

## **Практическое занятие по дисциплине «БЖД»**

Тема занятия:

**«Расчёт общего искусственного освещения методом  
коэффициента использования светового потока»**

Время: 2 часа.

## Производственное освещение

Вся информация подается через зрительный анализатор. Вредное воздействие на глаза человека оказывают следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Недостаточное освещение раб. зоны;
2. Отсутствие/недостаток естественного света;
3. Повышенная яркость;
4. Перенапряжение анализаторов (в т.ч. зрительных)

По данным ВОЗ на зрение влияет

- УФИ;
- яркий видимый свет;
- мерцание;
- блики и отраженный свет

### 1.1. Физиологические характеристики зрения

1. острота зрения;
2. устойчивость ясного видения (различие предметов в течение длительного времени);
3. контрастная чувствительность (разные по яркости);
4. скорость зрительного восприятия (временной фактор);
5. адаптация зрения;
6. аккомодация (различие предметов при изменении расстояния)

### 1.2. Светотехнические величины

Это понятие связано с той или иной осветительной установкой

1. Световой поток  $F$ , [лм] - люмен
2. Сила света  $J$ , [кд] - кандела  
 $J = F/\omega$
3. Освещенность  $E$ , [лк] - люкс  
 $E = F/S$
4. Яркость  $L$ , [кд/м<sup>2</sup>]  
 $L = J/S$

5. Контраст  $K$

$$K = (L_0 - L_{\Phi})/L_0$$

Контраст бывает: - большой ( $K > 0,5$ ); - средний ( $K = 0,2 - 0,5$ ); - малый ( $K < 0,2$ ).

6. Фон — поверхность, которая прилегает к объекту различения.

Наименьший размер объекта различения с фоном.

7. Коэффициент отражения  $\rho$

$$\rho = F_{\text{пад}}/F_{\text{отр}}$$

В зависимости от коэф. отражения фон бывает:

- светлый  $\rho = 0,2 - 0,4$ ;
- темный  $\rho < 0,2$ .

### 1.3. Естественное освещение

При естественном освещении к-либо точки горизонтальной плоскости, за основу при нормировании принимается минимально допустимая величина коэффициента естественной освещенности.

Коэф. естеств. освещ. ( $КЕО$ ) =  $E = E_{\text{вн}}/E_{\text{сн}} \cdot 100\%$ , где

$E_{\text{вн}}$  - освещенность к-либо точки горизонтальной пов-ти, находящейся внутри помещения [лк];

$E_{\text{сн}}$  - освещенность к-либо точки, находящейся снаружи помещения на расстоянии 1 м от здания [лк];

## 1. Системы естественного освещения

1. Боковое освещение ;
2. Верхнее освещение ;
3. Комбинированное освещение .

Эти величины в соответствии со СНиП II-4-79 (Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования -М, Стройиздат, 1980) нормируются.

Для выбора естественного освещения необходимо учитывать следующие факторы:

1. Характеристика зрительной работы;
2. Минимальный размер объекта различения с фоном;
3. Разряд зрительной работы;
4. Система освещения.

В зависимости от величины объекта различения с фоном все зрительные работы подразделяются на 8 разрядов.

**Разряд зрительной работы** — отношение минимального размера объекта различения с фоном к расстоянию от органов зрения до объекта различения.

### 1.4. Искусственное освещение

**Искусственное освещение** — освещение помещений прямым или отраженным светом искусственного источника света

За основу при нормировании принимается минимально допустимая величина освещенности какой-либо точки.

## 2. Системы искусственного освещения

1. общее;
2. местное (локальное);
3. комбинированное

Может быть использовано в производственных помещениях общее и комбинированное, а одно местное использовать нельзя.

Имеет место также освещение: - аварийное; - дежурное; - эвакуационное.

СНиП II-4-79

## 3. Факторы, учитываемые при нормировании искусственного освещения:

1. Характеристика зрительной работы;
2. Минимальный размер объекта различения с фоном;
3. Разряд зрительной работы;
4. Контраст объекта с фоном;
5. Светлость фона (характеристика фона);
6. Система освещения;
7. Тип источника света.

