

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КАДАСТРА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ БРЕСТА)

О. П. Мешик¹, М. В. Борушко²

¹ К. т. н., доцент, декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, omeshyk@gmail.com

² Магистр технических наук, аспирант кафедры природообустройства, старший преподаватель кафедры лингвистических дисциплин и межкультурных коммуникаций УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, borushko.marina@mail.ru

Аннотация

В работе представлен систематизированный свод данных интегральных климатических характеристик гелиоэнергетических ресурсов, который включает в себя данные о продолжительности солнечного сияния, облачности, солнечной радиации и энергетической освещенности территории Бреста, в качестве возможного примера при создании гелиоэнергетического кадастра Республики Беларусь.

Ключевые слова: гелиоэнергетический кадастр, продолжительность солнечного сияния, облачность, солнечная радиация, энергетическая освещенность территории.

DATA CONTENT FOR SOLAR ENERGY CADASTRE OF BELARUS (WITH BREST AS AN EXAMPLE)

A. Meshyk¹, M. Barushka²

Abstract

The paper presents a dataset of integral climate parameters of solar energy resources in Brest (Belarus). It includes data about sunshine duration, cloudiness, solar radiation, and solar irradiance in Brest. The research could serve as an example to compile a solar energy cadastre of Belarus.

Keywords: solar energy cadastre, sunshine duration, cloudiness, solar radiation, solar irradiance.

Введение. Гелиоэнергетический кадастр предоставляет информацию об условиях естественной освещенности территории, обеспечивает критически важные отрасли экономики (энергетика, сельское хозяйство, промышленность, строительство, транспорт и др.) данными о распределении гелиоэнергетического потенциала по определенной территории и дает возможность выделить районы в разной степени пригодные для локализации и использования установок солнечной энергетики.

Актуальность данного исследования обусловлена отсутствием в Беларуси детально разработанного гелиоэнергетического кадастра, характеризующего режим распределения энергии солнца по территории Беларуси.

Объектом исследования являются данные актинометрических наблюдений (фактическая продолжительность солнечного сияния (ПСС), средняя ПСС за день с солнцем, возможная ПСС) и характеристик облачности (количество дней пасмурных по нижней и общей облачности, количество дней ясных по нижней и общей облачности, балл нижней и общей облачности), наблюдаемые на метеостанции «Брест» с 1979 по 2022 годы и анализируемые в данном исследовании, а также результаты расчетов энергетической освещенности данной территории.

Основной целью исследования является систематизированный свод данных интегральных климатических характеристик гелиоэнергетических ресурсов по метеостанции «Брест» в условиях изменяющегося климата.

Задачами исследования являются:

- изучение специфики гелиоэнергетических характеристик (продолжительность солнечного сияния, режим облачности) по метеостанции «Брест»;
- статистический анализ характеристик гелиоэнергетических ресурсов Бреста;
- оценка временной изменчивости характеристик гелиоэнергетических ресурсов Бреста;
- изучение методики составления кадастра гелиоэнергетического потенциала исследуемой территории;
- систематизация и сведение данных, необходимых для составления гелиоэнергетического кадастра Республики Беларусь на примере Бреста.

Материалы и методы. В настоящем исследовании использованы материалы Справочника по климату Беларуси (Часть 5, 6) [1, 2] государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», характеризующие радиационный режим и облачность территории Беларуси. Временные ряды за репрезентативный 43-летний период с 1979 по 2022 годы приняты по метеостанции «Брест» в соответствии с данными климатического кадастра Республики Беларусь, публикуемыми в метеорологических ежемесячниках [3] и включают данные о фактической ПСС, средней ПСС за день с солнцем, возможной ПСС, количестве дней пасмурных по нижней и общей облачности, количестве дней ясных по нижней и общей облачности, балле нижней и общей облачности.

В работе реализованы методы статистической обработки данных наблюдений, в частности, методы корреляционного и регрессионного анализа, аналитических расчетов, анализ временных рядов и др. Обработка данных расчетов проводилась с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office.

Результаты и обсуждение. Кадастр – это систематизированный свод сведений, официально составленный на основе периодических или непрерывных наблюдений (например, земельный кадастр, водный, лесной и др.) [4]. В Респуб-

лике Беларусь детально разработаны Государственный земельный кадастр, Государственный водный кадастр и др. Также существует Государственный кадастр возобновляемых источников энергии (ВИЭ), который помимо прочего включает в себя раздел «Энергия солнца» [5]. Он содержит данные о количестве установок и площадок возможного и фактического размещения установок по использованию ВИЭ, о производителях энергии из ВИЭ, справочные документы, в том числе о наилучших доступных технических методах в области ВИЭ, о мощности действующих установок по использованию ВИЭ, об отпуске электрической и (или) тепловой энергии, производимой из ВИЭ, о сокращении выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух в Республике Беларусь [6], т. е., количественные показатели уже достигнутых результатов внедрения ВИЭ в Беларуси. К сожалению, Государственный кадастр ВИЭ не содержит информацию об энергетическом (в частности, гелиоэнергетическом) потенциале территории Беларуси, которая была бы полезна при проведении проектных работ в различных сферах экономики. Данная работа – это попытка представить систематизированный свод данных, характеризующих гелиоэнергетический потенциал Бреста.

Для оценки потенциальных гелиоресурсов рекомендуют учитывать следующие климатические характеристики [7]:

1. Общие климатические характеристики, необходимые для оценки природного гелиопотенциала:

- Продолжительность солнечного сияния по месяцам и за год.
- Средняя продолжительность солнечного сияния за день с солнцем.
- Число дней без солнца.
- Отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной.
- Суммы прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность.
- Максимальный суточный приход солнечной радиации.

