

Научная статья
УДК 621.9
doi:10.37614/2949-1215.2023.14.6.001

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИКИ РЕГИОНОВ СЕВЕРНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Николай Матвеевич Кузнецов¹, Ольга Евгеньевна Коновалова²

^{1,2}Центр физико-технических проблем энергетики Севера Кольского научного центра
Российской академии наук, Апатиты, Россия

¹n.kuznetsov@ksc.ru

²o.konovalova@ksc.ru

Аннотация

Показана структура установленной мощности по типам электростанций объединённой энергосистемы Северо-Запада и регионов Северного экономического района. Для снижения энергоёмкости валового регионального продукта северных регионов в сфере повышения энергетической эффективности необходимо развитие распределённой энергетики, основанной на возобновляемых источниках энергии.

Ключевые слова:

Северный экономический район, установленная мощность, электростанции, линии электропередачи, тарифы на электроэнергию

Благодарности:

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

Для цитирования:

Кузнецов Н. М., Коновалова О. Е. Развитие энергетики регионов Северного экономического района // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14, № 6. С. 5–12. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.6.001.

Original article

DEVELOPMENT OF ENERGY IN THE REGIONS OF THE NORTHERN ECONOMIC REGION

Nikolai M. Kuznetsov¹, Olga E. Konovalova²

^{1,2}Northern Energetics Research Centre of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences,
Apatity, Russia

¹n.kuznetsov@ksc.ru

²o.konovalova@ksc.ru

Abstract

The structure of installed capacity by types of power plants of the united power system of the North-West and the regions of the Northern economic region is shown. To reduce the energy intensity of the gross regional product of the Northern regions in the field of energy efficiency improvement, it is necessary to develop distributed energy based on renewable energy sources.

Keywords:

Northern economic region, installed capacity, power plants, power transmission lines, electricity tariffs

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).

For citation:

Kuznetsov N. M., Konovalova O. E. Development of energy in the regions of the Northern economic region // Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Engineering Sciences. 2023. Vol. 14, No. 6. P. 5–12. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.6.001.

Введение

Развитие новых технологий в энергетике, основанных на возобновляемых источниках энергии, распределённой генерации, интеллектуализации, является одной из ключевых задач в формировании Энергетической стратегии Российской Федерации [1]. Внедрение новых технологий стимулируется государственными мерами, включая субсидии, но сдерживается рыночными экономическими условиями (уровнями цен на традиционные энергоносители).

Для снижения энергоёмкости валового регионального продукта северных регионов в сфере повышения энергетической эффективности [2, 3] предусматривается оптимизация экономических механизмов северного завоза топлива за счёт использования возобновляемых источников энергии и путем реконструкции и модернизации выработавших ресурс энергетических установок, внедрения энергосберегающих технологий.

Энергетика северных регионов [4–6] приобретает распределённый характер с использованием экологически чистых источников энергии: атомной, ветровой, солнечной, энергии малых рек [7–9]. При этом создаётся новая архитектура электроэнергетических систем (архитектура Интернета энергии), обеспечивающая оптимальное энергопотребление, высокую устойчивость и безопасность систем электроснабжения [10].

Актуальными направлениями энергетического перехода от традиционной организации энергетических систем к новым технологиям гибкого построения и интеллектуального управления энергетическими сетями в северных регионах являются:

- развитие локальных энергосистем с распределённой генерацией, работающих как единый управляемый объект с существующей электрической сетью или в островном режиме;
- управление энергетической эффективностью для уменьшения потребности в моменты пиковых нагрузок энергосистемы и снижения потребности системы в установленной мощности электростанций;
- управление спросом, включая изменение цен на электроэнергию, чтобы сократить общесистемные затраты.

Основная часть

Несмотря на активное развитие распределённой генерации, основу электроэнергетики в объединённой энергосистеме Северо-Запада (рис. 1) и энергосистемах регионов Северного экономического района составляют существующие системы централизованного электроснабжения, базирующиеся на традиционных электростанциях (тепловые, атомные, гидроэлектростанции) [11]. Структура установленной мощности по типам электростанций [12–15] регионов Северного экономического района представлена на рис. 2.

Регионы Северного экономического района имеют межсистемные связи линий электропередачи напряжением 35–750 кВ (рис. 3).

