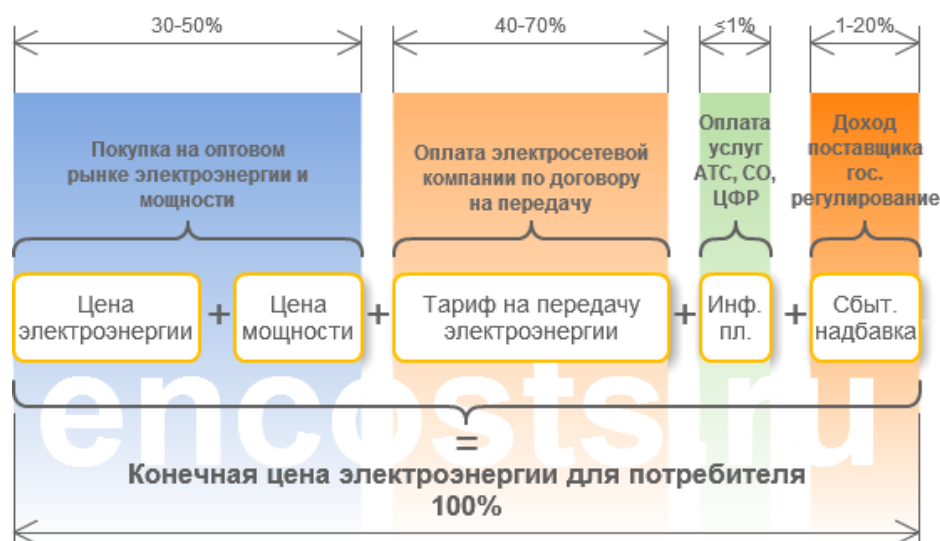


Рис. 1. Механизм формирования конечной цены электроэнергии для потребителя

Источник:

[https://encost.com/?path=roznichniyrynok%2Fcena\\_elektroenergii\\_dlya\\_predpriyatij](https://encost.com/?path=roznichniyrynok%2Fcena_elektroenergii_dlya_predpriyatij)

Отдельного упоминания стоит ОРЭМ<sup>1</sup> – это рынок электроэнергии в РФ, действующий в рамках Единой энергетической энергосистемы РФ, участниками которого являются крупные производители, более 5 МВт номинальной мощности и крупные покупатели электроэнергии, суммарная присоединенная мощность которого составляет не менее 20 МВ·А (данная величина, описывает нагрузки, которые фактически налагаются потребителем на элементы подводящей электросети: на провода, кабели, распределительные щиты, трансформаторы и линии электропередачи) [4].

**Обзор нормативно-правовой базы РФ, обеспечивающей регулирование объектов ВИЭ.** В РФ проводятся программы по стимулированию возобновляемой энергетики, создающие более комфортные условия для ее развития и увеличения инвестиций в эту область. Уже 6 декабря 2011 года в закон № 35 ФЗ Об электроэнергетике [5] были внесены изменения, предусматривающие стимулирование использования возобновляемых источников энергии, заключающееся в предоставлении надбавки на оптовом рынке электроэнергии. Далее нормативно-правовая база в сфере ВИЭ развивалась и совершенствовалась за счет введения новых нормативно-правовых актов. Эволюция нормативно-правовой базы отражена в табл. 2.

Таблица 2

**Нормативно-правовая база в сфере ВИЭ**

Нормативно правовой документ	Условия, которым должен соответствовать проект ВИЭ
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) Включен в схему и программу перспективного развития электроэнергетики субъекта Российской Федерации, на территории которого расположен генерирующий объект.
Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2009 № 1-р «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ до 2020 года»	Устанавливает до 2024 года значения целевых показателей объема производства и потребления электрической энергии с использованием ВИЭ
Постановление Правительства РФ от 20.10.2010 N 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»	Генерирующий объект признан функционирующим на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированным генерирующим объектом Установленная мощность генерирующего объекта не превышает 25 МВт; Собственник генерирующего объекта должен не быть иностранным юридическим лицом или отечественным юридическим лицом, в уставном капитале которого доля участия иностранных юридических лиц в совокупности превышает 50 процентов;

<sup>1</sup> ст.3 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

Постановление Правительства РФ от 27.10.2010 №1172 определяет правила оптового рынка электрической энергии и мощности	Определяет правила торговли мощностью, производимой квалифицированными генерирующими объектами ВИЭ, на основании договоров поставки мощности, а также порядок и процедуры проведения конкурса инвестиционных проектов
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
Распоряжение Правительства РФ от 28.05.2013 N 861-р	Устанавливает на 2014 - 2024 годы предельные величины капитальных затрат на возведение 1 кВт установленной мощности генерирующего объекта для каждого из видов генерирующих объектов, функционирующих на энергии ВИЭ.

