

Научная статья

DOI: 10.34130/2070-4992-2025-5-2-159

УДК 322.1

Перспективы обеспечения устойчивого развития предприятий лесопромышленного комплекса на основе малой распределенной энергетики**Андрей Олегович Бадьянов**Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Сыктывкар, Российская Федерация,
andrey.badyanov@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6216-5811>

Аннотация. В статье представлены результаты анализа основных направлений использования малой распределенной энергетики в контексте решения задачи достижения устойчивого развития предприятиями лесопромышленного комплекса (ЛПК) в современных условиях. Цель статьи — представить результаты анализа возможности и целесообразности применения объектов малой распределенной энергетики в деятельности малых и средних предприятий ЛПК. Методы исследования — библиографический и сравнительный анализ. В рамках библиографического анализа проведено обобщение и структуризация основных исследований в области развития малой распределенной энергетики. С помощью сравнительного анализа проведено сопоставление разных вариантов финансирования приобретения энергетического оборудования с целью отбора наиболее эффективного для решения проблем устойчивого развития малых и средних предприятий. На основе проведенного анализа установлено, что наиболее эффективным для малых и средних предприятий ЛПК является строительство генерирующих установок небольшой мощности (до 1 МВт) — мини-ТЭЦ, работающих на древесном сырье. Обоснована эффективность использования формы энергетического кооператива для финансирования строительства мини-ТЭЦ. Область исследования ограничена изучением целесообразности применения мини-ТЭЦ на древесном сырье мощностью до 1 МВт в деятельности малых и средних предприятий лесопромышленного комплекса России. Важность исследования определяется тем, что в ходе его выполнения доказана возможность в случае применения таких энергоустановок одновременного решения двух задач в рамках устойчивого развития: экологически безопасного обращения с отходами и повышения энергоэффективности производства. Дальнейшие исследования будут проводиться в области разработки возможностей для снижения стоимости финансирования проектов по применению объектов малой генерации, а также проработке возможностей кооперационного взаимодействия с местным населением по обеспечению его электроэнергией. Особую актуальность это имеет для районов с децентрализованной системой энергоснабжения.

Ключевые слова: древесные энергоносители, древесные отходы, малая распределенная энергетика, децентрализованная система энергоснабжения, мини-ТЭЦ, способы финансирования

Для цитирования: Бадьянов А. О. Перспективы обеспечения устойчивого развития предприятий лесопромышленного комплекса на основе малой распределенной энергетики // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2025. Т. 5. Вып. 2. С. 159–166. <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2025-5-2-159>

Article**Prospects for Ensuring Sustainable Development
of Forestry Enterprises Based on Small Distributed Energy****Andrey O. Badyanov,**Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktyvkar, Russian Federation,
andrey.badyanov@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6216-5811>

Abstract. The article presents the results of the analysis of the main directions of using small distributed energy in the context of solving the problem of achieving sustainable development of enterprises of the forest industry complex of the country in modern conditions. The purpose of the article is to present the results of the analysis of the possibility and feasibility of using small distributed energy facilities in the activities of small and medium-sized enterprises. Research methods — bibliographic and comparative analysis. Within the framework of the bibliographic analysis, a generalization and structuring of the main studies in the field of development of small distributed energy was carried out. The application

of the second method allowed to compare various types of energy equipment in order to select the most effective for solving the problems of sustainable development of small and medium-sized enterprises of the forest industry complex of the country. Based on the conducted analysis, it was established that the most effective for small and medium enterprises of the country's forest industry complex is the construction of small-capacity generating units (up to 1 MW) — mini-CHPs operating on wood raw materials. The efficiency of using the form of an energy cooperative to finance the construction of mini-CHPs is substantiated. The scope of the research is limited to studying the feasibility of using mini-CHP on wood raw materials with a capacity of up to 1 MW in the activities of small and medium-sized enterprises of the forest industry complex of Russia. The importance of the study is determined by the fact that in the course of its implementation, the possibility of using such power plants to simultaneously solve two problems within the framework of sustainable development was proven: the problem of environmentally safe waste management and the problem of increasing the energy efficiency of production. Further research will be conducted in the area of developing opportunities to reduce the cost of projects for the use of small-scale generation facilities, as well as developing opportunities for cooperative interaction with the local population to provide it with electricity. This is especially relevant for areas with a decentralized energy supply system.

