

## РОЛЬ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РАЙОНОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

А. В. Бежан

Центр физико-технических проблем энергетики Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (Апатиты, Мурманская область, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 25 февраля 2021 г.

*Приведена информация о состоянии и перспективах развития ветроэнергетики Мурманской области. Отмечена роль ветроэнергетики в формировании условий для социального и экономического развития региона. Показано, что Мурманская область имеет все предпосылки стать местом для отработки самых современных технологий изготовления ключевых элементов ветроэнергетических установок (ВЭУ), предназначенных для работы в суровых климатических условиях Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ), а также базовым полигоном для внедрения и изучения инновационных технологических решений строительства ВЭУ, которые в будущем могут быть использованы на всей территории АЗРФ. Вместе с тем Мурманской области может быть отведено особое место при подготовке высококвалифицированных специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации ВЭУ. Наличие в области высокого научно-образовательного потенциала будет способствовать успеху этих направлений развития региона.*

**Ключевые слова:** социально-экономическое развитие, российская Арктика, Арктическая зона Российской Федерации, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, арктический регион.

### Введение

Развитие Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) — одно из ключевых стратегических направлений государственной политики в России. Это обусловлено особым значением АЗРФ в обеспечении национальной безопасности страны, наличием больших запасов природных ресурсов в этом регионе, а также возможностью использования Северного морского пути в развитии крупномасштабных перевозок. При этом для районов АЗРФ характерны холодные суровые природно-климатические условия, усложняющие ведение хозяйственной деятельности и процесс проживания местного населения, а также требующие повышенного производства тепловой и электрической энергии по сравнению с другими территориями России. В этой связи надежное энергоснабжение в районах АЗРФ является необходимым условием их освоения и безопасного существования.

Организация энергоснабжения в районах АЗРФ связана с наличием множества проблем и зависит от степени обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами, уровня развития систем энергоснабжения

и особенностей расположения потребителей энергии [1]. В последнее время для решения этих и других проблем Правительство России приняло ряд законодательных документов<sup>1</sup>, определяющих дальнейшее социально-экономическое развитие АЗРФ, в том числе ее энергетики [2]. Особая роль в этом отведена освоению и вовлечению в топливно-энергетический баланс местных возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности энергии ветра [3].

<sup>1</sup> Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033>; Стратегия социально-экономического развития Ненецкого автономного округа на перспективу до 2030 года. — URL: [http://www.csr-nw.ru/files/csr/file\\_content\\_581.pdf](http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_581.pdf); Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа до 2030 года. — URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/018e08421ad3d3b523173e61e2f3476b/23.04.2019уапао.pdf>; Государственная программа Красноярского края «Реформирование и модернизация жилищно-коммунального хозяйства и повышение энергетической эффективности». — URL: <http://docs.cntd.ru/document/465806464>.

Использование энергии ветра на нужды энергоснабжения потребителей особенно целесообразно в районах, имеющих повышенный потенциал ветра. Одним из них является Мурманская область, расположенная в северо-западной части АЗРФ. Характерная особенность территории области — по мере приближения к берегу среднегодовая скорость ветра возрастает, достигая на побережье Баренцева и Белого морей 5—9 м/с. При этом в зимнее время наблюдаются максимальные значения скоростей ветра, что совпадает с максимальной потребностью потребителей в энергии [4]. Все это создает благоприятные условия для успешного развития ветроэнергетики и эффективного использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) на нужды энергоснабжения. Активное развитие ветроэнергетики Мурманской области будет способствовать повышению конкурентоспособности экономики региона, а также внедрению экологически чистых видов производства энергии.

### Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики Мурманской области

Начиная с 2000 г. на территории Мурманской области в разных местах были смонтированы и введены в эксплуатацию ВЭУ мощностью от 1,4 до 500 кВт. Суммарная установленная мощность всех ВЭУ составила приблизительно 870 кВт [5]. В настоящее время ветроэнергетика Мурманской области представлена ВЭУ преимущественно небольшой мощности, которые используются для электроснабжения таксофонов спутниковой связи, а также рабочих помещений страусиной фермы ООО «Северное сияние» и дайвинг-центра. Некоторые ВЭУ включены в состав ветро-дизельно-солнечных электростанций, что позволяет повысить их эффективность и оптимизировать доступные ресурсы. Самые крупные источники энергии, работающие на территории области за счет энергии ветра, — это ВЭУ мощностью 500 кВт на площадке деревообрабатывающего предприятия ООО «Green House» (город Кола) и ВЭУ мощностью 200 кВт в Мурманске для электроснабжения отеля «Огни Мурманска» [6]. Можно считать, что с сооружением этих ВЭУ положено начало освоения ветроэнергетических ресурсов Мурманской области.

Дальнейшее развитие ветроэнергетики области связывают прежде всего со строительством и вводом в эксплуатацию ветропарка «Кольская ВЭС» мощностью 201 МВт (табл. 1), сооружением которого уже занимается компания «Public Joint-Stock Company Enel Russia» (PJSC Enel Russia), входящая в состав итальянской группы «Enel». Ветропарк сможет вырабатывать около 750 ГВт·ч энергии в год. Реализация этого проекта запланирована на 2019—2021 гг., но возможны задержки, и он обойдется инвесторам примерно в 273 млн евро, что соответствует величине 1360 евро/кВт удельных капиталовложений в ВЭУ. Для районов АЗРФ это достаточно хороший показатель. Данный ветропарк

станет самым крупным объектом ветроэнергетики России за Северным полярным кругом.

