

СПРАВОЧНАЯ КНИГА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Под редакцией Г. М. Кнорринга



«ЭНЕРГИЯ»
ЛЕНИНГРАД 1976

6П2.19

К 53

УДК [628.9:621.32] (03)

А в т о р ы:

**Г. М. Кнорринг, Ю. Б. Оболенцев, Р. И. Берим,
В. М. Крючков**

Рецензент *Н. В. Волоцкой*

К 53 **Справочная книга для проектирования электрического
освещения. Под ред. Г. М. Кнорринга. Л., «Энергия», 1976.**

384 с. с ил

На обороте тит л. авт. Г. М. Кнорринг, Ю. Б. Оболенцев, Р. И. Берим, В. М. Крючков.

В книге приводятся сортаменты и основные технические данные изделий, используемых в осветительных установках источников света, светильников, прожекторов, кабельных изделий, щитков и т. д. Кратко излагается содержание основных нормативных документов, регламентирующих устройство осветительных установок и приводятся указания по выбору решений, принимаемых в процессе проектирования. Дается большой комплект таблиц и графиков, необходимых для светотехнических и сетевых расчетов, выполняемых при проектировании.

Книга предназначена для работников проектных организаций, студентов, изучающих курс «Осветительные установки», а также для лиц, занимающихся эксплуатацией освещения на предприятиях и в учреждениях.

С $\frac{30310-137}{051(01)-76}$ 73-76

6П2.19

© Издательство «Энергия», 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

Начиная с 1938 г. издательством «Энергия» неоднократно переиздавался «Справочник» Г. М. Кнорринга, последнее, шестое, издание которого вышло в 1968 г.

Настоящая «Справочная книга», являясь самостоятельной работой, продолжает в основном традиции упомянутого «Справочника» в отношении компоновки и содержания и преследует те же цели, что и «Справочник».

Со времени 1968 г. настолько изменились все нормативные документы и справочные данные, что материалы данной книги можно считать полностью новыми.

Даже при относительно большом объеме «Справочной книги» оказалось невозможным дать в ней еще более возросший объем полезной технической документации по освещению, и авторам приходилось ограничиваться необходимым минимумом.

Чрезвычайная неустойчивость номенклатур изделий и частые изменения нормативных и руководящих материалов заставляют авторов подчеркнуть, что они пользовались в своей работе той информацией, которая могла быть получена до 1 января 1976 г.

В составлении ряда таблиц и графиков авторам оказали ценную помощь инж. В. И. Герсонская и студенты Мордовского государственного университета Е. Д. Ивенина, Т. М. Китова и В. А. Ступенькова.

Авторы

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- e — условная освещенность, определяемая от светильника с лампой 1000 лм, лк
 ε — относительная освещенность, определяемая на плоскости, перпендикулярной оси светильника или прожектора, на расстоянии 1 м от него
 σ — приведенная освещенность от прожекторов, отнесенная к значениям $h = 1$ м и $\tau = 1^\circ$
 k — коэффициент запаса
 η — коэффициент использования светового потока
 η_L — коэффициент использования по яркости
 k_{nm} — коэффициент использования светового потока, падающего на поверхность n относительно поверхности m с учетом многократных отражений
 μ — коэффициент дополнительной освещенности
 z — коэффициент минимальной освещенности
 Φ' — плотность светового потока ламп на единицу поверхности (лм/м²) или длины (лм/м)
 K_p — коэффициент пульсации освещенности
 $K_{p-и}$ — коэффициент пульсации светового потока лампы
 L — расстояние между светильниками или их рядами, а также длина светящей линии, м
 A, B — стороны помещения, м
 H — высота помещения, м
 h_p — уровень освещаемой поверхности, м
 $h_{п}$ — высота подвеса светильников, м
 h_c — расстояния светильников от перекрытия (свес), м
 h — расчетная высота, м
 S — площадь помещения, м²
 l — расстояние от крайних рядов светильников до стены, м
 d — расстояние от контрольной точки до проекции светильника на освещаемую поверхность, м
 p — расстояние точки от проекции светящей линии на освещаемую поверхность, м
 ξ, η — координаты точки на условной плоскости, перпендикулярной оси светильника или прожектора, на расстоянии 1 м от него
 x, y — координаты точки на освещаемой поверхности, м
 α — меридиональный угол
 β — азимутальный угол
 θ — угол наклона освещаемой поверхности или оси светильника или прожектора
 N — число светильников
 w — удельная мощность, Вт/м²
 P — показатель ослепленности
 M — показатель дискомфорта
 ΔU — потеря напряжения (вольты или проценты)
 L — длина линии, м
 M — момент нагрузки, общее обозначение, кВт·м
 m — момент нагрузки групповой сети, кВт·м

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

1-1. ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ¹

Световой поток (Φ) — мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею световому ощущению. Единица — люмен (лм) имеет размерность кандела \times стерадиан.

Сила света (I или J) — отношение светового потока к телесному углу, в котором он излучается. Единица — кандела (кд). Сила света является одной из основных величин в системе СИ.

Телесный угол (ω) — часть пространства, заключенная внутри конической поверхности. Измеряется отношением площади, вырезаемой им из сферы произвольного радиуса, к квадрату последнего. Единица — стерадиан (ср).

Освещенность (E) — отношение светового потока к площади, на которую он распространяется. Единица освещенности — люкс (лк) имеет размерность люмен на квадратный метр. Освещенность поверхности не зависит от ее свойств и от направления, в котором поверхность рассматривается.

Яркость (L) — отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Единице яркости — кандела на квадратный метр (кд/м²) — собственного наименования не присвоено. При прочих заданных условиях яркость определяет зрительное ощущение, которое, однако, ей не пропорционально.

Светимость (M) — отношение светового потока к площади излучающей его поверхности. Единице — люмен на квадратный метр (лм/м²) — собственного наименования не присвоено.

Приводятся определения тех же величин в математической форме:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}; \quad \omega = \frac{S}{r^2}; \quad E = \frac{d\Phi}{dS}; \quad L = \frac{dI}{dS \cos \alpha}; \quad M = \frac{d\Phi}{dS}. \quad (1-1)$$

Те же выражения в недифференциальном виде дают средние значения величин в пределах определенных площадей или углов.

До внедрения системы СИ применялись символы: F вместо Φ , V вместо L , R вместо M . Единица силы света именовалась свечой, единица яркости — нитом.

Изменения величин единиц не произошло, т. е. кандела = свече, кандела на квадратный метр = ниту.

1-2. СВЕТОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

В общем случае поток излучателя произвольно распределяется в пространстве и светораспределение характеризуется фотометрическим телом: геометрическим местом концов векторов, выходящих из светового центра излучателя, длина которых пропорциональна силе света в соответствующем направлении.

Сечение фотометрического тела меридиональной плоскостью дает меридиональную кривую силы света, графически изображающую зависимость $I_{\alpha} = f(\alpha)$, где α — угол между направлением силы света и вертикалью.

¹ Определения величин даются на основе терминологии, действовавшей в СССР до издания Международного Светотехнического словаря. В последнем содержатся более строгие, но и значительно более сложные определения.

Круглосимметричное светораспределение (фотометрическое тело имеет ось симметрии) исчерпывающе характеризуется одной меридиональной кривой, которая обычно и называется кривой силы света.

Во многих случаях (большинство светильников с трубчатыми лампами) фотометрическое тело имеет две плоскости симметрии, соответственно чему различаются поперечная и продольная меридиональные (это слово в практике опускается) кривые силы света.

В наиболее общем случае (отсутствие оси или плоскостей симметрии) светораспределение характеризуется многими меридиональными кривыми силы света, диаграммами изокандел и т. д.

Кривые силы света чаще всего строятся и наиболее наглядны в полярных координатах. Для прожекторов они даются в прямоугольных координатах, что также предпочтительно для расчетов повышенной точности.

Классификация светораспределения светильников по ГОСТ 13828—74 приведена в гл. 3.

В некоторых теоретических случаях светораспределение может быть выражено аналитически, а многие реально имеющие место кривые силы света достаточно близки к описываемым простыми уравнениями, что имеет большое значение при расчетах и анализах.

Часто оказывается пригодной формула

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^m \alpha. \quad (1-2)$$

При $m = 0$ она соответствует равномерному светораспределению диффузного шара, при $m = 1$ — косинусному светораспределению диффузного диска (такому диску эквивалентна любая вогнутая диффузная поверхность с плоским выходным отверстием).

Для диффузного полушара с несветящей горизонтальной экваториальной плоскостью

$$I_{\alpha} = I_0 \frac{\cos \alpha + 1}{2}; \quad (1-3)$$

эта же формула дает поперечную кривую силы света диффузного полуцилиндра. Употребительна также формула

$$I_{\alpha} = I_0 \frac{\cos \alpha + \cos^2 \alpha}{2}, \quad (1-4)$$

хотя практически с достаточной точностью ее можно заменить выражением

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^{1,43} \alpha. \quad (1-4a)$$

Наконец, для диффузного вертикального цилиндра с несветящими торцами

$$I_{\alpha} = I_{90} \sin \alpha. \quad (1-5)$$

1-3. СВЕТОВОЙ ПОТОК И СИЛА СВЕТА

Элементарный телесный угол, образованный вращением угла $d\alpha$ вокруг вертикальной оси, с которой он образует угол α

$$d\omega = 2\pi \sin \alpha d\alpha. \quad (1-6)$$

Конечный телесный угол круговой зоны, ограниченной направлениями α_1 и α_2 ($\alpha_2 > \alpha_1$),

$$\omega = 2\pi (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2); \quad (1-7)$$

световой же поток, заключенный в этой зоне,

$$\Phi_{\alpha_1 - \alpha_2} = 2\pi \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} I_{\alpha} \sin \alpha d\alpha. \quad (1-8)$$

При светораспределении, заданном аналитически, интеграл берется:
 для равномерного источника (шар) $\Phi_{0-180} = 4\pi I$;
 для диффузного диска $\Phi_{0-90} = \pi I_0$;
 для диффузного цилиндра $\Phi_{0-180} = \pi^2 I_{90}$;
 для люминесцентной лампы из-за неполной диффузности излучения $\Phi_{0-180} = 9,25 I_{90}$;
 для диффузного полушара $\Phi_{0-180} = 2\pi I_0$;
 для случая применимости выражения (1-2)

$$\Phi_{0-90} = I_0 \frac{2\pi}{m+1}; \quad (1-9)$$

это же выражение может быть использовано для определения показателя m в нижней полусфере:

$$m = \frac{2\pi I_0}{\Phi_{0-90}} - 1. \quad (1-9a)$$

Для круглосимметричных светильников, светораспределение которых задано кривой или таблицей, поток определяется умножением зональных телесных углов на силу света в направлении середины каждой из зон и суммированием произведений, так что

$$\Phi_{0-180} = I_5 \omega_{0-10} + I_{15} \omega_{10-20} + \dots + I_{175} \omega_{170-180}. \quad (1-10)$$

Значения зональных телесных углов для десятиградусных зон приведены в табл. 1-1.

Определение потока светильников с трубчатыми лампами, имеющих две плоскости симметрии, производится в следующем порядке:

Значения силы света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° продольной плоскости умножаются на значения телесного угла ω :

α , град	5	15	25	35	45
ω , ср	0,0303	0,0294	0,0276	0,0249	0,0215
α , град	55	65	75	85	
ω , ср	0,0174	0,0129	0,0079	0,0027	

Делением удвоенной суммы произведений на осевую силу света находится вспомогательный коэффициент k_f (эту величину, иногда называемую коэффициентом формы, не следует смешивать с k_Φ по ГОСТ 13828—74).

Находится сумма значений сил света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° поперечной плоскости ΣI_α , после чего искомый поток

$$\Phi = 2k_f \Sigma I_\alpha. \quad (1-11)$$

Для каждой из полусфер вычисления производятся отдельно.

При косинусном светораспределении в продольной плоскости $k_f = 0,27$.

1-4. ОСВЕЩЕННОСТЬ И СИЛА СВЕТА

В общем случае освещенность точки

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}, \quad (1-12)$$

где E — освещенность, лк; I — сила света по направлению к точке, кд; α — угол между нормалью к поверхности, которой принадлежит точка, и лучом; r — расстояние от источника до точки, м.

Таблица 1-1

Зональные телесные углы

Интервал меридионального угла, град		Телесный угол, ср
Нижняя полу-сфера	Верхняя полу-сфера	
0—10	170—180	0,095
10—20	160—170	0,283
20—30	150—160	0,463
30—40	140—150	0,628
40—50	130—140	0,774
50—60	120—130	0,897
60—70	110—120	0,992
70—80	100—110	1,058
80—90	90—100	1,091
		6,28 = 2 π

Тригонометрические функции

α°	sin	tg	cos ²	α°	sin	tg	cos ²
0	0,000	0,000	1,000	45	0,707	1,000	0,353
1	0,0175	0,0175	0,999	46	0,719	1,036	0,335
2	0,035	0,035	0,998	47	0,731	1,072	0,317
3	0,052	0,052	0,996	48	0,743	1,111	0,299
4	0,070	0,070	0,993	49	0,755	1,157	0,282
5	0,087	0,088	0,989	50	0,766	1,199	0,266
6	0,104	0,105	0,984	51	0,777	1,235	0,249
7	0,122	0,123	0,978	52	0,788	1,280	0,233
8	0,139	0,140	0,971	53	0,799	1,327	0,218
9	0,156	0,158	0,964	54	0,809	1,376	0,203
10	0,174	0,176	0,955	55	0,819	1,428	0,189
11	0,191	0,194	0,946	56	0,829	1,483	0,175
12	0,208	0,213	0,936	57	0,839	1,540	0,161
13	0,225	0,213	0,925	58	0,848	1,600	0,149
14	0,242	0,249	0,913	59	0,857	1,664	0,136
15	0,259	0,268	0,901	60	0,866	1,732	0,125
16	0,276	0,287	0,882	61	0,875	1,804	0,114
17	0,292	0,306	0,874	62	0,883	1,881	0,103
18	0,309	0,325	0,860	63	0,891	1,963	0,094
19	0,326	0,344	0,845	64	0,899	2,050	0,084
20	0,342	0,364	0,830	65	0,906	2,145	0,075
21	0,358	0,384	0,814	66	0,914	2,246	0,067
22	0,375	0,404	0,797	67	0,920	2,356	0,0596
23	0,391	0,424	0,780	68	0,927	2,475	0,0525
24	0,407	0,445	0,762	69	0,934	2,605	0,0460
25	0,423	0,466	0,744	70	0,940	2,747	0,0399
26	0,438	0,488	0,726	71	0,946	2,904	0,0345
27	0,454	0,510	0,707	72	0,951	3,078	0,0294
28	0,469	0,532	0,688	73	0,956	3,271	0,0249
29	0,485	0,554	0,669	74	0,961	3,487	0,0209
30	0,500	0,577	0,649	75	0,966	3,732	0,0173
31	0,515	0,601	0,630	76	0,970	4,011	0,0141
32	0,530	0,625	0,610	77	0,974	4,331	0,0113
33	0,545	0,649	0,590	78	0,978	4,705	0,0090
34	0,559	0,674	0,570	79	0,982	5,14	0,0069
35	0,574	0,700	0,550	80	0,985	5,67	0,0052
36	0,588	0,726	0,530	81	0,988	6,31	0,0038
37	0,602	0,754	0,509	82	0,990	7,12	0,0027
38	0,616	0,781	0,489	83	0,992	8,14	0,0018
39	0,629	0,810	0,469	84	0,994	9,51	0,0011
40	0,643	0,839	0,449	85	0,996	11,43	0,00066
41	0,656	0,869	0,430	86	0,998	14,3	0,00034
42	0,669	0,900	0,410	87	0,999	19,1	0,00014
43	0,682	0,932	0,391	88	0,999	28,6	0,000042
44	0,695	0,966	0,372	89	1,000	57,3	—

Для точки A (рис. 1-1), если она принадлежит горизонтальной плоскости, выражению (1-12) могут быть приданы, в частности, следующие формы:

$$E = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{I_\alpha h}{r^3} = \frac{I_\alpha \cos \alpha \sin^2 \alpha}{d^2}. \quad (1-13)$$

Для вычисления освещенности приведена сокращенная таблица тригонометрических функций (табл. 1-2).

