

«Брестэнерго» имеет доступ к биомассе, она может быть переработана в биогаз, который можно использовать для выработки электроэнергии [4].

Эти экологические инновации способствуют сокращению выбросов парниковых газов, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду, а также повышению эффективности производства и снижению эксплуатационных расходов. Кроме того, они могут способствовать привлечению инвестиций и повышению репутации РУП «Брестэнерго» как экологически ответственной организации [5]. Помимо этих общих идей, конкретные экологические инновации будут зависеть от текущих потребностей, ресурсов и стратегических целей РУП "Брестэнерго".

#### **Список использованных источников**

1. Экология: (Адаптированный курс для бакалавров) / В. Н. Большаков [и др.]; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко.: КНОРУС, 2018. 377 с.
2. Положение о Министерстве энергетике РБ | Минэнерго [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://minenergo.gov.by/about/polozhenie-o-ministerstve/>.- Дата доступа: 07.09.2023.
3. Энергетический баланс Республики Беларусь. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.belstat.gov.by/>. (дата доступа: 08.07.2023)
4. Русан, В. И. Энергетика и экологическая безопасность : [монография] / В. И. Русан, Ю. С. Почанин, В. П. Нистюк ; [под ред. В. И. Русана]. Минск : Энергопресс, 2016. С. 440.
5. Федорищева, Е. А. Энергетика. Проблемы и перспективы / Е.А. Федорищева. - Москва: Огни, 2018. С. 122.

#### **References**

1. Ekologiya: (Adaptirovannyu kurs dlya bakalavrov) / V. N. Bol'shakov [i dr.]; pod red. G. V. Tyagunova, Yu. G. Yaroshenko.: KNORUS, 2018. 377 s.
2. Polozhenie o Ministerstve energetike RB | Minenergo [Elektronnyy resurs] // Rezhim dostupa: <https://minenergo.gov.by/about/polozhenie-o-ministerstve/>.- Data dostupa: 07.09.2023.
3. Energeticheskiy balans Respubliki Belarus'. [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <https://www.belstat.gov.by/>. – Data dostupa: 08.07.2023
4. Rusan, V. I. Energetika i ekologicheskaya bezopasnost' : [monografiya] / V. I. Rusan, Yu. S. Pochanin, V. P. Nistyuk ; [pod red. V. I. Rusana]. - Minsk : Energopress, 2016. – S. 440.
5. Fedorishcheva, E. A. Energetika. Problemy i perspektivy / E.A. Fedorishcheva. - Moskva: Ogn, 2018. – S. 122.

© Melenchuk V.R., Kazinets M.T., 2023

УДК 621.3

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ЭКОНОМИКЕ БЕЛАРУСИ**

О. П. Мешик<sup>1</sup>, М. В. Борушко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail :omeshyk@gmail.com

<sup>2</sup>Магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства, старший преподаватель кафедры лингвистических дисциплин и межкультурных коммуникаций УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь

*В статье представлен обзор тенденций развития мирового и отечественного рынка гелиоэнергетики. Описан опыт и перспективы использования энергии солнца в различных отраслях экономики Республики Беларусь. Климатические ресурсы Беларуси достаточны для эффективной эксплуатации фотоэлектрических установок.*

*Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергия солнца, энергетика, сельское хозяйство.*

## **PROSPECTS FOR APPLYING SOLAR ENERGY IN BELARUS ECONOMY**

A. P. Meshyk<sup>1</sup>, M. V. Barushka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Brest State Technical University, Brest, Belarus, e-mail: omeshyk@gmail.com

<sup>2</sup>Brest State Technical University, Brest, Belarus

*The article presents an outlook of the world and local trends in solar power industry. It describes some experience and prospects for using solar energy in certain spheres of Belarus economy. The climate resources of the area are sufficient to operate and maintain PV facilities productively.*

*Key words: renewable energy, solar energy, electric power industry, agriculture*

Доля солнечной энергии в мировом спросе на электроэнергию составляет лишь 4,5 %, а более 70 % обеспечивается за счет невозобновляемых источников [1]. Однако, рост генерации солнечной энергии не имеет аналогов среди других технологий производства электроэнергии. Согласно данным Европейской ассоциации солнечной энергетики SolarPower Europe солнечные фотоэлектрические системы заняли две трети всех новых мощностей возобновляемой энергетики, установленных в 2022 году, и обеспечили самый высокий темп роста производства электроэнергии среди всех технологий производства электроэнергии (24 %) [1].

