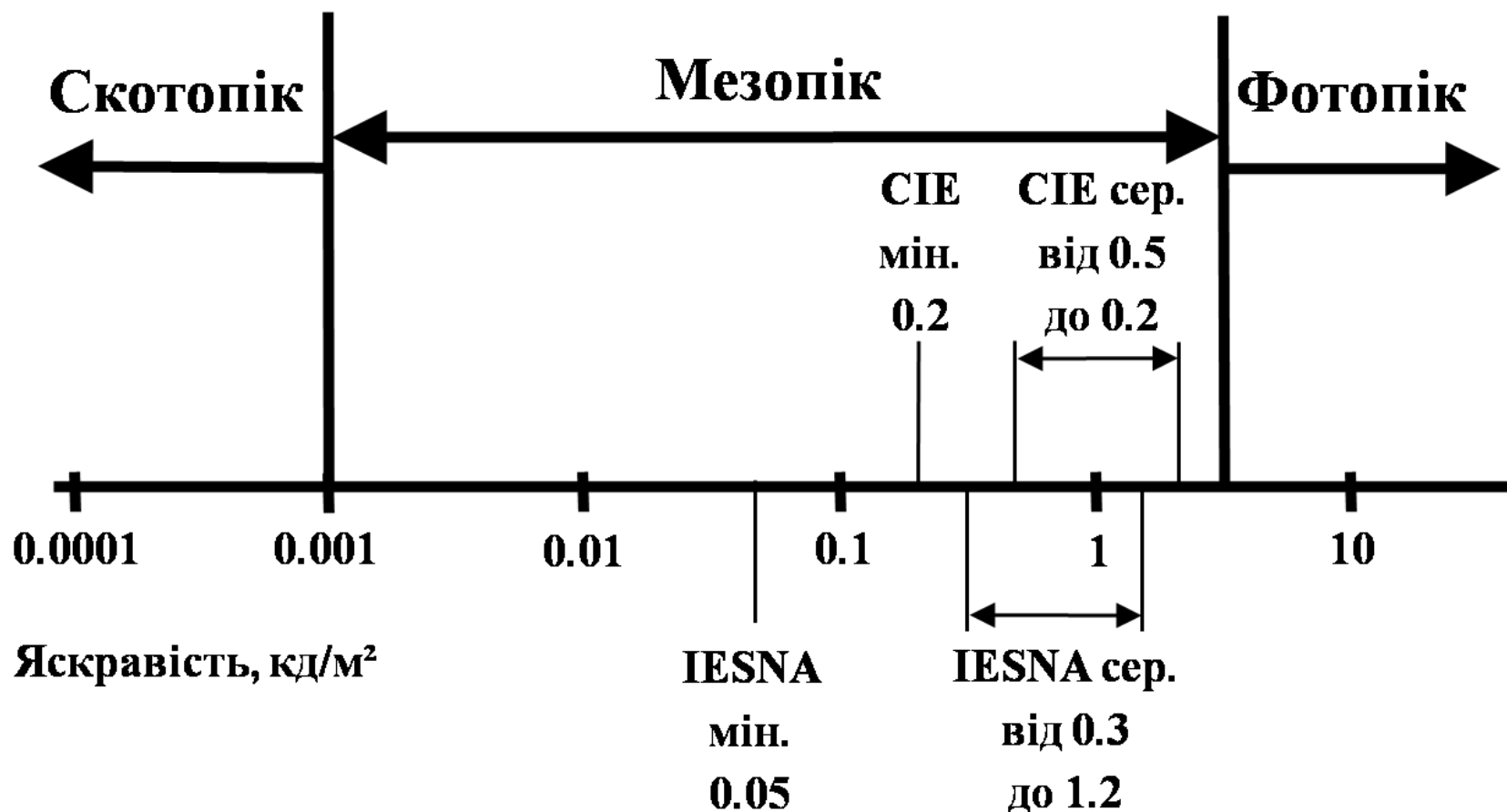


МЕЗОПІЧНА ФОТОМЕТРІЯ І ВУЛИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Професор. Назаренко Л. А

Точки переходу між скотопічною, мезопічною та фотопічною яскравостями при дорожньому освітленні



CIE 191:2010 Recommended System for Mesopic Photometry Based on Visual Performance

