

О. П. Мешик

О. P. Meshyk
omeshik@mail.ru

М. В. Борушко

M. V. Barushka
borushko.marina@mail.ru

В. А. Морозова

V. A. Marozava
vmorozova-brest@mail.ru

Учреждение образования «Брестский государственный
технический университет», г. Брест, Республика Беларусь
Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

**ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ
ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКИ**

**PECULIARITIES IN SPATIAL DISTRIBUTION OF CLIMATE RESOURCES THAT
PREDETERMINE FEASIBILITY TO GENERATE SOLAR ENERGY IN BELARUS**

Аннотация: Рассматриваются характеристики климата, представляющие собой природный гелиоэнергетический потенциал территории Беларуси. Оценена пространственная изменчивость радиационного режима. Сделаны выводы о перспективах развития гелиоэнергетики в Беларуси.

Abstract: This research considers some climate characteristics which predetermine the nature's potential for generating solar energy on the territory of Belarus. The authors estimate the space-time variability of the country's radiation regime. They analyze and make a conclusion about the perspectives to develop solar energy facilities in Belarus.

Ключевые слова: энергетическая освещенность, прозрачность атмосферы, продолжительность солнечного сияния, облачность.

Keywords: solar irradiance, air clearness, sunshine duration, cloudiness.

В настоящем исследовании использованы материалы климатического кадастра Республики Беларусь, характеризующие радиационный режим территории Беларуси, облачность и атмосферные явления. Временные ряды приняты по 46 метеостанциям за репрезентативный 41-летний период (1979–2019 гг.). В работе использованы методы

статистической обработки экспериментальных данных, аналитических расчетов и картографирования.

В настоящее время в Республике Беларусь доля возобновляемых источников энергии составляет 5,1% [4]. Согласно Концепции энергетической безопасности к 2035 г. запланировано довести показатель использования возобновляемой энергии до 9% от валового потребления энергии [7]. В Республике Беларусь эксплуатируется 108 установок, преобразующих солнечную энергию в электрическую. Большинство солнечных электростанций имеют проектную мощность 1,3–17 МВт. Суммарная мощность электростанций в Беларуси достигла к 2020 г. около 250 МВт, что является достаточно скромным показателем и имеет существенные резервы для расширения.

Для обоснования целесообразности развития гелиоэнергетики на конкретных территориях следует оценивать теплоэнергетические ресурсы климата, куда относятся характеристики радиационного режима, являющиеся производными от солнечного излучения [2]. В распределении солнечной энергии и превращениях ее в атмосфере, на земной поверхности участвует множество факторов. Основные из них [8]: состояние облачности; профили температуры, водяного пара и озона; наличие пыли и дымки в атмосфере; спектральные свойства подстилающей поверхности и др.

Существует большое количество работ, в которых оцениваются гелиоэнергетические ресурсы климата Беларуси [1, 4, 6, 9 и др.], регионов России [3, 5, 10 и др.] и других стран. Все эти работы объединяют выполненные статистические обобщения параметров радиационного режима. Отмечается, что условия являются благоприятными для развития гелиоэнергетики несмотря на значительную территориальную удаленность и количественные различия в исследуемых характеристиках. Пространственно-временная изменчивость исследуемых характеристик нуждается в детализации, требуется более широкое привлечение методов аналитических расчетов в виду ограниченности данных актинометрических наблюдений.

Поступление солнечной радиации определяется географическим положением Беларуси и зависит от продолжительности солнечного сияния и облачности, а также от высоты солнца над горизонтом в разное время года. На севере Беларуси самый длинный день в 2,5 раза длиннее наиболее короткого, на юге – в 2,1 раза. Разница в продолжительности дня между ее северной и южной частями, как летом, так и зимой около одного часа. Летом на севере Беларуси день длиннее, чем на юге, но солнце стоит ниже; это несколько уменьшает различия в климатических условиях между южными и северными районами. Зимой же, когда и продолжительность дня, и высота стояния солнца над горизонтом на юге больше, чем на севере, юг оказывается в более выгодных условиях, чем север [8].

Возможная продолжительность солнечного сияния на территории Беларуси составляет 4495 ± 10 часов в год. На севере она больше, что обусловлено рефракцией. Поэтому различия в действительной продолжительности солнечного сияния определяются режимом облачности. Средняя годовая продолжительность солнечного сияния увеличивается с севера, северо-запада на юг, юго-восток, примерно на 7%: от 1740 (Лида, Ошмяны) до 1870 часов (Брагин) (рис. 1) [7].