Установленная мощность электрических станций с использованием возобновляемых источников энергии в Мурманской области составляет 47,38 %, в Республике Карелия — 58,29 %.

Увеличение доли распределённой генерации на базе возобновляемых источников энергии [16, 17] в структуре производства электрической энергии (в зависимости от структуры и концентрации нагрузки в северных регионах) позволит повысить энергетическую эффективность производства и потребления энергоресурсов, снизить энергоёмкость производимой продукции, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

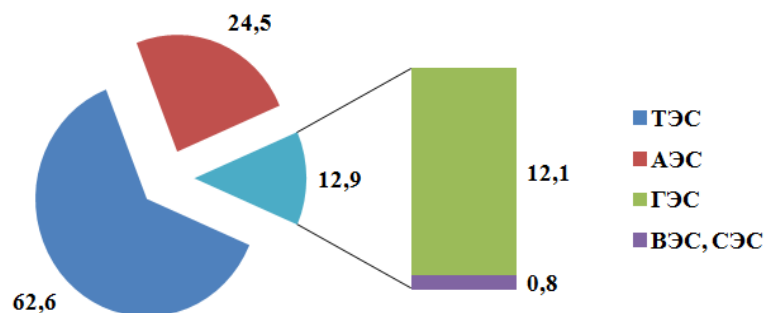


Рис. 1. Структура установленной мощности по типам электростанций ОЭС Северо-Запада в 2022 г., %
Fig. 1. The structure of installed capacity by types of power plants of the North-West UES in 2022, %

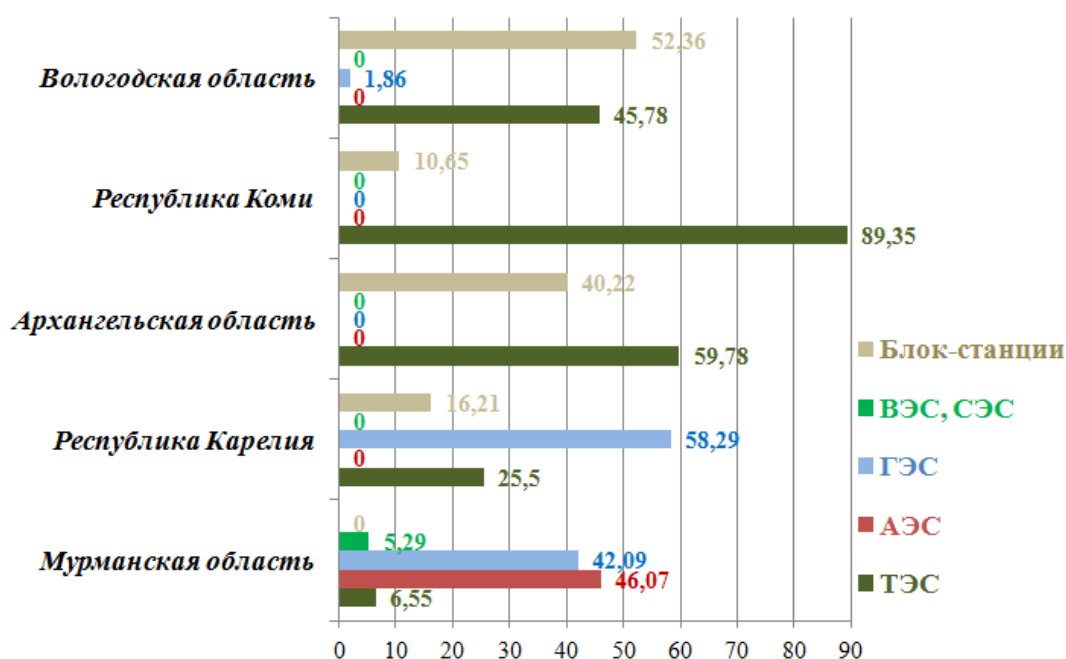


Рис. 2. Структура установленной мощности по типам электростанций (%) регионов Северного экономического района
Fig. 2. Structure of installed capacity by type of power plants (%) of the regions of the Northern Economic Region

