

СРЕДА ОБИТАНИЯ

ОСМЫСЛЕНИЕ НООСФЕРЫ

УДК 621.9
ББК 31.63

Ю.Н. Гладкий, И.П. Махова, И.Ю. Гладкий

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ: ПРОТИВОРЕЧИВАЯ СВЯЗЬ

Нефтегазовое изобилие страны выделяется в качестве одной из главных причин отставания российской ветроэнергетики. Разработка конкретных проектов в данной сфере связывается с приближением себестоимости энергии ветра к себестоимости ископаемой энергии. Оценивается противоречивая связь между экономическими и геофизическими условиями развития ветроэнергетики. С одной стороны, Россия обладает колоссальным потенциалом ветровой энергии. С другой – обширная территория, совпадающая с зоной наиболее «щедрых» потенциальных ветроресурсов, характеризуется отсутствием развитой рыночной среды. Подчеркивается, что в ряде отдаленных регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока ветровая энергетика не является источником получения прибыли, а призвана выполнять общественно важные функции – социальные и экологические. Высказывается мысль, что емким потенциальным рынком для систем ветровой энергетике могут стать как миллионы индивидуальных фермерских и овощеводческих хозяйств, так и дачи российских граждан – недостаточно глубоко исследованный элемент национальной экономики.

Ключевые слова:

ветровая энергетика, ветровые парки, геофизические детерминанты, локализации ветроэнергетических парков, рыночная среда, скорость ветра, холодный климат.

Гладкий Ю.Н., Махова И.П., Гладкий И.Ю. Геофизические и экономические детерминанты развития ветроэнергетики в России: противоречивая связь // Общество. Среда. Развитие. – 2018, № 3. – С. 88–95.

- © Гладкий Юрий Никифорович – доктор географических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; e-mail: Gladkiy43@rambler.ru
- © Махова Ирина Петровна – кандидат педагогических наук, доцент, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; e-mail: Mahova@herzen.spb.ru
- © Гладкий Игорь Юрьевич – доктор географических наук, доцент, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; e-mail: Gladkiy68@rambler.ru

Как парадокс воспринимается тот факт, что в энергобалансе государства, претендующего на роль одной из ведущих энергетических стран мира, энергия ветра сегодня играет ничтожную роль, а само понятие «российский ветроэнергетический рынок» фактически отсутствует в энергетическом лексиконе. По данным системного оператора Единой энергетической системы России, суммарная установленная электрическая мощность ветряных электростанций России на 01.01.2017 г. без учета Крымской энергосистемы составляла всего лишь 10,9 МВт, а на 01.01.2018 г. с учетом Крымской энергосистемы – 134,36 МВт, или 0,03%

от всей установленной мощности электростанций [7].

Отставание ветроэнергетической отрасли представляется парадоксальным еще и по той причине, что Россия располагает богатой историей развития ветроэнергетики. Именно здесь в 30-е годы прошлого столетия был создан первый в мире научно-исследовательский центр энергии ветра, а русским ученым во главе с Н.Е. Жуковским принадлежит авторство теорий ветродвигателей и поведения лопасти в воздушном потоке (считается, что последняя легла в основу современной аэродинамики). Еще в 1931 г. в СССР была построена не имевшая аналогов в мире

опытная ветроэнергетическая установка с диаметром лопастей 30 м и асинхронным генератором мощностью 400 кВт.

Среди экономических, технических и регуляторных барьеров, обусловивших отставание ветроэнергетической отрасли, в литературе обычно упоминаются [1]:

- общая нехватка инвестиций и инвесторов, что связывается с макроэкономической ситуацией в стране и санкционной политикой Запада;
- огромные расстояния, неосвоенность территории и слабо развитая транспортная инфраструктура;
- несовершенство нормативно-правовой базы;
- сложности перевода земель сельскохозяйственного назначения в земли промышленности и энергетики, пригодные для строительства ветропарков и др.