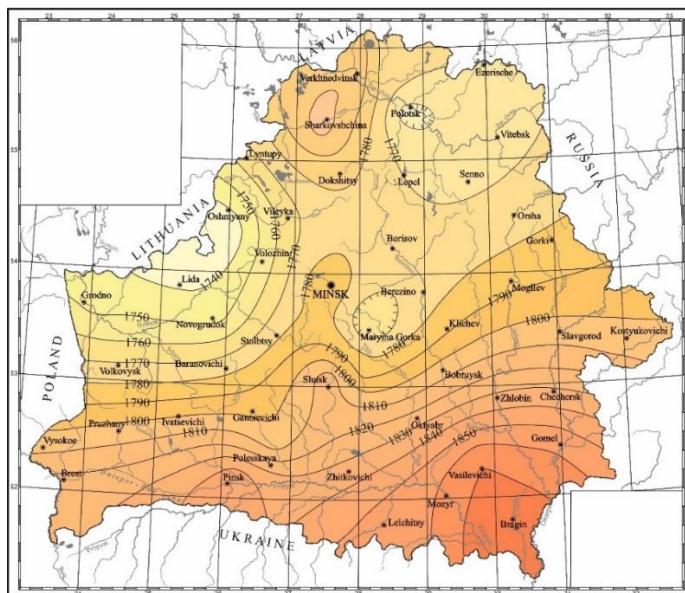


Рис. 1. Продолжительность солнечного сияния на территории Беларуси, часов в год

Количество ясных дней с общей облачностью имеет ту же тенденцию: увеличивается с севера, северо-запада на юг, юго-восток: от 20 (Гродно, Полоцк, Могилев) до 30–35 дней (Мозырь, Брагин) и с нижней облачностью от 50 (Высокое) до 100 дней (Мозырь, Пинск, Жлобин) (рис. 2). Также имеет место уменьшение в том же направлении числа пасмурных дней по общей облачности со 160 (Полоцк, Шарковщина) до 120 дней (Брагин, Мозырь) и по нижней облачности со 120 (Борисов, Лепель, Сенно) до 60 дней (Василевичи, Пружаны) (рис.3). Следует отметить, что в отличие от продолжительности солнечного сияния, параметры облачности на картах характеризуются значительной пятнистостью, что предполагает поиск закономерностей с характеристиками ландшафтов [8].

Наблюдается корреляция роста средней годовой продолжительности солнечного сияния, количества ясных дней с общей и нижней облачностью и уменьшением числа пасмурных дней по общей и нижней облачности с севера, северо-запада на юг, юго-восток [8]. Облачность уменьшает годовые суммы суммарной солнечной радиации в 2,5–3 раза. Например, в Минске при отсутствии облачности годовые суммы могут быть 4485 Мдж/м^2 . Годовые суммы суммарной радиации уменьшаются примерно на 40 % по сравнению с теми,

какими они были бы при безоблачном небе (Рис. 2, 3). В то же время суммы рассеянной радиации в средних условиях облачности примерно на 40 % больше, чем при ясном небе [8].

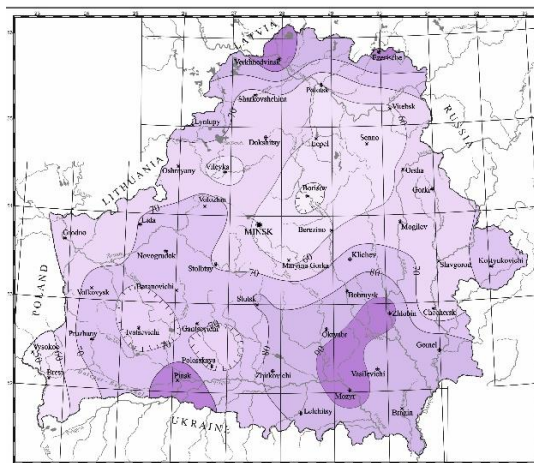
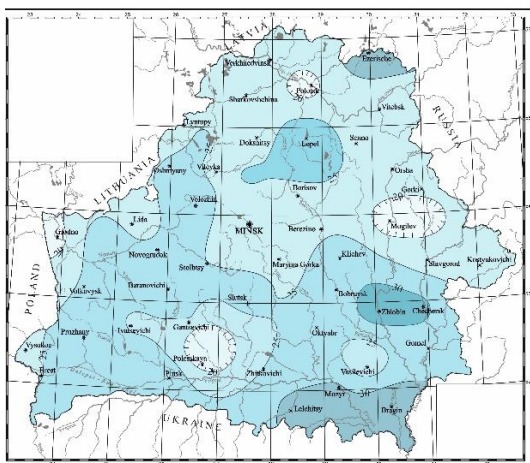


