

Энерго- и ресурсосбережение – XXI век. 2023. С \_\_ - \_\_.

Energy and resource saving XXI century. 2023. P. \_\_ - \_\_.

Энергоэффективность систем электроснабжения промышленности и направления их  
развития

Научная статья

УДК 621.311.24

## **Применение ветро – солнечной электростанции в осенне-зимний период для частного домостроения Орловской области**

**Походных Михаил Сергеевич**

ОГУ имени И.С. Тургенева

Орёл, Россия

pohodnih16@gmail.com

*Аннотация.* В статье рассмотрена возможность применение ветро – солнечной электростанции в осенне - зимний период для энергоснабжения частного домостроения Орловской области. Приведены результаты анализа эффективности генерации от ветрогенераторов и солнечных батарей одинаковой мощности по отношению к потребляемой электроэнергии.

*Ключевые слова:* ветро – солнечная электростанция; возобновляемые источники энергии; альтернативная энергетика.

*Для цитирования:* Походных М.С. Применение ветро – солнечной электростанции в осенне-зимний период для частного домостроения орловской области // Энерго-и ресурсосбережение – XXI век. 2023. С. \_\_ - \_\_.

Energy efficiency of industrial power supply systems and directions of their development  
Original article

## **The use of wind and solar power plants in the autumn–winter period for private housing construction in the Oryol region**

**Pokhodnykh Mikhail Sergeevich**

OSU named after I.S. Turgenev

Orel, Russia

pohodnih16@gmail.com

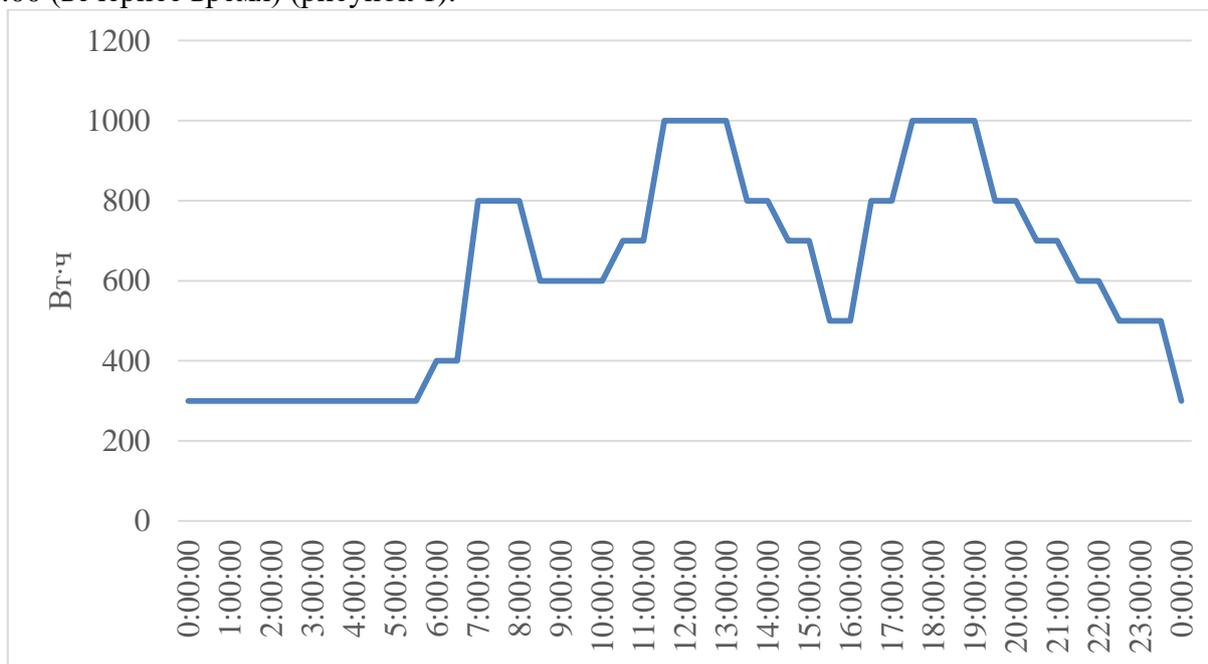
*Abstract.* The article considers the possibility of using a wind – solar power plant in the autumn - winter period for the power supply of private housing construction in the Orel region. The results of the analysis of the efficiency of generation from wind turbines and solar panels of the same power in relation to the consumed electricity are presented.