Наряду с этим запланировано строительство еще четырех ветропарков, обязательство по сооружению которых в 2017 г. взяло на себя предприятие ООО «Фортум Энергия», переименованное в дальнейшем в «Фонд развития ветроэнергетики» (ФРВ) [7]. ФРВ — совместный инвестиционный фонд, созданный партнерской группой ПАО «Фортум» и АО «Роснано». Управление ФРВ осуществляет ООО «УК «Ветроэнергетика», принадлежащее партнерам в равных долях. Суммарная установленная мощность этих ветропарков планируется на уровне 150 МВт, а величина удельных капиталовложений в ВЭУ варьируется от 85 600 до 111 011 руб./кВт. Точное место размещения ветропарков, а также дата начала их строительства уточняются.

В последнее время в мире активно развиваются проекты по производству водорода за счет использования энергии, произведенной ВИЭ. Россия также не осталась в стороне: Правительство страны в октябре 2020 г. приняло специальный план мероприятий (дорожную карту)<sup>2</sup> по развитию водородной энергетики в стране [8]. В соответствии с ним компании «Enel» и АО «Роснано» рассматривают возможность реализации одного из пилотных проектов по производству водорода, который в перспективе намерены осуществить до 2024 г. в Мурманской области. Для производства водорода планируется использовать энергию, которая будет производиться на «Кольской ВЭС» [9]. Стоимость такого проекта оценивается на уровне 320 млн долл. (с учетом инвестиций в строительство «Кольской ВЭС»). Предполагается, что весь полученный водород (12 тыс. т в год) будет экспортироваться в Европу.

Для России производство водорода — весьма интересное и перспективное направление. Многие проекты уже сейчас находятся на стадии активного обоснования и проектирования, но это материал отдельного исследования.

Перспективным направлением развития ветроэнергетики Мурманской области является участие ВЭУ в теплоснабжении потребителей совместно с местными источниками тепловой энергии, работающими на органическом топливе. Этот вариант использования ВЭУ предполагает, что в моменты сильного ветра теплоснабжение будет осуществляться только от одних ВЭУ, а в остальных случаях (в моменты слабого ветра или его отсутствия) в работу дополнительно будут включаться и местные источники тепловой энергии [10]. Таким образом, использование ВЭУ совместно с местными источниками тепловой энергии способствует экономии органического топлива, а следовательно, и снижению зависимости надежной работы систем теплоснабжения от его поставок, что для Мурманской области

<sup>2</sup> План мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года. — URL: <https://minenergo.gov.ru/view-pdf/19194/126275>.

**Таблица 1. Основные параметры «Кольской ВЭС»**

Установленная мощность, МВт	Количество ВЭУ	Марка ВЭУ	Занимаемая площадь, га	Расчетная среднегодовая выработка энергии, ГВт·ч
200,925	57	Siemens Gamesa SG 3.4-132	257	750

особенно важно ввиду отсутствия на ее территории собственных мест добычи такого вида топлива.

В настоящее время для целей теплоснабжения органическое топливо завозится в Мурманскую область из других районов, что обуславливает большие финансовые проблемы. В результате себестоимость энергии, вырабатываемой на местных источниках тепловой энергии, оказывается выше уровня тарифов на тепловую энергию, устанавливаемого местными органами власти. Это приводит к тому, что государству приходится субсидировать покупку органического топлива и его завоз на территорию Мурманской области [11]. При этом тариф оказывается выше, чем в центральных районах России, что при оплате коммунальных услуг создает дополнительную финансовую нагрузку на местное население. Такая ситуация характерна для многих районов АЗРФ. Поэтому в районах, имеющих повышенный потенциал энергии ветра, строительство ВЭУ и их дальнейшее использование в системах теплоснабжения особенно привлекательно с точки зрения решения указанных проблем, способствуя успешному развитию местных территорий.

В этой связи важно оценить эффективность использования ВЭУ в системах теплоснабжения районов АЗРФ. Одним из таких районов является населенный пункт (н. п.) Вайда-Губа, расположенный в северо-западной части Мурманской области. Он входит в состав муниципального образования городское поселение (МО г. п.) Печенга. На начало 2020 г. для теплоснабжающих организаций, входящих в МО г. п. Печенга и охватывающих в том числе н. п. Вайда-Губа, себестоимость производимой тепловой энергии превышала 5400 руб./Гкал (табл. 2). При этом тариф на тепловую энергию, установленный для МО г. п. Печенга, не покрывает всех расходов, связанных с производством тепловой энергии. Поэтому государство вынуждено субсидировать производство такой тепловой энергии и в частности покупку и завоз органического топлива в населенные пункты МО г. п. Печенга.

