

УДК 621.311.26

Электрификация валдайского сельского поселения за счет применения альтернативных возобновляемых источников энергии

А. В. Ключина, А. А. Кипина, И. Д. Туманов, И. А. Терёхин, И. А. Баранов

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Ключина А. В., Кипина А. А., Туманов И. Д., Терёхин И. А., Баранов И. А. Электрификация валдайского сельского поселения за счет применения альтернативных возобновляемых источников энергии // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. — Т. 20. — Вып. 1. — С. 222–230. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-222-230

Аннотация

Цель: Провести исследование по электрификации отдаленного малого поселения в рамках декарбонизации энергетики при помощи возобновляемых источников энергии. **Методы:** Анализ текущей электрификации малого поселения, нормативных документов и статистики, проведение экономических расчетов на основании проведенного анализа. **Результаты:** Сделан выбор из наиболее распространенных вариантов альтернативной электрификации в пользу солнечно-ветряной электростанции. Выполнена экономическая оценка предложенного варианта электрификации в рамках декарбонизации энергетики, в результате которой определена величина необходимых инвестиций, а также срок окупаемости проекта, на основании которого можно судить об экономической эффективности проекта. **Практическая значимость:** Показана эффективность введения альтернативной энергетики в малых поселениях, отдаленных от единой энергетической системы.

Ключевые слова: Зеленая энергетика, альтернативная энергетика, ветряная энергетика, солнечная энергетика, электрификация, декарбонизация.

Введение

В настоящее время на территории Российской Федерации существует проблема электроснабжения малых поселений, находящихся на значительном расстоянии от единой энергетической системы (ЕЭС) страны. Во многом электрификация таких участков организована при помощи дизель-генераторных станций. Основными недостатками такой системы являются ограниченная мощность вырабатываемой электрической энергии, прямая зависимость от дизельного топлива, а также низкое качество электрической энергии. На примере Валдайского сельского поселения рассмотрим возможность применения альтернативных источников энергии.

Проблематика

и актуальность проекта

Валдайское сельское поселение — муниципальное образование в составе Сегежского района Республики Карелии Российской Федерации. Административный центр — поселок Валдай (рис. 1). Численность населения составляет менее 1000 человек на 3778 км² [1].

Основные потребители: МБУ «С-Н» (забор и очистка воды для питьевых и промышленных нужд), МКОУ СОШ п. Валдай (школа), котельная, местная религиозная организация [2].

Система электроснабжения Валдайского сельского поселения состоит из:

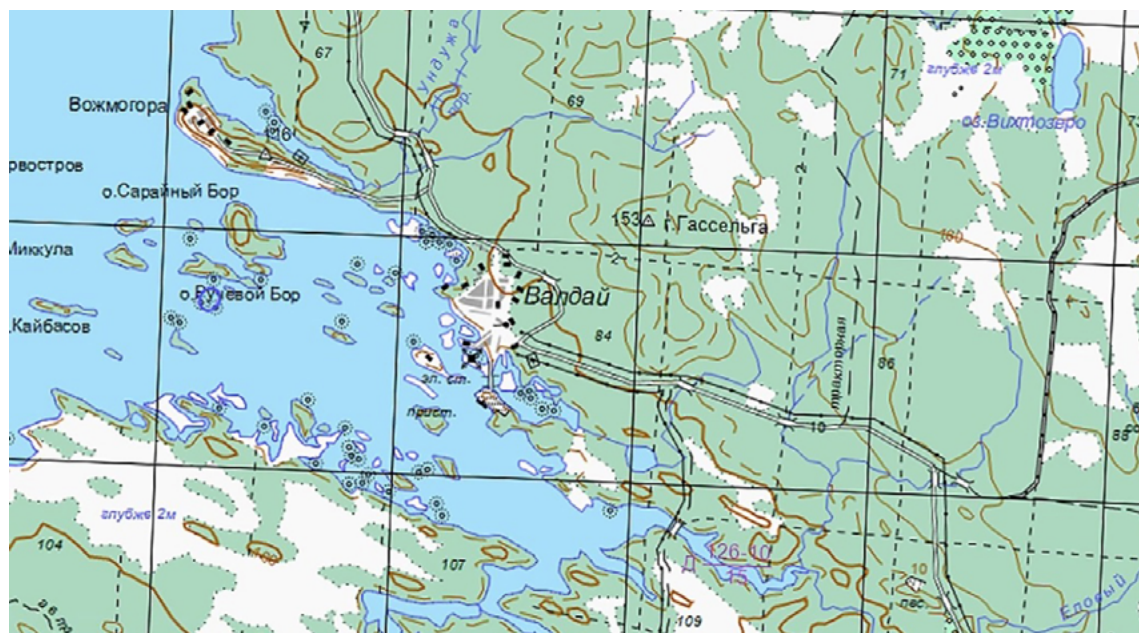


Рис. 1. Фрагмент карты п. Валдай

1) источника электрической энергии — два дизель-генератора (Cummins C5500D5, 400 кВт), один из которых находится в резерве;

2) линии электропередачи (ЛЭП) от дизель-генераторов — представляют собой воздушные линии (ВЛ) напряжением 0,4 кВ [3].

Электроснабжение за счет использования дизель-генераторов имеет следующие недостатки:

1) высокие требования, предъявляемые к качеству топлива;

2) дизель-генератор работает в оптимальном режиме, когда подключенная к нему нагрузка составляет от 40–80 % мощности. Если дизель-генератор будет работать на полную мощность, то это может привести к перегрузке, снижению срока эксплуатации. Также в режиме низкой загруженности и холостого хода происходит интенсивный износ внутренних узлов и деталей;

3) установки большой мощности требуют устройства отдельной системы охлаждения, вентиляции и несущих конструкций для их безопасной работы в помещении;

4) сравнительно высокая стоимость электроэнергии (ЭЭ).

Зеленая энергетика

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29 августа 2020 г. № 1298 «О вопросах стимулирования использования возобновляемых источников энергии, внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» приоритетом при модернизации системы электроснабжения в малых поселениях будет за развитием зеленой энергетики [4].

Возобновляемая энергия (ВЭ) — это энергия, получаемая из ресурсов, которые с течением обозримого промежутка времени по меркам жизни человека естественным образом пополняются в достаточном количестве. Она включает в себя такие источники, как солнечный свет, ветер, дождь, приливы, волны и геотермальное тепло. В табл. 1 представлены достоинства и недостатки возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [5].

Географические характеристики района

Карелия отличается непостоянством климата из-за ее территориальных особенностей. Климат

ТАБЛИЦА 1. Достоинства и недостатки ВИЭ

№ п/п	ВИЭ	Достоинства	Недостатки
1	Ветряные электростанции	Быстрая установка	Высокая стоимость строительства
		Простота обслуживания	Нестабильность производства энергии (зависимость от силы ветра)
		Отсутствие загрязнения окружающей среды (ВЭС не производят угарный газ, углекислоту и т. д.)	Шумовое загрязнение (до 50 дБ на расстоянии более 1 км)
		—	Изменение ландшафта
2	Солнечные панели	Доступность источника энергии	Низкий КПД
		Бесплатное потребление	Поток лучей непостоянен
		Высокая износостойкость	Большая площадь, занимаемая системой
		Бесшумность	—



Схема районирования территории Российской Федерации по климатическим поясам			
Класс защиты	Климатический пояс	Температура воздуха зимних месяцев, °	Скорость ветра в зимние месяцы, м/с
4	Особый	-25	6,8
3	4	-41	1,3
2	3	-18	3,6
1	1-2	-9,7	5,6

Рис. 2. Климатические зоны РФ

тический режим республики можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному.

Климат Карелии относится к атлантико-арктической зоне умеренного пояса. Среднегодовая скорость ветра — 3,5–5 м/с, увеличиваясь до 5,5–7 м/с в прибрежных районах Белого моря и

крупных озер, и до 7,6 м/с на островах Онежского озера. Наибольшие скорости ветра (до 25–30 м/с) отмечаются в холодный период, преимущественно в октябре — ноябре (см. рис. 2).