*Keyword:* wind and solar power plant; renewable energy sources; alternative energy.

*For citation:* Pokhodnykh M.S. The use of wind and solar power plants in the autumn-winter period for private housing construction in the Oryol region // Energy and resource conservation – XXI century. 2023. p. \_\_ - \_\_.

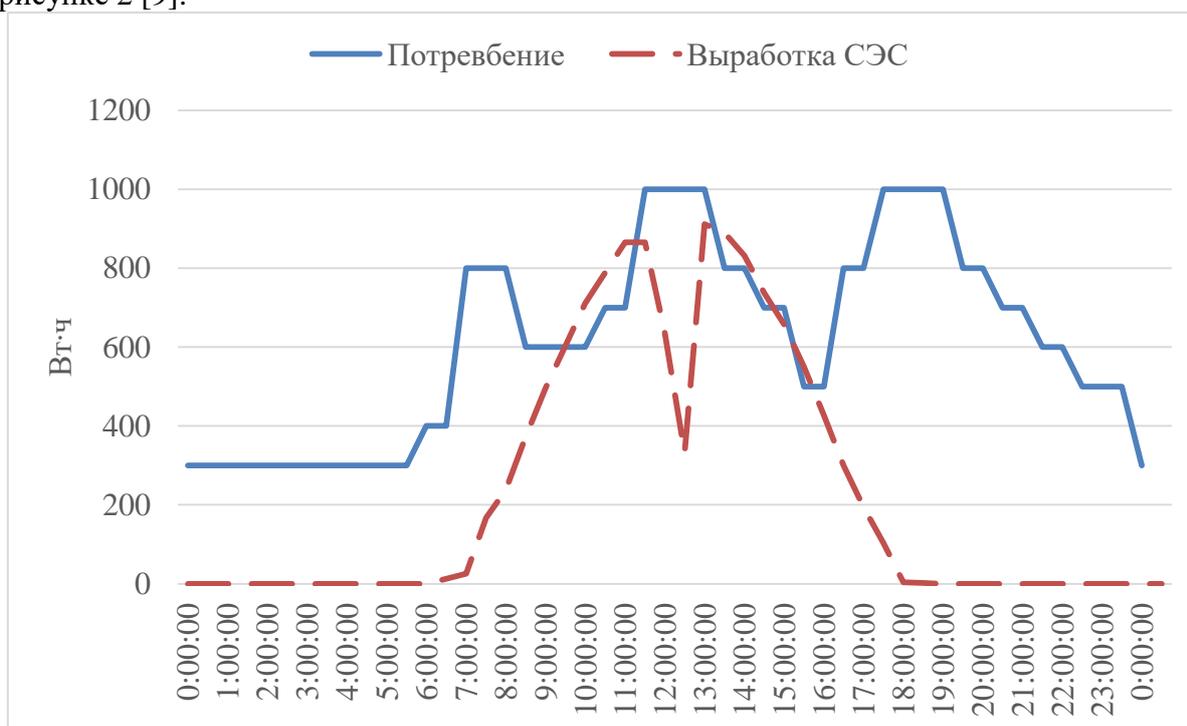
Введение. Для автономных солнечных электростанций (СЭС), применимых в Орловской области, основной проблемой в осенне – зимний период является уменьшение продолжительности солнечной инсоляции и возрастание потребления электроэнергии [2]. Это приводит к глубокому разряду аккумуляторных батарей (АКБ). Летом использование АКБ минимально, а в осенне-зимний период они длительное время могут находиться без подзарядки, что пагубно влияет на их срок службы, вплоть до выхода из строя [1]. Для предотвращения разрушения аккумуляторов было рассмотрено возможное применение ветро – солнечной электростанции для энергоснабжения в осенне - зимний период [5].

