

УДК 33:620.92(470.21)

РАЗВИТИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ**Кузнецов Н.М.***Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты,
e-mail: n.kuznetsov@ksc.ru*

В статье рассматриваются вопросы надежности и эффективности снабжения электрической энергией удаленных изолированных территорий Мурманской области с большими затратами при производстве электрической энергии, не имеющих связи с централизованной системой электроснабжения. Показана роль распределенной генерации в арктических условиях, которая основана на возобновляемых источниках энергии и позволяет сократить потребление традиционных невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов удаленными потребителями энергии и снизить затраты на субсидирование высоких тарифов на электрическую энергию. Приведены результаты испытаний ветровых установок на ветроэнергетическом полигоне на побережье Баренцева моря для определения мощности ветроустановок в зависимости от скорости ветра. Рассмотрены результаты работы дизельных электростанций с использованием ветровой и солнечной энергии, которые вырабатывают электрическую энергию для потребителей в островном режиме. Показаны динамика развития ветровой энергетики на Кольском полуострове и ввод мощностей гибридных электрических станций как источников распределенной генерации. Высокий потенциал ветра в регионе и наличие гидроэлектростанций в энергетической системе являются благоприятными условиями для развития распределенной энергетики Мурманской области и внедрения концепции интеллектуальных электрических сетей. Использование ветровой энергии на Кольском полуострове позволит обеспечить энергонезависимость удаленных малых населенных пунктов, оптимизировать экономические механизмы северного завоза топлива, уменьшить выбросы загрязняющих веществ.

Ключевые слова: ветроэнергетический полигон, ветроустановки, ветроэнергетика, электроснабжение удаленных потребителей

DEVELOPMENT OF WIND POWER ON THE KOLA PENINSULA**Kuznetsov N.M.***Northern Energetics Research Centre KSC RAS, Apatity, e-mail: n.kuznetsov@ksc.ru*

The article deals with the issues of reliability and efficiency of electric power supply to remote isolated territories of the Murmansk region with high costs in the production of electric energy and having no connection with a centralized power supply system. The role of distributed generation in Arctic conditions is shown, which is based on renewable energy sources and allows reducing the consumption of traditional non-renewable fuel and energy resources by remote energy consumers and reducing the cost of subsidizing high tariffs for electric energy. The results of testing of wind turbines at a wind power test site on the coast of the Barents Sea to determine the power of wind turbines depending on wind speed are presented. The results of the operation of diesel power plants using wind and solar energy, which generate electric energy to consumers in the island mode, are considered. The dynamics of the development of wind energy on the Kola Peninsula and the commissioning of hybrid power plants as sources of distributed generation are shown. The high wind potential in the region and the availability of hydroelectric power plants in the energy system are favorable conditions for the development of distributed energy in the Murmansk region and the introduction of the concept of intelligent electric networks. The use of wind energy on the Kola Peninsula will ensure the energy independence of remote small settlements, optimize the economic mechanisms of the northern fuel supply, and reduce emissions of pollutants.

Keywords: wind power landfill, wind turbines, wind power, electricity, supply to remote consumers

Важными задачами развития арктических территорий Российской Федерации являются преодоление транспортных и энергетических ограничений, препятствующих повышению темпов экономического развития Арктики, стимулирование приоритетной разработки и внедрения энергосберегающих и энергоэффективных технологий [1].

Энергетическая проблематика арктических регионов в соответствии с курсом на формирование зеленой экономики [2] и снижение потребления невозобновляемых ресурсов с объемных (количественных) показателей переключается на качественные и структурные показатели [3, 4].

В регионах арктической зоны Российской Федерации эффективным направле-

нием решения локальных энергетических проблем является внедрение распределенной генерации с использованием возобновляемых источников энергии [5].

Наращивание объемов генерируемой энергии на основе ветровой и солнечной энергии с одновременным снижением себестоимости вырабатываемой энергии на гибридных электростанциях стали результатом привлечения значительных инвестиций [6].

С 1930 по 1940 гг. были разработаны и рекомендованы к постройке ветроэлектрические установки Д-50 мощностью 1000 кВт с ветроколесом диаметром 50 м и 2Д-80 мощностью 10000 кВт с двумя ветроколесами диаметром 80 м каждое. Ветроустановка Д-50 предназначалась

для параллельной работы с энергосистемой Кольского полуострова [7].