Механизмы поддержки различаются в зависимости от типа рынка, различают оптовый и розничный рынки электроэнергии.

В постановлении Правительства Российской Федерации №47 от 23.01.2015 описаны вопросы:

- стимулирования использования ВИЭ на розничном рынке,
- использования сертификатов, с помощью которых реализуются механизмы поддержки объектов ВИЭ,
- формирования тарифного регулирования объектов ВИЭ.

Согласно вышеупомянутому постановлению, на розничном рынке основным инструментом поддержки является обязанность сетевых компаний компенсировать потери в электрических сетях в первую очередь за счет приобретения электрической энергии, произведенной на базе ВИЭ. Поддержка заключается в том, что сетевые компании обязаны покупать электроэнергию, произведенную объектами ВИЭ для компенсации потерь при передаче электроэнергии в объеме не более 5% от объемов прогнозных сетевых потерь. Цены на электроэнергию, произведенную на основе использования ВИЭ квалифицированных генерирующих объектах и приобретаемую в целях компенсации потерь в электросетях, должны устанавливаться по каждому объекту ВИЭ в отдельности.

Та часть цены на мощность, которая обеспечивает возврат инвестиционного капитала, рассчитывается по формуле:

$$KЭ_i = (R_i \times НД_{i-1} : (1-НП) + r_i) : 12 + ЭР_i$$

где,  $R_i$  – это размер инвесткапитала на начало периода  $i$ , вычисляемый по в свою очередь по формуле

$$R_i = R_{i-1} - r_{i-1} + (НД_{i-1} - НД_{i-2}) \times (1+НД_{i-1}) \times R_{i-1},$$

где НП – ставка налога на прибыль, для определенного месяца,

$r_i$  - размер возврата инвестированного капитала в  $i$ -й период, определяемый как

$$r_i = R_i \times НД_{i-1} : ((НД_{i-1} + 1)^{16-i} - 1).$$

а норма доходности ( $НД_i$ ) на  $i$ -й период вычисляется при помощи следующей формулы:

$$НД_i = \frac{(1 + НД_{баз}) \times (1 + ДГО_i)}{(1 + ДГО_{баз})} - 1$$

Норма доходности (НД<sub>баз</sub>) равняется 12% для объектов ВИЭ, введенных в эксплуатацию после 1 января 2017 года и 14% - для объектов, введенных после 1 января 2017 года, и является привязанной к долгосрочным государственным облигациям (ДГО<sub>баз</sub>), равняющимся 8,5%. Средняя доходность долгосрочных государственных обязательств (ДГО<sub>i</sub>), выражается в рублях и имеет срок погашения от 8 до 10 лет и, по состоянию на 06.03.2020, составляет 6,6% [6]. Таким образом актуальная норма доходности на 2020 год составляет 10,03%.

Методом установления тарифа является индексация необходимой валовой выручки (индексация НВВ), который применяется до возврата инвестиционного капитала, который согласно постановлению, приравнен к сроку установления тарифа и равняется 15 годам и реализуется на основании приказа Федеральной службы по тарифам от 17 февраля 2012 г. N 98-э, после окончания срока возврата инвестиционного капитала тариф рассчитывается при помощи метода экономически обоснованных затрат.

Оптовый рынок энергетики в РФ представлен тремя секторами торговли электроэнергией:

- рынка на сутки вперед (РСВ),
- балансирующего рынка (БР),
- долгосрочных двусторонних договоров.

Среди долгосрочных двухсторонних договоров можно выделить договоры о предоставлении мощности (ДПМ), в которых указываются участники договора – поставщик и покупатель, цены и объемы поставки. Во время действия договора продажа электроэнергии осуществляется тарифным способом по цене, которая была указана поставщиком в ценовой заявке на предоставление ДПМ.