Подразряд зрительной работы определяется сочетанием п.4 и п.5.

## 4. Методика расчета естественного освещения

Используется метод А.Д.Данилюка. Определяется площадь поверхности оконных проёмов.

## 5. Методика расчета искусственного освещения

1. Метод светового потока
2. Метод удельной мощности
3. Точечный метод

Метод светового потока

Задача. Определить освещенность на раб. месте

$$E_{PM} = (0,9 - 1,2) E_H$$

Для этого необходимо выбрать:

1. систему освещения;
2. источник света;

### 3. светильник.

#### Формула для определения светового потока лампы или группы ламп

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z}{N \cdot \eta \cdot Z}, \quad \text{где}$$

$E_n$  - нормируемая величина освещенности [лк];

$S$  - площадь производственного помещения [ $\text{м}^2$ ];

$K_z$  - коэф. запаса;

$N$  - кол-во светильников [шт];

$Z$  - поправочный коэф-т, зависит от типа лампы

$\eta$  - коэф-т использования светового потока, для выбора которого необходимо знать:

- коэф. отражения от потолка, стен и пола ( $\rho_n, \rho_c, \rho_p$ );

- индекс помещения -  $i = a \cdot b / (h_p \cdot (a + b))$ ,

где  $a$  и  $b$  - ширина и длина помещения, м;  $h_p$  - высота подвеса светильника над расчётной поверхностью, м.

Для ЛЛ ламп, зная групповой световой поток  $F$  и кол-во ламп в светильнике  $n$  (2 или 4), определим световой поток одной лампы.

$$F_{\text{расч}} = (0,9 - 1,2) F_{\text{табл}}$$

Распределение светильников по площади производственного помещения.

Для ЛЛ — вдоль длинной стороны помещения, вдоль окон, параллельно стенам с окнами.

Для ЛН, ДРЛ — в шахматном порядке.

ЛЛ лампы	
Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий КПД;</li> <li>- экономичность;</li> <li>- свет, близкий к естественному</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие дополнительных устройств;</li> <li>- грозкость;</li> <li>- инерционность</li> </ul>
Лампы накаливания	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- не инерционные;</li> <li>- компактные</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- желтая область спектра;</li> <li>- малая светоотдача;</li> <li>- малый срок эксплуатации</li> </ul>

### 6. Приборы контроля

Люксметр Ю-16, Ю-116

## Расчёт общего искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

При этом методе, определяется необходимый световой поток лампы ( $\Phi_n$ ), или светильника при известном их числе ( $N$ ), или наоборот определяется  $N$  при известном  $\Phi_n$ .

Расчёт ведётся по выражению:

$$\Phi_n = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z / N \cdot \eta \quad (1)$$

Где:  $\Phi_n$ , - световой поток одного светильника, лм;

$E_n$ -нормируемая освещённость, лк;

$S$  - площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$Z$ - коэффициент, учитывающий: отношение средней освещённости к минимальной.  $Z = 1,1$ - для люминесцентных ламп;  $Z = 1,15$ - для ламп накаливания;

$K_z$  - коэффициент запаса, принимаемый в зависимости от загрязнённости воздуха в помещении по таб. 1 в СНиП - 23-05-95:

$N$ - число ламп в светильниках (обычно для расчёта задаётся число светильников по условию наиболее выгодного расположения). Учитывается, что в светильнике может быть несколько ламп.

$\eta$ - коэффициент использования светового потока (в долях единиц), определяется по светотехническим таблицам. Он зависит от КПД и кривой распределения света светильника, коэффициентов отражения потолка, стен и пола, высоты подвеса светильника над расчётной поверхностью и индекса помещения, определяемого в зависимости от размеров

$$i = a \cdot b / (h_p \cdot (a + b)), \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$ - ширина и длина помещения, м;

$h_p$  - высота подвеса светильника над расчётной поверхностью, м.