Гораздо реже упоминается такая очевидная (но не совсем «приятная» для российских экспертов-государственников) причина слабого развития национальной ветроэнергетики, как *нефтегазовое изобилие* – более дешевое энергетическое сырье. Подобно тому, как наличие колоссальных неосвоенных территорий объективно выступало в роли консерванта общественных отношений («*тирания физического пространства!*»), так наличие богатых запасов углеводородов позволяло России в течение многих десятилетий воспроизводить малоэкологичные и даже экстенсивные способы производства электроэнергии.

Лишь в последние годы планы России по развитию ветроэнергетики на ближайшую и долгосрочную перспективу стали меняться в лучшую сторону. Отчасти они связаны с тем, что, по оценкам авторитетных экспертов, уже к 2024 г. себестоимость энергии ветра в России должна сравняться с себестоимостью ископаемой энергии [9]. Высказывается мнение о необходимости формирования единого скоординированного подхода к созданию «Дорожной карты развития ветроэнергетической отрасли в России» с разработкой региональных программ и конкретных проектов в данной сфере. Продолжаются поиски рентабельных проектов (в том числе – в изолированных регионах Сибири и Дальнего Востока) за счет использования различных моделей финансирования, государственных субсидий, государственно-частного партнерства и т.д. Даная проблема получила освещение в целом ряде исследований, как российских авторов, так и экспертов международных организаций [1; 2; 5; 6; 9; 10 и др.].

Используемый авторами подход предусматривает установление противоречивой связи между экономическими и геофизическими условиями развития ветроэнергетики в России при имеющихся технических и социально-экономических возможностях общества и условия сохранения естественной среды. Актуальность такого подхода обусловлена не только растущим интересом человечества к использованию альтернативной энергии, но и тем, что Россия, благодаря огромной территории, расположенной в различных климатических зонах, обладает колоссальным потенциалом ветровой энергии – более 50 ТВт ч/год. При этом обширная территория, находящаяся в зоне децентрализованного энергоснабжения, не только совпадает с зоной наиболее «щедрых» потенциальных ветроресурсов, но и характеризуется отсутствием надежных рыночных механизмов.

Объект исследования – экономические и геофизические факторы развития ветроэнергетической отрасли в России; предмет связан с оценкой противоречивого взаимовлияния геофизических и экономических процессов на развитие ветроэнергетики в России, прежде всего, с их корреляцией. Геофизические детерминанты ассоциируются нами с климатообразующими факторами, хотя следует помнить о том, что в их проявлении принимает участие целый ряд свойств самой планеты, начиная от орографических особенностей территории до угловой скорости вращения Земли, оказывающей решающее воздействие на циркуляцию атмосферы и океана. Целью статьи служит критическая оценка эффективности стратегии и политики, направленных на развитие ветроэнергетики в России с учетом экономических и геофизических факторов.

Авторы учли богатый опыт авторитетных авторов в области изучения ветровой энергии, в том числе фундаментальное исследование западных [13], а также теоретические наработки отечественных авторов [1; 2; 4–6; 9; 10 и др.].

Геофизические детерминанты

Проблема конкурентоспособности ветровой энергетики в западной литературе традиционно рассматривается с позиции эволюции и развития рыночной среды. Однако с момента либерализации российской экономики и отменой ценового регулирования конкурентный режим в стране не установился автоматически, и многие субъекты российской экономики (прежде

всего, на Крайнем Севере и Северо-Востоке) по-прежнему не выдерживают испытания рынком. В этой связи нет оснований полагать, что именно ветроэнергетический рынок станет в ближайшие годы катализатором развития данного вида возобновляемой энергии.

В таких условиях стоимость 1 кВтч ветровой электрической энергии и эффективность ветроэнергетики корректнее рассматривать в рамках скорее социальных и экологических, чем экономических, категорий с учетом удовлетворения жизненно важных потребностей населения. Важно иметь в виду и тот факт, что строительство ветропарков в России относится, как правило, к проектам с ярко выраженной отсроченной выгодой. Будучи сопряженными с инновациями, они характеризуются высокой неопределенностью для компаний, а, следовательно, высокими рисками. Поэтому трудно обойтись без государственных гарантий, которые могли бы компенсировать компаниям безвозвратные потери среднесрочного характера.