Анализ. Обойтись без накопления энергии невозможно, в связи с отсутствием солнечной генерации ночью. При анализе энергопотребления частного домостроения можно сказать, что существуют два основных максимума с 12:00 до 14:00 (дневное) и с 17:00 до 19:00 (вечернее время) (рисунок 1).



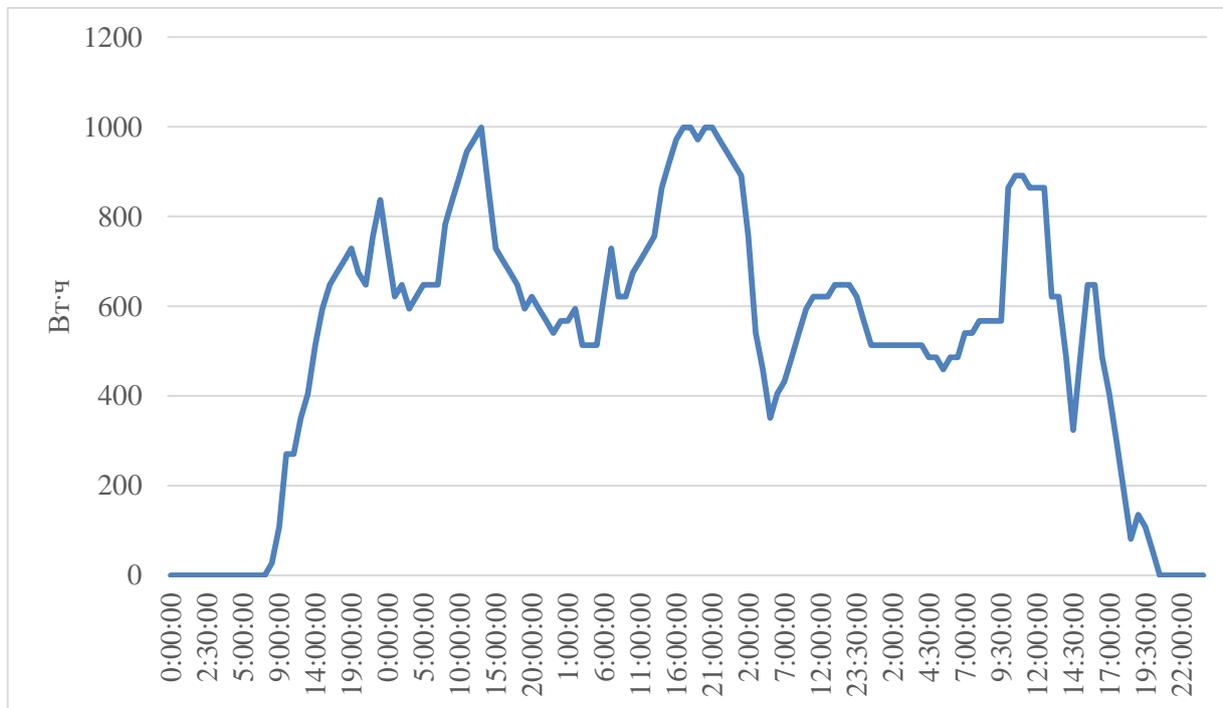
**Рисунок 1 – Суточный график потребления энергии частного домостроения в осенне – зимний период**

Если в дневное время солнечной энергии, в большинстве случаев, хватает на полное, или частичное обеспечение электроэнергии без применение, или частичного применения накопленной энергии с АКБ т.к. самая большая часть инсоляции приходится на 12 часов дня, то при вечернем пике потребления, в большинстве случаев, особенно в осенний период, приходится прибегать к использованию накопленной за день энергии с АКБ, что показано на рисунке 2 [9].



