

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту

з дисципліни

«СВІЛОТЕХНІЧНІ УСТАНОВКИ ТА СИСТЕМИ»

*(для студентів денної і заочної форм навчання
напряму підготовки 6.050701 „Електротехніка та електротехнології”
спеціальності „Світлотехніка і джерела світла”)*

ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» (для студентів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.050701 „Електротехніка та електротехнології” спеціальності “Світлотехніка і джерела світла”) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: В. С. Чернець, О. І. Лісна, О. М. Ляшенко, Д. П. Зубков. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 76 с.

Укладачі : к.т.н., доц. В. С. Чернець,
ст. викл. О. І. Лісна,
ст. викл. О. М. Ляшенко,
асист. Д. П. Зубков.

Рецензент: доц. кафедри СДС Г. О. Петченко

Рекомендовано до друку кафедрою Світлотехніка і джерела світла,
протокол № 4 від 22.11.2013 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ	5
1.1 Необхідні дані для проектування та порядок виконання розрахунку проекту освітлювальної установки.....	5
1.2 Зміст пояснювальної записки	6
2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ОУ БУДІВЕЛЬ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	7
2.1 Особливості освітлення приміщень виробничих і складських будівель.....	7
2.2 Особливості освітлення приміщень житлових, суспільних і допоміжних будівель.....	9
2.3 Вибір системи освітлення	12
2.4 Вибір джерел світла	
2.5 Вибір світлових приладів	13
3. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОУ.....	15
3.1. Розташування світильників.....	15
3.2 Методи світлотехнічного розрахунку.....	15
4. РОЗРАХУНОК ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОСВІТЛЕННЯ.....	18
4.1 Розрахунок показника дискомфорту.....	18
4.2 Розрахунок показника засліпленості.....	30
4.3 Розрахунок циліндричної освітленості.....	44
4.4 Перевірка коефіцієнта пульсації.....	47
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ.....	50

ВСТУП

Проектування освітлювальних установок (ОУ) – один з напрямків роботи дипломників, у ході якого закріплюються та поглиблюються теоретичні знання студентів і набуваються практичні навички зі спеціальності.

Курсовий проект з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» передбачає виконання світлотехнічної частини робочого проекту електричного освітлення будівлі певного функціонального призначення.

Під час розробки ОУ необхідно враховувати специфіку освітлюваних будівель, а також ознайомитись з номенклатурою наявних елементів ОУ з метою вибору найбільш оптимального проектного рішення освітлювання.

Для забезпечення швидкого і якісного проектування системи освітлення відповідно до діючих галузевих стандартів і сучасних тенденцій доцільно застосовувати існуючі комп'ютерні програми, що дозволяють на основі багатоваріантних розрахунків підібрати найприйнятніше проектно рішення і створити реалістичну візуалізацію освітлюемого приміщення.

Розроблена ОУ повинна забезпечувати комфортне кольорово-світлове середовище, сприяти підвищенню продуктивності праці та зниженню стомлюваності зорового аналізатора. Крім того, установка має бути зручною та безпечною при використанні, енерго- та матеріалоекономічною, органічно вписуватися в інтер'єр. Для створення системи освітлення, яка б задовольняла всім вимогам, необхідно виконувати проектування ОУ, спираючись на аналітичний огляд спеціалізованої літератури, застосовувати сучасні світильники і джерела світла, характеристики яких дозволяли б використання їх в системі з автоматизованим керуванням освітлення, що є одним із засобів енергозаощадження.

У цих методичних вказівках надаються рекомендації з проектування ОУ, а також розглянуті інженерні методи розрахунку кількісних та якісних характеристик ОУ при курсовому проектуванні.

1. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1.1 Необхідні дані для проектування та порядок виконання проекту освітлювальної установки

Починаючи проектування освітлювальної установки (ОУ), необхідно мати перелік об'єктів, для яких ведеться проектування з указанням їх основного призначення, площі та висоти приміщень, поверховості будівель. Для проектування внутрішнього освітлення необхідні архітектурно-будівельні плани й розрізи будівель з указанням призначення приміщень, креслення металевих конструкцій, технологічні плани й розрізи, креслення санітарно-технічних комунікацій, відомості про характер середовища у приміщенні, відомості про особливості технологічного процесу та інші дані.

При розробці проектів освітлювальних установок виділяють світлотехнічну й електротехнічну частини проекту. Виділення світлотехнічної та електротехнічної частин є досить умовним, тому що освітлювальна установка функціонально являє собою єдине ціле, містить електрообладнання та конструкції для його розміщення. Проектно-кошторисна документація на ОУ (креслення, специфікації, відомість матеріалів, кошториси) видається, як правило, в одному комплекті з робочою документацією щодо електропостачання об'єкта.

У світлотехнічній частині проекту вибирають освітленість та показники якості освітлення, систем, види та засоби освітлення, типи джерел світла та освітлювальних приладів, виконують світлотехнічні розрахунки, в результаті яких виявляють тип, потужність та розташування освітлювальних приладів.

В електротехнічній частині вибирають джерела живлення, вирішують питання компенсації реактивної потужності для установок з розрядними лампами (РЛ), намічають способи управління освітленням, вибирають типи магістральних і групових щитків та іншого електрообладнання, виявляють способи доступу до освітлювальних приладів для обслуговування.

При виконанні курсового проекту з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» виконується світлотехнічна частина.

З урахуванням вищесказаного приблизний порядок розробки освітлювальних установок може бути таким:

На основі аналізу точності і складності зорових робіт проводять вибір виду та системи освітлення, а також нормованих значень освітленості (мінімальна або середня) та якісних характеристик освітлення (показники засліпленості та дискомфорту, циліндрична освітленість, коефіцієнт пульсації освітленості).

На основі аналізу даних про особливості технологічного процесу, відомостей про умови середовища в приміщеннях, віднесення приміщень до виділеного класу вибухо- та електробезпеки вибирають тип світлових приладів та застосованих в них ламп.

Далі виконується світлотехнічний розрахунок ОУ, метою якого є визначення кількості освітлювальних приладів, їх розміщення та необхідна потужність.

Для перевірки розрахованої ОУ щодо відповідності нормативним вимогам до якості освітлення проводиться визначення показника дискомфорту або засліпленості, циліндричної освітленості та коефіцієнта пульсації освітленості.

Оформлення проекту освітлювальної установки (пояснювальної записки і робочих креслень будівлі з розробленою системою освітлення).

1.2 Зміст пояснювальної записки

1. Стисла технічна характеристика будівлі і аналіз зорових задач
2. Вибір системи освітлення
3. Вибір нормованих значень освітленості
4. Вибір джерел світла
5. Вибір світлових приладів
6. Світлотехнічні розрахунки освітлювальної установки (ОУ)
 - 6.1 Розрахунок потужності ОУ методом коефіцієнта використання
 - 6.2 Розрахунок потужності ОУ з використанням програми _____
7. Розрахунок якісних показників ОУ*
 - 7.1 Розрахунок показника дискомфорту (засліпленості)
 - 7.2. Розрахунок циліндричної освітленості
 - 7.3 Визначення коефіцієнта пульсації

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А .СВІТЛОТЕХНІЧНА ВІДОМІСТЬ

ДОДАТОК Б. ЗВІТ З КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ З РЕЗУЛЬТАТАМИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Примітки:

* Необхідно виконати перевіркою розрахунок значень тих якісних показників, які нормуються для приміщень даної освітлюємої будівлі. У випадку, коли якийсь із показників не нормується в жодному з приміщень, а значить його не треба розраховувати, зміст пункту 7 треба уточнити за рахунок вилучення підпунктів з розрахунками параметрів, що не регламентуються.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ОУ БУДІВЕЛЬ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

2.1 Особливості освітлення приміщень виробничих і складських будівель

Для загального освітлення приміщень і місцевого освітлення робочих поверхонь слід використовувати, як правило, найекономічніші розрядні лампи або світлодіоди. Вибір джерел світла по колірним характеристикам слід проводити з урахуванням підвищених вимог до розрізнення кольорів, наведених в додатку Е [2]. Застосування ксенонових ламп в приміщеннях не допускається.

Норми освітленості, наведені в [2] в залежності від точності і складності зорових робіт (таблиця 1), слід підвищувати на один ступінь шкали освітленості в наступних випадках:

а) при роботах I – VI розрядів, якщо зорова робота виконується більше половини робочого дня;

б) при підвищеній небезпеці травматизму, якщо освітленість від системи загального освітлення складає 150 лк і менш (робота на дискових пилах, ножицях гільйотин і т. п.);

в) при спеціальних підвищених санітарних вимогах (наприклад, на підприємствах харчової і хіміко-фармацевтичної промисловості), якщо освітленість від системи загального освітлення 500 лк і менш;

г) при роботі або виробничому навчанні підлітків, якщо освітленість від системи загального освітлення 300 лк і менш;

д) за відсутності в приміщенні природного світла і постійному перебуванні працюючих, якщо освітленість від системи загального освітлення 750 лк і менш;

е) при нагляді за деталями, що обертаються з швидкістю, рівною або більше 500 об/мин, або об'єктами, рухомими з швидкістю, рівною або більше 1,5 м/міни;

ж) при постійному пошуку об'єктів розрізнення на поверхні розміром 0,1 м² і більш.

За наявності одночасно декількох ознак норми освітленості слід підвищувати не більше ніж на один ступінь.

У приміщеннях, де виконуються роботи IV-VI розрядів, норми освітленості слід знижувати на один ступінь при короткочасному перебуванні людей або за наявності устаткування, не вимагаючого постійного обслуговування. При виконанні в приміщеннях робіт I-III, IVа, IVб, IVв, Va розрядів слід застосовувати систему комбінованого освітлення. Передбачати систему загального освітлення допускається при технічній неможливості або недоцільності пристрою місцевого освітлення, що конкретизується в галузевих нормах, злагоджених з органами Державного санітарного нагляду.

За наявності в одному приміщенні робочих і допоміжних зон слід

передбачати локалізоване загальне освітлення (при будь-якій системі освітлення) робочих зон і менш інтенсивне освітлення допоміжних зон, відносячи їх до розряду VIII а.

Освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення в системі комбінованого, повинна складати не менше 10 % нормованої для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, які застосовуються для місцевого освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 200 лк при розрядних лампах, не менше 75 лк – при лампах розжарювання. Створювати освітленість від загального освітлення в системі комбінованого більше 500 лк при розрядних лампах і більше 150 лк при лампах розжарювання допускається тільки за наявності обґрунтувань. У приміщеннях без природного світла освітленість робочої поверхні, створювана світильниками загального освітлення в системі комбінованого, слід підвищувати на один ступінь.

Відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинне перевищувати для робіт I – III розрядів при люмінесцентних лампах 1,3, при інших джерелах світла – 1,5, для робіт розрядів IV – VII – 1,5 і 2,0 відповідно. Нерівномірність освітленості допускається підвищувати до 3,0 в тих випадках, коли за умов технології світильники загального освітлення можуть встановлюватися тільки на майданчиках, колонах або стінах приміщення.

У виробничих приміщеннях освітленість проходів і ділянок, де робота не проводиться, повинна складати не більше 25 % від нормованої освітленості, але не менше 75 лк при розрядних лампах і не менше 30 лк при лампах розжарювання.

У цехах з повністю автоматизованим технологічним процесом слід передбачати освітлення для нагляду за роботою устаткування, а також додаткове вмикання світильників загального і місцевого освітлення для забезпечення необхідної (відповідно до [2]) освітленості при ремонтно-налагоджувальних роботах.

Показник засліпленості від світильників загального освітлення (незалежно від системи освітлення) не повинен перевищувати значень, вказаних в [2]. Показник засліпленості не обмежується для приміщень, довжина яких не перевищує подвійної висоти підвісу світильників над підлогою, а також для приміщень з тимчасовим перебуванням людей і для майданчиків, призначених для проходу або обслуговування устаткування.

Для місцевого освітлення робочих місць слід використовувати світильники з непросвічуючими відбивачами. Світильники повинні розташовуватися так, щоб їх елементи, що світять, не потрапляли в полі зору працюючих на освітленому робочому місці і на інших робочих місцях. Місцеве освітлення робочих місць, як правило, повинне бути обладнано регуляторами освітлення. Місцеве освітлення зорових робіт з тривимірними об'єктами розрізнення слід виконувати:

при дифузійному відбитті фону – світильником, відношення найбільшого лінійного розміру поверхні якого, що світить, до висоти розташування її над робочою поверхнею складає не більше 0,4 при напрямі оптичної осі в центр

робочої поверхні під кутом не менше 30° до вертикалі;

при направлено-розсіяному і змішаному відбитті фону – світильником, відношення якнайменшого лінійного розміру світлової поверхні до висоти розташування її над робочою поверхнею складає не менше 0,5, а її яскравість – від 2500 до 4000 кд/м². Яскравість робочої поверхні не повинна перевищувати значень, вказаних в таблиці 1.

Таблиця 1 – Найбільша допустима яскравість, кд/м²

Площа робочої поверхні, м ²	Найбільша допустима яскравість, кд/м ²
Менше 1 · 10 ⁻⁴	2000
від 1 · 10 ⁻⁴ до 1 · 10 ⁻³	1500
понад 1 · 10 ⁻³ до 1 · 10 ⁻²	1000
понад 1 · 10 ⁻² до 1 · 10 ⁻¹	750
Більше 1 · 10 ⁻¹	500

Коефіцієнт пульсації освітленості на робочих поверхнях при живленні джерел світла струмом з частотою менше 300 Гц не повинен перевищувати значень, вказаних в таблиці 1.

Коефіцієнт пульсації не обмежується:

- при частоті живлення 300 Гц і вище;
- для приміщень з періодичним перебуванням людей за відсутності в них умов для виникнення стробоскопічного ефекту.

У приміщеннях, де можливе виникнення стробоскопічного ефекту, необхідне вмикання сусідніх ламп в 3 фази живлячої напруги або включення їх в мережу з електронними пускорегулюючими апаратами.

2.2 Особливості освітлення приміщень суспільних, житлових і допоміжних будівель

Для загального освітлення приміщень слід використовувати найекономічніші розрядні лампи з світловою віддачею не менше 55 лм/Вт. Використовування ламп розжарювання допускається для загального освітлення тільки для забезпечення архітектурно-художніх вимог і у вибухонебезпечних приміщеннях. Вибір джерел світла по колірних характеристиках слід проводити на підставі додатку Ж. У цілях контролю за енергоспоживанням встановлюються вимоги до максимально допустимої питомої потужності загального штучного приміщень суспільних будівель розрядів А – В. Питома встановлена потужність загального штучного освітлення не повинна перевищувати максимально допустимих величин, приведених в таблиці 2.

Таблиця 2 – Максимально допустима питома стала потужність

Освітленість на робочій поверхні, лк	Індекс приміщення	Максимально допустима питома стала потужність, Вт/м ² , не більше
500	0,6	42
	0,8	39
	1,25	35
	2,0	31
	3 і більше	28
400	0,6	30
	0,8	28
	1,25	25
	2,0	22
	3 і більше	20
300	0,6	25
	0,8	23
	1,25	20
	2,0	18
	3 і більше	16
200	0,6-1,25	18
	1,25-3,0	14
	Більше 3	12
150	0,6- 1,25	15
	1,25-3,0	12
	Більше 3	10
100	0,6-1,25	12
	1,25-3,0	10
	Більше 3	8

Примітка. Значення в таблиці наведені з урахуванням споживання потужності пускорегулюючих пристроїв, а також пристроїв керування освітленням

Норми освітленості, що наведені в таблиці 2, слід підвищувати на один ступінь шкали освітленості в наступних випадках:

- а) при роботах А – В розрядів при спеціальних підвищених санітарних вимогах (наприклад, в деяких приміщеннях громадського харчування і торгівлі);
- б) за відсутності в приміщенні з постійним перебуванням людей природного світла;
- в) при підвищених вимогах до насиченості приміщення світлом для зорових робіт розрядів Г – Е (зали для глядачів і концертних, фойє унікальних будівель і т.п.);
- г) при вживанні системи комбінованого освітлення адміністративних будівель (кабінети, робочі кімнати, читальні зали бібліотек).

Норми освітленості, приведені в таблиці 2, слід знижувати на один ступінь за шкалою освітленості в наступних випадках:

а) для розрядів Г – Е при використуванні люмінесцентних ламп поліпшеного відтворення кольорів (ЛЕЦ, ЛТБЦ, ЛТБЦТ, КЛТБІ) за умови збереження норми по коефіцієнту пульсації;

б) для всіх розрядів при використанні ламп розжарювання, зокрема галогенових.

В установках декоративно-художнього освітлення приміщень суспільних будівель з розрядами зорових робіт Г – Е допускається вибір рівня освітленості відповідно до архітектурними вимогами, при цьому для забезпечення можливості вільного орієнтування в приміщенні якнайменша освітленість умовної горизонтальної поверхні повинна бути не менше 75 лк при розрядних лампах і 30 лк при лампах розжарювання.

У приміщеннях, де необхідно забезпечити циліндричну освітленість, середньозважений по поверхні коефіцієнт відбиття стін повинен бути не менше 40 %, стелі – не менше 50 %.

У приміщеннях суспільних будівель, як правило, слід застосовувати систему загального освітлення. Допускається використання системи комбінованого освітлення в приміщеннях адміністративних будівель, де виконується зорова робота А – В розрядів (кабінети, робочі кімнати, читальні зали бібліотек і архівів і т.п.). При цьому нормована освітленість на робочій поверхні підвищується згідно п. 4.22 [2], а освітленість від загального освітлення повинна складати не менше 70 % значень по ([2], табл.2).

На підприємствах побутового обслуговування, в супутніх приміщеннях виробничого характеру, де виконуються зорові роботи I – IV розрядів (ювелірні і гравюрні роботи, ремонт годинника, телевізорів, радіоапаратури, мікрокалькуляторів, взуття, металовиробів і т.п.) необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Нормована освітленість і якісні показники приймаються по таблиці 1.

Показник дискомфорту, нормований для обмеження сліпучої дії в освітлювальних установках по таблиці 2 [2], повинен забезпечуватися біля торцевої стіни на центральній осі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги. Показник дискомфорту не обмежується для приміщень, довжина яких не перевищує подвійну висоту установки світильників над підлогою.

Коефіцієнт пульсації слід приймати по таблиці 2 [2].

Освітлення сходових кліток житлових будівель заввишки більше трьох поверхів повинне мати автоматичне або дистанційне керування, що забезпечує відключення частини світильників або ламп в нічний час з таким розрахунком, щоб освітленість драбин була не нижчою за норми евакуаційного освітлення, приведеного 4.75.

Коефіцієнт запасу K_z при проектуванні природного, штучного і сумісного освітлення необхідно приймати за додатком Д.

Найменша освітленість робочих поверхонь у квартирах житлових будинків при комбінованій системі освітлення від будь-яких джерел світла, придбаних населенням, рекомендується: письмового стола, робочої поверхні

для шиття та інших ручних робіт – 300 лк, кухонного стола і миття посуду – 200 лк.

У рекомендаціях і Стандартах МКО введений коефіцієнт експлуатації, пов'язаний зворотним відношенням з коефіцієнтом запасу. Значення коефіцієнта експлуатації не регламентуються; вони повинні розраховуватися за окремою методикою і разом із програмою обслуговування відобразитися у проекті освітлювальної установки (додаток Д).

2.3 Вибір системи освітлення

В практиці освітлення приміщень будівель застосовуються дві різні системи освітлення: загального і комбінованого освітлення. перша система призначена для освітлення не тільки робочих поверхонь, а й всього приміщення в цілому. Світильники в системі загального освітлення розташовують двома способами: рівномірно і локалізовано.

При рівномірному розміщенні світильників в системі загального освітлення відстані між рядками світильників і між світильниками в кожному рядку витримуються незмінними. При локалізованому розміщенні положення кожного світильника визначаються з урахуванням найвигіднішого напрямку світлового потоку і усунення тіней на освітлюємому робочому місці, тобто повністю залежить від розташування обладнання.

Рівномірне розміщення світильників загального освітлення застосовується звичайно в тих випадках, коли бажано забезпечити рівномірність освітлення всієї площини приміщення в цілому. При необхідності додаткової підсвітки окремих ділянок освітлюємого приміщення, якщо ці ділянки достатньо великі по площині і за умовами роботи неможливе обладнання місцевого освітлення, застосовують локалізоване розміщення світильників.

Друга система – система комбінованого освітлення – включає в себе світильники, які розташовані безпосередньо біля робочого місця і призначені для освітлення тільки робочої поверхні (місцеве освітлення) , а також світильники загального освітлення , призначені для вирівнювання яскравості в полі зору і створення необхідної освітленості по проходам освітлюємого приміщення.

2.4 Вибір джерел світла

Для правильного вибору джерел світла для освітлювальної установки з широкого асортименту ламп з різними характеристиками слід виходити з аналізу основних характеристик джерел світла і відповідності їх умовам освітлюємого об'єкту:

- 1) електричні характеристики (напруга, потужність);
- 2) розміри і форма колби;

- 3) світлові характеристики (світлова віддача, термін служби, яскравість);
- 4) кольорові характеристики (спектральний склад, колірність випромінювання);
- 5) економічність.

2.5 Вибір світлових приладів

Економічність, якість та зручність експлуатації освітлювальної установки залежить від вибору світильників. Економічність та якість освітлення визначаються їх світлотехнічними характеристиками, надійність та експлуатаційні вимоги – конструктивним виконанням.