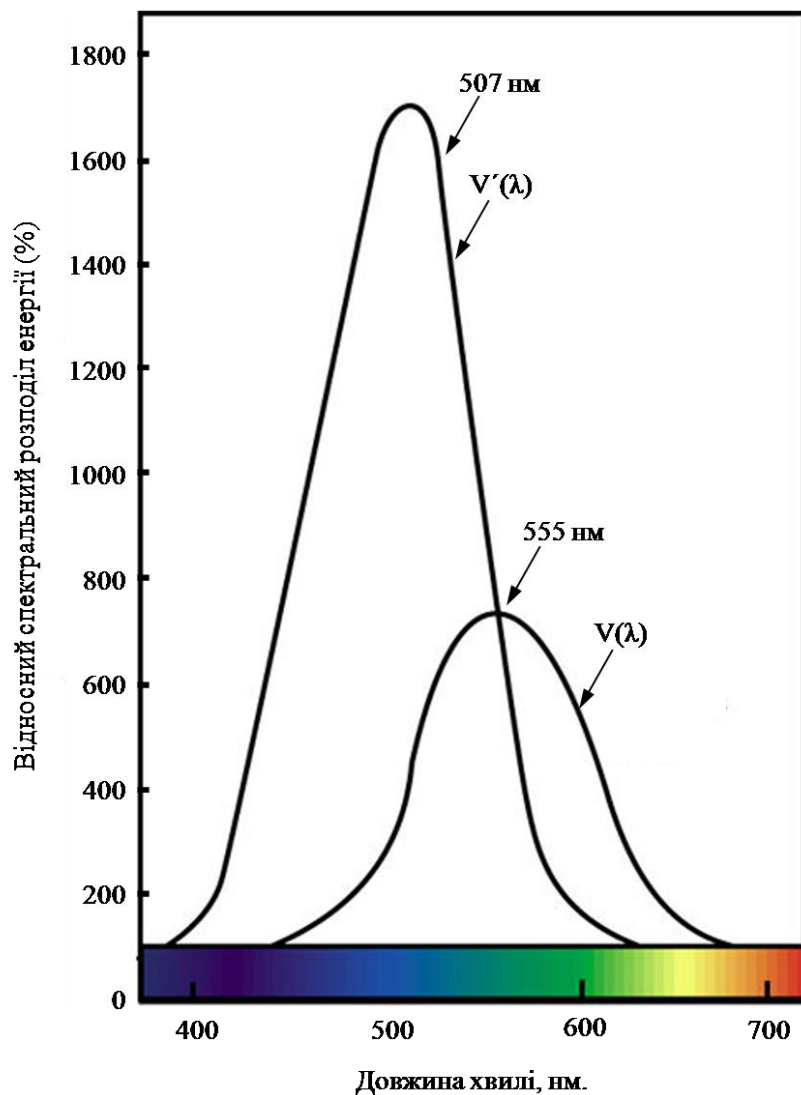
$$V_{\text{mes}}(\lambda, m) = \frac{1}{M(m)} \{mV(\lambda) + (1-m)V'(\lambda)\}$$

Такий нормалізуючий коефіцієнт, що максимальне значення $V_{\text{MES}}(\lambda)$ дорівнює 1

if $L_{\text{mes}} \geq 5.0 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, then $m = 1$

if $L_{\text{mes}} \leq 0.005 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, then $m = 0$

Графічне позначення визначення люмена за МКО



S/P відношення

$$S/P = \frac{K_m' \int_0^{\infty} \Phi_{e\lambda}(\lambda) V'(\lambda) d\lambda}{K_m \int_0^{\infty} \Phi_{e\lambda}(\lambda) V'(\lambda) d\lambda}$$

- На слайді 5 представлено функції спектральної світлової ефективності, де корисним показником для класифікації кількості короткохвильової енергії від джерел світла є скотопік/фотопік (S/P) відношення (Berman, 1992).