В табл. 3 приведены данные о величине субсидий, которые были предоставлены некоторым теплоснабжающим организациям в МО г. п. Печенга в 2019 г. Такие субсидии ежегодно предоставляются тепло-

**Таблица 2. Себестоимость тепловой энергии, производимой теплоснабжающими организациями в МО г. п. Печенга (на начало 2020 г.)**

Организация	Единица измерения	Величина
ООО «Теплострой Плюс»	руб./Гкал	6466,63
ООО «ПромВоенСтрой»	руб./Гкал	5446,07
ФГБУ «ЦЖКУ» МО РФ	руб./Гкал	Более 10 000

**Таблица 3. Субсидии теплоснабжающим организациям в МО г. п. Печенга в 2019 г.**

Организация	Размер субсидий, тыс. руб.
ООО «Теплострой Плюс»	1 552,38
ООО «ПромВоенСтрой»	27 260,03
ФГБУ «ЦЖКУ» МО РФ	Н. д.

снабжающим организациям для компенсации выпадающих доходов, связанных с ростом цен на органическое топливо. Величина субсидий от года к году непостоянна и зависит от реальных расходов на покупку и завоз органического топлива в районы АЗРФ.

Для производства тепловой энергии в н. п. Вайда-Губа используется котельная, суммарная подключенная нагрузка которой составляет 398 кВт, из них 307 кВт приходится на цели теплоснабжения. В исследовании [12] установлено, что оптимальная мощность ВЭУ, работающих совместно с котельной на цели теплоснабжения, может составлять 0,6—0,8 подключенной нагрузки котельной на отопление. Для н. п. Вайда-Губа может быть рекомендована ВЭУ марки Vestas V27/225 мощностью 225 кВт (73% подключенной нагрузки на отопление) с диаметром ветроколеса 27 м и высотой башни 33,5 м.

Для расчета годовой выработки энергии ВЭУ нужно знать повторяемость скорости ветра на высоте башни и рабочую характеристику ВЭУ. Для н. п. Вайда-Губа среднегодовая скорость ветра на высоте башни составляет 7,8 м/с. Повторяемость скорости ветра на высоте башни приведена на рис. 1. Рабочая характеристика ВЭУ показана на рис. 2. Годовая выработка энергии ВЭУ составила около 75 тыс. кВт·ч в год.

Используя представленные данные, можно определить стоимость энергии, произведенной ВЭУ, и сравнить ее с себестоимостью тепловой энергии, производимой теплоснабжающими организациями в МО г. п.

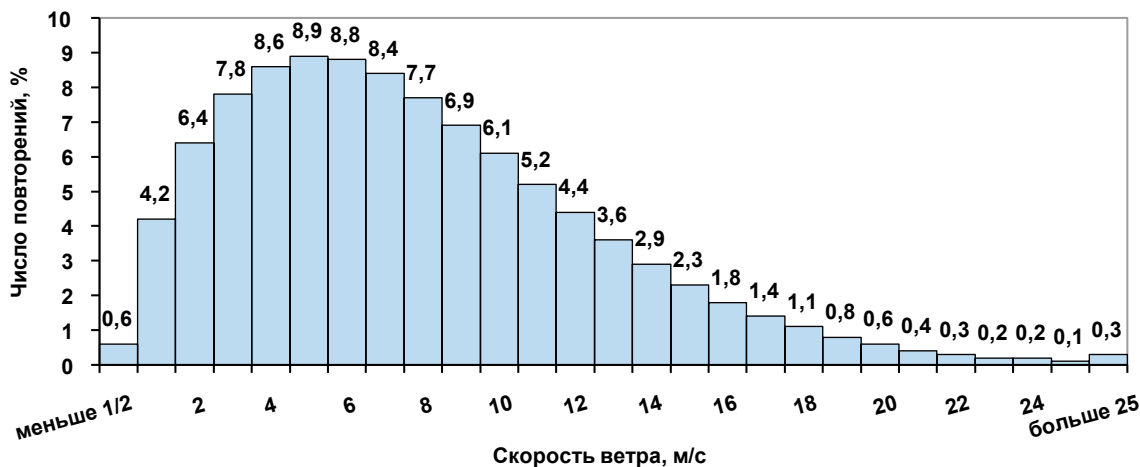


Рис. 1. Повторяемость скоростей ветра при среднегодовой скорости ветра 7,8 м/с  
 Fig. 1. Repeatability of wind speeds at an average annual wind speed of 7,8 m/s

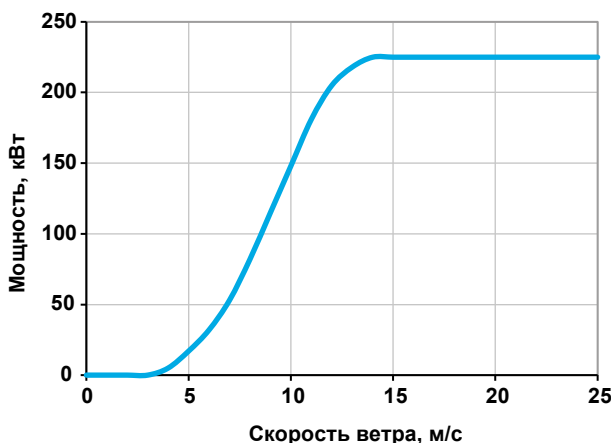


Рис. 2. Рабочая характеристика ВЭУ марки Vestas V27/225 мощностью 225 кВт  
 Fig. 2. Performance curve of the wind turbine brand Vestas V27/225 with a power of 225 kW