Анализ характера локализации реализуемых и запланированных проектов показывает, что абсолютное их большинство ориентировано на использование богатого ветрового энергopotенциала без четкого расчета экономической эффективности и конкурентных преимуществ. Невольное противопоставление *геофизического и экономического подходов* при планировании развития альтернативной энергетики, так или иначе, проявляется даже в программных документах стратегического характера и мнениях отдельных экспертов. В свое время РАО ЕЭС выделило 17 районов, где сетевые ветровые станции могли бы быть особенно выгодны: Мурманск, Архангельск, Астрахань, Санкт-Петербург, Волгоград, Калининград, Магадан, Краснодар, Ставрополь, Хабаровск, Приморье, Дагестан, Калмыкия, Карелия, Коми, Сахалин и Камчатка [14]. В то же время отдельными авторами подчеркивается необходимость крупномасштабного использования ветровой энергии в регионах, обладающих наиболее мощным ее потенциалом ветровой энергии, особенно в малолюдных изолированных регионах Крайнего Севера (в частности, в окрестностях поселков Певек и Билибино), где экономическая эффективность не является очевидной [10]. Если в качестве критерия эффективности

Места наиболее предпочтительной локализации ветроэнергетических парков при выборе критерием эффективности скорость ветра [8]

Географический пункт	Средняя скорость ветра, м/с		Повторяемость различных градаций скорости ветра за год, %		
	за три наиболее холодных месяца	за отопительный период	< 1	2-5	> 8
Анадырь	7,5	6,8	14	34	35
Варандей	6,6	6,2	10	40	34
Махачкала	6,3	6,4	16	39	32
Лопатка, мыс	11,3	10,1	6	20	61
Новороссийск	5,6	5,7	25	42	22
Темрюк	5,9	5,9	11	46	26
Челюскин, мыс	7	6,7	10	32	40
Наварин, мыс	12	8,6	9	29	48
Нагаева, бухта	6,9	6,1	11	52	22
Находка, бухта	6,9	6,1	15	43	26
Ростов-на-Дону	5,5	6,6	20	46	20

брать скорость ветра, то места наиболее предпочтительной локализации ветроэнергетических парков могли бы совпасть с указанными в таблице 1.

Как известно, формирование климатов земного шара определяется общими радиационными, циркуляционными и географическими условиями. Распределение солнечного тепла на Земле, зависимое от географической широты, образует зональность (или поясность) климатов. Эта зональность заметно нарушается не только над материками и океанами. В условиях обширной по территории России зональность «искривляется» меняющимся характером подстилающей поверхности, рельефа, растительности и других геофизических факторов, создающих огромное разнообразие климатов. Соответственно меняется и *ветровой режим* по регионам.

Согласно многочисленным справочникам, средняя годовая скорость ветра над территорией России колеблется от 2 м в секунду во внутриконтинентальных регионах Сибири до 9 м над акваторией Охотского моря (рис. 1). В этой связи отметим несколько принципиальных особенностей, характеризующих годовую скорость ветра и имеющих стратегическое значение при составлении «дорожной карты» развития ветроэнергетической отрасли в стране:

– общая циркуляция атмосферы на огромной территории России по-разному влияет на скоростные параметры ветра.

