

ЕСТЕСТВЕННАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ – СВЕТОВОЙ КЛИМАТ БЕЛАРУСИ

*Ковриго П. А., Соколова А. А.
Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: Pavel_Kauryha@tut.by
Республиканский центр по гидрометеорологии,
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей
среды, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: nastyaaasokolova@mail.ru*

Обоснована необходимость изучения естественной освещенности, использования данных в научных исследованиях и в хозяйственной деятельности. Обработаны и проанализированы данные наблюдений за прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиацией, которая создает естественную освещенность, воспринимаемую человеческим глазом в видимом спектре излучения. Величины освещенности получены косвенным методом путем пересчета актинометрических наблюдений с помощью светового эквивалента солнечной радиации. Построены карты, отображающие ресурсы рассеянной, прямой и суммарной освещенности и их пространственное распределение. Получены линейные тренды увеличения прямой и суммарной освещенности при уменьшении рассеянной.

Ключевые слова: естественная освещенность; световой климат; световой эквивалент; солнечная радиация; ресурсы освещенности; линейный тренд.

*Kauryha P. A., Sokolova A. A.
Belorussian State University,
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: Pavel_Kauryha@tut.by
Republican center for hydrometeorology, control of radioactive contamination
and environmental monitoring, Minsk, Republic of Belarus, e-mail:
nastyaaasokolova@mail.ru*

The necessity of studying natural illumination, using data in scientific research and in economic activity has been substantiated. Observational data of direct, scattered and total solar radiation, which creates natural illumination perceived by the human eye in the visible radiation spectrum, have been processed and analyzed. Illumination values were obtained indirectly by recalculating actinometric observations using the light equivalent of solar radiation. Maps have been built showing the resources of diffuse, direct and total illumination and their spatial distribution. Statistically significant linear trends of an increase in direct illumination and a decrease in scattered illumination were revealed. An increase in the total illumination is noted.

Key words: natural illumination; light climate; light equivalent; solar radiation; lighting resources; linear trend.

Естественная освещенность (световой климат) есть режим естественного освещения земной поверхности, который характеризуется интенсивностью и спектральным составом. Интенсивность освещенности определяется в основном прямым, рассеянным и отраженным солнечным светом. Кроме того,

в составе естественной освещенности небольшое значение имеет свет луны и звезд, а также свечение самой атмосферы в населенных пунктах.

Естественная освещенность земной поверхности является результатом восприятия человеческим глазом солнечной радиации в видимом спектре излучения (0,4 – 0,76 мкм). Освещенность (свет) является основным источником фотосинтетической деятельности зеленых растений, а следовательно, всей жизни на планете Земля.

Медико-биологические исследования показывают, что естественный дневной свет относится к важному необходимому природному фактору, который влияет на здоровье и самочувствие человека, а также определяет его жизненный тонус и биоритмы [4, с. 21]. По действующим сейчас правилам СНиП все помещения, предназначенные для длительного пребывания людей, должны иметь естественное освещение.

Интенсивность и продолжительность освещения, которое определяет световой климат, зависит прежде всего от географической широты и времени года, т. е. от тех самых факторов, которые влияют на поступление солнечной радиации на земную поверхность. Световой климат зависит также от физического состояния атмосферы – содержания водяного пара, аэрозоли и облачности, которые создают процессы поглощения и рассеяния солнечного света в атмосфере.

Данные о естественной освещенности необходимы для различных научных исследований и обеспечения целого ряда важнейших отраслей хозяйственной деятельности: сельского хозяйства, строительства, транспорта, медицины и других.

Эти данные используются при проектировании зданий и оконных проемов, освещении стадионов, площадей, улиц городов и т. п. Естественная освещенность определяет видимость в атмосфере в дневное и ночное время, а значит, безопасную эксплуатацию воздушного, водного и наземного транспорта.

