

ЕСТЕСТВЕННАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ – ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС БЕЛАРУСИ

П.А. Ковриго

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: Pavel_Kauryha@tut.by*

На основе расчетных данных исследована естественная освещенность, которая является результатом восприятия человеческим глазом солнечной радиации в ее видимом диапазоне. Подчеркивается, что данные о световых ресурсах находят широкое использование в различных секторах экономики и социального развития. Из-за отсутствия натурных данных наблюдений за освещенностью информация о световом климате получена путем пересчета интенсивности солнечной радиации (прямой, рассеянной, суммарной) в соответствующие величины освещенности при помощи выведенных световых эквивалентов. Полученные данные позволили построить карты изофот, которые характеризуют географические закономерности распределения ресурсов суммарной и рассеянной освещенности на территории Беларуси.

Ключевые слова: освещенность; световые ресурсы; солнечная радиация; карты изофот; световой эквивалент; суммы освещенности; годовой ход освещенности.

NATURAL LIGHTING IS A NATURAL RESOURCE OF BELARUS

P.A. Kovrigo

*Belarusian State University,
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: Pavel_Kauryha@tut.by*

The natural illumination, which is the result of the human eye's perception of solar radiation in its visible range, is investigated on the basis of calculated data. It is emphasized that data on light resources are widely used in various sectors of the economy and social development. Due to the lack of field observation data on illuminance, information on the light climate was obtained by recalculating the intensity of solar radiation (direct, diffuse, total) into the corresponding values of illuminance by means of derived light equivalents. The obtained data made it possible to construct isophotos maps, which characterize the geographical patterns of distribution of total and diffuse illuminance resources on the territory of Belarus.

Keywords: illumination; light resources; solar radiation; isophotos maps; light equivalent; illumination sums; annual course of illumination.

Солнечная радиация (солнечное излучение) – единственный источник энергии, тепла и света для физико-географических процессов, являясь тем самым основным фактором формирования как глобального, так и локального климатов.

Естественная освещенность обусловлена видимой частью солнечного спектра излучения в диапазоне от 0,38 до 0,76 мкм. Это световой диапазон или диапазон видимости в интегральном солнечном спектре. В этом диапазоне солнечное излучение воспринимается человеческим глазом как свет.

Данные о естественной освещенности необходимы для различных научных исследований и обеспечения целого ряда важнейших секторов экономической 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 [1, с. 20].

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.

В спектре солнечных излучений, которые создают естественную освещенность, воспринимаемую глазом, находится фотосинтетически активная радиация (ФАР) с длиной волн от 0,38 до 0,71 мкм. Изучение прихода ФАР имеет важное практическое значение, например, при моделировании продукционного процесса и процессов распространения радиации в посевах, при расчетах продуктивности растений на суше и фитопланктона в водоемах, при изучении круговорота углекислого газа (CO_2) в климатической системе и изменений современного климата. Это излучение наиболее эффективно используется зелеными растениями в процессе фотосинтеза и создания органического вещества – урожая.

Таким образом, необходимость изучения естественной освещенности земной поверхности – величины, которая позволяет оценить зрительное воздействие видимого участка солнечного спектра, очевидна. В Беларуси в системе Гидрометеослужбы непосредственные измерения естественной освещенности в настоящее время не проводятся, поскольку они требуют специальной приборной базы [2, с. 95].

За счет естественного освещения формируется *световой климат*. Световой климат любого района характеризуется суммами освещенности, создаваемой прямым солнечным светом, суммами освещенности рассеянным светом и суммами суммарной освещенности, полученными за различные интервалы времени (час, день, декаду, месяц, вегетационный период, год) [3, с. 214].

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: $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$.

Естественная освещенность, которая создается прямой, рассеянной и отраженной солнечной радиацией, зависит от высоты Солнца, прозрачности атмосферы, количества и форм облаков, альбедо подстилающей поверхности. Поскольку освещенность тесно связана с интенсивностью интегральной радиации, то для неё характерны те же самые закономерности годового, суточного хода, а также географического распределения по территории Беларуси, 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, и 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 ($C_{\Sigma} = E/IP$, лк/кВт/м^2 или лк/МДж/м^2).