В исследованиях по запасам энергетических ресурсов на Кольском полуострове [8] за 1935–1938 гг. (П.А. Гарин «Энергетические показатели ветра (по материалам Карело-Мурманской экономической бригады АН СССР)», С.В. Григорьев «Запасы белого угля Карелии и Мурмана», Н.И. Берлинг «Торфяники Кольского полуострова и возможность их использования для получения кокса») указывается на возможность использования местных энергоресурсов для развития энергетики региона.

Цель настоящей работы – обзор научных публикаций по ветроэнергетике и внедрению ветроэнергетических установок в Мурманской области, подключенных непосредственно к потребителю, и в составе локальных энергосистем.

Материалы и методы исследования

Исследование базируется на обзоре научных работ в области развития распре-

ленной энергетики с использованием ветроэнергетических установок, опубликованных в российских и зарубежных изданиях.

Результаты исследования и их обсуждение

Мурманская область относится к благоприятным зонам развития ветроэнергетики в России. По многолетним данным скорости ветра разработан ветроэнергетический кадастр, который показывает перспективность развития ветроэнергетики в регионе.

В 1974 г. Отделом энергетики Кольского филиала АН СССР (руководитель Куклин Евгений Иванович) на побережье Баренцева моря в районе поселка Дальние Зеленцы был организован опытный ветроэнергетический полигон (рис. 1), на котором в 1975 г. испытан первый ветроэнергетический агрегат «Беркут» из опытно-промышленной партии. Результаты испытаний ветроагрегатов «Беркут» и «Сокол» позволили определить зависимость мощности ветроагрегатов от скорости ветра (рис. 2).



Рис. 1. Ветроэнергетический полигон в поселке Дальние Зеленцы

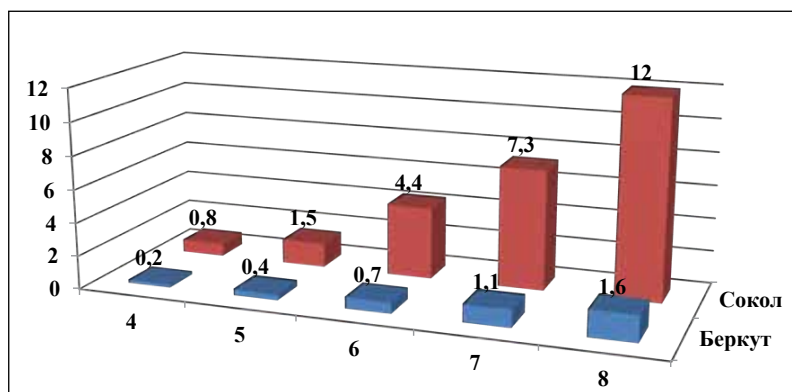


Рис. 2. Мощность ветроагрегатов в зависимости от скорости ветра (м/сек), кВт

Экспериментальные исследования работы ветроэнергетического агрегата «Беркут», выполненные на опытном ветроэнергетическом полигоне, позволили дать рекомендации по совершенствованию его конструкции для арктических условий [9].

Для исследования возможности работы ветроэнергетических установок совместно с энергетической системой в 2001 г. была запущена в работу ветроустановка мощностью 200 кВт, которая обеспечивала электрической энергией отель «Огни Мурмана».

Для обеспечения электрической энергией таксофонов в 11 населенных пунктах в 2007–2008 гг. были установлены ветросолнечные установки мощностью 1,4 кВт; мощность ветроустановки – 1,3 кВт, мощность панели фотоэлектрической – 0,88 кВт.

В поселке Молочный в 2013 г. смонтирована ветроустановка мощностью 5 кВт, в 2014 г. в поселке Новая Титовка начала вырабатывать электрическую энергию ветроэлектростанция мощностью 9 кВт (три ветрогенератора по 3 кВт), в Ловозеро запущена в работу ветроустановка мощностью 4 кВт [10].