При неизменном h с возрастанием d обычно E монотонно убывает. Характер убывания определяется формой кривой $I_\alpha = f(\alpha)$.

Если с увеличением α происходит возрастание I_α , то в пределах определенных значений d можно получить постоянную или даже возрастающую с увеличением d освещенность.

При неизменном d кривая $E = f(h)$ во всех реальных случаях имеет максимум, определяющий наивыгоднейшую высоту, которая при косинусном светораспределении равна d , при равномерном светораспределении $d/\sqrt{2}$.

Освещенность точек негоризонтальных поверхностей часто определяется умножением горизонтальной освещенности на коэффициент ψ (см. гл. 6).

Коэффициент ψ равен отношению кратчайшего расстояния источника от данной освещаемой поверхности («высоты» его над последней) к его высоте над проведенной через данную точку горизонтальной поверхностью.

Для вертикальной плоскости $\psi = \operatorname{tg} \alpha$, если считать точку A (рис. 1-1) лежащей в плоскости I (перпендикулярной OA), и $\psi = p : h$, если A лежит в плоскости II (общий случай).

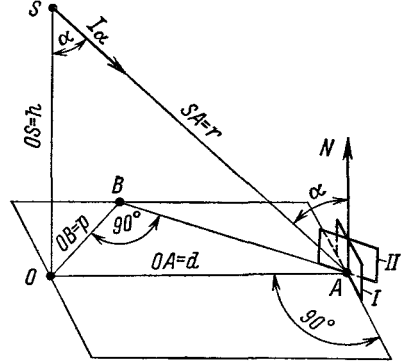


Рис. 1-1. Освещенность точки

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

2-1. ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

Несмотря на расширяющееся применение газоразрядных ламп, лампы накаливания (ЛН) остаются численно преобладающими в выпуске источников света.

Основные особенности ламп накаливания:

изготовление в широком сортаменте, на самые разные мощности и напряжения и различных типов, приспособленных к определенным условиям применения;

непосредственное включение в сеть без дополнительных аппаратов; работоспособность (хотя и с резко изменяющимися характеристиками) даже при значительных отклонениях напряжения сети от номинального;

незначительное (около 15%) снижение светового потока к концу срока службы; почти полная независимость от условий окружающей среды (вплоть до возможности работать погруженной в воду), в том числе от температуры;

компактность.

Недостатками ЛН являются их низкая световая отдача, преобладание в спектре излучений желто-красной части спектра, ограниченный срок службы.

Основными характеристиками лампы являются номинальные значения напряжения, мощности, светового потока (иногда — силы света), срок службы, а также габаритные размеры (полная длина L , диаметр D , высота светового центра H от центрального контакта резьбового цоколя или штифтов штифтового цоколя до центра нити).

Наиболее употребительные типы цоколей (второстепенные признаки здесь и в таблицах, приведенных ниже, опущены): Е — резьбовой; Bs — штифтовый одноконтный; Vd — штифтовый двухконтный. (Последующие буквы обозначают диаметр резьбы или цоколя.)

Применяются также фокусирующие (P), гладкие цилиндрические софитные (SV) и некоторые другие цоколи.

Габаритные размеры наиболее распространенных типов резьбовых патронов для ламп приведены на рис. 2-1.

Для некоторых ламп возможно варьирование типа цоколей.

В маркировке ламп общего назначения буква В означает вакуумные лампы, Г — газонаполненные, Б — биспиральные газонаполненные, БК — биспиральные криптоновые.

Большое значение имеет зависимость характеристик ЛН от фактически подводимого напряжения (табл. 2-1).

С повышением последнего возрастает температура накала нити и, как следствие, свет становится белее, быстро возрастает поток и несколько медленнее световая отдача, резко уменьшается срок службы.

Технические данные наиболее употребительных ЛН приведены в табл. 2-2—2-8. Изготавливается и большое число других типов ЛН, данные которых приводятся в каталогах серии СИ, в том числе лампы рудничные, для метро, для светофоров, проекционные, для фотографии, миниатюрные и сверхминиатюрные, светозмерительные, коммутаторные и многие другие.

Представляют интерес лампы-светильники (табл. 2-9 — 2-10) с зеркальными или диффузными отражающими слоями на колбах. Кривые силы света зеркальных ламп приведены на рис. 2-2.

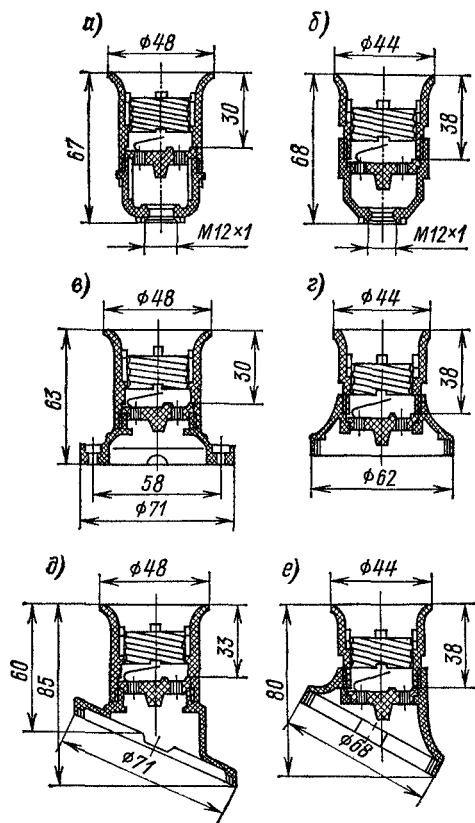


Рис. 2-1. Патроны с резьбой E27 для ламп накаливания: а и б — подвесные с резьбой для ввинчивания; в и г — прямые потолочные; д и е — стенные наклонные

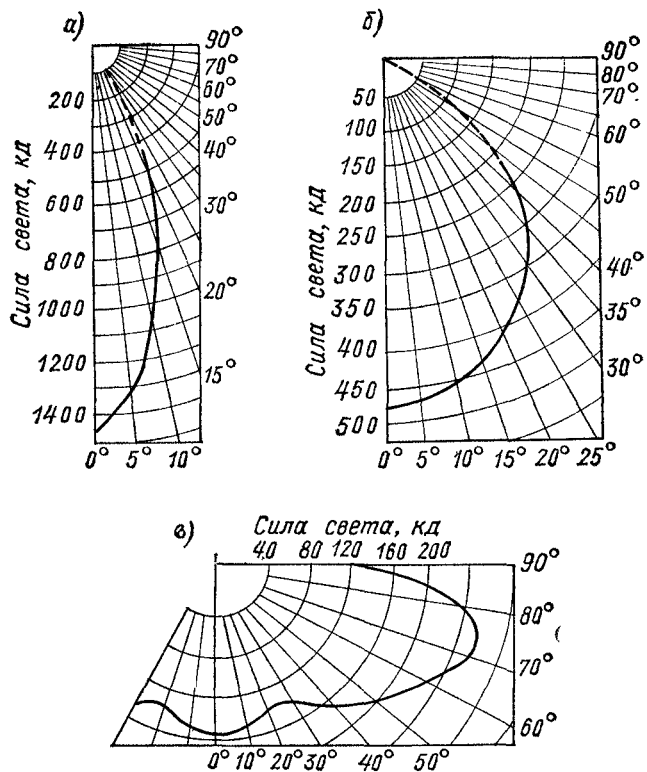


Рис. 2-2. Кривые силы света (на 1000 лм) зеркальных ламп: а — типа 3К, б — типа 3С, в — типа 3Ш

**Зависимость параметров ламп накаливания
от фактически подводимого напряжения
(в процентах от номинальных значений)**

Напря- жение	Ток	Мощность	Сопроти- вление	Световой поток	Световая отдача	Срок службы
50	69	34	74	6,5	19	—
55	72	40	76	10	25	—
60	76	46	78	14,5	31	—
65	79	52	81	20,5	39	—
70	83	58	84	27	47	—
75	86	64	88	35	55	—
80	89	71	90	45	63	—
85	92	78	93	56	72	1000
90	95	85	95	70	82	500
92	96	88	96	75	85	350
94	97	91	97	81	89	260
96	98	94	98	86	92	200
98	99	97	99	93	96	130
100	100	100	100	100	100	100
102	101	103	101	107	104	75
104	102	107	102	115	107	60
106	103	110	102	122	111	40
108	105	114	103	129	113	—
110	106	117	103	137	117	—

Таблица 2-2

**Технические данные ламп накаливания общего назначения
(по ГОСТ 2239—70)**

Мощ- ность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм, ламп при напряжении, В, равном				Размер, мм		
		127	127—135	220	220—235	D	L	H
15	В	135	110	105	85	61	107	—
25	В	260	195	220	190			
40	Б	490	370	400	300	61	114	
40	БК	520	—	460	—	46	90	
60	Б	820	650	715	550	61	114	
60	БК	875	—	790	—	51	96	
100	Б	1 560	1 250	1 350	1 090	66	129	
100	БК	1 630	—	1 450	—	61	105	

Мощность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм, ламп при напряжении, В, равном				Размер, мм		
		127	127—135	220	220—235	D	L	H
150	Г	2 300	—	2 000	—	81	175	—
150	Б	—	2 000	2 100	1 840			
200	Г	3 200	2 780	2 800	—			130
200	Б	—	—	2 920	2 540			
300	Г	4 950	—	4 600	4 000	112	240	180
500	Г	9 100	—	8 300	7 200	152	345	250
750	Г	—	—	13 100	—			
1 000	Г	19 500	—	18 600	—			
1 500	Г	29 600	—	29 000	—	167	345	250

Примечание 1. Полное обозначение типа лампы складывается из букв В, Б, Г или БК и цифр, обозначающих напряжение и мощность, например В220-15 или Б220-235-150.

2. Лампы мощностью до 150 Вт могут изготавливаться в матированных, молочных колбах или опалиновых (обозначения МГ, МЛ и ОП соответственно) с уменьшением светового потока на 3% при матированных и опалиновых колбах и на 20% — при молочных колбах.

3. Лампы мощностью до 300 Вт изготавливаются с цоколем Е27, лампы мощностью 300 Вт могут поставляться с цоколем Е27 и Е40 (длина лампы L с цоколем Е27 равна 236 мм и высота светового центра H = 175 мм), лампы большей мощностью (500, 750, 1000 и 1500 Вт) изготавливаются с цоколем Е40.

4. Допускается по требованию потребителя изготовление ламп мощностью до 200 Вт включительно с цоколем В22d с уменьшением L на 2 мм и H на 8 мм.

5. Лампы типа БК (биспиральные криптоновые) выпускаются в прозрачных грибовидной формы колбах.

6. Срок службы ламп. 1000 ч — для ламп 127 и 220 В, 2500 ч — для ламп 127—135 и 220—235 В.

7. Лампы на напряжение 127—135 и 220—235 В предназначены для сетей, в которых напряжение может длительно превосходить номинальное; световой поток и срок службы указаны для номинального напряжения.

Таблица 2-3

Технические данные ламп накаливания для местного освещения

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм			ГОСТ, ТУ
				D	L	H	
МО12-15	12	15	200	61	108	73	ГОСТ 1182—72
МО12-25		25	380				
МО12-40		40	620				
МО12-60		60	850				

Тип лампы	На- пряже- ние, В	Мощ- ность, Вт	Свето- вой, поток, лм	Размер, мм			ГОСТ, ТУ
				D	L	H	
МО36-25	36	25	300	61	108	73	ГОСТ 1182—72
МО36-40		40	600				
МО36-60		60	800				
МО36-100		100	1550	66	129	94	
МОД12-25	12	25	270	71	104	—	ТУ16—535.285—69
МОД12-40		40	480				
МОД12-60		60	810				
МОД36-25	36	25	240	81	133	—	
МОД36-40		40	400				
МОД36-60		60	720				
МОД36-100		100	1380				
МО312-40	12	40	400	71	109	—	ТУ 16—535.132—68
МО312-60		60	660				
МО336-40	36	40	350	81	109	—	
МО336-60		60	650				
МО336-100		100	1200				

Примечание. 1. МОД — лампа-светильник с отражающим диффузным слоем; МОЗ — то же, с зеркальным.

2. Цоколь у всех ламп E27.

3. Допускается изготовление ламп типа МО с цоколем типа В22d, но при этом длина лампы L уменьшается на 2 мм, а высота светового центра H — на 8 мм.

4. Срок службы ламп 1000 ч.

**Технические данные ламп накаливания в цилиндрических баллонах
(ГОСТ 5011—69)**

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм		Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)
				D	L	
Ц60-10	60	10	60	20	86	B15d
Ц127-10			50	20		B15d
Ц127-10-1			50	31		E27
Ц127-15	15	105	20	E14		
Ц127-15-1		105	31	E27		
Ц127-25	25	25	190	25		E14
Ц127-25-1			190	31		E27
Ц135-25			135	188		31	E27
Ц220-10	220	10	45	25		E14
Ц220-10-1			45	31		E27
Ц220-15		15	80	25	E14	
Ц220-15-1			80	31	E27	
Ц220-25		25	170	25	E14	
Ц220-25-1			170	31	E27	

Примечание. 1. Срок службы ламп 1000 ч.
2. По требованию потребителя допускается замена цоколя E14 цоколем B15d (при этом длина лампы L должна быть не более 79 мм) и замена цоколя E27 цоколем B22d.

Таблица 2-5

**Технические данные ламп накаливания свечеобразных типа Д
(ОСТ 160.535.010—73)**

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Д127-25	127	25	215
Д127-40-1		40	440
Д220-25	220	25	200
Д220-40-1		40	350
Д220-60-1		60	750

Продолжение табл. 2-5

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
ДОП127-25 ДОП127-40-1	127	25	208
		40	426
ДОП220-25 ДОП220-40-1 ДМЛ220-25 ДМЛ220-40 ДМЛ220-60	220	25	194
		40	340
		25	160
		40	280
		60	606

Примечание. 1. Лампы ДОП имеют колбу опалинового стекла; ДМЛ — молочного стекла; остальные — прозрачную колбу.

2. Лампы могут поставляться с цоколем Е27 (длина лампы 123 мм) или с цоколем Е14 (длина лампы 118 мм); диаметр колб ламп 44 мм.

Таблица 2-6

Технические данные автомобильных ламп накаливания
(ГОСТ 2023—66)

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Сила света, кд	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Размер, мм			Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)
						D	L	H	
A6-1	6	1,8	1	12,6	750	12	24	15	BA9s
A6-2		3,5	2	25,1	500	15	29	15	
A6-3		4,7	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A6-6		7,4	6	75,4	500	20	39	21	
A6-10		11,5	10	125	200	26	51	31	
A6-15		14	15	189	300	26	51	31	
A6-21		20	21	264	300	26	51	32	
A12-1	12	2,1	1	12,6	750	12	24	15	BA9s
A12-1,5		3,1	1,5	18,9	750	15	29	15	
A12-3		5,9	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A12-6		8,2	6	75,4	500	20	39	21	
A12-15		14,3	15	189	300	26	51	31	
A12-21		19	21	264	300	26	51	32	
A12-21-2		19	21	264	300	36	60	29		P42s
A12-32		27,7	32	402	300	36	60	29	
A12-80		80	—	1440	150	36	60	29	
A24-1	24	2,5	1	12,6	750	11	30	22	BA9s
A24-3		6,8	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A24-21		20	21	264	200	26	51	32	

Примечание. 1. Срок службы ламп указан при расчетном напряжении, несколько превышающем номинальное.

