

УДК 338

¹ Л.П. Полякова, ² Н.С. Татаринов

¹ Воркутинский филиал Ухтинского государственного технического университета, г. Воркута, email: l.poliakova87@gmail.com

² Воркутинское линейное производственное управление магистральных газопроводов ООО «Газпром трансгаз Ухта», г. Воркута, e-mail: ntatarinov1@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АРКТИКЕ: ПРИМЕНЕНИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ВОРКУТИНСКОМ РАЙОНЕ

Ключевые слова: ветроэнергетика, использование возобновляемых источников энергии в Арктике, сокращение использования традиционных источников энергии, Арктика, Арктические районы Российской Федерации, русский север, энергия ветра, энергетика, чистая энергетика, ветропарк, ветряные установки.

Основное содержание исследования составляет анализ различных тематических источников, отражающих экономическую эффективность и целесообразность использования ветроэнергетических установок в условиях крайнего севера. В работе были применены общенаучные методы исследования информации, такие как анализ, синтез, моделирование, восхождение от абстрактного к конкретному и наблюдение. Цель работы заключалась в изучении материалов по теме исследования возможности, эффективности и рентабельности установки ветроэнергетических установок в районах крайнего севера Российской Федерации. Результаты исследования могут быть использованы в случаях изучения экономической выгоды и эффективности в контексте установки ветроэнергетических установок в Арктике. Данная работа имеет междисциплинарный характер и написана на стыке экономики, энергетики и геофизики. На сегодняшний день, использование ветроэнергетики в Арктических районах Российской Федерации недооценено и требует дальнейших исследований. Необходимо изучать и применять на практике опыт прошлых лет и экспериментов по созданию и разворачиванию ветропарков в российской Арктике. Несмотря на дороговизну и сложность установки ветроэлектростанций в суровых климатических условиях, уже существующие установки в Арктических регионах доказывают свою эффективность при правильной сборке и установке, учитывающей особенности климата.

¹ L.P. Polyakova, ² N.S. Tatarinov

¹ Vorkuta Branch of Ukhta State Technical University, Vorkuta, email: l.poliakova87@gmail.com

² Vorkuta Linear Production Department of Main gas pipelines of Gazprom Transgaz Ukhta LLC, Vorkuta, email: ntatarinov1@gmail.com

USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE ARCTIC: APPLICATION OF WIND POWER PLANTS IN VORKUTA DISTRICT

Keywords: wind power, use of renewable energy sources in the Arctic, reduction of the use of traditional energy sources, the Arctic, Arctic regions of the Russian Federation, the Russian North, wind energy, energy, clean energy, wind farm, wind turbines.

The main content of the study is the analysis of various thematic sources reflecting the economic efficiency and feasibility of using wind power plants in the conditions of the far North. General scientific methods of information research were applied in the work, such as analysis, synthesis, modeling, ascent from the abstract to the concrete and observation. The purpose of the work was to study materials on the topic of research on the possibility, efficiency and profitability of installing wind power plants in the regions of the far north of the Russian Federation. The results of the study can be used in cases of studying the economic benefits and efficiency in the context of the installation of wind power plants in the Arctic. This work has an interdisciplinary character and is written at the intersection of economics, energy and geophysics. To date, the use of wind power in the Arctic regions of the Russian Federation is underestimated and requires further research. It is necessary to study and put into practice the experience of past years and experiments on the creation and deployment of wind farms in the Russian Arctic. Despite the high cost and complexity of installing wind farms in harsh climatic conditions, existing installations in the Arctic regions prove their effectiveness when properly assembled and installed, taking into account the peculiarities of the climate.

Роль возобновляемых источников энергии значительно возросла за последние несколько лет. Это связано в большей мере с тем, что традиционные источники энергии, такие как природный газ, нефть и уголь являются не только сложно возобновляемыми, но и крайне неэкологичными. Для получения энергии от невозобновляемых источников необходимо их сжечь. Это повлечет за собой выделение углекислого газа в атмосферу, увеличение которого в атмосфере приводит к разрушению озонового слоя и к появлению так называемых озоновых дыр и увеличению парникового эффекта. Последнее стало одной из причин ускорения глобального потепления.

