

ЗАДАЧА

по ЭО № 4,5

РАЗДЕЛ 3 РАСЧЕТ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Расчет осветительных нагрузок следует выполнять методом удельных мощностей.

В первую очередь необходимо установить разряд зрительных работ по отраслевым нормам или по СН и П 23-05-95, которые приводятся в справочниках, затем выбирают источник света и тип источника света, тип светильника.

Установленная мощность источника света, в соответствии с методом удельных мощностей, определяется по формуле

$$P_{\text{уст}} = P_{\text{уд}} \cdot F, \quad (25)$$

где $P_{\text{уд}}$ - удельная мощность осветительных установок ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

F - площадь освещаемого помещения цеха, участка (м^2).

$$F = \frac{S_p}{\sigma}, \quad (26)$$

где S_p - полная расчетная нагрузка;

σ - удельная плотность силовой нагрузки на 1 м^2 площади промышленного здания (приложение К).

Расчетная активная нагрузка $P_{p,0}$ осветительных установок определяется по формуле

$$P_{p,0} = P_{\text{уст}} \cdot K_c \cdot K_{\text{ПРА}}, \quad (27)$$

где K_c - коэффициент спроса:

$K_c = 1$ - для групповой сети и всех звеньев сети аварийного освещения, для мелких производственных зданий, торговых помещений, наружного освещения;

$K_c = 0,95$ - производственных зданий, состоящих из отдельных крупных пролетов;

$K_c = 0,9$ - для библиотек, административных зданий и предприятий общественного питания;

$K_c = 0,8$ - для производственных зданий, состоящих из большого числа отдельных помещений;

$K_c = 0,6$ - для складских зданий и электростанций, состоящих из большого числа отдельных помещений;

$K_{\text{ПРА}}$ - коэффициент, учитывающий потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре:

$K_{\text{ПРА}} = 1,1$ - для ламп типов ДРЛ и ДРИ;

$K_{\text{ПРА}} = 1,2 \dots 1,35$ - для люминесцентных ламп включения.

Расчетная реактивная нагрузка осветительных установок определяется по формуле:

$$Q_{p,o} = P_{p,o} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (28)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ соответствует $\cos \varphi$ осветительных установок ($\cos \varphi$ ЛЛ = 0,92 ... 0,95, $\cos \varphi$ ДРЛ = 0,5 ... 0,65).

Пример 4. Определить осветительную нагрузку механического цеха

Дано: $S_p = 328$ кВ·А; $p_{уд} = 14,1$ Вт/м². Освещение выполнено лампами ДРЛ.

Решение:

1. Определяем площадь помещения по формуле (26)

$$F_{\text{пом.}} = \frac{328}{0,25} = 1312 \text{ м}^2.$$

2. Определяем $P_{\text{уст}}$

$$P_{\text{уст.}} = 14,1 \cdot 1312 = 18,5 \text{ кВт.}$$

3. Определяем $P_{p, \text{осв.}}$, $Q_{p, \text{осв.}}$

$$P_{p, \text{осв.}} = 0,8 \cdot 1,1 \cdot 18,5 = 16,28 \text{ кВт;}$$

$$Q_{p, \text{осв.}} = 16,28 \cdot 1,33 = 21,65 \text{ квар.}$$

$$S_{p, \text{осв.}} = \sqrt{16,28^2 + 21,65^2} = 27,09 \text{ кВ·А.}$$

Контрольное задание №4

Определить осветительную нагрузку. Исходные данные для расчета приведены в приложении Д.