**Социально-экономические эффекты развития Мурманской области, получаемые благодаря реализации проектов использования ветроэнергетики**

Как показывает практика, реализация масштабных проектов на основе использования энергии ветра как в Мурманской области, так и в целом по России требует вложения больших денежных средств, которые у государства, как правило, отсутствуют. Поэтому в Мурманской области подобные проекты реализуются за счет привлечения инвестиций российских и иностранных компаний. Благодаря этому в регионе обеспечивается мощный приток инвестиций, что, в свою очередь, способствует социально-экономическому развитию и улучшению качества жизни населения. Кроме того, реализация рассмотренных проектов будет способствовать появлению новых рабочих мест и строительству современных инфраструктурных объектов. Например, для доставки каждой ВЭУ «Кольская ВЭС» к месту установки будут построены внутриплощадочные проезды, общая протяженность которых составит около 60 км. Вместе с тем для технологического присоединения «Кольской ВЭС» к Единой энергетической системе России будут построены высоковольтные линии электропередачи напряжением 150 кВ и протяженностью около 70 км [14].

Компания «Enel» для Мурманской области в 2019 г. разработала программу социальной поддержки и развития населенных пунктов, которые находятся вблизи размещения «Кольской ВЭС» [14]. Основная направленность этой программы сосредоточена на образовании и повышении туристической привлекательности региона. В 2019 г. уже было поддержано два местных фестиваля: проходивший в Мурманске Всероссийский фестиваль энергоэффективности «Вместе ярче» и Пятый Арктический фестиваль «Териберка» (прежнее название — «Териберка. Новая жизнь»). Также был реализован проект по безвозмездной передаче компьютерной техники администрации населенного пункта Туманный.

Печенга. При этом использование ВЭУ будет оправдано, если стоимость произведенной ВЭУ энергии окажется меньше себестоимости тепловой энергии.

Согласно мировым ценам на ВЭУ [13], удельные капиталовложения в ВЭУ составят около 1700 долл./кВт. Они включают в себя все расходы, связанные с сооружением и вводом в эксплуатацию ВЭУ.

Стоимость энергии, произведенной ВЭУ, зависит от ежегодных амортизационных отчислений, расходов на зарплату и прочих расходов. Если заложить 15-летний срок окупаемости ВЭУ, стоимость произведенной ВЭУ энергии составит 4553,23 руб./Гкал. Это меньше, чем себестоимость тепловой энергии, производимой теплоснабжающими организациями в МО г. п. Печенга (см. табл. 2).

При таких условиях в районах АЗРФ, имеющих повышенный потенциал энергии ветра, использование ВЭУ на цели теплоснабжения совместно с местными котельными, работающими на органическом топливе, будет более экономически оправданным, чем при использовании одних котельных.

**Таблица 4. Целевые показатели степени локализации производства оборудования для ВИЭ на территории России [15]**

Вид ВИЭ	Год ввода в эксплуатацию	Целевой показатель степени локализации, %
ВЭУ	2016	25
	2017	40
	2018	55
	2019—2024	65
Солнечные фотоэлектрические системы	2014—2015	50
	2016—2024	70
Гидроэлектростанции установленной мощностью менее 25 МВт	2014—2015	20
	2016—2017	45
	2018—2024	65

Строительство «Кольской ВЭС» осуществляется в рамках договора на поставку мощности от квалифицированных энергетических объектов, работающих на основе ВИЭ (ДПМ ВИЭ). Этот договор гарантирует повышенный возврат инвестиций через оптовый рынок электрической энергии и мощности (ОРЭМ). Срок действия ДПМ на ОРЭМ установлен на уровне 15 лет. Важной составляющей ДПМ ВИЭ является то, что часть оборудования, используемого при строительстве ВИЭ, должна изготавливаться на территории России. Доля такого оборудования должна быть не ниже целевого показателя степени локализации, установленного для каждого вида ВИЭ (табл. 4).

«Кольская ВЭС» будет состоять из 57 ВЭУ марки Siemens Gamesa SG 3.4-132, производителем которых является компания «Siemens Gamesa Renewable Energy» (SGRE), она же в данном случае выступает технологическим партнером компании «PJSC Enel Russia». Основные технические характеристики такой ВЭУ представлены в табл. 5. В соответствии с ДПМ ВИЭ (см. табл. 4) все ВЭУ для «Кольской ВЭС» на 65% должны быть изготовлены на территории России. Для этого по заказу SGRE на базе завода российской компании «Сименс технологии газовых турбин»

**Таблица 5. Технические характеристики ВЭУ марки Siemens Gamesa SG 3.4-132**

Показатель	Значение
Номинальная мощность ВЭУ, МВт	3,465
Гибкая номинальная мощность ВЭУ, МВт	3,3—3,75
Диаметр ветроколеса, м	132
Высота башни, м	154
Расчетная скорость ветра на оси ветроколеса, м/с	12
Диапазон расчетных скоростей, м/с	3,0—25
Стандартная рабочая температура, °C	-20...+30
Число лопастей	3

(СТГТ) были организованы полная сборка и испытания таких элементов ВЭУ, как гондолы, ступицы и трансмиссии. Завод СТГТ располагается в поселке Горелово Ленинградской области. Суммарная площадь его производственных площадок составляет около 12,7 тыс. м<sup>2</sup>, в том числе 4 тыс. м<sup>2</sup> предназначены для сборки ВЭУ. СТГТ является единственным в России заводом, успешно совмещающим производство больших газовых турбин и полную сборку отдельных элементов ВЭУ.