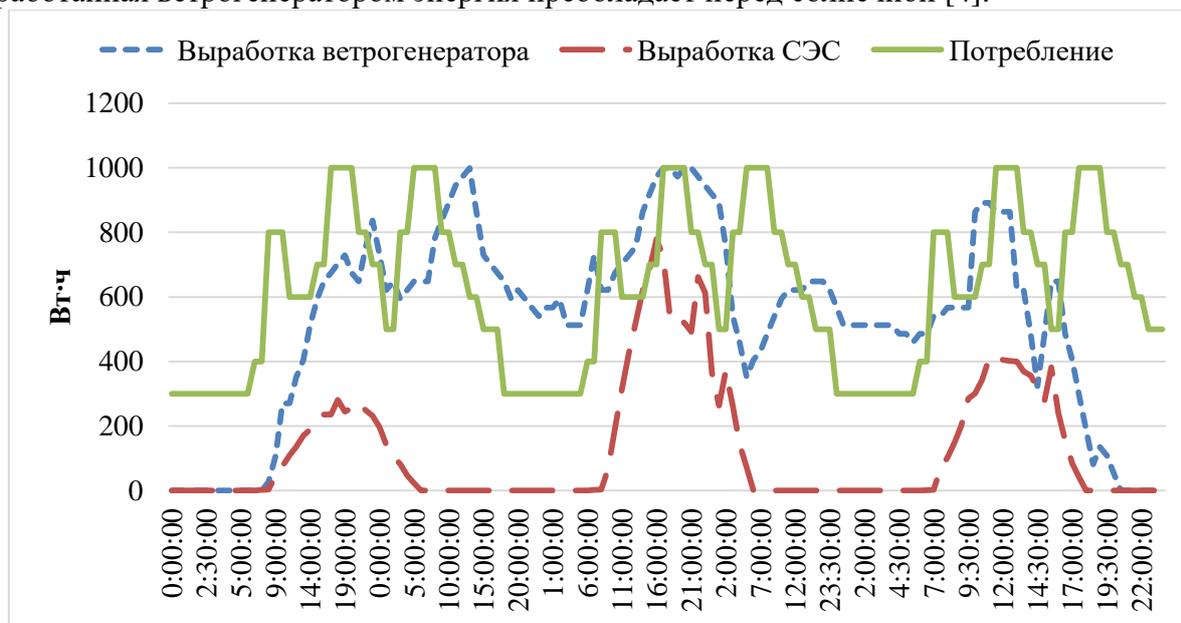
**Рисунок 2 – Суточный график потребления энергии частного домостроения и выработки СЭС в осенне – зимний период (03.10.2023)**

По метеонаблюдениям в Орловской области в этот период года сила ветра возрастает. Применение в дополнении к солнечным батареям ветрогенератора может восполнить нехватку энергии [10]. На основании имеющихся данных с действующей метеостанции города Орла был построен график выработки электроэнергии 3-х ветрогенераторов общей установленной мощностью 1500 Вт в период с 7 октября по 9 октября 2023 года, изображенном на рисунок 3 [3,6], характеристики ветрогенератора представлены в таблице 1.



**Рисунок 3 – Выработка электроэнергии 3-х ветрогенератора общей мощностью 1500 Вт в период с 07.10.2023 по 09.10.2023**

При одинаковой мощности солнечных батарей в 1500 Вт, на рисунке 4 видно, что выработанная ветрогенератором энергия преобладает перед солнечной [4].



**Рисунок 4 - График потребления энергии частного домостроения, выработки СЭС и ветрогенератора в осенне – зимний период с 07.10.2023 по 09.10.2023**

На рисунке 5 приведена схема ветро – солнечной электростанции [7].

