

Научная статья
УДК 620.9
doi:10.37614/2949-1215.2024.15.2.003

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ РАЙОНОВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мария Алексеевна Лазарева

*Центр физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра
Российской академии наук, Апатиты, Россия, m.celischeva@ksc.ru*

Аннотация

В статье рассматривается потенциал использования возобновляемых источников энергии для электроснабжения удаленных децентрализованных районов Мурманской области. Проводится оценка пригодности и ограничений их использования в суровых климатических условиях Кольского полуострова, что открывает возможности для дальнейшего развития и внедрения. Подчеркивается ключевая роль возобновляемой энергетики в обеспечении устойчивого и надежного электроснабжения в отдаленных и труднодоступных районах, что может способствовать социально-экономическому развитию региона и сокращению зависимости от ископаемого топлива.

Ключевые слова:

возобновляемые источники энергии, солнечная энергия, энергия ветра, энергия малых рек, дизельные электростанции

Благодарности:

работа выполнена в рамках государственного задания Центра физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра Российской академии наук (FMEZ-2022-0014).

Original article

RENEWABLE ENERGY FOR THE ENERGY SUPPLY OF DECENTRALIZED AREAS OF THE MURMANSK REGION

Mariya A. Lazareva

*Northern Energetics Research Centre of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences,
Apatity, Russia, m.celischeva@ksc.ru*

Abstract

The article examines the potential of using renewable energy sources to supply electricity to remote decentralized areas of the Murmansk region. The suitability and limitations of their use in the harsh climatic conditions of the Kola Peninsula are being assessed, which opens up opportunities for further development and implementation. The key role of renewable energy in ensuring sustainable and reliable electricity supply in remote and hard-to-reach areas is emphasized, which can contribute to the socio-economic development of the region and reduce dependence on fossil fuels.

Keywords:

renewable energy sources, solar energy, wind energy, small river energy, diesel power plants

Acknowledgments:

The work was carried out within the framework of the State Research Program of the Northern Energetics Research Centre of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (FMEZ-2022-0014).

В последние десятилетия изменение климата стало одной из наиболее актуальных проблем во всем мире. Чрезмерные выбросы парниковых газов в атмосферу приводят к повышению средней температуры на планете, что, в свою очередь, может привести к серьезным последствиям для окружающей среды и здоровья людей. Одним из способов борьбы с изменением климата является переход от традиционных источников энергии к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Россия является одной из ведущих стран в мире по запасам и добыче различных видов топлива. В частности, она обладает огромным запасом нефти, газа, угля и других ископаемых ресурсов, что позволяет стране не только обеспечивать свои внутренние потребности в энергии, но и экспортировать ресурсы на мировой рынок. Несмотря на свою обеспеченность ископаемым

топливом, Россия активно развивает сектор возобновляемой энергетики. По разным регионам виды ВИЭ существенно варьируются. Мурманская область является регионом, в котором также развивается данный сектор.

Электроэнергетическая система региона представляет собой сложную и разветвленную структуру, которая объединяет в себе различные источники энергии. В ее состав входят 17 гидроэлектростанций, административно объединенных в 3 каскада, 2 тепловые электростанции, 1 атомная электростанция. Также с недавнего времени частью энергетической системы региона стала ветроэлектростанция (рис. 1, а) [1]. Доля ВИЭ в централизованном электроснабжении достаточно велика (рис. 1, б). Их использование позволяет снизить зависимость от традиционных видов топлива и обеспечить более устойчивое развитие региона. Кольская энергосистема хорошо развита, что позволяет ей не только обеспечивать электроэнергией собственные потребности, но и экспортировать излишки в соседние регионы. Данная энергетическая система представляет собой сбалансированный и устойчивый комплекс, который обеспечивает надежное электроснабжение и способствует экономическому и экологическому развитию региона.