В 2022 году в мире было установлено 239 ГВт новых солнечных батарей, что превзошло масштаб ТВт. Положительная динамика рынка в первое полугодие 2023 года обещает еще один год солнечного бума, который, как ожидается, приведет к добавлению в мировую сеть 341 ГВт солнечной энергии к концу года, что соответствует росту на 43 % [2].

Эта солнечная «пихорадка» возникла после более скромного прогресса в предыдущие годы, которые характеризовались вызванными пандемией блокировками, турбулентностью в цепочке поставок и высокими ценами на продукцию от начала до завершения создания стоимости. Однако даже в более сложные времена солнечная промышленность демонстрировала очень высокую устойчивость: новые установленные мощности выросли на 19 % в 2020 году и на 18 % в 2021 году [2].

Рекордные установки в 2022 году были обусловлены выдающимися показателями в Китае, бесспорном лидере мирового рынка солнечной энергии: за год было добавлено почти 100 ГВт, а годовой рост составил 72 %. США сохранили свое место второго по величине рынка, несмотря на годовое снижение на 6 % до 21,9 ГВт, в то время как восстановление Индии продолжилось в 2022 году с 17,4 ГВт новой установленной мощности и ростом на 23 %. Замыкая пятерку крупнейших стран 2022 года, Бразилия удвоила уровень установки – 10,9 ГВт, а Испания стала крупнейшим европейским рынком с 8,4 ГВт. На региональном уровне доминирование Китая увеличило долю Азиатско-Тихоокеанского региона до 60 %, в то время как доля Европы осталась стабильной на уровне 19 %, а доля Америки снизилась до 17 %. При этом по установленной солнечной мощности на душу населения лидирует Австралия с почти 1,2 кВт [3].

В целом можно предположить, что солнечная энергетика в ближайшие годы будет продолжать развиваться быстрыми темпами. Насколько быстро будет зависеть от нормативно-

правовой базы, необходимой для обеспечения такого роста – от упрощения разрешений и повышения мощности энергосистем до поддерживаемых гибридных решений по хранению солнечной электроэнергии. Оптимальный сценарий на 2023 год предусматривает 402 ГВт новых солнечных батарей в этом году и около 800 ГВт в 2027 году. Достигнув более 1 ТВт общей солнечной мощности в 2022 году, виден потенциал для ежегодного рынка в масштабе ТВт к 2030 году [4].

В период с 2024 по 2027 годы на три крупнейших в мире рынка солнечной энергии – Китай, США и Индию будет приходиться 51–57 % мирового спроса на солнечную энергию, что снизится с 58 %, прогнозируемых в 2023 году. Ожидается, что каждая из этих стран будет устанавливать более 20 ГВт в 2024 году, при этом лидирует Китай с 161 ГВт, за ним следуют США с 42,1 ГВт и Индия с 24,5 ГВт. По прогнозам, в 2027 году эти три страны достигнут совокупной установленной мощности в 313 ГВт, причем Китай станет единственной страной, которая превысит годовой уровень установки в 200 ГВт, США превысит 60 ГВт, а Индия останется немного ниже 40 ГВт. Германия – единственная страна в мире, установившая мощность более 20 ГВт в 2026 году, за ней следует Испания с 18,1 ГВт [3].

Поскольку энергетическая безопасность является одной из главных целей Беларуси, ее высокая зависимость от импорта российской нефти и природного газа делает необходимым повышение энергоэффективности и развитие возобновляемых источников энергии. Энергетическая стратегия страны все больше фокусируется на снижении зависимости от импорта (особенно от природного газа от одного поставщика) путем развития местных источников энергии, внедрения атомной энергетики, снижения общего уровня потребления и сокращения количества природного газа в энергетическом балансе. Учитывая энергетическую независимость и диверсификацию импортных поставок в качестве стратегических целей до 2035 года, Беларусь планирует сократить российские поставки с 90 % до 70 % от общего объема импорта энергоносителей и сократить долю газа в производстве электроэнергии и тепла с 90 % до 50 % [5].

Одним из способов достижения этих целей является поддержка в стране развития возобновляемых источников энергии, включая гелиоэнергетику.