Для оценки светового климата Беларуси рекомендуется [5, с. 95] пользоваться одним значением светового эквивалента при любых формах облаков и высотах Солнца: для суммарной радиации $C_{\Sigma Q} = 98 \text{ лк/кВт/м}^2$, для рассеянной – $C_{\Sigma D} = 106 \text{ лк/кВт/м}^2$. Поскольку в климатических справочниках солнечная радиация приводится в суммарных величинах за месяц и год в МДж/м^2 , то рекомендуемые световые эквиваленты нами переведены в лк/МДж/м^2 . Таким образом, получили следующие световые эквиваленты: $C_{\Sigma Q} = 27,2 \text{ лк/МДж/м}^2$, а $C_{\Sigma D} = 29,4 \text{ лк/МДж/м}^2$. 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.

Используя световые эквиваленты, а также среднемесячные и среднегодовые величины солнечной радиации Белгидромета, произведены расчеты суммарной и рассеянной естественной освещенности. На основании полученных расчетных данных построены карты изофот, которые характеризуют распределение ресурсов суммарной и рассеянной освещенности на территории Беларуси (рис. 1, 2).



Рис. 1. Изофоты годовых сумм суммарной естественной освещенности, клк

Данные на рис. 1 свидетельствуют, что максимальные среднемноголетние 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, так как северная область получает наименьшее количество солнечной радиации. 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.

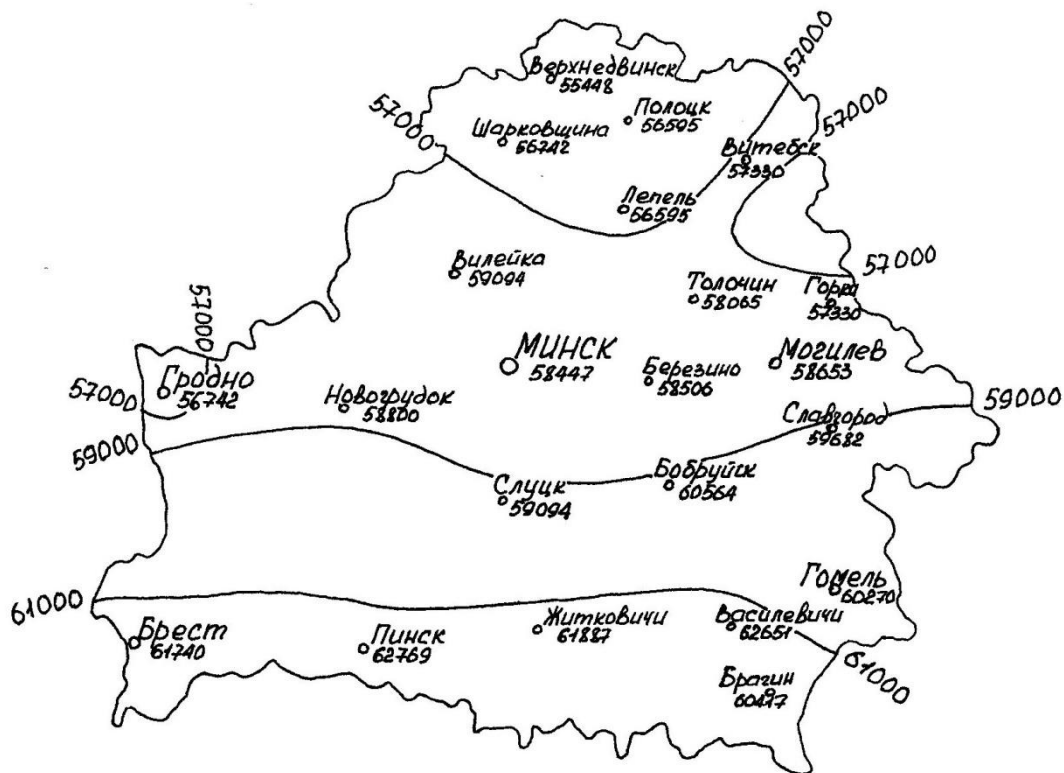


Рис. 2. Изофоты годовых сумм рассеянной естественной освещенности, клк

Освещенность рассеянным светом, как и прямым, зависит от высоты Солнца над горизонтом, прозрачности (мутности) атмосферы и, кроме того – от альbedo подстилающей поверхности. Прозрачность атмосферы, которая определяется облачностью и другими атмосферными явлениями (осадки, туман, аэрозоль), оказывает на рассеянную освещенность обратное влияние по сравнению с прямой. С увеличением мутности атмосферы рассеянная освещенность возрастает. Снежный покров, обладающий большим альbedo и многократным отражением света, существенно увеличивает рассеянную освещенность. В полуюсную погоду – при открытом диске Солнца и просвечивающихся облаках, рассеянная освещенность увеличивается по сравнению с ясной погодой на 30 % [8, с. 112].

