

АПРОБАЦИЯ

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Балаковский инженерно-технологический институт –  
филиал НИЯУ МИФИ

## **Светотехника**

Методические указания к выполнению контрольной работы  
по дисциплине «Светотехника»  
для студентов направления «Электроэнергетика и электротехника»  
всех форм обучения

Одобрено  
редакционно-издательским советом  
Балаковского инженерно-технологического  
института

Балаково 2018

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

Подготовка бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника» заочной формы обучения, согласно учебному плану, предусматривает выполнение контрольной работы по курсу «Светотехника». Данные методические указания содержат индивидуальные задания и рекомендации по их выполнению.

Основной целью контрольной работы является закрепление и расширение теоретических знаний студентов и приобретение ими навыков решения инженерных задач в области электрического освещения. Выполнение данных заданий служит базой для курсовых и выпускной квалификационной работы по направлению.

В ходе решения задач выполняются: размещение осветительной установки на плане, а также проведение светотехнического расчета.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ, ОФОРМЛЕНИЮ И СДАЧЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

### **2.1. Общие методические указания**

Каждый студент выполняет индивидуальное задание к контрольной работе по своему варианту в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки. Задание и необходимые чертежи выполняются на листах формата А4 либо в ученической тетради в клетку с соблюдением выбранного масштаба. Номера задач по каждому варианту приведены в таблице 1. Нулевой вариант указан в последней строке таблицы. Перед решением задачи в обязательном порядке должно быть записано её полное условие. Записи должны проводиться грамотно и аккуратно.

## Варианты решения задач

Таблица 1

Номер варианта	Номера задач				
1	1	9	17	25	33
2	2	10	18	26	34
3	3	11	19	27	35
4	4	12	20	28	36
5	5	13	21	29	37
6	6	14	22	30	38
7	7	15	23	31	39
8	8	16	24	31	40
9	9	17	25	33	41
0	10	18	26	34	42

При оформлении контрольной работы необходимо соблюдать следующие условия:

1. Работу необходимо выполнять на одной стороне листа формата А4.
2. Решение задач вести поэтапно, с пояснениями каждого хода решения.
3. Перед вычислением искомых величин нужно вначале написать расчетную формулу в буквенном выражении, затем подставить численные значения всех входящих в нее параметров.
4. При решении задач следует строго следить за соблюдением единства размерностей, входящих в ту или иную зависимость.

### **2.2. Указания к выполнению контрольной работы**

В работе предлагается расчет осветительной установки (ОУ) для общего искусственного освещения производственных и общественных по-

мещений двумя методами: коэффициента использования светового потока и удельной мощности. Первый метод связан с нахождением расчетного светового потока светильника  $\Phi_c$  в зависимости от таблично задаваемого коэффициента использования  $\eta$ . Вторым методом основан на понятии удельной мощности ( $P_{уд}$ ) как отношения всей активной мощности, потребляемой ОУ, к площади рабочей поверхности, под которой будем понимать плоскость пола, либо горизонтальную плоскость на уровне рабочего стола ( $h_p=0,8$  м). Оба метода включают в себя понятие светящихся рядов, обычно расположенных вдоль длины помещения  $A$ , при ширине  $B$ , и состоящих из точечных либо протяженных светильников с длиной  $L_c$ , изображаемых на плане. Для этого необходимо найти как расстояние  $L_B$  между рядами светильников, так и расстояние  $L_A$  между ними по длине ряда. Цель светотехнического расчета при выбранном типе светильника (НСП, РСП, ЛПО, ЛВО) - определить характеристики отдельного ИС (лампы), а также фактическую освещенность  $E_f$  в произвольной точке рабочей поверхности и активную мощность, потребляемую осветительной установкой  $P_{ou}$ .

Нахождение расчетного расстояния между светящимися рядами  $L_{вр}$  наиболее экономически выгодным способом осуществляется с помощью эмпирически найденной зависимости

$$L_{вр} = \lambda h, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – безразмерный коэффициент (критерий экономичности);  $h$  – расчетная высота светильника над рабочей поверхностью, определяемой как

$$h = H - H_c - H_p, \quad (2)$$

где  $H$  – высота помещения;  $H_c$  – расстояние светильника до потолка;  $H_p$  – расстояние от ИС до рабочей поверхности.

Для источников прямого света, например, глубокоизлучателя эмалированного ( $\Gamma_3$ ), имеющего форму продольной кривой силы света косинусного типа, для высоты помещения до 6 м рекомендованное значение

критерия экономичности  $\lambda=1,3$ . Для высоты помещения  $6 \text{ м} \leq H \leq 12 \text{ м}$  рекомендованное значение  $\lambda$  составляет 0,9. Источником света для  $\Gamma_3$  может служить как лампа накаливания (ЛН), так и газоразрядные лампы высокого давления типов (ДРЛ, ДНАТ, ДРИ), обозначаемые как (ЛР).

Выбор оптимальной высоты подвеса светильника  $h_c$  осуществляется с помощью соотношения

$$h_c = (0,2 \dots 0,25)H_0, \quad (3)$$

где  $H_0 = H - h_p$  – расстояние от рабочей поверхности до потолка.

Найденное из (1)  $L_{вр}$  используем для нахождения расчетного количества световых рядов  $n_{pp} = \frac{B}{L_{вр}}$ . В случае дробного значения  $n_{pp}$ , округляем его до ближайшего меньшего целого значения  $n_p$ . После этого находится уточненное расстояние между рядами  $L_B = \frac{B}{n_p}$ . Расстояние  $l_B$  от крайнего светящегося ряда до стороны А определяется как

$$l_B = \frac{L_B}{2}. \quad (4)$$

После того, как найдены значения  $L_B$  и  $l_B$ , проводится проверка их правильности, согласно критерию

$$B = L_B(n_p - 1) + 2l_B. \quad (5)$$

Расчетное значение между точечными светильниками подвесными (СП) в ряду  $L_{AP}$  находится по эмпирически найденной зависимости

$$L_{AP} = (1 \dots 1,5)L_B. \quad (6)$$

Если светящийся ряд состоит из протяженных светильников, содержащих одну или несколько линейных ламп с длиной  $L_d \simeq L_c$ , то для нахождения  $L_{AP}$  вместо (6) применяется формула

$$L_{AP} = \frac{A - L_c N_p}{N_p}, \quad (7)$$

где  $N_p$  – неизвестное количество светильников ряда, которое определяется дополнительно с помощью светотехнического расчета.

Расстояние  $l_A$  от крайнего светильника ряда до стороны В определяется из очевидного соотношения

$$l_A = \frac{A - L_C N_P - L_A (N_P - 1)}{2}. \quad (8)$$

После определения значений  $L_A$  и  $l_A$  производится их проверка на основании удовлетворения тождеству

$$A = L_C N_C + L_A (N_P - 1) + 2l_A. \quad (9)$$

### 2.3. Метод коэффициента использования светового потока

Для определения светового потока отдельного светильника Кноррингом [7] получена формула

$$\Phi_c = \frac{K_3 Z}{\eta} \cdot \frac{E_H S}{N}, \quad (10)$$

где  $\Phi_c$  – световой поток светильника, лм;  $K_3$  - коэффициент запаса лампы, б.р.;  $Z$  - коэффициент минимальной освещенности, б.р.;  $E_H$  - нормированное значение освещенности, лк;  $h$  - коэффициент использования светового потока, б.р.;  $S$  - площадь рабочей поверхности, м<sup>2</sup>;  $N$  - общее количество светильников в осветительной установке.

Для производственных цехов с малым выделением пыли и общественных помещений, согласно [6] с.129, рекомендуется  $K_3 = 1,3$  (для ламп накаливания) и  $K_3 = 1,5$  (для линейных люминесцентных ламп ЛЛ). Принимается, что  $Z=1,1$  (для светящихся линий из ЛЛ) и  $Z=1,2$  (для светильников, принимаемых за точечные).

Значение  $\eta$  находится из прил.1, как функция  $\eta = F(i, \rho, ИС)$ .

В этой функциональной зависимости фигурируют:  $i$ - индекс помещения, определяемый как

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (12)$$

где  $\rho$ - полный коэффициент отражения помещения , содержащий коэффициенты отражения потолка  $\rho_{п}$ , стен  $\rho_{с}$  и рабочей поверхности  $\rho_{р}$ ; ИС- тип лампы (ЛН, ЛЛ, РЛ).

Причем, по коэффициенту отражения  $\rho$  рекомендуется задание одного из трех вариантов  $\rho=50-30-10\%$ ,  $\rho=70-50-10\%$ ,  $\rho=70-50-30\%$ .