Анализ литературных источников [6–8] подтверждает, что гелиоэнергетические ресурсы на территории Республики Беларусь достаточны для развития различных отраслей экономики с использованием энергии солнца, хотя и колеблются в течение года. Фактическая продолжительность солнечного сияния на территории Беларуси составляет в 1750–1900 часов в год, увеличиваясь с севера, северо-запада на юг, юго-восток, примерно на 7 %: от 1740 (Лида, Ошмяны) до 1870 часов (Брагин). При этом наблюдается увеличение годовой продолжительности солнечного сияния в среднем на 46 часов за 10 лет [6].

Суммарная солнечная радиация колеблется от 3675 МДж/м<sup>2</sup> в Полоцке до 3953 МДж/м<sup>2</sup> в Брагине [7]. По всей территории Беларуси с февраля по ноябрь наблюдается период с энергетической освещенностью горизонтальной поверхности 0,60 кВт/м<sup>2</sup> и более, что является технически приемлемой суммарной солнечной радиацией, необходимой для продуктивной эксплуатации фотоэлектрических установок [7].

Согласно данным Государственного кадастра возобновляемых источников энергии на сегодняшний день на территории Беларуси установлено 111 солнечных электростанций различной мощности. Большинство солнечных электростанций имеют проектную мощность 1,3–17 МВт. Суммарная электрическая мощность всех установок ВИЭ в Беларуси достигла к 2023 году 954 МВт, из которых на долю солнечных электростанций приходится 282 МВт что является наибольшим показателем из всех источников ВИЭ (биогаз – 111 МВт, биомасса – 186 МВт, гидроэнергетика – 151 МВт, ветроустановки – 221 МВт) [9].

В Беларуси энергию солнца применяют не только для генерации электричества на солнечных электростанциях, но и для нужд горячего водоснабжения частных домовладений и многоквартирного жилищного фонда. Современные гелиоколлекторы позволяют полностью обеспечить нужды жильцов в горячей воде на протяжении 7–8 месяцев в году, а в остальное время подогревают воду до 30 градусов, существенно снижая расход газа, экономя до 80 % средств. При этом срок окупаемости гелиоколлекторных систем составляет всего 3–5 лет.

Жилищно-коммунальное хозяйство в Беларуси может быть одним из самых активных потребителей энергии солнца.

В то же время, на наш взгляд наибольшие экономические перспективы использования ВИЭ, в частности ресурсов солнечной энергии, в сельском хозяйстве. Это связано с возможной территориальной удаленностью объектов агропромышленного комплекса от энергетической инфраструктуры. Строительство протяженных линий электропередач, трансформаторных подстанций диктует целесообразность рассмотрения современных альтернатив, способных обеспечить определенные экономические эффекты. На сегодняшний день почвенные засухи в Беларуси являются сдерживающим фактором интенсификации сельскохозяйственного производства и требуют серьезных научных исследований и внедрения инновационных решений. Установка солнечных панелей и создание солнечных парков на высоте 2,5-3,0 метров от поверхности земли над возделываемыми культурными растениями способно обеспечить затенение поверхности и уменьшить суммарное испарение на 25-30 %. Вырабатываемую электроэнергию можно использовать для подачи воды на полив и другие сельскохозяйственные нужды. Фактические потребности в орошении сельскохозяйственных культур сегодня в Беларуси не вызывают сомнений. Электроэнергия от солнечных электростанций может быть востребована и для транспорта с электроприводом. Возможности технологий применения солнечной энергии в агропроизводстве могут найти применение при:

- сушке зерна, овощей и другой сельскохозяйственной продукции;
- тепличном хозяйстве (обогрев, освещение, капельный полив, использование различного электрооборудования);
- инкубации (инкубационное оборудование, работающее на солнечной энергии);
- рефрижерации (холодильники, работающие на солнечной энергии);
- содержании животных (электрооборудование, доильные аппараты, освещение и обогрев ферм и др.);
- выпасе скота (электропастухи, доильное оборудование, освещение)

В результате опытно-промышленной эксплуатации фотоэлектрических систем у ученых и практиков уже не осталось сомнений, что производить электроэнергию за счет солнца и использовать ее в таких странах, как Беларусь, вполне целесообразно.