После революции 1917 года электрификация была одним из главных приоритетов большевиков. В то время несколько электростанций страны работали на торфе, угле и нефти, и было ясно, что для резкого увеличения производства энергии необходим новый источник энергии, и он должен быть дешевым и обильным. Вот почему ученые обратили свое внимание на энергию воды и ветра. В конце концов, гидроэнергетика оказалась более эффективной и составила значительную долю энергоснабжения СССР (а в России 20 процентов электроэнергии в настоящее время вырабатывается гидроэлектростанциями), сначала большие надежды были возложены и на ветроэнергетику.

В 1918 году в Москве был основан Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ). Он разработал первые ветряные турбины мощностью до 30 киловатт для начала серийного производства. С точки зрения современных технологий этого количества энергии будет достаточно для питания холодильника в течение месяца.

Небольшие генераторы, подобные этому, имели много практических применений. Они были востребованы в отдаленных частях СССР в таких местах, как Бурятия, так и на станциях вдоль Северного морского пути. Они использовались для зарядки батарей, радиоузлов питания или маяков. Всего было произведено несколько тысяч небольших ветряных турбин.

Для предотвращения мировой климатической катастрофы необходимо вне-

дирать в энергетику стран использование возобновляемых источников энергии, которые основаны на энергии, получаемой из солнечного излучения, ветра и воды. Нередко к «чистым» источникам относят атомные станции, однако, природные катаклизмы и техногенные причины достаточно часто вызывают чрезвычайные ситуации, которые влекут за собой полное или частичное разрушение атомных реакторов и загрязнение почвы, вод и атмосферы продуктами атомного распада на несколько десятков, а то и сотен лет.

Актуальность выбранной темы обуславливается тем, что на данный момент мировой электроэнергетической вектор направлен на развитие и использование возобновляемых источников энергии. В большей мере это связано с тем, что существует потребность в решении как минимум двух проблем: развитие экологической безопасности и обретение энергетической независимости.

Предмет исследования – развитие использования возобновляемых источников энергии в Арктических районах.

Объект исследования – использование ветроэнергетических установок в арктических районах.

Целью данной работы является изучение возможности использования ветроэнергетических установок в условиях крайнего севера. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать литературу на предмет целесообразности и возможности применения ветроэнергетических установок в Арктических регионах Российской Федерации.
2. Определить проблемные аспекты в применении ветроэнергетических установок.
3. Оценить возможность развития ветроэнергетики в арктических районах Российской Федерации на основе опыта других стран.

Арктический район России является регионом с большим торгово-транспортным потенциалом. Кроме того, в его недрах имеется большой запас неосвоенных углеводородных ресурсов, что обуславливает актуальность развития топливно-энергетического комплекса.

Однако большая часть арктических территорий не входит в централизован-

ную систему электроснабжения. И, несмотря на большие разведанные запасы углеводородных ресурсов, подключение к вышеупомянутому проекту является крайне неэффективным и дорогостоящим мероприятием. Это обусловлено тем, что Арктический район является крайне сложной территорией для ее освоения и заселения. Небольшие поселки, находящиеся по побережьям северных морей или расположенные в тундре отдаленные поселения чаще всего отапливаются и освещаются с помощью локальных дизельных генерирующих электроэнергию установок. Труднодоступность и частые плохие погодные условия заполярных населенных пунктов приводят к перебоям в поставках энергоресурсов.

Как полагают эксперты, было бы экономически эффективно установить небольшие ветряные турбины в некоторых прибрежных арктических регионах, где скорость ветра превышает пять – семь метров в секунду, потому что они смогут использовать больше энергии ветра. Однако скорость лопастей ротора должна быть ограничена по соображениям безопасности, если скорость ветра превышает 11 метров в секунду. Эксперты разработали электромеханический сервопривод для замедления скоростей вращения и предотвращения достижения ветряных турбин высоких скоростей. На замедление механизма тратится минимальная энергия.