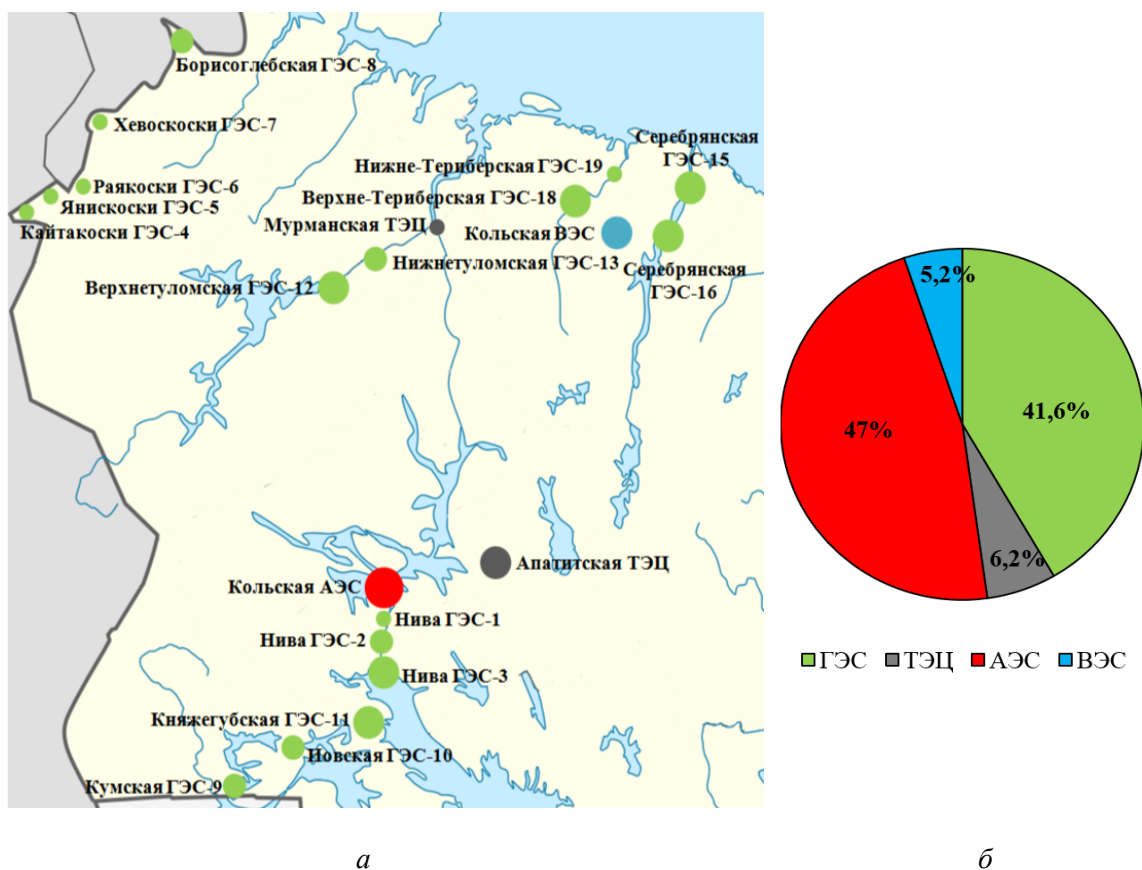


Рис. 1. Электрические станции Мурманской области (а) и структура мощностей Кольской энергосистемы в 2022 г. (б)
Рис. 1. Power plants of the Murmansk region (а) and the capacity structure of the Kola power system in 2022 (б)

Однако значительная часть территории Мурманской области представлена децентрализованными районами, которые характеризуются удаленностью от основных энергетических сетей, что затрудняет обеспечение их надежным и доступным электроснабжением. В связи с этим использование ВИЭ может стать эффективным решением предоставления устойчивого и экологически чистого электроснабжения в этих районах.

