

DAYLIGHT AS CLIMATE FACTOR

Естественото осветление като климатичен фактор

Ст. Лингова, Н. Янева

The natural lighting is presented as climate norm for a given territory, necessary for the planing of electricity consumption for lighting. For the real presentation of it's spatial and time structure are used the continuous actinometric measurements of the sun radiation in Bulgaria. In the paper is described the daily and yearly available amount of daylight, the influence of different factors applying an accepted lighting equivalent.

1. Увод

Естественото осветление, свързано с енергетиката, светлотехниката, строителството и др., като характеристика на радиационния режим, е и важен климатичен фактор. Изучаването на светлинния режим на страната е свързано и с използване на природните ресурси от светлинна енергия, което е с голям икономически ефект с оглед спестяването на електроенергия. Разходът на произведената електроенергия и превърната в топлинна, светлинна и механична се определя не само от производствените условия, но съществено зависи и от метеорологичните фактори, включващи и радиационните в това число и естественото осветление. Ето защо при планиране на разход на електроенергия за осветление трябва да се разполага и с климатична норма на естественото осветление за дадена територия. Съществуващите обаче (предимно епизодични и само в отделни случаи регулярни) измервания, за сравнително кратък период (отличаващи се от значително от средните многогодишни стойности на естественото осветление) са недостатъчни за изследване неговата пространствена и временна структура. Това налага за изследване на светлинния климат на даден район да се използват многогодишни данни от актинометричните измервания, които се провеждат в повече места. За тази цел е необходимо определянето на светлинния еквивалент на слънчевата радиация, неговата зависимост от височината на Слънцето, облачността и прозрачността на атмосферата.

2. Светлинен еквивалент на слънчевата радиация

Светлинният еквивалент на слънчевата радиация представлява отношението на осветлението в **klx** към едновременните стойности на интензивността на слънчевата радиация в **kW/m²**.

Изследвания [3] показват, че стойностите на светлинния еквивалент, определени за места с различни метеорологични условия са близки поради което за различни географски райони може да се използва един и същи светлинен еквивалент. Различни автори отбелязват постоянство на светлинния еквивалент на сумарна слънчева радиация - 70 klx/kWm^{-2} с граници на колебание $\pm 5\%$. По наши изследвания същият за София при средни условия на облачността и при височина на София 65° той е $71-72 \text{ klx/kWm}^{-2}$. В много по-широки граници се изменя светлинният еквивалент на разсеяната радиация, което се обяснява с по-тясната ѝ зависимост от съдържанието на аерозоли в атмосферата.

3. Определяне на естественото осветление чрез данните от актинометричните наблюдения в България

Чрез светлинния еквивалент и актинометричните измервания сме определили естественото осветление по методика, разработена в Главна Геофизическа Обсерватория в Санкт Петербург. Като изходни данни са използвани ежечасните актинометрични измервания за височина на Слънцето по голяма от 5° .

При определяне на сумарното естествено осветление актинометричните наблюдения през отделните часове са разпределени за сумарната радиация **Q** на две групи - в първата при открит слънчев диск **Q₁** и при Слънце просветващо през облаци - **Q₂**. Във втората

група - при слабо просветващо през слой плътни облаци Слънце Q_3 и при мрачно небе, когато Слънцето е покрито с облаци Q_4 . Данните за разсеяната радиация са разделени на три групи: - при открит слънчев диск - Q_1 , при Слънце просветващо през облаци Q_2 , и при мрачно небе - Q_3 . Чрез така групирани ежедневни стойности са определени съответните средни за сумарната и разсеяна слънчева радиация по часове. За получаване на естественото осветление, средните са умножени със съответния светлинен еквивалент. За да се получат средните месечни стойности на сумарното осветление E_Q , средните часови стойности се умножават със съответния брой на случаите, т.е - n_1 и n_2 и сумата от произведенията се дели на общия брой на случаите т.е.:

$$E_Q = \frac{E_{Q1,2} \cdot n_1 + E_{Q2,3} \cdot n_2}{n_1 + n_2}$$

По същия начин за получаване на средната месечна стойност на разсеяното осветление E_D средните значения на разсеяното осветление по часове, групирани при различни условия на облачността се умножават по съответния брой на случаите и сумата от произведенията се дели на сумата от броя на случаите или т.е.:

$$E_D = \frac{E_{D1} + E_{D2} + E_{D3}}{n_1 + n_2 + n_3},$$

където n_1 , n_2 , n_3 са броят на случаите през месеца при съответните условия на естественото осветление.

