

## ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ОСВЕЩЕННОСТЬ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

**Борушко М. В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, borushko.marina@mail.ru  
Научный руководитель – Мешик О. П., к.т.н., доцент.

*The article presents an analysis of spatial distribution of the factors that influence solar radiation obtained by the land surface in Belarus. These factors include total solar radiation, sunshine duration, the number of cloudy and clear days in a year. The analysis shows a correlation of all these factors.*

Развитие солнечной энергетики в Западной Европе является первостепенной задачей, поскольку позволяет обеспечить ее страны экологически безопасным и возобновляемым источником энергии, а также диверсифицировать источники энергии, а следовательно, не зависеть от поставок нефти и газа. За последние десять лет Европейский союз начал производить и потреблять в 50 раз больше солнечной энергии [1]. Так, по оценкам Европейской ассоциации солнечной энергетики Solarpower Europe, вновь установленная мощность солнечных электростанций в европейских странах составила в 2017 году не менее 8,61 ГВт, что означает рост на 28% по сравнению с 2016 годом. В целом перед ЕС стоит задача достичь к 2020 году долю использования возобновляемых источников энергии в 30% от всего объема потребления электроэнергии [2].

Лидером развития солнечной энергетики в Европе является Германия. Территория Республики Беларусь расположена в сопоставимых с Германией географических условиях (Берлин – 52.52°С 13.41°В 74м над у.м., Минск – 53.8°С 27.8°В 196м над у.м.), имея примерно одинаковое количество солнечных дней. Более того, исследования показывают, потенциал гелиоэнергетики на большей части территории Беларуси примерно на 10 % выше, чем в европейских странах, расположенных на той же широте или даже южнее. Имея всего 30 солнечных дней в году, за четыре года Беларусь увеличила производство солнечной энергии в 70 раз, с 0,4 млн мВт·ч в 2013 году до 28 млн мВт·ч в 2016 году [1]. Современное оборудование, в том числе отечественное, уже сейчас позволяет достичь окупаемости капитальных вложений.

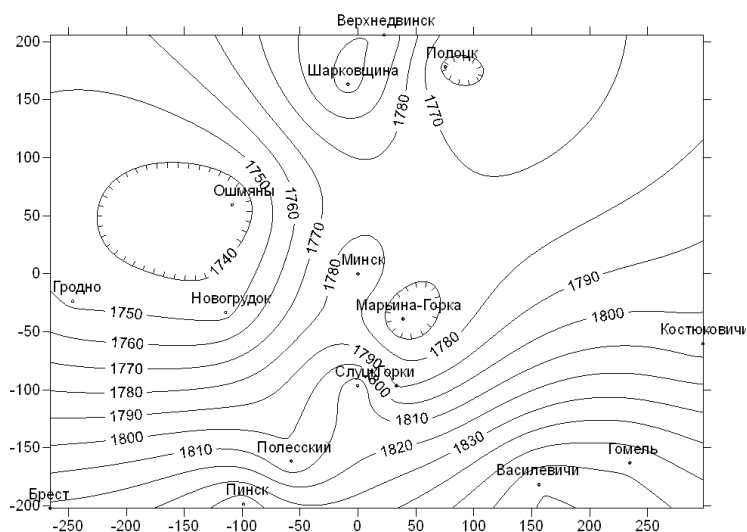
Для обеспечения эффективного применения технологии получения солнечной энергии на территории Беларуси необходимо научнообоснованное исследование особенностей ее климатических условий. Целью данной работы является оценка пространственной изменчивости факторов, влияющих на энергетическую освещенность земной поверхности территории Беларуси, среди которых суммарная солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния, число ясных и пасмурных дней в году с общей и нижней облачностью.

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, примерно 1 час. Летом на севере Беларуси день длиннее, чем на юге, но солнце стоит ниже; это несколько