Для устойчивого развития Арктики необходимо обеспечить район хорошим энергоснабжением [1]. Данное решение является достаточно дорогим не только на этапе реализации, но и на этапе потребления. Согласно среднестатистическим данным о ценах, на данный момент, цена на электроэнергию в районах крайнего севера отличается от цен в остальной части России в несколько раз в большую сторону. Так, например, рассмотрев цены на электричество и тепловую энергию в южных и центральных районах страны (Ростов на Дону, Воронеж, Липецк, Москва) и в районах, относящихся к Арктической зоне (Республика Карелия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия)) можно сделать вывод, что средняя цена за кВт/ч по России находится в районе 3 рублей, а в районах

крайнего севера около 6 рублей за единицу энергии. Тепловая энергия также имеет повышенную стоимость в арктических районах и составляет в среднем 6000 рублей за Гкал, а в средней полосе России около 2000 рублей за Гкал. В то время как стоимость производства электроэнергии на солнечных электростанциях составляет около 10 рублей за кВт/ч, ветряных – 7 рублей за кВт/ч, а на парогазовых установках – 4 рублей за кВт/ч.

Для реализации программы по обеспечению районов крайнего севера более дешевой и доступной электроэнергией научным сообществом и специалистами было предложено использовать возобновляемые источники энергии на этих территориях. Именно такая технология, как альтернативные источники энергии будет не только экономически выгодной для инвесторов проекта, но и предлагается, сократит бюджетные расходы на субсидирование энергопотребления.

Исторически сложилось так, что первым видом альтернативной энергетики, использовавшейся в Арктических регионах, являются ветряные генераторы [2]. На сегодняшний день существует несколько проектов, расположенных в районах крайнего севера. Все они имеют единичный, и, даже, в какой-то мере, экспериментальный характер.

Примерами таких проектов можно назвать: проект «Полярис», находящийся в Ненецком автономном округе и имеющий 4 ветроэлектрические установки; проект ветропарка в п. Тикси, где объединены ветроэнергетические установки, дизель-генераторы и системы аккумуляции энергии; экспериментальная ветроэнергетическая станция в г. Лабитнанги; а также Анадырская ветряная электростанция, где находятся 10 ветрогенераторов и действует она с 2002 года.

Несколько недель назад состоялось совещание в администрации Ненецкого автономного округа главной темой которого было обсуждение строительства ветро-дизельного комплекса в поселке Амдерма для самоснабжения отдаленных поселков крайнего севера. Если проект станет прибыльным и успешным, то он получит развитие в других обособленных поселениях НАО, так как обеспечение подобных населенных пун-

ктов энергоресурсами является крайне затратной и сложной задачей.

В Республике Коми, в 32 километрах от города Воркута в 1995 году был реализован проект ветростанции, который состоял из 6 ветряных установок и должен был обеспечивать электроэнергией городской водозабор во время чрезвычайных ситуаций, связанных с нарушением передачи энергии в линиях электропередач.

Условия вечной мерзлоты усложняли установку ветропарка. Грунт в этом районе имеет сложный характер. Верхние слои – болотисты, нижние – находятся в вечной мерзлоте. Это обуславливает сложности в постройке, установке и обслуживании ветряков, которые бы могли работать в условиях крайнего севера. Кроме того, большую часть года район находится в условиях экстремальной зимы, пиковые температуры могут достигать -40 градусов, а средние цифры силы ветра с ноября по апрель составляют чуть больше 19 метров в секунду.

Для минимальной выработки ветряком энергии необходим среднесуточный ветер скоростью не менее 4 м/с, а в воркутинском районе он составляет около 7 м/с. Хорошие ветряные показатели, а также наличие больших пространств для установки ветряных электростанций позволило предположить, что проект окажется не только прибыльным, но и долговечным. Однако проект просуществовал 11 лет и в 2006 году прекратил существование. В большей мере это связано с тем, что при проектировке и постройке ветропарка были допущены ошибки, в том числе, наличие небольшого опыта в использовании ветряной энергетики в экстремальных условиях крайнего севера. Несмотря на то, что были разработаны специальные фундаментные растворы, а также заказывались ветряные установки с использованием специально спроектированных лопастей и частей, ветряки достаточно часто выходили из строя.