Рис. 2. Число ясных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси

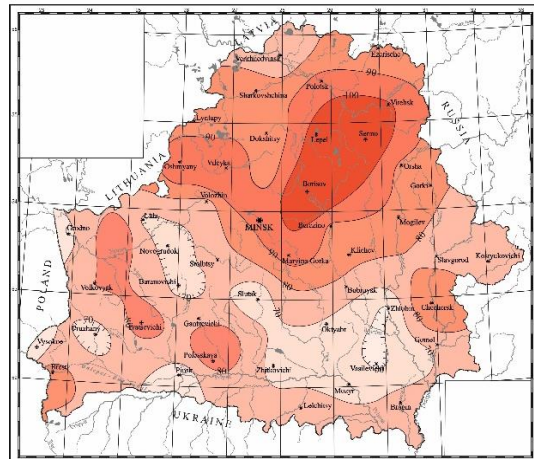
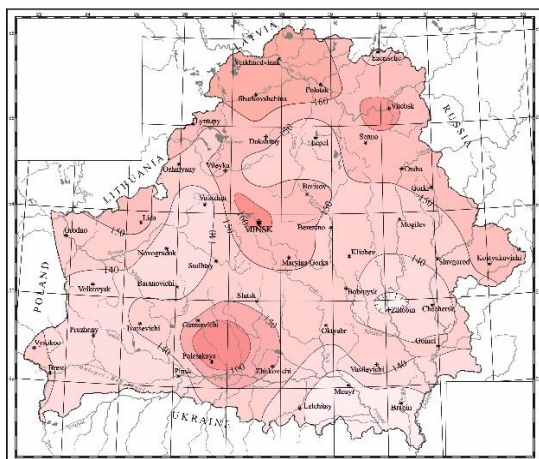


Рис. 3. Число пасмурных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси

Выполненные расчеты и районирование характеристик, отражающих влияние солнечной энергии на земную поверхность, позволяют считать достаточным и перспективным гелиоэнергетический потенциал исследуемой территории.

Несмотря на то, что в Республике Беларусь в виду развития ядерной энергетики и ближайшему вводу БелаЭС прогнозируется профицит электрической энергии, необходимо идти по пути диверсификации источников. Это позволит укрепить национальную безопасность страны и снизить зависимость от внешних факторов, минимизировать рыночные риски и энергетические сбои. В настоящее время зависимость от импортных углеводородов велика и необходимо развитие альтернативной «зеленой» энергетики, обеспечивающей также экологическую безопасность.

Список литературы

1. Climate Resource Potential to Develop Solar Power in Belarus / A. Meshyk, M. Barushka, V. Marozava, E. Sarkynov, An. Meshyk. – Text : electronic // E3S Web Conf., 212 (2020) 01012. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021201012>.
2. *Meshyk, A.* Thermal Resources of the Climate of West Polesie, Belarus / A. Meshyk, M. Sheshka, M. Barushka. – Text : direct // 7th International Congress on Energy and Environment Engineering and Management (CIEM7) : Abstracts Book, Canary Islands, Spain, 17–19 July 2017. – Las Palmas (Spain), 2017. – P. 94–95.
3. *Бутолин, А. П.* Возобновляемые источники энергии Южного Урала / А. П. Бутолин, В. А. Щерба, Е. А. Абрамова. – Текст : электронный // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 4. – С. 20–25. – doi: 10.24411/1816-1863-2018-14020.
4. *Врублевский, Б. И.* Направления использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии в Республике Беларусь / Б. И. Врублевский, И. В. Сенько. – Текст : непосредственный // Потребительская кооперация. – 2015. – № 2 (49). – С. 27–32.
5. *Горбаренко, Е. В.* Изменчивость солнечного сияния в Москве за период 1955–2017 гг. / Е. В. Горбаренко. – Текст : непосредственный // Метеорология и гидрология. – 2019. – № 6. – С. 24–36.
6. *Камлюк, Г. Г.* Гелиоэнергетические ресурсы и перспективы развития гелиоэнергетики в Республике Беларусь / Г. Г. Камлюк. – Текст : непосредственный // Энергетическая стратегия. – 2012. – № 6 (30). – С. 35–37.
7. *Мешик, О. П.* Оценка гелиоэнергетических ресурсов климата Беларуси / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова. – Текст : электронный // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2020. – № 2 (120). – С. 93–99. – <https://doi.org/10.36773/1818-1212-2020-120-2.1-93-99>.
8. *Мешик, О. П.* Перспективы развития солнечной энергетики в Республике Беларусь / О. П. Мешик, М. В. Борушко // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, приуроченной к 1000-летию г. Бреста, 12–14 сентября 2019 г. / Брест. гос. ун-т. Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 2. – С. 250–253.
9. *Мешик, О. П.* Потенциальные климатические ресурсы для развития гелиоэнергетики в Беларуси / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти член-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я. В. – Рязань : РГАТУ, 2020. – Ч. 1. – С. 86–91.

10. Развитие солнечной энергетики в мире и России // Энергетический бюллетень. – 2017.
– Вып. 44. – С. 14–18.