2. В таблицу не включены лампы с двумя нитями.

Таблица 2-7

Технические данные железнодорожных ламп накаливания
(ГОСТ 1181—65)

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм		Срок службы, ч	Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)	Форма колбы
				D	L			
Ж24-25	24	25	250	43	70	1000	B22d	Обычная
Ж54-10	54	10	65	31	83	1000	B22d	Пальцеобразная
Ж54-15		15	110	28	85	400	P19s	Цилиндр с цоколями по концам
Ж54-25		25	230	61	104	1000	B22d	Обычная
Ж54-40		40	430					
Ж54-60	60	720						
Ж80-60	80	60	660	61	104	1000	B22d	

Примечание. 1. Лампы могут выпускаться в матированных колбах с уменьшением светового потока на 3%.

2. Лампы могут выпускаться с цоколем E27 взамен цоколя B22d (при этом длина лампы L увеличивается на 3 мм).

Таблица 2-8

Технические данные судовых ламп накаливания
(ГОСТ 1608—70)

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм			Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)	Форма колбы	Старые условные обозначения ламп (для справок)
				D	L	H			
C24-25-1	24	25	300	51	75	55	E27	Обычная	C61
C24-40-1		40	520						
C24-60-1		60	840						
C24-100		100	1400	81	159	118			C15
C110-25	110	25	180	61	107	67	E27	Обычная	C29
C110-25-1		25	180	51	75	55			C51
C110-40		40	304	61	107	67			C21
C110-40-1		40	304	51	75	55			C52
C110-60		60	570	66	111	67			C22
C110-60-1		60	516	51	75	55			C53
C127-8	127	8	42	20	61	48	E14	Цилиндрическая	C31

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	Свето- вой поток, лм	Размер, мм			Тип цоколя (ГОСТ 17101-71)	Форма колбы	Старые условные обозначе- ния ламп (для справок)
				D	L	H			
C127-25	127	25	220	61	107	67	E27	Обычная	C23
C127-25-1		25	180	51	75	55			C54
C127-40		40	330	61	107	67			C24
C127-40-1		40	304	51	75	55			C55
C127-60		60	520	66	111	67			C25
C127-60-1		60	516	51	75	55			C56
C220-25	220	25	153	61	107	67	E27	Обычная	C26
C220-25-1		25	153	51	75	55			C57
C220-40		40	320	61	107	67			C27
C220-40-1		40	268	51	75	55			C58
C220-60		60	480	66	111	67			C28
C220-60-1		60	432	51	75	55			C59

Примечание. 1. Срок службы: ламп типа С24-60-1, С110-60-1, С127-60-1 и С220-60-1 — 700 ч; прочих — 1000 ч.

2. По требованию потребителей допускается: для ламп типов С24-100, С110-25, С110-40, С110-60, С127-25, С127-40, С127-60, С220-25, С220-40 и С220-60 замена цоколя типа E27 цоколем В22d (ГОСТ 17101-71) с уменьшением длины лампы L на 3 мм и высоты светового центра H — на 10 мм; для ламп типов С24-25-1, С24-40-1, С24-60-1, С110-25-1, С110-40-1, С110-60-1, С127-25-1, С127-40-1, С127-60-1, С220-25-1, С220-40-1 и С220-60-1 замена цоколя типа E27 цоколем типа E27-1A (A обозначает, что цоколь с насечкой); для ламп типа С127-8 замена цоколя типа E14 цоколем типа В15d; изготовление ламп всех типов, кроме С24-100, в матированной колбе с уменьшением светового потока на 4%.

Таблица 2-9

Технические данные зеркальных ламп накаливания

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	Осевая си- ла света, кд	Размер, мм		Срок служ- бы, ч	Технические условия
				D	L		
ЗК127-40	127	40	630	91	136	1 000	ТУ 16—535.508—70
ЗК127-60		60	1 060	91	136		
ЗК127-100		100	2 000	97	144		
ЗК127-150		150	1 700	127	185	1 500	ТУ 16—535.539—71
ЗК127-200		200	2 300	127	185		
ЗК127-300		300	3 500	127	185		
ЗК127-300-1	4 300		180	267	750	ТУ 16—535.549—71	

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	Осевая си- ла света, кд	Размер, мм		Срок служ- бы, ч	Технические условия
				D	L		
ЗК127-300-2	127	300	3 100	127	185	750	ТУ 16—535.535—71
ЗК127-500		500	9 000	180	267	1 500	ТУ 16—535.539—71
ЗК127-500-1			7 500	180	267	750	ТУ 16—535.549—71
ЗК127-750		750	16 800	201	267	1 500	ТУ 16—535.539—71
ЗК127-1 000		1 000	21 800	201	267		
ЗК220-40	220	40	530	91	136	1 000	ТУ 16—535.508—70
ЗК220-60		60	890	91	136		
ЗК220-100		100	1 780	97	144		
ЗК220-100-2			2 100	111	140		
ЗК220-150		150	1 400	127	185	1 500	ТУ 16—535.539—71
ЗК220-200		200	1 900	127	185		
ЗК220-300		300	2 900	127	185		
ЗК220-300-1			3 600	180	267	750	ТУ 16—535.549—71
ЗК220-500		500	5 050	180	267	1 500	ТУ 16—535.539—71
ЗК220-500-1			6 400	180	267	750	ТУ 16—535.549—71
ЗК220-750	750	15 000	201	267	1 500	ТУ 16—535.539—71	
ЗК220-1 000	1 000	20 600	201	267			

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	Осевая си- ла света, кд	Размер, мм		Срок служ- бы, ч	Технические условия
				D	L		
ЗС127-40	127	40	210	73	122	1 000	ТУ 16—535.508—70
ЗС127-60		60	350	73	122		
ЗС127-100		100	670	87	128		
ЗС220-40	220	40	180	73	122		
ЗС220-60		60	300	73	122		
ЗС220-100		100	590	87	128		
ЗС240-100	240	100	520	87	128	1 500	
ЗШ220-300	220	300	4 100	134	250	1 250	ТУ 16—535.531—71
ЗШ220-500		500	7 560	134	250		
ЗШ220-750		750	12 230	162	300		
ЗШ220-1000		1 000	17 200	162	300		

Примечание. 1. Обозначения типа ламп ЗК — зеркальная концентрированного светораспределения; ЗС — зеркальная среднего светораспределения; ЗШ — зеркальная широкого светораспределения

2. Лампы мощностью до 300 Вт изготавливаются с цоколем Е27, лампы мощностью 300 Вт — ЗК127-300-1 и ЗК220-300-1 и выше 300 Вт — с цоколем Е40.

3. Для ламп ЗК127-300-1, ЗК127-500-1, ЗК220-300-1, ЗК220-500-1, а также ламп типа ЗШ в графе «Осевая сила света, кд» даны световые потоки в люменах. —

4. Типовые кривые распределения силы света даны на рис. 2-2.

Таблица 2-10

**Технические данные ламп накаливания с диффузным отражающим слоем
со стороны цоколя
(ОСТ 160.535.009—73)**

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм	
				D	L
ДБ127-40	127	40	390	71	105
ДБ127-60		60	640		
ДБ127-100		100	1260	81	130
ДБ127-150		150	2040	96	165
ДБ127-200		200	2860		

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм	
				<i>D</i>	<i>L</i>
ДБ220-40	220	40	340	71	105
ДБ220-60		60	580	81	130
ДБ220-100		100	1110		
ДБ220-150		150	1740	96	165
ДБ220-200		200	2500		
ДБ220-300		300	3700	106	195
ДБК220-60		60	650	51	96
ДБК220-100		100	1190	56	101

Примечание. 1. Лампы мощностью до 200 Вт изготавливаются с цоколем E27, лампы мощностью 300 Вт — с цоколем E27 и E40 (по заказу).

2. Допускается по требованию потребителей изготовление ламп мощностью до 200 Вт с цоколем типа B22d (ГОСТ 17101—71), при этом длина лампы *L* уменьшается на 2 мм.

3. Срок службы ламп 1000 ч.

Таблица 2-11

Технические данные кварцевых галогенных осветительных ламп

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Размер, мм		Технические условия
					<i>L</i>	<i>D</i>	
КГ220-1000-5	220	1 000	22 000	2 000	189	10,75	ТУ 16—535.253—69
КГ220-1500		1 500	33 000		254		
КГ220-2000-4		2 000	44 000		335		
КГ220-5000-1		5 000	110 000		520	20	ЮС 3.371.269, ТУ
КГ220-10000-1		10 000	220 000		675	26	—

Примечание. 1. При эксплуатации лампа должна находиться в горизонтальном положении. Отклонение не должно превышать 4°.

2. Цоколи ламп могут быть ножевыми и торцевыми.

3. Лампы типа КГ-10000-1 — новая разработка ВНИИС

Перспективной разновидностью ЛН являются галогенные лампы (табл. 2-11).

Применяемые для освещения лампы этого типа имеют трубчатую форму с цилиндрическими керамическими (с центральным металлическим контактом) или ножевыми металлическими цоколями по концам и отличаются от ламп

общего назначения особой компактностью, существенно более белым светом, улучшенной цветопередачей, двойным сроком службы. Намечается выпуск этих ламп мощностью до 20 кВт.

2-2. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ

Широко применяемые в осветительных установках трубчатые люминесцентные ртутные лампы (ЛЛ) низкого давления имеют ряд существенных преимуществ, в числе которых:

высокая световая отдача, достигающая 75 лм/Вт;

большой срок службы, доходящий у стандартных ламп до 10000 ч;

возможность иметь источники света различного спектрального состава при лучшей для большинства типов цветопередаче, чем у ламп накаливания; относительно малая (хотя и создающая ослепленность) яркость, что в ряде случаев является достоинством.

Основными недостатками ламп являются:

относительная сложность схемы включения;

ограниченная единичная мощность и большие размеры при данной мощности;

невозможность переключения ламп, работающих на переменном токе, на питание от сети постоянного тока;

зависимость характеристик от температуры внешней среды; для обычных ламп оптимальная температура окружающего воздуха 18—25° С; при отклонении температуры от оптимальной световой поток и световая отдача снижаются; при $t \leq 10^\circ \text{C}$ зажигание не гарантируется;

значительное снижение потока к концу срока службы; по истечении последнего поток должен быть не менее 54% номинального;

вредные для зрения пульсации светового потока с частотой 100 Гц при переменном токе 50 Гц; они могут быть устранены или уменьшены только при совокупном действии нескольких ламп при соответствующих схемах включения.

При действующих нормах, в которых разрыв между значениями освещенности для ламп накаливания и газоразрядных ламп в большинстве случаев не превышает двух ступеней, высокая световая отдача и большой срок службы ЛЛ, так же как ламп ДРЛ, делают их в большинстве случаев (кроме некоторых работ низших разрядов) более экономичными, чем лампы накаливания как по расходу энергии, так и по годовым затратам.

Технические данные основных типов ЛЛ приведены в табл. 2-12 и 2-13.

Для стандартизированных ламп ТПЭП рекомендует в качестве расчетных значений принимать средний поток между номинальным и наименьшим значением.

Все лампы, кроме кольцевых, имеют на концах двухштырьковые цоколи. Патроны и стартеродержатели для ламп, получившие наибольшее распространение, показаны на рис. 2-3.

Буквы в обозначениях основных типов ламп расшифровываются: Д — дневного света, Б — белая, ХБ — холодно-белая, ТБ — тепло-белая, Ц — правильной цветопередачи, Р — рефлекторная (с внутренним отражающим слоем в пределах двугранного угла примерно 240°); U- и W-образные лампы отмечаются соответствующими буквами, кольцевые — буквой К.

Важной задачей является увеличение единичной мощности ламп, однако освоение ламп мощностью свыше 80 Вт встречало до сих пор значительные трудности и лампы получались с малоудовлетворительными характеристиками. Видимо, реальными на ближайшее время будут только лампы 150 Вт.

Выпускаются цветные лампы, поток которых указан в скобках, а размеры те же, что и у обычных ламп: красная ЛК40 (310), зеленая ЛЗ40 (2000), желтая ЛЖ40 (1360), голубая ЛГ40 (800), розовая ЛР40 (520).

Начат выпуск амальгамных ламп ЛБА-40 и ЛБА-80. Их основное назначение — избежать снижения световой отдачи ламп при повышении температуры внешней среды. Это достигается тем, что при замене чистой ртути амальгамами

Таблица 2-12

Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм, после 100 ч горения			Длина лампы, мм		Диаметр, мм	ГОСТ, ТУ
				номинальный	минимальный	расчётное значение	без штырьков	со штырьками		
ЛБ4-1 (2) ЛБ6-1 (2) ЛБ8-3	4 6 8	30 46 61	0,15 0,15 0,17	100 220 360	— — —	— — —	136 212 288	150 226 302	16	ТУ 16.535.374—70
ЛДЦ15-4 ЛД15-4 ЛХБ15-4 ЛТБ15-4 ЛБ15-4	15	54	0,33	500 590 675 700 760	450 530 605 630 680	475 560 640 665 720	437,4	451,6	27	ГОСТ 6825—70
ЛДЦ20-4 ЛД20-4 ЛХБ20-4 ЛТБ20-4 ЛБ20-4	20	57	0,37	820 920 935 975 1180	735 825 840 875 1060	780 870 890 925 1120	589,8	604,0	40	ГОСТ 6825—70
ЛДЦ30-4 ЛД30-4 ЛХБ30-4 ЛТБ30-4 ЛБ30-4	30	104	0,36	1450 1640 1720 1720 2100	1305 1475 1490 1545 1890	1375 1560 1605 1635 1995	894,6	908,8	27	ГОСТ 6825—70
ЛДЦ40-4 ЛД40-4 ЛХБ40-4 ЛТБ40-4 ЛБ40-4 ЛХБЦ40-1	40	103	0,43	2100 2340 2600 2580 2000	1890 2105 2340 2320 2700 —	1995 2225 2470 2450 2850 2000	1199,4	1213,6	40	ГОСТ 6825—70 ТУОСН 539.022

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм, после 100 ч горения			Длина лампы, мм		Диаметр, мм	ГОСТ, ТУ
				номинальный	минимальный	расчетное значение	без штырьков	со штырьками		
ЛДЦ65-4 ЛД65-4 ЛХБ65-4 ЛТБ65-4 ЛБ65-4	65	110	0,67	3050 3570 3820 3980 4550	2745 3210 3435 3580 4095	2900 3390 3630 3780 4325	1500,0	1514,2	40	ГОСТ 6825—70
ЛДЦ80-4 ЛД80-4 ЛХБ80-4 ЛТБ80-4 ЛБ80-4	80	102	0,865	3560 4070 4440 4440 5220	3200 3650 3995 4165 4695	3380 3865 4220 4300 4960	1500,0	1514,2	40	ГОСТ 6825—70
ЛХБ150	150	90	1,9	8000	—	—	1500	1524,2	40	ТУОСП.539.013
ЛБР4 ЛБР4-2	4	36 34	0,1 0,15	100 110	—	—	136	140	16	ТУ 16.535.489—71
ЛБР40-1 ЛХБР40	40	103	0,43	2250 2080			1199,4	1213,6	40	ТУ 16.535.558—71
ЛБР80-1 ЛХБР80	80	102	0,865	4160 3460			1500,0	1514,2	40	

Примечание. 1. Данные таблицы распространяются на люминесцентные лампы, предназначенные для работы в стартерной схеме включения.