Для изолированных труднодоступных территорий Мурманской области основным источником электроэнергии являются дизельные электростанции с низкой надежностью обеспечения потребителей электрической энергией.

Выполненная в 2014–2016 гг. модернизация населенных пунктов Пялица, Чаваньга, Тетрино, Чапома с установкой ветровых и солнечных источников генерации электрической энергии (рис. 3) позволила повысить надежность электроснабжения потребителей, уменьшить финансирование из бюджета региона на завоз топлива, сократить расход дизельного топлива, умень-

шить себестоимость производимой электрической энергии.

Модернизация системы электроснабжения поселков была выполнена с привлечением внебюджетного финансирования (37%).

Для сокращения потребления мазута предприятием «Green House» в городе Кола установлена ветроустановка мощностью 500 кВт. Теплоэнергия, потребляемая сушильными агрегатами, производится котлами, работающими на древесных отходах и мазуте. С 2015 г. ветроустановка вырабатывает 20% электрической энергии, требуемой предприятию, что позволило использовать в технологическом процессе сушки древесины тепловую энергию, которая производится электрическим котлом с использованием ветровой энергии.

Динамика роста установленной мощности для генерации электрической энергии в регионе на основе ветровой энергии показана на рисунке 4.

Распределенная генерация в Мурманской области на основе ветровой энергии используется незначительно, мощность ветроустановок составляет менее 0,1% установленной мощности всех электростанций [11]. Все ветроустановки работают на определенного потребителя или на локальную электрическую сеть в составе гибридных энергоустановок, включающих дизель-генераторы, ветровые и солнечные электроустановки.

С вводом в эксплуатацию Кольского ветропарка в 200 МВт (рис. 5) доля вырабатываемой электрической энергии возрастет, но составит не более 5% от общего объема электроэнергии, вырабатываемой всеми электростанциями региона.



Рис. 3. Ветросолнечно-дизельная электростанция в Пялице

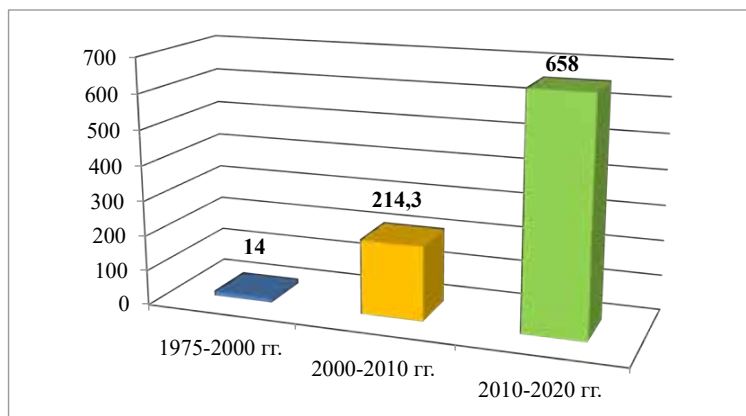


Рис. 4. Установленная мощность ветроустановок в Мурманской области, кВт



Рис. 5. Строительство Кольского ветропарка

Кольская ветроэлектростанция позволит повысить эффективность функционирования гидроэлектростанций. Но при подключении ветрогенераторов к распределительным электрическим сетям могут возникнуть генерация высших гармоник, ложное срабатывание релейной защиты. Из-за переменного режима работы ветроустановок необходимо решать вопросы управления режимами электроэнергетической системы, разрабатывать экономические механизмы сбыта энергии потребителям.

На северном побережье Кольского полуострова возможно строительство ветропарков, которые могут быть расположены недалеко от существующих гидроэлектростанций и объединены с энергетической системой [12]. Высокий потенциал ветра, максимум интенсивности ветра в зимний

период, наличие в энергетической системе гидроэлектростанций, позволяющих аккумулировать энергию воды при работе ветрогенераторов, являются факторами, благоприятствующими применению ветроэнергетических установок [13] при возможных сценариях развития горнодобывающей промышленности и энергетики Мурманской области [14].