Необґрунтований вибір світильника може привести до значного подорожання освітлювальної установки, збільшенню встановленої потужності. Невідповідність конструктивного виконання світильника умовам навколишнього середовища знижує надійність та довговічність освітлювальної установки, а також може являти собою причину пожежі та вибуху. Вибір світильника визначається світлотехнічною характеристикою світильника, характером навколишнього середовища, економічністю установки.

Основними показниками, які визначають вибір світильника при проектуванні ОУ, необхідно вважати:

- 1) конструктивне виконання світильника;
- 2) світлорозподіл світильника;
- 3) блискість світильника;
- 4) економічність світильника.

Таблиця 3 – Зразковий перелік приміщень і зон з важкими умовами середовища

Умови середовища	Найменування приміщень та зон (зразковий перелік)
Вибухонебезпечні зони класу 2 згідно ДНАОП 0.00-1.32	Приміщення зарядки тягових та стартерних акумуляторів (у верхній зоні вище відмітки 0,75 м від рівня підлоги).
Пожежонебезпечні класу П-I; класу П-I; класу П-Ша	Закриті автостоянки, розташовані під будинками Столярні майстерні Фонди відкритого доступу до книг, книгосховища, архіви, палітурні та макетні майстерні, друкарські відділення офсетного друку, світлокопіювальні; кіноапараті; перемотувальні; приміщення для нарізування тканин; рекламно-декоративні майстерні; вітрини з експозицією із горючих матеріалів,

Умови середовища	Найменування приміщень та зон (зразковий перелік)
Пожежонебезпечні класу П-I; класу П-II; класу П-III	приміщення для зберігання бланків, пакувальних матеріалів і контейнерів: відділення приймання і видачі білизни та одягу, відділення розбирання, лагодження і пакування білизни; пошивні цехи, закрійні відділення; відділення підготовки прикладних матеріалів, приміщення ремонту одягу, ручного та машинного в'язання, виготовлення та ремонту головних уборів, кушнірських робіт; фонотеки; комори продуктів у горючій упаковці, комори в непродовольчих магазинах, комори пунктів прокату та спецодягу; горища, комори і підсобні приміщення квартир та будинків садибного типу
Пильні	Відділи електрофотографування, ксерокопіювання тощо
Вологі	Фотолабораторії; дисциляторні, автоклавні; гарячі, доготовельні та заготовельні цехи; завантажувальні, комори та мийні тари, комори овочів; роздягальні в лазнях, душові; сушильно-прасувальні відділення, пральні зі самообслуговуванням; декатирувальні; санітарні вузли; теплові пункти; камери охолодження
Вогкі	Мийні кухонного та столового посуду; відділення механічного прання, приготування пральних розчинів; насосні, басейни
Особливо вогкі	Відділення ручного прання; душові, ванні, мийні, пральні, парильні
Жаркі	Гарячі цехи підприємств громадського харчування; парильні мийні
Хімічно активні	Приміщення ремонту і зарядки акумуляторів, електролітні та відділення хімічної чистки
Примітка. У кожному конкретному випадку характеристика приміщення (зони) за умовами середовища уточнюється в проекті. Характеристика приміщень, не вказаних в таблиці, також визначається в завданні на проект	

Основні характеристики світлових приладів, вибраних для розробляємої системи освітлення будівлі слід навести у вигляді таблиці за зразком, наведеним в таблиці 4.

Таблиця 4 – Характеристики вибраних світлових приладів

№ з/ч	Тип СП	Ступінь захисту IP	ККД, %	Тип ПРА, cosφ	Габаритні розміри
1	K300/122	IP 54	53%	Електрон., 0,96	300 x 300 x 83

3. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОУ

3.1 Розташування світильників

Розташування світильників визначає економічність освітлювальної установки, якість освітлення та зручність експлуатації.

З умови загального рівномірного освітлення світильники розташовують у вершинах квадрату зі стороною L_{opt} , або у вершинах прямокутника з співвідношенням довжини сторін 0,5:

$$L_{opt} = \lambda_{ксс} h_p, \quad (1)$$

де $\lambda_{ксс}$ – найвигідніша відстань між світильниками для одержання найменшої нерівномірності розподілу освітленості на горизонтальній поверхні;

h_p – розрахункова висота світильника над розрахунковою поверхнею, що визначається за формулою

$$h_p = H - h_{з.с.} - h_{р.п.}, \quad (2)$$

де H – висота приміщення, м;

$h_{з.с.}$ – висота зв'язу світильника, м;

$h_{р.п.}$ – висота розрахункової поверхні над рівнем підлоги, м.

Таблиця 5 – Значення $\lambda_{ксс}$

Тип КСС	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3
Значення λ	1,3	0,96	0,91	0,77	0,66	0,57	0,49	0,42	0,36

3.2 Методи світлотехнічного розрахунку

Усі методи розрахунку освітлення можуть бути зведені до двох основних: точкового й методу світлового потоку, який інакше називається методом коефіцієнта використання.

Точковий метод доцільний для розрахунку ОУ з підвищеною нерівномірністю розподілу освітленості (локалізоване освітлення світильниками прямого світла, аварійне освітлення і т. п.), а також для розрахунку освітлення нахилених поверхонь, що створені світильниками прямого світла. Цим методом розраховується також загальне рівномірне освітлення за наявності істотних затінювань.

Метод коефіцієнта використання призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення поверхні без великих затінюючих предметів. При розрахунку цим методом ураховується як пряме, так і відбите світло.

Для розрахунку потужності ОУ внутрішніх приміщень часто використовують метод коефіцієнта використання.

Потрібний потік ламп у кожному світильнику $\Phi_{л}$ визначають за формулою

$$\Phi_{л} = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta_{OU}}, \quad (3)$$

де E_n – нормоване значення освітленості;
 K_3 – коефіцієнт запасу;
 S – площа поверхні, що освітлюється;
 $z = E_{cp} / E_{min}$; E_{cp} , E_{min} – середнє й мінімальне значення освітленості; N – кількість світильників в приміщенні, n – кількість ламп в кожному з світильників .

Коефіцієнт z , який входить до формули (3), характеризує нерівномірність освітлення. У найбільшій мірі він залежить від співвідношення відстані між світильниками до розрахункової висоти (L/h_p). Якщо L/h_p не перевищує рекомендованих значень ($L \leq 0.5h_p$), то приймається $z = 1,15$ для ЛР і ДРЛ та $z = 1,1$ для люмінесцентних ламп при розташуванні у вигляді світлових ліній.

η_{oy} – коефіцієнт використання, який залежить від світлорозподілу світильників та їх розташування у приміщеннях, від розмірів освітлюемого приміщення та відбиваючих властивостей робочої поверхні, від індексу приміщення i_n .

i_n визначають за формулою

$$i_n = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (4)$$

де A – довжина приміщення;

B – його ширина;

h_p – розрахункова висота підвісу світильників.

На практиці значення цього коефіцієнту визначають за таблицями, в залежності від параметрів приміщення, для якого виконується розрахунок (коефіцієнтів відбиття стелі, стін і робочої поверхні приміщення, індексу приміщення) і характеристик світильників (тип кривої сили світла – КСС), які будуть використані. У випадку, коли таблиці для визначення коефіцієнта використання η_{oy} наведені в каталогах фірмою-виробником для кожного світильника окремо з урахуванням його КСС, задача спрощується.

Порядок розрахунку методом коефіцієнта використання наступний:

- 1) визначають h_p , тип і число світильників n у приміщенні, як вказано вище;
- 2) за таблицями знаходять коефіцієнт запасу K_3 ; поправочний коефіцієнт z ; нормовану освітленість E_n ;
- 3) вираховують індекс приміщення за формулою (4);
- 4) визначають коефіцієнт використання світлового потоку ламп η_{oy} .

У випадку, коли розраховане значення індексу приміщення відрізняється від табличних для підвищення точності визначення значення коефіцієнта використання за таблицею слід виконати інтерполяцію з урахуванням значень цього коефіцієнта для сусідніх з розрахованим індексів приміщення i_1 і i_2 ($i_1 < i_n < i_2$):

$$\eta_{i_n} = \eta_{i_1} + (\eta_{i_2} - \eta_{i_1}) \cdot \frac{i_n - i_1}{i_2 - i_1}, \quad (5)$$

де $\eta_{i_n}, \eta_{i_1}, \eta_{i_2}$ – коефіцієнти використання світлового потоку ламп для індексів приміщень відповідно i_n, i_1, i_2 .

5) за формулою (3) знаходять необхідний потік ламп в одному світильнику;

6) вибирають лампу з близьким за величиною світловим потоком.

Світловий потік світильника при вибраних лампах не повинен відрізнятися від $\Phi_{\text{л}}$ більше ніж на величину (-10 ÷ +20) %. При неможливості вибору ламп з таким наближенням коригується число світильників n або висота підвісу світильників h_p .

При розрахунку системи освітлення із застосуванням комп'ютерної програми необхідно співставити результати в одному з приміщень з результатами, отриманими при застосуванні методу коефіцієнта використання. Для цього необхідно виконати розрахунок кількості світильників N того ж типу і з тими ж джерелами світла, що й в комп'ютерній програмі, для чого застосовується формула (3), трансформована відносно N :

$$N = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\Phi_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta_{\text{ОУ}}}, \quad (6)$$

Слід також врахувати, що коефіцієнт експлуатації в комп'ютерних програмах є величиною, зворотною до коефіцієнту запасу K_3 .

При розміщенні світильників рядами на етапі визначення світлового потоку сумарна довжина N світильників порівнюється з довжиною приміщення, причому можливі наступні випадки:

1. Сумарна довжина світильників перевищує довжину приміщення: необхідно або застосувати більш потужні лампи (в яких світловий потік на одиницю довжини більше), або компоувати ряди з подвоєних, потроєних світильників.

2. Сумарна довжина світильників дорівнює довжині приміщення: завдання вирішується визначенням безперервного ряду світильників.

3. Сумарна довжина світильників менше довжини приміщення: приймається ряд з рівномірно розподіленими вздовж нього розривами λ між світильниками. Рекомендується, щоб λ не перевищувала 0,5 розрахункової висоти (крім багатолампових світильників у приміщеннях суспільно-адміністративних будівель).

Після уточнення потужності ламп з світловим потоком, які при застосуванні в вибрані світильниках забезпечують нормовану освітленість, необхідно визначити сталу і питому потужності освітлювальної установки для кожного приміщення окремо:

$$P_{\text{oy}} = (1 + P_{\text{ПРА}}) \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot N, \quad (7)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність ДС, кВт;

N – число світильників, шт;

n – число джерел світла у світильнику, шт;
 $P_{\text{ПРА}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в пускорегулюючій апаратурі РЛ (дані наводяться виробником).

Питома потужність ОУ:

$$W_{oy} = \frac{P_{oy}}{S} \quad (8)$$

де P_{Oy} – стала потужність системи освітлення приміщення, кВт;
 S – площа приміщення, м².

Результати розрахунків сталої і питомої потужності в кожному з приміщень будівлі, для якої виконується проектування освітлювальної установки, вносять до світлотехнічної відомості, яка наводиться у додатках пояснювальної записки до курсового проекту.

4. РОЗРАХУНОК ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОСВІТЛЕННЯ

Освітлювальна установка, що проектується, повинна створювати комфортне світло-кольорове середовище (СКС) в освітлюваних приміщеннях. Це досягається відповідністю якісних показників освітлення нормативним вимогам. Тому необхідно зробити розрахунок якісних показників освітлення і порівняти їх з нормованими значеннями.

4.1. Розрахунок показника дискомфорту

4.1.1. Розрахунок показника дискомфорту від точкових джерел

Сумарний показник дискомфорту від сукупності точкових блискових джерел визначається за формулою

$$M_{\Sigma} = \frac{1}{H \cdot L_{ad}^{0.5}} \cdot \left[\sum I_{\alpha} \cdot L_{\alpha} \cdot f^2(\theta) \right]^{0.5}, \quad (9)$$

де I_{α} , L_{α} – відповідно сила світла і яскравість блискового джерела у напрямку до ока спостерігача, Кд, Кд/м²;

H – висота розташування блискового джерела над лінією зору спостерігача, м;

$f(\theta)$ – функція, що залежить від розташування блискового джерела.

Для спрощення розрахунку сумарного показника дискомфорту в практичних умовах, користуючись номограмою Лекіша і Гута, зроблено графік функції $f(\theta)$, який зображено на рисунку.1. По осі ординат відкладено відносне вертикальне зміщення, а по осі абсцис – відносне горизонтальне зміщення блискового джерела від лінії зору спостерігача.

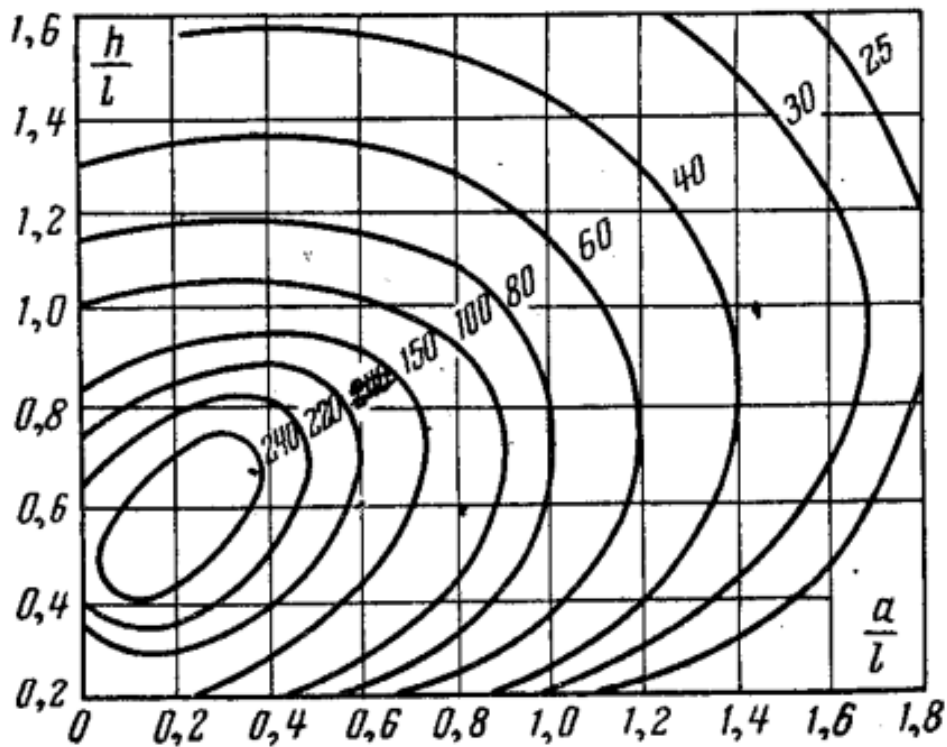


Рисунок 1 – Графік функції $f(\theta)$ для розрахунку сумарного показника дискомфорту від точкових джерел світла

Приклад розрахунку. Приміщення, площа якого $24 \times 12 \text{ м}^2$, а висота $h = 4,8 \text{ м}$, освітлюється 12 світильниками “Куля опалового скла” діаметром 300 мм, які мають $\eta = 67\%$ та $h_{\text{звіса}} = 0,8 \text{ м}$. $\Phi_{\text{л}} = 4600 \text{ лм}$. $\rho_{\text{ст}} = 0,5$. За яскравість адаптації приймається яскравість стін $L_a = 13,4 \text{ Кд/м}^2$. У приміщенні виконуються роботи, які відносять до 2 розряду. Направлення лінії зору вказано на рисунку 2 (л.з.).

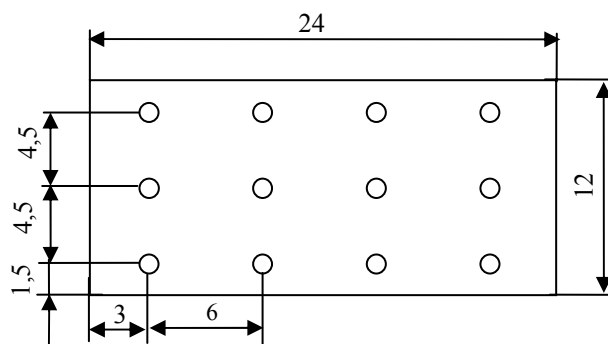


Рисунок 2 – До розрахунку показника дискомфорту від точкових джерел

Порядок розрахунку:

1. Визначаємо висоту розташування блискових джерел над лінією зору спостерігача H за формулою

$$H = h - h_{\text{звіса}} - h_{\text{л.з.}}, \quad (10)$$

де h – висота приміщення, м;

$h_{л.з.}$ – висота лінії зору, яка дорівнює 1,5м.

$$H=4,8-0,8-1,5=2,5\text{м.}$$

2. Визначаємо силу світла блискового джерела I_α за формулою

$$I_\alpha = \frac{I'_\alpha \cdot \Phi_\lambda}{1000}, \quad (11)$$

де I'_α – умовна сила світла світильника, кд (за кривою розподілу сили світла);

Φ_λ – світловий потік ламп у світильнику.

$$I_\alpha = \frac{60 \cdot 4600}{1000} = 276 \text{ Кд} .$$

Визначаємо яскравість L_α за формулою

$$L_\alpha = \frac{I_\alpha}{A_{np}}, \quad (12)$$

де A_{np} – площа проекції вихідного отвору світильника, м².

$$A_{np} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,078 \text{ м}^2 ;$$

$$L_\alpha = \frac{276}{0,078} = 3900 \text{ Кд / м}^2 .$$

3. Функцію $f^2(\theta)$ знаходимо з графіку на рисунку 1.

4. Сумарний показник дискомфорту розраховуємо за формулою (8):

$$M_\Sigma = \frac{10^{-2}}{2,5 \cdot 13,4^{0,5}} \cdot [276 \cdot 3900(32 + 190 + 160 + 100 + 32 + 190 + 160 + 100) + (200 + 210 + 200 + 150)]^{0,5} = 45.$$

5. Нормоване значення M для даного розряду робіт прийнято 60.

Розрахункове значення показника дискомфорту нижче нормованого, тобто освітлювальна установка відповідає вимогам до якості освітлення з точки зору обмеження засліплюючої дії блискового джерела.

4.1.2. Розрахунок показника дискомфорту від світлових ліній та смуг

Показник дискомфорту від світлових ліній та смуг можна визначити за формулою

$$M_{л} = \frac{L_0 \cdot b^{0,5}}{h^{0,5} \cdot L_{ад}^{0,5}} \cdot f(\gamma, \alpha, P), \quad (13)$$

де L_0 – середня габаритна яскравість світильника у напрямку до його осі ($\alpha=0$ і $\gamma=0$), кд/м²; (на графіку позначено як B_0 . B – застаріле позначення яскравості)

b – ширина світлової смуги, м;

h – розрахункова висота світлової смуги над лінією зору спостерігача, м;

$L_{ад}$ – яскравість адаптації, кд/м²;

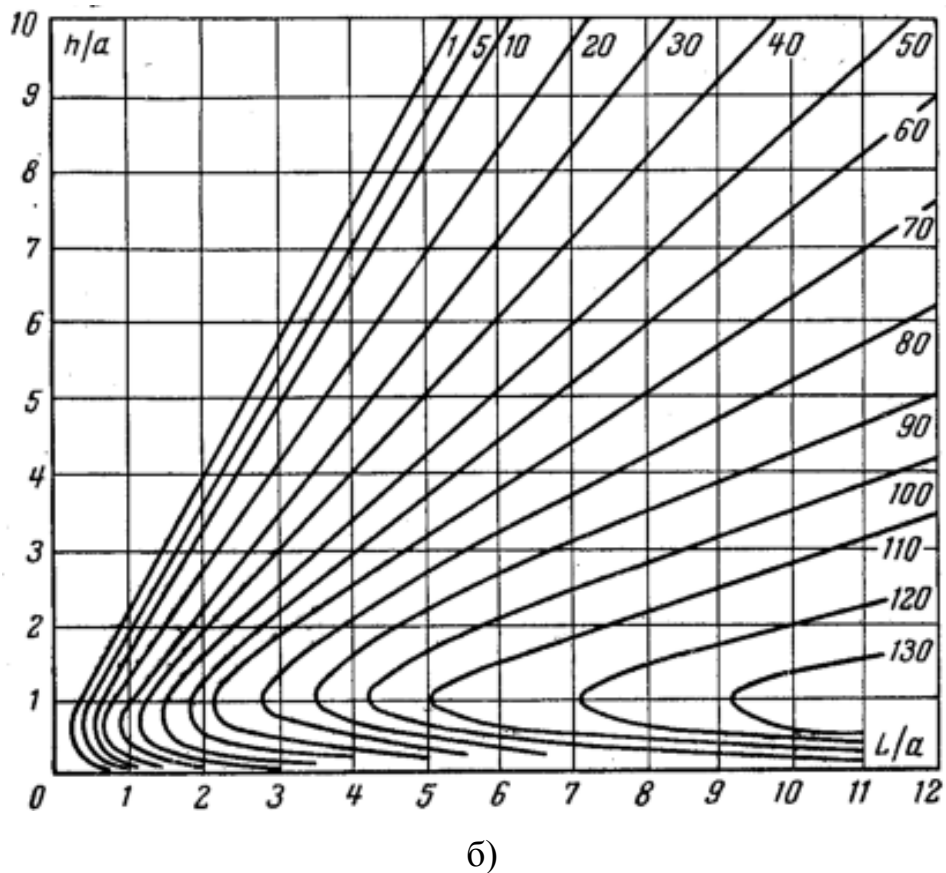
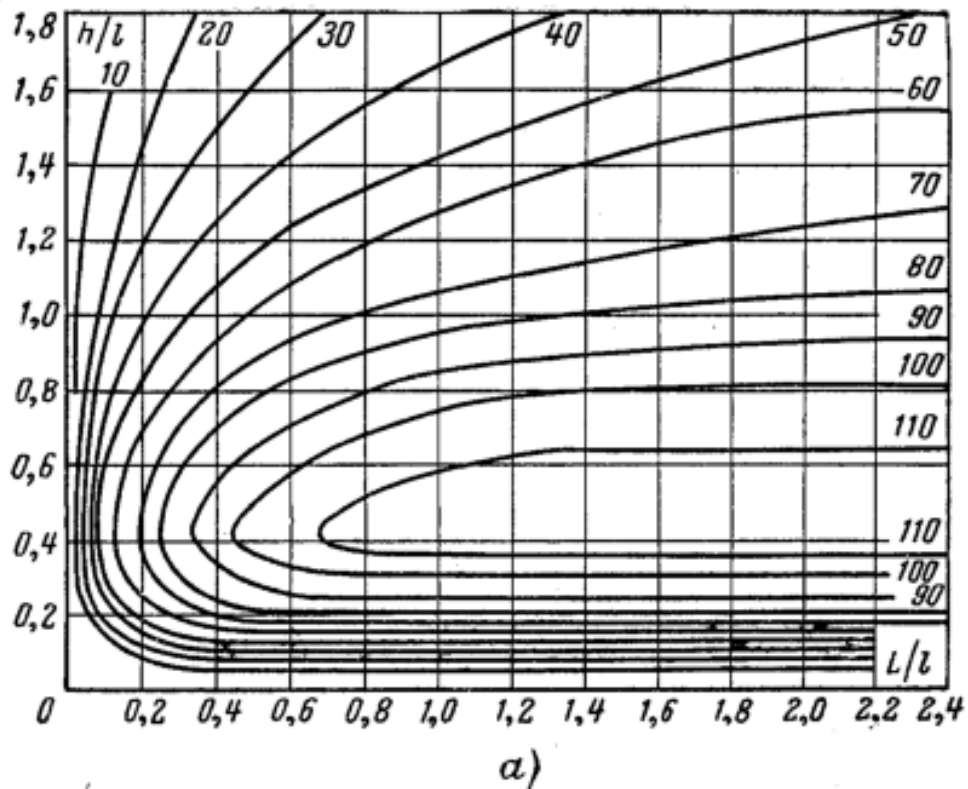