Рекордным количеством дней, когда ветряки проработали без остановок, поломок и выхода из строя было 11 дней. Некоторые ветряки, которые выходили из строя и требовали замены запчастей могли не работать по несколько недель и даже месяцев, пока детали для ремон-

та не были доставлены в отдаленный район.

После того, как проект по обеспечению водозабора был закрыт, ветропарк передали в ведомство угольной компании, которая, в свою очередь, расположила ветроустановки на железнодорожной станции с целью обеспечения выработки электроэнергии во время аварийных ситуаций. Проект был экспериментальным и рассчитывался на 5 лет, по результатам которых положительные результаты могли бы дать толчок развитию ветроэнергетики еще на 4 станциях, принадлежащих этой компании. Однако несмотря на то, что за 20 лет один ветряк смог бы сократить потребление угля на 175 тонн, что повлекло бы за собой снижение выбросов углекислого газа в атмосферу, было принято решение не продолжать данный эксперимент, так как ветряная установка, по заявлениям глав угольной компании, часто работала с перебоями, что не может обеспечивать стабильное снабжение энергией.

На сегодняшний день, в Республике Коми не создано ни одного проекта, связанного с возобновляемыми источниками. Опыт прошлых лет и результаты использования ветряных установок говорит о том, что в целом, Воркутинский район имеет хороший ветряной потенциал для реализации проекта по построению ВЭС.

Для реализации проекта необходимо не только учесть ошибки, которые были допущены на проекте воркутинского водозабора, но и просчитать всевозможные риски, а также учесть ущерб, который возможно нанести окружающей природе, ее флоре и фауне.

В 1990-х годах Кольский научный центр Российской академии наук проводил технико-экономическое обоснование. Экологические организации начали объединяться вокруг понятия ветроэнергетики Дальнего Севера в начале 2000-х годов. Несколько лет назад, в 2017 году было начато развитие Кольского ветропарка. Предполагалось, что Кольская ветряная электростанция будет иметь мощность 201 МВт и сможет производить до 750 ГВтч в год. Он построен на площади 257 гектаров на ветреных участках к северу от Мурманска. В феврале 2021 года компания, занимающаяся строительством ветропарка по-

ставила 122 тонны груза для постройки. Первоначально запуск производства был назначен на 2021 год, а стоимость проекта, как полагали эксперты составило 273 миллиона евро. Предполагалось, что это будет самый большой ветропарк в России и один из крупнейших в мире к северу от Полярного круга. Строительство таких проектов, как Кольская ветряная электростанция, позволила бы российскому правительству продемонстрировать свою приверженность к альтернативным источникам энергии в Арктическом регионе. «На данный момент завершено строительство временных дорог, что значительно облегчит доставку необходимого оборудования и материалов на строительную площадку», – говорится в заявлении компании «Enel Russia». «Строительный лагерь был построен, достигнут значительный прогресс в подготовительных работах и земляных работах, что способствовало строительству фундаментов; также ведутся взрывные работы, которые также необходимы для строительства фундамента. Некоторые элементы металлоконструкций и строительных материалов для ветропарка уже доставлены на строительную площадку».

После завершения строительства ветропарк подключится к российской национальной сети. С этой целью Enel Russia построит 70-километровую линию электропередач мощностью 150 кВ. Российский федеральный сетевой оператор, в свою очередь, подготовит Мурманскую подстанцию с высоковольтной линией, идущей к национальной сети.

Развитие инфраструктуры в незаселенных районах крайнего севера может привести к тому, что коренные кочевые народы будут выступать против этого. Прежде всего это связано с тем, что коренные народы, которые имеют свои стада и пасут их на бескрайних просторах тундры. У них есть привычные маршруты, по которым они уходят севернее или южнее, в зависимости от времени года, которые располагаются сквозь наиболее питательные и обширные пастбища.