Для точечных ИС по найденным значениям светового потока отдельного ряда  $\Phi_{р}$ ,  $N_{р}$  и  $n_{с}$ - количество ламп в светильнике, может быть рассчитан световой поток отдельной лампы  $\Phi_{л р}$ , зная который можно выбрать номенклатурную лампу. Причем, стандартный  $\Phi_{л ст}$  должен удовлетворять условию

$$\Phi_{л ст} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{л р}. \quad (13)$$

Если данное условие не выполнено, то корректируют общее количество светильников  $N$ .

Для одноламповых точечных светильников ( $N$  равно количеству ламп осветительной установки) фактическая освещенность рабочей поверхности находится как

$$E_{\Phi} = \frac{N\Phi_{л ст}\eta}{SZK_3}. \quad (14)$$

Активная мощность ОУ будет равна

$$P_{оу} = NP_{л}. \quad (15)$$

#### 2.4. Метод удельной мощности

Согласно определению удельной мощности, имеем

$$P_{уд} = \frac{NP_{л}}{S}, \quad (16)$$

где  $N$  - общее количество ИС (ламп) в осветительной установке;  $P_{л}$  – мощность лампы;  $S$  - площадь рабочей поверхности.

Искомое значение удельной мощности  $P_{удис}$  можно рассчитать для ламп трех типов (ЛН, ДРЛ, ЛЛ) по формуле

$$P_{удис} = P_{удт} \cdot K_{ио} \cdot K_{\rhoо} \cdot K_{зо} \cdot E_H 10^{-2} \text{Вт/м}^2, \quad (17)$$

где  $E_H$  - нормируемая освещенность;  $K_{ио}$  – коэффициент источника света относительный;

ИС	ЛН	ДРЛ	ЛЛ
$K_{ио}$	1,0	0,32	0,24

$K_{\rhoо}$  – коэффициент отражения относительный;

$P, \%$	50-30-10	70-50-10	70-50-30
$K_{\rhoо}$	1,0	0,92	0,84

$K_{зо}$  – коэффициент запаса относительный,  $K_{зо} = \frac{K_{зр}}{1,3}$ , где  $K_{зр}$  – коэффициент запаса расчетный.

$P_{удт} = F(h, m; S, \text{м}^2; E_o, \text{лк})$  – удельная мощность табличная, задаваемая по прил.2 для НСП01 «Астра»;  $\rho=50-30-10\%$ ,  $K_з = 1,3$ ,  $Z=1,15$ ,  $E_o = 100\text{лк}$ .

Для светильников потолочных или встроенных с линейными лампами светотехнический расчёт осуществляется следующим образом. Выбирается стандартная лампа с известной мощностью  $P_л$ . Задаётся тип светильника и его мощность  $P_с$ . По найденной  $P_{удис}$ ,  $P_с$  и известной площади  $S$  определяется вначале расчётное количество светильников  $N_p = \frac{P_{удис} \cdot S}{P_с}$  и, после его округления, фактическое их количество  $N_ф$ . Находится фактическая мощность  $P_{оу} = P_с \cdot N_ф$ . Находится фактическая удельная мощность  $P_{удф} = \frac{P_{оу}}{S}$ .



По найденной  $P_{удф}$  из (16) определяется фактическая освещённость рабочей поверхности.

Для формирования марки осветительной установки для светильников приняты следующие обозначения:

НСП - светильник подвесной с лампой накаливания;

РСП - светильник подвесной с лампой ДРЛ;

ЛПО - светильник потолочный с одной или несколькими линейными лампами (люминесцентной или светодиодной);

ЛВО - светильник с линейными лампами, встроенными в потолок.

### **3. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа состоит из пяти задач. Объем контрольной работы должен быть в печатном варианте не менее 16 страниц формата А4. При этом текст должен быть набран в редакторе Word гарнитурой Times New Roman, с одиночным межстрочным интервалом на одной стороне писчей бумаги. Размер (кегель) шрифта: для текста – 14, для таблиц -10,12 или 14. Номер страницы проставляется в середине на нижнем поле. Возможно также рукописное выполнение работы в объёме ученической тетради в клетку.

### **4. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

Задача 1. Провести расчет ОУ крытого бассейна  $A \times B \times H = 54 \times 18 \times 6$  м с нормированной горизонтальной освещенностью на уровне воды  $E_H = 150$ лк (Г-0,0; В-1) при помощи светильников  $\Gamma_3$  с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho = 50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda = 1,3$ .

Задача 2. Провести расчет ОУ по условию задачи 1 для светильников  $\Gamma_3$  с лампой ДРЛ.

Задача 3. Провести расчет ОУ по условию задачи 1 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{\text{л}}=1060\text{лм}$ ,  $L_{\text{во}}=0,63\text{м}$ ,  $U=56\text{В}$ .

Задача 4. Провести расчет ОУ по условию задачи 1 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{\text{л}}=3000\text{лм}$ ,  $L_{\text{по}}=1,24\text{м}$ ,  $U=220\text{В}$ .

Задача 5. Провести расчет ОУ по условию задачи 2 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 6. Провести расчет ОУ по условию задачи 3 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 7. Провести расчет ОУ по условию задачи 4 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 8. Провести расчет ОУ для торгового зала универсама  $A \times B \times H = 60 \times 18 \times 6\text{м}$  с нормированной горизонтальной освещенностью  $E_{\text{н}} = 200\text{лк}$  на уровне плоскости стола (Г-0,8; Б-2) при помощи светильников  $\Gamma_3$  с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho = 50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda = 1,3$ .

Задача 9. Провести расчет ОУ по условию задачи 8 для светильников  $\Gamma_3$  с лампой ДРЛ.

Задача 10. Провести расчет ОУ по условию задачи 8 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{\text{л}}=1060\text{лм}$ ,  $L_{\text{во}}=0,63\text{м}$ ,  $U=56\text{В}$ .

Задача 11. Провести расчет ОУ по условию задачи 8 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{\text{л}}=3000\text{лм}$ ,  $L_{\text{по}}=1,24\text{м}$ ,  $U=220\text{В}$ .

Задача 12. Провести расчет ОУ по условию задачи 9 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 13. Провести расчет ОУ по условию задачи 10 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 14. Провести расчет ОУ по условию задачи 11 методом удельной мощности  $P_{\text{уд}}$ .

Задача 15. Провести расчет ОУ для учебного кабинета  $A \times B \times H = 12 \times 12 \times 4\text{м}$  с нормированной горизонтальной освещенностью

$E_n = 400$ лк на уровне плоскости стола (Г-0,8; А-2) при помощи светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{л}=1060$ лк,  $L_{во}=0,63$ м,  $U=256$ В. Применить метод коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho=70-50-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda= 1,3$ .

Задача 16. Провести расчет ОУ по условию задачи 15 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{л}=3000$ лм,  $L_{по}=1,24$ м,  $U=220$ В.

Задача 17. Провести расчет ОУ по условию задачи 15 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 18. Провести расчет ОУ по условию задачи 16 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 19. Провести расчет ОУ для фойе кинотеатра  $A \times B \times H=22 \times 12 \times 4,3$ м с нормированной горизонтальной освещенностью  $E_n = 30$ лк на уровне плоскости пола (Г-0,0; З-1) при помощи светильников  $\Gamma_9$  с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho=50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda= 1,3$ .

Задача 20. Провести расчет ОУ по условию задачи 19 для светильников  $\Gamma_9$  с лампой ДРЛ.

Задача 21. Провести расчет ОУ по условию задачи 19 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{л}=1060$ лм,  $L_{во}=0,63$ м,  $U=56$ В.

Задача 22. Провести расчет ОУ по условию задачи 19 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{л}=3000$ лм,  $L_{по}=1,24$ м,  $U=220$ В.

Задача 23. Провести расчет ОУ по условию задачи 20 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 24. Провести расчет ОУ по условию задачи 21 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 25. Провести расчет ОУ по условию задачи 22 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 26. Провести расчет ОУ для обеденного зала столовой  $A \times B \times H=12,5 \times 10,5 \times 6$ м с нормированной горизонтальной освещенностью

$E_n = 200$ лк на уровне плоскости стола (Г-0,8; Б-2) при помощи светильников Г, с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho=50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda= 1,3$ .

Задача 27. Провести расчет ОУ по условию задачи 26 для светильников Г, с лампой ДРЛ.

Задача 28. Провести расчет ОУ по условию задачи 26 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{л}=1060$ лм,  $L_{во}=0,63$ м,  $U=56$ В.

Задача 29. Провести расчет ОУ по условию задачи 26 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{л}=3000$ лм,  $L_{по}=1,24$ м,  $U=220$ В.