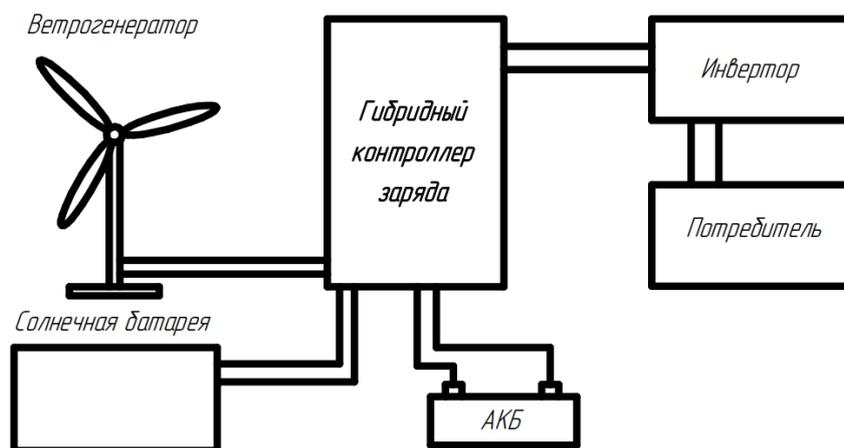


Рисунок 5 – Схема ветро – солнечной электростанции

В состав комбинированной электростанции входит солнечная батарея (СБ), ветрогенератор, аккумуляторная батарея, гибридный контроллер заряда, который следит за работой СБ, ветрогенератора и зарядом АКБ, а также инвертор для преобразования постоянного напряжения в переменное 220 В частотой 50 Гц. При ветровой или солнечной активности происходит электропитание нагрузки и зарядка аккумуляторов, если ветер и солнце отсутствуют (ночью, во время штиля), то нагрузка питается от АКБ [8].

Сравним эффективность генерации от ветрогенераторов и солнечных батарей одинаковой мощности по отношению к потребляемой электроэнергии. Она определяется как коэффициент прямого использования (КПИ):

$$\text{КПИ}_{\text{ветро}} = \frac{W_{\text{В.В.}}}{W_{\text{П}}} \quad (1)$$

$$\text{КПИ}_{\text{солнечной}} = \frac{W_{\text{В.С.}}}{W_{\text{П}}} \quad (2)$$

где  $\text{КПИ}_{\text{ветро}}$  - коэффициент прямого использования ветро генерации;

$\text{КПИ}_{\text{солнечная}}$  - коэффициент прямого использования солнечной генерации;

$W_{\text{В.В.}}$  – энергия выработанная ветрогенератором, Вт;

$W_{\text{В.С.}}$  – энергия выработанная СБ, Вт;

$W_{\text{П}}$  – энергия потребленная, Вт.

Получившиеся значения отражены на рисунке 6.