Приложение Д

Данные для расчета осветительной нагрузки

№ варианта	S_p , кВ·А	Тип цеха	$P_{уд}$, Вт/м ² .
1	868	Литейный	12,6
2	600	Механосборочный	12,6
3	542	Плавильный	13,8
4	980	Механический	12,6
5	1200	ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЙ	12,6
6	430	Сборочный	12,6
7	1260	Термический	12,6
8	400	Штамповочный	12,6
9	300	Фрезерный	14,1
10	295	Металлоконструкций	14,1
11	405	Блок вспомогательных цехов	12,6
12	958	Деревообрабатывающий	12,6
13	700	Прессовочный для завода пластмасс	12,6
14	890	Инструментальный	12,6
15	964	Механосборочный	12,3
16	1600	Литейный	12,6
17	3800	Плавильный	12,3
18	400	Прессовой	12,6
19	3670	Нефтеаппаратуры	12,6
20	560	Электросварочный	14,1
21	2340	Бурового оборудования	12,3
22	450	Фрезерный	12,6
23	500	Механический	12,6
24	4280	Горно-шахтного оборудования	12,3

Приложение К

Удельные плотности силовой нагрузки на 1 м² площади
производственных зданий

Производственные здания	$\sigma_{уд}$, Вт / м ²
1	2
Литейные и плавильные цеха	230 - 370
Механические и сборочные цеха	200 - 300
Механосборочные цеха	280 - 390
Электросварочные и термические цеха	300 - 600
Штамповочные и фрезерные цеха	150 - 300
Цеха металлоконструкций	350 - 390
Инструментальные цеха	50 - 100
Прессовочные цеха для заводов пластмасс	100 - 200
Деревообрабатывающие и модельные цеха	75 - 140
Блоки вспомогательных цехов	260 - 300
Заводы горно-шахтного оборудования	400 - 420
Заводы бурового оборудования	260 - 330
Заводы краностроения	330 - 350
Заводы нефтеаппаратуры	220 - 270
Прессовые цеха	277 - 300

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

4.1 Метод коэффициента использования

Суть метода состоит в том, что определяется световой поток (расчетный) для выбранного источника света. Для характеристики использования светового потока вводится понятие коэффициента использования η .

Порядок расчета

1. Определяем коэффициенты отражения $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{ст}}$, $\rho_{\text{р}}$ (см. таблицу 5).

2. Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{F}{h(A+B)}, \quad (29)$$

где F - площадь помещения;

h - расчетная высота;

A , B - длина и ширина помещения.

3. По индексу помещения находим коэффициент использования η (Приложение Н).

4. Определяем световой поток по выражению

$$\Phi_{\text{р}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot F \cdot K_{\text{зап}} \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (30)$$

где $E_{\text{н}}$ - нормируемая освещенность;

$K_{\text{зап}}$ - коэффициент запаса;

Z - коэффициент минимальной освещенности ($Z = 1,1$ для ЛЛ; $Z = 1,15$ для ЛН и ДРЛ);

N - число светильников.

По расчетному значению $\Phi_{\text{р}}$ выбирается стандартная лампа так, чтобы ее поток отличался от номинального значения $\Phi_{\text{н}}$ на $-10 \div +20$ %. При невозможности выбора источника света с таким приближением корректируется число светильников.

Таблица 5— Коэффициенты отражения поверхностей

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Бетонный потолок в грязных помещениях; бетонные стены с окнами	30
Стены и потолки с большим количеством пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич неоштукатуренный	10

4.2 Точечный метод расчета

Точечный метод расчета служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении источников света.

Создаваемая от каждого светильника освещенность называется *условной* и обозначается e . Освещенность e , зависит от светораспределения светильников и геометрических размеров d и h (d - расстояние от проекции светильника на расчетную поверхность до контрольной точки, определяется обмером по масштабному плану). Характерные контрольные точки (точки, для которых ведется расчет или в которых проверяется освещенность) следует принимать такие, где освещенность создает в контрольной точке условную освещенность $\sum e$. В качестве контрольных выбираются те точки освещаемой плоскости, в которых $\sum e$ имеет наименьшее значение.