Наряду с этим для изготовления башен ВЭУ Siemens Gamesa SG 3.4-132 было создано предприятие ООО «Башни ВРС», которое располагается в Таганроге на площадке ОАО «Таганрогский котлостроительный завод «Красный котельщик»». В данном случае изготовление башен на предприятии ООО «Башни ВРС» обеспечивает локализацию производства ВЭУ на уровне 13%. Производство башен осуществляется по технологии испанской компании «Windar Renovables S.L.», которая также на 51% является одним из совладельцев предприятия ООО «Башни ВРС». Остальная часть в равных долях распределяется между компаниями АО «РОСНАНО» и ПАО «Северсталь».

ПАО «Северсталь», являясь одним из лидеров по производству различных изделий из стали высокого качества, теперь имеет возможность поставлять стальные пластины для изготовления башен ВЭУ. В дальнейшем ПАО «Северсталь» собирается развивать и некоторые направ-



ления по изготовлению других элементов ВЭУ. Для ПАО «Северсталь» это большая возможность выйти на новый перспективный рынок сбыта продукции как в России, так и за рубежом.

В России еще до появления программы по локализации ВИЭ имелся опыт строительства ВЭУ отечественными компаниями и их эксплуатации, в том числе в суровых климатических условиях АЗРФ. Но, как показывает практика, преобладает использование ВЭУ, особенно большой мощности, зарубежного производства. Поэтому российская ветроэнергетика преимущественно зависит от зарубежного оборудования. Но в последнее время ситуация стала заметно меняться, и появилась возможность отрабатывать множество новых отечественных технологических решений строительства ВЭУ и на их основе получить опыт проектирования, строительства и практического использования ВЭУ, предназначенных для работы в суровых климатических условиях АЗРФ.

Очевидно, что программа по локализации производства оборудования для ВИЭ на территории России уже сейчас позволяет привлечь российские компании для изготовления ключевых элементов ВЭУ с целью получения ими практического опыта, что в дальнейшем будет способствовать развитию собственных технологий в ветроэнергетике и их выводу на мировой энергетический рынок.

Другим важным результатом программы по локализации производства оборудования для ВИЭ является возможность создания условий для развития конкуренции в строительстве ВЭУ, которая уже способствовала снижению величины удельных капиталовложений в ВЭУ более чем вдвое (рис. 3). Необходимо отметить, что данные рис. 3 относятся только к проектам строительства ВЭУ, которые победили в конкурсном отборе с последующим правом на заключение ДПМ на ОРЭМ. Конкурсный отбор проектов строительства ВЭУ ежегодно проводит АО «Администратор торговой системы оптового рынка электроэнергии», причем одним из критериев выбора победителей является минимальная величина удельных капиталовложений в строительство ВЭУ, но при этом она не должна превышать предельную величину удельных капиталовложений, установленную Правительством России для данного вида ВИЭ.

Для достижения этих целей в России к 2016 г. были созданы целые производственные объединения, состоящие из российских и зарубежных инвестиционных компаний, а также мировых производителей ВЭУ. Вместе они обеспечивают российский энергетический рынок локализованным оборудованием для ВЭУ. В настоящее время в России главными инвесторами в проекты строительства ВЭУ являются три компании: ФРВ, АО «НоваВинд» (ГК «Росатом») и «PJSC Enel Russia». Основными партнерами этих компаний являются такие крупные производители оборудования для ВЭУ, как датская компания «Vestas», немецкая SGRE и голландская компания «Lagerwey Systems B.V.».

Началом реализации программы по локализации производства оборудования для ВЭУ на территории России можно считать 18 мая 2018 г. В этот день на базе завода ООО «Либхерр — Нижний Новгород», расположенного в Дзержинске Нижегородской области, начались производство гондол для ВЭУ марки Vestas и сборка системы управления углом поворота лопастей и системы охлаждения.

На фоне усовершенствования технологий изготовления ключевых элементов ВЭУ возникает потребность в поиске высококвалифицированных специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации ВЭУ, а также в обучении сотрудников, способных работать на заводах по изготовлению сложных элементов ВЭУ. Также для совершенствования технологий потребуются научные разработки, способные повысить конкурентоспособность существующих технологий и вывести российскую ветроэнергетику на более высокий уровень развития.