Мурманская область расположена на северо-западе России и является одним из самых северных регионов страны. Климат региона характеризуется как субарктический в северной части и умеренно холодный в южной. Несмотря на сложившиеся суровые климатические условия, Мурманская область обладает огромным потенциалом для развития ВИЭ.

Кольский полуостров получает значительное количество солнечной энергии в течение года. Анализ данных, полученных на актинометрических станциях Мурманской области, свидетельствует о том, что при учете реальной облачности годовое поступление суммарной солнечной радиации составляет в среднем 650–850 кВт·ч/м² (рис. 2) [2].



Рис. 2. Поступление солнечной энергии на территорию Мурманской области (кВт·ч/м²)
Fig. 2. Solar energy supply to the territory of the Murmansk region (kWh/m²)

Однако в зимний период наблюдается резкий дефицит или полное отсутствие солнечного света, совпадающее с пиковым спросом на энергоресурсы. Другим ограничивающим фактором для использования солнечной энергии на Кольском полуострове является высокая циклоническая активность, приводящая к малому количеству дней с ясной погодой. Это снижает эффективность солнечных энергоустановок, ограничивая их применение для небольших изолированных потребителей, испытывающих трудности с доставкой традиционных источников энергии.

В то же время Мурманская область обладает исключительными ветроэнергетическими ресурсами. Результаты анализа 20-летних данных о скоростях ветра с 37 метеостанций полуострова показывают, что средние многолетние скорости ветра 7–9 м/с наблюдаются в прибрежных районах Баренцева моря. Значения этих скоростей постепенно снижаются по мере удаления от берега (рис. 3) [3].

Для Кольского полуострова характерен зимний максимум скоростей ветра, что является идеальной предпосылкой для эффективного использования энергии ветра. Пик скоростей ветра совпадает с сезонным спросом на тепло- и электроэнергию. Энергетический потенциал ветра на Кольском полуострове огромен. При размещении ветроустановок с расстоянием между ними, равным 10 диаметрам турбин, их суммарная мощность может достичь 120 млн кВт, обеспечивая годовую выработку электроэнергии около 360 млрд кВт·ч. Эти прогнозы показывают, что ветроэнергетические ресурсы региона намного превосходят текущие потребности в электроэнергии, предоставляя возможности для их дальнейшего развития и вовлечения в хозяйственный оборот.

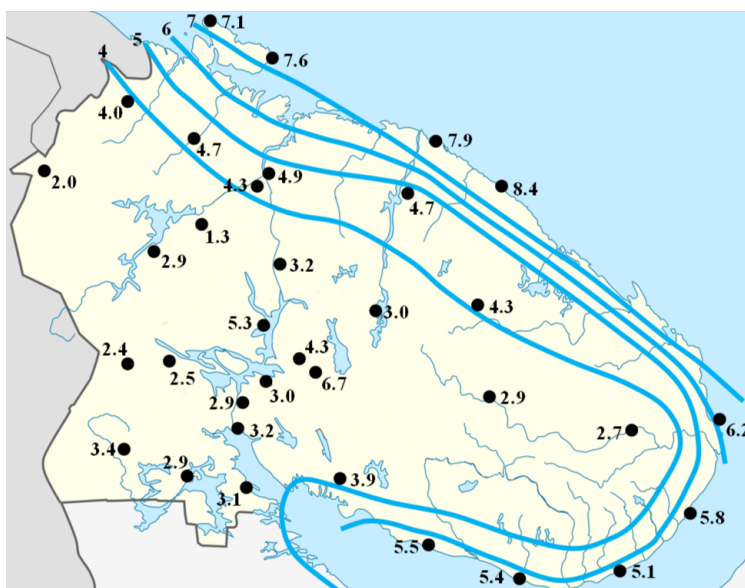


Рис. 3. Средние многолетние скорости ветра (м/с) на высоте 10 м от поверхности земли в условиях открытой ровной местности
Fig. 3. Average perennial wind speeds (m/s) at a height of 10 m from the surface of the earth in conditions of open, flat terrain

Потенциал малых рек Мурманской области (рис. 4) для производства электроэнергии оценивается в 4,4 млрд кВт·ч в год с возможной суммарной среднегодовой мощностью малых ГЭС 516 МВт [4]. Сооружение малых ГЭС в регионе не является новым направлением, однако в 1960-е гг. они были вытеснены более дешевыми дизельными установками.