Летом продолжительность солнечного сияния составляет не более 37% от возможного, на севере республики составляет в среднем 1560 часов за

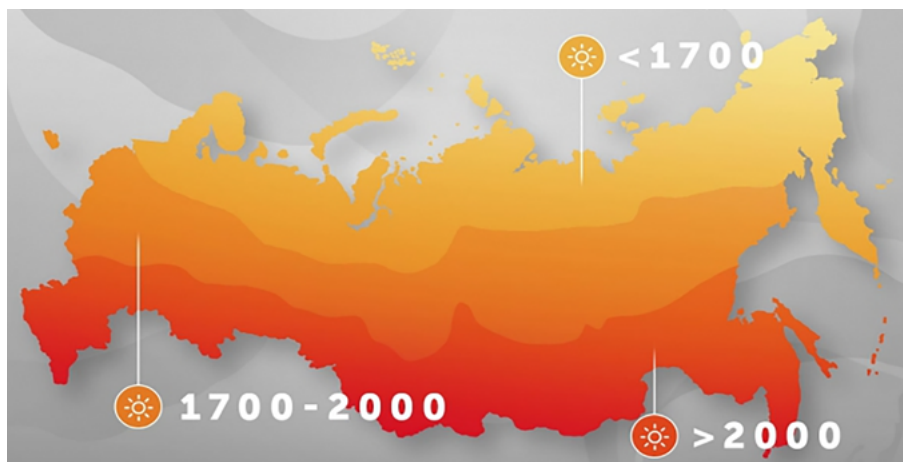


Рис. 3. Солнечные ресурсы РФ, количество часов в год

год, на юго-западе — 1749 часов за год (рис. 3). Также летом в Карелии есть белые ночи. Длятся они в этом регионе с 26 мая по 17 июля. В период летнего солнцестояния, с 20 по 22 июня, световой день длится более 19 часов [6].

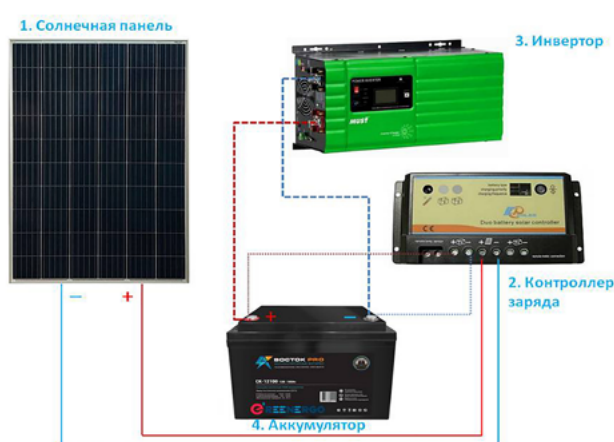
Анализируя все особенности климата и приведенные данные, мы рассмотрим наиболее перспективный вариант развития альтернативной энергетики — установка комбинированной системы солнечно-ветряной станции [7].

Рассмотрение альтернативных источников энергии

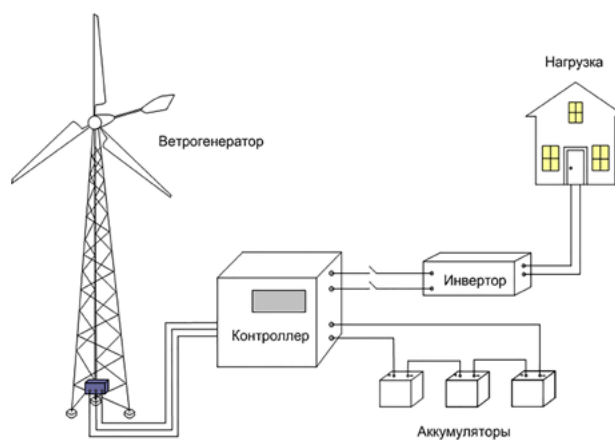
Согласно климатическим условиям, в качестве источника энергии выбираем комбинированную солнечно-ветряную электростанцию. В нашем случае будем рассматривать солнечные энергосистемы (СЭС), использующие фотоэлектрические модули (солнечные батареи) и ветроэлектрические установки (ВЭУ). Структурные схемы СЭС и ВЭУ представлены на рис. 4. [8, 9].