Рисунок 4 – Значення функції $f(\gamma, \alpha, P) \cdot 10^5$ для світильників з дифузором чи призматичним розсіювачем:
 а) для перпендикулярного розташування ліній світильників відносно лінії зору;
 б) для паралельного розташування ліній світильників відносно лінії зору

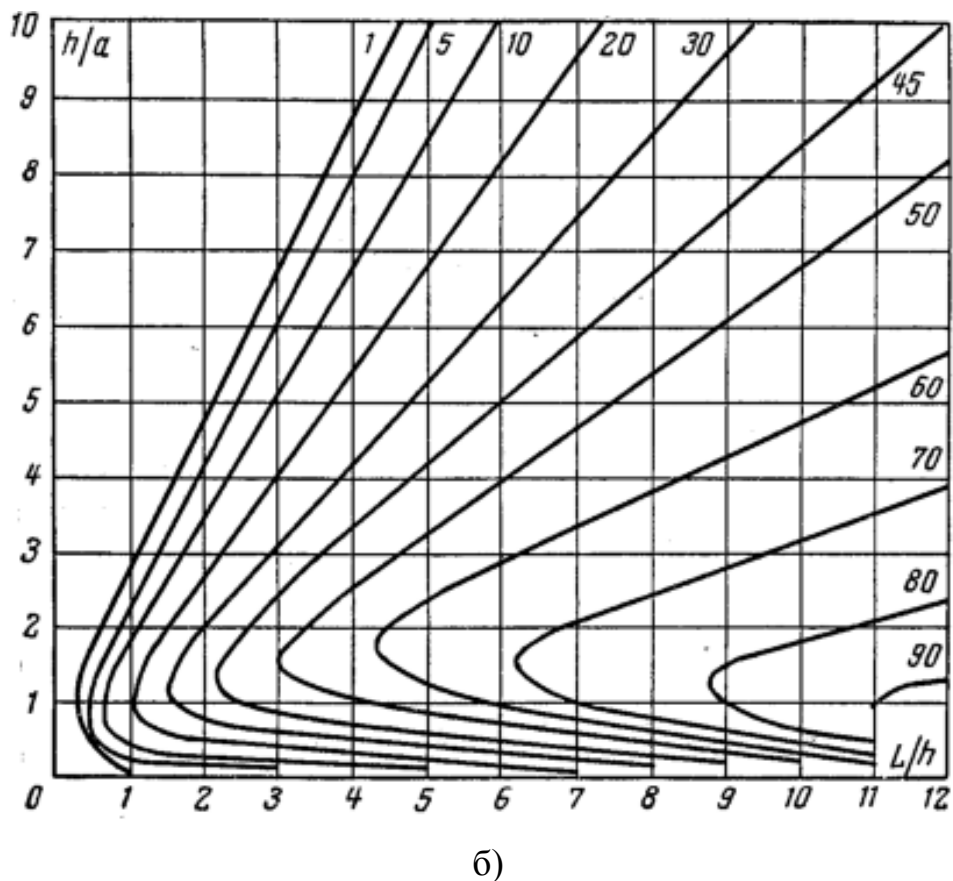
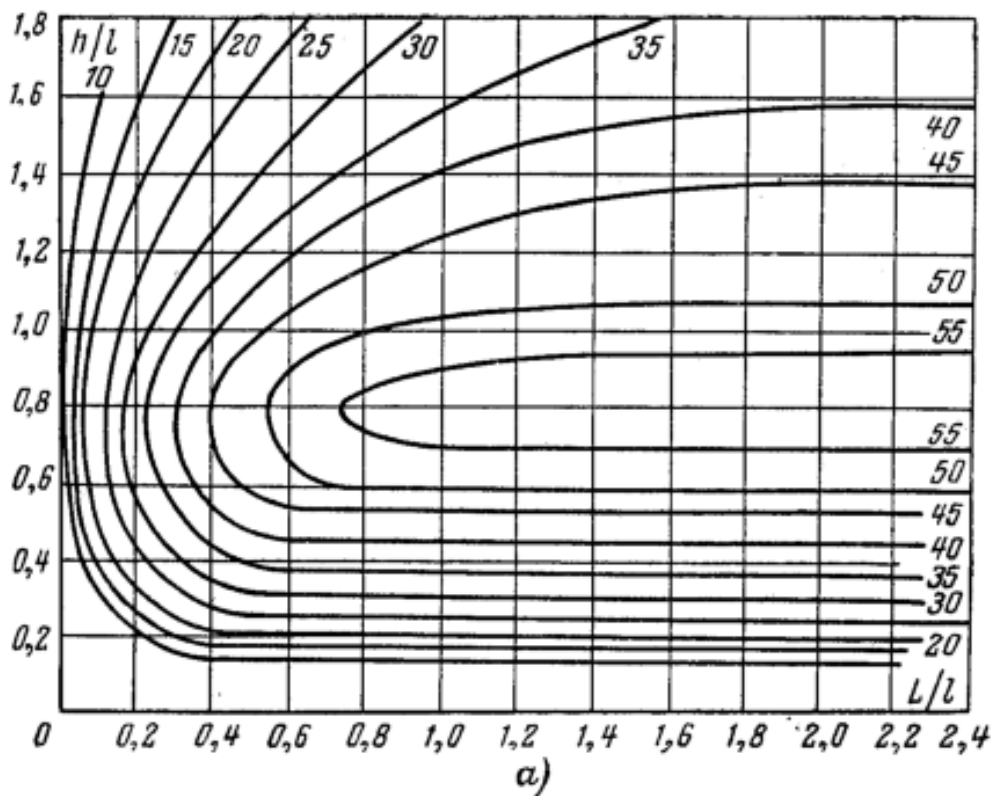


Рисунок 5 – Значення функції $f(\gamma, \alpha, P) \cdot 10^5$ для світильників з екрануючими ґратками:
 а) для перпендикулярного розташування ліній світильників відносно лінії зору;
 б) для паралельного розташування ліній світильників відносно лінії зору

Необхідно підкреслити, що рівняння, наведені вище, справедливі у разі розташування спостерігача, коли його лінія зору лежить у площині, яка співпадає з кінцем світлової лінії, перпендикулярно до її осі, можуть використовуватися і в більш загальних випадках розташування спостерігача. Ці найбільш загальні випадки розташування спостерігача відносно світлової лінії показано на рис. 6, а і 6, б.

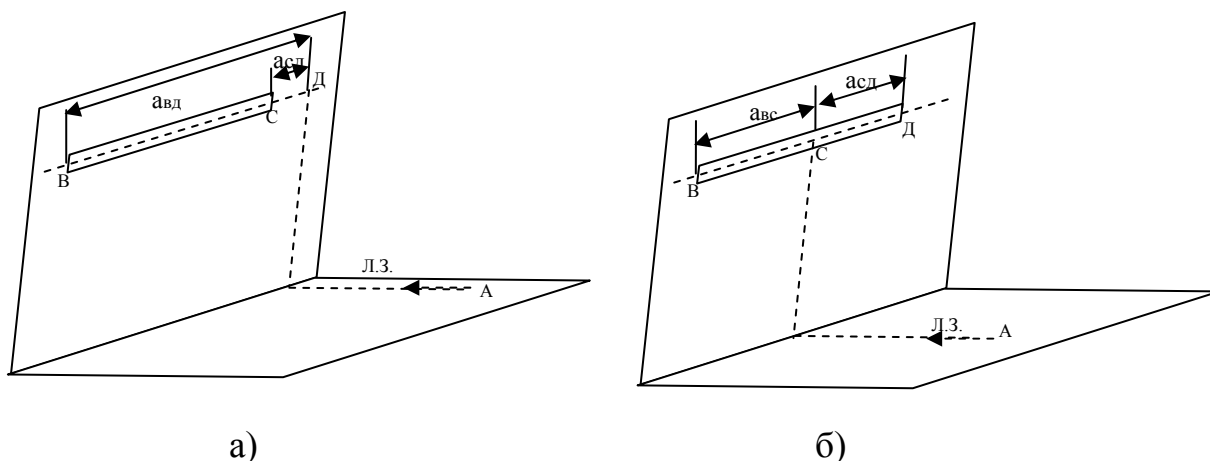


Рисунок 6 – Можливі випадки розташування ока спостерігача відносно світлової лінії

У першому випадку (рис. 6, а) показник дискомфорту буде визначатися з рівняння:

$$M_{л} = \sqrt{M_{вс}^2 + M_{сд}^2} \quad (14)$$

У другому випадку (рис.6, б):

$$M_{л} = \sqrt{M_{вд}^2 - M_{сд}^2} \quad (15)$$

де $M_{вс}$, $M_{сд}$, $M_{вд}$ – значення показників дискомфорту від відповідних ділянок світлової лінії.

Пояснення щодо рисунку 6 в разі розрахунку приміщення з лініями світильників паралельних до лінії зору (а значить і паралельних довшій стіні приміщення) слід трактувати наступним чином: «Сумарний показник дискомфорту M_{Σ} для двох (і більше) рядів світильників розраховується як корінь з суми квадратів показників M кожної з ліній: $M_{\Sigma} = \sqrt{M_{л1}^2 + M_{л2}^2}$ ».

Приклад розрахунку

(Для фіксованого напрямку лінії зору вздовж довгої стіни приміщення паралельно до рядів світильників)

Спостерігач (розрахункова точка) розміщується біля торцевої стіни на центральній осі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги. Показник дискомфорту не обмежується для приміщень, довжина яких не перевищує подвійну висоту встановлення світильників над підлогою ([2], п. 4.26).

У приміщенні лаб. 610, площа якого $12,01 \times 4,37 = 52,48 \text{ м}^2$, висотою 3,2 м проектується ОУ з використанням світильників АОТ.PRS 236. Стеля приміщення гладка, світла (побілка $\rho=0,8$). Стіни покриті світлою фарбою $\rho_c=0,5$. Підлога паркетна $\rho_{\text{п}}=0,3$. Планується встановити робочі столи з коефіцієнтом відбиття поверхні 0,4. Світильники розташовані двома смугами по 6 світильників у лінії, як показано на рис. 7 (розміри в мм).

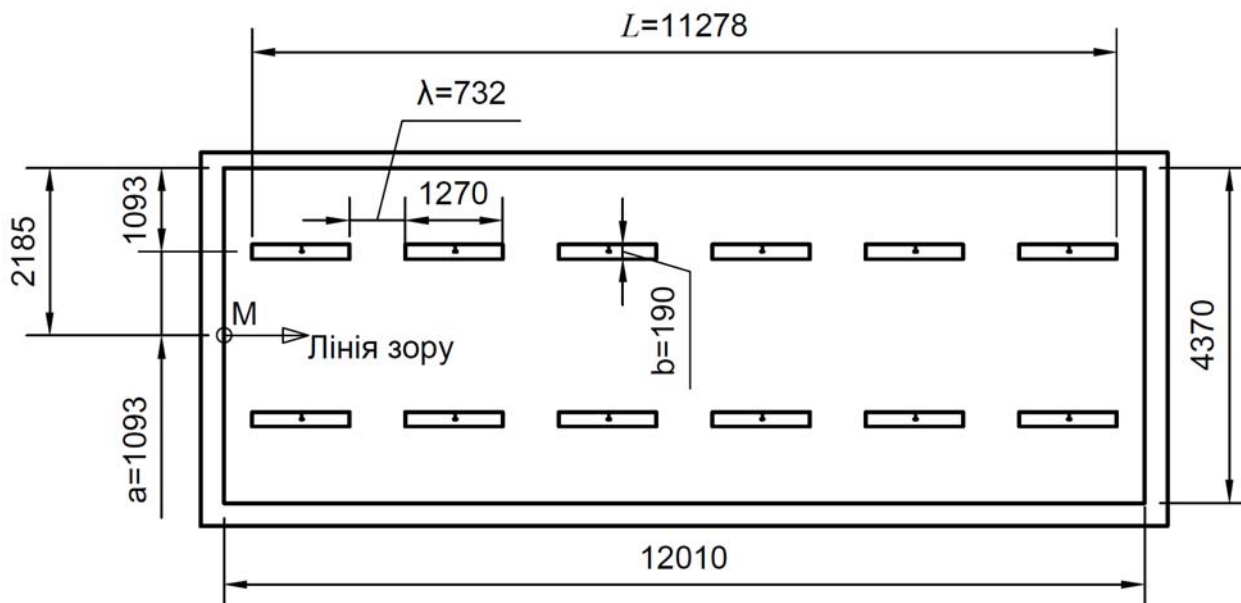


Рисунок 7 – План приміщення лабораторії 610

1. Визначення L_0 .

Для світлових смуг з світильниками, які мають розсіювачі з об'ємним розсіюванням (дифузор або призматичний розсіювач) з достатньою для практики точністю можна прийняти $L_{\gamma,\alpha} = L_0$.

L_0 приймаємо за дискомфортну яскравість смуги, яку розраховуємо як

$$L_0 = \frac{\Delta I_{\gamma=0, \alpha=0}}{A}, \quad (16)$$

де $\Delta I_{\gamma=0, \alpha=0}$ – сила світла з одиниці довжини смуги у напрямку $\gamma=0^\circ$, $\alpha=0^\circ$, яка для світильника АОТ.PRS 236 при $\Phi_{\text{л}}=1000$ лм дорівнює 181 кд/клм – можна знайти в DIALux (рис. 4);

A – площа 1 м довжини смуги.

Сила світла розраховується за формулою:

$$\Delta I_{\gamma=0, \alpha=0} = 181 \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{1000} \quad \text{для розташування світильників в ряду стик-в-стик.}$$

$$\Delta I_{\gamma=0, \alpha=0} = 181 \cdot \frac{\Phi'}{1000} \quad \text{для ряду з розривами, де } \Phi' = \frac{\Phi_{\text{л}}}{l_{\text{ст}} + \lambda}$$

Тут $\Phi_{\text{л}}$ – повний потік ламп в світильнику, λ – відстань між світильниками в ряду, а $l_{\text{ст}}$ – довжина світильника за каталогом.

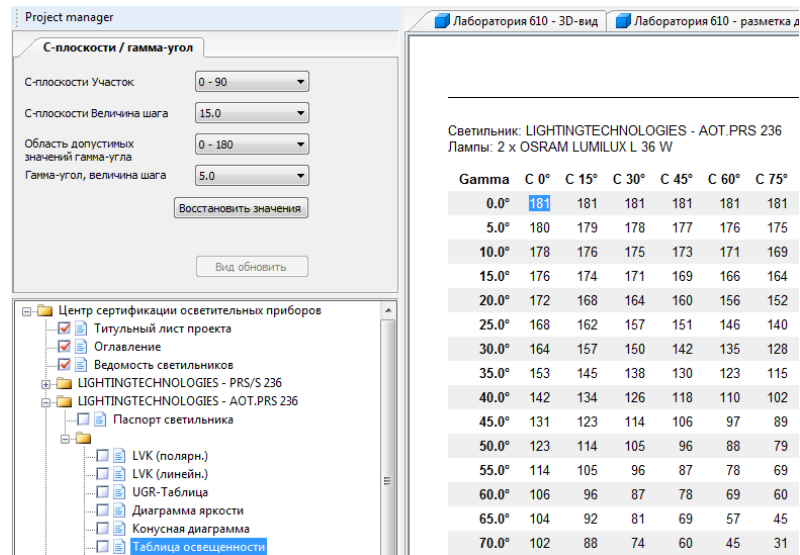


Рисунок 8 – Пояснення до знаходження сили світла у напрямку $\gamma=0^\circ$, $\alpha=0^\circ$ для світильника AOT.PRS 236

З урахуванням сумарного потоку ламп (потік однієї лампи $\Phi_{\text{л}}=3350\text{лм}$ – знаходимо в каталозі чи в закладці властивостей вибраного ОП в DIALux) отримуємо:

$$\Phi' = \frac{\Phi_{\text{л}}}{l_{\text{СП}} + \lambda} = \frac{6700}{1,27 + 0,73} = 3347 \text{ лм/м} \quad (17)$$

$$L_0 = \frac{181}{0,190} \cdot \frac{\Phi'}{1000} = \frac{181}{0,190} \cdot \frac{3347}{1000} = 3188 \text{ кд/м}^2.$$

2. Розрахунок яскравості адаптації $L_{\text{ад}}$.

Яскравість адаптації у приміщенні визначається яскравістю робочої поверхні. Як робочу поверхню приймаємо поверхню столу (0,8 м).

$$L_{\text{ад}} = \frac{\rho_p \cdot \Phi_p}{\pi \cdot S_p}, \quad (18)$$

де ρ_p – коефіцієнт відбиття робочої поверхні;

Φ_p – світловий потік, що встановився на робочій поверхні в результаті багаторазового відбиття, лм;

S_p – площа розрахункової поверхні, рівна площі приміщення: $S_p = a \cdot b$

2.1 Знаходимо сумарний світловий потік світильників в лінії

$$\Phi_{\text{лін}} = \Phi_{\text{СП}} \cdot n_{\text{СП}} = 4555 \cdot 6 = 27330 \text{ лм} \quad (19)$$

Потік від двох ліній $\Phi_{\Sigma \text{ліній}} = 27330 \cdot 2 = 54660 \text{ лм}$.

2.2 Розраховуємо світлові потоки, що падають від світлових ліній на робочу поверхню, стіни і стелю приміщення.

Простір, що оточує світлову лінію, розбиваємо на рівні 10- градусні двогранні кути γ . Величина світлового потоку у межах двогранного кута γ для світильника з КСС типу Д в поздовжній площині дорівнює

$$\Phi_{\gamma} = I_{\gamma} \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot \gamma}{2}, \quad (20)$$

для світильника з КСС типу К (світильник з решіткою, захисний кут якої приблизно 30°) в поздовжній площині дорівнює

$$\Phi_{\gamma} = I_{\gamma} \cdot L \cdot \frac{3}{4} \cdot \gamma \quad (21)$$

I_{γ} досить легко визначити з паспорта світильника в DIALux.

γ – кут в радіанах ($10^{\circ} = 0,174$ рад).

Для рядів світильників з розташуванням стик-в-стик L рівна довжині всього ряду. Оскільки маємо ряди світильників з розривами, то $L = L_{\text{сп}} \cdot n_{\text{сп}}$.

Для двогранного кута 0-10, $I_{\gamma} = I_{5^{\circ}}$, для кута 10-20 $I_{\gamma} = I_{15^{\circ}}$ і т.д.