В постановлении правительства РФ № 449 от 28.05.2013 г. для стимулирования ВИЭ предусмотрен механизм поддержки производителей на рынке оптовом рынке электрической энергии (ОРЭМ), который заключается в продаже мощности квалифицированных генерирующих объектов (получивших квалификационное свидетельство генерирующего объекта ВИЭ) по специальным тарифам на электрическую энергию (повышенным ценам), предусмотренными правилами оптового рынка, указанным в приложении №3 для каждого региона отдельно и варьируются от 0,1 до 1 рубля на 1 кВт/час электроэнергии в зависимости от рассматриваемого региона. Данные тарифы устанавливаются Приказом ФАС России от 30.09.2015 № 900/15, в котором рассчитываются максимальные и минимальные цены на электрическую энергию и мощность, порядок их расчета показан в приложении №2.

Также в постановлении №449 указаны нормативные коэффициенты установленной мощности (КИУМ):

- 14% - для солнечных энергоустановок,
- 27% - для ветровых энергоустановок,
- 38% - для гидроустановок,
- 50% - для энергоустановок, работающих на биомассе,
- 65% - для энергоустановок, работающих на биогазе и свалочном газе.

При этом отбираемые проекты ВИЭ должны соответствовать целевым показателям степени локализации [4]: для объектов СЭС необходимый уровень локализации составляет 70%, а для ВЭС и малых ГЭС – 65%.

На основании этих данных производится расчет удельной прогнозной прибыли по следующей формуле:

$$Pr_i = KIUM \times ЧЧ_i \times (Ц_{РСВ_i} : K_{сн} - S_{выраб_i}),$$

в которой  $ЧЧ_i$  – число часов в году  $i$ ,  $Ц_{РСВ_i}$  – цена рынка на сутки вперед,  $K_{сн}$  – коэффициент самостоятельного потребления электростанцией,  $S_{выраб_i}$  – стоимость выработки электрической энергии на единицу мощности.

Цена электроэнергии рынка на сутки вперед определяется с учетом цен на энергетические газ и уголь на основании прогноза социально-экономического развития РФ, который разрабатывается федеральным органом исполнительной власти.

Удельная стоимость выработки электрической энергии генерирующим объектом соответствующего вида в 2012 году принимается равной следующим значениям:

- для генерирующего объекта солнечной генерации - 1 рубль/МВт·ч;
- для генерирующего объекта ветровой генерации - 1 рубль/МВт·ч;
- для генерирующего объекта гидрогенерации - 10 рублей/МВт·ч.

Таким образом, Итоговая цена на мощность определяется следующим образом:

$$Ц = (КЭ_i + НИ * Доля) * K_{соб.потр} * K_{загрузки}$$

в которой:

- НИ - налог на имущество,
- КЭ – возвратная часть цены, рассчитывается формулой №3,
- $K_{соб.потр}$  равняется 1,005 для всех ВИЭ.
- А  $K_{загрузки}$  определяется следующим образом:

- если отношение фактического КИУМ к нормативному не превысило 0,5, то  $K_{загрузки}$  устанавливается равным 0;

- если отношение фактического КИУМ к нормативному превысило 0,5, но не превысило 0,75, то коэффициент загрузки устанавливается равным 0,8;

- если отношение фактического КИУМ к нормативному превысило 0,75, коэффициент загрузки генерирующего объекта устанавливается равным 1.

Поддержку, согласно постановлению, оказывают 15 лет со дня ввода генерирующего объекта в эксплуатацию. Цена на электроэнергию определяется коммерческим оператором оптового рынка (Администратором торговой сети (АТС)) для каждого конкретного генерирующего объекта (от 5 до 25 МВт) и прописана в договоре о предоставлении мощности (ДПМ). Договоры о предоставлении мощности заключаются сроком на один год, чему предшествует конкурсный отбор, проводящийся раз в год для каждой технологии возобновляемой энергетики (солнечной, ветровой и гидрогенерации).

Существуют принципы, согласно которым объекта ВИЭ может быть включен в программу развития региона:

- уменьшение роста тарифов на электроэнергию,
- уменьшение себестоимости электроэнергии,
- производство электроэнергии не более 5% сетевых потерь (кроме изолированных зон) – в целом по Российской Федерации потери при передаче электроэнергии составляют около 100 млрд кВт·ч в год, соответственно

- уменьшение экологического ущерба – необходимо предоставить экспертное заключение о снижении экологического ущерба в конкурсной заявке.
- разрешение задач социального характера, например, трудоустройства или повышения качества жизни,
- открытость и публичность.