#### **Список использованных источников**

1. SolarPower Europe (2023): Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027.
2. Levelized Cost Of Energy+ / Lazard (2023) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus> (дата доступа: 25.08.2023).
3. IEA (2023), World Energy Investment 2023, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>, License: CC BY 4.0
4. RE-Source Platform (2020), Introduction to Corporate Sourcing of Renewable Electricity in Europe, January 2020, RE-Source-introduction-to-corporate-sourcing.pdf (resource-platform.eu)
5. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь / Постановление Совета Министров Республики Беларусь 23.12.2015 № 1084
6. Мешик, О. П. Оценка гелиоэнергетических ресурсов климата Беларуси / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестник БрГТУ. 2020. № 2(120) : Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. С. 93–99. <https://doi.org/10.36773/1818-1212-2020-120-2.1-93-99>.
7. A. Meshyk, M. Barushka, V. Marozava, E. Sarkynov, An. Meshyk, Climate Resource Potential to Develop Solar Power in Belarus, E3S Web Conf., 212 (2020) 01012, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201012>
8. Мешик, О. П. Современные оценки характеристик солнечной радиации территории Республики Беларусь / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестник БрГТУ. 2023. № 2(131) : Технические науки (строительство, машиностроение, геоэкология); экономические науки. С. 115-122. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-131-2>.
9. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] / Минприроды Респ. Беларусь. – Минск, 2023. – URL: [http://www.minpriroda.gov.by/ru/new\\_url\\_19948904-ru/](http://www.minpriroda.gov.by/ru/new_url_19948904-ru/). (дата доступа: 25.08.2023).

## References

1. SolarPower Europe (2023): Global Market Outlook for Solar Power 2023-2027.
2. Levelized Cost Of Energy+ / Lazard (2023). <https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus/>.
3. IEA (2023), World Energy Investment 2023, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>, License: CC BY 4.0
4. RE-Source Platform (2020), Introduction to Corporate Sourcing of Renewable Electricity in Europe, January 2020, RE-Source-introduction-to-corporate-sourcing.pdf (resource-platform.eu)
5. Концепция енергетической безопасности Республики Беларусь / Постановление Совета Министров Республики Беларусь' 23.12.2015 № 1084
6. Meshik, O. P. Ocenka gelioenergeticheskikh resursov klimata Belarusi / O. P. Meshik, M. V. Borushko, V. A. Morozova // Vestnik BrGTU. – 2020. – № 2(120) : Vodohozjajstvennoe stroitel'stvo, teploenergetika i geojekologija. – S. 93–99. <https://doi.org/10.36773/1818-1212-2020-120-2.1-93-99>.
7. A. Meshyk, M. Barushka, V. Marozava, E. Sarkynov, An. Meshyk, Climate Resource Potential to Develop Solar Power in Belarus, E3S Web Conf., 212 (2020) 01012, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201012>
8. Meshik, O. P. Sovremennye ocenki karakteristik solnechnoj radiacii territorii Respubliki Belarus' / O. P. Meshik, M. V. Borushko, V. A. Morozova // Vestnik BrGTU. – 2023. – № 2(131) : Tehnicheskie nauki (stroitel'stvo, mashinostroenie, geojekologija); jekonomicheskie nauki. – S. 115-122. <https://doi.org/10.36773/1818-1112-2023-131-2>.
9. Gosudarstvennyj kadastr vozobnovljaemyh istochnikov jenergii [Jelektronnyj resurs] / Minprirody Resp. Belarus'. – Minsk, 2023. – Rezhim dostupa: [http://www.minpriroda.gov.by/ru/new\\_url\\_19948904-ru/](http://www.minpriroda.gov.by/ru/new_url_19948904-ru/). – Data dostupa: 25.08.2023.

© Meshyk A. P., Barushka M. V., 2023

УДК 332.14:35.351

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «УМНЫХ ГОРОДОВ» В БЕЛАРУСИ

С. В. Монтик<sup>1</sup>, А.П. Головач<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Брестский государственный технический университет  
Республика Беларусь, г. Брест, ул. Московская, 267.  
[svmontik@mail.ru](mailto:svmontik@mail.ru)

*Долгосрочная стратегия развития городов Беларуси связана с реализацией концепции зеленого «умного города».*

*«Умный город», «зеленая экономика», городская мобильность, городская экосистема, интернет вещей.*

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF «SMART CITIES» IN BELARUS

S.V. Montik<sup>1</sup>, A.P. Golovach<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Brest State Technical University  
Republic of Belarus, Brest, st. Moskovskaya, 267.  
[svmontik@mail.ru](mailto:svmontik@mail.ru)