**Задание.** Произвести расчет искусственного освещения в помещении конструкторского бюро методом коэффициента использования светового потока по данным табл. 1 (вариант по указанию преподавателя).

Порядок выполнения задания

- ▶ Вычислить площадь помещения (по данным таблицы 1).
- ▶ Значение коэффициента  $K_z$  найти по табл.2.
- ▶ Определить индекс помещения  $i$  по формуле (2).
- ▶ По табл. 3 найти значение коэффициента использования светового потока светильной установки ( $\eta$ ).
- ▶ По нормам освещения (табл.4) выбрать значение  $E_{\text{норм.}}$ , соответствующее выполнению чертёжной работы для общего освещения с учётом разряда, фона и контраста.
- ▶ Полученные и заданные значения подставить в формулу (1) и произвести расчёт.
- ▶ По полученному световому потоку подобрать лампу по табл. 5 и 5а с соответствующим потоком  $\Phi_{\text{л}}$ , мощностью, напряжением и типом светильника.

Таблица 1

Варианты заданий для расчета освещения в помещениях

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип ламп	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛЛ	ЛЛ	ЛЛ	ЛЛ	ЛЛ
Применяемые светильники	УПМ-5 "Астра 1, 11, 12"	ПКР	ПО-21	УПД	Шар	ПВЛМ-2х40; 2х80; с лампами	ПВЛМ-1х40; 1х80; с лампами	ЛПО 09	ЛПО 02-4х40	ЛПО 02-4х40
Длина помещения $A$ , в м	10	12	18	25	30	10	12	18	25	30
Ширина помещения $B$ , в м	8	10	10	15	20	8	10	10	15	20
Высота подвеса светильника $h_p$ , в м	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3
Общее количество светильников, $N$	12	15	25	45	70	10	15	25	45	70
Поправочный коэффициент, $Z$	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Коэффициенты запаса  $K_z$ 

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение		
		Коэффициент запаса. $K_z$		
		Количество чисток светильников в год		
		Эксплуатационная группа светильников по приложению Г		
		1-4	5-6	7
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: а) св. 5мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма,	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0	1,7	1,6
		18	6	4
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8	1,6	1,6
		6	4	2
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,5	1,4	1,4
		4	2	1
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозийной способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	1,8	1,6	1,6
		6	4	2
2. Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:	Конструкторские бюро, офисы, учебные классы,	1,3		
а) с технического этажа		4	-	-
б) снизу из помещения		1,4		
		2		

Коэффициенты использования светового потока  $\eta$ .

Светильники с лампами накаливания

Тип светиль- ника	УПМ-15 "Астра-1, 11, 12"					ПКР					ПО-21					УПД					Шар				
$\rho_n, \%$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	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	50	50	10	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_p, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
$i$	$\eta$ – коэффициенты использования светового потока, $\% \cdot 10^{-2}$																								
0,5	24	22	20	17	16	18	17	10	9	3	24	23	20	17	11	28	27	23	20	19	16	15	13	8	3
0,6	34	32	26	23	21	23	21	16	13	5	30	28	25	20	14	36	34	28	25	24	20	19	16	12	7
0,7	42	39	34	30	29	25	23	18	15	6	35	31	29	25	17	40	38	33	29	28	24	23	20	16	
0,8	46	44	38	34	33	30	28	21	19	8	40	38	34	30	22	44	42	36	33	31	27	26	22	18	11
0,9	49	47	41	37	36	32	29	23	20	8	42	39	36	33	23	47	45	39	36	35	30	28	24	20	12
1	51	49	43	39	37	33	31	34	22	9	44	42	38	34	24	50	47	42	39	38	32	30	26	22	13
1,1	53	50	45	41	39	38	33	25	23	9	46	43	39	35	25	52	49	44	41	40	34	32	27	23	14
1,25	56	52	47	43	41	39	37	28	25	10	50	46	41	37	26	57	52	47	44	43	36	34	29	24	15
1,5	60	55	50	46	44	42	39	30	27	10	53	49	44	39	27	61	55	51	47	46	40	36	31	26	16
1,75	63	58	53	48	46	45	42	32	29	11	56	52	46	41	29	65	60	56	50	49	42	38	33	28	17
2	66	60	55	51	49	49	44	34	31	12	59	54	48	44	30	68	62	58	54	52	44	40	35	30	18
2,25	68	62	57	53	51	51	45	35	32	12	61	56	50	45	31	71	64	60	56	55	46	42	36	31	19
2,5	70	64	59	55	53	53	47	36	34	13	63	58	51	47	33	73	65	61	58	57	48	43	38	33	20
3	73	66	62	58	56	56	50	39	36	14	67	60	53	50	35	77	67	64	61	59	51	45	40	36	
3,5	76	68	64	61	59	58	52	40	37	15	70	62	56	52	37	79	69	66	63	61	53	48	41	38	21
4	78	70	66	62	60	60	53	42	39	15	72	63	57	53	38	81	70	67	64	62	55	49	43	40	25
5	81	73	69	64	62	63	55	43	42	16	74	65	58	56	39	82	72	69	66	64	59	52	46	43	27