Все помещения, в которых находятся люди, должны иметь хорошее естественное и искусственное освещение. Плохое освещение жилых, учебных и производственных помещений является причиной зрительного и общего утомления, способствует развитию близорукости и нарушению обмена веществ.

За счет естественного освещения формируется *световой климат*. Световой климат любого района характеризуется суммами освещенности, создаваемой прямым, рассеянным и отраженным солнечным светом, полученными за различные интервалы времени (час, день, декаду, месяц, вегетационный период, год).

Основной характеристикой светового климата местности является освещенность горизонтальной поверхности E , под которой понимается световой поток dF , падающий на единицу поверхности dS , т. е. $E = dF/dS$.

За единицу освещенности принимается люкс (лк). Это световой поток, который поступает на поверхность, где на каждый квадратный метр приходится один люмен. Соответственно, выполняется: $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$.

Поскольку естественная освещенность создается прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиацией, то для неё характерны те же самые закономерности годового и суточного хода, а также географического распределения по территории, что и для солнечной радиации.

Суммарная освещенность E_Q любой поверхности в ясную и полуюсную погоду складывается из прямой освещенности E_S , создаваемой непосредственно лучами Солнца, рассеянной освещенности E_D , поступающей от небесного свода и отраженной от земной поверхности: $E_Q = E_S + E_D$. Если небосвод закрыт сплошной облачностью, то $E_S = 0$ и $E_Q = E_D$, т. е. в пасмурную погоду суммарная освещенность равна рассеянной.

Для выявления географических закономерностей распределения освещенности разрабатываются косвенные методы ее определения. Наиболее распространенным методом, с помощью которого можно получить информацию о световом климате без специальных наблюдений может служить пересчет данных актинометрических наблюдений над интенсивностью солнечной радиации в величины освещенности с помощью *светового эквивалента* солнечной радиации C_{Σ} , т. е. по соотношению между освещенностью E и интегральной по спектру солнечной радиацией IP ($C_{\Sigma} = E/IP$, клк/кВт/м² или клк/МДж/м²).

Для оценки светового климата Беларуси рекомендуется пользоваться одним значением светового эквивалента при любых облаках и всех высотах Солнца: для суммарной радиации $C_{\Sigma Q} = 98$ клк/кВт/м², для рассеянной – $C_{\Sigma D} = 106$ клк/кВт/м² [2, с. 102, 5, с. 49]. Поскольку в климатических справочниках данные по солнечной радиации приводятся в суммарных величинах за месяц и год в МДж/м², то рекомендуемые световые эквиваленты нами переведены в клк/МДж/м². Таким образом, получили следующие световые эквиваленты: $C_{\Sigma Q} = 27,2$ клк/МДж/м², а $C_{\Sigma D} = 29,4$ клк/МДж/м². Большая величина светового эквивалента рассеянной радиации объясняется законом Релея – увеличением интенсивности процесса рассеяния с уменьшением длины волны. В таком случае в видимом участке спектра рассеянная освещенность преобладает над прямой и суммарной освещенностью.

Данные о солнечной радиации, которые использованы для определения освещенности предоставлены Белгидрометом за период с 1972 по 2017 год.

Прямая естественная освещенность определяется поступлением прямой солнечной радиации. Больше всего поступление на земную поверхность прямой естественной освещенности отмечается в летние месяцы, а именно в июле-августе, т. к. именно в этот период отсутствуют преграды для распространения освещенности в виде облачности, а атмосфера имеет высокую степень прозрачности. Также на прямую освещенность, как и на прямую радиацию, влияет высота Солнца.

На юге страны на станции Василевичи в период с 1972 по 2017 г. отмечалось увеличение прямой освещенности на 2 %, в Минске на 21 %, на Полесской 26 %, а в Шарковщине на 14 %. В среднем по республике за последние десятилетия произошло увеличение поступления прямой освещенности на 16 %.