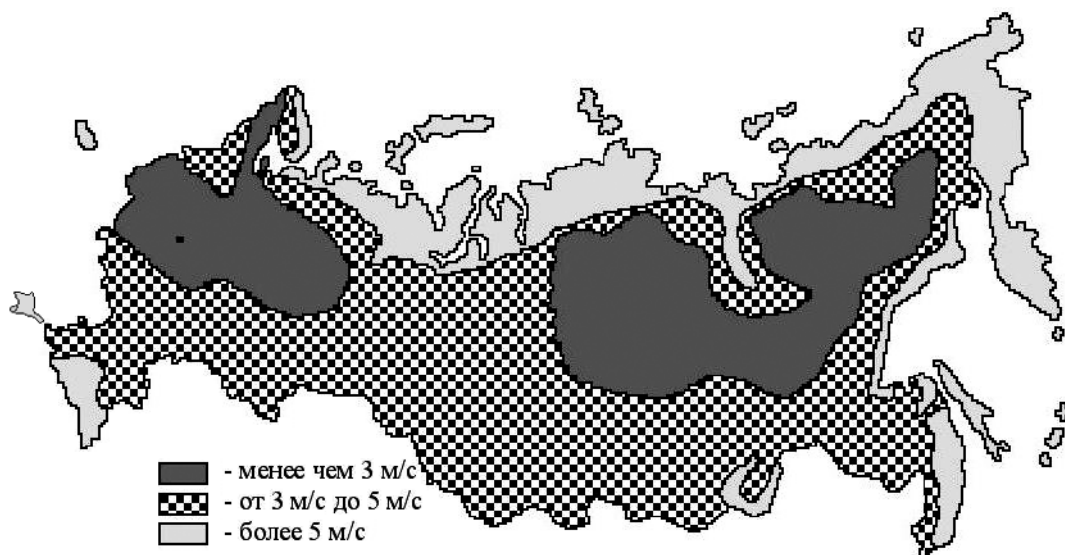


Рис. 1. Среднегодовая скорость ветра в России.

Возникающая зимой над Азиатской частью область высокого давления (до 1032 мб) образует огромный малоподвижный Сибирский антициклон. Поэтому для регионов, расположенных вблизи его центра характерен летний, а не зимний максимум скорости ветра. В Европейской же части скорость ветра увеличивается в зимнее время, поскольку циклоническая деятельность усиливается здесь в зимнее время;

– среднегодовые скорости ветра в Азиатской России (вопреки распространенному мнению среди непрофессиональных экспертов), заметно слабее, чем в Европейской части страны;

– горизонтальные градиенты средней скорости ветра резко возрастают вблизи побережий дальневосточных и особенно дальневосточных морей, где скорость возрастает до 9 м/с над акваториями;

– максимальная скорость ветра практически во всех регионах, обладающих богатым потенциалом ветровой энергии, приходится на осенне-зимний период, когда возникает наибольшая потребность в электроэнергии и тепле.

С учетом среднегодовых скоростных параметров ветра, наиболее перспективными регионами для реализации ветроэнергетических проектов являются морские побережья Северного Ледовитого и Тихого океанов. Отдельные ветровые зоны локализуются на побережье Балтийского, Каспийского, Черного и Азовского морей, в регионах Нижней и Средней Волги, в Карелии, Туве, на Алтае и Байкале. Разуме-

ется, критерии оптимального размещения ветроэнергетических установок не могут ограничиваться особенностями атмосферной циркуляции над регионами, равно как и другими геофизическими (в частности, орографическими) особенностями территории. Кроме силы ветра, повторяемости ветров различных направлений (румбов) и, так называемой «розы ветров», огромное значение имеют сугубо экономические факторы, демографические, орографические, экологические, геополитические и др. При этом многочисленные препятствия внешнеэкономического характера включают множество препятствий: административные барьеры (долгий период ожидания при получении разрешений, несогласованность действий различных органов власти и т.д.), отсутствие доступа к электросетям и другим элементам инфраструктурным элементам и т.д.

Холодный климат и ветроэнергетика

Постановка такой проблемы актуальна не только для России, но и для Канады, США, стран Северной Европы, Аргентины и др. Но для России, «классического» приполярного государства, выходящего широким амфитеатром к побережью Северного Ледовитого океана, эта проблема приобретает особый смысл. Точнее, речь идет об арктическом и субарктических климатических поясах.

Заметим: арктический пояс, отличающийся господством арктического воздуха в течение всего года, практически не за-

хватывает Западную Европу, так как местная тундра входит в субарктический пояс, где в течение года господствует преимущественно воздух умеренных широт. В России арктический климатический пояс включает следующие обширные области, представляющие реальный интерес для агентов ветроэнергетического рынка:

– *Атлантическую арктическую область*, представленную Баренцевым и Карским морями, северной частью полуострова Ямал, Гыданским полуостровом, большей частью Таймырского полуострова, Северным островом Новой Земли, островами Северная Земля. Господствующие здесь сильные ветры вызываются развитием циклонической деятельности на арктическом фронте (зимой скорость ветра достигает 9 м/с, а у входа в пролив Маточкин Шар – 15 м/с);