Keywords: wood energy sources, wood waste, small distributed energy, decentralized energy supply system, mini thermal power plants, financing options

For citation: Badyanov A. O. Prospects for Ensuring Sustainable Development of Forestry Enterprises Based on Small Distributed Energy. *Korporativnoe upravlenie i innovacionnoe razvitie ekonomiki Severa: Vestnik Nauchno-issledovatel'skogo centra korpora-tivnogo prava, upravleniya i venchurnogo investirovaniya Syktyvkar'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Corporate Governance and Innovative Development of the Economy of the North: Bulletin of the Research Center of Corporate Law, Management and Venture Investment of Syktyvkar State University]. 2025. Vol. 5, issue 2. Pp. 159–166. (In Russ.) <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2025-5-2-159>

Введение

В настоящее время все более признанным становится мнение, что перспективным направлением укрепления конкурентоспособности организаций лесопромышленного сектора Российской Федерации, включая субъекты малого и среднего предпринимательства, является реализация мер по увеличению энергоэффективности их производства посредством сооружения генерирующих установок небольшой мощности (до 1 МВт) [1]. Традиционно используемое сырье включает природный газ, древесное топливо и гидроресурсы [2], однако наблюдается возрастающий интерес к внедрению альтернативных источников энергии, таких как ветровая, солнечная, геотермальная, приливная, морская (энергия морских волн) и другие виды [3].

В контексте обсуждаемой проблемы особо значимым представляется использование биологического топлива, преимущественно древесных отходов, позволяющее предприятиям лесного хозяйства, расположенным вне централизованной системы энергоснабжения, создавать автономные источники электрической энергии. Указанное техническое решение позволяет комплексно решать две ключевые проблемы: оптимизировать энергообеспечение предприятий и минимизировать экологические риски, обусловленные ужесточающимися требованиями в области утилизации производственных отходов [4].

Поэтому важным исследовательским вопросом является изучение возможностей применения малой распределенной энергетики в решении вопросов повышения устойчивости развития малых предприятий ЛПК.

Теория исследования

Теоретическим основанием исследования выступают основные положения концепции устойчивого развития, касающиеся ответственного потребления и производства, устойчивой энергетики и сохранения окружающей среды. Особый акцент сделан на такой цели устойчивого развития, как развитие недорогостоящей и чистой энергии, которое определяет энергетику в качестве ключевого фактора, способствующего решению современных проблем [5]. Исследование опирается на концептуальные положения о том, что все более важной составной частью общей энергетической системы становится так называемая малая распределенная энергетика, широкое внимание к которой в нашей стране начало проявляться около двух десятилетий назад.

Обоснование взаимосвязи устойчивого развития и повышения энергоэффективности, а главное, перевод энергетики на экологически чистое топливо, послужили целью данного исследования.

Основными методами исследования являются библиографический и сравнительный анализ. В рамках первого проведено обобщение и структуризация основных исследований в области развития малой распределенной энергетики. С помощью сравнительного анализа проведено сопоставление разных вариантов финансирования приобретения энергетического оборудования с целью отбора наиболее эффективного для решения проблем устойчивого развития малых и средних предприятий ЛПК.

Результаты исследования

Обоснование возрастающей важности усиления многообразия технологий производства электроэнергии является одним из важных теоретических направлений исследований в данной области. Обзор специальной литературы демонстрирует последовательную эволюцию научных взглядов относительно места и роли малой энергетики в экономике страны, представленную тремя историческими фазами:

1. Начальный этап, охватывающий первое десятилетие XXI столетия вплоть до 2014 года.
2. Промежуточная фаза, характеризующаяся периодом с 2014 по 2022 год включительно.
3. Современный этап, начавшийся в 2022 году и продолжающийся в настоящее время.

Такая периодизация проведена по четко выраженным изменениям условий внешней среды по отношению к российскому обществу и экономике, выражающимся в применении санкций против России.