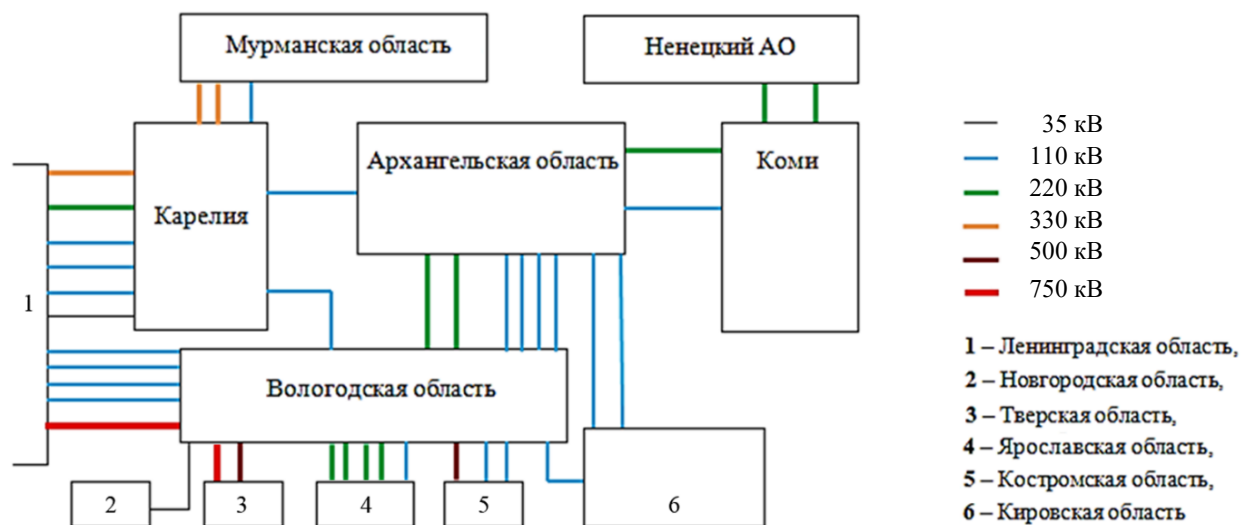


Рис. 3. Схема линий электропередачи напряжением 35–750 кВ регионов Северного экономического района
Fig. 3. Diagram of 35–750 kV power transmission lines in the regions of the Northern Economic District

После завершения строительства ветрового парка мощностью 201 МВт [18] установленная мощность на возобновляемых источниках энергии на Кольском полуострове, включая ГЭС, работающих в составе энергосистемы, увеличилась с 42 до 47,38 %.

В регионах Северного экономического района существует большое количество технологически изолированных и труднодоступных территорий [19], не охваченных централизованным электроснабжением (рис. 4). Они характеризуются суровыми климатическими условиями, низкой плотностью населения, низким уровнем использования местных видов топлива и высокими удельными расходами на выработку электроэнергии.

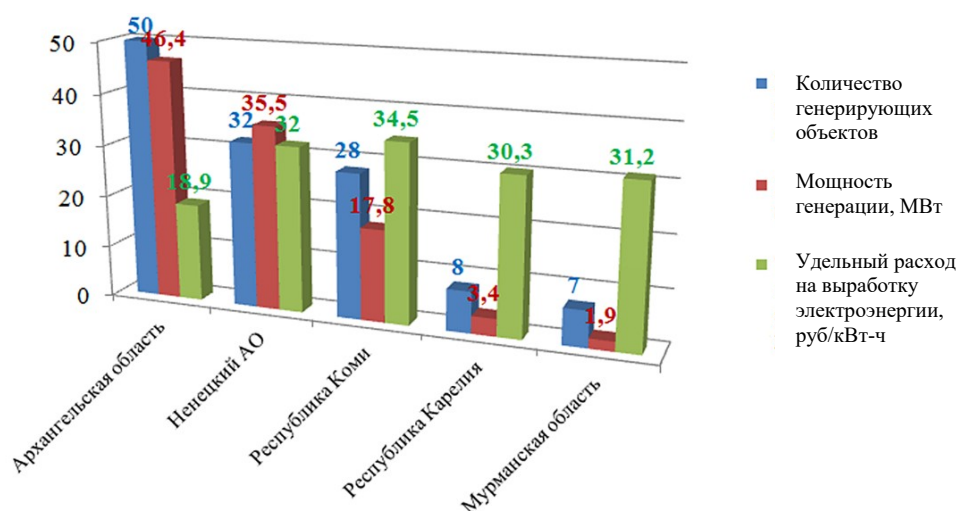


Рис. 4. Объекты генерации изолированных и труднодоступных территорий Северного экономического района
Fig. 4. Generation facilities of isolated and hard-to-reach territories of the regions of the Northern Economic Region

Энергообеспечение в изолированных и труднодоступных территориях осуществляется в основном дизельными электростанциями, высокая стоимость дизельного топлива значительно увеличивает себестоимость производимой электроэнергии. Цена для конечного потребителя электрической энергии в удалённых изолированных и труднодоступных территориях этих регионов (рис. 5) значительно превышает аналогичный показатель в Мурманской области (самый низкий по регионам Северного экономического района).