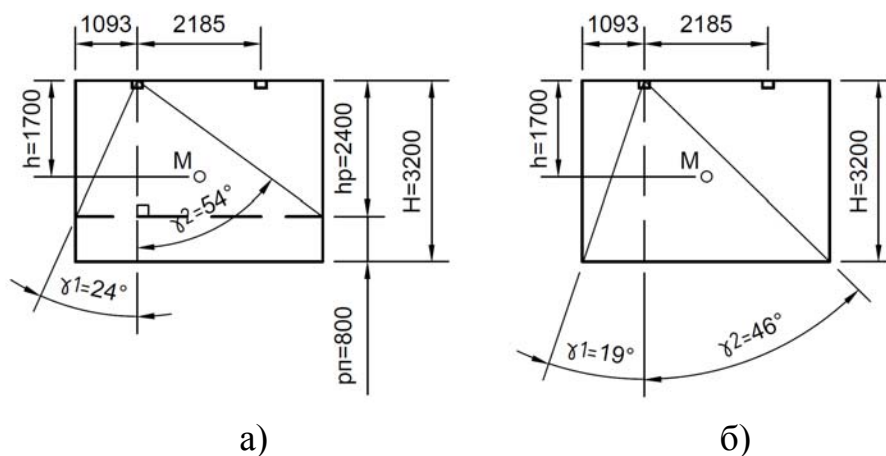


Рисунок 9 – До розрахунку розподілу світлового потоку:

- а) для приміщень з робочою поверхнею на висоті 0,8м (кабінети, навчальні класи, лабораторії і т.п.); б) для приміщень з робочою поверхнею на рівні підлоги (фойє, холи і т.п.).

Визначаємо граничні кути (γ_1 та γ_2), в яких світловий потік від однієї лінії світильників падає на робочу поверхню на 0,8м (рис. 9а):

$$\gamma_1 = \arctg \frac{a}{h_p} = \arctg \frac{1,093}{3,2 - 0,8} \approx 24^{\circ}; \quad \gamma_2 = \arctg \frac{4,37 - 1,093}{3,2 - 0,8} \approx 54^{\circ},$$

і відносну довжину світлової лінії

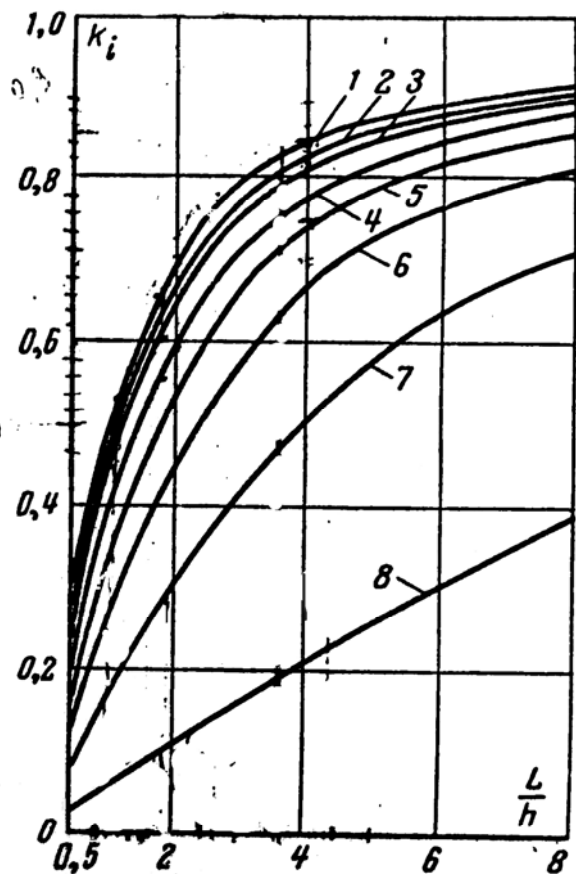
$$\frac{L}{h_p} = \frac{11,278}{3,2 - 0,8} = 4,7.$$

Тут позначення розмірів згідно рисунку 9. Величина L рівна довжині всього ряду з врахуванням розривів між СП.

За допомогою графіка залежності $k_i = f(L/h)$ знаходимо коефіцієнти, які визначають частку потоку світлової лінії, що падає на розрахункову поверхню в межах кута γ . Світловий потік, який досягає робочої поверхні, буде $\Phi_{\gamma} \cdot k_i$.

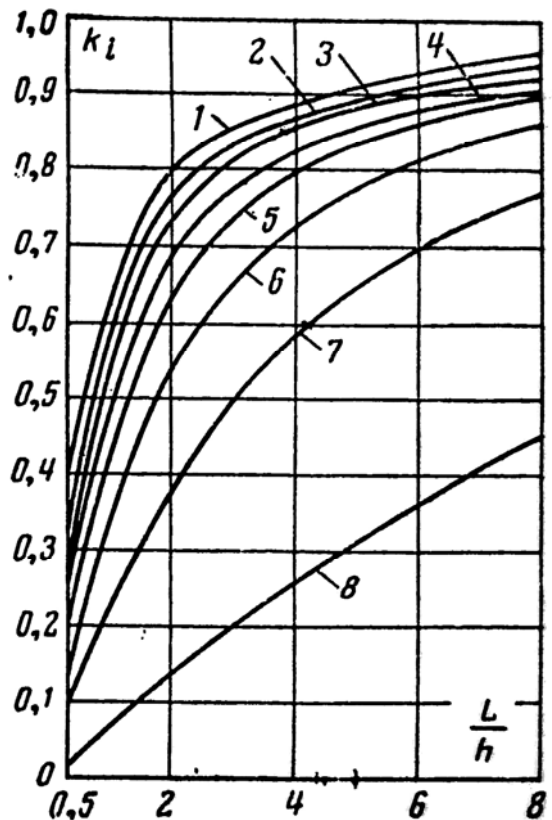
Світильник AOT.PRS236 в поздовжній площині має КСС близьку до типу К.

Проміжні величини і результати розрахунку доцільно оформити у вигляді таблиці 6.



1 — $\gamma = 0 \div 20^\circ$; 2 — $\gamma = 20 \div 30^\circ$;
 3 — $\gamma = 30 \div 40^\circ$; 4 — $\gamma = 40 \div 50^\circ$;
 5 — $\gamma = 50 \div 60^\circ$; 6 — $\gamma = 60 \div 70^\circ$;
 7 — $\gamma = 70 \div 80^\circ$; 8 — $\gamma = 80 \div 90^\circ$.

а)



1 — $\gamma = 0 \div 20^\circ$; 2 — $\gamma = 20 \div 30^\circ$;
 3 — $\gamma = 30 \div 40^\circ$; 4 — $\gamma = 40 \div 50^\circ$;
 5 — $\gamma = 50 \div 60^\circ$; 6 — $\gamma = 60 \div 70^\circ$;
 7 — $\gamma = 70 \div 80^\circ$; 8 — $\gamma = 80 \div 90^\circ$.

б)

Рисунок 10 – Графік залежності коефіцієнта $K_i = f(L/h)$ для світлорозподілу в поздовжній площині світильника:

а) $I_{\gamma\varphi} = I_\gamma \cos\varphi$ – тип КСС «Д»; б) $I_{\gamma\varphi} = I_\gamma \cos^2\varphi$ – тип КСС «К».

Таблиця 6 – Результати розрахунку

γ^0	γ , рад	I_γ	$\Phi_\gamma = I_\gamma \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot \gamma}{2}$	k_i	$\Phi_{\gamma 1} \cdot k_i$	$\Phi_{\gamma 2} \cdot k_i$
0-10	0,174	180	374,88	0,91	341,14	341,14
10-20	0,174	176	366,55	0,91	333,56	333,56
20-30	0,174	168	349,89	0,88	307,90	307,90
30-40	0,174	153	318,65	0,87		277,23
40-50	0,174	131	272,83	0,85		231,91
50-60	0,174	114	237,43	0,83		197,06
$\Sigma \Phi_\gamma$					983	1689

Звідси потік, що встановився на розрахунковій поверхні буде рівним:

$$\Phi'_p = \sum \Phi_\gamma \cdot n_{\text{рядів}} \cdot \frac{\sum \Phi_{\text{лампи}}}{1000} = (983 + 1689) \cdot 2 \cdot \frac{6700}{1000} = 35797 \text{ лм}.$$

Потік на стелю можна розрахувати вищевикладеним методом. Проте знаючи кількість потоку, який випромінюється світильником в верхню півкулю простору, та приймаючи, що увесь цей потік падає на стелю, визначаємо його як частку загального потоку. Значення потоку в верхню півкулю простору можна знайти в паспорті світильника в DIALux в рядку:

CIE Flux Code: 42 69 87 80 68

Тут число 80 означає 80% в нижню півкулю. Потік в верхню півкулю відповідно $100-80=20\%$.

$$\Phi'_{\text{стеля}} = 0,20 \cdot \Phi_{\Sigma \text{ліній}} = 0,2 \cdot 54660 = 10932 \text{ лм.}$$

Світловий потік, який падає на стіни, знаходимо як різницю між повним світловим потоком світильників всіх рядів і потоками, падаючими на підлогу і стелю :

$$\Phi'_{\text{стіни}} = \Phi_{\Sigma \text{ліній}} - (\Phi'_p + \Phi'_{\text{стеля}}) = 54660 - (35797 + 10932) = 7931 \text{ лм.}$$

2.3 Враховуючи багаторазові відбиття, світловий потік, який встановився на робочій поверхні, визначається як

$$\Phi_p = A_3 \cdot \Phi'_{\text{стеля}} + B_3 \cdot \Phi'_{\text{стіни}} + C_3 \cdot \Phi'_p, \quad (22)$$

де A_3 , B_3 , C_3 – коефіцієнти використання прямих світлових потоків $\Phi'_{\text{стеля}}$, $\Phi'_{\text{стіни}}$, Φ'_p відносно розрахункової поверхні.

Ці коефіцієнти визначають за допомогою таблиці 10-1 [4], наведених в додатку Д, залежно від індексу приміщення та відбиваючих властивостей поверхонь приміщення.

У даному випадку

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A+B)} = \frac{12,01 \cdot 4,37}{3,2(12,01+4,37)} = 1,34,$$

$$A_3 = 0,5103, \quad B_3 = 0,3235, \quad C_3 = 1,1251,$$

$$\Phi_p = (0,5103 \cdot 10932 + 0,3235 \cdot 7931 + 1,1251 \cdot 35797) = 48420 \text{ (Лм).}$$

Яскравість адаптації :

$$L_{ad} = \frac{\rho_p \cdot \Phi_p}{\pi \cdot S_p} = \frac{0,4 \cdot 48420}{3,14 \cdot 12,01 \cdot 4,37} = 117,5 \text{ (Кд/м}^2\text{)}.$$

$$3. \text{ Визначення } f(\gamma, \alpha, \rho) = \frac{\cos \gamma \cdot (\sin \alpha)^{0,5}}{\rho} \cdot 10^3.$$

Значення функції наведено на графіках залежно від h/a та L/a (рис. 5).

$$\frac{h}{a} = \frac{3,2-1,5}{1,0925} = 1,83; \quad \frac{L}{a} = \frac{11,278}{1,0925} = 10,32.$$

$$f_{||}(\gamma, \alpha, \rho) = 123.$$

4. Визначення М.

$$M = \frac{L_0 \cdot b^{0,5}}{h^{0,5} \cdot L^{0,5}_{ad}} \cdot f(\gamma, \alpha, \rho) \cdot 10^{-3} = \frac{3188 \cdot (0,19)^{0,5}}{(3,2-1,5)^{0,5} \cdot (117,5)^{0,5}} \cdot 123 \cdot 10^{-3} = 12,096.$$

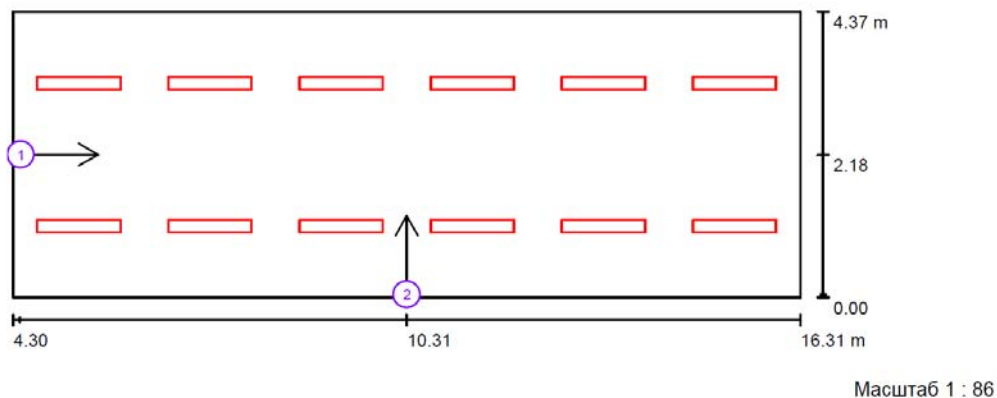
Величина М від сукупної дії двох ліній, які знаходяться в полі зору спостерігачів, дорівнює:

$$M_{\Sigma} = \left[\sum_i^n M_i^2 \right]^{0,5} = [12,096^2 + 12,096^2]^{0,5} = 17,11.$$

Перевірка на відповідність розрахункам UGR в DIALux:

$$UGR = 16 \cdot \log_{10} M_{\Sigma} - 4,8 = 14,930$$

Розрахункове значення в DIALux: UGR=14



UGR Список расчетных точек

№	Обозначение	Позиция [m]			Направление взгляда [°]	Значение
		X	Y	Z		
1	UGR Расчетная точка 1	4.399	2.185	1.200	0.0	14
2	UGR Расчетная точка 2	10.305	0.047	1.200	90.0	16

Рисунок 11 – Результати розрахунку значень показника UGR в DIALux

Таким чином, спроектована ОУ задовольняє вимогам до обмеження дискомфорту, оскільки припустиме значення для даного розряду зорових робіт $M=40$.

4.2. Розрахунок показника засліпленості

У зв'язку з негативною дією блисковості на зорову працездатність та підвищенням стомлення у нормативних документах регламентують заходи з обмеження сліпучої дії ОУ. У діючих нормах у нас в країні засліплююча дія промислових ОУ регламентується показником засліплення.

Показник засліплення визначають за формулою

$$P = (S - 1) \cdot 10^3, \quad (23)$$

де S – коефіцієнт засліплення

$$S = \frac{(\Delta L_{nop})_S}{\Delta L_{nop}} = 1 + \frac{\beta}{L_{ad}}, \quad (24)$$

де $(\Delta L_{nop})_S$ – порогова різниця яскравості об'єкта і фону з наявності блискового джерела в полі зору;

ΔL_{nop} – порогова різниця яскравостей об'єкта і фону за виявленням об'єкта на фоні рівномірної яскравості;

β – яскравість вуалєвого покриття, Кд/м²;

L_{ad} – яскравість адаптації, Кд/м².

4.2.1 Розрахунок показника засліплення від точкових джерел світла

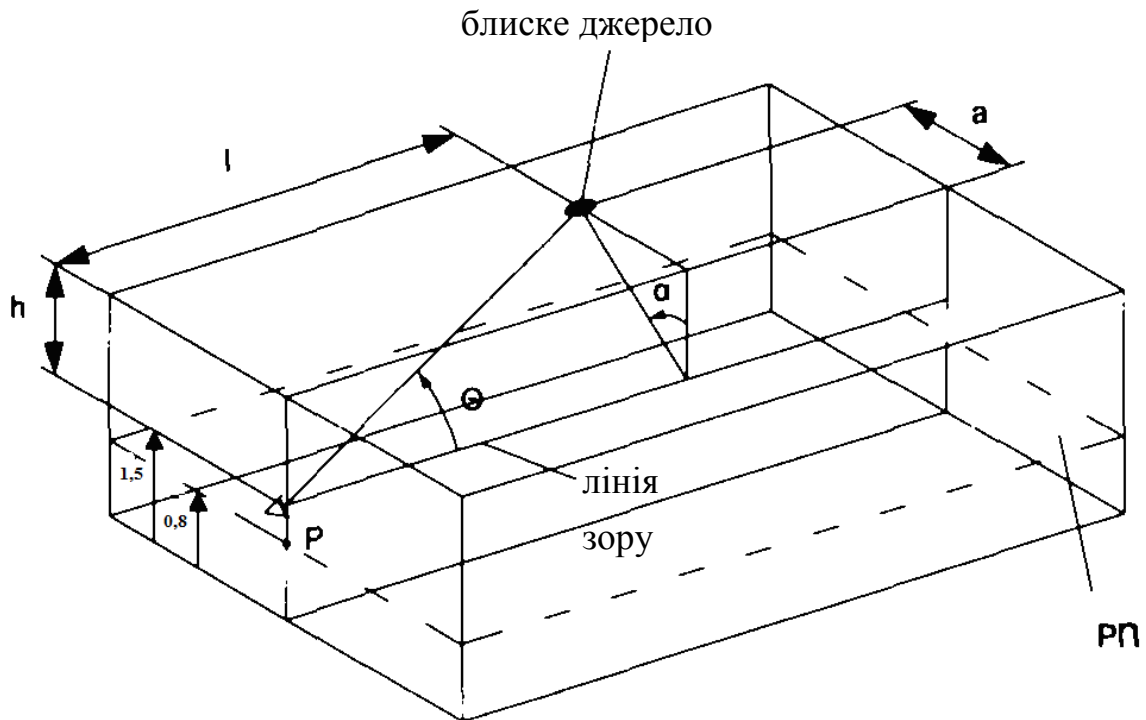


Рисунок 12 – До розрахунку показника засліплення
(точка P – розрахункова точка для визначення яскравості адаптації L_{ad} , якою є яскравість робочої поверхні $L_{рп}$)

Еквівалентна вуалююча яскравість від одного джерела

$$\beta = m \frac{E_{зр}}{\theta^2}, \quad (25)$$

де $E_{зр}$ – освітленість площини зіниці ока спостерігача, Лк;

θ – кут дії блискового джерела, град;

m – постійний коефіцієнт.

$$E_{зр} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos \theta}{l^2 \cdot \theta^2}, \quad (26)$$

де I_{α} – сила світла блискового джерела в напрямку спостерігача;

l – відстань від спостерігача до блискового джерела.

Коефіцієнт m залежить від яскравості блискового джерела. Для яскравості $L_{\alpha} \leq 10^6$ Кд/м² коефіцієнт визначається як

$$m = 3 \cdot \lg L_{\alpha} - 8,54, \quad (27)$$

де L_{α} – яскравість блискового джерела в напрямку до ока спостерігача, Кд/м².

Для яскравості $L_{\alpha} > 10^6$ Кд/м²

$m = 9,46$.

При наявності в полі зору декількох блиских джерел сумарне значення яскравості вуалюючого покриття за рекомендаціями МКО визначається за

правилом адитивності яскравості вуалюючого покриття, створюваної окремими джерелами:

$$\beta_{\Sigma} = m \cdot \left[\left(\frac{E_1}{\theta_1^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{E_2}{\theta_2^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \dots + \left(\frac{E_n}{\theta_n^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (28)$$

де $E_1 \dots E_n$ – освітленість на зіниці ока спостерігача, яка створюється кожним джерелом блискоті, розташованим у полі зору спостерігача;

$\theta_1 \dots \theta_n$ – кути між лінією зору спостерігача та випромінюванням кожного джерела блискоті в напрямку до ока спостерігача.

Величину показника засліпленості при цьому можна подати у вигляді:

$$p = \frac{m \cdot a \cdot 10^3}{L_{ad}} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{I_{\gamma_i} \cdot \cos \theta_i}{l_i^2 \cdot \theta_i^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (29)$$

де a – коефіцієнт, який враховує спектр випромінювання блискового джерела;

I_{γ_i} – сила світла i -го блискового джерела у напрямку до ока спостерігача, Кд;

l_i – відстань від i -го блискового джерела до ока спостерігача, м.

Таблиця 7 – Значення коефіцієнта нееквівалентності a

Тип ДС	Люмінесцентні лампи					Розрядні лампи високого тиску		
	ЛТБ	ЛБ, ЛБЦТ	ЛЕ	ЛХБ, ЛТБЦ	ЛДЦ	ДНаТ	ДРІ, ДРЛ (10)	ДРЛ (6)
а	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	0,9	1,2	1,3

Для промислових та ряду громадських будинків, де зорова робота вимагає фіксації лінії зору на робочій поверхні, яскравість адаптації приймають рівною яскравості робочій поверхні. У ряді приміщень, особливо де зорова робота пов'язана з оглядом навколишнього простору (зал для глядачів, виставки і т.ін.), яскравість адаптації приймають рівною середній яскравості стін ($L_{ст} = L_{ад}$). Але рівняння $L_{ст} = L_{ад}$ є справедливим, якщо яскравість стелі мало відрізняється від яскравості стін. Для ОУ у вигляді випромінюючих стель ця вимога порушується. Враховуючи усе вищесказане, яскравість адаптації робочій поверхні може бути визначена як

$$L_{ad} = \frac{E \cdot \rho}{\pi}, \quad (30)$$

де E – освітленість робочій поверхні, Лк;

ρ – коефіцієнт відбиття цієї поверхні.

Проте в більшості випадків яскравість адаптації визначається як яскравість робочій поверхні, стін, стелі з урахуванням розподілу світлових

потоків, усталених у результаті багаторазових відбиттів. Методика розрахунку розподілу прямої складаючої світлових потоків наведена у [2,с.178-194].

Яскравість поверхні з урахуванням багаторазових відбиттів визначається за формулою

$$L_{ad} = \frac{\Phi \cdot \rho}{A \cdot \pi}, \quad (31)$$

де Φ – потік, сталий у результаті багаторазових відбиттів на розрахунковій поверхні (розрахункова поверхня стіни, стелі);

ρ – коефіцієнт відбиття цієї поверхні;

A – площа поверхні адаптації, м².

$$\Phi = \frac{n \cdot \Phi_{\lambda}}{1000} \cdot (A \cdot \Phi'_1 + B \cdot \Phi'_2 + C \cdot \Phi'_3), \quad (32)$$

де n – число ламп, які беруть участь у створюванні світлового потоку;

Φ_{λ} – потік лампи, Лм;

A, B, C – коефіцієнти використання світлового потоку, усталеного на цій поверхні [2, с.219-222];

$\Phi'_1, \Phi'_2, \Phi'_3$ – потоки, які впали на стелю, стіни та розрахункову поверхню (або підлогу), Лм.