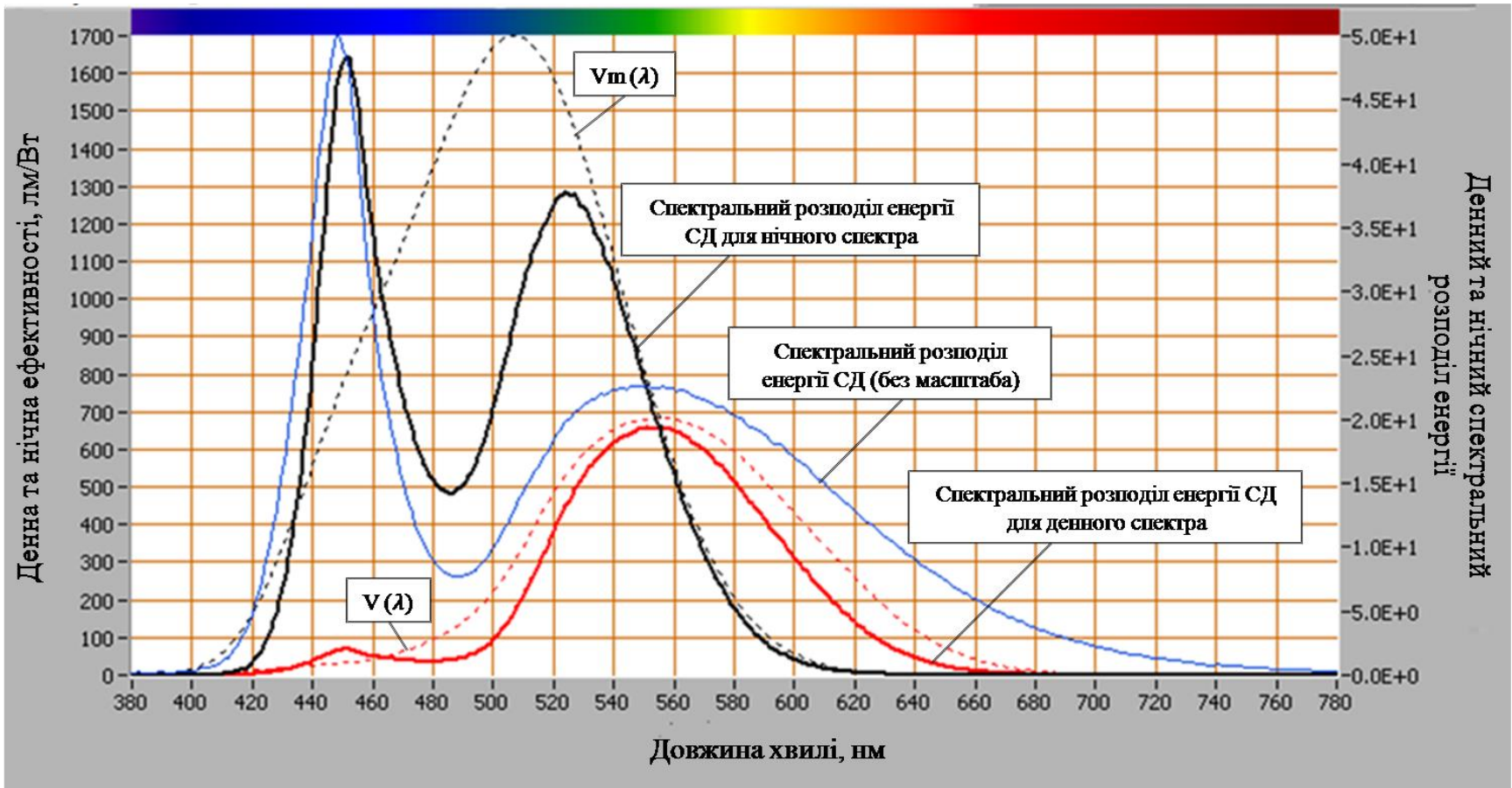
S/P відношення

- S/P відношення визначається діленням скотопічнозваженого вихідного сигналу джерела (наприклад, світлового потоку, яскравості) на відповідно фотопічнозважений вихід, і це є властивістю спектрального розподілу потужності незалежно від рівня світла.
- S/P - це характеристика джерел світла, яка показує який вплив має спектр джерел світла на роботу нічного зору. Чим вище S/P-фактор, тим ефективніше джерело діє на фоторецептори нічного зору. Це означає, що для створення одного і того ж рівня яскравості за допомогою джерел світла з різним спектром може бути потрібна різна кількість енергії.