Чрез така получените данни за отделните години са определени средните многогодишни стойности на сумарното и разсеяно осветление за всеки срок на даден месец.

4. Зависимост на естественото осветление от астрономичните и метеорологични фактори

Основната характеристика на светлинния режим на дадено място е осветлението на хоризонталната повърхност, т.е светлинният поток падащ на единица повърхност.

Естественото сумарно осветление представлява сума от естественото осветление създадено от непосредствените слънчеви лъчи и разсеяното – определящо се от разсеяното осветление от атмосферата и отразеното от земната повърхност. То зависи от астрономичните фактори, т.е. положението на Слънцето на небосвода – неговата височина и азимут и от метеорологичните фактори – количество, форма и разположение на облаци по небосвода, прозрачността на атмосферата, албедото на активната повърхност.

Естественото осветление при безоблачно небе се определя предимно от височината на Слънцето. Така за София от около 42klx на пладне през зимата, сумарното осветление през лятото нараства повече от два пъти и достига до 93klx, а съответните стойности на разсеяното осветление са 10klx и 16klx. Значително по-силно е осветлението от пряка слънчева радиация върху перпендикулярна повърхност. Различието между осветлението на двете повърхности намалява с нарастване височината на Слънцето. Така през зимата осветлението върху хоризонтална повърхност представлява 40% от това върху перпендикулярна повърхност, а през лятото то нараства до 90%.

За редица отрасли от стопанската дейност на човека е необходимо естественото осветление за ден или месец. За определяне на дневните суми е приложена методиката за намиране същите на слънчевата радиация [1]. Чрез така определените дневни суми на сумарното и разсеяно осветление и съответните за сумарната и разсеяна радиация са построени графични зависимости (фиг.1), по които са определени дневните суми на естественото осветление в различни места

Естественото осветление се изменя в твърде широки граници в зависимост от облачността, като при мрачно небе и ниски облаци намалява значително. При наличие на

облаци обаче и при открит слънчев диск сумарното осветление може да превиши това при безоблачно небе до 10-20% (фиг.2).

Степента на влияние на отражателните свойства на активната повърхност върху сумарното осветление се определя от височината на Слънцето и вида на облачността. Влиянието на снежната повърхност при безоблачно небе е по-осезателно при малки височини на Слънцето и обратно – при облачно небе е най-значително при най-големите височини на Слънцето. Това добре се илюстрира със фиг.3. Увеличението на дневното осветление вследствие на отражение от снега и вторично отражение от облаците в отделни части от деня може да достигне до десетина процента.

Прозрачността на атмосферата се отразява слабо върху сумарното осветление, тъй като с увеличаване на помътняването и естественото осветление от пряка слънчева радиация намалява, но нараства разсеяното осветление. Това добре се илюстрира от проведените актинометрични наблюдения в един от най-замърсените райони на гр. Перник – кв. Мошино и незамърсения район – гр. Брезник (фиг.4.).

Основните фактори, определящи разсеяното осветление при безоблачно небе са височината на Слънцето и прозрачността на атмосферата. То нараства с намаляване на прозрачността на атмосферата (особено при по-големи височини на Слънцето) и съществено зависи от отражателните свойства на активната повърхност. Наличието на облаци довежда обикновено до намаляване на естественото осветление. В отделни случаи, в зависимост от вида на облаците и тяхното разположение по небосвода, сумарното осветление може да бъде и по-голямо от същото при безоблачно небе. В средни обаче сумарното осветление при наличие на облаци е по-малко от същото при безоблачно небе. При мрачно небе (облачност ≥ 8) естественото осветление намалява повече от половината в сравнение с осветлението при безоблачно небе [2].