Задача 30. Провести расчет ОУ по условию задачи 27 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 31. Провести расчет ОУ по условию задачи 28 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 32. Провести расчет ОУ по условию задачи 29 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 33. Провести расчет ОУ для общего освещения выставочного павильона  $A \times B \times H=60 \times 40 \times 7$ м с нормированной горизонтальной освещенностью  $E_n = 50$ лк на уровне плоскости пола (Г-0,0; Б-2) при помощи светильников Г, с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho=50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda= 1,3$ .

Задача 34. Провести расчет ОУ по условию задачи 33 для светильников Г, с лампой ДРЛ.

Задача 35. Провести расчет ОУ по условию задачи 33 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{л}=1060$ лм,  $L_{во}=0,63$ м,  $U=56$ В.

Задача 36. Провести расчет ОУ по условию задачи 33 для светильников типа ЛПО с двумя лампами ЛБ-40,  $\Phi_{л}=3000$ лм,  $L_{по}=1,24$ м,  $U=220$ В.

Задача 37. Провести расчет ОУ по условию задачи 34 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 38. Провести расчет ОУ по условию задачи 35 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 39. Провести расчет ОУ по условию задачи 36 методом удельной мощности  $P_{уд}$ .

Задача 40. Провести расчет ОУ столярного цеха деревообрабатывающего комбината  $A \times B \times H = 20 \times 8,5 \times 4$  м с нормированной горизонтальной освещенностью  $E_n = 300$  лк на уровне плоскости стола ( $\Gamma = 0,8$ ; Шб) при помощи светильников  $\Gamma_3$  с лампой накаливания методом коэффициента использования  $\eta$ . Считать, что  $\rho = 50-30-10\%$ , значение критерия экономичности  $\lambda = 1,3$ .

Задача 41. Провести расчет ОУ по условию задачи 40 для светильников  $\Gamma_3$  с лампой ДРЛ.

Задача 42. Провести расчет ОУ по условию задачи 40 для светильников типа ЛВО с четырьмя лампами ЛБ-20,  $\Phi_{л} = 1060$  лм,  $L_{во} = 0,63$  м,  $U = 56$  В.

## 5. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Метод коэффициента использования светового потока ОУ, состоящей из рядов светильников  $\Gamma_3$  с лампой накаливания (ЛН).

Дано:

$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5$ ,  $h_p = 0,8$  м

ИС-ЛН,  $E_n = 60$  лк,  $\rho = 50-30-10\%$ ,  $\lambda = 1,3$

Требуется:

- разместить ОУ на плане;
- выполнить светотехнический расчет ОУ;
- определить  $E_{\phi}$  и  $P_{оу}$ .

1. Размещение светильников подвесных (СП) на плане.

Определяем  $H_0 = H - h_p = 4,5 - 0,8 = 3,7$  м

Высоту подвеса СП над потолком  $h_c$  определяем из (3), соответственно имеем  $h_c = (0,2 \dots 0,25) \cdot 3,7 = 0,74 \dots 0,93$  м. Выбираем  $h_c = 0,8$  м.

Находим расчетную высоту подвеса светильника

$$h = H - h_c - h_p = 4,5 - 0,8 - 0,8 = 2,9\text{м.}$$

Используя (1), определяем экономически выгодное расстояние между рядами  $L_{BP} = 1,3 \cdot 2,9 = 3,77\text{м.}$

Зная  $L_{BP}$ , находим количество светящихся рядов

$$n_p = \frac{B}{L_{BP}} = \frac{12}{3,77} = 3,18. \text{ Выбираем } n_p = 3.$$

Выбрав  $n_p$ , получаем уточненное расстояние между рядами

$$L_B = \frac{B}{n_p} = \frac{12}{3} = 4\text{м.}$$

Расстояние  $l_B$  от ряда до стороны А находим как  $l_B = \frac{L_B}{2} = \frac{4}{2} = 2\text{м.}$

Определив  $L_B$ , используем (6) для нахождения расстояния между СП в ряду  $L_{AP} = (1 \dots 1,5)4 = 4 \dots 6\text{м.}$

Выбираем значение  $L_{AP} = 4,8\text{м}$  (чтобы количество С в ряду было целым). Находим количество СП ряда  $N_p = \frac{A}{L_{AP}} = \frac{24}{4,8} = 5\text{шт.}$  Тогда общее количество СП в ОУ будет  $N = n_p \cdot N_p = 3 \cdot 5 = 15\text{шт.}$  Расстояние от СП до стороны В определяем как  $l_A = \frac{L_A}{2} = \frac{4,8}{2} = 2,4\text{м.}$  Проводится проверка размещения С на плане согласно формул (5,9).

Подставляя числовые данные, получим

$$B = 4(3-1) + 2 \cdot 2 = 8 + 4 = 12\text{м (верно),}$$

$$A = 4,8(5-1) + 2 \cdot 2,4 = 19,2 + 4,8 = 24\text{м (верно).}$$

Определив  $L_B = 4\text{м}; l_B = 2\text{м}; L_A = 4,8\text{м}; l_A = 2,4\text{м}$ , приводим размещение ОУ на плане.

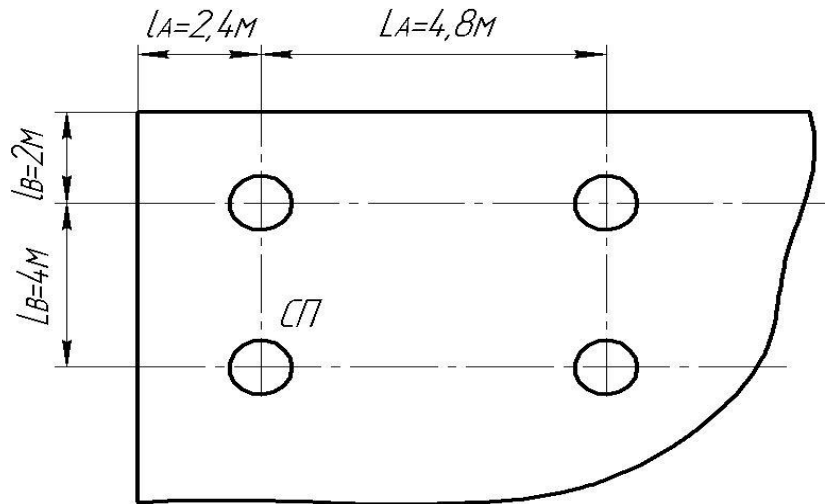


Рис.1

## 2. Светотехнический расчет ОУ.

Согласно (12) определяем индекс помещения

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} = \frac{24 \cdot 12}{2,9 \cdot 36} = \frac{288}{104,4} = 2,76 \approx 2,8.$$

Задаемся значениями  $K_3 = 1,3$ ;  $Z = 1,2$ . Из прил.1 находим

$\eta = F(\rho, i) = 60\%$ . Подставляя в (11), определяем световой поток одного светильника (лампы)  $\Phi_{\text{лр}} = \frac{1,3 \cdot 1,15}{0,6} \cdot \frac{288 \cdot 60}{15} = 2870 \text{ лм.}$

Используя соотношение (13), определяем допустимые значения светового потока стандартных ламп  $\Phi_{\text{л ст}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot 2870 = 2583 \dots 3444 \text{ лм.}$  По прил. 3 выбираем стандартную лампу типа Г225-200 со световым потоком  $\Phi_{\text{л ст}} = 2920 \text{ лм.}$

## 3. Определение $E_{\phi}$ и $P_{\text{оу}}$ .

Пользуясь выражениями (8) и (9), имеем  $E_{\phi} = \frac{2920 \cdot 0,6 \cdot 15}{1,3 \cdot 1,15 \cdot 288} = 61 \text{ лк}$  (практически по норме),  $P_{\text{оу}} = 200 \cdot 15 = 3000 \text{ Вт} = 3 \text{ кВт.}$

Используя данные прил.3 и прил.6, формируем марку ОУ.

Ответ: ОУ-3x5НСП18- $\frac{200}{3,7}$ ;  $E_{\phi} = 60 \text{ лк}$ ;  $P_{\text{оу}} = 3 \text{ кВт}$ ;

ИС-Г225-00,  $\Phi_{\text{л}} = 2920 \text{ лм.}$

Размещение -  $L_B = 4 \text{ м}$ ;  $l_B = 2 \text{ м}$ ;  $L_A = 4,8 \text{ м}$ ;  $l_A = 2,4 \text{ м.}$

**Пример 2.** Метод коэффициента использования светового потока для ОУ, состоящей из рядов светильников  $\Gamma_3$  с лампой типа ДРЛ.