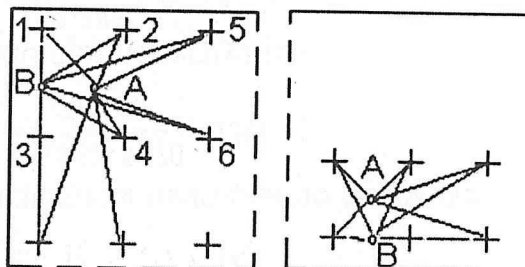


Рисунок 3 – Выбор характерных контрольных точек

Порядок расчета

1. В масштабе чертим план цеха, наносим светильники с соблюдением всех размеров.
2. Выбираем контрольные точки (не менее двух).
3. Определяем расстояние d обмером по масштабному плану (значения заносим в таблицу 5).
4. Находим значение условной освещенности e (по пространственным изолуксам, из Приложения М) в зависимости от расчетной высоты h и расстояния d , и заносим значения в таблицу 6.

Таблица 6 – Определение условной освещенности

Точка	Номера светильников	d , м	e , лк	$n \cdot e$, лк
А				
				$\sum n \cdot e$, лк
Б				
				$\sum n \cdot e$, лк

5. Определяем контрольную точку, в которой наименьшая освещенность. Для нее находим фактическую освещенность

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \mu \cdot \sum e}{1000 \cdot k_{зап}}, \quad (31)$$

где $\mu = 1,1+1,2$ - коэффициент, учитывающий действия наиболее удаленных источников света и отраженную составляющую освещенность.

6. Сравниваем полученное значение E_p с нормируемой освещенностью E_n (см. расчет методом коэффициента использования). Нормируемая освещенность может отличаться от расчетной на $-10 \dots +20\%$. При несовпадении этих значений с соответствующим допуском корректируется расположение контрольных точек.

Пример 5. Спроектировать освещение механического цеха размером $68 \times 48 \times 10$ м; $h_p = 0,8$ м; $h_c = 1,2$ м, которое выполнено лампами типа ДРЛ в светильниках РСП 05/Г03. Количество ламп – 170 шт. Нормируемая освещенность $E_n = 300$ лк, коэффициент запаса $k_{зап} = 1,5$. Расстояние между светильниками по длине - 4 м, по ширине - 5 м (расстояние от стены до светильника по длине - 2 м, по ширине – 1,5 м).

Решение.

1. Определяем коэффициенты отражения от потолка, стен и рабочей поверхности по таблице 5

$$\rho_n = 0,3; \rho_c = 0,3; \rho_p = 0,1.$$

2. Определяем индекс помещения по формуле (29)

$$i = \frac{68 \cdot 48}{8 \cdot (68 + 48)} = 3,5,$$

где $h = H - h_p - h_c = 10 - 0,8 - 1,2 = 8$ м.

3. По Приложению Н для $i = 3,5$ и коэффициентов $\rho_n = 0,3; \rho_c = 0,3; \rho_p = 0,1$ определяем коэффициент использования $\eta = 0,74$.

4. Определяем световой поток по формуле (30)

$$\Phi_p = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 68 \cdot 48 \cdot 1,15}{170 \cdot 0,74} = 13427 \text{ лм.}$$

По значению Φ_p в Приложение Л подбираем лампу типа ДРЛ мощностью 250 Вт со световым потоком $\Phi_{ном} = 13200$ лм. $\Phi_p > \Phi_{ном}$ на 1,7 %.

Пример 6. Проверить решение предыдущей задачи точечным методом.

1. В масштабе чертим план цеха, наносим светильники с соблюдением всех размеров (рис.4).

2. Выбираем контрольные точки А и Б.

3. Определяем расстояние d обмером по масштабному плану (значения заносим в таблицу 7).