Строительство ветропарков на территории тундры может создать две проблемы для оленеводов и коренных народов: первая – их размещение может нарушить маршруты миграции, либо

заставив оленей и их пастухов найти новый путь между зимними и летними пастбищами, либо требуя от них вести переговоры о проходе с владельцем ветряной электростанции; вторая проблема заключается в том, что сами турбины могут сделать пастбища непригодными для использования.

Принимая во внимание, что все риски будут учтены, просчитаны и минимизированы, ошибки прошлых опытов будут исправлены, а установки модернизированы с учетом того, что использоваться они будут в сложных и даже экстремальных климатических условиях, можно говорить о реализации проектов по обеспечению некоторых труднодоступных местностей Республики Коми, а также Воркутинского района и отдаленных населенных пунктов ветроэнергетикой.

Таким образом, на сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что для преодоления проблемы глобального потепления, а также для уменьшения углеродного следа, необходимо применять возобновляемые источники энергии.

Наиболее целесообразным источником для использования в Арктических районах является ветроэнергетика, так как северные широты имеют повышенный ветряной коэффициент, а солнца не бывает по несколько месяцев, да и вода большую часть года находится под ледяным покровом.

Развитие ветряных проектов происходит сейчас в различных субъектах Российской Федерации, в том числе и в пределах Арктической зоны. Основываясь на отечественных разработках и учитывая опыт научных коллег из других стран, можно развить Арктический район России, так как обеспечив недорогие и бесперебойные поставки энергоресурсов в отдаленные районы, можно рассчитывать на то, что количество покидающих эти территории людей уменьшится, а при разработке, строительстве и установке турбин и ветровых станций, будут созданы дополнительные рабочие места. Этот положительный социальный эффект также отразится на развитии крайнего севера России [3].

Однако некоторые эксперты полагают, что обеспечение электроэнергии на крайнем севере не может быть возможно только с помощью возобновляе-

мых источников. Это связано не столько с экономическими проблемами в условиях санкций, сколько с тем, что данный район характеризуется сложными погодными условиями на протяжении многих месяцев в году, а погода может меняться несколько раз за сутки, температурные перепады могут составлять больше 10-15 градусов. В свою очередь это может повлечь за собой вывод из строя ветроустановки, так как, например, в морозную погоду сила ветра, достаточно часто, является ниже 2-3 м/с, что может привести к остановке лопастей. Кроме того, во время влажной, но ветренной или морозной погоды может происходить обледенение ветроустановки, что влечет за собой не только остановку установки, но и необходимость каким-то образом обогреть ветрогенератор.

Таким образом, основываясь на сведениях, полученных из проанализированной литературы, согласно рассмотренному опыту отечественных и зарубежных проектов по установке ветряных парков в Арктическом регионе, можно сделать вывод, что использование ВЭС позволит не только обеспечить труднодоступные и отдаленные населенные пункты стабильной и бесперебойной энергией, но и сможет удешевить ее производство, что также отразится на тарифах.

Кроме того, ветряные электростанции позволят улучшить экологическую обстановку района, за счет уменьшения углеродного следа. Это позволит значительно замедлить ускорившийся темп глобального потепления, а значит, поможет сохранить вечную мерзлоту и сократит таяние грунта.

Помимо этого, применение усовершенствованных возобновляемых источников энергии можно будет внедрять

для обеспечения энергией важных объектов инфраструктуры различных компаний, в том числе и топливно-энергетических. Зачастую, в районах крайнего севера структурно важные объекты находятся на большом отдалении от населенных пунктов, что значительно затрудняет доставку тепло-электроэнергии, особенно в условиях суровых зим.

На сегодняшний день рассматривается вопрос о возможном вовлечении ветряных турбин в энергоснабжение и теплоснабжение удаленных рассредоточенных потребителей в Арктике (метеорологические станции, маяки, пограничные форпосты, армейские и военноморские объекты, охотничьи места, базы рыбаков и геофизических исследователей и т. д.). Необходимость функционирования потребителей остается в долгосрочной перспективе. Изучение ветроэнергетического потенциала в западном секторе российской Арктики показало новые предпосылки для эффективного использования этого возобновляемого источника энергии в прибрежных районах Баренцева и Белого морей. Среднегодовая скорость ветра на высоте 10 м в указанных районах составляет 6-8 м/с. Существует ярко выраженный сезонный максимум интенсивности ветра, который совпадает с сезонным максимумом потребительского спроса на электроэнергию и тепло. На примере объектов, расположенных на прибрежном Кольском полуострове, показано, что можно сэкономить значительное количество дорогостоящего импортного топлива, сгораемого на дизельных электростанциях и котельных, и тем самым снизить вырабатываемые затраты на электроэнергию и тепло на 25-40% при внедрении ветряных турбин.