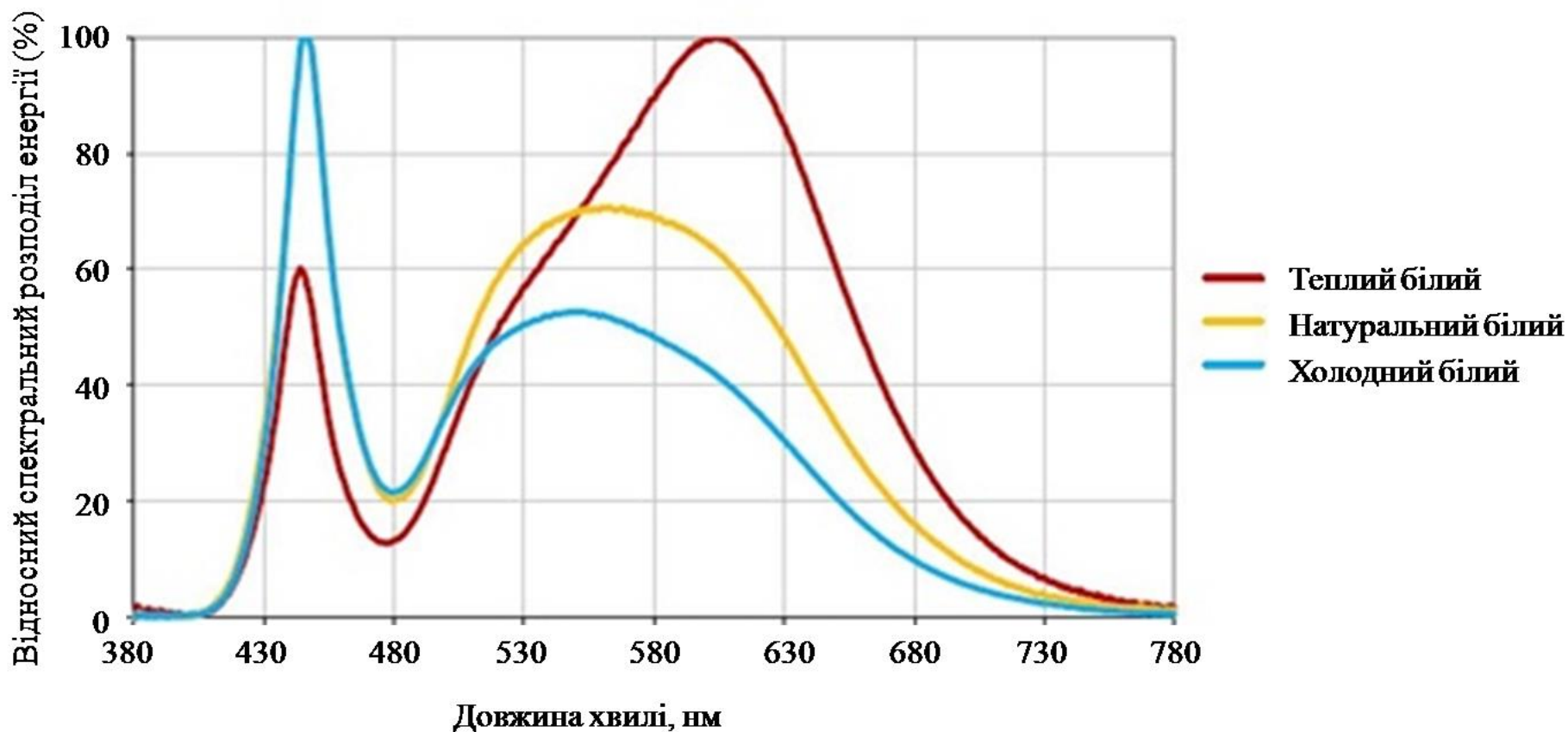
Результати експериментів по урівнюванню світлоти. Відношення усереднених освітленостей за рівністю світлот

Опорна освітленість, лк	Відношення середніх освітленостей		
	КЛЛ/НЛВД	МГЛ1/НЛВД	МГЛ2/НЛВД
2,0	0,694	0,729	0,679
7,5	0,718	0,733	0,724
15,0	0,732	0,724	0,738

Спектральний розподіл енергії світлодіоду Cree та його спектральні ефективності для нічного $V_m(\lambda)$ та денного зору $V(\lambda)$