Дано:

$$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5, \quad h_p = 0,8 \text{ м}$$

$$\text{ИС-ЛР}, \quad E_n = 60 \text{ лк}, \quad \rho = 50-30-10\%, \quad \lambda = 1,3$$

Требуется:

- разместить ОУ на плане;
- выполнить светотехнический расчет;
- определить  $E_\phi$  и  $P_{oy}$ .

1. Размещение С на плане.

В качестве С использован  $\Gamma_3$  с одной ртутной газоразрядной лампой высокого давления типа ДРЛ.

Воспользуемся результатами расчета задачи №1, т.е.  $N=15$  шт,  $L_B = 4$  м;  $l_B = 2$  м;  $L_A = 4,8$  м;  $l_A = 2,4$  м. Размещение ОУ на плане в соответствии с рис.1 задачи №1.

2. Светотехнический расчет ОУ.

Оставляя значение  $i=2,8$ , имеем  $K_3=1,5$ , коэффициент минимальной освещенности для экономически обоснованного размещения светильников  $Z=1,2$ . Из прил.1 находим  $\eta = F(\rho, i, \text{ДРЛ}) = 71,5\%$ . Подставляя в (11), находим расчетное значение светового потока  $\Phi_{\text{лр}}$  для одного СП с лампой ДРЛ

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{1,5 \cdot 1,2}{0,715} \cdot \frac{288 \cdot 60}{15} = 2,517 \cdot 1152 = 2900 \text{ лм.}$$

Используя (13), определяем допустимые значения светового потока стандартной лампы  $\Phi_{\text{л ст}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot 2900 = 2610 \dots 3480$ . По прил.5 выбираем стандартную лампу ДРЛ80 (15) со световым потоком  $\Phi_{\text{л ст}} = 3600$  лм.

3. Определение  $E_\phi$  и  $P_{oy}$ .

Пользуясь выражениями (8) и (9), имеем



$$E_{\phi} = \frac{15 \cdot 3600 \cdot 0,715}{1,5 \cdot 1,2 \cdot 288} = 74,4 \approx 74 \text{лк}, P_{\text{оуф}} = 80 \cdot 15 = 1200 \text{Вт} = 1,2 \text{кВт}.$$

Используя данные прил.5 и прил.6, формируем марку ОУ.

Ответ: ОУ-3x5PCП11- $\frac{80}{3,7}$ ;  $E_{\phi}=74 \text{лк}$ ;  $P_{\text{оуф}} = 1,2 \text{кВт}$ ;

ИС-ДРЛ80(15)-80,  $\Phi_{\text{л}} = 3600 \text{лм}$ .

Размещение -  $L_B = 4 \text{м}$ ;  $l_B = 2 \text{м}$ ;  $L_A = 4,8 \text{м}$ ;  $l_A = 2,4 \text{м}$ .

**Пример 3.** Метод использования светового потока для ОУ, состоящей из рядов линейных люминесцентных ламп (ЛЛ).

Дано:

$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5$ ,  $h_p = 0,8 \text{м}$

ИС-ЛЛ,  $E_n = 300 \text{лк}$ ,  $\rho = 70-50-10\%$ ,  $\lambda = 1,3$

Требуется:

- разместить ОУ на плане в виде светящихся рядов;
- выполнить светотехнический расчет ОУ;
- скорректировать размещение ОУ на плане;
- определить  $E_{\phi}$  и  $P_{\text{оу}}$ .

1. Определение световых рядов ОУ на плане.

Линейные лампы вместе с пускорегулирующим устройством (ПРУ) крепятся на металлическом отражателе. Ввиду значительной длины ЛЛ отражатель с лампой, т.е. светильник, обычно крепится к потолку

$$h = H - h_c - h_p = 4,5 - 0 - 0,8 = 3,7 \text{м}.$$

Согласно (1) расчетное расстояние между рядами светящихся линий  $L_{\text{вр}} = \lambda h = 1,3 \cdot 3,7 = 4,81 \text{м}$ ,  $L_B = 2,4 \text{м}$ . Тогда расчетное количество рядов

линий  $n_{\text{рр}} = \frac{B}{L_{\text{вр}}} = \frac{12}{4,81} = 2,5$ . Принимаем значение  $n_p = 3$ . Определяем

уточненное значение  $L_B = \frac{B}{n_p} = \frac{12}{3} = 4 \text{м}$ . Находим  $l_B = \frac{L_B}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{м}$ .

2. Светотехнический расчет ОУ.

Согласно (12), находим индекс помещения  $i = \frac{288}{3.7 \cdot 36} = 2,16$ . Из прил.1 для ЛЛ определяем коэффициент использования  $\eta=57\%$ . Для одного светящегося ряда, рассматриваемого в качестве ИС, согласно (11) с учетом  $K_3=1,5$ ,  $Z=1,15$  для расчетного значения светового потока ряда, можем записать  $\Phi_{pp} = \frac{1,5 \cdot 1,15}{0,57} \cdot \frac{300 \cdot 288}{3} = 87149 \text{ лм}$ . Поскольку количество С ряда неизвестно, необходимо задаться штатной ЛЛ. В качестве стандартной ЛЛ (см. прил.4), выберем ЛБ-40 ( $\Phi_{л}=3000 \text{ лм}$ ,  $L_{л}=L_{сп}=1,24 \text{ м}$ ). Находим расчетное количество С ряда  $N_{pp} = \frac{\Phi_{pp}}{\Phi_{л}} = \frac{87149}{3000} = 29,05$ . Принимаем  $N_p = 2,8$  и устанавливаем их попарно под общим отражателем. Тогда количество С ряда  $N_{ср} = 14$ . Расчетное расстояние  $L_{AP}$  между светильниками ряда в соответствии с (7) будет  $L_{AP} = \frac{24 - 1,24 \cdot 14}{14} = \frac{24 - 17,36}{14} = 0,474 \text{ м}$ . Принимается  $L_A = 0,48 \text{ м}$ . Расстояние  $l_A$  крайнего ряда С до стороны В в соответствии с (8) находится как  $l_A = \frac{24 - 1,24 \cdot 14 - 0,48(14 - 1)}{2} = 0,2 \text{ м}$ .

Важно, что найденное  $l_A > 0$ , поэтому корректировки количества рядов и С в них не требуется. Проверяем правильность найденных значений  $L_B = 4 \text{ м}$ ,  $l_B = 2 \text{ м}$ ,  $L_A = 0,48 \text{ м}$ ,  $l_A = 0,2 \text{ м}$  в соответствии с тождествами (9) и (10)

$$A = 1,24 \cdot 14 + 0,48 \cdot 13 + 2 \cdot 0,2 = 17,36 + 6,24 + 0,4 = 24 \text{ м (верно)}$$

$$B = 4 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 8 + 4 = 12 \text{ (верно)}$$

3. Размещение ОУ на плане.

В соответствии с найденными значениями  $L_B, l_B, L_A, l_A$  имеем

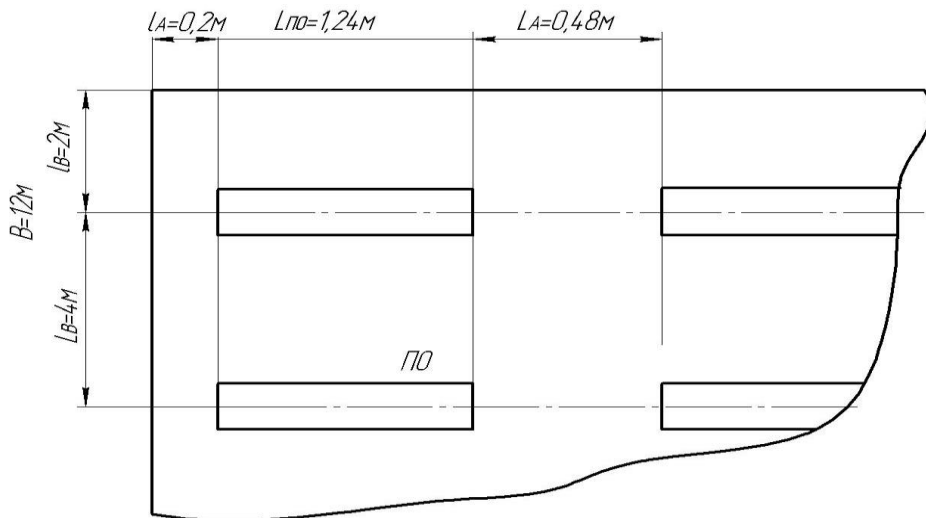


Рис.2

#### 4. Определение фактических величин $E_{\phi}$ и $P_{oy}$ .

Для этого округляем  $\Phi_{pp}$  до целочисленного значения в сторону уменьшения  $\Phi_p \approx 87000$ лм. Для  $n_p = 3$  из (11) находим

$$E_{\phi} = \frac{\Phi_p \eta n_p}{K_{3ZS}} = \frac{8700 \cdot 0,57 \cdot 3}{1,5 \cdot 1,15 \cdot 288} = 299,45 \text{лк},$$

$$P_{oy} = P_{л} \cdot n_{лс} \cdot N_{ср} \cdot n_p = 40 \cdot 2 \cdot 14 \cdot 3 = 3,36 \text{кВт}.$$

Используя данные прил.2 и прил.3, формируем марку осветительной установки.