Важна климатична характеристика представлява съотношението между разсеяното и сумарното осветление. При малки височини на Слънцето то се определя от разсеяното осветление. С нарастване на височината на Слънцето доминираща роля започва да играе осветлението от пряка слънчева радиация. Дневния ход на съотношението между разсеяното и сумарно осветление в София през лятото се вижда от фиг. 5.

5. Годишен ход и пространствено разпределение на естественото осветление на територията на България

Годишният ход на сумарното осветление се определя както от радиационния режим включващ астрономичните и метеорологични фактори, така и от състоянието на отражателната повърхност. За цялата страна максималните му стойности са през юли, а минималните през месец декември. През зимата за значителна част от страната то е между $6-7 \cdot 10^3$ klx. През пролетта сумарното дневно осветление почти за цялата страна достига $27-28 \cdot 10^3$ klx. Пространственото разпределение на сумарното осветление през лятото наподобява това на сумарната слънчева радиация – то се изменя в границите $36-42 \cdot 10^3$ klx, а в най-южните части от страната и над $42 \cdot 10^3$ klx. Значително по-неблагоприятни за сумарното осветление през лятото са местата в котловинните полета на Западна България.

Съществена е ролята на разсеяното осветление през зимата и в мрачни дни, както и в часовете близки до изгрев и залез Слънце. Колебанията на разсеяното осветление от промените в облачността са по-големи в сравнение с тези, предизвикани от прозрачността на атмосферата и височината на Слънцето. Месечните суми на разсеяното осветление са с изразен годишен ход – минимални през декември и максимални за повечето места през май. Почти за цялата страна през зимата то е около $5-6 \cdot 10^3$ klx. Годишният максимум на разсеяното осветление през май за по-голямата част от страната е $18-19 \cdot 10^3$ klx. На ден.

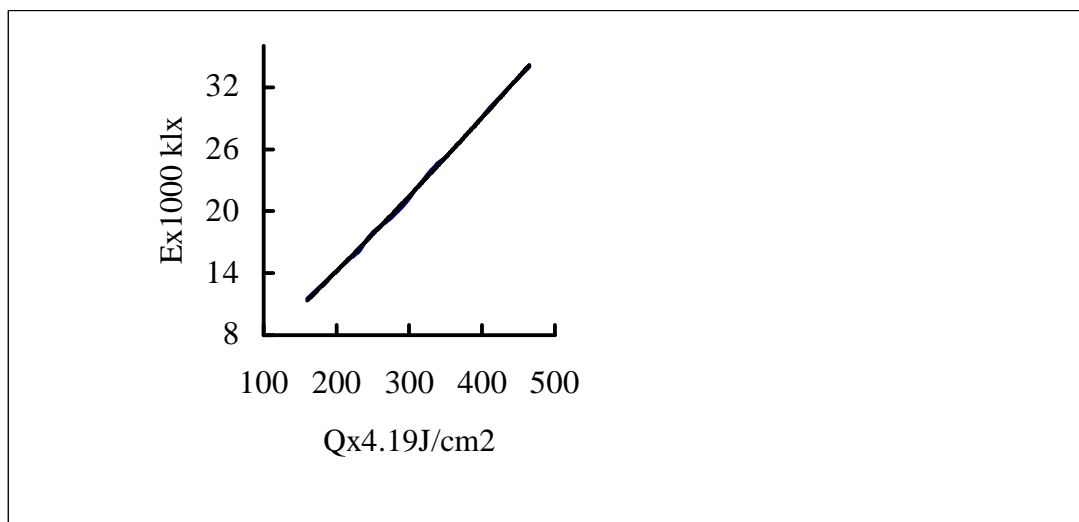
Съотношението между разсеяно и сумарно осветление е с ясно изразен годишен ход – с максимум през зимата (60-70%) и минимум през лятото, когато решаваща роля играе осветлението от пряка слънчева радиация.