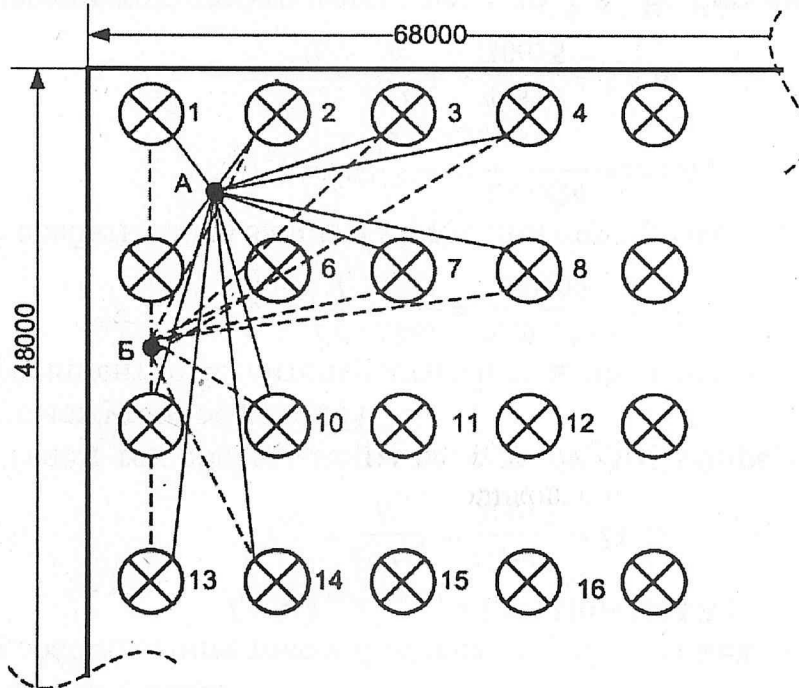


Рисунок 4 – План расположения светильников для примера 6

4. Находим значение условной освещенности e (по пространственным изолюксам, из Приложения М) при расчетной высоте $h = 8$ м и расстояний d , и заносим значения в таблицу 7.

Таблица 7– Определение условной освещенности

Точка	Номера светильников	d , м	e , лк	$n \cdot e$, лк
А	1, 2, 5, 6	3	7	28
	3, 7	6,5	1,5	3
	4, 8	10,3	0,2	0,4
	9, 10	7,8	0,6	1,2
	13, 14	12,6	0,1	0,2
	$\Sigma n \cdot e = 32,8$ лк			
Б	5, 9	2,5	8,5	17
	1, 13	7,5	0,7	1,4
	2, 14	8,5	0,45	0,9
	3	11	0,15	0,15
	4	14	0	0
	6, 10	4,7	3,5	7
	7	8,2	0,5	0,5
	8	12,2	0,1	0,1
	$\Sigma n \cdot e = 27,05$ лк			

5. В точке Б освещенность наименьшая, поэтому для нее определяем фактическую освещенность

$$E_p = \frac{13200 \cdot 1,1 \cdot 27,05}{1000 \cdot 1,5} = 262 \text{ лк.}$$

6. Полученное значение $E_p < E_n$ на 12,6 %, что соответствует норме.

Контрольное задание №5

1. Спроектировать освещение цеха, которое выполнено лампами типа ДРЛ в светильниках РСП 05/Г03. Высота подвеса светильников $h_c = 1,2$ м; высота рабочей поверхности $h_p = 0,8$ м. Исходные данные для расчета приведены в приложении Г.

2. Проверить решение предыдущей задачи точечным методом.