Первоначально исследования были сосредоточены на анализе потенциальной выгоды и проблем, связанных с развитием небольших энергетических установок в масштабах государства [6–10]. В это время существенно возросло число работ, направленных на оценку экономического и технического потенциала строительства объектов малой электроэнергетики [11], а также появилась литература, подтверждающая финансовую обоснованность вложений в объекты малой энергетики [12; 13]. Однако на этом этапе наибольший акцент делался на дизельных генераторах и газовых электроустановках, тогда как эффективность оборудования, функционирующего на твердом топливе (уголь, древесина), подверглась лишь поверхностному рассмотрению.

На втором этапе исследовательские усилия сместились от оценки возможностей малой энергетики к изучению эмпирического опыта её функционирования, установлению актуальных показателей и прогнозированию перспектив дальнейшего роста с учетом санкций Запада против России начиная с 2014 года [14–16]. Параллельно сформировались самостоятельные области научной деятельности, ориентированные на развитие этой сферы в специфичных российских реалиях.

Так, центральное место заняли проблемы мобилизации инвестиционных ресурсов для строительства малых электростанций. Отдельные авторы высказали предложение организовать энергетические кооперативы и специальные энергетические кластеры, способствующие консолидации активов разрозненных хозяйствующих субъектов для совместной реализации инициатив в сфере теплоэнергетики [17; 18].

Решение этой задачи было крайне важным именно для тех организаций и сообществ, которые расположены вне централизованной электросети и работают в условиях автономного энергоснабжения — будь то удалённые поселения, изолированные промышленные площадки, компании добывающей промышленности или сельскохозяйственного сектора [19; 20].

Третьим этапом эволюции исследований в области малой энергетики стали события после 2022 года. Сегодня акцент смещается на обсуждение масштабных проблем национальной энергетической безопасности [21], где малая энергетика рассматривается уже как движущая сила роста экономики, основа для замещения импорта, перспектива регионального развития и инструмент оптимизации затрат в ключевых промышленных кластерах, включая лесной [22]. Современные исследования включают цифровизацию процессов, создание полностью автоматических мини-ТЭЦ, усиление социального и экологического значения решений в малой энергетике [23–25].

Исследование показало, что на сегодняшний день малая распределённая энергетика успешно применяется не только в лесопромышленном комплексе, но также активно внедряется в агропромышленный сектор, добывающую промышленность, телекоммуникационные сети и информационные технологии, жилищно-коммунальное хозяйство, где предъявляются повышенные требования к надёжности электроснабжения и независимости от внешнего источника питания.

Однако проведённый библиометрический обзор современной отечественной научной литературы выявил проблему терминологической неопределённости, присущую исследованиям сферы децентрали-

зованной микрогенерации электроэнергии. Прежде всего, нужно отметить отсутствие универсального общепринятого определения ключевых понятий — «малая энергетика» и «распределенная энергетика». Это обстоятельство существенно осложняет систематизацию исследований и разработку унифицированных подходов к изучению данной проблематики.

По состоянию на текущий период официальной трактовки понятия «малая распределенная энергетика», равно как и самостоятельных концептов «малая энергетика» и «распределённая энергетика», нет.

Среди наиболее распространённых подходов выделяется концепция, интерпретирующая малую энергетику как сегмент электроэнергетической системы, включающий совокупность компактных генерирующих устройств и комплексов автономного типа, функционирующих как на традиционных видах топлива, так и на основе альтернативных источников возобновляемой энергии [22, с. 419–420]. Малые энергетические объекты традиционно классифицируются по номинальной мощности, дифференцированные по нескольким типологическим категориям. Верхний порог установленных мощностей малых электростанций традиционно ограничивается уровнем 25 МВт с дополнительным выделением подклассов установок до 5 МВт и 1÷25 МВт. Указанное деление активно применяется в ходе реализации государственных мер стимулирования и продвижения инициатив в области малой энергетики [4].

Второе важное понятие, широко применяемое в научной среде и производственной практике, — это термин «распределённая энергетика (генерация)», который аналогично термину «малая энергетика» не имеет чётко сформулированного определения.