Яскравість вуалюючого покриття від лінійних випромінювачів (ряду світильників з люмінесцентними лампами) відповідно визначається як

$$\beta_{\Sigma} = 3 \cdot \lg L - 8,54 \left[\int_L \left(\frac{d \cdot E_{zp}}{\theta^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}}. \quad (33)$$

Ряди світильників в ОУ як правило розташовують паралельно або перпендикулярно (рис. 8) до лінії зору спостерігача.

Згідно з [2]

$$\beta_{\Pi} = \frac{(3 \cdot \lg L - 8,54) \cdot \Delta I_{\gamma}}{2060 \cdot \sqrt{h^2 + p^2}} \cdot \left[\left(\frac{1}{\sqrt{\theta_{\kappa}}} - \frac{1}{\sqrt{\theta_{\eta}}} \right) - \left(\sqrt{\theta_{\eta}^3} - \sqrt{\theta_{\kappa}^3} \right) \cdot 10^{-4} \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (34)$$

$$\beta_{\perp} = \frac{(3 \cdot \lg L - 8,54) \cdot \cos \theta_0}{57,3 \cdot p} \cdot \Delta I_{\gamma} \left\{ \frac{(2200 + \theta_0^2) \cdot \alpha}{2200 \cdot \theta_0^2 \cdot \sqrt{\theta_0^2 + \alpha^2}} - \frac{1}{2200} \times \left[\ln(\alpha + \sqrt{\theta_0^2 + \alpha^2}) - \lg \theta_0 \right] \right\}^{\frac{2}{3}},$$

де ΔI_{γ} – сила світла з одиниці довжини ряду світильників у поздовжній площині в перпендикулярному напрямку до осі ряду ($\alpha=0$), Кд;

h – розрахункова висота підвісу, м;

p – найменша відстань від проекції світильника на горизонтальну площину до розрахункової точки;

$\theta_{\kappa}, \theta_{\eta}$ – кінцевий і початковий кути дії блискових джерел згідно з рисунком 8.

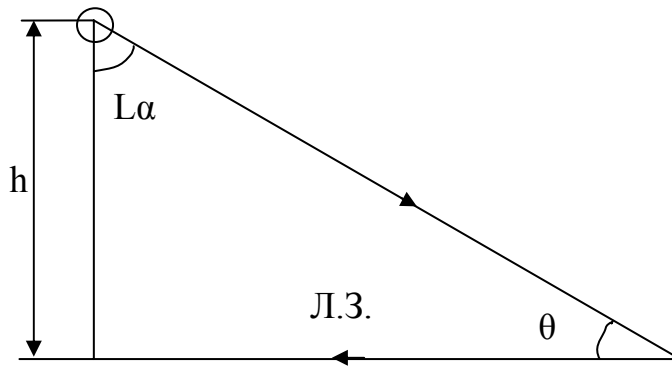


Рисунок 13 – До розрахунку показника засліплення від точкового випромінювача

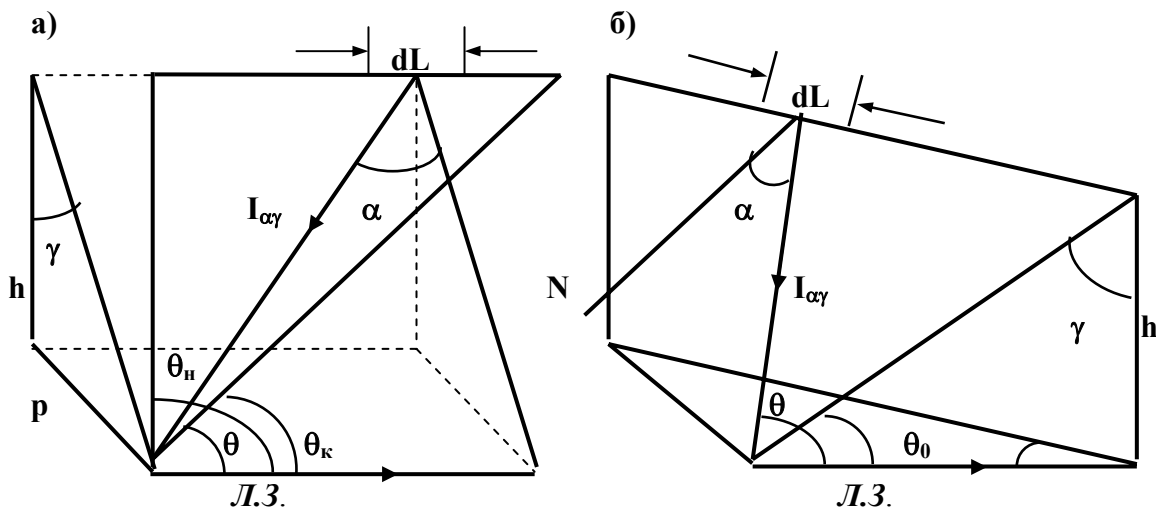


Рисунок 14 – Схема розташування випромінюючої смуги:
 а) паралельно лінії зору; б) перпендикулярно до лінії зору

Приклад розрахунку показника засліплення

(при перпендикулярному розташуванні світлової лінії і лінії зору)

Приміщення розміром 12 x 30, висотою 5 м освітлюється світильниками ВАТ-2 x 36 з люмінесцентними лампами L36, розташованими в 2 світлові лінії. необхідно розрахувати величину показника засліплення спостерігача, який знаходиться в точці А біля однієї з довгих сторін приміщення. Лінія зору направлена впоперек приміщення, перпендикулярно світловим лініям.

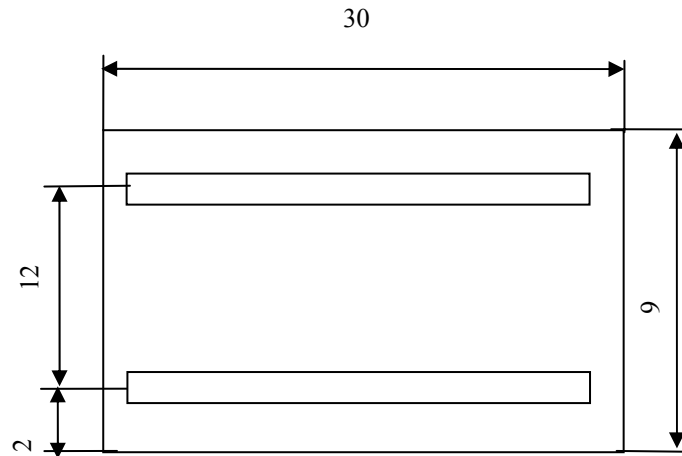


Рисунок 15 – До розрахунку показника засліпленості при перпендикулярному розташуванні світлової лінії і лінії зору

Висота лінії зору над підлогою приміщення – 1,5 м. Розрахунок величини показника засліплення виконується за формулою

$$s = (S - 1) \cdot 10^{-3},$$

де S – коефіцієнт засліпленості.

Коефіцієнт засліпленості S можна визначити за

$$S = \frac{(\Delta L_{\text{нор}})_s}{\Delta L_{\text{нор}}} = 1 + \frac{\beta_{\text{сум}}}{L_{\text{ад}}},$$

де β – яскравість вуалюючої пелени, яка в свою чергу для випадку перпендикулярного розташування лінії зору спостерігача і світлових ліній визначається як

$$\beta_{\perp} = \frac{(3 \lg L_{\alpha} - 8,54) \cdot \Delta I_{\gamma} \cdot \cos^2 \theta_0}{57,3 \cdot P} \left\{ \frac{\varphi}{\sqrt{\theta_0^2 + \varphi^2}} \cdot \frac{2200 + \theta_0^2}{2200 \cdot \theta_0^2} - \frac{1}{2200} \cdot \left| \ln(\varphi + \sqrt{\theta_0^2 + \varphi^2}) - \ln \theta_0 \right| \right\}^{\frac{1}{1,5}}$$

$$\Delta I_{\gamma} = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot 2}{\pi^2 \cdot l_{\text{л}}},$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік лампи ($\Phi_{\text{л}} = 2700$ Лм)

$$\Delta I_{\gamma} = \frac{2700 \cdot 2}{\pi^2 \cdot 1,27} = 433,5 \text{ Кд}$$

З рисунку 15 визначаємо $A = 13,64$ м

Для першої лінії P1 = 8,8 м.

Для другої лінії P2 = 3,2 м.

Визначаємо яскравість світлової лінії за наступним виразом

$$L_{\alpha} = \frac{\Delta I_{\gamma=0}}{S_{ce}},$$

де S_{ce} – площа світильника, m^2

$$S_{ce} = 1,24 \cdot 0,3 = 0,372 m^2$$

$$L_{\alpha} = \frac{\Delta I_{\gamma=0}}{S_{ce}} = \frac{433,5}{0,372} = 1160 \text{кд} / m^2$$

Визначаємо яскравість вуалюючої пелени першої лінії

$$\beta_{\perp 1} = \frac{(3 \lg 1160 - 8,54) \cdot 433,5 \cdot \cos^2 13^{\circ} 25'}{57,3 \cdot 8,8} \left\{ \frac{56^{\circ}}{\sqrt{13^2 + 56^2}} \cdot \frac{2200 + 13^2}{2200 \cdot 13^2} - \frac{1}{2200} \cdot \left| \ln(56 + \sqrt{13^2 + 56^2}) - \ln 13 \right| \right\}^{1,5} = 0,08 \text{кд} / m^2$$

Аналогічно для другої лінії P2 = 3,2 м

$$\theta_0 = \text{arctg} \frac{2,1}{3,2} = 33^{\circ} 17'$$

$$\theta = \text{arctg} \frac{d}{P} = 77^{\circ}$$

$$\varphi = \text{arctg} \frac{A}{l_0} = 74^{\circ}$$

$$\beta_{\perp 2} = \frac{(3 \lg 1160 - 8,54) \cdot 433,5 \cdot \cos^2 33^{\circ}}{57,3 \cdot 3,2} \left\{ \frac{74^{\circ}}{\sqrt{33^2 + 74^2}} \cdot \frac{2200 + 33^2}{2200 \cdot 33^2} - \frac{1}{2200} \cdot \left| \ln(74 + \sqrt{33^2 + 74^2}) - \ln 33 \right| \right\}^{1,5} = 0,7 \text{кд} / m^2$$

Сумарне значення вуалюючої яскравості визначаємо за співвідношенням

$$\beta_{\text{сум}} = [\beta_1^{1,5} + \beta_2^{1,5}]^{1,5} = [0,08^{1,5} + 0,7^{1,5}]^{1,5} = 0,155 \text{кд} / m^2$$

$$L_{ad} = \frac{\rho_{ст} \cdot \Phi_{ст}}{S_{ст} \cdot \pi},$$

де $\rho_{ст}$ – коефіцієнт відбиття стін,

$\Phi_{\text{ст}}$ – світловий потік, що встановився на поверхні стін в результаті багаторазових відбиттів

$S_{\text{ст}}$ – площа стін, м²

Світловий потік $\Phi_{\text{ст}}$ значається за формулою

$$\Phi_{\text{ст}} = (A_2 \cdot \Phi_c' + B_2 \cdot \Phi_{\text{ст}}' + C_2 \cdot \Phi_p') \cdot \frac{N \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}}}{1000},$$

де A_2, B_2, C_2 – коефіцієнти використання первинних світлових потоків, що впали на стелю, стіни і розрахункову поверхню відповідно, визначаються за додатком Е.

$$A = 0,25; B = 1,2; C = 0,06;$$

N – кількість світильників в приміщенні;

n – кількість ламп в світильнику

$$\Phi_{\text{ст}} = (0,25 \cdot 59,8 + 1,2 \cdot 300,5 + 0,06 \cdot 328,65) \cdot \frac{44 \cdot 2 \cdot 2480}{1000} = 86500 \text{ Лм}$$

$$L_{\text{ад}} = \frac{\rho_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{ст}}}{S_{\text{ст}} \cdot \pi} = \frac{0,5 \cdot 86500}{3,14 \cdot 294} = 47,9 \text{ кд/м}^2$$

$$S = 1 + \frac{\beta_{\text{сум}}}{L_{\text{ад}}} = 1 + \frac{0,155}{47,9} = 1,003$$

$$s = (S - 1) \cdot 10^{-3} = (1,003 - 1) \cdot 10^{-3} = 3$$

При паралельному розташуванні

$$\beta_{\text{II}} = \frac{(31g L_{\alpha} - 8,54) \cdot \Delta I_{\gamma}}{2060 \sqrt{h^2 + p^2}} \left[\left(\frac{1}{\sqrt{\theta_1}} - \frac{1}{\sqrt{\theta_2}} \right) - \left(\sqrt{\theta_2^3} - \sqrt{\theta_1^3} \right) \cdot 10^{-4} \right]^{\frac{1}{1,5}}$$

Приклад розрахунку показника засліпленості (при паралельному розташуванні світлової лінії і лінії зору)

Розрахуємо показник засліпленості в приміщенні майстерні з виготовлення ключів. Площа приміщення 24,12 м², висота 3,3 м. У якості СП використовуються світильники РТФ/Р 228 с двома ЛЛ потужністю 28 Вт, $\Phi_{\text{л}}=2600$ лм. У приміщенні виконуються роботи розряду II-а. За яскравість

адаптації прийнята яскравість стін ($\rho = 0,5$). Лінія зору в цьому приміщенні перпендикулярна світловим лініям, її напрямок показаний на рисунку 16.

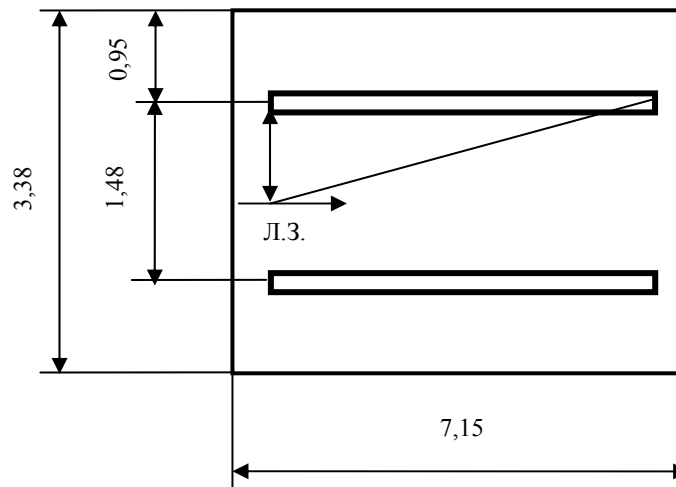


Рисунок 16 – До розрахунку показника засліпленості

Показник засліплення визначають за формулою

$$P = (S - 1) \cdot 10^3,$$

де S – коефіцієнт засліплення

$$S = \frac{(\Delta L_{nop})_S}{\Delta L_{nop}} = 1 + \frac{\beta}{L_{ad}},$$

де $(\Delta L_{nop})_S$ – порогова різниця яскравості об'єкта і фону з наявності блискового джерела в полі зору;

ΔL_{nop} – порогова різниця яскравостей об'єкта і фону за виявленням об'єкта на фоні рівномірної яскравості;

β – яскравість вуалєвого покриття, Кд/м²;

L_{ad} – яскравість адаптації, Кд/м².

Еквівалентна вуалююча яскравість від одного джерела

$$\beta = m \frac{E_{zp}}{\theta^2},$$

де E_{zp} – освітленість площини зіниці ока спостерігача, Лк;

θ – кут дії блискового джерела, град;

m – постійний коефіцієнт.

$$E_{zp} = \frac{I_\alpha \cdot \cos \theta}{l^2 \cdot \theta^2},$$

де I_α – сила світла блискового джерела в напрямку спостерігача;

l – відстань від спостерігача до блискового джерела.

Коефіцієнт m залежить від яскравості блискового джерела. Для яскравості $L_\alpha \leq 10^6$ Кд/м² коефіцієнт визначається як

$$m = 3 \cdot \lg L_\alpha - 8,54,$$

де L_α – яскравість блискового джерела в напрямку до ока спостерігача, Кд/м².

Для яскравості $L_\alpha > 10^6$ Кд/м²

$m=9,46$.

При наявності в полі зору декількох блиских джерел сумарне значення яскравості вуалюючого покриття за рекомендаціями МКО визначається за правилом адитивності яскравості вуалюючого покриття, створюваної окремими джерелами:

$$\beta_{\Sigma} = m \cdot \left[\left(\frac{E_1}{\theta_1^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{E_2}{\theta_2^2} \right)^{\frac{3}{2}} + \dots + \left(\frac{E_n}{\theta_n^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}},$$

де $E_1 \dots E_n$ – освітленість на зіниці ока спостерігача, яка створюється кожним джерелом блискості, розташованим у полі зору спостерігача;

$\theta_1 \dots \theta_n$ – кути між лінією зору спостерігача та випромінюванням кожного джерела блискості в напрямку до ока спостерігача.

Величину показника засліпленості при цьому можна подати у вигляді:

$$p = \frac{m \cdot a \cdot 10^3}{L_{ad}} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{I_{\gamma_i} \cdot \cos \theta_i}{l_i^2 \cdot \theta_i^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]^{\frac{2}{3}},$$

де a – коефіцієнт, який враховує спектр випромінювання блиского джерела;

I_{γ} – сила світла i -го блискогого джерела у напрямку до ока спостерігача, Кд;

l_i – відстань від i -го блискогого джерела до ока спостерігача, м.

Для промислових та ряду громадських будинків, де зорова робота вимагає фіксації лінії зору на робочій поверхні, яскравість адаптації приймають рівною яскравості робочій поверхні. У ряді приміщень, особливо де зорова робота пов'язана з оглядом навколишнього простору (зал для глядачів, виставки і т.ін.), яскравість адаптації приймають рівною середній яскравості стін ($L_{ст}=L_{ад}$). Але рівняння $L_{ст}=L_{ад}$ є справедливим, якщо яскравість стелі мало відрізняється від яскравості стін. Для ОУ у вигляді випромінюючих стель ця вимога порушується. Враховуючи усе вищесказане, яскравість адаптації робочій поверхні може бути визначена як

$$L_{ad} = \frac{E \cdot \rho}{\pi},$$

де E – освітленість робочій поверхні, Лк;

ρ – коефіцієнт відбиття цієї поверхні.

Проте в більшості випадків яскравість адаптації визначається як яскравість робочій поверхні, стін, стелі з урахуванням розподілу світлових потоків, усталених у результаті багаторазових відбиттів. Методика розрахунку розподілу прямої складаючої світлових потоків наведена у [4].

Яскравість поверхні з урахуванням багаторазових відбиттів визначається за формулою

$$L_{ad} = \frac{\Phi \cdot \rho}{A \cdot \pi},$$

де Φ – потік, сталий у результаті багаторазових відбиттів на розрахунковій поверхні (розрахункова поверхня стін, стелі);

ρ – коефіцієнт відбиття цієї поверхні;

A – площа поверхні адаптації, м².

$$\Phi = \frac{n \cdot \Phi_l}{1000} \cdot (A \cdot \Phi'_n + B \cdot \Phi'_c + C \cdot \Phi'_p),$$

де n – число ламп, які беруть участь у створюванні світлового потоку;

Φ_l – потік лампи, Лм;

A, B, C – коефіцієнти використання світлового потоку, сталого на цій поверхні [4, с.219 – 222];

$\Phi'_n, \Phi'_c, \Phi'_p$ – потоки, які впали на стелю, стіни та розрахункову поверхню (або підлогу), Лм.

Яскравість вуалюючого покриття від лінійних випромінювачів (ряду світильників з люмінесцентними лампами) відповідно визначається як

$$\beta_{\Sigma} = 3 \cdot \lg L - 8,54 \left[\int_L \left(\frac{d \cdot E_{sp}}{\theta^2} \right)^2 \right]^{\frac{2}{3}}.$$

Ряди світильників в ОУ як правило розташовують паралельно або перпендикулярно (рис. 16) до лінії зору спостерігача.