2. Специализированные характеристики для решения задач гелиоэнергетики (оценки солнечных ресурсов, принципиально доступных для использования, и технически реализуемых солнечных энергетических ресурсов):

- Приход солнечной радиации на наклонные поверхности.
- Технически реализуемые солнечные энергетические ресурсы: выработка тепловой энергии; выработка электрической энергии.

Данная работа представляет общие климатические характеристики и включает в себя осредненные данные наблюдений по метеостанции «Брест», а также результаты вычислений, методики которых представлены в работах [8, 9, 10]. Полученные данные сведены в таблицу 1, где приняты следующие обозначения:

- SS – продолжительность солнечного сияния (часы);
- $SS/SS_{\text{возм}}$ – отношение наблюдавшейся продолжительности солнечного сияния к возможной (%);

- $SS_{\text{ср. за день с солнцем}}$ – средняя продолжительность солнечного сияния за день с солнцем (часы);
- P – число дней без солнца (общая облачность);
- U – среднемесячное и годовое количество общей облачности (баллы);
- Q – среднемесячная и годовая суммарная солнечная радиация ($\text{МДж}/\text{м}^2$), рассчитанная по методике [8];
- Q – среднемесячная и годовая интенсивность солнечной радиации ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$), рассчитанная из соотношения $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2 = 3,6 \text{ МДж}/\text{м}^2$;
- $Q_{\text{ср за день}}$ – интенсивность солнечной радиации в среднем за день ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$).

Таблица 1 – Основные характеристики гелиоэнергетического кадастра (станция «Брест»)

Показатель	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SS (часы)	44, 1	70, 1	139, 2	194, 1	262, 1	270, 3	274, 5	256, 2	172, 7	122, 8	48, 7	34, 6	1886, 9
$SS/SS_{\text{возм}}$ (%);	16, 9	24, 8	36,7	45,9	53,9	53,4	54,1	56,7	44,7	36,9	18, 6	14, 5	41,8
$SS_{\text{ср. за день с солнцем}}$ (часы)	3,3	4,4	5,8	7,5	9,0	9,5	9,3	8,6	6,6	5,1	3,5	2,9	6,5
P (дней)	17, 1	13, 9	11,0	9,4	7,2	7,3	6,1	5,3	8,3	10,5	15, 5	18, 0	130,0
U (балл)	7,9	7,3	6,5	6,0	5,7	6,0	5,8	5,3	5,8	6,2	7,8	7,9	6,5
Q ($\text{МДж}/\text{м}^2$)	73	143	291	431	576	618	610	500	341	206	94	51	3933
Q ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$)	20	40	81	120	160	172	170	139	95	57	26	14	1093
$Q_{\text{ср за день}}$ ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$)	0,6	1,4	2,6	4,0	5,2	5,7	5,5	4,5	3,2	1,8	0,9	0,5	3,0

В таблице представлены общие климатические характеристики, необходимые для оценки природного гелиоэнергетического потенциала территории. Их можно дополнить такими специализированными данными, как продолжительность периода за сутки с энергетической освещенностью $Q \geq 0,60 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ при средних условиях облачности; количество энергии ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$), вырабатываемое за сутки/месяц/год фотоэлектрической батареей со следящей за солнцем поверхностью и с неподвижной поверхностью и др.

Заключение. В работе представлен систематизированный свод данных интегральных климатических характеристик гелиоэнергетических ресурсов по метеостанции «Брест» для последующего их применения при создании гелиоэнергетического кадастра Республики Беларусь, целью которого является предоставить информацию об условиях энергетической освещенности территории, обеспечить различные отрасли экономики (энергетика, сельское хозяйство, промышленность, строительство, транспорт и др.) данными о распределении гелиоэнергетического потенциала по территории и выделить районы, в разной степени пригодные для размещения

и эксплуатации установок солнечной энергетики. В перспективе для удобства пользователей имеет смысл составить цифровой гелиоэнергетический кадастр Республики Беларусь в виде электронной интерактивной карты с информацией о гелиоэнергетическом потенциале территории в каждой административно-территориальной единице Республики Беларусь.

Список цитированных источников

1. Справочник по климату Беларуси. Часть 5. Влажность воздуха. Солнечное сияние. Метеорологическая дальность видимости / Под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 48 с.
2. Справочник по климату Беларуси. Часть 6. Облачность. Атмосферные явления / Под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 56 с.
3. Климатический кадастр Республики Беларусь. Метеорологический ежемесячник. – Минск : Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, 1979–2022 гг.
4. Кадастр // Исландия — Канцеляризм. — М. : Большая российская энциклопедия, 2008. — С. 374. — (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов ; 2004—2017, т. 12).
5. Государственный кадастр возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] / Минприроды Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – Режим доступа: http://www.minpriroda.gov.by/ru/new_url_19948904-ru/. – Дата доступа: 20.04.2023.
6. Об утверждении Инструкции о некоторых вопросах ведения государственного кадастра возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс] : постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 29 августа 2011 г., № 29 8/24091 // Национальный реестр правовых актов РБ. – Режим доступа: https://pravo.by/pdf/2011-99/2011_99_8_24091.pdf. – Дата доступа: 28.08.2023
7. Руководство по специализированному климатологическому обслуживанию экономики / под ред. Н. В. Кобышевой. – СПб, 2008. – 336 с.
8. 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>.
9. 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>
10. 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>.