

УДК 551.521.11(476)

О. П. МЕШИК, М. В. БОРУШКО

Беларусь, Брест, БрГТУ

E-mail: omeshik@mail.ru

ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Солнечная радиация – основной источник энергии на земле. Она играет первостепенную роль во многих биохимических процессах и формирует климат. В Республике Беларусь есть потребность в изучении особенностей пространственно-временного распределения характеристик солнечной радиации в связи с современными изменениями климата и его воздействиями на природу и жизнедеятельность человека, а также с внедрением энергосберегающих технологий и развитием возобновляемых, экологически безопасных энергоресурсов. Продолжительность солнечного сияния (далее – ПСС) является интегральным показателем, характеризующим приход солнечной радиации на земную поверхность. Продолжительность солнечного сияния зависит от широты местности, сезона года, режима облачности, который в свою очередь определяется характером циркуляционных процессов. Продолжительность солнечного сияния и режим облачности является одним из наиболее важных показателей, которые влияют на экологию, сельское хозяйство, здоровье человека и другие аспекты жизнедеятельности, поэтому их следует учитывать, в частности в градостроительстве, при планировании различных сельскохозяйственных мероприятий, для оценки гелиоэнергетических ресурсов территорий и других видов деятельности [1].

В настоящем исследовании использованы данные, характеризующие радиационный режим и облачность территории Беларуси [2; 3]. Временные ряды за репрезентативный 44-летний период с 1979 по 2022 г. приняты по 13 метеостанциям в соответствии с [4] и включают данные о фактической продолжительности солнечного сияния, 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.

Как уже было сказано, ПСС зависит не только от широты местности [5], сезона года, высоты солнца над горизонтом в разное время года, но также от режима облачности, который в свою очередь зависит от особенностей циркуляционных процессов. Наблюдения за режимом облачности, т. е. определение состояния и развития физических процессов в атмосфере, основываются на инструментальных измерениях

метеорологических параметров. Однако количество, формы, вид и разновидность облаков зачастую определяются визуально, что также может носить субъективную оценку. Наблюдается определенная связь между ростом средней годовой ПСС, балла общей облачности, 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 [6]. В таблице 1 приведены парные корреляции между исследуемыми характеристиками на метеостанции Минск.

Таблица 1 – Матрица парных коэффициентов корреляции (R) исследуемых характеристик (годовые значения) на метеорологической станции Минск

Метеорологические характеристики	Балл общей облачности	Балл нижней облачности	Число ясных дней с общей облачностью	Число ясных дней с нижней облачностью	Число пасмурных дней с общей облачностью	Число пасмурных дней с нижней облачностью	Продолжительность солнечного сияния за год, часов	ПСС средняя за день с солнцем, часов	ΣR
Балл общей облачности	–	0,62	0,67	0,60	0,82	0,46	0,53	0,34	4,04
Балл нижней облачности	0,62	–	0,38	0,76	0,71	0,85	0,49	0,08	3,89
Число ясных дней с общей облачностью	0,67	0,38	–	0,60	0,47	0,30	0,30	0,52	3,24
Число ясных дней с нижней облачностью	0,60	0,76	0,60	–	0,58	0,54	0,52	0,20	3,8
Число пасмурных дней с общей облачностью	0,82	0,71	0,47	0,58	–	0,74	0,52	0,28	4,12
Число пасмурных дней с нижней облачностью	0,46	0,85	0,30	0,54	0,74	–	0,27	0,13	3,29
Продолжительность солнечного сияния за год, часов	0,53	0,49	0,30	0,52	0,52	0,27	–	0,41	3,04
ПСС средняя за день с солнцем, часов	0,34	0,08	0,52	0,20	0,28	0,13	0,41	–	1,96

Наилучшая корреляция с большинством исследуемых характеристик имеет место у числа пасмурных дней с общей облачностью, о чем свидетельствует максимальная сумма парных коэффициентов корреляции ($\Sigma R = 4,12$). Также по баллу общей и нижней облачности можно проводить

косвенные оценки других исследуемых параметров, при этом наблюдается наилучшая теснота связей и имеет место статистическая значимость. Однако статистически значимые связи для ПСС средней за день с солнцем с другими характеристиками отсутствуют [7].

В ходе исследования проведен комплексный анализ зависимостей наблюдаемых характеристик от широты метеорологической станции. Выполненный анализ характеризует исследуемые характеристики ежемесячно и в целом за год, что позволило оценить влияние сезонных факторов на исследуемые взаимосвязи. В таблице 2 приведены уравнения регрессии и коэффициенты корреляции связей исследуемых характеристик солнечной радиации с широтой местности. За отдельные месяцы приводятся худшие и лучшие оценки [7].

Таблица 2 – Статистические характеристики зависимостей между исследуемыми характеристиками (y) и широтой местности (x, °с. ш.)