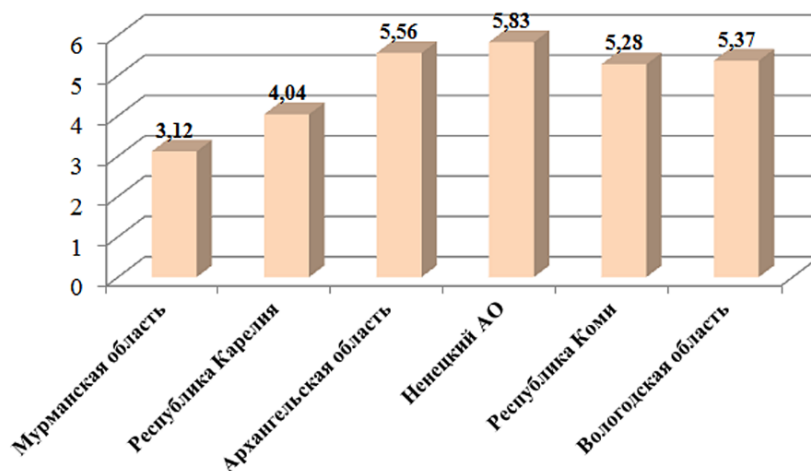


Рис. 5. Тарифы на электрическую энергию для населения в 2022 г., руб/кВт·ч [20]
Fig. 5. Electricity tariffs for the population in 2022, RUB/kWh [20]

Высокие тарифы покрываются путем перекрёстного субсидирования, поэтому цена 1 кВт для потребителей изолированных районов ниже затрат на производство электроэнергии. Разницу между стоимостью производства электрической энергии и тарифом, установленным для потребителей, обычно делят между собой бюджеты регионов и потребители ценовых зон оптового рынка электрической энергии и мощности. Федеральные и региональные органы власти проводят системную работу по распределению затрат между потребителями на изолированных территориях и потребителями с централизованным энергоснабжением, а также принимают меры, направленные на повышение энергетической эффективности.

Основные направления реализации государственной политики Российской Федерации по развитию топливно-энергетического комплекса и энергетической инфраструктуры (ТЭК и ЭИ) в регионах Северного экономического района приведены в таблице.

Основные направления развития ТЭК и ЭИ в северных регионах [21]
The main directions of development of the fuel and energy complex
and energy infrastructure in the Northern regions [21]

Регион	Направления
Мурманская область	Развитие энергетической инфраструктуры, замена оборудования мазутной теплогенерации на оборудование, использующее сжиженный природный газ, возобновляемые источники энергии и местное топливо
Республика Карелия	Создание каскадов малых гидроэлектростанций при условии подтверждения перспективного спроса на электроэнергию и их экономической эффективности
Архангельская область	Развитие деревообрабатывающей отрасли и целлюлозно-бумажной промышленности, формирование современного лесоперерабатывающего комплекса полного цикла, внедрение технологий производства биотоплива из отходов лесопереработки
Ненецкий автономный округ	Развитие Варандейского, Колгуевского, Харьяго-Усинского и Хасырейского нефтяных минерально-сырьевых центров. Формирование газоконденсатных минерально-сырьевых центров, включая разработку Коровинского и Кумжинского газоконденсатных месторождений, Ванейвисского и Лаявожского нефтегазоконденсатных месторождений
Республика Коми	Развитие угольных минерально-сырьевых центров на базе Печорского угольного бассейна, создание на их основе комплексов глубокой переработки угольного сырья, углехимии. Формирование и развитие нефтегазовых минерально-сырьевых центров на базе Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в том числе создание мощностей по переработке нефти и газа
Вологодская область	Ввод новых мощностей (мини-ТЭЦ для комбинированной выработки тепло- и электроэнергии с использованием на них в качестве топлива отходов деревообработки или газа). Развитие малой энергетики, использующей местные топливно-энергетические ресурсы (торф, гидроэнергию) [15]

Заключение

Задачи государственной политики в области топливно-энергетического комплекса, решение которых ускорит экономическое развитие северных территорий:

- стимулирование разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья, повышение коэффициентов извлечения нефти и газа, глубокой переработки нефти, производства сжиженного природного газа;
- развитие системы энергоснабжения, модернизация объектов локальной генерации, расширение использования возобновляемых источников энергии, сжиженного газа и местного топлива.