– *Восточносибирскую арктическую область*, простирающуюся от границы с атлантической областью на п-ове Таймыр на восток над морями Лаптевых и Восточно-Сибирским до Чаунской губы, а также включающей Новосибирские острова и полосу суши, занятой тундрой и лесотундрой;

– попадающую в зону влияния Тихого океана *Тихоокеанскую арктическую область*, расположенную над Чукотским морем и над полоской суши от Чаунской губы до мыса Дежнева.

Что касается субарктического климатического пояса, лежащего к югу от арктического, то он подразделяется на три сильно различающиеся области:

– *Атлантическую субарктическую область*, расположенную к югу от одноименной арктической области, простирающейся на востоке до нижнего течения р. Таз и находящейся под влиянием ветровых процессов, происходящих на арктическом фронте;

– обширную *Сибирскую субарктическую область*, находящуюся между южной границей лесотундры на севере и границей редколесья на юге и простирающуюся с запада на восток от Тазовской губы до Колымского хребта;

– *Тихоокеанскую субарктическую область* – от Колымского хребта до Берингова моря.

С одной стороны, все отмеченные климатические области обладают целым рядом выгодных природных и экономических моментов и, прежде всего, – наиболее крупной концентрацией ветровой энергии в России. Эксперты указывают на более высокую плотность холодного воздуха, чем теплого, благодаря чему повышает-

ся выработка энергии (при одинаковой скорости ветра) [2]. Внедрению ветряной энергетики может способствовать и тот факт, что в пределах северных территорий цены на электроэнергию и тепло, получаемые на электростанциях и в котельных на базе угля, дизельного топлива или мазута заметно более высокие, чем в регионах средней полосы России и т.д.

Согласно наработкам экспертов Международной, энергетической ассоциации IEA («Ветроэнергетика в холодном климате» [2]), суровые природные условия Российского Заполярья предоставляют возможность применять особые адаптационные мероприятия, которые не только сокращают сроки возможного строительства ветроустановок, но и позволяют рационализировать их функционирование, вести профилактические работы. Так, наличие дневного света и солнечного сияния круглые сутки предоставляет возможность трудиться в несколько смен с тем, чтобы резко сократить сроки строительства ветряного парка – до 3 летних месяцев. Этому благоприятствует и наименее ветреная погода в Заполярье в ночные часы, в то время как зимой не только резко укорачивается световой день, но и усиливается сила ветра.

С другой стороны, имеется немало специфических проблем с ярко выраженным знаком «минус», препятствующих развитию ветроэнергетики в регионах с арктическим и субарктическим климатом и позволяющих использовать лишь небольшую часть их энергopotенциала. Едва ли не ключевая проблема – это слабая заселенность территории (средняя плотность населения менее 0,1 человека на 1 км²) и, соответственно, низкое потребление энергии в абсолютных показателях. В свою очередь, последнее обстоятельство связано с отсутствием потребляющих производственных мощностей и необходимой инфраструктуры – дорог с твердым покрытием, высоковольтных линий электропередач и т.д. Возникают затруднения не только с использованием вертолетной техники, но даже передвижных автомобильных кранов большой мощности, транспортной техники и т.д.

Таким образом, приоритетность мест локализации отдельных ветроагрегатов и парков ветроэнергетики – вопрос особой важности. В самых первых докладах руководителя Программы по внедрению возобновляемой энергетики IFK (Международная финансовая корпорация, входящая в группу Всемирного Банка) на территории России П. Виллемеа речь шла

практически лишь об освоенных и сравнительно плотно заселенных регионах [3]. Сегодня риторика докладов поменялась, и лидерство уже признается за изолированными энергетическими территориями (прежде всего, Дальнего Востока).