Відносний спектральний розподіл білих світлодіодів серії XR-G (Cree)



Дорожнє полотно

- Говорячи про дорожнє освітлення слід згадати такий важливий елемент установки дорожнього освітлення як дорожнє полотно. Сучасне дорожнє покриття не нормується за світлотехнічними характеристиками.
- Для більшості типів дорожніх покриттів спектральний коефіцієнт відбиття залежить від довжини хвилі. Відповідно до вимірювань, проведених Екріасом і його колегами в 2008 р., спектральні коефіцієнти відбиття більшості виміряних зразків дорожнього полотна мають мінімальні значення в короткохвильовій частині спектру і збільшуються в бік довгохвильової. Звичайно, спектральний коефіцієнт відбиття дорожнього полотна залежить від його складу. Наприклад, при використанні білих домішок він може здвинутися в бік коротких хвиль.

Дорожнє полотно

- Знаючи спектральні характеристики застосовуваних джерел світла, ці дані можна було б застосовувати при розробці нових видів полотен, що дозволили б досягнути нового рівня освітленості з точки зору як покращення якості, так і його ефективності та економічності.
- Яким би ефективним світильник не був, якщо полотно в більшій мірі відбиває світло в тій області, де чутливість ока мала, то неможливо говорити про максимальну ефективність використання світлового потоку вцілому.



"Демонстрація і оцінка можливості мезопічного вуличного освітлення"

Співробітники центра Lighting Research Center провели дослідження - "Демонстрація і оцінка можливості мезопічного вуличного освітлення", мета якого полягала в тому, щоб відповісти на ці питання за допомогою експериментальних освітлювальних установок. На основі даних дослідження можна зробити наступні висновки:

- В якості заміни вуличних світильників на основі НЛВД-ламп рекомендуються джерела білого світла, налаштовані на умови присмеркового зору з високим коефіцієнтом S/P. Колірна температура цих джерел світла повинна складати біля 6500 К, а світлова віддача - 65-70 лм/Вт.
- За низьких значень яскравості в $0,1 \text{ кд/м}^2$ економія електроенергії може досягати 40-50%. При більш високих значеннях яскравості в $0,3 \text{ кд/м}^2$ економія електроенергії складає біля 30%.

Комітетом Інститута професіонального освітлення (Institution of Lighting Professionals, UK) запропонована нова система освітлення житлових доріг, яка дозволяє зменшити рівні освітленості в залежності від типу ламп. Зменшення освітленості характеризується використанням мезопічної системи МКО, проте зменшення застосовується, коли використовуються лампи з загальним індексом кольоропередачі $R_a \geq 60$.

S клас	Фотопічна тленість, (лк) $R_a \geq 60$	Фотопічна освітленість (лк) при $R_a \geq 60$ згідно S/P коефіцієнта ламп												
		0.23	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
S1	15.0	15.0	14.3	14.0	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.8	11.6	11.4
S2	10.0	10.0	9.4	9.1	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9	7.6	7.5	7.3	7.1	6.9
S3	7.5	7.5	6.9	6.7	6.4	6.2	6.0	5.9	5.6	5.5	5.3	5.1	5.0	4.9
S4	5.0	5.0	4.5	4.3	4.1	3.9	3.8	3.6	3.5	3.4	3.3	3.1	3.1	2.9
S5	3.0	3.0	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5
S6	2.0	2.0	1.6	1.6	1.4	1.4	1.3	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9

Висновки

- Імплементация мезопічної системи МКО в вуличне освітлення продемонструвала можливість покращення візуальних характеристик і зменшення енергоспоживання.
- Важливою характеристикою джерел світла стає S/P відношення, яке повинне бути внесене в перелік обов'язкових характеристик, що повинні надавати виробники. В зв'язку з цим повинні переглядатися і комп'ютерні програми для освітлювального проекту.
- Використання мезопічної системи фотометрії МКО потребує припущення про поверхневі відбиття для зв'язку яскравості (на якій система базується) і освітленості.
- Актуальним напрямком стандартизації освітлення в Україні є не власна гармонізація стандартів, а активна участь в міжнародній співпраці в цьому напрямку, оскільки зараз в усьому світі ведеться перегляд існуючих норм і правил освітлення з урахуванням останніх досліджень.