Список источников

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года // Правительство России: офиц. сайт. URL: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (дата обращения: 22.09.2022).
2. Тишков С. В., Щербак А. П. Энергоэффективность и энергосбережение как факторы повышения конкурентоспособности экономики Северного приграничного региона (на примере Республики Карелия) // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. 2015. Т. 15, № 4. С. 40–45. doi:10.14529/power150406. EDN: VDMSLJ.
3. Кузнецов Н. М. Управление энергоэффективностью в регионах Арктической зоны Российской Федерации. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2020. 92 с. doi:10.37614/978.5.91137.434.1. EDN: GVUSWV.

4. Коновалова О. Е. Энергообеспечение Республики Коми и роль возобновляемой энергетики в энергосистеме // Труды Кольского научного центра РАН. 2018. Т. 9, № 8 (17). С. 68–79. doi:10.25702/KSC.2307-5252.2018.9.8.68-79. EDN: ZXLPFR.
5. Коновалова О. Е. Современное состояние и перспективы энергоснабжения Архангельской области // Газотурбинные технологии. 2021. № 5 (180). С. 6–10. EDN: NPAJLL.
6. Citizens' Behavior as a Driver of Energy Transition and Greening of the Economy in the Russian Arctic: Findings of a Sociological Survey in the Murmansk Region and Karelia / S. Tishkov [et al.] // Applied Sciences. 2022. Vol. 12, Issue 3. P. 1460. doi.org/10.3390/app12031460.
7. Кузнецов Н. М., Маслобоев В. А. Коновалова О. Е. Распределённая энергетика регионов Арктической зоны Российской Федерации // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2021. № 1 (5). С. 11–21. doi:10.51823/74670_2021_1_11. EDN: OCHFWR.
8. 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.
9. Кузнецов Н. М. Развитие ветроэнергетики на Кольском полуострове // Фундаментальные исследования. 2022. № 9. С. 37–41. doi:10.17513/fr.43324. EDN: GHTSVW.
10. Змиева К. А. Интеграция зелёной и возобновляемой энергетики в интеллектуальную энергетическую систему арктических территорий посредством технологий блокчейна // Российская Арктика. 2021. № 4 (15). С. 81–91. doi:10.24412/2658-4255-2021-4-81-91.
11. Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 годы // Министерство энергетики РФ: офиц. сайт. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/22853> (дата обращения: 28.09.2022).
12. Схема и программа развития электроэнергетики Мурманской области на 2023–2027 годы // Министерство энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Мурманской области: офиц. сайт. URL: <https://minenergo.gov-murman.ru/documents/npa/tek/reg/> (дата обращения: 03.10.2022).
13. Схема и программа перспективного развития электроэнергетики Республики Карелия на период до 2025 года // Официальный интернет-портал Республики Карелия. URL: https://gov.karelia.ru/legal_acts/161619/ (дата обращения: 05.10.2022).
14. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Коми на 2022–2026 годы // Минстрой Республики Коми: офиц. сайт. URL: https://arch.rkomi.ru/uploads/documents/noviy_sipr_utverzhdeniy_2022-07-05_18-17-53.docx (дата обращения: 05.12.2022).
15. Схема и программа развития электроэнергетики Вологодской области на 2023–2027 годы. URL: <http://files.ipbd.ru/files/3500202204290006.pdf> (дата обращения: 27.12.2022).
16. Коновалова О. Е. Энергетическое использование возобновляемых речных ресурсов Северного экономического района РФ // Труды Кольского научного центра РАН. 2019. Т. 10, № 5–18. С. 57–69. doi:10.25702/KSC.2307-5252.2019.5.57-69. EDN: NVFDNG.
17. Кузнецов Н. М. Древесные отходы — дополнительный источник энергии на Северо-Западе России // Горн. журн.: спецвып. 2004. С. 119–120. EDN: WFNRTD.
18. Кузнецов Н. М., Коновалова О. Е. Развитие распределённой энергетики в Мурманской области // Фундаментальные исследования. 2021. № 5. С. 122–127. doi:10.17513/fr.43049. EDN: YCTFPG.
19. Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России: анализ. докл., март 2020 г. / Аналитический центр при Правительстве РФ. URL: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/genерации_v_ITT.pdf (дата обращения: 28.09.2022).
20. Тарифы на электрическую энергию для населения в регионах России в 2022 году / ООО «Платформа» // P4Energy: сайт. 2022. 24 октября. URL: <https://p4energy.ru/2022/10/ee2022/> (дата обращения: 27.04.2023).
21. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033> (дата обращения: 28.09.2022).