При описании характеристик и рассмотрении структурных схем можно сделать вывод о том, что схема работы ВЭУ аналогична схеме работы СЭС, следовательно, есть возможность их совместного использования.

Так как в рассматриваемом районе средняя скорость ветра равняется 4,5 м/с, а количество



а



б

Рис. 4. Структурные схемы:
а — солнечной энергосистемы;
б — ветроэлектрической установки

ТАБЛИЦА 2. Комплектация солнечно-ветряной электростанции GREEN OPTIMAL 12 кВт

Наименование	Количество
Солнечная батарея 240W	12 шт.
Аккумулятор DeltaGX12-200	8 шт.
Преобразователь HYBRID 48В 12кВт	1 шт.
Контроллер заряда ECO Энергия MPPT Pro 200/100	1 шт.
Защита всех линий	1 шт.
Датчик тока ДТ-325	2 шт.
PV-кабель FLEX-SOL-XL	50 м.
Штекера и коннекторы	1 компл.
Ветрогенератор 5/7 кВт-48Vdc LOW WIND	1 шт.

солнечного сияния в году составляет около 37 % от возможного, то выбираем гибридную солнечно-ветряную электростанцию GREEN OPTIMAL 12 кВт, комплектация которой приведена в табл. 2. Для выбора гибридной электростанции были произведены сравнения четырех солнечно-ветровых электростанций — GreenDem 13 кВт, АТОН ВС-10, Green benefit 5 кВт и GREEN OPTIMAL 12кВт.

При изучении таких характеристик, как — номинальная мощность, стоимость за штуку

и общая стоимость, был сделан вывод о том, что наиболее оптимальной по стоимости является именно солнечно-ветровая электростанция GREEN OPTIMAL 12кВт.

Так как активная мощность дизель-генератора равна 400 кВт — чего достаточно для снабжения всех потребителей с учетом резерва мощности и перспектив развития поселения [10], то необходимое количество таких электростанций составляет 34 штуки с учетом резерва. Также для обеспечения бесперебойной подачи энергии рекомендуется оставить один резервный дизельный генератор — Cummins C500D5. Структурная схема электростанции представлена на рис. 5 [11].

Экология и влияние на здоровье человека

Несмотря на все преимущества данного метода выработки энергии, большое количество людей смущает то, что огромные лопасти ВЭУ будут негативно сказываться на их здоровье, а также будут угрожать жизни животных, в частности — птиц.

По мнению Всемирной организации здравоохранения, нет никаких доказательств того, что шум ниже слухового порога вызывает какие-либо