Размеры помещения

Приложение Г

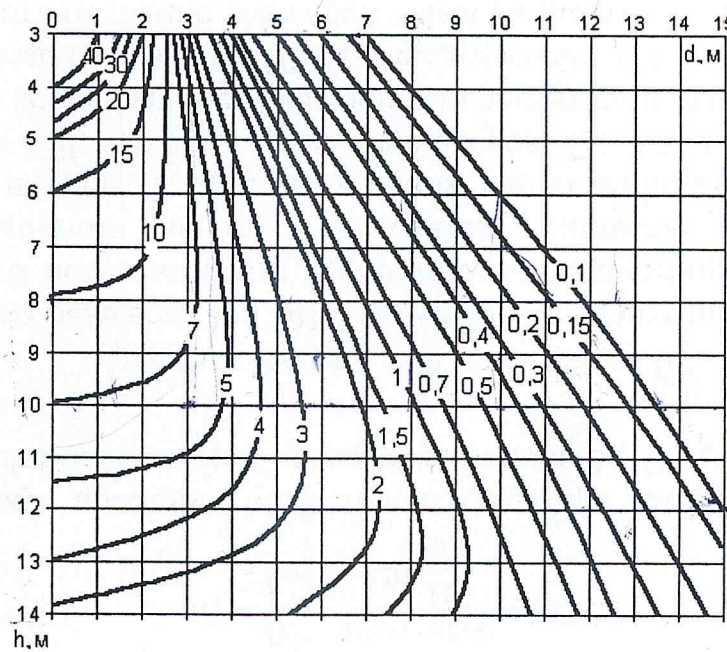
ВАРИАНТ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Размеры цеха, м	Длина, А	45	55	52	56	65	68	58	54	50	60	46	48	62	66	64	63	42	44	50	48	52	56	60	62	57
	Ширина, В	25	35	34	30	48	52	26	28	32	38	24	28	42	46	44	36	22	20	26	24	30	34	40	35	30
	Высота, С	12	14	10	12	12	12	10	10	12	14	12	10	12	12	10	12	10	12	14	14	12	12	10	10	10
E_n , лк	300	300	200	300	200	300	300	200	300	200	200	300	200	200	300	300	200	300	200	200	300	200	200	200	200	300
$K_{\text{эл}}$	1,5	1,5	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	1,8	1,8	1,8	1,5	
Кол-во ламп, шт	45	60	63	110	150	221	70	55	80	84	40	60	84	135	96	90	30	24	50	40	45	60	60	72	80	
Тип цеха	металлический	сборочный	термический	металлический	сварочный	металлический	сборочный	термический	металлический	сварочный	термический	металлический	сварочный	термический	металлический	сборочный	термический	металлический	сварочный	термический	металлический	сборочный	сварочный	термический	металлический	

Коэффициенты использования светового потока для ламп ДРЛ

Тип светильника	РСП05/Г03					РСП07; РСП08/Л00; РСП08/Л50					РСП05/Д03; РСП08/Д03; РСП08/Д53				
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_{a, \%}$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
$\rho_{c, \%}$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{p, \%}$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициент использования														
0,5	51	49	45	42	41	23	22	18	12	12	33	29	27	22	20
0,6	56	54	49	46	45	30	30	22	18	16	38	37	31	27	26
0,7	60	57	53	50	50	35	32	27	21	20	43	41	35	32	31
0,8	63	60	56	53	53	40	38	30	25	23	46	44	38	35	34
0,9	66	63	58	56	55	43	39	33	29	26	49	47	41	38	37
1	68	65	61	59	57	47	40	37	31	29	52	49	41	40	39
1,1	70	67	62	60	59	50	44	40	33	31	54	51	46	43	41
1,25	73	68	64	62	61	53	50	42	37	34	57	54	48	45	44
1,5	78	71	68	65	64	58	54	46	41	38	62	57	53	49	48
1,75	81	73	70	68	66	62	57	50	44	41	66	60	56	52	51
2	82	74	72	69	67	66	60	54	48	44	68	62	58	54	53
2,25	84	75	72	70	68	68	62	56	50	45	70	63	59	56	55
2,5	85	76	73	71	69	70	64	58	52	47	72	65	61	58	56
3	86	78	74	73	70	74	67	60	56	50	74	67	62	60	58
3,5	87	78	75	74	71	77	70	62	58	52	76	68	64	62	59
4	89	79	76	74	72	79	71	63	59	53	77	69	65	63	60
5	91	80	78	76	73	82	72	65	63	55	80	71	68	65	63

Приложение М

Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности
для светильника РСП05/Г03



¹ Значение светового потока ламп дано после 100 ч горения

Приложение Л

Технические характеристики ртутных дуговых ламп высокого давления

Тип лампы	Производитель	Мощность, Вт	Световой поток ¹ , лм
HOL 80W	OSRAM	80	3800
ДРЛ 125	Лисма, г. Саранск	125	6000
HOL 125W	OSRAM	125	6300
• ДРЛ 250	Лисма, г. Саранск	250	13200
HOL 250W	OSRAM	250	13000
ДРЛ 400	Лисма, г. Саранск	400	23700
HOL 400W	OSRAM	400	22000
ДРЛ 700	Лисма, г. Саранск	700	40800
ДРЛ 1000	Лисма, г. Саранск	1000	58500