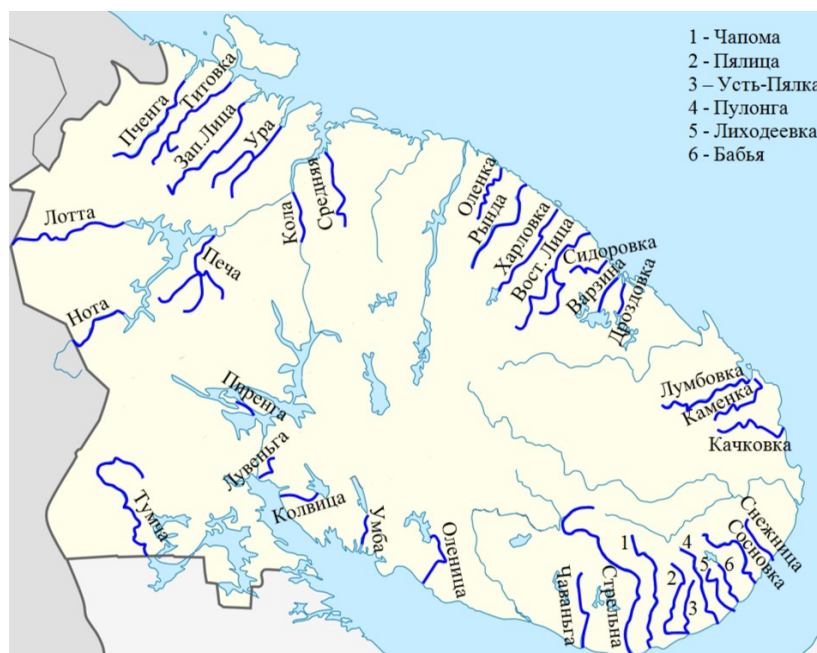


Рис. 4. Малые реки Мурманской области
Fig. 4. Small rivers of the Murmansk region

В настоящее время дизельные генераторы имеют ряд недостатков, включая высокую стоимость топлива, загрязнение окружающей среды и зависимость от поставок. В связи с этим интерес к использованию энергии малых рек возрос. Для строительства малых ГЭС на Кольском полуострове пригодны многочисленные створы, но не все они расположены вблизи потенциальных потребителей. Благоприятные условия для сооружения малых ГЭС имеются в прибрежных населенных пунктах, расположенных вблизи устья рек, впадающих в Белое и Баренцево моря, а также в некоторых объектах центральных и западных районов области.

Ввиду суровых климатических условий эксплуатация энергоустановок, использующих ВИЭ, в Мурманской области становится недостаточно эффективной. Однако их совместное применение вместе с дизельными электростанциями позволит решить данную проблему. Дизельные генераторы будут обеспечивать надежное электроснабжение в периоды, когда ВИЭ не смогут закрыть потребность в электроэнергии. В то же время в более благоприятных условиях ВИЭ будут использоваться для снижения нагрузки на дизельных установках, что позволит экономить топливо и повысить экологическую безопасность. Такое сочетание обеспечит бесперебойное электроснабжение децентрализованных районов.

Эксплуатация гибридных электростанций активно применяется на побережье Белого моря, в Терском районе (рис. 5). С 2014 по 2016 г. там была проведена модернизация систем электроснабжения отдаленных населенных пунктов, таких как Чаваньга, Тетрино, Чапома и Пялица, путем внедрения ветросолнечнодизельных установок. Результатом строительства комплексных электростанций стало обеспечение потребителей электроэнергией круглосуточно и сокращение регионального бюджетного финансирования за счет уменьшения объемов используемого топлива. Также модернизация систем электроснабжения позволила снизить себестоимость электроэнергии и увеличить срок службы дизельных установок [5].