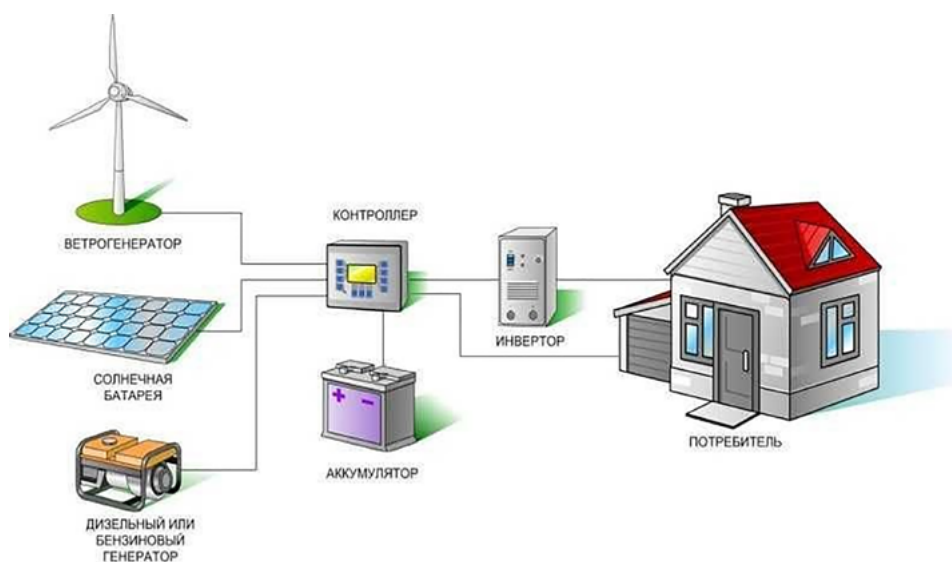


Рис. 5. Структурная схема электростанции

физиологические или психологические эффекты. Исследование, проведенное на трех английских ветроэнергетических станциях, дало аналогичные результаты: шум, производимый современными ветрогенераторами, не может привести к вредным последствиям для здоровья людей, проживающих рядом с ветропарком [12].

Экономическая составляющая проекта

Стоимость одной электростанции GREEN OPTIMAL 12 кВт составляет 939 800 руб., следовательно, стоимость 34 таких электростанций составит 3 1953 200 руб., стоимость монтажа примем в размере 15 % от стоимости оборудования [13, 14], то есть 4 792 980 руб., также учтем необходимость текущего и капитального ремонта, приняв размер ежегодных амортизационных отчислений 20 % от стоимости оборудования на срок в 25 лет (средний срок службы солнечной электростанции), соответственно, суммарные затраты на весь средний срок службы оборудования, включая приобретение оборудования, его монтаж, текущий и капитальный ремонт составит 196 512 180 руб.

Валдай получает электроэнергию непрерывно 24 часа в сутки. Имеется значительная разница спроса на электроэнергию летом и зимой. Это указывает на объем электроэнергии, используемой в данном населенном пункте в целях отопления. Минимальное потребление составляет 80 кВт · ч (1:00 – 6:00) летом и 140 кВт · ч (2:00 – 3:00 и 4:00 – 5:00) зимой. Максимальное потребление составляет 180 кВт · ч (13:00 – 14:00) летом и 340 кВт · ч (17:00 – 18:00, 19:00 – 20:00, 21:00 – 22:00) зимой. Зимой энергопотребление в среднем стабильнее, чем летом. Базовая энергонагрузка на систему оценивается в 120 кВт с точностью до 90 % [10].

Так как единственным источником энергии в поселке является дизельный генератор, то стоимость 1 кВт определяется по формуле (1):

$$C = \frac{\text{ц}_д \cdot Q_v}{P_ч}, \quad (1)$$

где $\text{ц}_д$ — средняя цена дизельного топлива, примем равной 54 руб/л;

Q_v — расход топлива 75 %, равный 67,85 литра за час, для Cummins C500D5;

$P_ч$ — средняя вырабатываемая мощность за час 120 кВт.

$$C = \frac{54 \cdot 67,85}{120} = 30,53 (\text{руб/кВт} \cdot \text{ч}).$$

При переходе на солнечно-ветряную энергию исключается необходимость постоянной закупки дизельного топлива, которое будет иметься в наличии на случай необходимости включения резервного дизель-генератора. В Валдае имеется 2 емкости общим объемом в 80 м³ ~ 80 000 л [10]. Ежегодная экономия электроэнергии за год определяется по формуле (2).

$$\text{Э}_н = P \cdot C - \text{ц}_д \cdot 2 \cdot 80\,000,$$

где $\text{Э}_н$ — экономия электроэнергии за год, руб.;

P — выработка электроэнергии за год

(1 535 229 кВт · ч) [10];

C — стоимость 1 кВт, руб/кВт · ч;

$\text{ц}_д$ — средняя цена дизельного топлива, примем равной 54 руб/л;

$$\begin{aligned} \text{Э}_н &= 1\,535\,229 \cdot 30,53 - 54 \cdot 2 \cdot 80\,000 = \\ &= 37\,416\,870, \text{ руб.} \end{aligned}$$