Отбор проектов проводится в 2 этапа. На первом этапе происходит сбор всех заявок по проектам, которые соответствуют требованиям договора о присоединении к торговой системе оптового рынка. Затем коммерческий оператор публикует на официальном сайте данные о виде генерирующего объекта, без указания его наименования, о его установленной мощности и о планируемых капитальных затратах на 1 кВт установленной мощности.

На втором этапе отбора проекты, отобранные на первом этапе, по которым поставка электроэнергии планируется в текущем году, ранжируются по возрастанию капитальных затрат на 1 кВт установленной мощности генерирующего объекта. Если сумма объемов установленной мощности генерирующих объектов не превышает плановый объем необходимой к отбору мощности на соответствующий год, то на втором этапе отбора проектов отбираются все включенные в указанный перечень проекты. Если в результате сумма объемов установленной мощности генерирующих объектов отобранных проектов превысила плановый объем необходимой к отбору мощности на соответствующий год более чем на 10 процентов, то из числа проектов, отобранных на втором этапе отбора, исключаются проекты с наибольшей плановой величиной капитальных затрат на 1 кВт установленной мощности генерирующего объекта.

Данный метод стимулирования берет материальные средства от конечных потребителей энергии путем повышения цен на оптовом рынке. Но существуют и меры поддержки, берущие материальные средства из федерального бюджета. Они предоставляются юридическим лицам правообладателям на данный генерирующий объект в виде компенсации стоимости технологического присоединения квалифицированных генерирующих объектов ВИЭ с установленной генерирующей мощностью не более 25 МВт. Данная субсидия представляется на основании приказа Министерства энергетики РФ от 22 июля 2013 г. № 380 и равняется 50 процентам стоимости технологического присоединения генерирующего объекта, но не более 30 миллионов рублей на один генерирующий объект [7].

Организация НП «Совет рынка», согласно постановлению правительства № 426 от 3 июня 2008 года, проводит мероприятия, результатом которых является признание генерирующих объектов функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии квалифицированными генерирующими объектами, на основании следующих критериев:

- Генерирующий объект функционирует либо исключительно с использованием ВИЭ, либо в режиме комбинированного использования,
- Генерирующий объект находится в эксплуатации и оснащен приборами учета,
- Генерирующий объект подключен к электрическим сетям и включен в схему и программу перспективного развития.

Однако, подтверждение квалифицированности генерирующего объекта ВИЭ не означает то, что владелец обязан обратиться в орган местного самоуправления для получения установленного тарифа. Орган МСУ не уполномочен самостоятельно



устанавливать тарифы для квалифицированных объектов ВИЭ в случае, если владелец самостоятельно не обратился с заявлением.

Компания НП Совет рынка аккумулирует данные об объектах ВИЭ и ежегодно публикует статистику по видам ВИЭ, в которой указаны количества:

- квалифицированных объектов ВИЭ,
- зарегистрированных на оптовом рынке объектов ВИЭ,
- объектов ВИЭ, для которых установлен тариф на текущий год,

Таблица 3

**Динамика ввода в эксплуатацию квалифицированных, зарегистрированных и тарифизированных объектов ВИЭ**

Источник: <https://www.np-sr.ru/ru/market/retail/dogc/index.htm>

Общее число объектов ВИЭ			
Год	2017	2018	2019
Квалифицированные	60	91 (+51%)	119 (+31%)
Зарегистрированные	26 (43,3%)	36 (41%)	54 (45,5%)
С тарифом	16 (27%)	23 (25%)	30 (26%)
Число объектов солнечной генерации			
Квалифицированные	41	71	95
Зарегистрированные	25 (61%)	46 (65%)	60 (63%)
С тарифом	1 (2,4%)	4 (5,5%)	7 (7,5%)

В табл. 3 мы можем увидеть по годам динамику ввода в эксплуатацию объектов ВИЭ, в 2018 году прирост общего числа объектов ВИЭ составил более половины, а в 2019 – чуть менее трети, при этом доля энергетических компаний с установленным тарифом на продажу электроэнергии не увеличивается по всем ВИЭ, но в отрасли солнечной энергетике, в которой реализуются наиболее крупные проекты по зеленой энергетике в РФ намечен определенный рост.