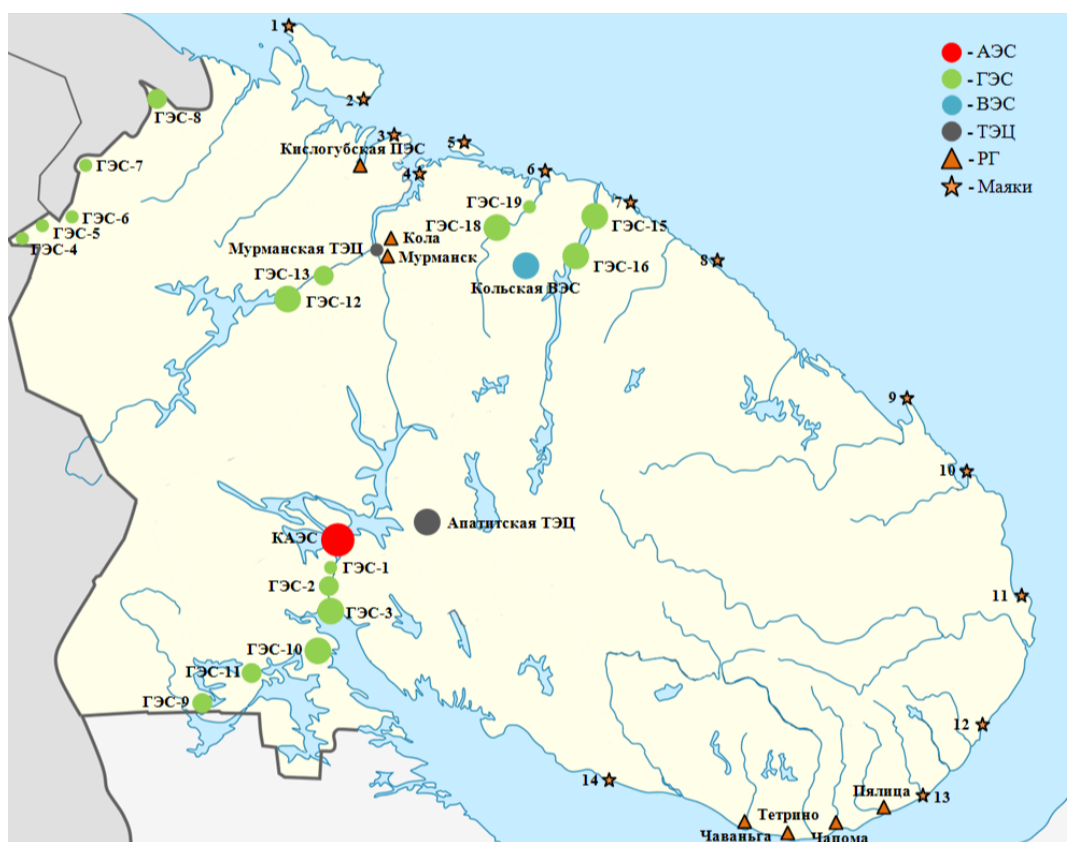


Рис. 5. Энергосистема Мурманской области, включая источники распределенной генерации
Fig. 5. The power system of the Murmansk region, including sources of distributed generation