Ответ: ОУ-3x13ЛПО25- $\frac{2 \times 40}{3,7}$ ;  $E_{\phi} = 300,4$ лк;  $P_{oy} = 3,12$ кВт;

ПО-ЛПО25-2x40;  $L_{по} = 1,24$ м

ИС-ЛБ-40,  $\Phi_{л} = 3000$ лм.

Размещение -  $L_B = 4$ м;  $l_B = 2$ м;  $L_A = 0,48$ м;  $l_A = 0,2$ м.

**Пример 4.** Метод коэффициента использования светового потока ОУ, состоящей из встроенных светильников типа ЛВО с линейными люминесцентными лампами.

Дано:

$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5$ ,  $h_p = 0,8$ м

ИС-ЛЛ,  $E_n = 300$ лк,  $\rho = 70-50-10\%$ ,  $\lambda = 1,3$

Требуется:

- разместить ОУ на плане в виде световых рядов;
- выполнить светотехнический расчет ОУ;
- скорректировать размещение ОУ на плане;
- определить  $E_{\phi}$  и  $P_{oy}$ .

### 1. Определение световых рядов ОУ на плане.

Для встроенных в потолок С величина  $h_c = 0$ , поэтому, согласно (2),  $h = 4,5 - 0 - 0,8 = 3,7$  м. Наиболее целесообразное расстояние  $L_{AB}$  между рядами на основании (1) определяем как  $L_{BP} = 1,3 \cdot 3,7 = 4,81$  м. Расчетное количество рядов  $n_{pp}$  находим как  $n_{pp} = \frac{L_B}{L_{BP}} = \frac{12}{4,81} \approx 2,5$ . Выбираем  $n_p = 3$ . Находим уточненное расстояние между рядами  $L_B = \frac{B}{n_p} = \frac{12}{3} = 4$  м. Расстояние  $l_B = \frac{L_B}{2} = \frac{4}{2} = 2$  м. Проводим проверку по тождеству (5)  $B=4 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 8 + 4 = 12$  м (верно).

### 2. Светотехнический расчет ОУ.

Для встроенных в потолок С по прил.5 выбираем наиболее короткую лампу ЛБ20-2 ( $L_{BO} = 0,63$  м,  $\Phi_{\lambda} = 1060$  лк. По (12) определяем индекс помещения  $i = \frac{24 \cdot 12}{3,7 \cdot 36} = 2,16$ . Из прил.1 находим  $\eta = F(\rho, i, ЛЛ) = 57\%$ . В соответствии с (14), беря в качестве ИС один световой ряд для расчетного светового потока ряда  $\Phi_{pp}$ , с учетом  $K_3=1,5$ ,  $Z=1,15$  можем записать  $\Phi_{pp} = \frac{1,5 \cdot 1,15}{0,57} \cdot \frac{300 \cdot 288}{3} = 87149$  лм. Определяем расчетное количество ламп ЛБ-20 в световом ряду  $N_{pp} = \frac{\Phi_{pp}}{\Phi_{\lambda}} = \frac{87149}{1060} = 82,22$ . Принимаем  $N_p = 80$  шт. Устанавливая по 4 лампы под общим отражателем, находим количество светильников ряда  $N_{BO} = \frac{80}{4} = 20$  шт. По (7) находим расчетное расстояние между ЛВО одного ряда  $L_{AP} = \frac{24 - 0,63 \cdot 20}{20} = \frac{24 - 12,6}{20} = 0,57$  м. Принимаем это значение  $L_A = 0,57$  м. Из (8) находим  $l_A = \frac{24 - 0,63 \cdot 20 - 0,57 \cdot 19}{2} = \frac{24 - 12,6 - 10,83}{2} = \frac{0,57}{2} = 0,285$  м. Найденное  $l_A > 0$ , следовательно, уменьшать количество С

в ряду и увеличивать количество рядов нет необходимости. Проверяем найденное значение  $L_A = 0,57\text{м}$ ,  $l_A = 0,285\text{м}$ , в соответствие с тождеством (9)  $A = 0,63 \cdot 20 + 0,57 \cdot 19 + 2 \cdot 0,285 = 12,6 + 10,83 + 0,57 = 24\text{м}$  (верно)

### 3. Размещение ОУ на плане.

По найденным значениям  $L_B = 4\text{м}$ ,  $l_B = 2\text{м}$ ,  $L_A = 0,57\text{м}$ ,  $l_A = 0,285\text{м}$  изобразим ОУ на плане.

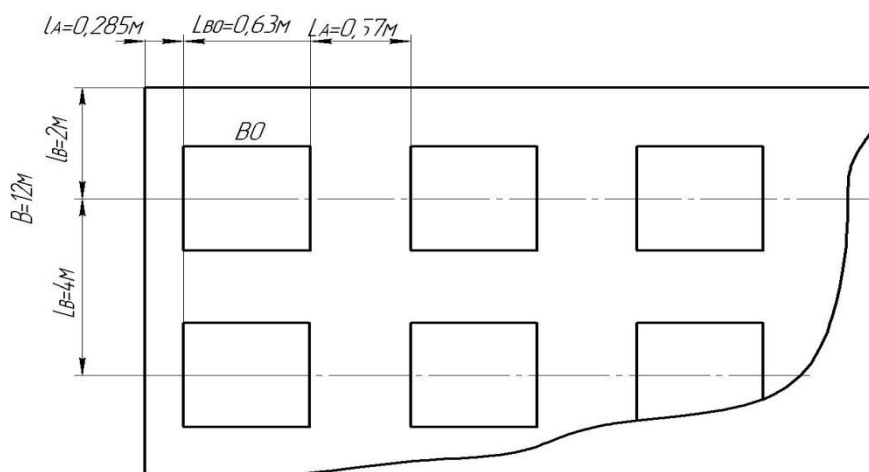


Рис.3

### 4. Определение фактических значений $E_\phi$ и $P_{oy}$ .

Для этого, округляя значение  $\Phi_{pp}$  до целого значения в сторону уменьшения,  $\Phi_{pp} \approx 87000\text{лм}$ .

$$\text{Из (13) будем иметь } E_\phi = \frac{\Phi_{pp} \eta n_p}{K_{3ZS}} = \frac{8700 \cdot 0,57 \cdot 3}{1,5 \cdot 1,15 \cdot 288} = 299,45\text{лк (верно).}$$

Фактическую  $P_{oy}$  активную мощность ОУ находим как произведение мощности штатной лампы  $P_l$  на общее количество ламп  $N$ .

$$P_{oy} = P_l \cdot 4 \cdot N_{cp} \cdot n_p = 20 \cdot 4 \cdot 20 \cdot 3 = 4800\text{Вт} = 4,8\text{кВт.}$$

Используя данные прил.4 и прил.6, формируем марку ОУ.

Ответ: ОУ-3x20ЛВО05- $\frac{4 \times 20}{3,7}$ ;  $E_\phi = 299,4\text{лк}$ ;  $P_{oy} = 4,8\text{кВт}$ ;

ВО-ЛВО 05-4x20;  $L_{BO} = 0,63\text{м}$

ИС-ЛБ-20,  $\Phi_l = 1060\text{лм}$ .

Размещение -  $L_B = 4\text{м}$ ;  $l_B = 2\text{м}$ ;  $L_A = 0,57\text{м}$ ;  $l_A = 0,285\text{м}$ .

**Пример 5.** Метод удельной мощности для ОУ, состоящей из рядов светильников  $\Gamma_3$  с лампой ДРЛ.

Дано:

$$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5, \quad h_p = 0,8 \text{ м}$$

$$\text{ИС-ДРЛ}, \quad E_n = 300 \text{лк}, \quad \rho = 70-50-10\%, \quad \lambda = 1,3$$

Требуется:

- выполнить светотехнический расчет ОУ;
- разместить ОУ на плане;
- определить  $E_\phi$  и  $P_{ou}$ .

Считаем, что ОУ состоит из СП типа  $\Gamma_3$ , в котором в качестве ИС (лампы) применяется ртутная лампа высокого давления типа ДРЛ.

1. Светотехнический расчет ОУ.