Згідно з [4]

$$\beta_{\parallel} = \frac{(3 \cdot \lg L - 8,54) \cdot \Delta I_{\gamma}}{2060 \cdot \sqrt{h^2 + p^2}} \cdot \left[\left(\frac{1}{\sqrt{\theta_k}} - \frac{1}{\sqrt{\theta_n}} \right) - (\sqrt{\theta_n^3} - \sqrt{\theta_k^3}) \cdot 10^{-4} \right]^{\frac{2}{3}},$$

$$\beta_{\perp} = \frac{(3 \cdot \lg L - 8,54) \cdot \cos \theta_0 \cdot \Delta I_{\gamma}}{57,3 \cdot p} \cdot \left\{ \frac{(2200 + \theta_0^2) \cdot \alpha}{2200 \cdot \theta_0^2 \cdot \sqrt{\theta_0^2 + \alpha^2}} - \frac{1}{2200} \right\} \times$$

$$\times \left[\ln(\alpha + \sqrt{\theta_0^2 + \alpha^2}) - \lg \theta_0 \right]^{\frac{2}{3}},$$

де ΔI_{γ} – сила світла з одиниці довжини ряду світильників у поздовжній площині в перпендикулярному напрямку до осі ряду ($\alpha=0$), Кд, яка визначається як

$$\Delta I_{\gamma} = \frac{\Phi_l \cdot n}{\pi^2 \cdot l_{\text{л}}} = \frac{2600 \cdot 2}{3,14^2 \cdot 1,195} = 441,3 \text{ Кд}$$

h – розрахункова висота, м;

p – найменша відстань від проекції світильника на горизонтальну площину до розрахункової точки;

θ_k, θ_n – кінцевий і початковий кути дії блискочивих джерел згідно з рисунком 16.

$$L_{\alpha} = \frac{\Delta I_{\gamma=0^{\circ}}}{S_{\text{св}}} = \frac{441,3}{1,195 \cdot 0,295} = 1251,9 (\text{кд} / \text{м}^2)$$

$L_{\alpha} = 1251,9 \text{кд} / \text{м}^2 < 10^6 \text{кд} / \text{м}^2$, а значить

$$m = 3 \cdot \lg L_{\alpha} - 8,54.$$

$$\text{Тоді } \beta_{\text{II}} = \frac{(3 \cdot \lg L - 8,54) \cdot \Delta I_{\gamma}}{2060 \cdot \sqrt{h^2 + p^2}} \cdot \left[\left(\frac{1}{\sqrt{\theta_{\kappa}}} - \frac{1}{\sqrt{\theta_{\eta}}} \right) - \left(\sqrt{\theta_{\eta}^3} - \sqrt{\theta_{\kappa}^3} \right) \cdot 10^{-4} \right]^{\frac{2}{3}}$$

З рисунку 16 визначаємо:

$$p = \frac{1,9}{2} = 0,95; h_p = 3,3 - 1,5 = 1,8 \text{м}$$

$$l_1 = \sqrt{h_p^2 + L_{\text{сл}}^2} = \sqrt{1,8^2 + 5,945^2} = 2,03 \text{м}$$

$$\theta_1 = \arctg\left(\frac{l_1}{L_{\text{св}}}\right) = \arctg\left(\frac{2,03}{5,945}\right) = 18,9^{\circ}$$

$$\theta_2 = \arctg\left(\frac{l_1}{L_2}\right) = 59,5^{\circ}$$

$$\beta_{\text{II}} = \frac{(3 \cdot \lg 1251,9 - 8,54) \cdot 441,3}{2060 \cdot \sqrt{1,8^2 + 0,95^2}} \cdot \left[\left(\frac{1}{\sqrt{59,5}} - \frac{1}{\sqrt{18,9}} \right) - \left(\sqrt{18,9^3} - \sqrt{59,5^3} \right) \cdot 10^{-4} \right]^{\frac{2}{3}} = 0,04$$

Розрахунок яскравості адаптації $L_{\text{ад}}$.

Лінія, що світить, що складається зі світильників з розсіювачами може розглядатися як рівно яскравий лінійний випромінювач, світловий потік якого дорівнює:

$$\Phi_{\text{лін}} = \pi^2 \cdot I_{\gamma} \cdot A \cdot \frac{n \cdot \Phi_{\text{л}}}{1000},$$

де I_{γ} - сила світла з одиниці довжини лінії в напрямку $\gamma=0$, $\varphi=0$;

A - довжина лінії, що світить.

З урахуванням дійсних потоків джерел світла одержимо:

$$\Phi_{\text{лін}} = 3,14^2 \frac{250 \cdot 2 \cdot 2600}{1000} \cdot 5,945 = 453008,52 \text{Лм}$$

Потік двох ліній $\Phi_{\Sigma} = 906017,03 \text{Лм}$.

Розраховуємо світлові потоки, що падають від ліній на підлогу приміщення і стелю.

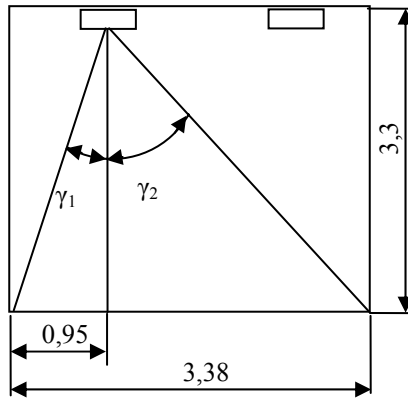


Рисунок 17 – До розрахунку розподілу світлового потоку

Простір, що оточує світлову лінію, розбиваємо на рівні десятиградусні двогранні кути γ . Величина світлового потоку в межах γ дорівнює

$$\Phi_{\gamma} = \frac{4}{3} \cdot I_{\gamma} \cdot \gamma_{\text{рад}} \cdot A,$$

Визначимо граничні кути (γ_1 і γ_2), у яких світловий потік падає на підлогу:

$$\gamma_1 = \arctg \frac{0,95}{3,3} = 16^{\circ}$$

$$\gamma_2 = \arctg \frac{2,43}{3,3} = 37^{\circ}$$

і відносну довжину світлової лінії:

$$A' = \frac{5,945}{3,3} = 1,8$$

За допомогою графіку залежності $K_i = f(A/h)$ знаходимо коефіцієнти, що визначають частку світлового потоку лінії, що світить, у межах кута, що падає на розрахункову поверхню. Світловий потік, що досягає розрахункової поверхні буде $\Phi_{\gamma} K_i$ [18].

Проміжні величини і результати розрахунку доцільно оформити у виді таблиці 8.

Таблиця 8 – Результати розрахунку

γ°	γ , рад	I_{γ}	$\Phi_{\gamma} = 4 \cdot I_{\gamma} \cdot A \cdot \frac{\gamma}{3}$	k_i	$\Phi_{\gamma} \cdot k_i$	$\Phi_{\gamma} \cdot k_i$
0-10	0,174	250	344,81	0,75	258,6075	258,6075
10-20	0,174	250	344,81	0,75	258,6075	258,6075
20-30	0,174	220	303,4328	0,72	218,47162	–
30-40	0,174	350	482,734	0,7	337,9138	–
					$\Sigma=1073,6$	$\Sigma=517,22$

$$\Phi'_p = \Sigma(\Phi_\gamma \cdot k_i) \cdot 2 \frac{\Phi_L \cdot n_L}{1000}$$

$$\Phi'_p = (1073,6 + 517,22) \cdot 2 \cdot \frac{2 \cdot 2600}{1000} = 16544,48 \text{ Лм}$$

Потік на стелю можна розрахувати вищевикладеним методом. Однак знаючи, що світильники даної групи у верхній півсфері випромінюють тільки 14% від усього світлового потоку і вважаючи, що весь цей потік падає на стелю (світильники стельові), визначаємо його як частку загального потоку:

$$\Phi'_n = 0,14 \Phi_\Sigma$$

$$\Phi'_n = 0,14 \cdot 906017,03 = 126842,385 \text{ Лм}$$

Світловий потік, що падає на стіни, визначаємо як різницю між світловим потоком світильника і потоками, що падають на підлогу і стелю:

$$\Phi'_c = \Phi_\Sigma - (\Phi'_p + \Phi'_n),$$

$$\Phi'_c = 906017,032 - (126842,3 + 16544,48) = 762630,167 \text{ Лм}$$

З урахуванням багаторазових відображень сталий світловий потік на стінах визначається як:

$$\Phi_c = A_2 \Phi'_n + B_2 \Phi'_c + C_2 \Phi'_p,$$

де A_2, B_2, C_2 – коефіцієнти використання прямих світлових потоків $\Phi'_n, \Phi'_c, \Phi'_p$ щодо розрахункової поверхні.

A_3, B_3, C_3 визначаються по таблицям (додатки Г-Е) у залежності від індексу приміщення і властивостей поверхонь, що відбивають, обмежуючих приміщення.

У нашому випадку:

$$i = \frac{3,38 \cdot 7,15}{3,3 \cdot (3,38 + 7,15)} = 0,69$$

$$A_2 = 0,825, \quad B_2 = 1,53, \quad C_2 = 0,4$$

$$\Phi_p = 0,825 \cdot 126842,385 + 1,53 \cdot 762630,167 + 0,4 \cdot 16544,48 = 1278086,92 \text{ Лм}$$

Яскравість поля адаптації визначається як:

$$L_{ад} = \frac{\Phi_p \cdot \rho_c}{A_c \cdot \pi},$$

де Φ_p – потік, установившись у результаті багаторазових відбиттів на розрахунковій поверхні, Лм;

ρ_c – коефіцієнт відбиття цієї поверхні;

A_c – площа поверхні адаптації, м^2 .

$$L_{ад} = \frac{0,5 \cdot 1278086,92}{3,14 \cdot 2 \cdot (3,38 + 7,15) \cdot 3,3} = 2928,39 \text{ Кд} / \text{м}^2$$

$$S = 1 + \frac{\beta}{L_{ад} + \beta_c} = 1 + \frac{0,04}{2928,39 + 0,207} = 1,000012,$$

де $\beta_c = 0,207 \text{ Кд} / \text{м}^2$ – яскравість власного фону сітківки.

$$P = (S - 1) \cdot 10^3 = (1,000012 - 1) \cdot 10^3 = 0,012.$$

Таким чином, спроектована ОУ задовольняє вимогам щодо обмеження засліплюючої дії, оскільки припустиме значення для даного розряду зорових робіт не повинне перевищувати 40.

4.3. Розрахунок циліндричної освітленості

4.3.1. Розрахунок циліндричної освітленості від точкових джерел

Для спрощення розрахунку циліндричної освітленості від точкового випромінювача запровадимо поняття відносної циліндричної освітленості $\varepsilon_{ц}$, що відповідає значенню $E_{ц}$ за умов $h=1\text{м}$

$$\varepsilon_{ц} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{\pi} \cdot \text{tg} \alpha. \quad (35)$$

Рівняння (30) дозволяє побудувати графіки відносної циліндричної освітленості для заданого розподілу сили світла світильника.

Приклад такого графіка для розподілу сили світла світильників наведений на рис.10, де суцільною лінією показана крива $\varepsilon_{ц}=f(d/h)$, а пунктирною - $\varepsilon_{ц}=f(h/d)$.

По осі графіка відкладені значення відносної циліндричної освітленості, коли осьова сила світла світильника $I_0=100$ Кд, по осі абсцис – значення відносин d/h та h/d .

Циліндричну освітленість від сукупності точкових джерел за відносною циліндричною освітленістю визначають за формулою

$$E_{ц} = \frac{I_0 \cdot \Phi_{л}}{h^2 \cdot 10^5} \cdot \Sigma \varepsilon_{ц}, \quad (36)$$

де I_0 – осьова сила світла світильника;

$\Phi_{л}$ – світловий потік ламп у світильнику.

4.3.2 Розрахунок середньої циліндричної освітленості, створеної світловими лініями

Розрахунок циліндричної освітленості виконують у точці, яка лежить в площині лінії зору на рівні 1,5м від підлоги й розташована в центрі приміщення. Площиною, яка проходить через розрахункову точку та перпендикулярна до осі кожної лінії, розбиваємо на частини. Циліндрична освітленість дорівнює сумі освітленостей від кожної з частин, які будуть рівні між собою.

Для визначення $E_{ц}$ від ділянки лінії треба визначити I_{γ} , $\text{tg} \gamma = a/h_p$; $\text{tg} \alpha = A/l_1$ та l_1 , де I_{γ} – значення сили світла лінії одиничної довжини в поперечній площині під кутом γ ; h_p – розрахункова висота, $h_p = h - h_{л.з.}$ ($h_{л.з.} = 1,5\text{м}$); A – довжина ділянки лінії; a – відстань від лінії до розрахункової точки за планом; l_1 – відстань від лінії до розрахункової точки (у середовищі), що визначається за формулою:

$$l_1 = \sqrt{a^2 + h_p^2}.$$

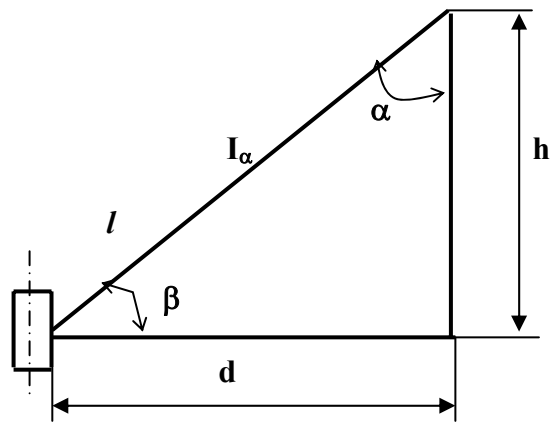


Рисунок 18 – До розрахунку E_{Π} від точкових джерел

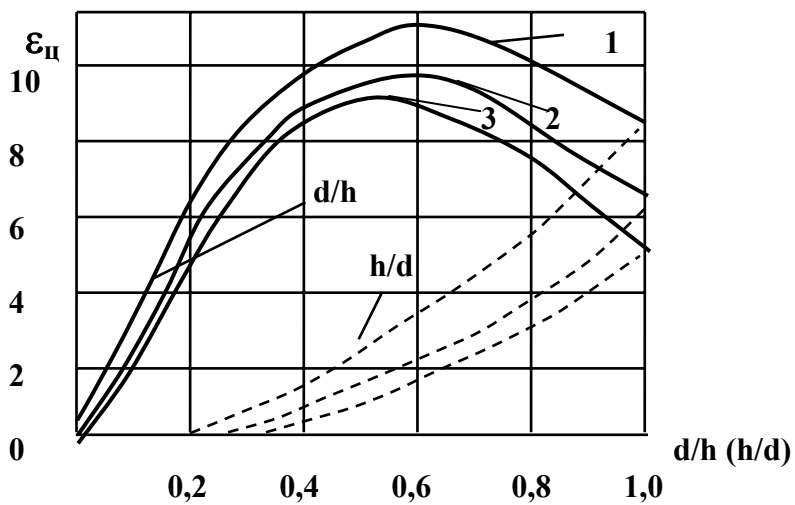


Рисунок 19 – Графік розподілу сили світла світильників:

$$1 - I_{\alpha} = I_o \cdot \cos \alpha ; 2 - I_{\alpha} = I_o \cdot \frac{\cos \alpha + \cos^2 \alpha}{2} ; 3 - I_{\alpha} = I_o \cdot \cos^2 \alpha .$$

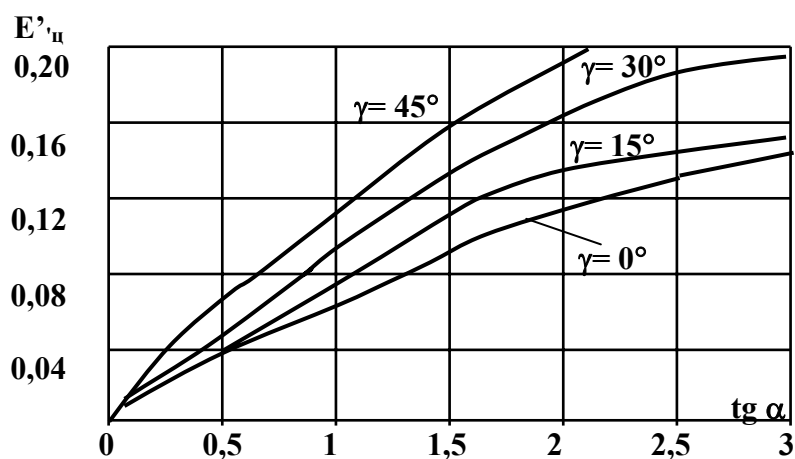


Рисунок 20 – Графік залежності $E'_{\Pi} = f(\text{tg} \alpha)$

За графіком залежності $E'_{ц} = f(\text{tg}\alpha)$ визначають відносну циліндричну освітленість.

Потім знаходять значення сили світла I_{γ} за формулою

$$I_{\gamma} = \frac{I_{\gamma}^{1000} \cdot n \cdot F_{л}}{l_{л} \cdot 1000}, \quad (37)$$

де I_{γ}^{1000} - значення сили світла світильника с $F_{л} = 1000 \text{ Лм}$ у поперечної площини під кутом γ (з кривої розподілу сили світла світильника);

$F_{л}$ – світловий потік лампи;

n – кількість ламп у світильнику;

$l_{л}$ – довжина лампи.

$E_{ц_1}$ від ділянки лінії визначають за формулою

$$E_{ц_1} = \frac{I_{\gamma}}{l_1} \cdot E'_{ц}. \quad (38)$$

Циліндричну освітленість, що створюється у контрольній точці, розраховують за формулою

$$E_{ц} = E_{ц_1} \cdot n_1,$$

де n_1 - кількість ділянок, на які умовно розбиваються світлові лінії площиною, яка проходить через контрольну точку.

Приклад розрахунку. Приміщення, площа якого $9 \times 36 \text{ м}^2$, висота 5 м, освітлюється двома рядами вбудованих в перекриття світильників типу ЛВО-01-2*40 (рис. 21) Нормоване значення циліндричної освітленості становить 100 Лк..

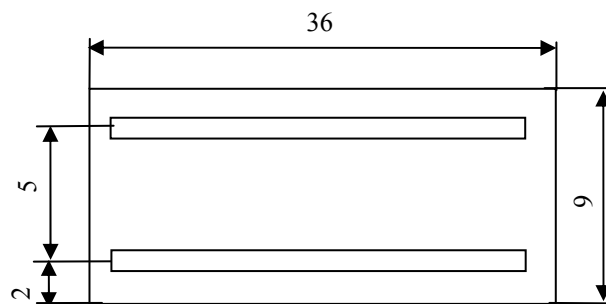


Рисунок 21 – План приміщення

Площиною, яка проходить через контрольну точку (точка розташована у центрі між лініями і лежить у площині лінії зору) та перпендикулярній до осі кожної лінії, розбиваємо лінії на частини. Циліндрична освітленість у даному випадку дорівнює сумі циліндричних освітленостей від кожної з частин, рівних між собою.

Для розрахунку $E_{ц}$ від ділянки лінії необхідно визначити I_{γ} , $\text{tg}\gamma$, $\text{tg}\alpha$ та l_1 .

З рисунку 12 видно, що $a = 2,5 \text{ м}$, $A = 18 \text{ м}$, $h_p = 5 - 1,5 = 3,5 \text{ (м)}$.

$$\text{Тоді } l_l = \sqrt{2,5^2 + 3,5^2} = 4,30; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{a}{h_p} = 0,71; \quad \gamma = 35^\circ.$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A}{l_1} = 4,18.$$

За графіком (рис. 11) $E_u = 0,19$.

Далі за формулою (32) визначаємо I_γ :

$$I_\gamma = \frac{I_\gamma^{1000} * n * F_l}{l_l * 1000} = \frac{117,0 * 2 * 3000}{1,2 * 1000} = 585 \text{ Кд}.$$

За формулою (33) знаходимо $E_{ц}$ від частини лінії:

$$E_{ц_1} = \frac{I_\gamma}{l_1} * E_u' = \frac{585 * 0,19}{4,3} = 25,85 \text{ Лк}.$$

Циліндрична освітленість від двох ліній:

$$E_u = 25,84 * 4 = 103,4 \text{ Лк}.$$

Розрахункове значення циліндричної освітленості (103 Лк) вище мінімального значення, яке нормується для даного приміщення. Таким чином, освітлювальна установка приміщення відповідає вимогам щодо забезпечення необхідної насиченості приміщення світлом.

4.4. Перевірка коефіцієнта пульсації

При живленні газорозрядних джерел світла струмом промислової частоти випромінювання їх пульсує з подвійною частотою змінного струму, який живить ОУ. Пульсація світлового потоку джерел світла призводить до небажаної пульсації величини освітленості робочої поверхні, в зв'язку з цим при проектуванні ОУ слід враховувати коефіцієнт пульсації ДС і вживати заходів для його зниження.

Для зниження коефіцієнта пульсації освітленості бажано користуватися наступними методами:

- вмикання сміжних ламп в різні фази електричної мережі;
- живлення установок струмом підвищеної частоти;
- застосування дво- і чотирилампових світильників з ємкісним та індуктивним баластами.

У таблиці 9, складеній згідно з експериментальним й розрахунковим даними, наведені значення коефіцієнта пульсації $K_{п}$ для різних джерел світла при різних схемах вмикання двох або трьох джерел.

При проектуванні ОУ необхідно перевірити відповідність рівня пульсації використаних в ОУ джерел світла. Для цього треба порівняти коефіцієнт пульсації даних ДС, визначений за таблицею 9 ($K_{п \text{ ОУ}}$), з нормативним значенням коефіцієнта пульсації ($K_{п \text{ норм}}$). У випадку, якщо коефіцієнт пульсації проектованої ОУ перевищує нормативне значення необхідно підібрати інший тип ДС або змінити схему його живлення. Результати занести до таблиці 10.

Таблиця 9 – Значення $K_{\text{п}}$ для різних ламп і різних способів їх вмикання

Тип лампи	Значення $K_{\text{п}}$, %			
	одна лампа	Дві лампи в схемі відстаючого та випереджаючого струму	дві лампи різних фаз	три лампи різних фаз
ЛБ і ЛТБ	25	10,5	10	2,2
ЛХБ, ЛХЕ	35	15	15	3,1
ЛДЦ	40	17	17	3,5
ЛД	55	23	23	5
ДРЛ	65	-	31	5
ДКСТ	130	-	65	5

Таблиця 10 – Результати перевірки коефіцієнта пульсації

№ приміщення за планом	Назва приміщення	Тип ДС	Схема включення ДС	$K_{\text{п ОУ}}$, %	$K_{\text{п норм}}$, %

Список джерел

1. ДБН В. 2.5-23-2003.– Киев: Госкомитет по строительству и архитектуре, 2004.
2. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5 – 28 – 2006 : Держбуд України : затв. 15.05.06 : чинний з 1.10.2006. – Київ : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.
3. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992.
4. Мешков В.В., Епанишников М.М. Осветительные установки. – М.: Энергия, 1972.
5. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
6. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
7. Правила устройства электроустановок. Электрическое освещение. Раздел 6, изд. 7.– М.: Энергоатомиздат, 2000.
8. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок.
9. ВСМ 59-887. Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирования. – М. : Энергоатомиздат, 1988.