Для эффективной и надежной эксплуатации ветроэнергетических установок необходимо проводить научные исследования по следующим направлениям:

- моделирование реальной скорости ветра на высоте ветрогенератора по метеорологическим прогнозам ветра и определение параметров выходной мощности ветряных турбин на основе плотности мощности ветра;

- повышение надежности ветрогенератора, лопастей и других механических деталей при ударах молнии;
- оценка влияния скорости вращения лопасти ветротурбины на систему молниезащиты ветроустановки.

Заключение

Экспериментальные исследования на ветроэнергетическом полигоне Кольского полуострова показали, что оптимальная скорость ветра для номинального режима работы быстроходных ветроагрегатов составляет 9–10 м/с.

Внедрение локальных систем энергоснабжения с использованием ветроустановок на Кольском полуострове позволило обеспечить надежность энергоснабжения удаленных изолированных территорий, сократить бюджетное финансирование за завоз топлива.

Ввод в эксплуатацию Кольского ветропарка позволит сократить выбросы углекислого газа в атмосферу на 240 тыс. т.

Список литературы

1. Nalivaychenko E., Volkov A., Tishkov S. Fuel and energy complex of the Arctic zone of Russia and its transport infrastructure. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, VIII International Scientific Conference Transport of Siberia. Novosibirsk, 2020. P. 012238. DOI:10.1088/1757-899X/918/1/012238.
2. Пакина А.А., Горбанёв В.А. Перспективы зелёной экономики как новой парадигмы развития // Вестник МГИМО Университета. 2019. Т. 12. № 5. С. 134-155. DOI: 10.24833/2071-8160-2019-5-68-134-155.
3. Лажнецов В.Н. Арктика и Север в контексте пространственного развития России // Экономика региона. 2021. Т. 17. № 3. С. 737-754. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-3-2.
4. Бежан А.В. Роль ветроэнергетики в социально-экономическом развитии районов Арктической зоны Российской Федерации (на примере Мурманской области) // Аркти-

ка: экология и экономика. 2021. Т. 11. № 3. С. 449-457. DOI: 10.25283/2223-4594-2021-3-449-457.

5. Кузнецов Н.М., Коновалова О.Е. Развитие распределенной энергетики в Мурманской области // Фундаментальные исследования. 2021. № 5. С. 122-127. DOI: 10.17513/ft.43049.

6. Тишков С.В., Наливайченко Е.В., Волков А.Д., Щербак А.П., Каргинова-Губинова В.В., Пахомова А.А. Повышение энергоэффективности экономики Арктической зоны Российской Федерации: проблемы, перспективы, методы оценки. М.: ООО "Первое экономическое издательство", 2021. 126 с. DOI: 10.18334/9785912923586.

7. Степанов И.Р., Куклин Е.И. Некоторые аспекты использования энергии ветра // Вопросы энергетики Кольского полуострова. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1975. С. 141-152.

8. Киселев М.Ю. Исследования Арктики в фондах архива РАН: Мурманская область и Кольский полуостров // Исторические исследования: материалы III Междунар. науч. конф. (Казань, май 2015 г.). Казань: Бук, 2015. С. 70-73.

9. Куклин Е.И., Минин В.А. Некоторые результаты экспериментального исследования работы ветроэлектрического агрегата «Беркут» в условиях Севера // Развитие энергоснабжения Севера европейской части СССР. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1978. С. 130-136.

10. Кузнецов Н.М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2020. 92 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.434.1.

11. Коновалова О.Е., Кузнецов Н.М. Возобновляемые источники энергии в Мурманской области // Промышленная энергетика. 2018. № 9. С. 51-56.

12. Minin V.A., Furtaev A.I. Wind potency in the western sector of the Russian Arctic and its possible uses: Conference Series: Earth and Environmental Science (Saint Petersburg, 17–18 april 2019). Saint Petersburg: IOP Publishing, 2019. P. 012067. DOI: 10.1088/1755-1315/302/1/012067.

13. Минин В.А. Перспективы внедрения возобновляемых источников энергии в топливно-энергетический баланс Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. 2012. № 5(12). С. 106-112.

14. Алиева Т.Е., Иванова Л.В., Исаева Л.Г., Ключникова Е.М., Маслобоев В.А., Харитонов Г.Н. Сценарии развития ключевых отраслей экономики Мурманской области в контексте глобальных изменений в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2017. № 1(25). С. 19-31.