**Коэффициенты использования светового потока.**

Светильники с люминисцентными лампами

Тип светиль ника	ПВЛМ-2*40, 2*80; с лампами ЛБР					ПВЛМ-1*40, 1*80; с лампами ЛБР					ЛПО09					ЛПО09-4*40					ЛПР				
ρ <sub>п</sub> , %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρ <sub>с</sub> , %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	10	10	0	50	50	30	10	0
ρ <sub>р</sub> , %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
і	η – коэффициенты использования светового потока, %•10 <sup>-2</sup>																								
0,5	28	27	20	13	11	27	26	17	12	11	27	25	23	20	14	26	23	24	19	15	24	23	22	19	
0,6	33	32	22	17	14	31	30	21	16	14	33	31	29	24	18	30	28	26	22	18	31	39	26	22	
0,7	38	36	27	20	17	36	34	25	20	17	38	36	34	28	22	34	32	30	26	21	35	33	30	26	
0,8	42	40	30	23	20	39	37	28	22	20	41	39	37	32	25	37	34	33	29	24	39	36	33	29	
0,9	47	44	34	26	22	43	40	32	25	22	46	42	41	35	29	40	37	35	32	26	42	39	36	31	
1	51	47	37	29	25	47	43	34	28	25	49	46	44	38	32	43	39	38	34	28	45	41	38	34	
1,1	54	50	39	31	27	50	46	37	30	27	52	48	46	41	34	45	41	39	36	30	47	43	40	36	
1,25	57	13	42	34	29	52	48	39	32	29	56	51	49	44	37	47	43	41	38	32	50	45	42	38	
1,5	63	57	47	37	33	58	52	43	36	33	60	55	53	49	42	51	46	44	41	35	53	49	44	41	
1,75	67	61	50	42	36	61	56	47	40	36	64	58	57	52	46	53	48	46	44	37	56	51	47	44	
2	70	63	53	44	38	64	58	49	42	38	67	61	59	55	48	55	50	48	45	39	59	53	48	46	
2,25	73	66	55	47	40	67	60	51	44	40	70	63	62	57	51	57	52	50	47	41	61	55	50	47	
2,5	76	68	57	49	42	69	63	53	47	41	72	65	64	59	53	59	53	51	48	42	63	56	52	49	
3	80	71	60	52	44	73	65	56	50	44	76	68	66	62	56	61	55	52	50	44	65	58	53	51	
3,5	82	73	62	54	46	75	67	58	52	46	78	70	68	64	52	63	56	53	51	45	67	60	54	52	
4	85	75	64	56	48	78	69	60	54	47	80	71	69	66	60	64	57	54	52	46	69	61	55	53	
5	90	79	69	61	52	82	72	64	58	51	85	75	72	70	65	67	59	56	55	48	72	63	58	56	