2. Лампы типов ЛБР и ЛХБР — с рефлекторным отражающим слоем.

3. Срок службы ламп: ЛБР4 и ЛБР4-2 — 1000 ч; ЛБ4 (6,8) — 3000 ч; ЛХБ150 — 4000 ч; ЛХБР40, ЛХБР80 и ЛБР80-1 — 7500 ч, прочих ламп — 10 000 ч.

4. По вновь утвержденному ГОСТ 6825—74 с 1/1—1977 г. увеличиваются номинальные потоки ламп; ЛБ40 до 3120 лм; ЛХБ40 до 3000 лм; ЛТБ40 до 3000 лм; ЛБ65 до 4650 лм; ЛДЦ80 до 3740 лм.

Таблица 2-13

Технические данные U-, W-образных и кольцевых люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы А	Световой поток, лм, после 100 ч горения	Срок службы, ч	Размер, мм			Технические условия
						D	L	B	
ЛБУ8БЗ-1	8	61	0,17	300	3000	16	146	30	ТУ 16.535.323--71
ЛБУ15	15	58	0,3	630	7500	25	240	86	ТУ 16.535.119--67
ЛБУ20	20	60	0,35	800		38	322	135	
ЛБУ30	30	104	0,36	1680		25	465	86	
ЛБУ40	40	108	0,41	2360		38	626	136	
ЛБУ80	80	108	0,82	3680		38	776	135	
ЛБW30 ЛДЦW30	30	104	0,36	1400 1000	5000	27	230	231	ТУ 16.535.144--68
ЛБК20	20	68	0,33	820	5000	33	236	170	ТУ 16.535.201--68
ЛБК22 ЛБК32	22 32	66 82	0,38 0,41	850 1500		29,5	216 311	157 252	ТУ 16.535.505--71
ЛБК40	40	110	0,44	2200	7500	412	353		

Примечание: В графах «L» и «B» для U- и W-образных ламп указаны размеры описанного прямоугольника, для кольцевых ламп (типа ЛБК) — размеры наружного и внутреннего диаметров.

давление насыщенных паров достигает оптимального уровня при более высокой температуре.

По размерам и световому потоку они не отличаются от обычных. Лампы являются двухрежимными. Для работы в низкотемпературном режиме (5—30° С) лампы поворачиваются в вертикальное положение маркированным концом вверх, вставляются в держатель (поворот лампы маркированным концом). Для работы в высокотемпературном режиме (30—60° С) сохраняются те же указания, но по отношению к немаркированному концу. Перевод из первого режима во второй недостатком, обратный — возможен.

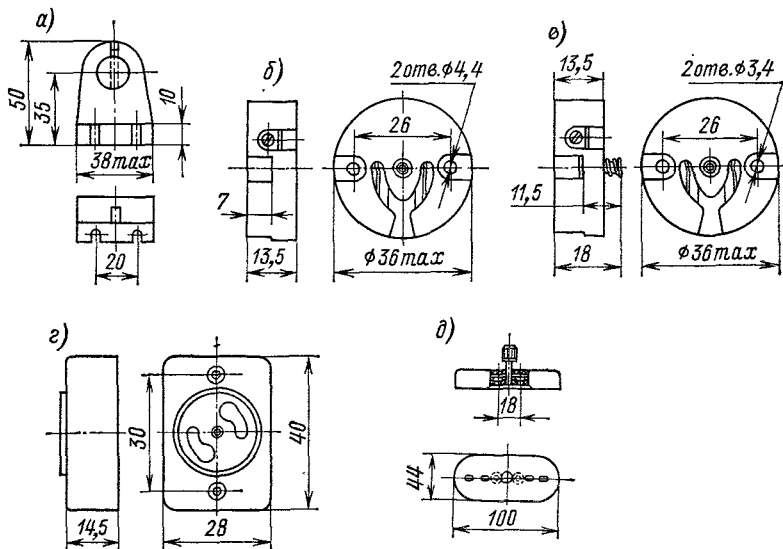


Рис. 2-3. Некоторые типы патронов для люминесцентных ламп:
 а — стоечные (С13Л-04-У4 и С13Л-08-У4); б — круглые без компенсации длины (Т13Л-02-У4 и Т13Л-01-У4); в — круглые с компенсацией длины (Т13ЛК-02-У4 и Т13ЛК-01-У4); г — для стартеров (ЛО4-У4 и ЛО8-У4); д — для V-образных ламп (ТУ13Л-01-У4)

Для бесстартерных схем должны применяться специальные лампы, отличающиеся, в частности, проводящей плоской на колбе, еще не выпускаемые массовым производством. Обычные лампы 20—40 Вт достаточно удовлетворительно работают в бесстартерных схемах.

Отклонения напряжения от номинала меньше влияют на световой поток ЛЛ, чем ламп накаливания (около ± 1 —1,5% потока на $\pm 1\%$ напряжения), но при напряжении менее 90% номинального, практически же при несколько меньшей величине, зажигания ламп не обеспечивается.

Большое значение имеет правильный выбор спектрального типа ламп. Все лампы, кроме цветных и ЛТБ, существенно превосходят по качеству цветопередачи лампы накаливания, далеко, однако, не полностью приближаясь к естественному свету из-за малого излучения в красной части спектра и наличия выраженных линий излучений ртути.

Эти недостатки частично компенсированы в лампах, обозначение типа которых включает букву Ц.

Помимо ламп, включенных в табл. 2-12, сейчас начинается выпуск ламп ЛХБЦ (вероятное новое обозначение — ЛЕ) и ЛТБЦ, из которых последние преимущественно предназначены для жилых помещений.

По ряду причин трудно конкретно и в общем виде оценить лампы по качеству цветопередачи. До сих пор универсальными, предпочтительными во всех случаях при отсутствии высоких требований к цветопередаче признавались лампы ЛБ, имеющие наивысшую световую отдачу и наименьший коэффициент пульсации потока. Лампы ЛТБ, напротив, применялись только в помещениях, не предназначенных для работы. Из других типов ламп лучшими признавались ЛХБ, лампы же ЛД и ЛДЦ, вопреки их названию, часто получали отрицательную оценку. Последние опыты ТПЭП с новыми лампами позволяют дать наивысшую оценку лампам ЛХБЦ и в меньшей степени лампам ЛДЦ четвертой модификации.

Для оздоровительного облучения применяются эритемные люминесцентные лампы, для стерилизации окружающей среды — бактерицидные (табл. 2-14).

Таблица 2-14

Технические данные специальных люминесцентных ламп

Тип лампы ¹	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Эритемная ² облученность, мэр/м ²	Срок службы, ч	Размер, мм		Технические условия	
						D	L		
							без штырьков		со штырьками
ЛЭ15-ХЛ4.2	15	54	0,3	35	5000	30	437,4	451,6	ТУ 16.535.274—74
ЛЭ30-1-ХЛ4.2	30	104	0,34	85	5000		894,6	909,6	
ЛЭР30		104	0,36	120	3000		38	1199,4	1214,4	ТУ 16.535.490—71
ЛЭР40	40	103	0,43	140	2000	30				437,4	452,4	ТУ 16.535.393—70
ДБ15	15	58	0,3	2 ³	2000		30	894,6	909,6			ТПЗ.379.065ТУ
ДБ30-1	30	108	0,34	6 ³	3000	ТУ 16.535.273—69			

¹ Обозначения ламп: ЛЭ — эритемная лампа; ЛЭР — эритемная лампа рефлекторная; ДБ — бактерицидная лампа.

² Эритемная облученность, создаваемая лампой на расстоянии 1 м.

³ Бактерицидный поток для ламп типа ДБ15 и ДБ30 в бактах.

2-3. ЛАМПЫ ТИПОВ ДРЛ И ДРИ

Достоинствами ламп ДРЛ являются:

высокая световая отдача (до 55 лм/Вт);

большой срок службы (10 000 ч);

компактность;

некритичность к условиям внешней среды (кроме очень низких температур).

Недостатками ламп следует считать:

преобладание в спектре лучей сине-зеленой части, ведущее к неудовлетворительной цветопередаче, что исключает применение ламп в случаях, когда объектами различения являются лица людей или окрашенные поверхности;

возможность работы только на переменном токе;

необходимость включения через балластный дроссель;

длительность разгорания при включении (примерно 7 мин) и начало повторного зажигания после даже очень кратковременного перерыва питания лампы лишь после остывания (примерно 10 мин);

пульсации светового потока, большие, чем у люминесцентных ламп;

значительное снижение светового потока к концу срока службы.

Технические данные ламп ДРЛ приведены в табл. 2-15.

В стадии внедрения находятся рефлекторные лампы с внутренним отражающим слоем (тип ДРЛР).

Начат выпуск также весьма перспективных металлогалогенных ламп типа ДРИ (табл. 2-16), внешне отличающихся от ламп ДРЛ отсутствием люминофорного слоя на колбе. Они характеризуются высокой светоотдачей (до 100 лм/Вт) и значительно лучшим спектральным составом света, но срок их службы существенно меньше, чем ламп ДРЛ, а схема включения сложнее, так как, помимо балластного дросселя, содержит поджигающее устройство. Особенно перспективно применение ламп ДРИ в качестве источников света для щелевых световодов, чему способствуют высокая единичная мощность и малые размеры светящего тела.

Таблица 2-15

Технические данные ламп ртутных дуговых высокого давления с исправленной цветностью (ГОСТ 16534—70 с изменением № 1)

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А		Световой поток, лм, после 100 ч горения (с 1/VI 1976 г.)	Размер, мм		Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)
			рабочий	пусковой		D	L	
ДРЛ80	80	115	0,8	1,68	3 200	81	165	E27
ДРЛ125	125	125	1,25	2,6	5 600	91	184	
ДРЛ250	250	130	2,15	4,50	11 000	91	227	E40
ДРЛ400	400	135	3,25	7,15	19 000	122	292	
ДРЛ700	700	140	5,45	12,00	35 000	152	368	
ДРЛ1000	1 000	145	7,50	16,50	50 000	181	410	

Примечание. Срок службы ламп 10 000 ч.

Таблица 2-16

Технические данные металлогалогенных ламп (ТУ 16.545.038—75)

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Размер мм	
					D	L
ДРИ250	250	220	18 700	3 000	91	227
ДРИ400	400	220	32 000	4 000	91	227
ДРИ700	700	220	59 500	5 000	122	292
ДРИ1000	1 000	220	90 000	3 000	122	292
ДРИ2000	2 000	380	190 000	1 000	100	420

2-4. ЛАМПЫ ДКСТ

Дуговые ксеноновые трубчатые лампы ДКСТ (табл. 2-17) при низкой световой отдаче и ограниченном сроке службы отличаются наиболее близким к естественному дневному спектральным составом света и наибольшей из всех источников света единичной мощностью.

Первое достоинство практически не используется, так как лампы внутри зданий не применяются, второе обуславливает их широкое применение для освещения больших открытых незагроможденных пространств при установке на высоких мачтах.

Технические данные ксеноновых ламп типа ДКсТ
(по данным каталога ЦНИИ «Электроника», 1975)

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм	Размер, мм		Срок службы, ч
					D	L	
ДКсТ5000	5 000	110 ¹	44	98 000	22	640	300
ДКсТ10000	10 000	220	46	260 000	35	1 260	750 ²
ДКсТ20000	20 000	380	56	694 000	34	1 990	500 ²
ДКсТ50000	50 000	380	140	2 230 000	42	2 610	500 ²

Примечание: 1. Лампы 5000 Вт попарно последовательно включаются в сеть 220 В.
2. При стабилизации напряжения средний срок службы лампы может достигать 3000 ч.

Недостатками ламп являются очень большие пульсации светового потока, избыток в спектре ультрафиолетовых лучей (при освещенностях, превышающих примерно 150 лк, создается переоблученность) и сложность схемы зажигания, хотя для горения лампы балласта не требуется.

В последнее время начат выпуск ламп 5000 и 10000 Вт в колбах, не пропускающих ультрафиолетовых лучей (тип ДКсТЛ). Основные параметры остаются неизменными.

2-5. СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП

Все или почти все газоразрядные лампы для зажигания и устойчивой работы требуют пускорегулирующих аппаратов (ПРА).

Их основные особенности учитываются классификацией ГОСТ 16809—71, согласно которой полное обозначение ПРА строится по схеме:

- 1) число ламп, обслуживаемых ПРА;
- 2) основная характеристика аппаратов: ДБ — дроссель балластный, УБ — стартерный аппарат, АБ — бесстартерный аппарат быстрого зажигания, МБ — то же мгновенного зажигания;
- 3) буква И — для индуктивных, Е — емкостных, К — компенсированных аппаратов;
- 4) мощность и, при необходимости, символ лампы (числитель) и напряжение сети (знаменатель);
- 5) наличие (буква А) или отсутствие (не обозначается) сдвига фаз между токами ламп многолампового аппарата;
- 6) исполнение: встроенное в светильник или кожух (В) или независимое (Н);
- 7) уровень шума: нормальный (не обозначается), пониженный (П), особо низкий (ПП);
- 8) условный номер разработки.

ПРА делятся также на аппараты для отопляемых помещений (температура окружающего воздуха от 5 до 35°С) и для неотапливаемых помещений, а также для установки вне зданий (в обоих случаях температура окружающего воздуха от -35 до +35°С).

Компенсированные ПРА для четного числа параллельно включенных ламп имеют $\cos \varphi \geq 0,92$, у остальных компенсированных ПРА $\cos \varphi \geq 0,85$. Коэффициент мощности некомпенсированных ПРА обычно в пределах 0,5—0,6.

В схемах УБ стартер СК-220 при включении кратковременно замыкает свои контакты для начального подогрева электродов, после же зажигания лампы он бездействует. В схемах АБ накал электродов достигается напряжением, подаваемым от отдельных витков трансформатора.

Применяются обе схемы, причем в настоящее время, как правило, предпочтение отдается стартерным схемам.

В схемах УБ потери мощности в ПРА составляют обычно 20—25% мощности ламп, в схемах АБ — примерно 30—35%.

По последним данным аппараты по схеме УБ не опаснее в пожарном отношении, чем по схеме АБ. При схеме АБ несколько сокращается срок службы ламп.

Схемы АБ, как не имеющие стартера, требуют более редкого обслуживания, что, видимо, должно определить их основную область применения (большое число ламп, трудность доступа).

Выпуск светильников с некомпенсированными ПРА в данное время запрещен. В случае использования таких ПРА для повышения коэффициента мощности применяются дополнительные конденсаторы емкостью 3,6—4 мкФ для ламп 30—40 Вт и около 6 мкФ для ламп 65—80 Вт.

Выбор ПРА имеет особое значение с точки зрения ограничения пульсаций суммарного потока ламп в светильнике или ином устройстве. Это ограничение достигается применением двух- или многоламповых аппаратов со сдвигом фаз между токами отдельных ламп, совместным применением аппаратов «И» и «Е» или применением трехфазных ПРА.

Для ламп ДРЛ применяются только аппараты ДБИ, компенсация реактивной мощности осуществляется, как указано в гл. 12.

ПРА для ламп ДРИ еще не типизированы.