Определяем искомую удельную мощность  $P_{уд.ис.}$  по формуле (16)

$$P_{уд.ис.} = P_{уд.т.} \cdot K_{ио} \cdot K_{\rho o} \cdot K_{зo} \cdot E_n \cdot 10^{-2}. \quad (*)$$

Из таблиц п.п.2.4 находим для лампы ДРЛ значения  $K_{ио} = 0,32$ ;  $K_{\rho o} = 0,92$ ;  $K_з = \frac{1,5}{1,3} = 1,15$ . По прил.2 для  $h = 4,5 - 0,8 - 0,8 = 2,9 \text{ м}$  и  $S = 288 \text{ м}^2$  находим  $P_{уд.т.} = 19 \text{ Вт/м}^2$ .

Подставляя в (\*), получим

$$P_{уд.ис.} = 19 \cdot 0,32 \cdot 0,92 \cdot 1,15 \cdot 300 \cdot 10^{-2} = 19,29 \text{ Вт/м}^2.$$

К недостаткам метода удельной мощности для точечных ИС при расчете ОУ (в отличие от метода коэффициента использования) относится то, что для нахождения общего количества СП необходимо задаваться мощностью одного СП. По прил. 6 примем в качестве ИС ртутную лампу ДРЛ 80(15),  $\Phi_n = 3600 \text{ лм}$ . Тогда из формулы для удельной мощности (16) найдем общее количество СП

$$N = \frac{P_{уд.ис.} \cdot S}{P_{сп}} = \frac{19,29 \cdot 288}{80} = 69,44 \text{ шт. Принимаем } 69 \text{ шт.}$$

## 2. Размещение ОУ на плане.

По коэффициенту  $\lambda=1,3$  и расчетной высоте  $h=2,9$ м, согласно (1), определяем расчетное значение  $L_B = 1,3 \cdot 2,9 = 3,77$ м.

Зная  $L_{BP}$ , находим расчетное количество рядов светильников подвесных (СП)  $n_{\text{СПР}} = \frac{B}{L_{BP}} = \frac{12}{3,77} = 3,18$ .

Выбираем количество рядов  $n_{\text{СПР}} = 3$ . При выбранном  $n_{\text{СПР}}$  получим уточненное расстояние между рядами  $L_B = \frac{12}{3} = 4$ м. Находим расстояние  $l_B$  от крайнего ряда до стороны А  $l_B = \frac{L_B}{2} = \frac{4}{2} = 2$ м.

Зная общее количество СП осветительной установки  $N=69$ шт и количество рядов  $n_{\text{СПР}} = 3$ , определяем количество СП ряда  $N_p = \frac{69}{3} = 23$ шт.

Находим расчетное значение расстояния между СП ряда  $L_A = \frac{24}{23} = 1,04$ м.

Определяем расстояние  $l_A = \frac{L_A}{2} = 0,52$ м. Проверяем правильность найденных  $L_B, l_B, L_A, l_A$ . Согласно критериям (5,9), имеем

$$B=4(3-1)+2 \cdot 2=8+4=12\text{м (верно)},$$

$$A=1,04(23-1)+2 \cdot 0,52=22,88+1,04=23,92 \text{ (не верно)}.$$

Выбираем новое значение  $L_A = 1$ м и  $l_A = 1$ м.

Проверяем по критерию (9) сторону А

$$A=1 \cdot (23-1)+2 \cdot 1=22+2=24 \text{ (верно)}.$$

По уточненным значениям  $L_B = 4$ м,  $l_B = 2$ м,  $L_A = 1$ м,  $l_A = 1$ м проводим размещение СП на плане.

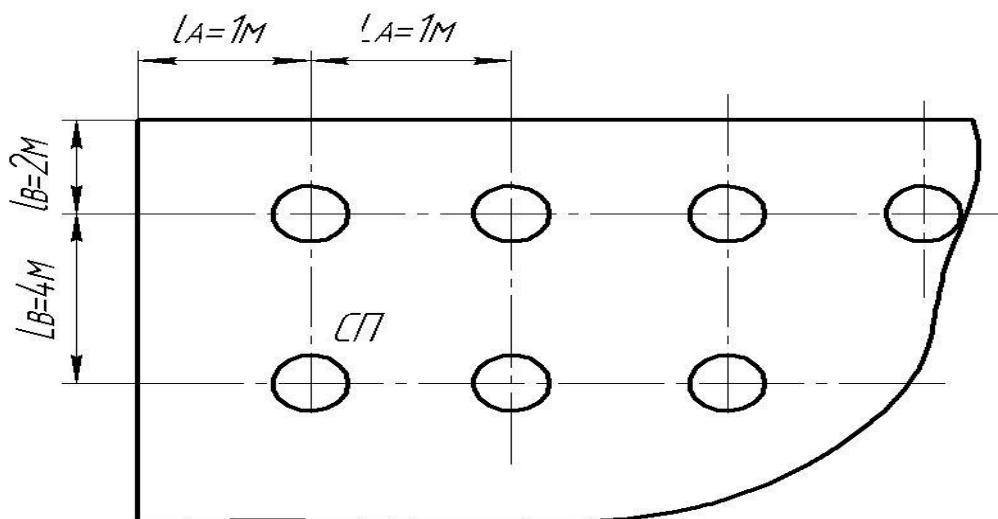


Рис.4

3. Определение  $E_{\phi}$  и  $P_{оу}$ .

$$P_{оу\phi} = P_{л} \cdot N = 80 \cdot 69 = 5520 \text{Вт} = 5,52 \text{кВт}.$$

Находим фактическую удельную мощность

$$P_{уд\phi} = \frac{P_{оу\phi}}{S} = \frac{5520}{288} = 19,17 \text{Вт/м}^2.$$

Пользуясь (17) по найденному  $P_{уд\phi}$ , определяем фактическую освещенность рабочей поверхности  $E_{\phi} = \frac{19,17 \cdot 10^2}{19 \cdot 0,32 \cdot 0,92 \cdot 1,15} \approx 298 \text{лк}$ . Пользуясь прил.5 и прил.6, определяем марку ОУ.

Ответ: ОУ-3x23РСП11- $\frac{80}{3,7}$ ;  $E_{\phi}=298 \text{лк}$ ;  $P_{оу\phi} = 19,17 \cdot 288 = 5,5 \text{кВт}$ ;

СП-РСП11-80;

ИС-ДРЛ-80,  $\Phi_{л} = 3000 \text{лм}$ .

Размещение -  $L_B = 4 \text{м}$ ;  $l_B = 2 \text{м}$ ;  $L_A = 1 \text{м}$ ;  $l_A = 1 \text{м}$ .

**Пример 6.** Метод удельной мощности для ОУ, состоящей из рядов люминесцентных ламп.

Дано:

$A \times B \times H = 24 \times 12 \times 4,5$ ,  $h_p = 0,8 \text{м}$

ИС-ЛЛ,  $E_n = 300 \text{лк}$ ,  $\rho = 70-50-10\%$ ,  $\lambda = 1,3$

Требуется:



- выполнить светотехнический расчет ОУ;
- разместить ОУ на плане;
- определить  $E_f$  и  $P_{оуф}$ .

В случае источника света – ЛЛ для общего освещения производственных помещений с малой запыленностью и административно-общественных помещений применяются линейные светильники потолочные ЛПО. Для ОУ по прил.4 принимается в качестве ИС лампа ЛБ-40,  $\Phi_{л}=3000\text{лм}$ ,  $L_{по} = 1,24\text{м}$ . Согласно прил.6, выбираем светильник типа ЛПО31 с двумя лампами под общим отражателем. Тогда  $P_{по} = 2 \cdot 40 = 80\text{Вт}$ . Расчетная высота  $h = H - h_c - h_p = 4,5 - 0 - 0,8 = 3,7\text{м}$ .

### 1. Светотехнический расчет ОУ.

Определяем искомую удельную мощность  $P_{уд.ис.}$  по формуле (16)

$$P_{уд.ис.} = P_{уд.т.} \cdot K_{ио} \cdot K_{\rhoо} \cdot K_{зo} \cdot E_n \cdot 10^{-2}. \quad (*)$$

Из п.1.2 находим для ЛЛ значения

$$K_{ио} = 0,24; K_{\rhoо} = 0,92; K_з = 1,15.$$

По прил.2 для  $h = 3,7\text{м}$  и  $S=288\text{м}^2$  находим  $P_{уд.т} = 17 \text{Вт}/\text{м}^2$ . Подста-

вив в (\*), будем иметь

$$P_{уд} = 17 \cdot 0,24 \cdot 0,92 \cdot 1,15 \cdot 300 \cdot 10^{-2} = 12,95 \text{Вт}/\text{м}^2.$$

Из формулы для удельной мощности (15) находим общее количество светильников  $N = \frac{P_{уд.ис.} \cdot S}{P_{по}} = \frac{12,95 \cdot 288}{80} = 46,62\text{шт}$ . Принимаем значение  $N=48\text{шт}$  (как будет показано, оптимальное количество светящихся рядов  $n_{пор} = 3$ ).