Заключение

Децентрализованные районы Мурманской области сталкиваются с трудностями в обеспечении потребителей электроэнергией из-за удаленности от основных электрических сетей. Дизельные электростанции имеют ряд недостатков: высокая себестоимость вырабатываемой электроэнергии, загрязнение окружающей среды и зависимость от поставок топлива. Использование ВИЭ может стать эффективным решением для устойчивого и экологически чистого электроснабжения в этих регионах. Совместное использование ВИЭ и дизельных генераторов позволит решить эту проблему, обеспечив надежное электроснабжение в периоды, когда ВИЭ не смогут закрыть полностью потребность в электроэнергии. ВИЭ будут использоваться для снижения нагрузки на дизельные установки, экономии топлива и повышения экологической безопасности. Таким образом, внедрение ВИЭ позволяет улучшить качество электроснабжения в децентрализованных районах Мурманской области, сделав его более надежным, доступным и экологичным. Совместное использование ВИЭ и дизельных электростанций является ключом к достижению этой цели и обеспечению устойчивого и долгосрочного развития региона.

Список источников

1. Минин В. А., Лазарева М. А. Кольская энергосистема: этапы становления, современное состояние и перспективы развития // Электрические станции. 2023. № 11 (1108). С. 22–28. doi:10.34831/EP.2023.1108.11.003. EDN: LZGSMO.
2. Минин В. А. Потенциал и перспективы использования возобновляемых источников энергии Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2022. Т. 13, № 3. С. 21–31. doi:10.37614/2949-1215.2022.13.3.002. EDN: BMPLEX.
3. Минин В. А., Целищева М. А. Ресурсы ветра западного сектора Арктической зоны Российской Федерации и возможные направления их использования // Арктика: экология и экономика. 2023. Т. 13, № 1. С. 72–84. doi:10.25283/2223-4594-2023-1-72-84. EDN: VXMSXX.
4. Минин В. А. ВИЭ Мурманской области и их использование // Энергия: экономика, техника, экология. 2011. № 5. С. 16–23. EDN: NUKFKL.
5. Кузнецов Н. М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2020. 92 с.

References

1. Minin V. A., Lazareva M. A. Kol'skaya energosistema: etapy stanovleniya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya [Kola energy system: stages of formation, current state and prospects of development]. *Elektricheskie stantsii* [Power Plants], 2023, No. 11 (1108), pp. 22–28. (In Russ.). doi:10.34831/EP.2023.1108.11.003. EDN: LZGSMO.
2. Minin V. A. Potentsial i perspektivy ispol'zovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii Murmanskoy oblasti [Potential and prospects for the use of renewable energy sources in the Murmansk region]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. Seriya: Tekhnicheskie nauki* [Transactions of the Kola Scientific Centre of the RAS. Series: Engineering Sciences], 2022, Vol. 13, No. 3, pp. 21–31. (In Russ.). doi:10.37614/2949-1215.2022.13.3.002. EDN: BMPLEX.
3. Minin V. A., Tselishcheva M. A. Resursy vetra zapadnogo sektora Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i vozmozhnye napravleniya ikh ispol'zovaniya [Wind resources of the western sector of the Arctic zone of the Russian Federation and possible directions of their use]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [The Arctic: ecology and economy], 2023, Vol. 13, No. 1, pp. 72–84. (In Russ.). doi:10.25283/2223-4594-2023-1-72-84. EDN: VXMSXX.

4. Minin V. A. VIE Murmanskoy oblasti i ikh ispol'zovanie [Renewable energy sources of the Murmansk region and their use]. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* [Energy: Economy, Technology, Ecology], 2011, No. 5, pp. 16–23. (In Russ.). EDN: NUKFKL.
5. Kuznetsov N. M. *Upravlenie energoeffektivnost'yu v regionakh Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii* [Energy efficiency management in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation]. Apatity, Publ. KSC RAS, 2020, 92 p. (In Russ.).

Информация об авторе

М. А. Лазарева — инженер.

Information about the author

M. A. Lazareva — Engineer.

Статья поступила в редакцию 13.05.2024; одобрена после рецензирования 27.05.2024; принята к публикации 31.05.2024.
The article was submitted 13.05.2024; approved after reviewing 27.05.2024; accepted for publication 31.05.2024.