Экономия за весь срок службы солнечной электростанции рассчитывается по формуле (3):

$$\Sigma \text{Э}_{1-25} = \text{Э}_н \cdot 25, \quad (3)$$

где 25 — средний срок службы солнечной электростанции, лет;

$$\Sigma \text{Э}_{1-25} = 37\,416\,870 \cdot 25 = 935\,421\,750, \text{ руб.}$$

Срок окупаемости инвестиций — период, необходимый для возмещения средств, инвестированных в проект. Он рассчитывается по формуле (4):

$$T_{\text{ок}} = \frac{И}{\mathcal{E}}, \quad (4)$$

где И — инвестиции в проект (196 512 180 руб.).

$$T_{\text{ок}} = \frac{196\,512\,180}{37\,416\,870} = 5,25, \text{ года.}$$

Заключение

Таким образом, в статье была рассмотрена эффективность перспективы внедрения альтернативных источников энергии в качестве основных энергоресурсов для малых отдаленных от единой энергетической системы населенных пунктов. На примере Валдайского сельского поселения Сегежского района Республики Карелии выбран вариант применения комбинированной системы, состоящей из двух видов альтернативных источников, — солнечных панелей и ветрогенераторов, а также для предупреждения аварийных ситуаций включающей дизель-генератор. Для выбранного варианта проведена экономическая оценка эффективности предлагаемого проекта (с учетом сохранения существующих линий ВЛ 0,4 кВ), на основании которого получен срок окупаемости в 5,25 года, что при нормативном сроке службы оборудования в 25 лет говорит о целесообразности внедрения альтернативных энергосистем в малых отдаленных от единой энергетической системы населенных пунктах в рамках декарбонизации энергетики, поскольку решение глобальных целей экологии начинается с решения малых конкретных задач, опыт которых послужит опорой для эффективного и комплексного решения глобальных задач.

Библиографический список

1. Официальный сайт Сегежского муниципального района. — URL: http://home.onego.ru/~segadmin/omsu_selo_valday.htm (дата обращения: 11.11.2022).
2. Ассоциация «Совет муниципальных образований Республики Карелии». — URL: <https://xn---7sbupjdsxf1p.xn--plai/district/valdajskoe-selskoe-poselenie/> (дата обращения: 11.11.2022).
3. Дизельный генератор. — URL: <https://mototech.ru/dizelnye-generatory/cummins-c500d5e/> (дата обращения: 11.11.2022).
4. Постановление Правительства РФ от 29 августа 2020 г. № 1298 «О вопросах стимулирования использования возобновляемых источников энергии, внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ № 36 от 7 сентября 2020 г., ст. 5617.
5. Вертакова Ю. В. Альтернативная энергетика. Развитие зеленой экономики в энергетике / Ю. В. Вертакова // Энергетическая безопасность: сб. науч. ст. II Междунар. молодежного конгресса. — Курск: ЗАО «Университетская книга», 2017. — С. 24–26.
6. Карта климатических поясов России. — URL: <https://www.avangard-sp.ru/services/karta-klimaticheskikh-roayasov/> (дата обращения: 11.11.2022).
7. ГОСТ Р 54531—2011. Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Принят и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2011 г. № 610-ст.
8. ГОСТ Р 54418.2—2014 (МЭК 61400-2:2006). Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Принят и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2014 г. № 1686-ст.
9. ГОСТ Р 51597—2000. Нетрадиционная энергетика. Модули солнечные фотоэлектрические. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 21 апреля 2000 г. № 122-ст.
10. Отчет о текущей ситуации в энергоснабжении и возможностях развития возобновляемой энергетики в восьми удаленных населенных пунктах РК. — URL: https://r1.nubex.ru/s740-6dd/f1052_3c/KA535%20Energy%20Supply%20report.pdf (дата обращения: 11.11.2022).

11. Гибридная солнечно-ветровая электростанция. — URL: https://nadavtomatika.ru/goods/Gibridnaya-solnechno-ventrovaya-jelektrostanciya-quot-Green-optimal-quot?from=MTQ5&mod_id=158508351 (дата обращения: 11.11.2022).