References

1. *Energeticheskaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2035 goda* [Energy strategy of the Russian Federation for the period up to 2035]. (In Russ.). Available at: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf> (accessed 22.09.2022).
2. Tishkov S. V., Shcherbak A. P. Energoeffektivnost' i energosberezhenie kak faktory povysheniya konkurentosposobnosti ekonomiki Severnogo prigranichnogo regiona (na primere Respubliki Kareliya) [Energy efficiency and energy conservation as factors for increasing competitiveness of the economy of the Northern Border Region (on the example of the Republic of Karelia)]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Energetika* [Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering], 2015, Vol. 15, No. 4, pp. 40–45. (In Russ.). doi:10.14529/power150406. EDN: VDMSLJ.
3. 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. doi:10.37614/978.5.91137.434.1. EDN: GVUSWV.
4. Konovalova O. E. Energoobespechenie respubliky Komi i rol' vozobnovlyаемой energetiki v energosisteme [Energy supply of the Komi Republic and the role of renewable energy in the energy system]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Transactions of the Kola Scientific Centre of the RAS], 2018, Vol. 9, No. 8(17), pp. 68–79. (In Russ.). doi:10.25702/KSC.2307-5252.2018.9.8.68-79. EDN: ZXLPFR.
5. Konovalova O. E. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy energosnabzheniya Arkhangel'skoy oblasti [The current state and prospects of power supply of the Arkhangelsk region]. *Gazoturbinnnye tekhnologii* [Gas turbine technologies], 2021, No. 5 (180), pp. 6–10. (In Russ.). EDN: NPAJL.
6. Tishkov S., Tleppayev A., Karginova-Gubinova V., Volkov A., Shcherbak A. Citizens' Behavior as a Driver of Energy Transition and Greening of the Economy in the Russian Arctic: Findings of a Sociological Survey in the Murmansk Region and Karelia. *Applied Sciences*, 2022, Vol. 12, Issue 3, pp. 1460. doi.org/10.3390/app12031460.
7. Kuznetsov N. M., Masloboev V. A., Konovalova O. E. Raspredelyonnaya energetika regionov Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Distributed energy in the regions of the Arctic zone of the Russian Federation]. *Arktika 2035: aktual'nye voprosy, problemy, resheniya* [The Arctic 2035: actual issues, problems, solutions], 2021, No. 1 (5), pp. 11–21. (In Russ.). doi:10.51823/74670_2021_1_11. EDN: OCHFWR.
8. Ivanov A. V., Skladchikov A. A., Khrennikov A. Yu. Razvitie elektroenergetiki arkticheskikh regionov Rossiyskoy Federatsii s uchyotom ispol'zovaniya vozobnovlyаемых istochnikov energii [Development of electric power industry in the arctic regions of the Russian Federation, considering the use of renewable energy sources]. *Rossiyskaya Arktika* [Russian Arctic], 2021, No. 13, pp. 62–80. (In Russ.). doi:10.24412/2658-4255-2021-2-62-80.
9. Kuznetsov N. M. Razvitie vetroenergetiki na Kol'skom poluostrove [Development of wind power on the Kola Peninsula]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2022, No. 9, pp. 37–41. (In Russ.). doi:10.17513/fr.43324. EDN: GHTSVW.
10. Zmieva K. A. Integratsiya zelyonoy i vozobnovlyаемой energetiki v intellektual'nuyu energeticheskuyu sistemu arkticheskikh territoriy posredstvom tekhnologii blokcheyna [Integration of green and renewable energy into the intelligent energy system of the arctic areas through blockchain technologies]. *Rossiyskaya Arktika* [Russian Arctic], 2021, No. 4 (15), pp. 81–91. (In Russ.). doi:10.24412/2658-4255-2021-4-81-91. EDN: QLYPDR.
11. *Skhema i programma razvitiya Edinoy energeticheskoy sistemy Rossii na 2022–2028 gody* [Scheme and program for the development of the Unified Energy System of Russia for 2022–2028]. (In Russ.). Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/22853> (accessed 28.09.2022).
12. *Skhema i programma razvitiya elektroenergetiki Murmanskoy oblasti na 2023–2027 gody* [Scheme and program for the development of the electric power industry of the Murmansk region for 2023–2027]. (In Russ.). Available at: <https://minenergo.gov-murman.ru/documents/npa/tek/reg/> (accessed 03.10.2022).