«Стратегия развития АЗРФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» предполагает «объединение ресурсов и возможностей государства, бизнеса, науки и образования для формирования конкурентоспособного научно-технологического сектора в области разработки и внедрения передовых технологий». При реализации этих намерений следует учитывать особенности размещения научно-образовательного потенциала Арктики [17]. Мурманская область, обладая высоким научно-образовательным потенциалом, имеет все предпосылки для того, чтобы стать местом отработки самых современных технологий изготовления ключевых элементов ВЭУ, предназначенных для работы в суровых условиях АЗРФ, а также базовым полигоном для внедрения и изучения инновационных технологических решений строительства ВЭУ, которые в будущем могут быть использованы на всей территории АЗРФ. Наличие в Мурманской области множества научно-образовательных учреждений, в том числе Федерального исследовательского центра «Нольский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ РАН), является благоприятным фактором, способствующим успеху этого направления развития региона.

В регионе может быть создан научно-технологический комплекс, объединяющий различные сферы деятельности от фундаментальных научных исследований до опытно-конструкторских разработок, связанных с адаптацией ВЭУ и вариантов их использования к условиям АЗРФ. Главная цель создания такого комплекса — повышение уровня жизни местного населения путем использования экологически чистых источников получения энергии, в том числе способствующих энергосбережению и повышению энергоэффективности существующих систем энергоснабжения населенных пунктов. Научно-практический опыт успешного внедрения ВЭУ в Мурманской области в дальнейшем может быть успешно использован для тиражирования не только в других районах АЗРФ, но и в других странах со схожим кли-

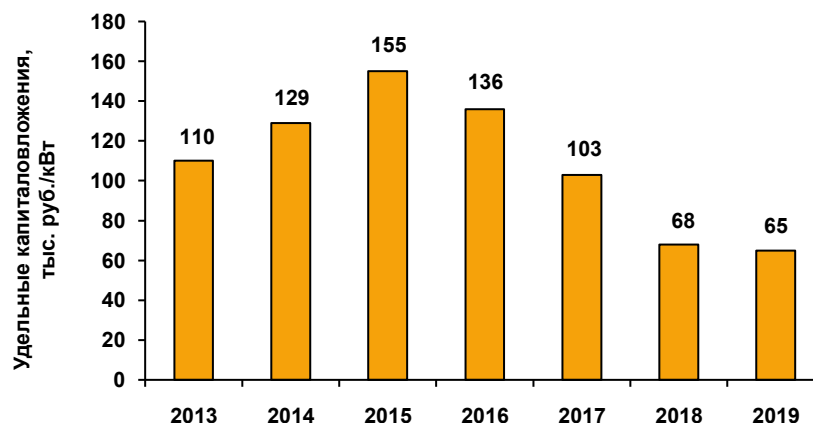


Рис. 3. Минимальная величина удельных капиталовложений в строительство ВЭУ в России к концу года [16]  
Fig. 3. The minimum value of specific investment in the construction of wind turbines in Russia by the end of the year [16]

матом. Наряду с этим на базе научно-технологического комплекса могут проводиться конкурсы по наиболее значимым для Арктической зоны направлениям развития ветроэнергетики с целью формирования опережающего научно-технического задела России в области проектирования, строительства и практического использования ВЭУ, предназначенных для работы в суровых климатических условиях. Также в составе комплекса возможно функционирование на постоянной основе выставочных площадок и центров, включая использование интернет-площадок и виртуальных выставок, наглядно демонстрирующих новейшие образцы и технологические решения строительства ВЭУ, специально адаптированных к условиям Арктической зоны. Это позволит повысить интерес отечественных и зарубежных партнеров к новым разработкам в сфере ветроэнергетики, а также получить эффективный инструмент по продвижению отечественной продукции и услуг для их выхода на международные рынки ветроэнергетики, способствуя тем самым развитию торговых отношений России с другими странами.

Сфера образования Мурманской области — одна из самых развитых в АЗРФ. Это хорошая предпосылка для создания на базе ФИЦ КНЦ РАН и местных вузов профильных кафедр по ВИЭ и изучения на их основе новых специальностей, а также организации системы дополнительного образования и переквалификации с ориентацией на ветроэнергетику. Вместе с тем особое место при подготовке высококвалифицированных специалистов, способных разрабатывать и реализовывать проекты с учетом условий АЗРФ, может быть отведено компании «Enef». Это даст возможность обеспечить международный обмен опытом, так как она успешно реализует проекты в сфере ветроэнергетики во многих странах с различными природно-климатическими условиями.

### Заключение

В настоящее время развитие ветроэнергетики Мурманской области характеризуется эксплуатацией ВЭУ преимущественно небольшой и средней мощности.

Дальнейшие перспективы в развитии этого направления связывают со строительством и вводом в эксплуатацию ветропарка «Кольская ВЭС» мощностью 201 МВт, который станет самым крупным объектом ветроэнергетики России, построенным за Северным полярным кругом. Также в будущем запланировано строительство еще четырех ветропарков, а также реализация проекта по производству водорода за счет использования энергии, произведенной «Кольской ВЭС». Перспективным направлением развития ветроэнергетики Мурманской области является использование ВЭУ на цели теплоснабжения совместно с местными источниками тепловой энергии, работающими на органическом топливе. В этом случае можно сэкономить органическое топливо, а следовательно, и уменьшить государственные субсидии на покупку такого топлива и его завоз на территорию области. Реализация этих и других проектов на основе использования энергии ветра будет способствовать активному проникновению ветроэнергетики во многие сферы деятельности человека и оказывать положительное влияние на динамику их развития, принося ощутимые социальные и экономические выгоды не только Мурманской области и другим районам АЗРФ, но и России в целом.