Ксеноновые лампы — безбалластные, и применяемые в них аппараты являются пусковыми устройствами, зажигающими лампу высокочастотным импульсом высокого напряжения.

В комплекте светильников разными заводами поставляются различные по схеме пусковые устройства.

2-6. ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ СВЕТА¹

Согласно СНиП II-A. 9-71 газоразрядные лампы должны, как правило, применяться для общего освещения:

помещений с работами разрядов I—V и VII;

помещений с недостаточным или отсутствующим естественным освещением (кроме складов и помещений с периодическим наблюдением за оборудованием или механизированным процессом);

для общего освещения в системе комбинированного освещения;

в общественных и административных и других зданиях, кроме вспомогательных помещений;

для улиц, дорог и площадей с нормированной яркостью от 0,4 кд/м².

В указанных случаях лампы накаливания допускаются при технической невозможности применения газоразрядных ламп, а в помещениях парадного характера, — если этого требует архитектурное решение.

Для местного освещения применение люминесцентных ламп желательно.

Для аварийного освещения люминесцентные лампы допускаются при питании во всех режимах переменным током напряжения не ниже 90% номинального, лампы же ДРЛ запрещены, но их допускается подключать к группам аварийного освещения для повышения освещенности в аварийном режиме.

Ксеноновые лампы внутри зданий запрещены и допускается их применение лишь как исключение, с особого разрешения Госсанинспекции.

В общественных, административных и подобных им зданиях из числа газоразрядных ламп должны применяться только люминесцентные. Подчеркивается бесспорная необходимость применения этих ламп (а не ламп накаливания) в конторских, чертежных, учебных и других помещениях.

В практике применение газоразрядных ламп даже несколько шире по сравнению с нормативными рекомендациями.

Люминесцентные лампы (иногда в этих случаях заменяемые галогенными лампами накаливания) неизбежно применяются при повышенных требованиях

¹ Более подробно этот вопрос рассмотрен в Инструктивных указаниях по проектированию электротехнических промышленных установок ГПИ Тяжпромэлектропроект, 1972, № 6.

к цветопередаче независимо от разряда работ. Они часто используются также во вспомогательных помещениях (санузлы, лестницы, коридоры) из эстетических соображений и в целях однотипности источников света в пределах здания.

Газоразрядные лампы, преимущественно типа ДРЛ, иногда применяются в помещениях с работами VI, VIII и даже IX разрядов по СНиП.

Рекомендации по выбору источников света приведены также в табл. 4-4 и 4-5.

В производственных помещениях при выборе между лампами типа ДРЛ и люминесцентными учитываются требования к цветопередаче (при повышенных требованиях лампы ДРЛ неприменимы, см. также § 2-3), высота установки и способ доступа для обслуживания.

Увеличение высоты и усложнение доступа являются противопоказаниями для применения люминесцентных ламп, хотя «пограничной» высоты между обоими типами ламп не существует. В неотапливаемых помещениях люминесцентные лампы не применяются.

Область применения ламп ДРИ подлежит уточнению. По-видимому, они будут широко заменять лампы ДРЛ, а так как они обеспечивают лучшую, чем лампы ДРЛ, цветопередачу, — возможно и люминесцентные лампы.

Не возбраняется применение в одном помещении ламп разных типов:

для общего и местного освещения;

для рабочего и аварийного освещения;

в системе общего освещения, если это диктуется требованиями цветопередачи или эстетики; в первом случае — если приняты меры для устранения разноокрашенных теней путем помещения ламп разного типа в общие или рядом расположенные арматуры, или установки ламп, отличающихся от остальных, в устройствах отраженного света.

Для освещения территорий промышленных предприятий, выполненного светильниками, в большинстве случаев рекомендуются лампы ДРЛ, кроме охранного освещения.

В прожекторном освещении применяются все типы ламп (кроме люминесцентных). Отмечаются тенденции к замене в прожекторах ламп накаливания лампами ДРЛ (что целесообразно при необходимом радиусе действия, не превышающем пятикратной высоты установки ламп) и особенно мощными галогенными лампами накаливания и ксеноновыми лампами ДКСТ. Ожидается, что с повышением единичной мощности галогенных ламп накаливания они будут вытеснять лампы ДКСТ.

Рефлекторные лампы всех типов находят ограниченное применение в пыльных помещениях, где их характеристики более стабильны. Зеркальные лампы накаливания применяются, кроме того, взамен прожекторов ближнего действия и в установках отраженного света.

Помимо ламп, технические характеристики которых приведены в таблицах данной главы, подготавливается выпуск натриевых ламп высокого давления. Эти лампы по световой отдаче превосходят все прочие типы ламп, хотя пока дают низкое качество цветопередачи. Можно ожидать, что в дальнейшем они будут применяться во многих из тех случаев, где ныне используются лампы ДРЛ.

СВЕТИЛЬНИКИ

3-1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА

Светильником называется осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока лампы внутри значительных телесных углов.

Светильник состоит из лампы и арматуры (в практике термин «арматура» выходит из употребления).

Светотехническими характеристиками светильников являются их кривые силы света, соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферы,

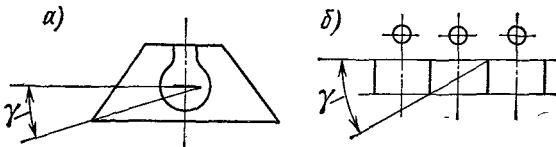


Рис. 3-1. Защитный угол, создаваемый отражателем (а) и экранирующей решеткой (б)

коэффициент полезного действия¹ и защитные углы (рис. 3-1). Реже используются яркостные характеристики (габаритная и максимальная яркость, кривые распределения яркости) и коэффициенты усиления.

ГОСТ 13828—74 разделяет светильники на классы в зависимости от того, какую долю всего потока светильника составляет поток нижней полусферы. Светильники относятся к классу прямого света (П), если эта доля больше 80%, преимущественно прямого света (Н), если она составляет 60—80%, рассеянного света (Р) — 40—60%, преимущественно отраженного света (В) — 20—40% и отраженного света (0) — менее 20%.

Тот же ГОСТ устанавливает 7 типовых кривых силы света (рис. 3-2): концентрированная (К), глубокая (Г), косинусная (Д), полуширокая (Л), широкая (Ш), равномерная (М), синусная (С). Основным признаком, определяющим тип кривой, является коэффициент k_{ϕ} , т. е. отношение максимальной силы света светильника к средней арифметической для данной плоскости.

Тип кривой силы света может указываться для любой из полусфер и любой из меридиональных плоскостей. Если полусфера и плоскость не указаны, то подразумеваются нижняя полусфера и круглосимметричное светораспределение, а для светильников с двумя плоскостями симметрии — поперечная плоскость.

Кривые силы света, не отвечающие условиям ни для одной из типовых кривых, признаются специальными.

Светильники классифицируются также по степени защиты от пыли, воды и взрыва.

Согласно ГОСТ 13828—74 и с учетом ГОСТ 14254—69 степень защиты светильников обозначается двумя цифрами: первая — защита от пыли, вторая — от воды.

¹ Для светильников с люминесцентными лампами к. п. д. указывается с учетом снижения световой отдачи лампы из-за повышенной температуры в полости светильника.

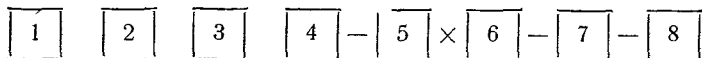
По защите от пыли различаются светильники открытые (2); перекрытые (2') с неуплотненной светопропускающей оболочкой (по ГОСТ 13828—68 не защищенные от пыли светильники обозначались: 0 — открытые, 0' — перекрытые); полностью пылезащищенные (5), допускающие проникновение пыли лишь в безвредных для светильника количествах; частично пылезащищенные (5') — с защитой от пыли, но только токоведущих частей; полностью пыленепроницаемые (6); частично пыленепроницаемые (6').

Степени защиты светильников от воды принимаются по ГОСТ 14254—69: незащищенные (0), каплезащищенные (2), дождезащищенные (3), брызгозащищенные (4), струезащищенные (5) и т. д.

Из различных взрывозащищенных исполнений для светильников характерны исполнения повышенной надежности (Н) и взрывонепроницаемое (В).

Каждому светильнику, за исключением светильников специального назначения и для установки на транспорте, в соответствии с ГОСТ 13828—74 присваивается шифр (условное обозначение).

Структура шифра такова:



где 1 — буква, обозначающая источник света (Н — лампы накаливания общего применения, Р — ртутные лампы типа ДРЛ, Л — прямые трубчатые люминесцентные лампы, И — кварцевые галогенные лампы накаливания, Г — ртутные лампы типа ДРИ, Ж — натриевые лампы, К — ксеноновые трубчатые лампы и т. д.);

2 — буква, обозначающая способ установки светильника (С — подвесные, П — потолочные, Б — настенные, В — встраиваемые и т. д.); 3 — буква, обозначающая основное назначение светильника (П — для промышленных предприятий, О — для общественных зданий, У — для наружного освещения, Р — для рудников и шахт, Б — для бытовых помещений); 4 — двузначное число (01—99), обозначающее номер серии; 5 — число, обозначающее количество ламп в светильнике (для одноламповых светильников число 1 не указывается и знак «х» не ставится, а мощность указывается непосредственно после тире); 6 — число, обозначающее мощность ламп в ваттах; 7 — трехзначное число (001—099), обозначающее номер модификации; 8 — обозначение климатического исполнения и категории размещения светильников по ГОСТ 15150—69.

Климатическое исполнение указывается буквами (У — для районов с умеренным климатом, Т — для районов с тропическим климатом и т. д.) или цифрами (0 — для районов с умеренным климатом, 4 — для районов с тропическим климатом и т. д.).

Категория размещения определяет место размещения светильников при эксплуатации: 1 — на открытом воздухе; 2 — под навесами и другими полукот-

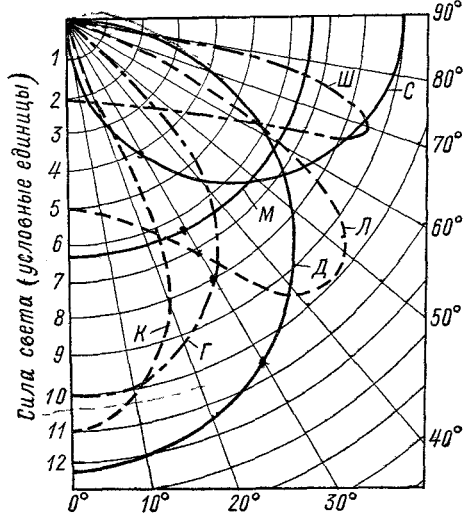
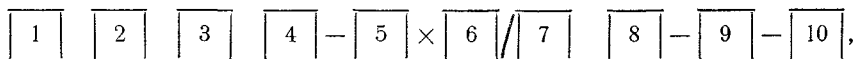


Рис. 3-2. Типовые кривые силы света по ГОСТ 13828—74: концентрированная (К), глубокая (Г), косинусная (Л), равномерная (М), полуширокая (Л), широкая (Ш), синусная (С)

крытыми сооружениями; 3 — в закрытых неотапливаемых помещениях; 4 — в закрытых отапливаемых помещениях; 5 — в сырых помещениях.

Для светильников, выпуск которых освоен до введения ГОСТ 13828—74 в действие, сохраняется шифр по ГОСТ 13828—68.

Структура такого шифра:



где 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 обозначают соответственно то же, что 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 в шифре по ГОСТ 13828—74, но модификация (9) содержит не три, а две цифры, (для одноламповых светильников типа после номера серии исключается, цифра 1 не ставится, а мощность лампы указывается после знака умножения); 7 — буква, обозначающая характер светораспределения (П — прямого, Н — преимущественно прямого, Р — рассеянного света и т. д. или Г — глубокого, Д — косинусного, М — равномерного светораспределения и т. д.); 8 — две цифры, обозначающие степень защиты (первая — от пыли, вторая — от воды).

В шифре светильников для жилых и общественных зданий степень защиты (8) не указывается.

Пример условного обозначения светильника с одной прямой люминесцентной лампой 40 Вт, подвесного, для промышленных зданий, пыленепроницаемого исполнения, модификации 024 (24 — по ГОСТ 13828—68), для установки в районах с умеренным климатом, в отапливаемых зданиях:

по ГОСТ 13828—74 — ЛСП04-40-024-У4;

по ГОСТ 13828—68 — ЛСП04 × 40/К64-24-У4.

Наряду с условным обозначением светильникам могут присваиваться основные наименования (собственные имена), например «Астра-1» (НСП01 × 100/ДОЗ-01-У4).

3-2. ВЫБОР СВЕТИЛЬНИКОВ

Выбор светильников производится на основе учета требований: светотехнических;

экономических, в том числе энергетических;

связанных с условиями среды;

эстетических (в определенных случаях).

Об учете требований электробезопасности при выборе светильников изложено в гл. 10.

Для уменьшения слепящего действия выбираются светильники с защитным углом или со светорассеивающими стеклами.

При необходимости уменьшения отраженной блескости применяются также светильники с рассеивателями, а в особых случаях светильники выполняются в виде больших диффузных поверхностей, светящих отраженным или пропущенным светом.

При необходимости освещения высокорасположенных поверхностей применяются светильники, имеющие достаточную силу света в направлениях, примыкающих к горизонтали, а иногда и выше последней.

Исключительное значение имеет создание достаточной яркости потолков и стен освещаемого помещения. Поэтому, если эти поверхности имеют хороший коэффициент отражения, целесообразно применение светильников преимущественно прямого или рассеянного света, а при специальных требованиях к качеству освещения — также преимущественно отраженного или отраженного света. В частности, в помещениях для работы общественных и административных зданий следует применять светильники, излучающие в верхнюю полусферу не менее 15% своего потока. При необходимости повысить вертикальную освещенность в любой точке помещения следует набегать применения светильников с высокой концентрацией потока, а использовать главным образом светильники с типовыми кривыми Д, а в отдельных случаях — М.

При необходимости осветить определенные вертикальные поверхности светильники локализируются, а в некоторых случаях применяются светильники одностороннего светораспределения или светильники устанавливаются наклонно.

В отдельных случаях к светораспределению предъявляются специальные требования.

При выработке типовых решений и при проектировании сложных объектов выбор наиболее экономичного светильника обосновывается полным экономическим сопоставлением (см. § 13-4). Чаще ограничиваются сопоставлением мощности, необходимой для решения данной задачи, при различных типах светильников; зачастую же наиболее экономичный тип светильника является очевидным.

Энергетическая экономичность светильника (т. е. величина, обратная потребляемой мощности) определяется полезной световой отдачей — произведением коэффициента использования на световую отдачу применяемых ламп. Это при лампах накаливания повышает энергетическую эффективность светильников большой номинальной мощности и компенсирует пониженный коэффициент использования светильников с широким светораспределением, так как такие светильники располагаются на больших, чем другие, расстояниях, что требует увеличенной единичной мощности ламп.

При выборе светильников по условиям среды обязательны требования к исполнению их в пожароопасных (табл. 3-1) и взрывоопасных помещениях (§ 3-7).

В остальных случаях проектировщику предоставляется известная свобода выбора, тем более, что часто повышенная надежность светильника сопровождается увеличением его стоимости и усложнением обслуживания, а такие характеристики помещения по ПУЭ, как «пыльное» или «химически активной средой», очень широки и в пределах каждой из них качество и свойства пыли, газов и т. п. могут быть весьма различными.

В сухих, влажных, сырых и жарких помещениях допустимо любое исполнение светильников, но в сырых помещениях корпус патрона должен быть из изоляционных, влагостойких материалов, а в жарких помещениях все части светильника должны быть из материала необходимой теплостойкости.