Основна литература:

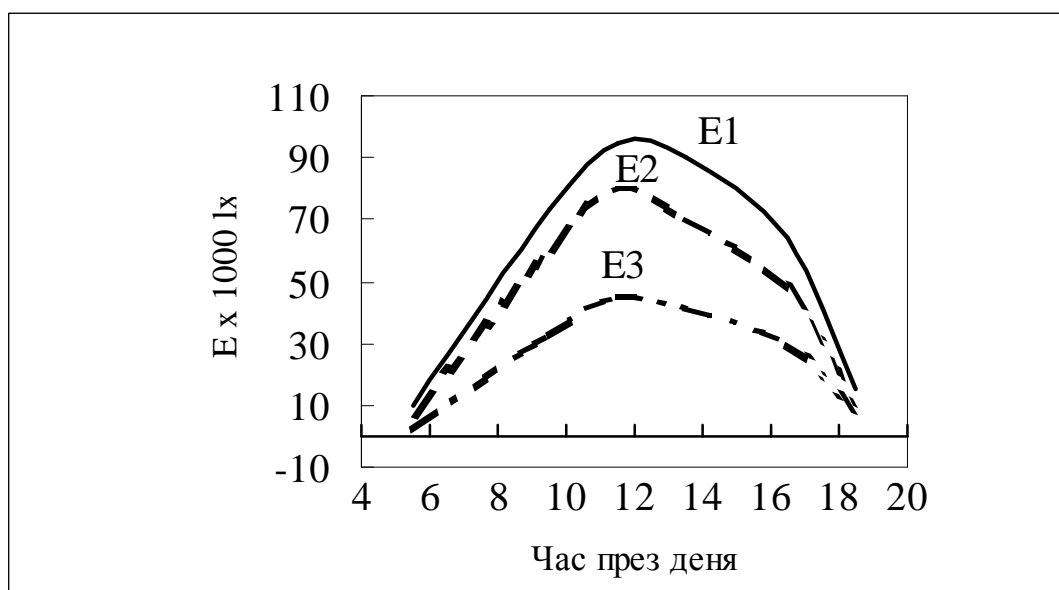
1. Лингова СТ., Радиационен и светлинен режим на България (монография) Изд. БАН, София, 1981.
2. Лингова Ст., Слънчева радиация (монография) Пъблиш-Сай-Сет Агри ООД, София, 1995.
3. Бартенева О., Полякова Н., Режим естественной освещенности на территории СССР, Гидрометеиздат, Ленинград, 1971.

Автори:

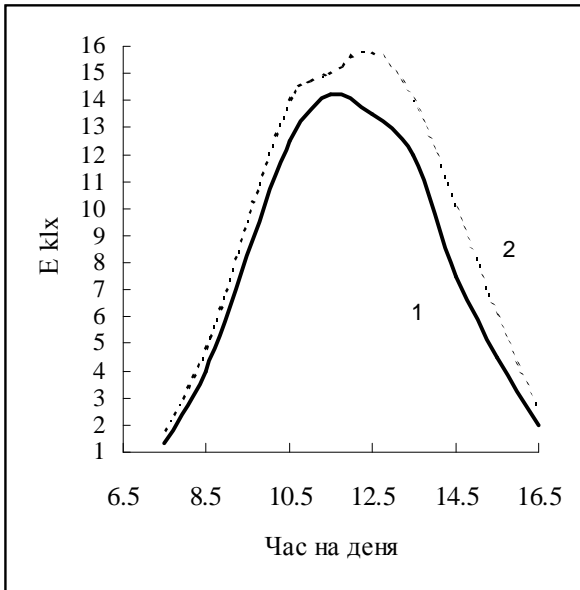
1. Д.ф.н. Стефка Лингова, ИМХ-БАН
2. Николина Янева, маг.физик в НИИЛ"Осветителна техника", ТУ - София, София 1797 – Студентски град, Блок III, каб. 3101a
Тел.: 02-636-27-14; 02-636-39-03; Факс: 02-68-67-19
E-mails: onilot@vmei.acad.bg