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 (рис. 2). Летом минимальная рассеянная освещенность при ясном небе, без учета облачности, наблюдается в июне и мало меняется на протяжении июля–августа.

Максимальные значения рассеянной освещенности в течение дня наблюдаются в околополуденное время при открытом диске Солнца в полуюсную погоду – при облачности 8–9 баллов. В этих условиях рассеянная

освещенность земной поверхности в теплое время года может достигать 60–70 клк, и составлять 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 пору года распределение величин E_D обусловлено преимущественно географической широтой, облачность, как рассеивающий фактор, распределяется равномерно по территории республики и мало влияет на географические различия E_D .

В таблице представлены результаты расчетов годовых и месячных сумм суммарной Q и рассеянной D естественной освещенности, их соотношение, а также вес каждого месяца в % от годовой суммы освещенности по наблюдениям на МС Минск.

Данные показывают, что для годового хода характерны равномерные изменения освещенности с минимумом в декабре и максимумом в июне в связи с соответствующим изменением годового хода высоты Солнца и продолжительности дня, которые действуют согласовано. Июньская сумма суммарной освещенности в 15 раз, а сумма рассеянной освещенности в 10 раз больше, чем декабрьская. На летние месяцы – июнь–август – приходится 46 % годовой суммы суммарной освещенности и 42 % рассеянной освещенности. В зимние месяцы – декабрь–февраль – поступает 7 % суммарной и 10 % рассеянной освещенности. В годовой сумме суммарной освещенности 58 % составляет рассеянная освещенность, так как световой эквивалент для рассеянной радиации больше, чем для суммарной.

Библиографические ссылки

1. Бартенева О.Д., Полякова Е.А. Световой эквивалент радиации // Метеорология и климатология. № 2, 1966. С. 19–22.
2. Гольберг М.А., Савиковский И.А. К расчету освещенности по данным актинометрических наблюдений // Метеорология и гидрология. Л., 1968. № 5. С. 94–96.
3. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. М., 2002. 415 с.
4. Гольберг М.А. Естественная освещенность // В кн.: Климат Беларуси. Минск, Ин-т геологических наук АН Беларуси. 1996. С. 49–53.

Годовые и месячные суммы суммарной Q и рассеянной D естественной освещенности (клк), их соотношение (D/Q , %) и в % от годовой суммы, МС Минск

Освещенность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годовая сумма
Q	1877	3618	7915	10690	15422	16973	16048	13002	8568	4189	1605	1115	101021
% от годовой суммы	2	4	8	11	15	17	16	13	9	4	2	1	
D	1499	2734	4851	6409	8379	8702	8644	7115	4969	2852	1324	970	58447
% от годовой суммы	3	5	8	11	14	15	15	12	9	5	2	2	
D/Q , %	80	76	61	60	54	54	54	58	58	68	83	87	58

5. Гольберг М.А., Савиковский И.А. К расчету освещенности по данным актинометрических наблюдений // Метеорология и гидрология. № 5, 1968. С. 94–96.
6. Гусев Н.М., Никольская Н.П. О светоклиматическом районировании территории Союза // В сб.: «Естественной освещенности и инсоляция зданий» / Под ред. Н.М. Гусева. М., Изд-во литературы по строительству. 1968. С. 5–11.
7. Евневич Т.В., Шиловцева О.А. Световые эквиваленты фотосинтетически активной и интегральной солнечной радиации в Москве // Метеорология и гидрология. № 7, 1997. С. 14–23.
8. Шиловцева О.А. Многолетние изменения естественной освещенности земной поверхности в Москве // Тр. Глав. геофиз. Обсерватории. Вып. 572, 2014. С. 100–121.