**Особенности реализации крупных проектов ВИЭ в России.** Согласно информации на январь 2020 года, в 2019 году в России было введено более 500 МВт солнечных мощностей. Это показывает, что прошлый год стал рекордным для ВИЭ нашей страны. Отпуск электроэнергии в сеть начали 568,5 МВт солнечных электростанций. Это значительная часть (почти половина) всего объема установленной мощности солнечной генерации, функционирующей в России, которая, по данным «АТС» Ассоциации «НП Совет рынка», составляет 1 265,67 МВт [8].

Российская компания «Хевел», подконтрольная компаниям «Роснано» и «Ренова» является первопроходцем в отечественной солнечной энергетике. Она занимается проектированием, производством и установкой солнечных панелей. «Хевел» первым на российском рынке осуществил запуск солнечной электростанции, а также первым построил завод полного цикла по производству солнечных панелей. В марте 2020 года «Хевел» построил крупнейшую в РФ

солнечную электростанцию, мощностью 10 МВт, с системой накопления 8 МВт\*ч, это сможет обеспечить бесперебойное электроснабжение всего района до 6 часов.

Основными инвесторами в строительство солнечной генерации в 2019 году стали: группа компаний «Хевел», построившая в 2019 году 13 солнечных электростанций суммарной мощностью 363,5 МВт, компания «Солар Системс», построившая 6 солнечных электростанций суммарной мощностью 100 МВт, и компания «Вершина Девелопмент», построившая 7 солнечных электростанций суммарной мощностью 105 МВт [9].

Другой перспективной российской компанией является «Монокристалл». Это ведущий мировой производитель синтетического сапфира, а также PV-паст для металлизации. В конце 2019 года «Монокристалл» объявил об успешном тестировании полимерной связующей пасты для солнечных панелей, состоящих из разнородных элементов (так называемых гетероструктурных, НТ), которая позволяет добиться большей скорости печати панелей и отсутствия разрывов [9]. Это позволит добиться увеличения производительности на 0,05%, что было доказано при тестировании данной пасты на производственной линии «Хевел».

Информация, представленная в следующей таблице, представляет компании-участники технологических разработок в так называемой кремниевой энергетике, то есть те компании, которые участвуют в технологической цепочке создания солнечных батарей.

Таблица 4

**Участники производственной цепочки изготовления солнечных панелей**

Источник: [https://www.eriras.ru/files/popel\\_solnechnaya.pdf](https://www.eriras.ru/files/popel_solnechnaya.pdf)

№	Наименование технологического передела	Производство	R&D	Вклад в степень локализации
1	Производство поликристаллического кремния и рост слитков	«Гелиос-ресурс», «Солар Системс»	ИТ СО РАН	20%
2	Резка слитка на пластины	«Гелиос-ресурс», «Солар Системс»	-	15%
3	Изготовление фотоэлектрического преобразователя	«Хевел»	НТЦ ТПТ Хевел НИИЯФ МГУ ВИЭСХ-ФЭП	25%
4	Сборка фотоэлектрического модуля	«Гелиос-ресурс», «Хевел», «Телеком-СТВ», «Рязанский завод металлокерамических приборов»	ВИЭСХ-ламинирующие материалы, НТЦ ТПТ Хевел, «Телеком СТВ» - изготовление гибких и складных модулей	5%
5	Сборка и тестирование инвертора	«Связь-инжиниринг», «Шнайдер Электрик Рус»	«LCL», «Энергетические технологии» и др.	12%

Из данных табл. 4 видны, как минимум, 8 участников различных этапов производства, начиная от разработки (R&D) и кончая сборкой и тестированием

инверторов. При этом ООО «Хевел» занимает лидирующие позиции в нескольких направлениях, касающихся солнечной электроэнергетики.

Таким образом, можно отметить разнообразие развивающихся в нашей стране ВИЭ. Табл. 5 демонстрирует доли различных видов ВИЭ за 2019 год и показывает несомненный приоритет В Российской Федерации энергии солнца в качестве ВИЭ.