Рассеянная освещенность изменяется на протяжении года. Большое количество облачности в течение всего года обуславливает большую рассеянную естественную освещенность. Так, зимой и осенью, когда в основном преобладает облачная погода, естественная рассеянная освещенность намного выше, чем летом и весной.

Рассеянная освещенность при большом количестве облачности возрастает даже в том случае, если небо все покрыто облаками. Кучевые облака, покрывающие частично небосвод, увеличивают рассеянную естественную освещенность на 20 – 30 %, а сплошная на 60 – 80 % [1, с. 146].

Следует отметить, что наблюдается постепенное уменьшение рассеянной освещенности за период наблюдений. В отдельные годы среднемесячная освещенность может испытывать значительные колебания. Ее квадратическое отклонение от средних величин отдельных лет составляет в летние месяцы примерно 10 %, а в зимние достигает 30 %.

В годовой сумме суммарной освещенности более половины, около 58 % составляет рассеянная освещенность. По территории республики ее годовые суммы меняются в пределах 10 %, от 55448 на севере до 61740 клк/год на юге (рисунок 1). Летом минимальная рассеянная освещенность при ясном небе, без учета облачности, наблюдается в июне и мало меняется на протяжении июля–августа. В этот период преобладает прямая освещенность.

Максимальные значения рассеянной освещенности в течение дня наблюдаются в околополуденное время при открытом диске Солнца в полуюясную погоду – при облачности 8–9 баллов. В этих условиях рассеянная освещенность земной поверхности в теплое время года может достигать 60–70 клк/день, или около 75 % от суммарной.

В летние месяцы в дневные часы обнаруживается совершенно иное широтное распределение рассеянной освещенности по сравнению с распределением суммарной. Вместо убывания рассеянной освещенности с юга на север она днем растет в этом направлении. Это связано с суточным ходом облачности и ее увеличением в северном направлении.

В зимнее время величины E_D по широтам распределяются также, как и величины E_Q , т.е. равномерно убывают с юга на север. В холодную пару года распределение величин E_D обусловлено преимущественно географической широтой, облачностью, как рассеивающим фактором, она распределяется равномерно по территории республики и мало влияет на географические различия.