13. *Skhema i programma perspektivnogo razvitiya elektroenergetiki Respubliki Kareliya na period do 2025 goda* [Scheme and program for the perspective development of the electric power industry of the Republic of Karelia for the period up to 2025]. (In Russ.). Available at: https://gov.karelia.ru/legal_acts/161619/ (accessed 05.10.2022).
14. *Skhema i programma razvitiya elektroenergetiki Respubliki Komi na 2022–2026 gody* [Scheme and program for the development of the electric power industry of the Komi Republic for 2022–2026]. (In Russ.). Available at: https://arch.rkomi.ru/uploads/documents/noviy_sipr_utverzhdeniy_2022-07-05_18-17-53.docx (accessed 05.12.2022).
15. *Skhema i programma razvitiya elektroenergetiki Vologodskoy oblasti na 2023–2027 gody* [Scheme and program for the development of the electric power industry of the Vologda Region for 2023–2027]. (In Russ.). Available at: <http://files.ipbd.ru/files/3500202204290006.pdf> (accessed 27.12.2022).
16. Konovalova O. E. Energeticheskoe ispol'zovanie vozobnovlyаемых rechnykh resursov Severnogo ekonomicheskogo rayona RF [Energy use of renewable river resources of the Northern economic region of the Russian Federation]. *Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Transactions of the Kola Scientific Centre of the RAS], 2019, Vol. 10, No. 5–18, pp. 57–69. (In Russ.). doi:10.25702/KSC.2307-5252.2019.5.57-69. EDN: NVFDNG.
17. Kuznetsov N. M. Drevesnye otkhody — dopolnitel'nyy istochnik energii na Severo-Zapade Rossii [Wood waste is an additional source of energy in the North-West of Russia]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal], 2004, No. 5, pp. 119–120. (In Russ.). EDN: WFNRTD.
18. Kuznetsov N. M., Konovalova O. E. Razvitie raspredelyonnoy energetiki v Murmanskoy oblasti [Development of distributed energy in the Murmansk region]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], 2021, No. 5, pp. 122–127. (In Russ.). doi:10.17513/fr.43049. EDN: YCTFGP.
19. *Ob"ekty generatsii v izolirovannykh i trudnodostupnykh territoriyakh v Rossii* [Generation facilities in isolated and hard-to-reach areas in Russia]. (In Russ.). Available at: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/generatsii_v_ITT.pdf (accessed 28.09.2022).
20. *Tarify na elektricheskuyu energiyu dlya naseleniya v regionakh Rossii v 2022 godu* [Electricity rates for the public in the regions of Russia in 2022]. (In Russ.). Available at: <https://p4energy.ru/2022/10/ee2022/> (accessed 27.04.2023).
21. *Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i obespecheniya natsional'noy bezopasnosti na period do 2035 goda* [Strategy for the development of the Arctic Zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035]. (In Russ.). Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010260033> (accessed 28.09.2022).

Информация об авторах

Н. М. Кузнецов — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

О. Е. Коновалова — инженер I категории.

Information about the authors

N. M. Kuznetsov — PhD (Engineering), Leading Researcher;

O. E. Konovalova — Engineer of the first category.

Статья поступила в редакцию 10.05.2023; одобрена после рецензирования 15.05.2023; принята к публикации 29.05.2023.
The article was submitted 10.05.2023; approved after reviewing 15.05.2023; accepted for publication 29.05.2023.