Наиболее распространённым считается подход, характеризующий распределённую генерацию как совокупность энергосистем, размещённых вблизи конечных пользователей электроэнергии и соединённых непосредственно с потребителем или присоединённых к локальной энергетической сети в случае наличия нескольких точек энергопотребления [26, с. 75]. Ключевым признаком классификации объекта как элемента распределённой системы выступает его географическая близость к потребителю(-ям), которая устраняет необходимость строительства высоковольтных магистралей передачи энергии [27, с. 72]. Н. В. Кваша и Е. Г. Бондарь уточняют, что объекты распределённой энергетики допускают возможность как подключения к распределительным сетям, так и непосредственной доставки энергии конечному потребителю вне зависимости от первоначальных характеристик уровня мощности установки и применяемых технологий производства энергии [27]. Отчёт исследовательского центра «Сколково» («Распределённая энергетика в России: потенциал развития») подчёркивает независимость данного понятия от типа первичного ресурса электростанции, её принадлежности конкретному хозяйствующему субъекту и прочих технических особенностей [28, с. 9], что значительно увеличивает разнообразие исследуемых элементов инфраструктуры.

На основе проведенного исследования нами было дано следующее определение малой распределенной энергетики — *это совокупность малых генерирующих установок и малых генерирующих комплексов с мощностью 1÷25 МВт, не подключенных к централизованным электросетям и расположенных близко к месту потребления энергии.*

Обсуждение

Анализ потенциала малой энергетики, а также оценка перспектив различных вариантов переработки древесных отходов показали, что оптимальным решением для регионов с развитым лесопромышленным комплексом, таких как Республика Коми, будет использовать эти отходы именно как источник энергии для выработки тепла и электричества. Такой подход решает сразу несколько задач устойчивого развития региона: улучшает управление отходами и повышает эффективность энергоснабжения производственных процессов. Однако при этом возникает вопрос поиска наиболее эффективных и прибыльных способов преобразования древесных отходов в тепловую и электрическую энергию [29; 30]. Сравнительные результаты разных вариантов финансирования представлены в таблице.

Таблица

**Сравнительная результативность реализации проекта создания миниТЭЦ
на древесных отходах для разных вариантов финансирования**

Table

**Comparative effectiveness of the implementation of a project to create a mini thermal power plant based
on wood waste for different financing options**

Критерии	Источник финансирования		
	Собственные средства	Кооперация	Государственное финансирование
Порядок привлечения	Аккумуляирование в течение 6 месяцев	Аккумуляирование в течение 6 месяцев	Единовременно
Доходность	15%	25%	25%
Срок окупаемости	9 лет	3 года	6 лет
Распределение электроэнергии	На собственные производственные нужды и на продажу	На собственные производственные нужды и на продажу	На собственные производственные нужды, поставка электроэнергии местному населенному пункту
Распределение теплоты	На собственные производственные нужды	На собственные производственные нужды	На собственные производственные нужды
Годовая сумма прибыли на период окончания проекта	1,5 <u>млн.руб.</u>	2,4 <u>млн.руб.</u>	2,1 <u>млн.руб.</u>
Размер экономии на цене электроэнергии в собственном производстве, в год	15,9 <u>млн.руб.</u>	26,4 <u>млн.руб.</u>	15,9 <u>млн.руб.</u>

Источник: составлено автором.

Source: compiled by the author.

Как видно из таблицы, наиболее эффективным оказался вариант кооперации нескольких малых предприятий.

Выводы

Результаты анализа основных научных подходов по вопросам малой и распределенной энергетики показали, что в отечественной научной традиции эти направления различаются. Это обстоятельство существенно осложняет систематизацию исследований и разработку унифицированных подходов к изучению данной проблематики. Однако объективные условия современного развития требуют их комплексного изучения с целью расширения возможностей практического применения и повышения эффективности применения. Поэтому дальнейшие исследования необходимо развивать в контексте обсуждения вопросов разработки возможностей для снижения стоимости проектов по применению объектов малой генерации, а также проработки возможностей кооперационного взаимодействия с местным населением по обеспечению его электроэнергией.

Полученные в процессе исследования результаты сравнительного анализа эффективности трех вариантов финансирования проекта строительства мини-ТЭЦ показали относительно более высокую эффективность кооперации. Однако требуется дополнительная оценка характеристик разных видов малой генерации и вариантов финансирования, что позволит сопоставить их возможности при изменении условий хозяйствования и выбрать оптимальные решения для конкретных предприятий лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей.