Таблица 5

**Относительные доли ВИЭ на основе различных видов энергии за 2019 год**

<b>Источник энергии:</b>	<b>солнце</b>	<b>ветер</b>	<b>геотермальная</b>	<b>потоки воды, без гидроаккумуляторов</b>
Совокупная установленная мощность, МВт	969,67	97,27	62,00	11,34
Доля в ВИЭ в %	84,11%	8,44%	5,38%	0,98%
<b>Источник энергии:</b>	<b>Биомасса</b>	<b>Биогаз</b>	<b>Газ (отходы)</b>	<b>Всего</b>
Совокупная установленная мощность, МВт	6,00	4,13	2,40	1 152,80
Доля в ВИЭ в %	0,52%	0,36%	0,21%	100,00%

**Расчет окупаемости проектов ВИЭ более 5 МВт.** Как было выяснено в предыдущих пунктах, поддержка осуществляется при помощи договоров о предоставлении мощности. В них указывается, что внутренняя норма доходности равняется 14%, срок окупаемости 15 лет, на основании постановления правительства № 449 [10], при этом коэффициент использования установленной мощности для солнечной энергетики указывается равным 14,65%.

Эти значения, совместно с предельными значениями операционных издержек и капитальных затрат дают возможность рассчитать такую цену на продажу электроэнергии, при которой условия из постановления №449 будут выполняться.

Например, промышленная солнечная электростанция, расположенная в Республике Алтай, Кош-Агачский район, Теленгит-Сортогойское сельское поселение, мощностью 5 Мвт, с категорией квалификации 1Б (что означает, что степень ее локализации находится в промежутке от 50 до 70%) имеет описанные в таблицах №11-12 характеристики. При них, руководство данной электростанции сможет получить заданную окупаемость и доходность при надбавке к розничному тарифу на электроэнергию, действующему в регионе Белгородской области (при потреблении в среднем 2/3 дневного тарифа и 1/3 ночного) в 133%.

Таблица 6

**Экономические характеристики солнечной электростанции в Теленгит-Сортогойском сельском поселении**

Источник: расчеты автора

<b>Окупаемость</b>	<b>Доход от продажи электроэнергии/год</b>	<b>NPV</b>	<b>Дневной тариф</b>	<b>Ночной тариф</b>

15	30 001 495	3 165 927	2,35	1,32
----	------------	-----------	------	------

NPV получен для ставки дисконтирования 2,5%, равной усредненному среднегодовому значению инфляции в РФ. NPV в данном проекте является не достаточно скромным, относительно проектов в других областях, однако, срок службы солнечной электростанции значительно превышает 15 лет и может составлять до 50 лет.

Таблица 7

**Экономические характеристики солнечной электростанции в Теленгит-Сортогойском сельском поселении**

Источник: расчеты автора

CAPEX (Капитальные затраты) / кВт	капитальные затраты	OPEX/KWt операционные затраты (эксплуатационные) затраты/ кВт	OPEX/year	LCOE
76 030,00	380 150 000	267,56	1 337 800,00	7,00

Иными словами, окупаемость данного проекта невозможна без государственной поддержки, которая на 16,5% превосходит цену электроэнергии для конечного потребителя. Для упрощения расчетов, долей производителя электроэнергии от цены продажи конечному потребителю взято 50%.

В случае, если конъюнктура рынка будет благоприятной, возможны положительные изменения в экономических показателях проекта, так, при увеличении тарифа на 20% срок окупаемости снизится на 3 года и составит 12 лет, данная зависимость проиллюстрирована на рис. 2.



Рис. 2. Анализ чувствительности проекта к изменению тарифа на электроэнергию

А в случае большей производительности солнечных панелей, которая возможна, например, в случае изменения климата на менее облачный или более качественного чем расчетное полотно солнечных панелей, окупаемость проекта так

же может вырасти, но несколько более резко, в сравнении с тарифом, на 3 года, при увеличении КИУМ на 17%, что показано на рис. 3.