12. Всемирная организация здравоохранения. — URL: <https://www.who.int/ru> (дата обращения: 11.11.2022).

13. Муравьева Н. П. Организация работы и управление подразделением организации / Н. П. Муравьева // Методические указания. — Тверь: ГБП ОУ Тверской технологический колледж, 2019. — 38 с.

14. Постановление Госстроя России от 5 марта 2004 г. № 15/1 (ред. от 16 июня 2014 г.) «Об утверждении и введении в действие Методики определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

Дата поступления: 12.01.2023

Решение о публикации: 27.02.2023

Контактная информация

КЛЮШИНА Арина Витальевна — студент;
klyshinaarina@yandex.ru

КИПИНА Анастасия Андреевна — студент;
kipina.01@yandex.ru

ТУМАНОВ Игорь Дмитриевич — студент;
igor.tumanov.01@mail.ru

ТЕРЁХИН Илья Александрович — канд. техн. наук,
доц.; terekhin@pgups.ru

БАРАНОВ Иван Александрович — аспирант;
baranov@pgups.ru

Electrification of Valdai Village Through the Use of Alternative Renewable Energy Sources

A. V. Klyshina, A. A. Kipina, I. D. Tumanov, I. A. Terekhin, I. A. Baranov

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Klyshina A. V., Kipina A. A., Tumanov I. D., Terekhin I. A., Baranov I. A. Electrification of Valdai Village Through the Use of Alternative Renewable Energy Sources // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2023, vol. 20, iss. 1, pp. 222–230. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-222-230

Summary

Purpose: To conduct a study on the electrification of a remote small village in the frames of energy decarbonization with renewable energy sources. **Methods:** Analysis of small village current electrification, normative documents and statistics, pursuing economic calculations on the made analysis basis. **Results:** The choice from the most spread options of alternative electrification in favor of solar-wind power plants was made. Economic assessment of electrification proposed option was made in the frames of energetics decarbonization which as result of, the value of necessary investments as well as project payback period which basis on, it is possible to judge on the project economic efficiency. **Practical significance:** The effectiveness of alternative energy introduction in small settlements, remote from unified energetic system, is shown.

Keywords: Green energy, alternative energy, wind energy, solar energy, electrification, decarbonization.

References

1. *Oficial'nyj sajt Segezhskego municipal'nogo rajona* [Official website of Segezha Municipal District]. Available at: http://home.onego.ru/~segadmin/omsu_selo_valday.htm (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

2. *Assotsiatsiya "Sovet munitsipal'nykh obrazovaniy Respubliki Karelii"* [Association "Council of Municipalities of the Republic of Karelia"]. Available at: <https://xn----7sbbupjdsxf1p.xn--p1ai/district/valdajskoe-selskoe-poselenie/> (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

3. *Dizel'nyj generator* [Diesel generator]. Available at: <https://mototech.ru/dizelnye-generatory/cummins-c500d5e/> (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

4. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29 avgusta 2020 g. № 1298 “O voprosakh stimulirovaniya ispol'zovaniya vozobnovlyaemykh istochnikov energii, vnesenii izmeneniy v nekotorye akty Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii i o priznanii utrativshimi silu otdel'nykh polozheniy nekotorykh aktov Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii” [Decree of the Government of the Russian Federation of August 29, 2020 № 1298 “On issues of stimulating the use of renewable energy sources, amending certain acts of the Government of the Russian Federation and recognizing certain provisions of certain acts of the Government of the Russian Federation as invalid”]. *Sobranie zakonodatel'stva RF № 36 ot 7 sentyabrya 2020 g., St. 5617* [Collection of Legislation of the Russian Federation № 36 dated September 7, 2020, Art. 5617]. (In Russian)