Список источников

1. Бадьянов А. О. Инструменты митигации рисков управления отходами предприятий лесопромышленного комплекса // Управленческий учет. 2024 № 9. С. 21–27.
2. Мингалеева Г. Р., Афанасьева О. В. Малая распределенная энергетика на местном твердом топливе // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2015. № 2 (158). С. 90–94.
3. Историк Б. Л., Усачев И. Н., Шполянский Ю. Б. Малая нетрадиционная морская, речная и геотермальная энергетика // Малая энергетика. 2004. № 1. С. 54–58.
4. Бадьянов А. О. Ключевые факторы воздействия на развитие лесопромышленного комплекса в современных условиях // Региональная экономика. Юг России. 2024. Т. 12. № 3. С. 108–117.
5. Цели в области устойчивого развития // Официальный сайт ООН. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 19.04.2025).
6. Гагаринский А. Ю., Субботин С. А. Малая энергетика – хорошо забытое старое и неизбежное будущее // Индекс безопасности. 2008. Т. 14. № 2 (85). С. 33–42.
7. Глухова М. В. Малая энергетика — проблемы и перспективы // Вестник Федеральной энергетической комиссии России. 2003. № 1. С. 149–151.
8. Кононенко П. И., Михайлуц В. Г., Беззубцев-Кондаков А. Е. Малая энергетика — первооснова больших свершений // Энергетик. 2007. № 3. С. 43–44.
9. Ставцева Е. Малая распределенная энергетика поможет решить многие проблемы // Электроэнергия. Передача и распределение. 2011. № 8 (8). С. 22–23.
10. Фахразиев И. З., Зацаринная Ю. Н. Малая энергетика России. Анализ текущего состояния и перспективы развития // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 20. С. 350–352.
11. Кондрацкий А. С. Анализ технологических и инвестиционных аспектов объектов малой распределительной энергетики (МРЭ) // Инновационная наука. 2016. № 5–1 (17). С. 109–112.
12. Кармак М. А., Плоткина У. И. Условия повышения эффективности инвестиций в объекты малой распределенной энергетики // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 2 (168). С. 100–104.
13. Тимофеев Д. Малая энергетика с точки зрения инвестиционной привлекательности // Электроэнергия. Передача и распределение. 2012. № 3 (12). С. 8–11.
14. Дронова Ю. В. Малая энергетика: состояние и перспективы развития // Экономика и управление: проблемы, решения. 2015. Т. 1. № 9. С. 159–165.
15. Колесникова Ж. А. Малая энергетика в России: преимущества и практические проблемы // Энергетика и право. 2019. № 4. С. 17–22.
16. Ефимов Н. Н., Попель О. С., Балтян В. Н. Перспективы развития малой распределенной энергетики // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2015. № 1 (182). С. 60–64.
17. Грицына В. П. Энергетические кооперативы // Энергетик. 2016. № 1. С. 13–16.
18. Клевко А. Г. Создание кластера малой энергетики на территории Новосибирской области // Достижения вузовской науки. 2015. № 16. С. 134–137.
19. Белкин А. П., Дубова А. В. Выбор технологии децентрализованного энергоснабжения предприятий Тюменской области // Энергетическая политика. 2015. № 4. С. 46–53.
20. Долгих П. П., Иброгимов Р. И. Перспективы применения термоэлектрических установок для электроснабжения децентрализованных потребителей // Эпоха науки. 2016. № 8. С. 281–289.
21. Ермоловская О. Ю. Долгосрочные перспективы развития электроэнергетики Российской Федерации в обеспечении экономической безопасности // Экономическая безопасность. 2024. № 2. С. 409–424.
22. Рябчик А. П., Шаркова А. В. Малая энергетика – драйвер пространственного развития России // Научные труды Вольного экономического общества России. 2023. Т. 243. № 5. С. 412–432.
23. Клевко А. Г. Мини-ТЭЦ: основные преимущества и барьеры для их внедрения // Достижения вузовской науки. 2015. № 16. С. 130–134.
24. Макиева А. Малая энергетика: импортозамещение с приставкой SMART // Стандарты и качество. 2024. № 11. С. 18–19.
25. Чурашев В. Н., Маркова В. М. Малая распределенная энергетика — новый вектор развития генерации в сибирских регионах // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. Т. 3. № 2. С. 75–81.
26. Любимова Н. Г. Определение понятия «распределенная энергетика» // Вестник университета. 2014. № 5. С. 103–105.
27. Кваша Н. В., Бондарь Е. Г. Распределенная и цифровая энергетика как инновационные элементы четвертого энергоперехода // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14. № 6. С. 67–77.
28. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. Январь 2018. 89 с. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf (дата обращения: 03.11.2024).