### Литература

1. Гасникова А. А. Состояние, проблемы и перспективы развития энергоснабжения арктических районов России // Север и рынок: формирование экон. порядка. — 2018. — № 3 (59). — С. 69—77. — DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.3.2018.59.69-77.
2. Шакиров В. А., Тугузова Т. Ф., Музычук Р. И. Проблемы электроснабжения в коммунально-бытовом секторе Арктической зоны Республики Саха (Якутия) // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 4 (40). — С. 106—116. — DOI: 10.25283/2223459420204106116.
3. Смоленцев Д. О. Развитие энергетики Арктики: проблемы и возможности малой генерации // Арктика: экология и экономика. — 2012. — № 3 (7). — С. 22—29.

4. Минин В. А., Дмитриев Г. С., Минин И. В. Перспективы освоения ресурсов ветровой энергии Кольского полуострова // Изв. РАН. Энергетика. — 2001. — № 1. — С. 45—53.
5. Бежан А. В. Ветроэнергетика Мурманской области // Электр. станции. — 2017. — № 7. — С. 51—55.
6. Минин В. А., Дмитриев Г. С. Опыт монтажа и первого года эксплуатации сетевой ветроэнергетической установки около г. Мурманска // Электр. станции. — 2004. — № 2. — С. 71—73.
7. Результаты конкурсного отбора проектов ВИЭ в России. — URL: <https://www.atsenergo.ru/vie/prosults>.
8. Мастепанов А. М. Водородная энергетика России: состояние и перспективы // Энергет. политика. — 2020. — № 12 (154). — С. 54—65. — DOI: 10.46920/2409-5516\_2020\_12154\_54.
9. Презентация Роснано «Проекты “зеленой” экономики: Генерация ВИЭ “Зеленый” водород, Проекты локализации компонентов ВЭУ». — URL: <http://www.bigpowernews.ru/research/docs/document96584.phtml>.
10. Бежан А. В. Повышение эффективности систем теплоснабжения за счет внедрения ветроэнергетических установок // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энергет. объединений СНГ. — 2020. — Т. 63, № 3. — С. 285—296. — DOI: 10.21122/1029-7448-2020-63-3-285-296.
11. Кузнецов Н. М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации: Монография. — Апатиты: Изд-во ФИЦ КНЦ РАН, 2020. — 92 с.
12. Минин В. А. Перспективы развития возобновляемой энергетики в зонах децентрализованного энергоснабжения Мурманской области // Труды Кольского науч. центра РАН. — 2012. — № 1 (8). — С. 110—122.
13. Zore Ž., Čuček L., Širovnik D. et al. Maximizing the sustainability net present value of renewable energy supply networks // Chemical Engineering Research and Design. — 2018. — № 131. — P. 245—265. — DOI: 10.1016/j.cherd.2018.01.035.
14. Годовой отчет ПАО «Энел Россия» за 2019 год. — URL: [https://www.enelrussia.ru/content/dam/enel-ru/documents/ru/investors/annual/Enel\\_Annual\\_report-2019-web-rus.pdf](https://www.enelrussia.ru/content/dam/enel-ru/documents/ru/investors/annual/Enel_Annual_report-2019-web-rus.pdf).
15. Распоряжение Правительства РФ «Об основных направлениях государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2035 года» от 8 января 2009 г. № 1-р (ред. от 24 октября 2020 г.). — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83805/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83805/).
16. Рынок возобновляемой энергетики России: текущий статус и перспективы развития: Информ. бюл. 2020 / Ассоциация развития возобновляемой энергетики. — URL: <https://rreda.ru/information-bulletin-2020>.
17. Смирнов А. В. Человеческое развитие и перспективы формирования экономики знаний в российской Арктике // Арктика: экология и экономика. — 2020. — № 2 (38). — С. 18—30. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-18-30.

### Информация об авторе

Бежан Алексей Владимирович, научный сотрудник, Центр физико-технических проблем энергетики Севера Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр РАН» (184209, Россия, Мурманская область, Апатиты, ул. Ферсмана, д. 14), e-mail: [abezh@rambler.ru](mailto:abezh@rambler.ru).

### Библиографическое описание данной статьи

Бежан А. В. Роль ветроэнергетики в социально-экономическом развитии районов Арктической зоны Российской Федерации (на примере Мурманской области) // Арктика: экология и экономика. — 2021. — Т. 11, № 3. — С. 449—457. — DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-449-457.

## THE ROLE OF WIND ENERGY IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ARCTIC ZONE REGIONS (ON THE EXAMPLE OF THE MURMANSK REGION)

Bezhan, A. V.