**Освещенность при различных разрядах зрительной работы для  
искусственного освещения (СНиП 23-05-95)**

Характери- стика зри- тельной ра- боты	Наимень- ший раз- мер объ- екта раз- личения  (мм)	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной ра- боты	Контраст объекта различе- ния с фо- ном	Характе- ристика  фона	Искусственное ос- вещение	
						Освещенность, лк	
						При ком- бинирован- ном освеще- нии	При об- щем ос- вещении
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	малый	темный	5000-4500	
			б	малый средний	средний темный	4000-3500	1250 1000
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2500 2000	750 600
			г	средний большой	светлый средний	1500 1200	400 300
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	а	малый	темный	4000-3500	
			б	малый средний	средний темный	3000 2500	750 600
			в	малый средний большой	светлый средний темный	2000 1500	500 400
			г	средний большой	светлый средний	1000	300
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	а	малый	темный	2000-1500	500-400
			б	малый средний	средний темный	1000 750	300 200
			в	малый средний большой	светлый средний темный	750 600	300 200
			г	средний большой	светлый средний	400	200
Средней точности	Св. 0,5 до 1	IV	а	малый	темный	750	300
			б	малый средний	средний темный	500	200
			в	малый средний большой	светлый средний темный	400	200
			г	средний большой	светлый средний		200 200
	Св. 1	V	а	малый	темный	400	300
			б	малый	средний		200

Малой точности	до 5			средний	темный		
			в	малый средний большой	светлый средний темный		200
			г	средний большой	светлый средний		200
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			200
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 5	VII		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное		VIII	а	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			200
периодическое при постоянном пребывании в помещении			б	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			75
периодическое при периодическом пребывании в помещении			в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			50
общее наблюдение за инженерным и коммуникациями			г	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном			20

Таблица 5

## Технические данные ламп накаливания

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм, при напряжении, В, равном	
		127	220
НВ - 23	15	135	105
НВ - 24	25	260	220
НБ - 25	40	490	400
НБК -	40	520	460
НБ - 27	60	820	715
НБ - 6	60	875	790
НБК - 48	100	1560	1350
НГ - 48	100	1630	1450
НБ - 5	150	2300	2000
НГ - 49	150	-	2100
НБ -	200	3200	2800
НГ - 50	200	-	2920
НГ - 51	300	4950	4600
НГ - 53	500	9100	8300
НГ - 54	750	-	13100
НГ - 55	1000	19500	18600
НГ -	1500	29000	29000

## Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность <i>Вт</i>	Номинальный световой поток, л/с, после 100 ч горения
ЛБ4-1(2)	4	100
ЛБ6-1(2)	6	220
ЛБ8-3	8	360
ЛДЦ15-4	15	500
ЛД15-4		590
ЛХБ15-4		675
ЛТБ15-4		700
ЛБ15-4		760
ЛДЦ20-4	20	820
ЛД20-4		920
ЛХБ20-4		935
ЛТБ20-4		975
ЛБ20-4		1180
ЛДЦ30-4	30	1450
ЛД30-4		1640
ЛХБ30-4		1720
ЛТБ30-4		1720
ЛБ30-4		2100
ЛДЦ40-4	40	2100
ЛДЦ40-4		2340
ЛДЦ40-4		2600
ЛДЦ40-4		2580
ЛДЦ40-4		3000
ЛДЦ40-1		2000
ЛДЦ65-4	63	3050
ЛД65-4		3570
ЛХБ65-4		3820
ЛТБ65-4		3980
ЛБ65-4		4550
ЛДЦ80-4	80	3360
ЛД80-4		4070
ЛХБ80-4		4440
ЛТБ80-4		4440
ЛБ80-4		5220
ЛХБ150	150	8000
ЛБР4 ЛБР4-2	4	100
ЛБР40-1 ЛХБР40	40	2250
		2080
ЛБР80-1 ЛХБР80	80	4160
		3160

## Пример решения задачи

(Вариант №1)

Условие:

Произвести расчёт искусственного освещения в помещении конструкторского бюро методом коэффициента использования светового потока по данным табл. 1. Конструкторские бюро, как правило, имеют белый потолок (белый цвет имеет наибольшую отражательную способность – значит коэффициент отражения самый высокий)  $\rho_{\text{п}}=70$ , светлые стены  $\rho_{\text{с}}=50$ , нетёмный пол  $\rho_{\text{р}}=30$ . Для работы конструктора, наименьшим объектом различения является точка, размеры которой составляют от 0,3 до 0,5 мм. (вариант по указанию преподавателя).