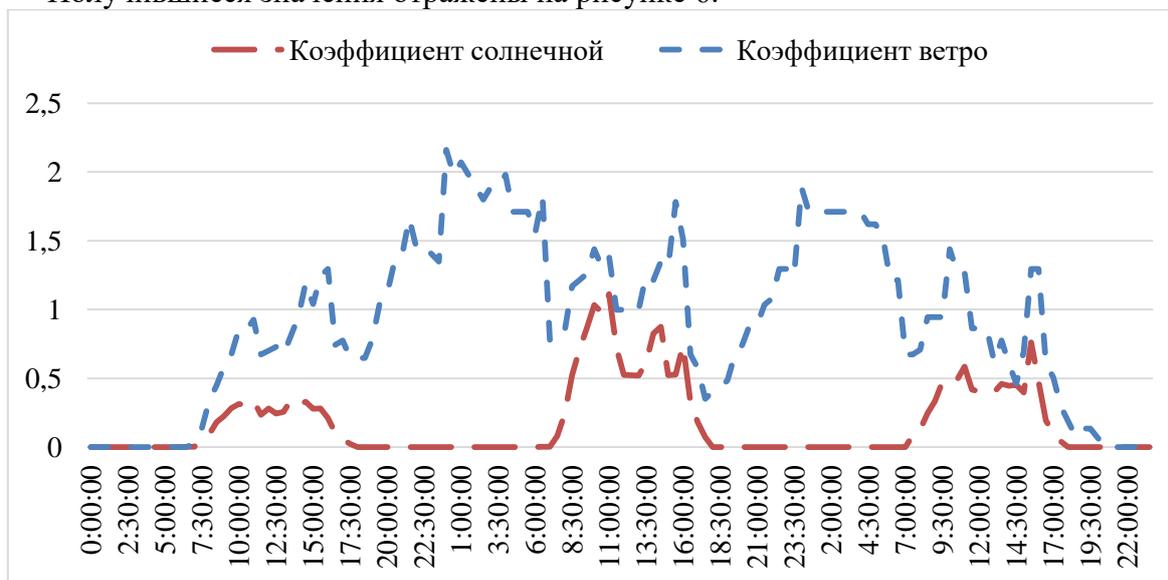
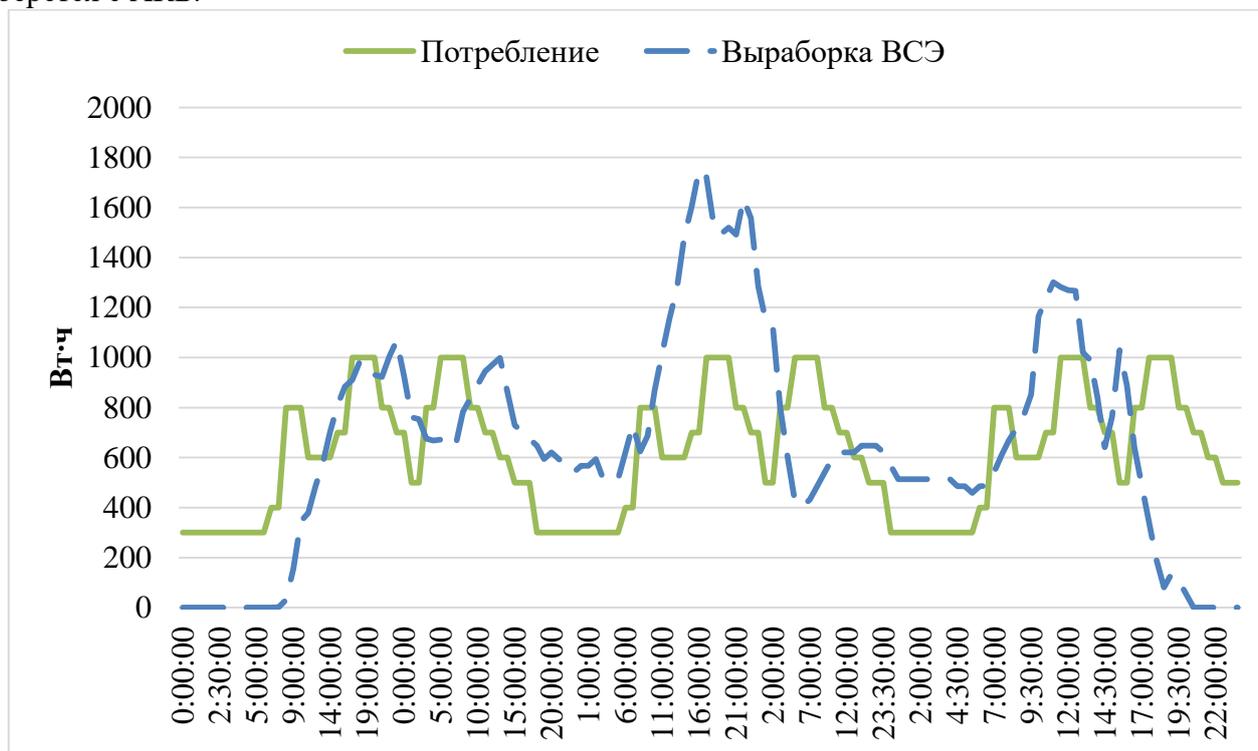


Рисунок 7 - График коэффициентов прямого использования солнечной и ветро генерации с 07.10.2023 по 09.10.2023

На графике (рисунок 7) видно, что  $KPI_{ветро}$  за выбранный период превосходит  $KPI_{солнечная}$ , что говорит о преимуществе ветровой энергии за выбранный период.

При  $KPI > 1$  происходит заряд аккумуляторов, а при  $KPI < 1$  часть или вся энергия берётся с АКБ.



**Рисунок 8 - График потребления энергии частного домостроения и выработка энергии ветро – солнечной электростанции период с 07.10.2023 по 09.10.2023**

На графике показано (рисунок 8), что выработка энергии ветро – солнечной электростанции в определенные периоды перекрывает потребление, что позволяет зарядить аккумуляторы и в дальнейшем использовать эту энергию. Таким образом, возможна полная автономия от городской сети.

Закключение. На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что применение ветро – солнечной электростанции для частного домостроения в Орловской области является возможным.