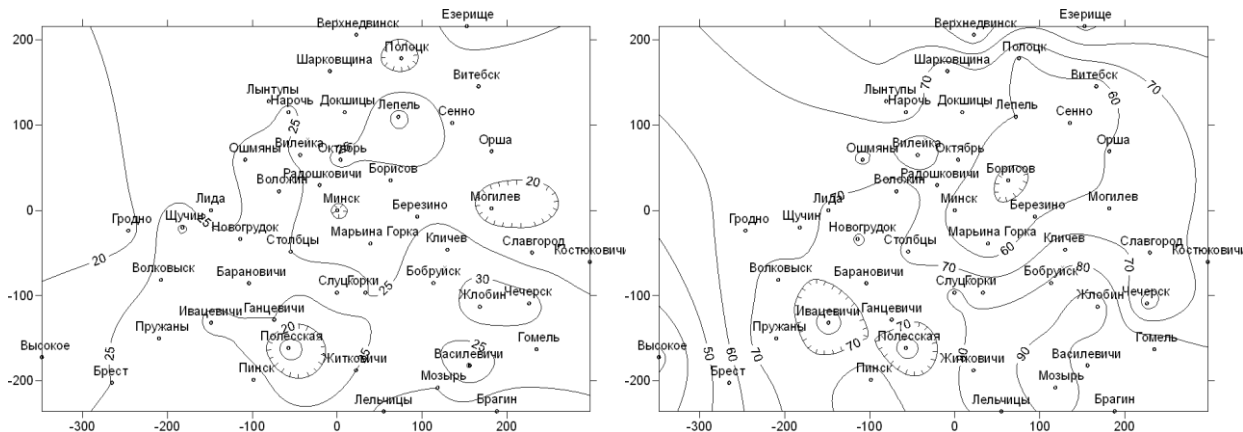
уменьшает различия в климатических условиях между южными и северными районами. Зимой же, когда и продолжительность дня, и высота стояния солнца над горизонтом на юге больше, чем на севере, юг оказывается в более выгодных условиях, чем север [3].

Солнечное сияние подразумевает наличие прямой солнечной радиации. При этом определяющим фактором является не интенсивность, а сам факт поступления прямых солнечных лучей. Нижний порог интенсивности прямой радиации на перпендикулярную поверхность, начиная с которого отмечается солнечное сияние, равен  $0,12 \text{ кВт/м}^2$ . Под продолжительностью солнечного сияния понимают время, когда солнце находится над горизонтом (возможная продолжительность солнечного сияния). На территории Беларуси оно составляет  $4495 \pm 10$  часов в год. На севере 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 (Гродно, Ошмяны) до 1860 часов (Гомель, Брагин) (рис. 1). Количество ясных дней с общей облачностью имеют ту же тенденцию, т. е. увеличивается с севера, северо-запада на юг, юго-восток: от 20 (Гродно, Полоцк) до 30-35 дней (Мозырь, Брагин) и с нижней облачностью от 60 (Брест, Гродно) до 100 дней (Мозырь) (рис. 2).

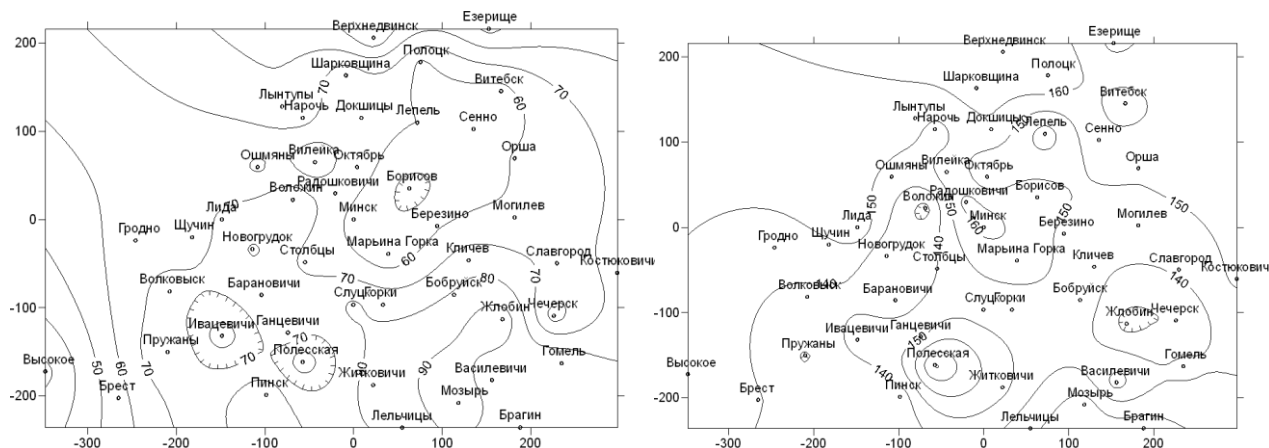


**Рисунок 1 – Продолжительность солнечного сияния на территории Беларуси, часов в год**



**Рисунок 2 – Число ясных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси**

Это соответствует уменьшению в том же направлении числа пасмурных дней по общей облачности со 180 (Полоцк) до 120 дней (Брагин) и по нижней облачности со 120 (Борисов) до 60 дней (Василевичи) (рис. 3) [4].



**Рисунок 3 – Число пасмурных дней по общей облачности (слева), нижней облачности (справа) на территории Беларуси**

Таким образом, 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.