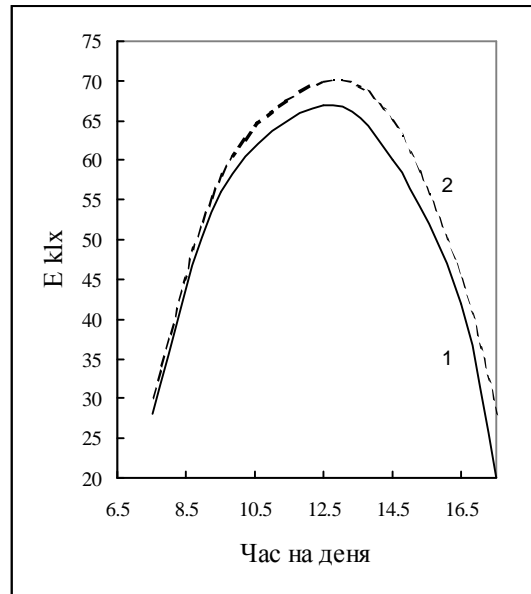
Фиг.1 Зависимост между дневните суми на сумарната радиация и сумарното осветление



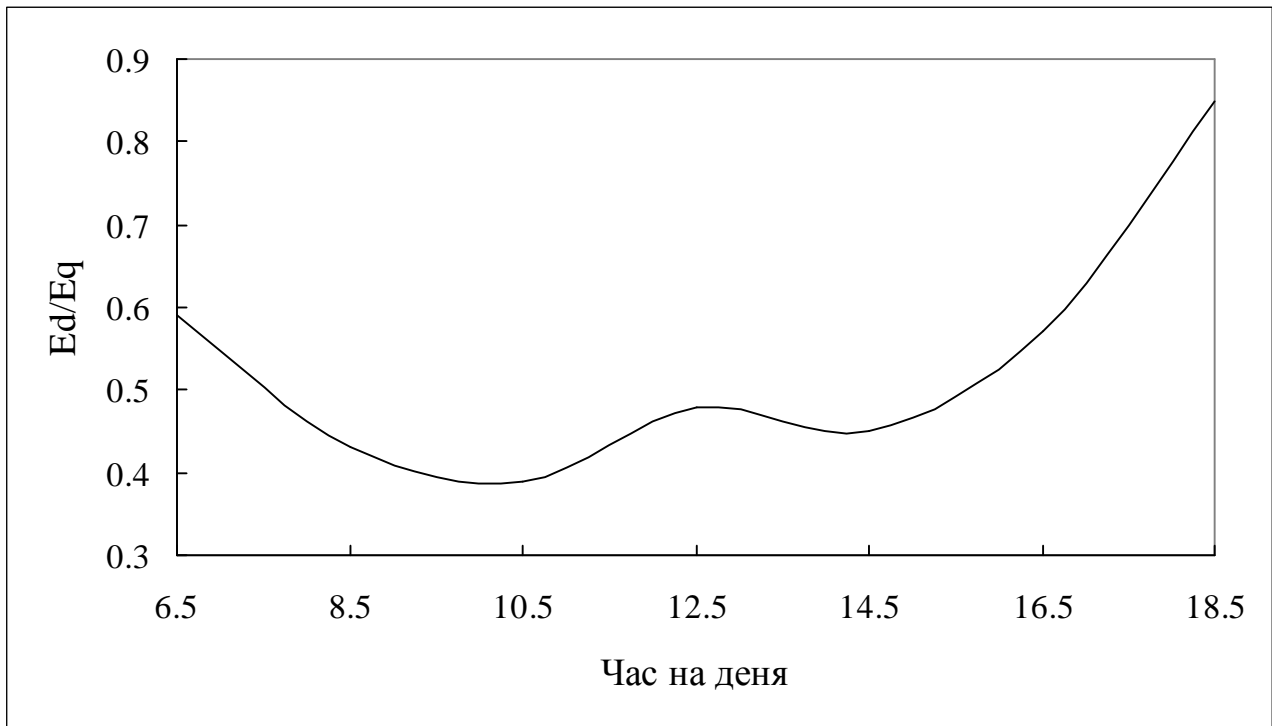
Фиг. 2 София-Юли. Дневен ход на сумарното осветление при безоблачно небе E₁, средни условия на облачността E₂, мрачно небе E₃.



Фиг. 3 София-Дневен ход на сумарното осветление при мрачно небе 1 – без снежна покривка, 2 – със снежна покривка



Фиг. 4 Дневен ход на осветлението от пряка слънчева радиация в Перник (1) и Брезник (2)



Фиг. 5 София, м. Юли. Дневен ход на отношението между разсеяното и сумарно осветление.