29. Исследование эффективности использования древесного топлива в теплогенерирующих установках мини-ТЭЦ / В. К. Любов, А. Н. Попов, П. В. Малыгин, Е. И. Попова // Вестник Череповецкого государственного университета. 2015. № 2 (63). С. 23–28.

30. Мохирев А. П., Безруких Ю. А., Медведев С. О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2. Ч. 2. С. 81.

References

1. Bad'yanov A. O. Tools for mitigating waste management risks of forest industry enterprises. *Upravlencheskiy uchet* [Management accounting]. 2024. No 9. Pp. 21–27. (In Russ.)
2. Mingaleeva G. R., Afanasyeva O. V. Small-scale distributed energy generation using local solid fuel. *Santekhnika, Otoplenie, Kondicionirovanie* [Plumbing, Heating, Air Conditioning]. 2015. No 2 (158). Pp. 90–94. (In Russ.)
3. Historian B. L., Usachev I. N., Shpolyansky Yu. B. Small-scale non-traditional sea, river and geothermal energy. *Malaya energetika* [Small-scale energy]. 2004. No 1. Pp. 54–58. (In Russ.)
4. Bad'yanov A. O. Key factors influencing the development of the forest industry complex in modern conditions. *Regional'naya ekonomika. Yug Rossii* [Regional Economy. South of Russia]. 2024. Vol. 12. No 3. Pp. 108–117. (In Russ.)
5. Sustainable Development Goals. *Oficial'nyj sajт OON* [Official UN website]. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (accessed: 19.04.2025). (In Russ.)
6. Gagarinsky A. Yu., Subbotin S. A. Small-scale power generation – a well-forgotten old and inevitable future. *Indeks bezopasnosti* [Security Index]. 2008. Vol. 14. No 2 (85). Pp. 33–42. (In Russ.)
7. Glukhova M. V. Small-scale power generation – problems and prospects // *Vestnik Federal'noj energeticheskoy komissii Rossii* [Bulletin of the Federal Energy Commission of Russia]. 2003. No 1. Pp. 149–151. (In Russ.)
8. Kononenko P. I., Mikhailuts V. G., Bezzubtsev-Kondakov A. E. Small-scale power generation — the basis for great achievements. *Energetik* [Power engineer]. 2007. No 3. Pp. 43–44. (In Russ.)
9. Stavtseva E. Small-scale distributed power generation will help to solve many problems. *Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie* [Electric power. Transmission and distribution]. 2011. No 8 (8). Pp. 22–23. (In Russ.)
10. Fakhraziev I. Z., Zatsarinnaya Yu. N. Small-scale power generation in Russia. Analysis of the current state and development prospects. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University]. 2013. Vol. 16. No 20. Pp. 350–352. (In Russ.)
11. Kondratsky A. S. Analysis of technological and investment aspects of small-scale distribution power generation (SDE) facilities. *Innovacionnaya nauka* [Innovative science]. 2016. No 5–1 (17). Pp. 109–112. (In Russ.)
12. Karmak M. A., Plotkina U. I. Conditions for increasing the efficiency of investments in small-scale distributed energy facilities. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki* [Scientific and technical statements of the St. Petersburg State Polytechnical University. Economic sciences]. 2013. No 2 (168). Pp. 100–104. (In Russ.)
13. Timofeev D. Small-scale power generation from the point of view of investment attractiveness. *Elektroenergiya. Peredacha i raspredelenie* [Electricity. Transmission and distribution]. 2012. No 3 (12). Pp. 8–11. (In Russ.)
14. Dronova Yu. V. Small-scale power generation: status and development prospects. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economy and management: problems, solutions]. 2015. Vol. 1. No 9. Pp. 159–165. (In Russ.)
15. Kolesnikova Zh. A. Small-scale power generation in Russia: advantages and practical problems. *Energetika i pravo* [Energy and Law]. 2019. No 4. Pp. 17–22. (In Russ.)
16. Efimov N. N., Popel O. S., Baltyan V. N. Prospects for the development of small-scale distributed power generation. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Tekhnicheskie nauki* [News of higher educational institutions. North Caucasus region. Technical sciences]. 2015. No 1 (182). Pp. 60–64. (In Russ.)
17. Gritsyna V. P. Energy cooperatives. *Energetik* [Energetik]. 2016. No 1. Pp. 13–16. (In Russ.)
18. Klevko A. G. Creation of a small-scale power generation cluster in the Novosibirsk region. *Dostizheniya vuzovskoj nauki* [Achievements of university science]. 2015. No 16. Pp. 134–137. (In Russ.)
19. Belkin A. P., Dubova A. V. Selection of technology for decentralized power supply of enterprises in the Tyumen region. *Energeticheskaya politika* [Energy policy]. 2015. No 4. Pp. 46–53. (In Russ.)
20. Dolgikh P. P., Ibrogimov R. I. Prospects for the use of thermoelectric units for power supply of decentralized consumers. *Epoha nauki* [The Age of Science]. 2016. No 8. Pp. 281–289. (In Russ.)
21. Ermolovskaya O. Yu. Long-term prospects for the development of the electric power industry of the Russian Federation in ensuring economic security. *Ekonomicheskaya bezopasnost'* [Economic security]. 2024. No 2. Pp. 409–424. (In Russ.)
22. Ryabchik A. P., Sharkova A. V. Small-scale power engineering — a driver of spatial development of Russia. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia]. 2023. Vol. 243. No 5. Pp. 412–432. (In Russ.)
23. Klevko A. G. Mini-CHP: main advantages and barriers to their implementation. *Dostizheniya vuzovskoj nauki* [Achievements of university science]. 2015. No 16. Pp. 130–134. (In Russ.)
24. Makieva A. Small-scale energy: import substitution with the SMART prefix. *Standarty i kachestvo* [Standards and quality]. 2024. No 11. Pp. 18–19. (In Russ.)