**Рис. 3.** Анализ чувствительности проекта к изменению производительности солнечной панели (КИУМ)

**Выводы.** При управлении промышленным проектом ВИЭ в РФ необходимо учитывать специфику данной отрасли, которая выражается в механизме поддержки, существующем в России [11]. Для ее получения необходимо соответствовать описанным в работе критериям, чтобы иметь возможность пройти конкурсный отбор и попасть в реестр квалифицированных объектов ВИЭ. Только после этого, в условиях современных российских реалий, проект становится жизнеспособным. Исходя из этого, главным риском для проекта промышленной солнечной электростанции является риск невыполнения условий получения государственной поддержки, вследствие:

- Коммерческий риск превышения реальных капитальных затрат над нормативными,
- Контрактный риск невыполнения условий по степени локализации оборудования,
- Техничко-коммерческий риск несоответствия нормативным значениям КИУМ, вследствие неверного выбора расположения объекта,
- Инвестиционный риск невыполнения процедуры конкурсного отбора проекта,
- Инвестиционный риск изменения условий предоставления государственной поддержки.

Наибольшие усилия при реализации проекта промышленной электростанции, работающей на энергии ВИЭ, стоит уделить именно этим рискам.

### Литература

1. Алмастьян Н.А., Ратнер С.В. Современный уровень развития эко-инноваций в энергоёмких отраслях экономики (на примере электроэнергетики) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2018. Т.14, Вып. 6., с. 1135-1150
2. <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/kak-ustroen-rynok-elektroenergii-v-rossii>
3. <http://www.myenergy.ru/russia/>

4. Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 N 1172 (ред. от 07.11.2019) «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности»
5. Федеральный закон от 26 марта 2003 г. N 35-ФЗ "Об электроэнергетике" (с изменениями и дополнениями) <http://base.garant.ru/185656/>
6. Кривая бескупонной доходности государственных облигаций, банк России, [https://www.cbr.ru/hd\\_base/zcyc\\_params/zcyc/](https://www.cbr.ru/hd_base/zcyc_params/zcyc/)
7. Победоносцева В.В., Бежан А.В. Стимулирование использования энергии ветра на примере ветропарка в городе Гаджиево Мурманской области// Труды Кольского научного центра РАН, 2015. №2, стр. 107-120.
8. Жихарев А. Консалтинговый отчет «Поддержка ВИЭ на розничных рынках: сигнал к действию» <https://solarka.club/news/45/>
9. Портал солнечной энергетики, <https://solarka.club/news/45/>
10. Постановление Правительства РФ от 23 января 2015 г. N 47 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии"
11. Ратнер С.В., Гомонов К.Г. Оценка результативности мер государственной поддержки возобновляемой энергетики и энергоэффективной экономики: обзор подходов // Экономический анализ: теория и практика, 2019, Т.18, Вып.8, стр. 1428-1447

### References

1. Almastyan N.A., Ratner S.V. The current level of development of eco-innovations in energy-intensive sectors of the economy (for example, electric power industry) // National interests: priorities and security, 2018.V.14, Issue. 6., p. 1135-1150
2. <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/kak-ustroen-rynok-elektroenergii-v-rossii>
3. <http://www.myenergy.ru/russia/>
4. Decree of the Government of the Russian Federation of December 27, 2010 N 1172 (as amended on November 7, 2019) "On the Approval of the Rules for the Wholesale Market of Electric Energy and Power"
5. Federal Law of March 26, 2003 N 35-ФЗ "On the Electric Power Industry" (with amendments and additions) <http://base.garant.ru/185656/>
6. The coupon-free yield curve of government bonds, Bank of Russia, [https://www.cbr.ru/hd\\_base/zcyc\\_params/zcyc/](https://www.cbr.ru/hd_base/zcyc_params/zcyc/)
7. Pobedonostseva VV, Bezhan A.V. Stimulating the use of wind energy as an example of a wind park in the city of Gadzhievo, Murmansk region // Transactions of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences, 2015. No. 2, pp. 107-120.
8. Zhikharev A. Consulting report "Support for RES in the retail markets: a signal for action" <https://solarka.club/news/45/>
9. The portal of solar energy, <https://solarka.club/news/45/>
10. Decree of the Government of the Russian Federation of January 23, 2015 N 47 "On Amending Certain Acts of the Government of the Russian Federation on the Promotion of the Use of Renewable Energy Sources in Retail Electricity Markets"
11. Ratner S.V., Gomonov K.G. Evaluation of the effectiveness of government support measures for renewable energy and an energy-efficient economy: a review of approaches // Economic Analysis: Theory and Practice, 2019, Vol. 18, Issue 8, pp. 1428-1447.

*Поступила в редакцию 10 марта 2020 г.*