5. Vertakova Y. V. *Al'ternativnaya energetika. Razvitie zelenoy ekonomiki v energetike. Energeticheskaya bezopasnost': sb. nauch. St. II Mezhdunar. molodezhnogo kongressa* [Alternative energy. Development of green economy in the energy sector. Energy security: coll. scientific Art. II Intern. youth congress]. Kursk: ZAO “Universitetskaya kniga” Publ., 2017, pp. 24–26. (In Russian)

6. *Karta klimaticheskikh poyasov Rossii* [Map of climatic zones of Russia]. Available at: <https://www.avangard-sp.ru/services/karta-klimaticheskikh-poyasov/> (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

7. *GOST R 54531—2011. Netradicionnye tekhnologii. Vozobnovlyaemye i al'ternativnye istochniki energii. Prinyat i vvedyon v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 28 noyabrya 2011 g. № 610-St.* [GOST R 54531—2011. Unconventional technologies. Renewable and alternative energy sources. Adopted and enacted by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 28, 2011 № 610-st.]. (In Russian)

8. *GOST R 54418.2—2014 (MEK 61400-2:2006). Vozobnovlyaemaya energetika. Vetroenergetika. Ustanovki vetroenergeticheskie. Prinyat i vvedyon v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 19 noyabrya 2014 g. № 1686-St.* [GOST R 54418.2—2014 (IEC 61400-2:2006). Renewable Energy. Wind energy. Wind power installations. Adopted and put into effect by Order No. 1686-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of November 19, 2014]. (In Russian)

9. *GOST R 51597—2000. Netradicionnaya energetika. Moduli solnechnye fotoelektricheskie. Prinyat i vvedyon v*

dejstvie postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 21 aprelya 2000 g. № 122-St. [GOST R 51597—2000. Non-traditional Energy. Solar photovoltaic modules. Adopted and put into effect by Decree of the State Standard of Russia № 122-st dated November 28, 2011]. (In Russian)

10. *Otchet o tekushchej situacii v energosnabzhenii i vozmozhnostyah razvitiya vozobnovlyaemoj energetiki v vos'mi udalennyh naseleennyh punktah RK* [Report on the current situation in energy supply and opportunities for renewable energy development in eight remote settlements of the Karelia Republic]. Available at: https://r1.nubex.ru/s740-6dd/f1052_3c/KA535%20Energy%20Supply%20report.pdf (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

11. *Gibridnaya solnechno-vetrovaya elektrostanciya* [Hybrid solar-wind power plant]. Available at: https://nadavtomatika.ru/goods/Gibridnaya-solnechno-vetrovaya-jelektrostanciya-quot-Green-optimal-quot?from=MTQ5&mod_id=158508351 (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

12. *Vsemirnaya organizaciya zdavoohraneniya* [World Health Organization]. Available at: <https://www.who.int/ru> (accessed: November 11, 2022). (In Russian)

13. Murav'eva N. P. *Organizaciya raboty i upravlenie podrazdeleniem organizacii* [Organization and management of the division of the organization]. *Metodicheskie ukazaniya* [Methodological instructions]. Tver': GBP OU Tverskoj tekhnologicheskij kolledzh Publ., 2019, 38 p. (In Russian)

14. *Postanovlenie Gosstroya Rossii ot 5 marta 2004 g. № 15/1 (red. ot 16 iyunya 2014 g.) “Ob utverzhdenii i vvedenii v dejstvie Metodiki opredeleniya stoimosti stroitel'noy produkcii na territorii Rossiyskoy Federatsii”* [Decree of the Gosstroy of Russia dated March 5, 2004 № 15/1 (as amended on June 16, 2014) “On the approval and implementation of the Methodology for determining the cost of construction products on the territory of the Russian Federation”]. (In Russian)

Received: January 12, 2023

Accepted: February 27, 2023

Author's information:

Arina V. KLYSHINA — Student; klyshinaarina@yandex.ru

Anastasia A. KIPINA — Student; kipina.01@yandex.ru

Igor D. TUMANOV — Student; igor.tumanov.01@mail.ru

Ilya A. TEREKHIN — PhD in Engineering, Associate

Professor; terekhin@pgups.ru

Ivan A. BARANOV — Postgraduate Student;

baranov@pgups.ru