Библиографический список

1. Семенихина А.Ю., Прокшиц Е.Е., Золотухина Я.А., Марченко М.И. Принципы развития стойкой инфраструктуры арктических территорий // Наука молодых – будущее России: Сборник научных статей 5-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, в 4-х томах. Курск, 2020. С. 318-321.
2. Бердин В.Х. и др. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. 81 с.

3. Motyka M., Slaughter A., Amon C. Report for Deloitte Center for Energy Solutions. [Электронный ресурс]. URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/global-renewable-energy-trends.html> (дата обращения 18.10.2022).
4. Башмаков И.А. Повышение эффективности энергоснабжения в северных регионах России // Энергосбережение. 2017. № 3. С. 58-72.
5. Потравный И.М., Яшалова Н.Н., Бороухин Д.С., Толстоухова М.П. Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства // Экономика природопользования. 2020. Т. 13. № 1. С. 144-159.
6. Сон Э.Е., Ганага С.В., Николаев В.Г., Кудряшов Ю.И. К выбору оптимальных конструктивных схем и параметров ветроэнергетических установок для Российской Арктики // Известия РАН. Энергетика. 2020. № 3. С. 33-59.
7. Иванов А.В., Складчиков А.А., Хренников А.Ю. Развитие электроэнергетики арктических регионов Российской Федерации с учётом использования возобновляемых источников энергии // Российская Арктика. 2021. № 13. С. 62-80. DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-62-80.
8. Ежегодный обзор рынка ветроэнергетики в России 2021. РАВИ Российская Ассоциация Ветроиндустрии. Февраль 2022. [Электронный ресурс]. URL: <http://rawi.ru> (дата обращения 18.10.2022).
9. Елистратов В.В., Большев А.С., Панфилов А.А., Мегрецкий К.В., Купреев В.В. Научно-технические проблемы создания ветроэлектрических станций на шельфе Арктики // АЭЭ. 2014. № 11 (151). С. 36-48.
10. Иванов А.В., Складчиков А.А., Хренников А.Ю. Развитие электроэнергетики арктических регионов Российской Федерации с учетом использования возобновляемых источников энергии // Российская Арктика. 2021. № 2 (13). С. 62-80. DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-62-80.
11. Башмаков И.А., Дзедзичек М.Г. Оценка расходов на энергоснабжение в регионах Крайнего Севера // Энергосбережение. 2017. № 4. С. 40-51.
12. Ghani R., Kangash A., Shakeel Virk M., Maryandyshev P., Mustafa M. Wind energy at remote islands in arctic region – A case study of Solovetsky. [Электронный ресурс]. URL: [islands:https://www.researchgate.net/publication/336345423_Wind_energy_at_remote_islands_in_arctic_region-A_case_study_of_Solovetsky_islands](https://www.researchgate.net/publication/336345423_Wind_energy_at_remote_islands_in_arctic_region-A_case_study_of_Solovetsky_islands) (дата обращения 18.10.2022).
13. Bezhan A.V. The role of wind energy in the socio-economic development of the Russian Arctic zone regions (on the example of the Murmansk region). *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2021. vol. 11. no. 3. P. 449-457. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-449-457.
14. Ivanova I.Yu., Nogovitsyn D.D., Tuguzova T.F. The use of wind potential in the local energy of Yakutia. [Электронный ресурс]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/905/1/012050/pdf> (дата обращения 18.10.2022).
15. Zmieva K.A. Problems of Energy Supply in the Arctic Regions. *Russian Arctic*. 2020. no. 8. P. 5-12.