Дано: (из табл. 1)

Светильник "Астра 1» с лампой накаливания.

$$a = 10 \text{ м}$$

$$b = 8 \text{ м}$$

$$\Phi_{\text{л}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot Z \cdot K_{\text{з}} / N \cdot \eta \quad (1)$$

$$h_{\text{р}} = 2 \text{ м}$$

$$N = 12 \text{ шт.}$$

$$Z = 1,1$$

Найти:  $\Phi_{\text{л}}$  и подобрать лампу

1). Находим площадь освещаемого помещения:

$$S = a \cdot b = 10 * 8 = 80 \text{ м}^2$$

2). По таб. 2 подбираем  $K_{\text{з}}$  – коэффициент запаса. Коэффициент запаса для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным **1,4** – т.к. для работы конструктора подходит помещение с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников снизу из помещения 2 (количество чисток в год) раза в год. (Коэффициент запаса ( $K_{\text{з}}$ ) – расчетный коэффициент, учитывающий снижение КЕО (коэффициента естественного освещения) и освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, источников света (ламп) и светильников, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения.)

3). По табл. 3 подбираем коэффициент  $\eta$  (коэффициент светового потока в долях единиц), который зависит: от коэффициентов отражения потолка, стен

и пола -  $\rho_n, \rho_c, \rho_p$ , в %, высоты подвеса светильника над расчётной поверхностью  $h_p$  и индекса помещения  $i$ , определяемого в зависимости от размеров

$$i = a \cdot b / (h_p \cdot (a + b)) = 10 \cdot 8 / 2 \cdot (10 + 8) = 2,22 \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  - ширина и длина помещения, м;  $h_p$  - высота подвеса светильника над расчётной поверхностью, м.

В табл. 3 находим в левом верхнем углу коэффициенты отражения. Так как, предположительно, у нас белый потолок (белый цвет имеет наибольшую отражательную способность – значит коэффициент отражения самый высокий)  $\rho_n=70$ , светлые стены  $\rho_c=50$ , тёмный пол  $\rho_p=30$ . Далее находим на пересечении коэф-та отражения и индекса помещения (самое близкое -  $i = 2.25$ ) число равное 68, в шапке  $\cdot 10^{-2}$ . Значит  $\eta = 0,68$ .

4). По табл. 4 подбираем  $E_{\text{норм.}}$  – оно зависит от наименьшего объекта различения, от фона и от контраста с фоном. Для работы конструктора, наименьшим объектом различения является точка, размеры которой составляют от 0,3 до 0,5 мм. Находим в табл. 4 в соответствующей колонке эти размеры. Отсюда следует, что для конструктора: характеристика зрительной работы – **высокой точности**, разряд зрительной работы – **III**. Далее переходим к фону, фон – **средний** (лист ватмана – бумага бывает и светлее ватмана и темнее). Контраст объекта различения с фоном – тоже **средний**, т.к. чертежи в основном выполняются твёрдо-мягким карандашом (если по серой бумаге твёрдым карандашом – контраст малый, если тушью – контраст большой). В таблице по одной линейке находим **средний-средний**, тогда подразряд зрительной работы – **в**. И в крайней правой колонке освещённость при общем освещении подбираем нормированное освещение  $E_{\text{норм.}} = 300 \text{лк}$ .