#### Список источников

1. Вайнел, Джордж Вуд. Аккумуляторные батареи [Текст] / Перевод с англ. инж. П. И. Устинова. - 4-е изд. - Москва ; Ленинград : Госэнергоиздат, 1960. - 480 с. : ил.; 21 см.
2. Парашук, Д. Ю. Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии: препринт / Д. Ю. Парашук; МГУ. - М.: УНЦ ДО НИИЯФ МГУ, 2009. - 20 с.
3. Сайт [Электронный ресурс]: RealMeteo, Сбор данных о погоде осуществляется сертифицированными цифровыми метеостанциями в режиме реального времени / Режим доступа: <https://realmeteo.ru/orel/1/history>. (Дата обращения 20.10.2023)
4. Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011 – 144 с.
5. О., А. Суржикова und Б. В. Лукутин Возобновляемые источники энергии / О. А. Суржикова und Б. В. Лукутин. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2022. - 80 с.
6. Ветро-солнечный генератор и его характеристики Я.М. Кашин, Л.Е. Копелевич, И.Б. Самородов и др. // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2019, № 6. С. 201-214.
7. Новокрещенов О.В. Отмахов Г.С., Хуаде М.Ю. Комбинированные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №№ 132. С. 786-797. DOI 10.21515/1990-4665-132-063

8. Новая элементная база возобновляемых источников электроэнергии: моногр. / О.В. Григораш, Ю. Попов, Е.В. Воробьев и др. Краснодар: КубГАУ, 2018. 202 с.

9. Григораш О.В. Кривошей А.А. Смык В.В. Автономные гибридные электростанции // Политемати ческий сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 124. С. 1441-1452. DOI: 10.21515/1990-4665-124-005

10. Ветро-солнечная система автономного электроснабжения / Г.В. Никитенко, Е.В. Коноплев, А.А. Лысаков и др. // Сельский механизатор. 2018. № 4. С. 28-29.

### References

1. Weinel, George Wood. Rechargeable batteries [Text] / Translated from English by eng. P. I. Ustinov. - 4th ed. - Moscow ; Leningrad : Gosenergoizdat, 1960. - 480 p. : ill.; 21 cm.

2. Parashchuk, D. Yu. Modern photovoltaic and photochemical methods of solar energy conversion: preprint / D. Yu. Parashchuk; MSU. - M.: UNC TO NIIYAF MSU, 2009. - 20 p.

3. Website [Electronic resource]: RealMeteo, Weather data collection is carried out by certified digital weather stations in real time / Access mode: <https://realmeteo.ru/orel/1/history>. (Accessed 20.10.2023)

4. Kashkarov A. P. Wind generators, solar panels and other useful structures. – Moscow: DMK Press, 2011 – 144 p.

5. O., A. Surzhikova und B. V. Lukutin Renewable energy sources / O. A. Surzhikova und B. V. Lukutin. - M.: LAP Lambert Academic Publishing, 2022. - 80 p.

6. Wind-solar generator and its characteristics Ya.M. Kashin, L.E. Kopelevich, I.B. Samorodov, etc. // Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubSTU". 2019, No. 6. pp. 201-214.

7. Novokreschenov O.V. Otmakhov G.S., Khuade M.Yu. Combined power supply systems based on renewable energy sources Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 132. pp. 786-797. DOI 10.21515/1990-4665-132-063

8. The new element base of renewable energy sources: monogr. / O.V. Grigorash, Yu. Popov, E.V. Vorobyev, etc. Krasnodar: KubGAU, 2018. 202 p.

9. Grigorash O.V. Krivoshei A.A. Smyk V.V. Autonomous hybrid power plants // Political network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2016. No. 124. pp. 1441-1452. DOI: 10.21515/1990-4665-124-005

10. Wind-solar system of autonomous power supply / G.V. Nikitenko, E.V. Konoplev, A.A. Lysakov, etc. // Rural mechanizer. 2018. No. 4. pp. 28-29.

### Информация об авторах

М.С. Походных – магистрант;

### Information about the authors

M. S. Pokhodnykh – undergraduate;

Статья поступила в редакцию 06.10.2022; одобрена после рецензирования 10.10.2022; принята к публикации 14.10.2022.

The article was submitted 06.10.2022; approved after reviewing 10.10.2022; accepted for publication 14.10.2022.