Экономические детерминанты

Существует немало подходов к оценке эффективности ветровой энергетики, прежде всего, технических, например, связанных с КПД ветрогенераторов. Этот аспект выходит за рамки нашего исследования, хотя технические факторы непосредственно связаны с экономическими детерминантами. Так, часть специалистов вообще убеждена в некорректности применения в теоретических исследованиях термина КПД, так как он отражает конструктивные особенности агрегата, а не его эксплуатационные качества. Считается, что для ветроустройств следует использовать специфический аналог КПД – *коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ)*. Он отражает процент воздушного потока, задействованного в рабочем сечении ветроагрегата. Для отдаленных, изолированных регионов России, где монтаж крупногабаритных станций не всегда возможен, нужны сравнительно небольшие устройства, но с повышенной производительностью, с большим процентом задействованного в рабочем сечении агрегата воздушного потока

Об относительности некоторых оценок производительности ветровой энергетики свидетельствуют хотя бы показатели зависимости мощности ветряной энергетической системы от диаметра рабочего винта и количества лопастей (табл. 2). Важная деталь состоит в том, что эти расчеты теряют смысл при параметрах скорости ветра выше 4 м/сек.

Экономические показатели работы ветровой энергетики наиболее тесно ассоциируются с многозначным понятием «экономическая эффективность», расчет которой не прост. Конечно, решающим критерием служит стоимость электрической энергии, которую замещает конкретная ветроэнергоустановка, но и в этом случае важно учитывать, кем осуществляется строительство – энергетической компанией или независимым от нее юридическим лицом – (предприятием или частным лицом), а также какому юридическому лицу принадлежит.

Когда строительство осуществляется энергокомпанией, ветровая энергоустановка работает параллельно с традици-

онными источниками, и общая электрическая энергия (стоимость которой определяется главным образом стоимостью сжигаемого топлива на тепловых электростанциях) в обезличенной форме поступает к потребителям. Поскольку для крупной энергосистемы ветроэнергоустановки часто выполняют *энергосберегающие функции*, то их экономическая эффективность во многом будет определяться экономией топлива на электростанциях традиционного типа.

Таблица 2

Зависимость мощности ветряной энергетической системы от диаметра рабочего винта и количества лопастей [14]

Мощность, Вт	Диаметр ветроколеса при числе лопастей, м					
	2	3	4	6	8	16
10	2	1,64	1,42	1,16	1	0,72
20	2,82	2,32	2	1,64	1,42	1
30	3,44	2,82	1,44	2	1,72	1,22
40	4	3,28	2,84	2,32	2	1,42
50	4,48	3,68	3,18	2,6	1,24	1,58
60	4,9	4	3,48	2,84	2,44	1,74
70	5,3	4,34	3,76	3,08	2,64	1,88
80	5,66	4,64	4	3,28	2,82	2
90	6	4,92	4,26	3,48	3	2,12
100	6,34	5,2	4,5	3,68	3,16	2,24
300	10,94	8,98	7,76	6,34	5,46	3,88
500	14	11,48	9,94	8,16	7	5

При принадлежности ветроэнергоустановки независимому от энергосистемы предприятию оно оплачивает электроэнергию по ее себестоимости, а избыточную реализует на рыночных условиях, самостоятельно решая проблему ценообразования. Все это заметно усложняет расчет экономической эффективности. Следует учесть, что речь идет об экономической эффективности использования энергии ветра в пределах сложившихся энергосистем, где требуется серьезно анализировать режим их работы для выявления почасовой экономии топлива. Данная задача усложняется нестабильностью ветровых условий, которые влияют на объем фактического энергопотенциала ветроэнергоустановки.

Одним из недооцененных экономических механизмов развития ветровой энергетики в России являются *меры налогового стимулирования инвестиций* в альтернативную энергетику. Такой рычаг давно апробирован в странах Западной Европы, Южной Кореи, США и доказал свою высокую

эффективность, в то время как в России механизмы налогового стимулирования пока отсутствуют, за исключением предпринятий-резидентов кластера Сколково [6]. В странах, их использующих, меры стимулирования имеют свою специфику, но все они направлены на достижение одинаковой цели – сделать более выгодными инвестиции в альтернативную энергетику, объектами которой относятся к числу долго окупаемых и явно рискованных.