В жарких помещениях применение светильников с замкнутыми стеклами следует ограничивать, если же оно неизбежно, то в люминесцентных светильниках необходимо устанавливать высокотемпературные амальгамные лампы, а в светильниках с лампами накаливания — принимать мощность последних на ступень ниже номинальной.

В особо сырых (а отчасти также и в сырых) помещениях слабым местом светильников является узел ввода проводов, поэтому здесь необходимы светильники, имеющие уплотненный или отдельный для каждого проводника ввод.

В пыльных помещениях, в зависимости от количества и характера пыли, допустимы полностью и частично пылезащищенное или пыленепроницаемое исполнения.

При этом из характерных конструктивных схем полностью пылезащищенных (пыленепроницаемых) светильников лучшей является схема с уплотненным стеклом на выходном отверстии (ППД2, УП24), средней — с рассеивателем без отражателя (ППР, НСП09 и т. п.); худшей — с отражателем и рассеивателем (ППД).

В отдельных случаях в малопыльных помещениях допустимы и открытые светильники, в первую очередь со свободным протоком воздуха через отражатель.

Пылезащищенные (пыленепроницаемые) светильники, как правило, обеспечивая высокую степень защиты и от воды (за исключением кососветов и открытых сверху светильников), а также удовлетворяя многим требованиям, предъявляемым к светильникам в химически активных средах, допустимы в большинстве помещений с тяжелыми условиями среды. К ним относятся светильники с лампами накаливания: серии «Астра» в модификациях 11, 12, 13, УПД, УПМ15, УПС, ГСУ, СУ, ППД2, ППР, ППД, УП24, НСП01, НСП09, ПСХ-60 (Арт. 135), НСП02, НСП03, а также бытовые светильники ПУН, БУН, ВЛ1; светильники с лампами ДРЛ: «Астра» (11, 12, 13), УПДДРЛ, РТС и также временно не выпускаемые ГСХР, ГХР, ГкХР; светильники с люминесцентными лампами: ПВЛП, ПВЛМ, ЛСП04, ВЛВ, ЛПП01, серии УВЛ в модификациях 1 и 5, ВЛК, ЛВП31, ЛВП32.

Выбор светильников в пожароопасных помещениях

Источники света	Лампы накаливания и ДРЛ		Люминесцентные лампы		
Классы помещений	П-I, П-II	П II с местным нижним отсосом, П-IIa	П I, П-II	П II с местным нижним отсосом, П IIa	Складские помещения П IIa с ценными горючими материалами или ценными материалами в горючей упаковке
Исполнение светильников и характерные требования к светильникам для данного класса помещений	Полностью пылезащищенное или пыленепроницаемое	Любое	Полностью или частично пылезащищенное или пыленепроницаемое	Любое	Любое Отражатели и рассеиватели из негорючих материалов
Дополнительные требования к светильникам в помещениях всех классов	<p>1. Исключается выпадение ламп из светильника и на его горючие части, что достигается применением светильников со сплошным колпаком из силикатного стекла (для ламп ДРЛ, как вариант, наличие металлической сетки или держателя)</p> <p>2. Ввод в светильник выполняется кабелем с негорючей оболочкой или проводами в металлической трубе, металлорукаве или изоляционной негорючей трубе</p>		<p>1. ПРА и стартеры располагаются в негорючей подости.</p> <p>2. Ввод в светильник выполняется кабелем с негорючей оболочкой или проводами в металлической трубе, металлорукаве или изоляционной негорючей трубе</p>		

Источники света	Лампы накаливания и ДРЛ		Люминесцентные лампы		
Примеры типов светильников	<p>С лампами накаливания</p> <p>УП24, ППД, ППД2, НСРО1, НСПО9, НППО1, НСПО2, НСПО3, СПБ, СОО, ППР, ПСХ (Арт 135), БУН, ПУН, СЗЛ, ПНП</p> <p>С лампами ДРЛ</p> <p>РСП11 (001, 002)</p>	<p>С лампами накаливания</p> <p>Те же, что и для П-I и П-II, а также «Астра» (32), У-15, бытовые плафоны и подвесы со сплошным колпаком из силикатного стекла (ПО 02, ПЛ 11 Арт 38, НПО19, НПО20, НБ005, НПО07, ННБ00), СК 300, ПЛК, НВ 1, СВП</p> <p>С лампами ДРЛ</p> <p>Любые при наличии металлической защитной сетки (поставляется по заказу или разрабатывается в проекте) или держателя лампы (поставляется со светильниками СЗДРЛ, СД2ДРЛ)</p>	<p>ПВЛП, ЛСПО8, ПВЛМ, ЛСПО4, ЛСПО1, ВЛВ, ВЛН, ЛВПО2 (01, 03), УВЛ (1,5)</p>	<p>Те же, что и для П-I и П-II, а также ЛДР, ЛДОР, ЛСПО2 (07-18, 37-48), ЛСПО1 (01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15), ЛСО02, Л2010, ЛПР, ЛПО01, ЛПО02, УСП, ШОД, ОБЛ, ОЛС (3, 4, 5), ЛПО03 (03), ЛПО21, УВЛ (2, 3, 4), ЛВГО2 (02, 04), ЛСП06 с решеткой (07, 15 и т.п.)</p>	<p>ПВЛМ, ЛСПО4, ЛВПО2 (02, 04), ЛДР, ЛДОР, ЛСПО1 (01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15), Л2015 (17), ЛПР, ШОД, ЛСПО2 (07-12, 37-42)</p>

Примечание 1 Светильники типов ЛПР и ШОД в складских помещениях П-IIа с ценными горючими материалами или ценными материалами в горючей упаковке применяются со снятыми боковыми рассеивателями (если это допустимо по показателю ослепленности P) или при установке взамен боковых рассеивателей экранирующих пластин из негорючих материалов

2 В скобках после типа светильника указаны номера модификации

3 Переносные светильники в пожароопасных установках допускаются только в полностью пылезащитном исполнении, с защитой колпака металлической сеткой. В 1975 г. специальные светильники переносного освещения в таком исполнении не выпускались, в связи с чем для переносного освещения допускается использование светильников, предназначенных для общего освещения помещений (например, НСПОЗ).

4 В пожароопасных установках допускаются следующие светильники местного освещения для производственных помещений классов П-I и П-II — ЛВСО1, ЛВСО2, ЛВПО3, для производственных помещений классов П-IIа и П-II с общеобменной вентиляцией и местным нижним отсосом — МЛ, ЛНП, ЛКСО1, ЛКПО2.

Дополнительно надо учитывать следующее:

1. В условиях частых заливов (водой, пульпой, растворами) рекомендуются светильники с боковым вводом НПП01, ПСХ, НСП01, НСП09, а также светильники с отражателями (например, ППД взамен ППР).

2. При гидравлической уборке пыли, когда струя воды может попасть на светильник (особенно в помещениях небольшой высоты), рекомендуется ввиду отсутствия специальных струезащищенных светильников применение люминесцентных светильников с рассеивателями (ПВЛП, ЛПП01), а в отдельных случаях — и с открытыми лампами (ПВЛМ).

3. В условиях особой сырости и химически активной среды предпочтительны светильники с неметаллическими корпусами и отражателями (пластмассовыми, из стеклопластика и др.), из металлических же корпусов предпочтительны литые из алюминиевых сплавов, а не штампованные стальные. При особой опасности поражения током (например, в душевых) следует применять светильники только с неметаллическими корпусами (НСП03, БУН, ПУН, ПСХ).

4. Поскольку ПРА в химически стойком исполнении пока еще не выпускаются, следует считать временно допустимым применение в химически активных средах обычных ПРА.

5. Учитывая разнообразие химически активных сред, необходимо выбор типа светильника осуществлять только с учетом эксплуатации тех или иных светильников в условиях, аналогичных условиям проектируемого объекта. В частности, необходимо учитывать, что алюминий неустойчив к щелочам, сталь — к кислотам, пластмасса, стеклопластик, фарфор более устойчивы в большинстве химических сред, чем металлы, и т. д. Самые стабильные светотехнические характеристики в пыльных помещениях имеют стальные отражатели, покрытые силикатной эмалью горячего эмалирования (светильники УПД, УПС, ППД2, УПМ-15, «Астра» и др.), приближаются к ним алюминиевые зеркализированные отражатели (светильники С34ДРЛ, С35ДРЛ), на последнем месте стоят алюминиевые незеркализованные (светильники ГсУ, СУ, ГсРМ и др.) отражатели, а также алюминиевые отражатели, покрытые эмалевой краской (светильники СД2РТС, ГРМ) и др.

В тяжелых условиях среды в целях повышения стабильности светотехнических характеристик рекомендуется применение в светильниках ламп с внутренним отражающим слоем (ЗС, ЗК, ЛБР, ДБ, МОД, МОЗ).

В пыльных помещениях следует ограничивать применение светильников с защитными сетками, решетчатыми затенителями и другими элементами, способствующими запылению.

В лечебных учреждениях, в первую очередь в помещениях операционных, перевязочных, конструкция светильников должна обеспечить легкую очистку, ограничивать накопление пыли и т. д. Этому требованию удовлетворяют, например, светильники со сплошными рассеивателями. Светильники таких же конструкций должны устанавливаться в ряде помещений электронной и радиотехнической промышленности.

На пищевых предприятиях должно быть исключено выпадение ламп из светильника, что достигается применением сплошных рассеивателей, решетчатых затенителей, защитных стекол, патронов с накидными гайками и др.

3-3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТАМЕНТА СВЕТИЛЬНИКОВ

В нижеследующих параграфах даются краткие справочные данные по светильникам на основании сведений, имеющих в 1975 г.

Следует особо подчеркнуть следующие моменты:

1. Сортамент светильников крайне неустойчив, поэтому своевременную и полную информацию о них получить трудно. Из-за этого включенные в «Справочную книгу» на основе официальных сообщений светильники могут оказаться к моменту выхода книги уже снятыми с производства или еще не освоенными; наоборот, может оказаться, что выпускаются светильники, информации о которых не поступало.

2. Светотехнические характеристики светильников иногда не сообщаются вообще, часто же приводятся в виде, не пригодном для сколько-нибудь точных расчетов. Данные, поступающие из разных источников, оказываются противоречивыми, а некоторые — явно недостоверными.

3. Сортамент светильников с люминесцентными лампами так расширился, что было технически невозможно привести светотехнические характеристики и тем более расчетные данные для всех типов и разновидностей светильников. Оказалось необходимым для многих групп светильников приводить эти материалы в усредненном виде с частичной, хотя и незначительной, утратой точности. Разбивка светильников на группы, для каждой из которых приводятся усредненные данные, приведена в табл. 3-2.

4. В «Справочную книгу» не включены данные о светильниках узко специального назначения и о светильниках, специально предназначенных для жилых комнат.

Данные о светильниках наружного освещения и прожекторах приведены в гл. 9.

Разработка и выпуск светильников идет в данное время по пути создания унифицированных серий («Астра», ПВЛМ, СД-СЗ, РСР05, ЛПО-ЛВО13 и т. д.)

Каждая серия объединяет светильники, имеющие общие конструктивные особенности, и может содержать осветительные приборы для различных областей применения с различными светотехническими характеристиками. Светильники каждого типа данной серии могут иметь несколько типоразмеров, отличающихся количеством и мощностью ламп, а в пределах каждого типоразмера иметь несколько модификаций, определяемых примененным материалом и формой рассеивающих и экранирующих элементов, характером обслуживания (сверху или снизу), способом подвески (на трубу, на крюк, на монтажный профиль, на трос и т. д.), способом присоединения к питающей сети (через штепсельный разъем, клеммник или непосредственно к патрону), схемой включения (по бесстартерной или стартерной схеме), и т. д.

Конструкции большинства современных светильников предусматривают встроенный штепсельный разъем (типа ШСС или ШСВ для светильников с лампами накаливания и ДРЛ и типа ШРС — для светильников с люминесцентными лампами) или клеммник, обеспечивающие удобные и безопасные монтаж и эксплуатацию светильников, присоединение к ним сетевых проводов как с медными, так и с алюминиевыми жилами сечением до 4 мм², возможность внутренней зарядки светильника непосредственно на заводе-изготовителе.

Внешняя зарядка светильников — присоединение к сетевым проводам — должна предусматриваться в проекте. При этом необходимо учитывать, что зарядка подвесных светильников осуществляется медными гибкими проводниками и что штанги подвесных люминесцентных светильников поставляются незаряженными.

Конструкции многих современных светильников с люминесцентными лампами обеспечивают:

не только индивидуальную установку, но и стыкование в линию; использование корпусов светильников в качестве магистрального короба для прокладки проводов и крепления к строительным основаниям (светильники с 2 лампами и более допускают прокладку до 8 проводов сечением до 4 мм² отдельными пучками для рабочего и аварийного освещения);

ввод проводов как с торца, так и сверху; присоединение к магистральным проводам без их разрезания с помощью штепсельного разъема (типа ШРС), встроенного в корпус светильника;

исключение самопроизвольного выпадения ламп; легкий съем и откидывание отдельных узлов светильника: экранирующих решеток, рассеивателей, отражателей, панелей с пускорегулирующей аппаратурой (ПРА).

К таким конструкциям относятся светильники серий ЛД, ЛСП01, ЛСП02, ЛСО02, ПВЛМ, ЛПО01, ЛПО03, ЛПО12, ЛПО13 и др.