Годовые суммы суммарной радиации в Беларуси меняются, примерно от 4100 Мдж/м<sup>2</sup> на юге республики до 3500 Мдж/м<sup>2</sup> на севере и в районе Вилейки. Общий приход радиации на юге примерно на 16 % больше, чем на севере, и в среднем можно наблюдать увеличение прихода радиации на 100 Мдж/м<sup>2</sup> на каждые 100 км продвижения к югу.

В годовой сумме суммарной солнечной радиации рассеянная радиация составляет более половины (55%). По территории Беларуси ее годовые суммы меняются в пределах 10 %, от 2100 Мдж/м<sup>2</sup> на юге до 1900 Мдж/м<sup>2</sup> на севере. Намного больше (25 %) меняются суммы энергетической освещенности прямой радиацией. Прямая радиация наиболее чувствительна к облачности. В пасмурную погоду она уменьшается до нуля, а рассеянная может оставаться достаточно большой; облака верхнего и среднего яруса, существенно уменьшая прямую радиацию, зачастую при этом не только не уменьшают, а увеличивают рассеянную. Изолинии сумм прямой радиации провести практически невозможно. Суммы прямой радиации близки на крайнем северо-западе в Верхнедвинске, на юго-востоке в Василевичах и в центре республики – в Минске (1720-1750 Мдж/м<sup>2</sup>), на западе – в Гродно и на востоке – в Могилеве (1750-1770 Мдж/м<sup>2</sup>). Это соответствует характеристикам облачного покрова. И все-таки наибольшие суммы суммарной солнечной радиации – на крайнем юге в районе Брагина (2005 Мдж/м<sup>2</sup>). 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<sup>2</sup>. Годовые суммы суммарной радиации уменьшаются примерно на 40 % по сравнению с теми, какими они были бы при безоблачном небе. В то же время суммы рассеянной радиации в средних условиях облачности примерно на 40 % больше, чем при ясном небе.

Необходимо отметить, что районирование характеристик, отражающих влияние солнечной энергии на земную поверхность, является важной прикладной задачей, позволяющей в реальных условиях оценить ту часть солнечной энергии, которая потенциально может использоваться в различных отраслях экономики, прежде всего в энергетике. Поиск альтернативных источников получения энергии является приоритетной задачей обеспечения национальной безопасности государства.

### **Список цитированных источников**

1. Как в Беларуси развивается солнечная энергетика. Сайт: Зялены партал таварыства «Зяленая сетка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/11-06-2018/kak-v-belarusi-razvivaetsya-solnechnaya-energetika> – Дата доступа: 21.03.2019.

2. В 2017 году прирост солнечных мощностей в Европе составил 8,61 ГВт. Сайт: [Electrovesti.net](https://elektrovesti.net/59111_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://elektrovesti.net/59111\\_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt](https://elektrovesti.net/59111_v-2017-godu-prirost-solnechnykh-moshchnostey-v-evrope-sostavil-861-gvt) – Дата доступа: 01.02.2019.

3. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996.

4. Климатический справочник. Сайт: [Pogoda.by](http://www.pogoda.by) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/climat-directory/> – Дата доступа: 01.03.2019.

УДК 550.34

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ПРОВИНЦИИ ГУЙЧЖОУ (КИТАЙ)**

### **Ван Хао**

Белорусский государственный университет, Г. Минск, Республика Беларусь.  
[vamkhao@gmail.com](mailto:vamkhao@gmail.com). Научный руководитель - Лопух П. С., д.г.н., профессор.  
Белорусский государственный университет.

*The economy of Guizhou province, as well as the whole of China, is developing rapidly and steadily. However, the lack of water resources in modern conditions and in the future will limit its development, it is necessary to create new approaches and models of optimal use of water resources of the province.*

Провинция Гуйчжоу расположена на крайнем юго-западе Китая. Ее площадь составляет 176167 км<sup>2</sup>, принадлежит бассейну рек Янцзы (65,7 %) и Чжуцзян (34,3%). На бассейн реки Янцзы приходится 115747 км<sup>2</sup>, на бассейн реки Чжуцзян, соответственно, 60420 км<sup>2</sup>.

Провинция Гуйчжоу расположена на восточном большом ступенчатом склоне плато Юньнань-Гуйчжоу. Это субтропический карстовый горный район, который поднимается между Сычуаньским бассейном, холмами Гуанси и холмами Сянси. Рельеф поверхности провинции Гуйчжоу представляет собой гористую местность (92,5 %). На всей ее территории развит карст, площадь распространения карбонатных пород составляет 73 % от ее общей площади.