5). Подставляем в формулу полученные значения:

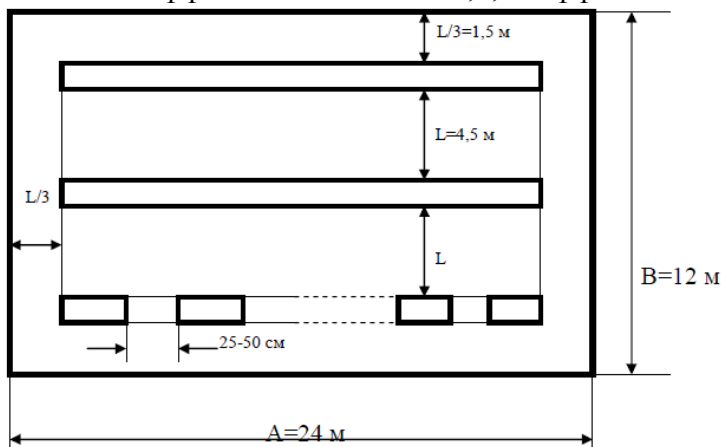
$$\Phi_{\text{л}} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z / N \cdot \eta = 300 \cdot 80 \cdot 1,1 \cdot 1,4 / 12 \cdot 0,68 = 4941,2 \text{ лм}$$

6). По табл. 5 по рассчитанному значению светового потока  $\Phi_{\text{л}}$  и напряжению сети равному **220В** выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от  $\Phi_{\text{л}}$  больше чем на  $-10 - +20\%$  (4447,059 – 59929,14). В нашем случае это будет лампа **НГ-51** (газонаполненная), мощностью **300Вт**. И её световым потоком  **$\Phi = 4600 \text{лм}$** .

**ОТВЕТ:** Выбрана лампа **НГ-51** (газонаполненная), мощностью **300Вт** и световым потоком  **$\Phi = 4600 \text{лм}$** .

## ЗАДАЧА 5

Дано помещение с размерами: длина  $A = 24$  м, ширина  $B = 12$  м, высота  $H = 4,5$  м (рис. 1). Высота рабочей поверхности  $h_{\text{рп}} = 0,8$  м. Требуется создать освещенность  $E = 300$  лк с применением люминесцентных ламп. Коэффициент отражения стен  $R_c = 30\%$ , потолка  $R_{\text{п}} = 50\%$ . Коэффициент запаса  $k = 1,5$ , коэффициент неравномерности потока  $Z = 1,1$ . (16 б)



### Решение:

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД,  $\lambda = 1,4$ .

Приняв  $h_c = 0,5$  м, получаем  $h = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2$  м;

$$L = 1,4 \cdot 3,2 = 4,5 \text{ м}; L/3 = 1,5 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 12 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (см. рис. 1). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 72$ .

Находим индекс помещения

$$i = 288 / [3,2(24 + 12)] = 2,5$$

По табл. 2 определяем коэффициент использования светового потока:  $\eta = 0,61$ .

$$\Phi = \frac{300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,63} = 3143 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

По табл. 4 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq 8,78\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{ Вт.}$$



## ЗАДАЧА 7

Рассчитать параметры общего равномерного искусственного освещения помещения лампами накаливания, установленными в светильнике типа «Астра».

Исходные данные:

- длина помещения –  $A = 7,2 \text{ м}$ ;
- глубина помещения –  $B = 7,2 \text{ м}$ ;
- высота помещения –  $H = 3,7 \text{ м}$ ;
- расстояние от потолка до центра лампы –  $h_l = 0,4 \text{ м}$ ;
- расстояние от пола до освещаемой рабочей поверхности –  $h_p = 0,8 \text{ м}$ ;
- нормируемая освещенность –  $E_n = 100 \text{ Лк}$ ;
- коэффициент отражения от потолка – 70%;
- коэффициент отражения от стен – 50%;
- коэффициент отражения от пола – 30%

При расчете необходимо:

- 1) определить количество ламп накаливания;
- 2) указать тип, мощность и световой поток выбранной лампы;
- 3) найти общую мощность осветительной установки. **(16 б)**

### Последовательность расчета:

1. Вычерчиваем в масштабе эскизы планы и разреза помещения.