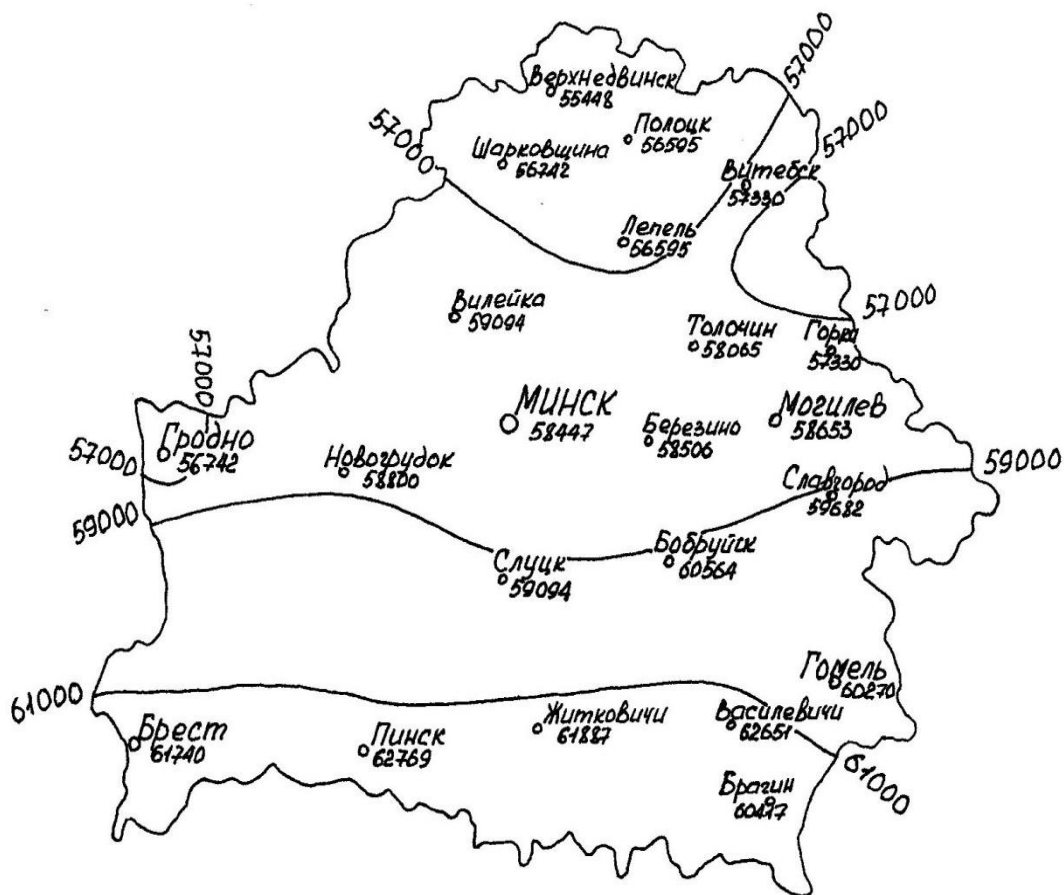


Рисунок 1 – Изофоты годовых сумм рассеянной естественной освещенности, клк

Суммарная освещенность определяется количеством поступления суммарной радиации. Она рассчитывается при помощи светового эквивалента, равного 27,2 клк/МДж/м². Суммарная освещенность включает в себя приход рассеянной и прямой естественной освещенности и зависит от факторов, определяющих поступление рассеянной и прямой радиации.

Рассчитанный линейный тренд свидетельствует, что за исследуемый период наметилась устойчивая тенденция увеличения суммарной освещенности. Это связано с тем, что в последние десятилетия стала увеличиваться прямая освещенность. Величина тренда роста поступления прямой освещенности за 10 лет составляет 5 %.

Из рисунка 2 вытекает, что максимальные среднееголетние годовые значения суммарной освещенности наблюдаются на территории Брестской области и составляют в среднем 110758 клк. Именно эта область получает максимальное количество солнечной радиации. Минимальные средние значения суммарной освещенности характерны для Витебской области – 100178 клк за год, т. к. северная область получает наименьшее количество солнечной радиации.



Рисунок 2 – Изофоты годовых сумм суммарной естественной освещенности, клк

После Брестской области наибольшие значения суммарной освещенности приходятся на Гомельскую область (107766 клк/год), которая также получает значительное количество солнечной радиации. Далее по мере уменьшения суммарной освещенности следуют Гродненская (106444 клк/год), Могилевская (104720 клк/год) и Минская (104366 клк/год) области.

Библиографические ссылки

1. Бартенева, О. Д. Режим естественной освещенности на территории СССР / О.Д. Бартенева, Е.А. Полякова, Н. П. Русин. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 278 с.
2. Гольберг, М. А. Естественная освещенность в БССР / М.А. Гольберг, И.А. Савиковский // Сб. работ Бел. территор. ГМЦ. – Л., 1973. Вып. 2. – С. 102–109.
3. Егорченков, В.А. Карта светоклиматических поясов Украины / В.А. Егорченков, В.О. Егорченков. – Киев, Наука, 2000. – 156 с.
4. Йоффе, К. И. Биологическое влияние видимого света на организм человека / К.И. Йоффе // Світлотехніка та електроенергетика, 2008. – № 3. – С. 21–29.
5. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Минск: Ин-т геолог. наук АН Беларуси, 1996. – 236с.
6. Семенченко, Б.А. Физическая метеорология / Б. А. Семенченко. – М. : Аспент Прес, 2002. – 414 с.
7. Шиловцева, О.А. Световые ресурсы Москвы / О.А. Шиловцева // Междунар. науч. журн. Альтернативная энергетика и экология. – 2013. №. 6–2. – с. 85–96.