Среди этих мер, прежде всего, назовем *налоговые кредиты* для производителей энергии из альтернативных источников производственный налоговый кредит (РТС) и инвестиционный налоговый кредит (ИТС). Первый из них отражает платежные льготы по федеральному налогу на основе объема полученной электроэнергии, а второй – на основе объема инвестиций в развитие альтернативной энергетики. Для развития капиталоемких технологий в области ветроэнергетики полезным может оказаться опыт отдельных европейских стран (Италии, Норвегии, Чехии), использующих механизм снижения налога на собственность – имущество, землю и основные средства для производства возобновляемой энергии. Часть стран, использующие в основном не корпоративный налог на прибыль, а налог на добавленную стоимость, практикуют политику его снижения, особенно если налог начисляется на выработанную энергию, а не на капитальные затраты (Великобритания, Германия, Италия) [6] и т.д.

Существует мнение, что разработку российского механизма налогового стимулирования в области альтернативной энергетики более целесообразно начинать с реализации комплекса мер, направленных на стимулирование спроса на новые технологии получения энергии в секторе массового потребления – обогреве жилья, пеллетных отопительных системах и т.д. В условиях российского Севера эта креативная мысль нам кажется не полной, поскольку разработку такого механизма можно связать, скорее, с началом работ по открытию Северного морского пути (налоговые льготы при удовлетворении потребностей

транспортной и социальной инфраструктуры) и даже с нуждами военно-промышленного комплекса.

Ответственные лица в правительстве России за развитие ветроэнергетики обязаны помнить такой поучительный факт: до начала 2000-х годов ни в одной стране

мира, где уровень компенсации* был ниже 0,07 долларов США за кВт.час (по обменному курсу валют на рынке в 2005 г.), не происходило роста эффективности ветроэнергетических технологий. Конечно, объемы компенсаций – это еще не «панацея», так как могут возникать другие препятствия внеэкономического характера. При этом в условиях России необходимо сочетание федеральных налоговых льгот с финансовой поддержкой на уровне субъектов Федерации.

Заключение

Экономическая эффективность конкретных предприятий отражает результат их деятельности, ассоциирующийся со стоимостью средств (затрат, издержек) достижения этого результата, включая прибыль. Но существуют предприятия, для которых целью является не получение прибыли, а выполнение общественно необходимых функций, в том числе социальных, экологических и др. С известной долей условности к таким объектам иногда относят и альтернативную энергетику.

Подобный подход отчасти обусловливается невероятной спецификой системы показателей эффективности ветровой энергетики. Например, оценка экономической эффективности сооружения отдельной ветроустановки (или ветропарка) представляет собой сложнейшую технико-экономическую задачу, требующую корректного учета многих экономических, внеэкономических, геофизических факторов. Среди них удельная стоимость ветроэнергоагрегатов; трансформаторной подстанции; линий электропередачи; стоимость топлива, используемого на закольцованных тепловых электростанциях; тарифы на электрическую энергию, которую замещает установка; реальных ветровых условий и т.д. Но главное состоит в том, что данная задача сильно усложняется *неопределенностью ветровых условий*, определяющих фактический энергопотенциал ветровых агрегатов.

В условиях затянувшегося транзитивного периода в развитии российского рынка и дисперсного расселения жителей приполярного государства низкая конкурентоспособность ветровой энергетики остается реальной государственной проблемой. Напомним: в нынешних условиях данная отрасль экономики рассматривается эк-

* Расчет уровней компенсации производится путем суммирования цены на электричество и любых надбавок и/или льгот, полученных производителями альтернативной энергии.

спертным сообществом в рамках скорее социальных и экологических категорий, чем экономических. Для многочисленных изолированных малых населенных пунктов Севера и Дальнего Востока (в том числе тех, где локализованы специфические объекты – маяки и другие элементы навигации, пограничные заставы, метеорологические станции и др.), на первый план ставится удовлетворение жизненно важных потребностей населения. Установка мелкомасштабных ветроэнергетических установок и гибридных систем (иногда с дизельными генераторами и аккумуляторными батареями) становится социальным императивом.