Відомості про розряди зорової роботи

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення				
				Відносна тривалість зорової роботи у напрямі зору на робочу поверхню, %	Освітленість на робочій поверхні від системи загального освітлення, Лк	Циліндрична освітленість, Лк	Показник дискомфорту, М	Коефіцієнт пульсації освітленості К _п , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розрізнення об'єктів при фіксованій і нефіксованій лініях зору: дуже високої точності	від 0,15 до 0,3 включно	А	1 2	не менше чим 70 менш ніж 70	500 400	150*) 100*)	40 15**) 40 15**)	10 10
високої точності	вище 0,3 до 0,5 включно	Б	1 2	не менше чим 70 менш ніж 70	300 200	100*) 75*)	40 15*) 60 25**')	15 20 15****)
середньої точності	більше ніж 0,5	В	1 2	не менше чим 70 менш ніж 70	150 100	50*) не регламентується	60 25**') 60 25**')	20 15****) 20 15****)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Огляд навколишнього простору при дуже короткочасному, епізодичному розрізненні об'єктів: при високій насиченості приміщень світлом	незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Г		незалежно від тривалості зорової роботи	300	100	60	не регламентується
при нормальній насиченості приміщень світлом		Д			200	75	90	
при низькій насиченості приміщень світлом		Е			150	50	90	
Загальне орієнтування в просторі інтер'єру: при великому скупченні людей	незалежно від розміру об'єкта розрізнення	Ж	1	незалежно від тривалості зорової роботи	75	Не регламентується	Не регламентується	не регламентується

1	2	3	4	5	6	7	8	9
при малому скупченні людей			2		50			
Загальне орієнтування в зонах пересування								
при великому скупченні людей	Те саме	3	Те саме		Те саме	Те саме	Те саме	Те саме
при малому скупченні людний			1		30			
			2		20			

• Додатково регламентується у випадках спеціальних архітектурно-художніх вимог.

•*¹ Нормоване значення показника дискомфорту в приміщеннях при напрямі лінії зору переважно вгору під кутом 45а і більше до горизонту і в приміщеннях з підвищеними вимогами до якості освітлення (спальні кімнати в дитячих садках, яслах, санаторіях, дисплейні класи в школах, середніх спеціальних учбових установах і т.п.).

*** Нормоване значення коефіцієнта Кп пульсації для дитячих, лікувальних приміщень з підвищеними вимогами до якості освітлення.

Примітка 1. Освітленість слід приймати, враховуючи 3.21, 3.22 справжніх Норм.

Примітка 2. Якнайменші розміри об'єкта розрізнення і відповідні їм розряди зорових робіт встановлюються при розташуванні **об'єктів розрізнення** на відстані не більше ніж 0,5 м від працюючого при середньому контрасті об'єкта розрізнення з фоном і світловим фоном. При зменшенні (збільшенні) контрасту допускається* збільшення (зменшення) освітленості на один ступінь за шкалою освітленості.

Значення коефіцієнта запасу

Приміщення та території	Приклади приміщень	Штучне освітлення			Природне освітлення			
		Коефіцієнт запасу K_3			Коефіцієнт запасу K_3			
		Кількість чищень світильників на рік			Кількість чищень скла світлових отворів на рік			
		Експлуатаційна група світильників за додатком Ж			Кут нахилу світлопропускаючого матеріалу до горизонту			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
		3	4	5	6	7	8	9
Виробничі приміщення з особливим режимом відносно чистоти повітря при обслуговуванні світильників: з технічного поверху знизу з приміщення		$\frac{1,3}{4}$	-	-	-	-	-	-
		$\frac{1,4}{2}$	-	-	-	-	-	-
Приміщення громадських та житлових будинків: пильні, жаркі та сирі	Гарячі цехи підприємств громадського харчування, охолоджувальні камери, приміщення для приготування розчинів у пральнях, душових тощо	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{1}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
з нормальними умовами середовища	Кабінети і робочі приміщення, житлові кімнати, учбові приміщення, лабораторії, читальні зали, зали нарад, торговельні зали тощо	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{2}$
Населені пункти	Вулиці, площі, шляхи, території житлових районів, парки, пішохідні тунелі, фасади будинків,	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	-	-	-	-
	Транспортні тунелі	$\frac{1,7}{2}$	-	-	-	-	-	-

Примітка 1. Значення коефіцієнта запасу, які вказані в графах 6-9, слід множити на 1,1 – при застосуванні візерунчастого скла, склопластику, армоплівки та матованого скла, а також при використанні світлових отворів для аерації; на 0,9 – при використанні органічного скла.

Примітка 2. Значення коефіцієнтів запасу, які вказані в графах 3-5, надані для розрядних джерел світла. При використанні ламп розжарювання їх слід множити на 0,85.

Експлуатаційні групи світильників

Конструктивно-світлотехнічні схеми		I			II			III			IV		V		VI		VII
3 лампами розжарювання	A																
	B1																
3 люмінесцентними лампами	B2												-		-		
	Група твердості світлопропускаючих матеріалів (покриттів)	T	CT	M	T	CT	M	T	CT	M	T	CT	T	CT	T	CT	T
Експлуатаційна група світильників	5	4	3	6	5	4	2	2	1	7	6	5	4	6	5	7	

Приклад заповнення світлотехнічної відомості

Додаток Г

№	Назва приміщення	S, м ²	h _{p2} , м ²	Відбиваючі характеристики			Точність зорових робіт	Умови середовища приміщення	Тип джерела світла	Система освітлення	Нормативна освітленість E _н , Лк	Тип СП і потужність ламп	К-ть світлоточок	Якісні характеристики				Стала потужність, кВт	Питома потужність, кВт/м ²
				ρ_c	ρ_{cm}	ρ_{pn}								M	S	K _п	E _ц		
49	Ділянка швацької справи	123	2,2	0,7	0,5	0,3	A-2	Нормальні	L36	заг. рівном.	400 Г 0,8	ARS/S 236	10	40	-	10	-	0,9	0,007

φ	ρс	50						30						10		
	ρφ	70		50		30		70		50		30		70	50	30
	ρρ	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	10	10
Значення коефіцієнта А для визначення світлового потоку, що встановився на розрахунковій поверхні																
0,5	0,255	0,245	0,175	0,17	0,10	0,10	0,195	0,19	0,14	0,135	0,08	0,08	0,155	0,11	0,065	
0,6	0,30	0,285	0,21	0,20	0,115	0,115	0,24	0,235	0,165	0,16	0,10	0,095	0,195	0,135	0,08	
0,7	0,34	0,32	0,24	0,22	0,13	0,13	0,28	0,27	0,19	0,19	0,115	0,11	0,23	0,16	0,095	
0,8	0,375	0,355	0,265	0,245	0,145	0,14	0,31	0,30	0,21	0,21	0,125	0,12	0,26	0,18	0,05	
0,9	0,405	0,385	0,285	0,265	0,16	0,155	0,34	0,33	0,235	0,23	0,14	0,135	0,285	0,20	0,12	
1,0	0,43	0,41	0,30	0,28	0,17	0,165	0,37	0,35	0,255	0,25	0,15	0,145	0,31	0,2?	0,13	
1,1	0,46	0,43	0,315	0,30	0,18	0,175	0,395	0,375	0,27	0,265	0,155	0,155	0,335	0,235	0,14	
1,25	0,495	0,46	0,335	0,32	0,195	0,185	0,425	0,405	0,29	0,285	0,17	0,165	0,36	0,255	0,15	
1,5	0,54	0,495	0,365	0,34	0,21	0,20	0,47	0,44	0,325	0,31	0,19	0,18	0,40	0,28	0,165	
1,75	0,58	0,52	0,39	0,36	0,22	0,21	0,51	0,475	0,35	0,33	0,20	0,195	0,43	0,305	0,18	
2,0	0,60	0,545	0,405	0,38	0,23	0,22	0,54	0,50	0,37	0,35	0,21	0,205	0,46	0,325	0,19	
2,25	0,625	0,565	0,42	0,39	0,24	0,225	0,57	0,52	0,39	0,37	0,22	0,21	0,485	0,34	0,20	
2,5	0,645	0,58	0,435	0,40	0,245	0,235	0,59	0,54	0,40	0,385	0,23	0,22	0,505	0,355	0,21	
3,0	0,68	0,605	0,455	0,42	0,26	0,245	0,63	0,57	0,425	0,40	0,245	0,23	0,54	0,38	0,22	
3,5	0,705	0,625	0,475	0,43	0,27	0,255	0,66	0,59	0,445	0,415	0,255	0,245	0,565	0,40	0,2,35	
4,0	0,725	0,64	0,485	0,45	0,28	0,26	0,685	0,61	0,46	0,425	0,26	0,255	0,585	0,41	0,245	
5,0	0,755	0,66	0,505	0,46	0,285	0,27	0,72	0,04	0,485	0,445	0,275	0,265	0,615	0,43	0,255	

Ф	ρ _c	50						30						10		
		70		50		30		70		50		30		70	50	30
	ρ _p	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	10	10
Значення коефіцієнта В для визначення світлового потоку, що встановився на розрахунковій поверхні																
0,5	0,19	0,19	0,175	0,17	0,165	0,155	0,09	0,09	0,085	0,085	0,08	0,08	0,025	0,025	0,02	
0,6	0,21	0,21	0,195	0,185	0,18	0,175	0,10	0,10	0,095	0,095	0,09	0,09	0,03	0,025	0,025	
0,7	0,23	0,23	0,21	0,20	0,19	0,189	0,15	0,11	0,105	0,105	0,095	0,095	0,03	0,03	0,025	
0,8	0,25	0,245	0,225	0,21	0,205	0,20	0,125	0,12	0,115	0,11	0,105	0,105	0,035	0,03	0,03	
0,9	0,265	0,255	0,235	0,225	0,215	0,21	0,135	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,035	0,035	0,03	
1,0	0,285	0,265	0,25	0,235	0,225	0,215	0,145	0,14	0,13	0,125	0,115	0,115	0,04	0,035	0,03	
1,1	0,30	0,275	0,26	0,245	0,235	0,225	0,15	0,145	0,135	0,13	0,125	0,12	0,04	0,04	0,035	
1,25	0,315	0,29	0,275	0,255	0,245	0,235	0,165	0,155	0,145	0,14	0,13	0,13	0,045	0,04	0,035	
1,5	0,34	0,31	0,297	0,275	0,26	0,25	0,18	0,17	0,16	0,155	0,14	0,135	0,05	0,045	0,04	
1,75	0,36	0,33'	0,315	0,295	0,275	0,26	0,195	0,18	0,17	0,165	0,15	0,145	0,055	0,05	0,045	
2,0	0,38	0,345	0,33	0,305	0,285	0,27	0,205	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,06	0,05	0,045	
2,25	0,395	0,355	0,34	0,315	0,29	0,275	0,215	0,195	0,19	0,175	0,165	0,155	0,06	0,055	0,05	
2,5	0,405	0,365	0,35	0,325	0,295	0,28	0,225	0,20	0,195	0,18	0,17	0,16	0,065	0,055	0,05	
3,0	0,425	0,38	0,365	0,335	0,305	0,29	0,235	0,21	0,205	0,19	0,175	0,165	0,065	0,06	0,05	
3,5	0,44	0,39	0,375	0,345	0,31	0,295	0,245	0,22	0,21	0,195	0,175	0,17	0,07	0,06	0,055	
4,0	0,45	0,395	0,385	0,35	0,315	0,30	0,25	0,225	0,215	0,20	0,18	0,175	0,075	0,065	0,055	
5,0	0,465	0,41	0,395	0,36	0,325	0,31	0,265	0,235	0,225	0,205	0,185	0,18	0,08	0,07	0,055	

Продовження додатку Д

φ	ρ _c	50						30						10		
	ρ _φ	70		50		30		70		50		30		70	50	30
	ρ _p	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	10	10	10
Значення коефіцієнта С для визначення світлового потоку, що встановився на розрахунковій поверхні																
0,5	1,06	1,02	1,055	1,015	1,045	1,015	1,035	1,01	1,03	1,01	1,025	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005
0,6	1,075	1,025	1,06	1,02	1,05	1,015	1,04	1,015	1,035	1,01	1,025	1,01	1,005	1,005	1,005	1,005
0,7	1,085	1,025	1,065	1,02	1,05	1,015	1,05	1,015	1,04	1,015	1,03	1,01	1,01	1,005	1,005	1,005
0,8	1,095	1,025	1,07	1,025	1,055	1,02	1,06	1,02	1,045	1,015	1,035	1,01	1,01	1,01	1,005	1,005
0,9	1,10	1,03	1,075	1,025	1,06	1,02	1,065	1,02	1,05	1,015	1,035	1,01	1,015	1,01	1,005	1,005
1,0	1,105	1,03	1,08	1,025	1,06	1,02	1,07	1,02	1,055	1,02	1,04	1,01	1,015	1,01	1,005	1,005
1,1	1,115	1,035	1,085	1,025	1,065	1,02	1,08	1,025	1,06	1,02	1,04	1,015	1,015	1,01	1,005	1,005
1,25	1,12	1,035	1,09	1,03	1,065	1,02	1,09	1,025	1,065	1,02	1,045	1,015	1,02	1,015	1,005	1,005
1,5	1,135	1,04	1,10	1,03	1,075	1,02	1,10	1,035	1,075	1,025	1,05	1,015	1,025	1,015	1,005	1,005
1,75	1,145	1,045	1,105	1,035	1,075	1,025	1,115	1,035	1,08	1,025	1,055	1,015	1,03	1,02	1,005	1,005
2,0	1,155	1,045	1,011	1,035	1,075	1,025	1,125	1,04	1,09	1,03	1,055	1,02	1,03	1,02	1,005	1,005
2,25	1,165	1,05	1,115	1,035	1,075	1,025	1,13	1,04	1,095	1,03	1,06	1,02	1,035	1,025	1,005	1,005
2,5	1,17	1,05	1,12	1,04	1,08	1,025	1,14	1,05	1,10	1,03	1,065	1,02	1,035	1,025	1,005	1,005
3,0	1,18	1,055	1,13	1,04	1,08	1,025	1,155	1,05	1,11	1,035	1,07	1,02	1,04	1,03	1,005	1,005
3,5	1,19	1,055	1,135	1,04	1,085	1,025	1,165	1,05	1,115	1,035	1,07	1,02	1,045	1,03	1,005	1,005
4,0	1,20	1,06	1,14	1,045	1,085	1,025	1,175	1,055	1,12	1,04	1,07	1,025	1,05	1,035	1,005	1,005
5,0	1,21	1,06	1,145	1,045	1,085	1,03	1,19	1,055	1,13	1,04	1,075	1,025	1,055	1,035	1,005	1,005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи»

на тему: Розробка освітлювальної установки

Студента (ки) _____ курсу групи СДС-
напряму підготовки 6.050701 «Електротехніка та
електротехнології»

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник ст.викл. каф. СДС О.М. Ляшенко

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

м. Харків – 201_рік

ЗРАЗОК ЗАПОВНЕННЯ ШТАМПУ НА КРЕСЛЕННЯХ

Шифр креслення

Рік розробки

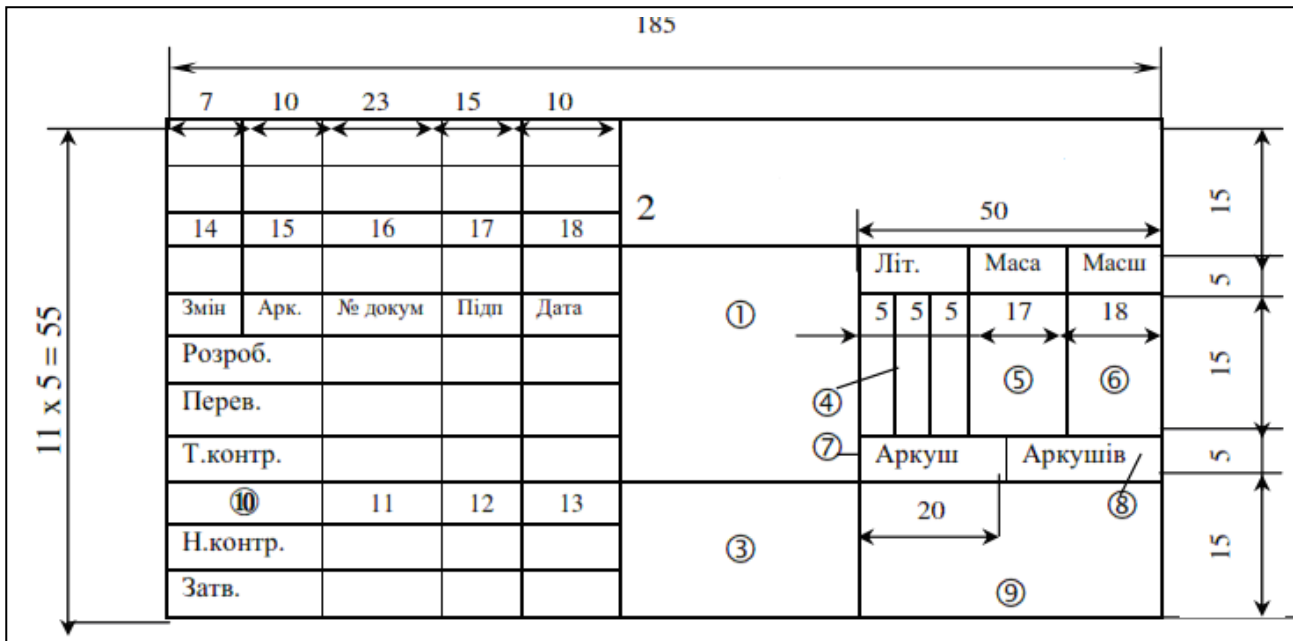
Три останніх цифри номеру залікової книжки

Шифр напрямку

Курсовий проект

					КП 6.050701.025.13.РК			
					<i>Розробка освітлювальної установки спортивної школи</i>	Літ.	Маса	Масштаб
Змін	Арк	№ Докум.	Підпис	Дата		К		1:100
Розроб.		Сидоров						
Пров.		Шевченко						
Н. контр						Аркуш 1	Аркушів 1	
Т. контр					<i>План першого поверху</i>	ХНУМГ ім.О.М. Бекетова кафедра СДС		
Затв.								

РОЗМІРИ ШТАМПУ



Приклад звіту з програми DIALux

Название проекта

Partner for Contact:
Order No.:
Company:
Customer No.:

Дата: 30.11.2013
Оператор:

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

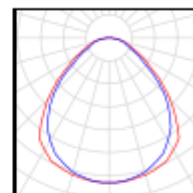
Оглавление

Название проекта	
Титульный лист проекта	1
Оглавление	2
Ведомость светильников	3
1. Лаборатория 610А	
Резюме	4
Расчетные поверхности (обзор результатов)	5
Поверхности в помещении	
Сверлильный станок 1	
График значений (E, горизонтальн.)	6
Сверлильный станок 2	
График значений (E, горизонтальн.)	7
2. Лаборатория 610	
Резюме	8
Расчетные поверхности (обзор результатов)	9
Расчетные точки (обзор результатов)	10
UGR-наблюдатель (Обзор результатов)	11
3. Лаборатория 609	
Резюме	12
Расчетные точки (обзор результатов)	13
UGR-наблюдатель (Обзор результатов)	14

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

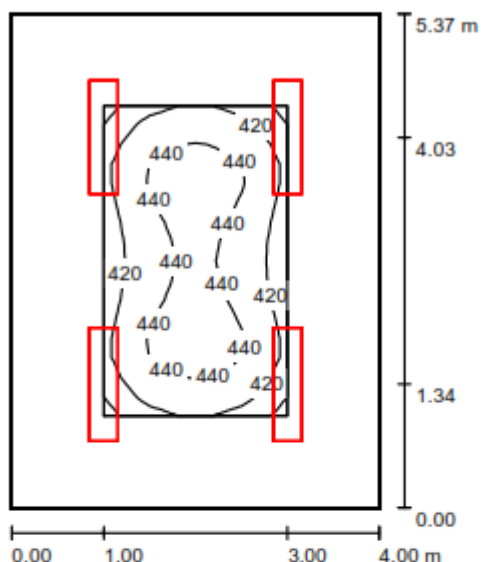
Название проекта / Ведомость светильников

32 Шт. LIGHTINGTECHNOLOGIES - PRS/S 236
 № изделия: -
 Световой поток (Светильник): 3953 lm
 Световой поток (Лампы): 6700 lm
 Мощность светильников: 72.0 W
 Классификация светильников по CIE: 100
 CIE Flux Code: 58 86 96 100 59
 Комплектация: 2 x OSRAM LUMILUX L 36 W
 (Поправочный коэффициент 1.000).



Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

1. Лаборатория 610А / Резюме



Высота помещения: 3.200 m, Монтажная высота: 3.200 m,
Коэффициент эксплуатации: 0.71

Значения в Lux, Масштаб 1:69

Поверхность	ρ [%]	$E_{\text{ср}}$ [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{ср}}$
Workplane	/	431	394	451	0.914
Floor	20	301	198	372	0.657
Ceiling	70	80	67	90	0.830
Стенки (4)	50	184	70	322	/

Workplane:

Высота: 0.800 m
Растр: 16 x 16 Точки
Краевая зона: 1.000 m

Соотношение освещенностей (по LG7): Стенки / Рабочие плоскости: 0.443, Потолок / Рабочая плоскость: 0.186.