Northern Energetics Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (Apatity, Murmansk region, Russian Federation)

The article was received on February 25, 2021

### Abstract

The author provides information on the current state and prospects for the development of wind energy in the Murmansk region. He outlines the role of wind energy in the formation of conditions for the social and economic development of the region. The author proves that the Murmansk region has all the prerequisites to become a place for developing the most modern technologies for manufacturing key elements of wind turbines (WT) de-



signed to operate in the harsh climatic conditions of the Russian Arctic zone (AZRF). The region can be a basic testing ground for the introduction and study of innovative technological solutions for the construction of WT, which in the future can be used throughout the AZRF. At the same time, the Murmansk region can be given a special place in the issue of training highly qualified specialists in the field of design, construction and operation of WT. In turn, the presence of a high scientific and educational potential in the Murmansk region will contribute to the success of these areas of development of the region.

**Keywords:** socio-economic development, Russian Arctic, Arctic zone of the Russian Federation, renewable energy sources, wind energy, Arctic region.

## References

1. Gasnikova A. A. State, problems and prospects of the energy supply development in the Arctic regions of Russia. Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka, 2018, no. 3 (59), pp. 69—77. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.3.2018.59.69-77. (In Russian).
2. Shakirov V. A., Tuguzova T. F., Muzychuk R. I. Problems of power supply in the public utility sector of the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia). Arktika: ekologiya i ekonomika. [Arctic: Ecology and Economy], 2020, no. 4 (40), pp. 106—116. DOI: 10.25283/2223459420204106116. (In Russian).
3. Smolentsev D. O. Energy development in the Arctic: problems and opportunities for small generation. Arktika: ekologiya i ekonomika. [Arctic: Ecology and Economy], 2012, no. 3 (7), pp. 22—29. (In Russian).
4. Minin V. A., Dmitriev G. S., Minin I. V. Prospects for the development of wind energy resources on the Kola Peninsula. Izv. RAN. Energetika, 2001, no. 1, pp. 45—53. (In Russian).
5. Bezhan A. V. Wind energy in the Murmansk region. Elektr. stantsii, 2017, no. 7, pp. 51—55. (In Russian).
6. Minin V. A., Dmitriev G. Experience in the installation and the first year of operation of a grid wind power plant near the city of Murmansk. Elektr. stantsii, 2004, no. 2, pp. 71—73. (In Russian).
7. Results of the competitive selection of renewable energy projects in Russia. Available at: <https://www.atsenergo.ru/vie/proresults>. (In Russian).
8. Mastepanov A. M. Hydrogen power engineering in Russia: state and prospects. Energet. politika, 2020, no. 12 (154), pp. 54—65. DOI: 10.46920/2409-5516\_2020\_12154\_54. (In Russian).
9. Rusnano presentation “Green Economy Projects: Generation of RES “Green” Hydrogen, Projects for the localization of wind turbine components”. Available at: <http://www.bigpowernews.ru/research/docs/document96584.phtml>. (In Russian).
10. Bezhan A. V. Performance Improvement of Heat Supply Systems Through the Implementation of Wind Power Plants. Energetika. Izv. vyssh. ucheb. zavedenii i energet. ob'yedinenii SNG, 2020, no. 3, pp. 285—296. DOI: 10.21122/1029-7448-2020-63-3-285-296. (In Russian).
11. Kuznetsov N. M. Energy efficiency management in the regions of the Arctic zone of the Russian federation: Monograph. Apatity, Izd-vo FITs KNTs RAN, 2020, 92 p. (In Russian).
12. Minin V. A. Prospects for the development of renewable energy in the zones of decentralized energy supply of the Murmansk region. Trudy Kol'skogo nauch. tsentra RAN, 2012, no. 1 (8), pp. 110—122. (In Russian).
13. Zore Ž., Čuček L., Širovnik D., Novak Pintarič Z., Kravanja Z. Maximizing the sustainability net present value of renewable energy supply networks. Chemical Engineering Research and Design, 2018, no. 131, pp. 245—265. DOI: 10.1016/j.cherd.2018.01.035.
14. Annual report of PJSC Enel Russia for 2019. Available at: [https://www.enelrussia.ru/content/dam/enel-ru/documents/ru/investors/annual/Enel\\_Annual\\_report-2019-web-rus.pdf](https://www.enelrussia.ru/content/dam/enel-ru/documents/ru/investors/annual/Enel_Annual_report-2019-web-rus.pdf). (In Russian).
15. Order of the Government of the Russian Federation of 08.01.2009 No. 1-r (revised from 24.10.2020) “On the main directions of state policy in the field of increasing the energy efficiency of the electric power industry based on the use of renewable energy sources for the period up to 2035”. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83805/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83805/). (In Russian).
16. Russian Renewable Energy Market: Current Status and Development Prospects. Renewable Energy Development Association. Newsletter 2020. Available at: <https://rreda.ru/information-bulletin-2020>. (In Russian).
17. Smirnov A. V. Human Development and Prospects for the Knowledge Economy Formation in the Russian Arctic. Arktika: ekologiya i ekonomika. [Arctic: Ecology and Economy], 2020, no. 2 (38), pp. 18—30. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-2-18-30. (In Russian).

## Information about the author

**Bezhan, Alexey Vladimirovich**, Researcher, Northern Energetics Research Centre Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (14, Fersman St., Apatity, Murmansk Region, Russia, 184209), e-mail: abezh@rambler.ru.

## Bibliographic description of the article

**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. [Arctic: Ecology and Economy], 2021, vol. 11, no. 3, pp. 449—457. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-449-457. (In Russian).