25. Churashev V. N., Markova V. M. Small-scale distributed energy — a new vector of generation development in Siberian regions. *Interexpo Geo-Sibir'* [Inter Expo Geo-Siberia]. 2017. Vol. 3. No 2. Pp. 75–81. (In Russ.)
26. Lyubimova N. G. Definition of the concept of "distributed energy". *Vestnik universiteta* [Bulletin of the University]. 2014. No 5. Pp. 103–105. (In Russ.)
27. Kvasha N. V., Bondar E. G. Distributed and digital energy as innovative elements of the fourth energy transition. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki* [Scientific and technical statements of SPbSPU. Economic sciences]. 2021. Vol. 14. No 6. Pp. 67–77. (In Russ.)
28. *Raspredelelnaya energetika v Rossii: potencial razvitiya. YAnvar' 2018* [Distributed energy in Russia: development potential. January 2018]. 89 p. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf (accessed: 03.11.2024).
29. Study of the efficiency of using wood fuel in heat-generating units of mini-CHP / Lyubov V. K., Popov A. N., Malygin P. V., Popova E. I. *Vestnik Cherepoveckogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Cherepovets State University]. 2015. No 2 (63). Pp. 23–28. (In Russ.)
30. Mokhirev A. P., Bezrukih Yu. A., Medvedev S. O. Processing of wood waste of forest industry enterprises as a factor of sustainable nature management. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. 2015. No 2. Part 2. P. 81. (In Russ.)

Информация об авторе

Андрей Олегович Бадьянов, аспирант кафедры экономики и управления, Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина (Российская Федерация, 167001, г. Сыктывкар, Октябрьский просп., 55)

Information about the author

Andrey O. Badyanov, Postgraduate Student, Department of Economics and Management, Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin (55, Oktyabrsky prosp., Syktyvkar, 167001, Russian Federation)

Статья поступила в редакцию: 26.05.2025

Одобрена после рецензирования: 10.06.2025

Принята к публикации: 12.06.2025

The article was submitted: 26.05.2025

Approved after reviewing: 10.06.2025

Accepted for publication: 12.06.2025