2. На плане и разрезе размещаем светильники. Расстояние между светильниками

$$l = \lambda \cdot h,$$

где  $\lambda = 1,6$  – косинусная кривая распределения света, характерная для экономически выгодного режима светильника типа «Астра»;

$h$  – расстояние от оси лампы до рабочей освещаемой поверхности,

$$h = 3,7 - (0,4 + 0,8) = 2,5 \text{ м}$$

$$l = 1,6 \cdot 2,5 = 4 \text{ м}$$

Расстояние от крайних светильников до стены:

$$b = (0,3 \div 0,5) \cdot l = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ м}$$

3. Расчет светового потока лампы светильника

$$F_{\text{с}} = \frac{E_n \cdot \hat{E} \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ Ёл}$$

где  $E_n$  – нормируемая освещенность рабочей поверхности, выбираемая по СНиП в зависимости от разряда выполняемой работы;

$K = 1,3$  – коэффициент запаса для ламп накаливания;

$S$  – площадь освещаемой поверхности,  $S = 7,2 \cdot 7,2 = 51,84 \text{ м}^2$ ;

$Z = 1,15$  – коэффициент минимальной освещенности для ламп накаливания;

$N$  – количество ламп,  $N = 4$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, который находят, предварительно вычислив индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h} = \frac{7,2 \cdot 7,2}{(7,2 + 7,2) \cdot 2,5} = 1,44, \Rightarrow \eta = 59,04\%$$

$$F_{\text{с}} = \frac{100 \cdot 1,3 \cdot 51,84 \cdot 1,15}{4 \cdot 0,5904} = 3282 \text{ Ёл}$$

4. Используя вычисленный световой поток, выбираем тип лампы, ее мощность, световой поток  $F_{\text{л таб}}$  и проверяем его отклонение  $\Delta$  от рассчитанного  $F_{\text{л}}$ . Отклонение должно составлять  $-10 \Delta +20\%$ .

$P = 200 \text{ Вт}$ , тип Б,  $F_{\text{л}} = 2900 \text{ Лм}$ .

$$\Delta = \frac{2900 - 3282}{3282} = -0,116 = -11,6\%$$

Так как отклонение выше допустимого, повторяем расчет, изменив высоту подвеса светильника.

$$l = 1,6 \cdot 2,3 = 3,68$$

$$b = (0,3 \div 0,5) \cdot l = 0,4 \cdot 3,68 = 1,472$$

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h} = \frac{7,2 \cdot 7,2}{(7,2 + 7,2) \cdot 2,3} = 1,565, \Rightarrow \eta = 60.78\%$$

$$F_{\text{в}} = \frac{100 \cdot 1,3 \cdot 51,84 \cdot 1,15}{4 \cdot 0,6078} = 3188 \text{ лк}$$

$$\Delta = \frac{2900 - 3188}{3188} = -0,09 = -9\%$$

5. Расчет мощности осветительной установки:

$$P = P_{\text{в.од.}} \cdot N = 200 \cdot 4 = 800 \text{ Вт}$$

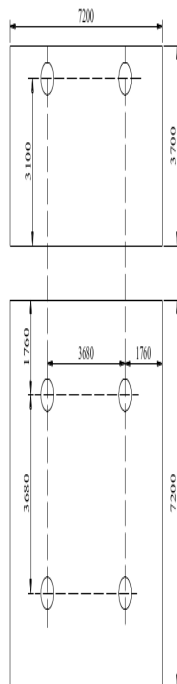


Схема расположения светильников

## ВОПРОСЫ К КР1

1. Количественные показатели освещенности.
2. Качественные показатели освещенности.
3. Естественное освещение, его конструктивное исполнение.
4. Искусственное освещение, его конструктивное исполнение.
5. Разновидности искусственного освещения по функциональному назначению.
6. Основная задача производственного освещения.
7. Виды источников света для искусственного освещения.