Конечно, специфические природные условия многих регионов России существенно удорожают строительство ветровых энергоустановок, повышая себестоимость производимой электроэнергии. Но это не означает, что развитие ветроэнергетики в энергоизолированных регионах Крайнего Севера и Дальнего Востока вообще не имеет перспектив из-за трудности достичь конкурентоспособности на мировом рын-

ке. Необходимо искать (создавать) условия, в которых государственные дотации и рынок не будут определяющим фактором при строительстве ветровых энергоустановок. В конечном счете, возможны государственные субсидии, если речь идет о важных проектах со слишком медленным оборотом капитала, или об интересах государственной безопасности.

Наконец, емким потенциальным рынком для систем ветровой энергетики могут стать так называемые *дачи* российских граждан – недостаточно глубоко исследованный элемент национальной экономики. По официальным данным, около 16 миллионов семей и 10 миллионов физических лиц владеют небольшими участками земли за пределами своего проживания, а 22 миллиона семей обладают собственным загородным домом с участком земли, на котором выращиваются овощи и фрукты для личного пользования или продажи [15]. Не менее важно и то, что целых 5 миллионов индивидуальных фермерских и овощеводческих хозяйств вообще не подключены к электрической сети [12].

Список литературы:

- [1] Гзенгер Ш., Денисов Р. Перспективы ветроэнергетического рынка России. – 29 с. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://www.world-wind-energy.info/wp-content/uploads/2017/06/>
- [2] Ветроэнергетика и ветроэнергетические установки в условиях Заполярья. Часть 2 / Ред. О. Шейдина. – 2012, Июль 03.– Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://zeleneet.com/vetroenergetika-i-vetroenergeticheskie-ustanovki-v-usloviyax-zapolyarya-chast-2/2034/>
- [3] Виллемс П. Ветровые станции на Камчатке и солнечные в Якутии – символ новой энергетики России. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://zeleneet.com/vetrovye-stancii-na-kamchatke-i-solnechnye-v-yakutii-simvol-novoj-energetiki-rossii/25858/>
- [4] Как произвести расчет ветрогенератора? – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://sovet-ingenera.com/eo-energy/generators/kak-proizvesti-raschet-vetrogeneratora.html>
- [5] Налоговое стимулирование инновационных процессов. – М.: ИМЭМО РАН, 2009. – 160 с.
- [6] Рагнер С.В., Дира Д.В. Налоговое стимулирование альтернативной энергетики в Европе // Финансы и кредит. – 2012, № 8 (488). – С. 21–27.
- [7] Системный оператор Единой энергетической системы России. – Интернет-ресурс. Режим доступа: www.so-ups.run
- [8] Скорости ветра в регионах России. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://www.vetrogenerator.ru/windtable.html> (30.06.2018)
- [9] Чубайс А.Б. Российская возобновляемая энергия как многосекторный start-up: история и будущее / Международный Конгресс «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность» «Reecon-2016». – М., 2016.
- [10] Dmitriev G., Olesen G. Biomass and Wind Power Opportunities in Russia. – Moscow: Eco-Accord Center, August 2001. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://www.accord.cis.lead.org/cooperetion/energy-eng1/8.htm>
- [11] International Tax Incentives for Renewable Energy: Lessons for Public Policy. – San Francisco, California: Center for Resource Solutions, 2005. – P. 27. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <http://resource-solutions.org/document-international-tax-incentives-for-renewable-energy-Lessons-for-Public-Policy>
- [12] Karabanov S. The Prospects for Photovoltaic Development in Russia. Renewable Energy Report. 2001. – World Renewable Energy Network, 2001. – 116 p.
- [13] Manwell J., Roger A., McGovan J. Wind Energy Explained. Theory, Design and Application. – John & Sons Ltd., 2009. – 688 p.
- [14] Martinot E. Renewable Energy in Russia: Markets, Development and Technology Transfer, Renewable and Sustainable Energy Review 3:49–75. – 1999. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://www.martinot.info/re/_publications.htm
- [15] Strebkov, D. Trends in Russian Rural Agriculture and Energy. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://cigr-ejournal.tamu.edu/Submissions/Invited_Russia.PDF