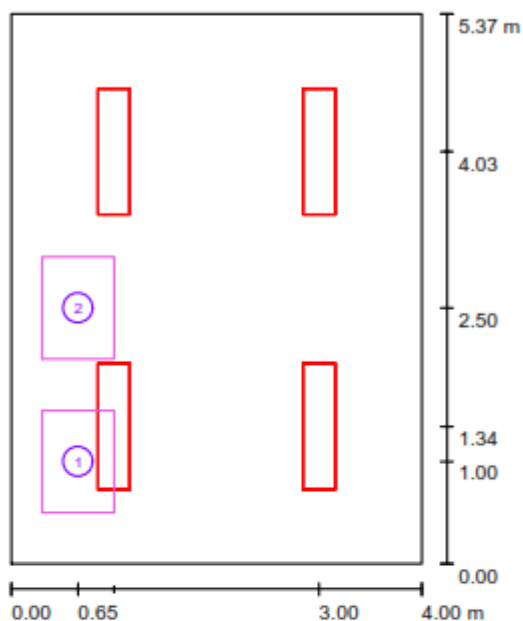
Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	4	LIGHTINGTECHNOLOGIES - PRS/S 236 (1.000)	3953	6700	72.0
			Всего: 15811	Всего: 26800	288.0

Удельная подсоединенная мощность: $13.41 \text{ W/m}^2 = 3.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 21.48 m^2)

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

1. Лаборатория 610А / Расчетные поверхности (обзор результатов)



Масштаб 1 : 62

Список расчетных поверхностей

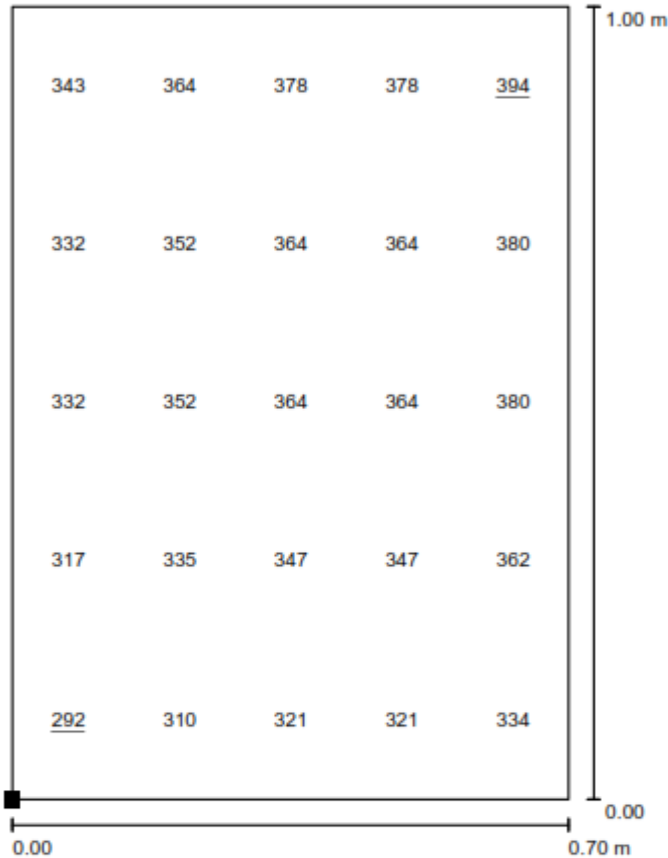
№	Обозначение	Тип	Растр	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
1	Сверлильный станок 1	по горизонтали	5 x 5	349	292	394	0.837	0.741
2	Сверлильный станок 2	по горизонтали	5 x 5	374	346	399	0.923	0.867

Сводка результатов

Тип	Число	Средн. [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
по горизонтали	2	362	292	399	0.81	0.73

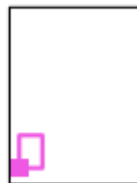
Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

1. Лаборатория 610А / Сверлильный станок 1 / График значений (E, горизонтальн.)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 8

Расположение поверхности в помещении:
Выделенная точка:
(0.300 m, 0.500 m, 0.800 m)

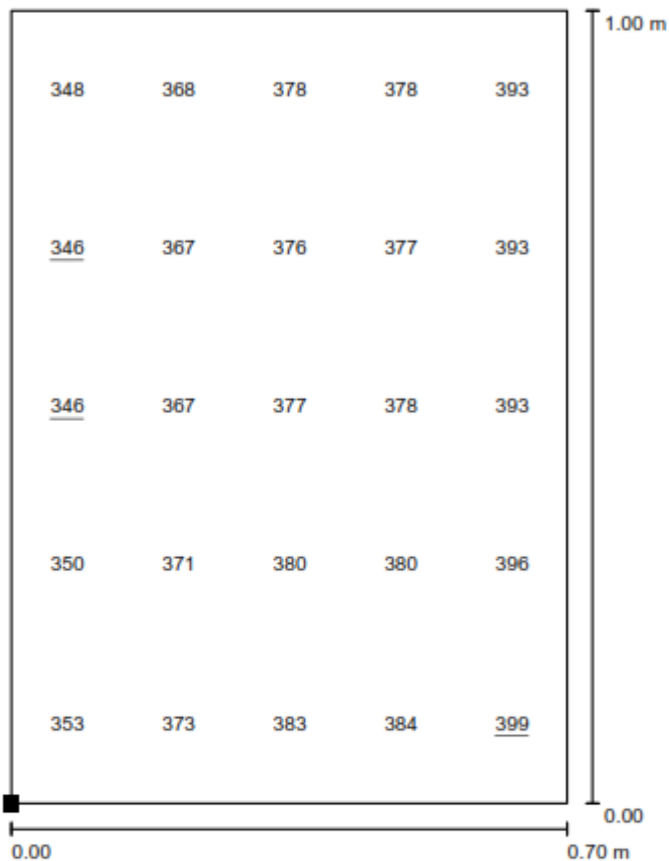


Растр: 5 x 5 Точки

E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
349	292	394	0.837	0.741

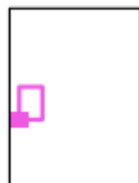
Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

1. Лаборатория 610А / Сверильный станок 2 / График значений (E, горизонтальн.)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 8

Расположение поверхности в помещении:
Выделенная точка:
(0.300 m, 2.000 m, 0.800 m)

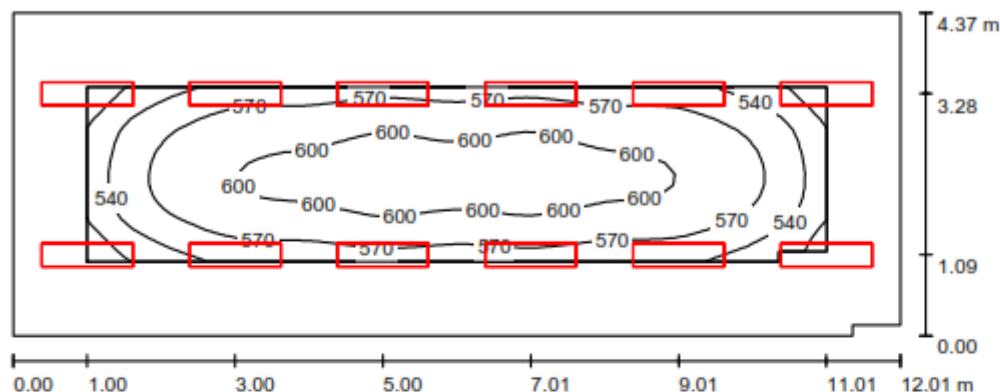


Растр: 5 x 5 Точки

E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
374	346	399	0.923	0.867

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

2. Лаборатория 610 / Резюме



Высота помещения: 3.200 m, Монтажная высота: 3.200 m,
Коэффициент эксплуатации: 0.71

Значения в Lux, Масштаб 1:86

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	575	480	613	0.835
Полы	20	442	267	539	0.604
Потолок	70	109	86	135	0.795
Стенки (6)	50	252	92	416	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 m
Растр: 64 x 16 Точки
Краевая зона: 1.000 m

Соотношение освещенностей (по LG7): Стенки / Рабочие плоскости: 0.449, Потолок / Рабочая плоскость: 0.189.

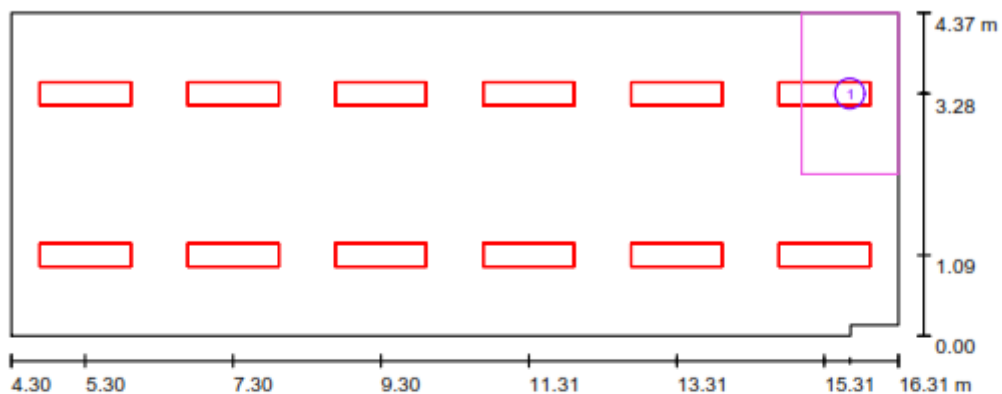
Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	12	LIGHTINGTECHNOLOGIES - PRS/S 236 (1.000)	3953	6700	72.0
			Всего: 47434	Всего: 80400	864.0

Удельная подсоединенная мощность: $16.49 \text{ W/m}^2 = 2.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 52.39 m^2)

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

2. Лаборатория 610 / Расчетные поверхности (обзор результатов)



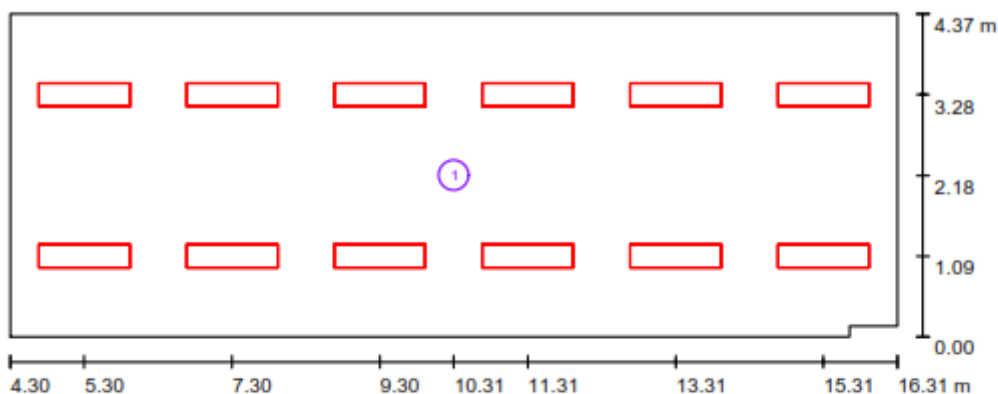
Масштаб 1 : 86

Список расчетных поверхностей

№	Обозначение	Тип	Растр	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
1	Рабочее место	по горизонтали	8 x 8	413	296	527	0.715	0.561

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

2. Лаборатория 610 / Расчетные точки (обзор результатов)



Масштаб 1 : 86

Список расчетных точек

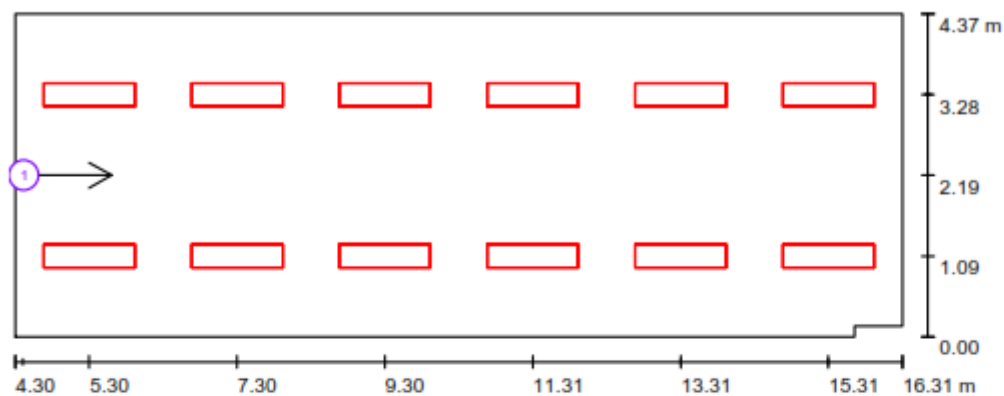
№	Обозначение	Тип	Позиция [m]			Вращение [°]			Значение [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Цилиндрическая освещенность	вертикальн., цилиндр.	10.305	2.185	1.500	0.0	0.0	0.0	271

Сводка результатов

Типы расчетных точек	Число	Средн. [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
Вертикальн., цилиндр.	1	271	271	271	1.00	1.00

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

2. Лаборатория 610 / UGR-наблюдатель (Обзор результатов)



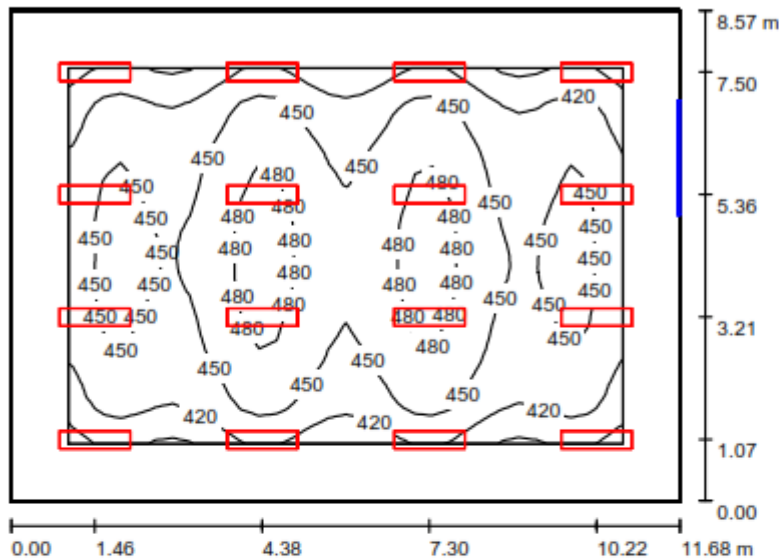
Масштаб 1 : 86

UGR Список расчетных точек

№	Обозначение	Позиция [m]			Направление взгляда [°]	Значение
		X	Y	Z		
1	UGR Расчетная точка 1	4.400	2.185	1.200	0.0	16

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

3. Лаборатория 609 / Резюме



Высота помещения: 3.200 м, Монтажная высота: 3.200 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.71

Значения в Lux, Масштаб 1:111

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	447	376	494	0.842
Полы	20	371	210	455	0.564
Потолок	70	82	66	96	0.801
Стенки (4)	50	186	37	302	/

Рабочая плоскость:

Высота: 0.800 м
Растр: 32 x 32 Точки
Краевая зона: 1.000 м

Соотношение освещенностей (по LG7): Стенки / Рабочие плоскости: 0.413, Потолок / Рабочая плоскость: 0.183.

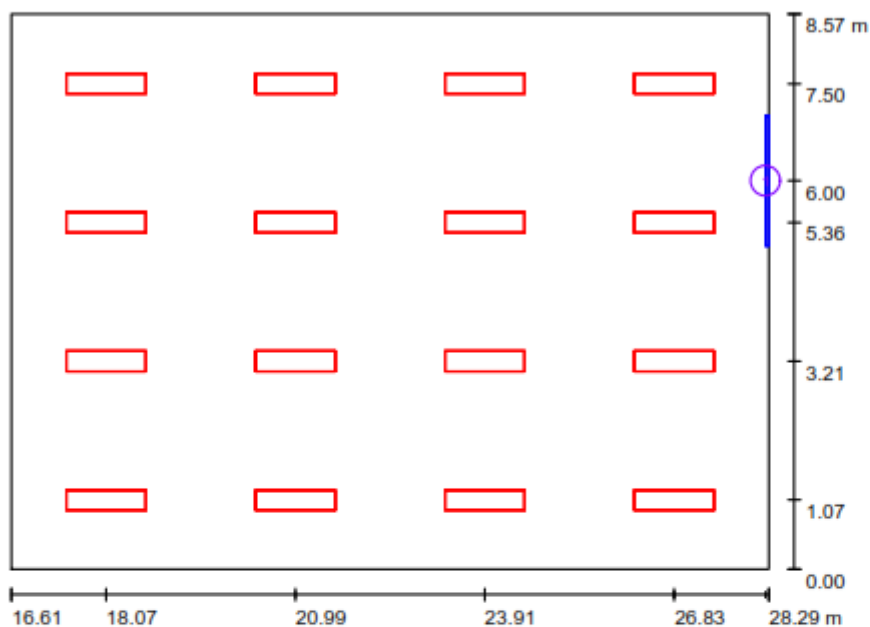
Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	16	LIGHTINGTECHNOLOGIES - PRS/S 236 (1.000)	3953	6700	72.0
Всего:			63245	107200	1152.0

Удельная подсоединенная мощность: 11.51 W/m² = 2.58 W/m²/100 lx (Поверхность основания: 100.10 м²)

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

3. Лаборатория 609 / Расчетные точки (обзор результатов)



Масштаб 1 : 98

Список расчетных точек

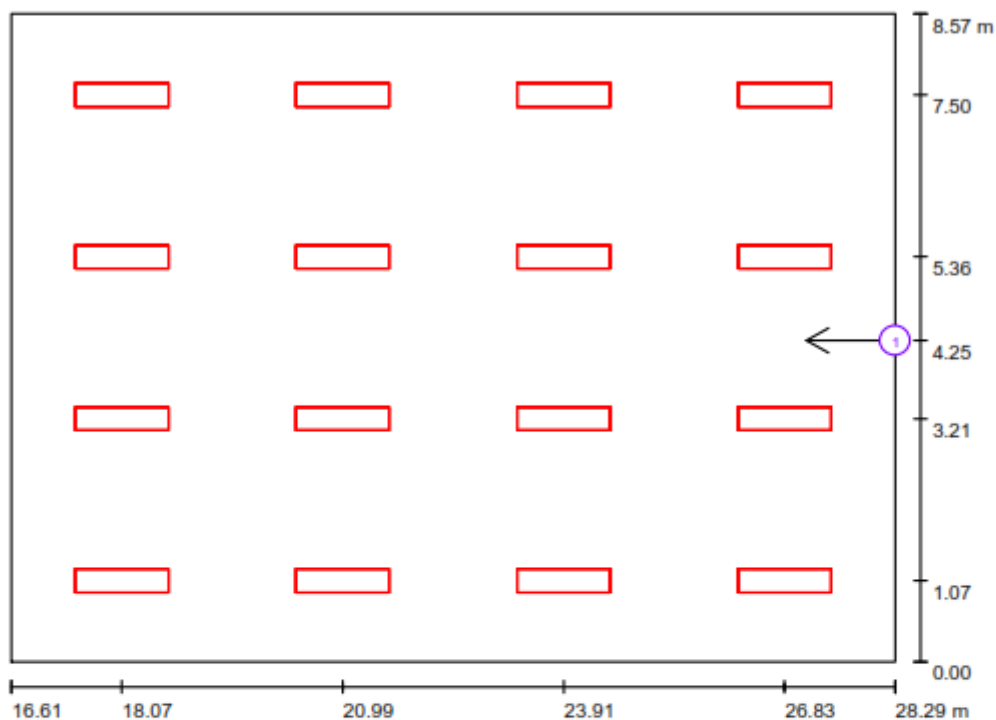
№	Обозначение	Тип	Позиция [m]			Вращение [°]			Значение [lx]
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Вертикальная освещенность. Доска, В-1,5	вертикальн., Ровный	28.240	6.000	1.500	0.0	0.0	180.0	231

Сводка результатов

Типы расчетных точек	Число	Средн. [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
Вертикальн., Ровный	1	231	231	231	1.00	1.00

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

3. Лаборатория 609 / UGR-наблюдатель (Обзор результатов)



Масштаб 1 : 84

UGR Список расчетных точек

№	Обозначение	Позиция [m]			Направление взгляда [°]	Значение
		X	Y	Z		
1	UGR Расчетная точка 1	28.290	4.250	1.200	180.0	18

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту

з дисципліни

«СВІТЛОТЕХНІЧНІ УСТАНОВКИ ТА СИСТЕМИ»

*(для студентів денної і заочної форм навчання
напряму підготовки 6.050701 „Електротехніка та електротехнології”
спеціальності “Світлотехніка і джерела світла”)*

Укладачі: **ЧЕРНЕЦЬ** Віра Сергіївна,
ЛІСНА Ольга Іванівна,
ЛЯШЕНКО Олена Миколаївна,
ЗУБКОВ Дмитро Петрович.

Відповідальний за випуск *Ю. О. Васильєва*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. М. Ляшенко*

План 2013 , поз. 225 М

Підп. до друку 23. 12 . 2013

Друк на ризографі.

Зам. №

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 2,0

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28. 03. 2014 р.