При стыковке светильников в линию существенно улучшается внешний вид осветительной установки, уменьшается число гошек крепления (как правило,

**Распределение люминесцентных светильников на группы
с усредненными светотехническими характеристиками**

Характеристика светильников	Светильники, относящиеся к данной группе, или отдельные светильники	Условный номер группы
Подвесные диффузные светильники для производственных помещений без стекла (включая пылеводозащищенные с отражателями): без перфорации и решетки	ПВЛМ-Д; ЛД; ЛСП06 (05) ЛСП02 (04; 05; 06; 34—36)	1
с перфорацией без решетки	ПВЛМ-ДО; ЛДО; ЛСП06 (13) ЛСП02 (01; 02; 03; 31—33)	2
	ЛОУ1ПЗ-2×40/1001	—
без перфорации с решеткой	ПВЛМ-ДР; ЛДР; ЛСП06 (07) ЛСП02 (10, 11; 12; 16—18, 40—42; 46—48)	3
с перфорацией и решеткой	ПВЛМ-ДОР; ЛДОР; ЛСП06 (15) ЛСП02 (07, 08, 09, 13—15; 37—39; 43—45)	4
	ЛОУ1ПЗ-2×40/1011	—
Подвесные пылеводозащищенные светильники: с рефлекторными лампами без решетки	ПВЛМ (двухламповые)	—
	ПВЛМ (одноламповые)	—
с рефлекторными лампами с решеткой	ПВЛМ-Р	—
с обычными лампами с рассеивающим стеклом	ПВЛ1; ПВЛП	5
Подвесные взрывозащищенные светильники с отражателем	НОГЛ; НОДЛ	6
Подвесные светильники рассеянного света с решетками	ЛСО02 (01; 02; 03)	7
	ШОД	—

Характеристика светильников	Светильники, относящиеся к данной группе, или отдельные светильники	Условный номер группы
Встроенные и потолочные светильники, излучающие часть светового потока в верхнюю полусферу: с рассеивателями	ЛПО01 (01; 02) ЛПО02 (01, двухламповые)	8
	Л201Б440-18М, Л201Б420-02М	9
	Л201Г220-26; Л201Г240-26; Л201Г265-26; ЛПО02 (02, двухламповые)	10
	ЛПО02 (02, четырехламповые)	—
	ЛПО02 (01, четырехламповые) ЛВО31 (02) ЛВО01 (01, двух- и четырех- ламповые)	11
с решеткой	ЛПР	—
Встроенные и потолочные светильники, не имеющие излучения в верхней полусфере: с рассеивателями	УСП3; УСП5; УСП11; УСП18; УСП31; УСП35 (все двухламповые)	12
	УСП3; УСП5; УСП11; УСП18; УСП31; УСП35 (все четырех- и шестиламповые) Л201Б440-18	13
	ОВЛ; УВЛН1; УВЛВ1; УВЛН2; УВЛВ2, ЛВП02 (01; 03)	14
с решетками	УСП2; УСП4; УСП9; ЛВО31 (03)	15
	ВЛО-3×80Б; ВЛО-4×80Б; УВЛН3; УВЛВ3; УВЛН4; УВЛВ4; УВЛН5; УВЛВ5; ЛВП02 (02; 04)	16
Встроенные светильники, присоединяемые к системе вентиляции, с рассеивателями	ЛВП31-4×150 (02—07) ЛВП32-4×150 (01; 02)	17
	ЛВП31-4×80 (02—07) ЛВП32-4×80 (01; 02)	18
	ВЛК; ВЛКН	19
Одноламповые настенные или потолочные светильники	ОЛС1; ОЛС4; ЛПО03 (01)	20
	ОЛС3	—
	ВЛ-1; ЛПО03 (03); ЛПО02 (01)	21
	ЛВО01 (01)	—

Характеристика светильников	Светильники, относящиеся к данной группе, или отдельные светильники	Условный номер группы
Встроенные и потолочные светильники с зеркальными отражателями с решеткой	ЛВО13 (01) ЛПО13 (01)	22
	УВЛН6; УВЛВ6	—
Подвесные светильники с зеркальными отражателями: с решеткой	ЛСП01-2×80 (01) ЛСП01-2×150 (09)	23
	ЛСП01-2×150 (13)	—
с решеткой и перфорацией	ЛСП01-2×80 (03) ЛСП01-2×150 (11)	24
	ЛСП01-2×150 (15)	—
с перфорацией без решетки	ЛСП01-2×80 (04) ЛСП01-2×150 (12)	25
без решетки и перфорации	ЛСП01-2×80 (02) ЛСП01-2×150 (10)	26
Светильники специализированного назначения для световых потолков	ЛПО09	—

Примечание. Обозначения некоторых типов светильников даны сокращенно, в скобках указаны модификации.

для стыкованных линий — одно крепление на светильник), повышается индустриализация электромонтажных работ.

Если расстояние между возможными точками крепления ряда превышает длину светильника, то необходима дополнительная несущая конструкция, как-то: прямоугольная труба, водогазопроводная труба большого диаметра, монтажный профиль, профильная сталь и т. д.

Одни типы светильников комплектуются либо стартерными, либо бесстартерными ПРА, другие могут по желанию потребителя комплектоваться любыми ПРА (см. табл. 3-3).

Бесстартерные емкостные ПРА для ламп 40 Вт (АБЕ-40) временно не выпускаются, в связи с чем светильники с лампами 40 Вт поставляются либо со стартерными схемами, либо комплектуются только аппаратами АБИ, т. е. являются стробоскопическими.

В связи с тем что стартерные схемы ПРА со стартерами по ГОСТ 8799—67 (с керамическими конденсаторами и металлическими корпусами без сигнального отверстия) и бесстартерные схемы признаны по степени пожарной безопасности равноценными (решение совещания от 5 февраля 1975 г. представителей Госстроя СССР, ГУПО МВД СССР, ВНИСИ, Тяжпромэлектропроекта и других организаций), требование изменений к СН203—62 от 7 августа 1969 г. об обязательном применении в складских пожароопасных помещениях бесстартерных схем зажигания следует считать устаревшим.

**Схемы зажигания в светильниках с люминесцентными лампами
для общего освещения**

Светильники со стартерной схемой зажигания	Светильники с бесстартерной схемой зажигания	Светильники со стартерной или бесстартерной схемой зажигания (по заказу)
ОВЛ-2×40 и ОВЛ-4×40, ЛВО13 *, ЛПО13 *, ЛПО02 на 2 и 4 лампы *, ЛПН, УСП *, ОЛС с лампой 40 Вт, ЛСО02, ЛПО12, ЛСП06	ОВЛ-2×80, ЛВО01, УВЛ, ВЛО, ВЛВ, ВЛН, ЛВП02, ЛД, ЛСП01, ЛПО01, ЛПП01, ПВЛП, ЛОУ1П, ЛПО02 на 1 лампу, ЛПО03 и ОЛС с лампами 20 Вт, ЛПР, все встраиваемые совмещенные с системой венти- ляции светильники (ЛВП31, ЛВП32, ЛВО31, ВЛК, ВЛКН и др.)	ПВЛМ *, ЛСП02 *, ЛСП04 *, Л2010 *, ЛПО03 с лампами 40 Вт *, ШОД, ЛПО21 *, ЛСП08 *

Примечание. 1. В типах светильников, помеченных «звездочкой», конструкция исключает самопроизвольное выпадение стартеров из светильника и на его горючие части.
 2. Светильники с бесстартерной схемой зажигания на 2 и более ламп 40 Вт временно не выпускаются (по заказу могут поставяться с бесстартерными ПРА, но со стробоскопической схемой).

Учитывая возможность изменения заводом-изготовителем схемы зажигания светильников, предусмотренной ТУ, следует при конкретном проектировании уточнять схемы зажигания по данным заводов и указывать тип принятой схемы в заказе на светильники.

3-4. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Сортамент и технические данные светильников производственного назначения приведены в табл. 3-4 и 3-5 и на рис. 3-3. Вводные устройства этих светильников показаны на рис. 3-4.

Светильники ППР и артикула 135 относятся к классу преимущественно прямого света; НСП02, НСП03, НСР01, НСП09 — к классу рассеянного света, остальные — к классу прямого света, однако у светильников прямого света НСП07 и ППД500 зазор между корпусом и отражателем обеспечивает подсветку верхней зоны. Светильники УПС и «Астра-2», «Астра-22», «Астра-23» — кососветы, с наклоном оси симметрии к вертикали на 30°.

По заказу светильники ППР—ППД и НСП02 поставляются с защитной сеткой; эти же светильники с лампами до 200 Вт включительно могут поставяться с ограничителем свободного доступа к токоведущим частям (для установки на высоте менее 2,5 м).

Светильники НСР01 и НСП09, заменившие РН и имеющие клеммник на вводе, поставляются с защитной сеткой и предназначены: первый — для шахт и рудников, второй — для производственных зданий.

Светильники прямого света объединения «Ватра» («Астра», УПД, УПС, ППД2) имеют стальные эмалированные отражатели и обеспечивают более стабильные светотехнические характеристики (особенно в условиях тяжелых сред) по сравнению со светильниками с алюминиевыми незеркализованными отражателями (Гс, ГсУ, С, СУ, НСП07).

В подвесные светильники в зависимости от модификации могут вводиться или кабель (а также провода в изоляционной трубке) наружным диаметром 10—14 мм или труба 3/4". Светильники типа НСП09 исп. 2 рассчитаны на боковой ввод трубы, типов НСП09 исп. 1 и НСР01 — на боковой ввод кабеля (или

Светильники с лампами накаливания

Обозначение или наименование светильников		Номинальная мощность лампы, Вт	Масса, кг	Габариты (D×H), мм	Защитный угол, град
фирменное	по ГОСТ 13828—68				
«Астра-1» «Астра-3» «Астра-11» «Астра-12» «Астра-32»	НСП01×100/Д03-01 НСП01×200/Д03-07 НСП01×100/Д5'3-02 НСП01×200/Д5'3-03 НСП01×200/Д53-08	100 200 100 200 200	1,4 2,3 1,4 2,3 3,9	208×315 310×340 208×315 310×340 310×370	30 15 30 15 15
УПД-500 УПД-1000 УПД-1500	— — —	500 1000 1500	3,9 5,2 5,2	372×540 446×575 446×590	30
ППД2-500	—	500	7	420×590	30
ППР-100 ППР-200 ППР-500	— — —	100 200 500	1,7 2,2 6	170×332 203×362 300×525	—
ППД-100 ППД-200 ППД-500	— — —	100 200 500	2,5 3,8 8	290×332 400×362 520×525	15
УПМ-15 У-15	НСП01×500/Д5'3 НСП01×500/Д0'3	500	3,6 4,8	390×450 390×520	15
УП-24	НСП01×500/Д63—01		6	420×520	
Гс-500М Гс-1000М С-200М С-500М	— — — —	500 1000 200 500	2,25 2,7 1,6 1,8	478×580 516×660 280×435 328×515	30
ГсУ-500М ГсУ-1000М СУ-200М СУ-500М	— — — —	500 1000 200 500	2,3 2,9 1,65 2,1	478×585 516×665 280×440 328×520	

для производственных помещений

Материал корпуса отражателя	Характеристика силикатного стекла	Устройство для ввода проводов и крепление	Исполнение по пылезащите
Пластмасса Сталь	— — — Рифленое	Исполнение 1 — на трубу; исп. 2 — на крюк; исп. 3 — на монтажный профиль	Для модификаций 01, 07, 08 — незащищенное, для 02, 03 — частично пылезащищенное
Пластмасса Сталь	—	Исполнение 1 — разъем ШСВ-20, на трубу, исп. 2 — то же, на крюк; исп. 3 — унифицированный узел подвеса, исп. 1 и 2 только для УПД-500 и УПД-1000	Частично пыленепроницаемое
Пластмасса Сталь	Прозрачное	То же, как для УПД-500 и УПД-1000	Полностью пыленепроницаемое
Алюминиевый сплав	Рифленое или матированное	То же	То же
Алюминиевый сплав сталь	Прозрачное	» »	» »
Сталь Сталь	Молочное или матированное	Унифицированный узел подвеса	Частично пылезащищенное Незащищенное
	Прозрачное	Аналогичное УПД	Полностью пыленепроницаемое
Алюминий Алюминий	—	Исполнение 1 — разъем ШСВ-20, на трубу, исп. 2 — то же, на крюк; исп. 3 — узел подвеса с клеммником, на трубу; исп. 4 — то же, на крюк или монтажный профиль, исп. 5 — разъем ШСС-1, на трубу	Незащищенное Частично пылезащищенное

Обозначение или наименование светильников		Номинальная мощность лампы, Вт	Масса, кг	Габариты (D×H), мм	Защитный угол, град
фирменное	по ГОСТ 13828—68				
— —	НСП07×200/Л00-01 НСП07×200/Л00-02	200	1,2	282×380 282×425	25
— —	НСП07×200/Л5'0-01 НСП07×200/Л5'0-02			282×380 282×425	
— —	НСП07×500/Л00-01 НСП07×500/Л00-02	500	1,46	305×470 305×515	25
— —	НСП07×500/Л5'0—01 НСП07×500/Л5'0—02			305×470 305×515	
—	НСР01×200/Р53-02	200	3,7	240×405	—
—	НСП09×200/Р50-03				
—	НПП01×100/П53	100	3,5	L — 390; B — 225; H — 160	—
Арт 135 (ПС X-60)	—	60	1,2	L — 235; B — 136; H — 133	—
—	НСП02×100/Р51-01 (02, 03, 04)	100	2,5	155×340	—
—	НСП03×60/Р53-01	60	0,9	135×273	—
«Астра-2»	НСП01×100/Б00-04	100	1,4	210×360	
«Астра-22»	НСП01×200/Б00-06	200	2,3	280×420	
«Астра-23»	НСП01×200/Б5'0-05	200	2,3	280×420	
УПС-500	—	500	3,9	336×665	
УПС-1000	—	1000	5,3	422×750	

Материал корпуса отражателя	Характеристика силикатного стекла	Устройство для ввода проводов и крепление	Исполнение по пылезщите
Сталь Алюминий	—	Узел подвеса с клемником. для модификации 01 — на трубу; для 02 — на крюк или монтажный профиль	Незащищенное
			Частично пылеззащищенное
То же	—	То же	Незащищенное
			Частично пылеззащищенное
Сталь —	Рифленое термостойкое	Крепление на крюк	Полностью пылеззащищенное
	Рифленое нетермостойкое	Исполнение 1—на крюк; исп. 2 — на трубу	
Сталь —	Матированное термостойкое	Разъем ШСС-1	Полностью пылеззащищенное. Заменяется на НПОЗ (на вводе клемник взамен ШСС-1)
Пластмасса —	Рифленое или матированное	—	Полностью пыленепроницаемое
Сталь —	Рифленое или матированное	Для модификации 01 — на крюк без сетки; для 02 — на трубу без сетки, для 03 — на крюк с сеткой; для 04 — на трубу с сеткой	Полностью пылеззащищенное
Пластмасса —	Молочное с резьбой на горловине	—	То же
Пластмасса Сталь	—	Исполнение 1 — на трубу, исп. 2 — на крюк; исп. 3 — на профиль	Незащищенное
			То же
Пластмасса Сталь	—	Исполнение 1 — разъем ШСВ-20, на трубу; исп. 2 — то же, на крюк; исп. 3 — унифицированный узел подвеса	Частично пылеззащищенное
			То же

Светотехнические характеристики светильников для производственных помещений
с лампами накаливания (отнесены к потоку ламп 1000 лм)

α, град	Сила света, кд, светильников типа																УП-34	
	У; УПМ15; «Астра-1, 11, 12»	ППД100; ППД200	У15	ППД-500	ППД2-500	УПД	ППР, НСР01, НСП09	БУН; ПУН	НСП07	Гс, ГсУ	С, СУ	Арт. 135	НСП02; НСП03	НПП01	СЗЛ-300-1	МСП01		
																продоль- ная		попереч- ная
0	238	177	185	163	314	288	75	67	170	763	200	103	62	124	890	214	214	232
5	229	178	183	161	318	285	74	67	165	741	195	125	58	124	860	217	213	230
15	215	190	175	157	299	275	77	66	214	640	190	100	58	119	627	216	210	225
25	204	190	167	154	296	256	83	69	272	479	202	96	72	111	388	208	201	207
35	195	172	154	149	249	247	85	73	240	321	230	92	69	100	209	197	184	184
45	164	160	133	129	199	208	81	76	204	189	282	89	72	90	113	181	155	160
55	145	137	108	111	89	161	77	77	195	52	220	86	73	80	60	153	118	135
65	122	114	84	93	46	77	71	76	24	10	77	84	74	73	3	114	80	74
75	76	44	55	64	20	30	69	73	3	20	20	81	70	63	81	78	30	30
85	7	7	19	19	4	18	68	70	1	2	2	73	66	54	1	24	7	16
95	3	1,3 0,6	8	10	7	66	67	67	0	1	66	66	64	46	66	6	6	
105				7	5	63	67	67	1	7	62	62	63	31	47	59	52	
115				5	5	66	62	62	10	10	47	59	52	12	31	52	52	
125				5	23	64	49	24	10	24	18	54	46		18	46	46	
135				26	2	34	42	60	60	60	10	46	46		10	46	46	
145				2	1	8	35	60	60	60	4	22	14		4	22	14	
155				1		3	27	40	40	40	2	14	8		2	14	8	
165						2,4	23	20	5	5	1	8	3		1	8	3	
175							20	19			1	1	3		1	1	3	
180							19				1	1	3		1	1	3	
К. п. д., %	75	65	60	65	70	75	75	75	80	80	80	65	75	55	70			65
Защитный угол, град	15	15	15	15	30	30			30	30	30							15