Метеорологические характеристики	Год		Отдельные месяцы	
	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции
Продолжительность солнечного сияния, часов	$y = 44557x^{-0,797}$	$0,65 \pm 0,18$	$y = -0,8357x + 308,12$ (май)	$0,13 \pm 0,28$
			$y = 2E + 09x^{-4,237}$ (октябрь)	$0,94 \pm 0,07$
ПСС средняя за день с солнцем, часов	$y = 111,19x^{-0,716}$	$0,60 \pm 0,19$	$y = -0,01x + 6,4698$ (март)	$0,08 \pm 0,29$
			$y = -0,2187x + 16,392$ (октябрь)	$0,95 \pm 0,07$
Отношение фактической ПСС к возможной, %	$y = -0,779x + 83,053$	$0,76 \pm 0,23$	$y = -0,0979x + 52,298$ (апрель)	$0,06 \pm 0,29$
			$y = -128,5\ln(x) + 544,41$ (октябрь)	$0,94 \pm 0,10$
Балл общей облачности	$y = -0,1929x + 16,97$	$0,24 \pm 0,26$	$y = -0,0269x + 9,5937$ (ноябрь)	$0,06 \pm 0,29$
			$y = -0,3019x + 22,519$ (март)	$0,37 \pm 0,24$
Балл нижней облачности	$y = 4,2132\ln(x) - 12,2$	$0,28 \pm 0,29$	$y = 0,0268x + 1,9692$ (июнь)	$0,08 \pm 0,29$
			$y = 16,323\ln(x) - 60,338$ (октябрь)	$0,73 \pm 0,21$

Продолжение таблицы 2

Число дней ясных с общей облачностью	$y = 8E+07x^{-3,841}$	$0,30 \pm 0,29$	$y = -0,0436x + 4,334$ (март)	$0,09 \pm 0,29$
			$y = 2E+13x^{-7,486}$ (октябрь)	$0,60 \pm 0,24$
Число дней ясных с нижней облачностью	$y = 7113,7x^{-1,143}$	$0,13 \pm 0,30$	$y = -0,1135x + 10,901$ (февраль)	$0,15 \pm 0,28$
			$y = 6E + 14x^{-8,065}$ (октябрь)	$0,86 \pm 0,16$
Число дней пасмурных с общей облачностью	$y = 0,0027x^{2,7386}$	$0,66 \pm 0,23$	$y = 0,2133x + 0,7812$ (март)	$0,30 \pm 0,25$
			$y = 59,257\ln(x) - 222,78$ (октябрь)	$0,84 \pm 0,16$
Число дней пасмурных с нижней облачностью	$y = 100,74\ln(x) - 331,55$	$0,27 \pm 0,29$	$y = 0,2298x - 4,1829$ (февраль)	$0,23 \pm 0,26$
			$y = 30,342\ln(x) - 114,68$ (октябрь)	$0,56 \pm 0,25$

Лучшую зависимость от широты местности демонстрирует ПСС практически в течение всего года, причем в октябре наблюдается наилучшая связь ($R = 0,94 \pm 0,07$). Такие параметры, как балл нижней облачности, число ясных дней с общей облачностью, число пасмурных дней с нижней облачностью не имеют статистически значимых связей с широтой в течение всего года и в целом за год. Наилучшие связи большинства характеристик с широтой местности приходятся на сентябрь – ноябрь, наихудшие соответствуют февралю – маю. Октябрь характеризуется определенным изменением циркуляционных процессов в атмосфере. С октября в Беларуси формируется тип барического поля, наблюдается рост атмосферного давления, образуются мощные антициклоны, приводящие в итоге к увеличению повторяемости «бабьего лета», несколько увеличивается число ясных дней с нижней облачностью.

Полученные результаты являются ориентирующей основой для оценки характеристик солнечной радиации на территории Беларуси и позволяют с определенной точностью переходить от значений балла облачности и широты местности к оценкам числа ясных и пасмурных дней и продолжительности солнечного сияния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мешик, О. П. Оценка гелиоэнергетических ресурсов климата Беларуси / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестн. БрГТУ. Сер. Водохоз. стр-во, теплоэнергетика и геоэкология. – 2020. – № 2 (120). – С. 93–99.
2. Справочник по климату Беларуси. Ч. 5. Влажность воздуха. Солнечное сияние. Метеорологическая дальность видимости / под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 48 с.
3. Справочник по климату Беларуси. Ч. 6. Облачность. Атмосферные явления / под. общ. ред. В. И. Мельника. – Минск : Минприроды, 2007. – 56 с.
4. Климатический кадастр Республики Беларусь : метеорол. ежемесячник. – Минск : Респ. центр по гидрометеорологии, контролю радиоактив. загрязнения и мониторингу окружающей среды, 1979–2022 гг.
5. Метеопрогностическое регулирование в гелиоэнергетике / О. П. Мешик [и др.] // Вестн. БрГТУ. Сер. Техн. науки (стр-во, машиностроение, геоэкология); экон. науки. – 2022. – № 3 (129). – С. 40–42.
6. Climate Resource Potential to Develop Solar Power in Belarus / A. Meshyk [et al.] // E3S Web Conf. – 2020. – Vol. 212. – P. 1–12.
7. Мешик, О. П. Современные оценки характеристик солнечной радиации территории Республики Беларусь / О. П. Мешик, М. В. Борушко, В. А. Морозова // Вестн. БрГТУ. Сер. Геоэкология. – 2023. – № 2 (131). – С. 115–122.

УДК 628.4.03

Н. В. МИХАЛЬЧУК¹, Е. Н. БАСАЛАЙ¹, А. В. БЕЗРУЧКО²

¹Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт
НАН Беларуси

²Беларусь, Брест, Брестский областной комитет природных ресурсов
и охраны окружающей среды

E-mail: basalaiekaterina@yandex.ru; alena-bezruchko@yandex.by

**ТИПИЗАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ
КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

В условиях стремительного развития цивилизации в мире обострилась проблема утилизации накапливающихся отходов [1]. Ежегодно в Республике Беларусь образуется около 4 млн т отходов; та их часть,