### 2. Размещение ОУ на плане.

Для критерия экономичности  $\lambda=1,3$  воспользуемся результатами примера 5, где было получено  $L_B = 4\text{м}$ ,  $l_B = 2\text{м}$ ,  $n_{пор} = 3$ . Для нахождения

расчетного расстояния между С ряда применяется (7), подставляя в которую, получим

$$L_{AP} = \frac{24 - 1,24 \cdot 16}{16} = \frac{24 - 19,84}{16} = 0,26 \text{ м.}$$

Для расчета  $l_A$  применяется формула (8), подставляя в которую, получим

$$l_A = \frac{24 - 1,24 \cdot 16 - 0,26 \cdot 15}{2} = \frac{24 - 19,84 - 3,9}{2} = 0,13 \text{ м.}$$

Проверяем правильность найденных значений  $L_A$  и  $l_A$  согласно критерию (9), подставляя в который, получим

$$A = 1,24 \cdot 16 + 0,26 \cdot 15 + 2 \cdot 0,13 = 19,84 + 3,9 + 0,26 = 24 \text{ м (верно).}$$

По найденным  $L_B = 4 \text{ м}$ ,  $l_B = 2 \text{ м}$ ,  $L_A = 0,26 \text{ м}$ ,  $l_A = 0,13 \text{ м}$  проводим размещение ОУ на плане.

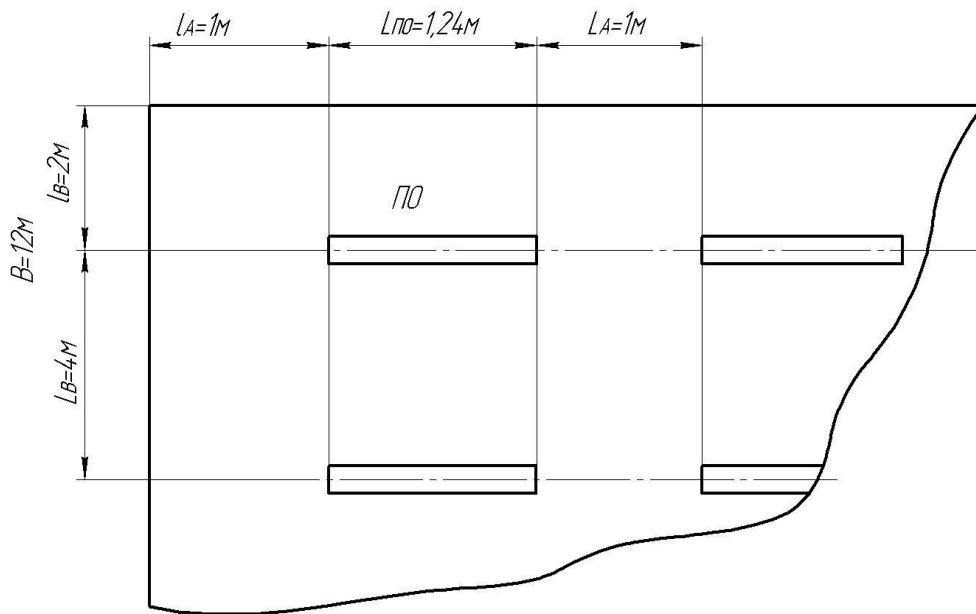


Рис.5

### 3. Определение $P_{\text{оуф}}$ и $E_{\text{ф}}$ .

$$P_{\text{оуф}} = P_{\text{по}} \cdot N = 80 \cdot 48 = 3840 \text{ Вт} = 3,84 \text{ кВт.}$$

Находим фактическую удельную мощность

$$P_{\text{уд.ф.}} = \frac{P_{\text{оуф}}}{S} = \frac{3840}{288} = 13,33 \text{ Вт/м}^2.$$

Используя (13), по найденному  $P_{уд.ф.}$  определяем фактическую освещенность рабочей поверхности

$$E_{\phi} = \frac{13,33 \cdot 10^2}{17 \cdot 0,24 \cdot 0,92 \cdot 1,15} = 308,8 \text{ лм.}$$

Пользуясь обозначениями прил.6, определяем марку ОУ.

Ответ: ОУ-3х16ЛПО31- $\frac{2 \times 40}{3,7}$ ;  $E_{\phi} = 309 \text{ лк}$ ,  $P_{оу} = 3,8 \text{ кВт}$

ПО-ЛПО31-2х40;  $L_{по} = 1,24 \text{ м}$

ИС-ЛБ-40,  $\Phi_{л} = 3000 \text{ лм.}$

Размещение -  $L_B = 4 \text{ м}$ ;  $l_B = 2 \text{ м}$ ;  $L_A = 0,26 \text{ м}$ ;  $l_A = 0,13 \text{ м.}$

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Шашлов А. Б. Основы светотехники: учебник / А. Б. Шашлов. - М.: Логос, 2015. - 272 с.
2. Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света: учеб. пособие / М. М. Гуторов. - М.: Энергоиздат, 2014. - 334 с.
3. Шеховцов В. П. Расчет и проектирование ОУ и ЭП промышленных механизмов / В. П. Шеховцов. - М.: Форум, 2010. - 352 с.: ил.

### Дополнительная литература

4. Справочная книга по светотехнике / Под. ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2006 – 972 с.
5. СНиП 23-05-95 / СНиП 23-05-95.- М.: Госстрой России, 2004. – 54 с.
6. Мешков В. В. Курс осветительной техники: учеб. пособие / В. В. Мешков, М. И. Соколов. – М.: Госэнергоиздат, 2003. – 262 с.
7. Кнорринг Г. М. Проектирование осветительных установок / Г. М. Кнорринг. – М.: Госэнергоиздат, 1958. – 354 с.

Приложение 1

Значения  $\eta = F(\rho, I, cn)$

Значения коэффициентов отражения $\rho_{п, \rho_c, \rho_p}$ при использовании светильников		Значение коэффициента использования $\eta$ , %, при значении индекса помещения $i$ , равном																
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
70; 50; 10	НСП	22	32	39	44	47	49	50	52	55	58	60	62	64	66	68	70	73
50; 30; 10		20	26	34	38	41	43	45	47	50	53	55	57	59	62	64	66	69
70; 50; 10	РСП	40	50	54	57	59	61	63	65	68	70	71	72	74	75	75	76	76
50; 30; 10		42	46	50	53	56	58	60	62	65	67	69	70	71	72	72	73	74
70; 50; 10	ЛСП	25	29	33	36	40	43	45	47	51	54	56	58	60	62	63	64	67
50; 30; 10		19	22	26	30	33	36	38	40	44	47	49	51	53	55	56	58	60

## Приложение 2

$P_{уд}=F(S,H,E)$  для НСП01 «Астра»;  $\rho=50-10-30\%$ ;  $K_3=1,3$ ;  $Z=1,15$ ;  $E=100\text{лк}$

$h, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	$P_{уд}, \text{ Вт/м}^2$
2+3	10...15	40
	15...25	34
	25...50	29
	50...100	22
	150...300	19
	>300	18
3...4	10...15	46
	15...20	39
	20...30	31
	30...50	24
	50...120	20
	120...300	17
	>300	15
4...6	10...17	67
	17...25	56
	25...35	42
	35...50	32
	50...80	25
	80...150	21
	150...500	18
	>500	15
6...8	35...50	51
	50...65	38
	65...90	35
	90...135	32
	135...250	27
	250...500	22
	>500	20

## Приложение 3

### Технические данные ЛН общего назначения

Тип ЛН	Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч	Габарит, мм		Дополнительные сведения
			L	D	
Г 245-255-60С	700	1800	115	61	Лампы выпускаются вакуумные, с аргоновым и криптоновым наполнением. При изготовлении колб неодимовых ламп (БН, ДРАН) используется стекло с добавками окиси неодима, которое поглощает часть излучения в желтой области спектра, где чувствительность глаза максимальная. Свет неодимовых ламп придает яркий вид предметам, подчеркивая различные оттенки цветов. Конструкция тела накала сейсмостойких лам (Б220...235-60М, Б220...235-150М, Б220...235-200М) выдерживают сейсмоудар при пиковом ударном ускорении 20g (200м/с <sup>2</sup> ) длительностью действия 30...50с. Тип цоколя – Е27 Питание - 1~220В, 50Гц
Г 245-255-100С	1100	1800	115	61	
В 2015-225-15	105	1000	105	61	
- 25	220	1000	105	61	
Б 215-225-40	415	1000	110	61	
- 60	715	1000	110	61	
- 75	950	1000	110	61	
- 100	1350	1000	110	61	
- 150	2100	1000	137	71	
- 200	2920	1000	166	81	
БК 215-225-40	460	1000	98	51	
- 60	790	1000	98	51	
- 75	1020	1000	105	56	
- 100	1450	1000	105	56	
Г 215-225-150	2090	1000	137	71	
- 200	2920	1000	166	81	
- 300	4610	1000	189	91	
Г 215-225	8300	1000	240	111	
- 750	13100	1000	309	151	
- 1000	18600	1000	309	151	
Б 230-240-75-1	940	1000	105	61	
Б 230-240-100-1	1360	1000	105	61	
Б 230-240-200-1	3000	1000	130	71	
Б 235-245-150	2160	1000	130	71	
Б 235-245-200-1	2920	1000	130	71	
БК 230-240-40-2	470	1000	98	51	
БК 230-240-60-2	790	1000	98	51	
БК 230-240-100-2	1443	1000	105	56	
БК 230-240-100-3	1445	1000	98	51	
БН 215-225-60	520	1000	110	61	
БН 215-225-100	930	1000	110	61	
ДРАН 230-240-40	400	1000	130	81	
Б 220-235-60М	480	2140	114	61	
Б 220-235-150М	1600	2140	175	81	
Б 220-235-200М	2250	2140	175	81	

## Приложение 4

### Технические характеристики ЛЛ общего освещения

Обозначение типа ЛЛ		P <sub>н</sub> , Вт	Ф <sub>н</sub> , лм	V <sub>л</sub> , В	I <sub>н</sub> , А	Размеры ЛЛ, мм		Дополнитель- ные сведения
старое	новое					L <sub>о</sub>	L <sub>м</sub>	
ЛБ20-2	SL20/32-735 SL20/32-740	20	1060	65±6	0,35	598,8	604,0	Схема зажигания – стартерная с балластом. Заполнение – инертный газ и пары ртути. Срок службы – 12000 час. V <sub>ном</sub> =220В V <sub>заж</sub> =0,9·V <sub>ном</sub> V <sub>раб</sub> =(0,9...1,1)V <sub>ном</sub> T <sub>раб</sub> =10...50°С
ЛД20-2	SL20/32-760 SL20/32-765		880					
ЛБ-20	SL20/38-735 SL20/38-740	20	1060	65±6	0,37	598,8	L <sub>сп</sub> = 630	
ЛД-20	SL20/38-760 SL20/38-765		880	57±7				
ЛБ40-2	SL40/32-735 SL40/32-740	40	2800	110±10	0,41	1199,4	1213,6	
ЛД40-2	SL40/32-760 SL40/32-765		2300					
ЛБ40	SL40/38-735 SL40/38-740	40	3000 2800	103±10	0,43	1199,4	L <sub>сп</sub> = 1240	
ЛД40	SL40/38-760 SL40/38-765		2300					
ЛБ65-2	SL65/32-735 SL65/32-740	65	4600	11±10	0,65	1500,0	1514,2 L <sub>сп</sub> = 1540	
ЛД65-2	SL65/32-760 SL65/32-765		3750					
ЛБ65	SL65/38-735 SL65/38-740	65	4600	110±10	0,67	1500,0	1514,2 L <sub>сп</sub> = 1540	
ЛД65	SL65/38-760 SL65/38-765		3750					
ЛБ80-2	SL80/32-735 SL80/32-740	80	5200	105±10	0,86	1500,0	1514,2	
ЛД80-2	SL80/32-760 SL80/32-765		4250					
ЛБ80	SL80/38-735 SL80/38-740	80	5200	99±10	0,87	1500,0	L <sub>сп</sub> = 1540	
ЛД80	SL80/38-760 SL80/38-765		4250					

## Приложение 5

### Технические данные дуговых ртутных ламп с люминофором

Тип ДРЛ	Световой поток, лм	Средняя продолжительность горения, ч	Габариты, мм		Дополнительные сведения
			L	D	
ДРЛ 50 (15)	1900	10000	130	56	Лампы мощностью до 125Вт включительно имеют цоколь – E27, а более 125 Вт – E40. Лампы т. ДРЛФ применяются в фитоустановках для облучения растений. Их фотопоток – 18000мфт
ДРЛ 80 (15)	3600	12000	166	71	
ДРЛ 125 (6)	5900	12000	178	76	
ДРЛ 125 (8)	6000	12000	178	76	
ДРЛ 125 (10)	6200	12000	178	76	
ДРЛ 125 (15)	6300	12000	178	76	
ДРЛ 125 ХЛ1	5480	8000	178	76	
ДРЛ 250 (6)-4	13000	12000	228	91	
ДРЛ 250 (8)	13200	12000	228	91	
ДРЛ 250 (10)-4	13500	12000	228	91	
ДРЛ 250 (14)-4	13500	12000	228	91	
ДРЛ 250 ХЛ1	11500	8000	228	91	
ДРЛ 400 (6)-4	23500	15000	292	122	
ДРЛ 400 (8)	23700	15000	292	122	
ДРЛ 400 (10)-4	24000	15000	292	122	
ДРЛ 400 (12)-4	24000	15000	292	122	
ДРЛ 400 ХЛ1	20000	8000	292	122	
ДРЛ 700 (6)-3	40600	20000	357	152	
ДРЛ 700 (8)	40800	20000	357	152	
ДРЛ 700 (10)-3	41000	20000	357	152	
ДРЛ 700 (12)-3	41000	20000	357	152	
ДРЛ 1000 (6)-3	58000	18000	411	167	
ДРЛ 1000 (8)	58500	18000	411	167	
ДРЛ 1000 (10)-3	59000	18000	411	167	
ДРЛ 1000 (12)-3	59000	18000	411	167	
ДРЛ 125	5700	12000	190	127	
ДРЛФ 400-1	20000	7000	350	152	
ДРЛФ 400-2	20000	7000	292	122	

Газоразрядные лампы высокого давления применяются в системах освещения, требующих применения небольших источников света с высокой световой отдачей и продолжительным сроком службы. Применяются для освещения больших производственных площадей, улиц и открытых пространств.

Имеют высокую световую отдачу при небольших габаритных размерах.

Все лампы работают в электрических сетях переменного тока напряжением 220В и частотой 50Гц и включаются в сеть вместе с пускорегулирующей аппаратурой, обеспечивающей зажигание ламп, нормальный режим работы и устранение радиопомех.



## Приложение 6

### Светильники общего освещения объектов

КСС	ЛН	ЛЛ	ДРЛ
Д-1	НСП 18-100 (200,500) НПП 03-60 НПО 16-60 18-60 (100) 30-60 (100)	ЛСП 12-40 (65,80) ЛСП 12-2x40 (65,80) ЛПО 25-2x20 (40) -4x20 (40) -6x20 (40) -4x65	РСП 11-80 (125) РСП 26-125 РСП 11-400
Д-2	НСП 18-100 (200) НСП 22-500 (1000,1500) НПО 01-60 НСО 02-100 (150)	ЛСП 06-2x40 (65,80) ЛВО 05-2x30 (40,65) -3x30 (80) -4x20 (40,65,80) ЛПО 21-2x20 (40,65) -4x20 (40,65) -6x20 (40,65) ЛПО 28-2x20 (40,65) ЛПО 31-2x40	РСП 46-250 (400) РСП 44-700 (1000)
Г-1	НПО 18-60 (150) НВО 07-250 (300) НСП 20-500 (1000)	ЛСП 02-15 (40,65,80) ЛСП 12-30 (40,80) ЛСП 12-2x30 (40,80) ЛВП 31-3x40 (80) -4x40 (80) ЛПО 02-2x20 (80) -4x20 (80)	РСП 17-250 (400,700,1000) РСП 16-400 РСП 12-1000

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Методические указания к выполнению, оформлению и сдаче контрольной работы	2
Содержание и объем контрольной работы	9
Задания к контрольной работе	9
Примеры решения задач	13
Литература	27

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине  
«Светотехника»  
для студентов направления «Электроэнергетика и электротехника»  
всех форм обучения

Составил Самсонов Александр Васильевич

Рецензент

Редактор

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16

Бум.тип.

Усл. печ.

Уч.-изд.л.

Тираж 100 экз.

Заказ

Бесплатно

Балаковский инженерно-технологический институт-филиал НИЯУ МИФИ

Типография БИТИ НИЯУ МИФИ

413853, г. Балаково, ул. Чапаева, 140