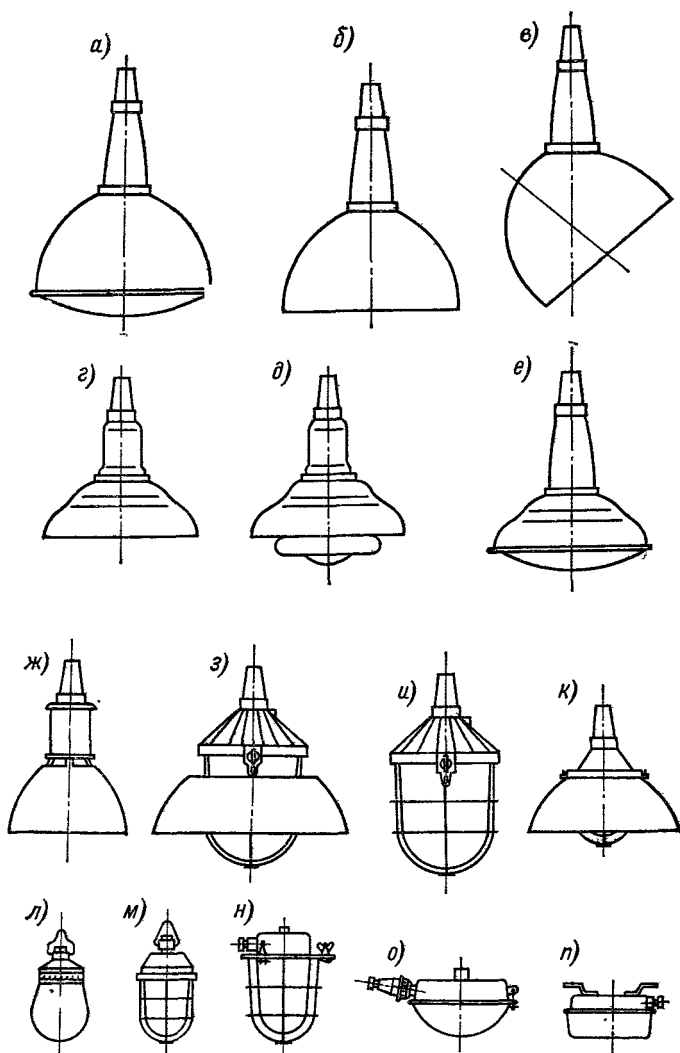


Рис. 3-3. Светильники с лампами накаливания для производственных зданий: а — ППД2, «Астра-32»; б — УПД, Гс-М, ГсУ-М, СУ-М, «Астра-4», «Астра-11», «Астра-12»; в — УПС, «Астра-2», «Астра-22», «Астра-23»; г — УПМ-15; д — У-15; е — УП-24; ж — НСПО7; з — ППД-500; и — ППР-500; к — ППД-100, ППД-200; л — НСПО7; м — НСПО3; н — НСПО2, ППР-100, ППР-200; о — НСР01, НСП09; п — артикул 135 (ПСХ)

проводов в изоляционной трубке). При кабельном вводе светильники типов НСП09 и НСП01 крепятся с помощью скобы, расположенной в верхней части корпуса.

Светильники с унифицированным узлом подвеса (УПД, ППД2, ППР, ППД, УПС), а также светильники НСП03 допускают ввод кабеля и трубы.

В плафоны (НПП01, Арт. 135) следует вводить кабели (или провода в изоляционных трубках).

Светильники, указанные в табл. 3-4, рассчитаны на присоединение сетевых проводников как с медными, так и с алюминиевыми жилами сечением до 4 мм² включительно, подключаемых к вводному устройству или клеммнику в корпусе светильника.

Внутренняя зарядка (между вводным устройством и патроном) осуществляется заводом-изготовителем и выполняется теплостойким проводом ПРКС.

В производственных помещениях с любой невзрывоопасной средой могут быть использованы светильники, предназначенные для взрывоопасных установок, но не отвечающие требованиям по взрывозащите: СПБ-300 (невзрывозащищенный НОБ-300) и СОО-200 (невзрывозащищенный ВЗГ-200).

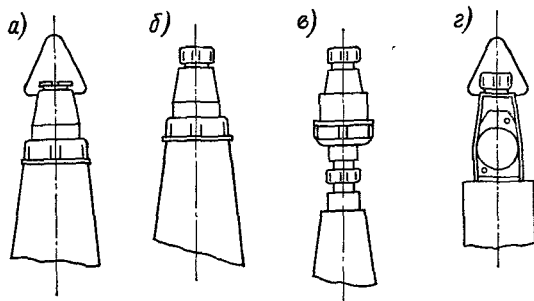


Рис. 3-4. Вводные устройства светильников с лампами накаливания и ДРЛ: а — со штепсельным разъемом ШСВ-20 для установки на крюк; б — то же для установки на трубу; в — со штепсельным разъемом ШСС-1 для установки на трубу; г — с унифицированным узлом подвеса для установки на крюк, на трубу, на

монтажный профиль (для светильников Ардатовского завода — разные исполнения при установке на трубу и при установке на крюк и монтажный профиль)

На рис. 3-5 и в табл. 3-6 приведены наиболее распространенные типы подвесных, потолочных и настенных светильников для общественных зданий, из них светильники ПУН и БУН предназначены для влажных и сырых помещений, остальные светильники — для помещений с нормальными условиями среды.

На рис. 3-5 представлены в основном светильники с рассеивателями из силикатного молочного стекла: подвесные — с лампами 100—150 Вт (кольцевые — 300 Вт), потолочные и настенные — с лампами 60—150 Вт.

В кольцевых подвесных светильниках ПКР-300М и ПКР-2 (арт. 119) блок экранирующих колец (с чашей и конусом) выполнен из пластмассы.

В светильниках артикула 198 и ПЛ-11А выходное отверстие рассеивателя перекрыто пластмассовым кольцевым затенителем.

Настенные светильники артикула 341 имеют поворотный металлический корпус — отражатель прямого света — и предназначены для местного освещения витрин, стендов и т. п.

Все бытовые светильники с лампами накаливания имеют на вводе клеммник, позволяющий присоединять как медные, так и алюминиевые проводники сечением до 2,5 мм² включительно.

Примеры заказов светильников с лампами накаливания:

1) ППР-100, исп. 1, с ограничителем свободного доступа к токоведущим частям;

2) НСП09 × 200/Р50-03;

3) Гс-500М, исп. 4;

4) артикул 351.

Светильники с лампами накаливания для общественных зданий

Тип, артикул	Номинальная мощность лампы, Вт	Габариты (D×H), мм	Масса, кг
Потолочные светильники			
Арт. 38	100	270×140	1,5
Арт. 198	2×60	295×166	1,65
Арт. 351	100	250×230	2,1
Арт. 352	100	280×230	1,9
Арт. 353	150	280×250	1,3
НПО19×60/Р00-01	60	110×225	1,1
НПО19×60/Р00-02	60	185×225	1,2
НПО19×60/Р00-03	60	160×225	1,1
НПО20×100/Р00-01	100	175×230	1,1
НПО20×100/Р00-02	100	210×230	1,2
НПО20×100/Р00-03	100	200×230	1,1
НПО07×100/П-01	100	350×190	1,8
ПЛ-11А	100	220×170	1,3
ПЛ-11	100	220×150	1,4
ПП-07	100	260×210	1,35
НПО01-2×60/СХ	2×60	270×160	0,8
НПБ00×100/СХ	100	215×165	1,5
ПУН-60М	60	140×209	1,0
ПУН-100М	100	162×228	1,2
Подвесные светильники			
Арт. 280	150	230×250	1,55
Арт. 283	100	234×298	1,35
Арт. 285	100	310×288	1,35
Арт. 286	100	230×330	1,4
Арт. 287	100	220×194	1,75
Арт. 288	100	200×333	1,35
ПО-02 (шар)	150	250×150	1,1
ПО-21	100	230×250	1,2
Настенные светильники			
Арт. 254	2×60		
Арт. 341	60	120×150	0,5
НС-2	60	Н-198	0,8
НСП-14	2×60	Н-198	1,8
НБО05×60/Р00-01	60	175×230	1,3
НБО05×60/Р00-02	60	210×230	1,4
НБО05×60/Р00-03	60	200×230	1,3
БУН-60М	60	140×220	1,1
Кольцевые светильники			
ПЛК-150	150	390×150	2,5
ПКР-2 (арт. 119)	300	368×340	1,2
ПКР-300М	300	400×350	1,8
СК-300	300	434×360	2,4

Примечание. 1. Высота подвесных светильников указана без подвеса, длина которого примерно 350—400 мм.

2. Заводы-изготовители светильников: светильники, обозначаемые артикулом (например, Арт. 198), — завод «Эстопласт»; НПО19, НПО20, БУН, ПУН, НБО05 — объединение «Ватра»; НПО07, ПЛ-11, ПЛ-11А, ПЛК-150 — Лидский завод электронзделей; ПП-07, НС-2, НСП-14, НПО11, НПБ00, подвесы ПО — Бельцкий завод электросветильной арматуры; ПКР-300М — завод «Электросвет» и Гродненский завод «Электроприбор»; СК-300 — Гродненский завод «Электроприбор».

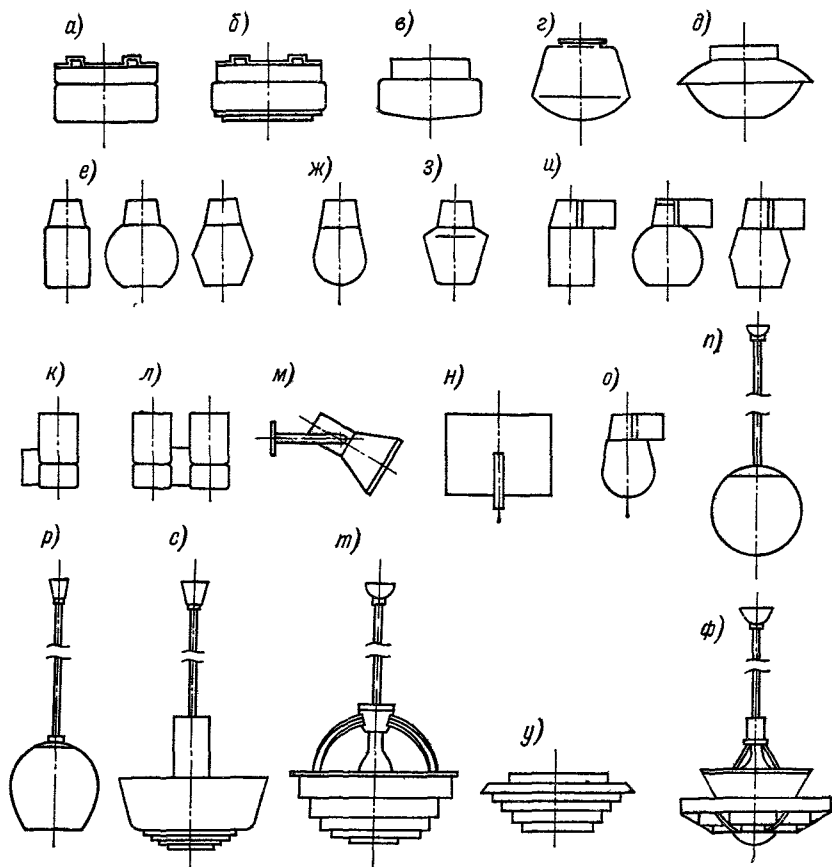


Рис. 3-5 Светильники с лампами накаливания для общественных зданий:
a — НПБ00, ПЛ-11, Арт. 38; *б* — Арт. 198, ПЛ-11А; *в* — НПО01; *г* — ПП-07;
д — НПП07; *е* — НПО19, НПО20; *ж* — ПУН-60М; *з* — ПУН-100М; *и* —
 НБО05; *к* — НС-2; *л* — НСП-14; *м* — Арт. 341; *н* — Арт. 254; *о* — БУН-60М;
п — ПО-02; *р* — ПО-21; *с* — ПКР-2 (Арт. 119); *т* — СК-300; *у* — ПЛК-150;
ф — ПКР-300

3-5. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ЛАМП ТИПА ДРЛ

Сортамент и технические данные светильников с лампами типа ДРЛ приведены в табл. 3-7 и 3-8 и на рис. 3-6, вводные устройства этих светильников показаны на рис. 3-4.

Все светильники — прямого света с защитным углом 15° ; тип кривой силы света по ГОСТ 13828—74 обозначен первой буквой второй части шифра, причем буквой Б обозначены кососветы. Из светильников, не обозначенных по ГОСТ, УПДРЛ и СДЗРЛ имеют кривую Д, СЗ4ДРЛ-Г, СЗ5ДРЛ-К, УПСДРЛ — кососветы.

Светильники РСР07 и СЗДРЛ имеют зазор между корпусом и отражателем, обеспечивающий подсветку верхней зоны.

Светильники Ардатского светотехнического завода (ГсРМ, ГРМ, РСР07, РСР08, СД2РТС) по заказу могут поставляться с защитной сеткой, предохраняющей лампу от выпадения и дающей возможность применения светильников в по-

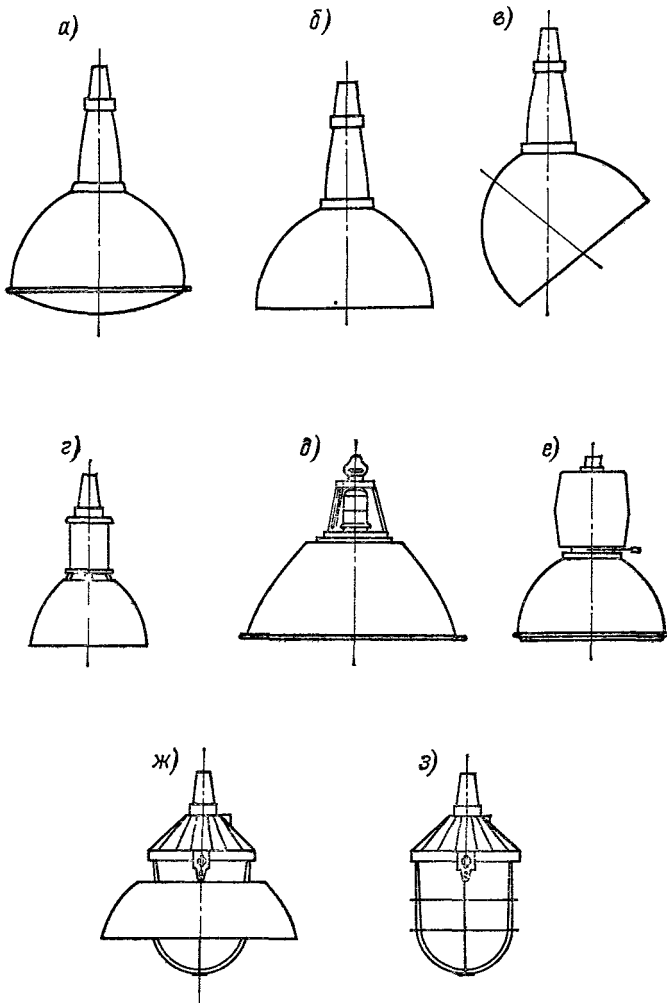


Рис. 3-6. Светильники с лампами ДРЛ для производственных помещений: а — «Астра-32»; б — УПДДРЛ, ГсРМ, ГРМ, СД2РТС, «Астра-12», в — УПСДРЛ, «Астра-22», «Астра-23», г — РСР07; д — СЗДРЛ, СДДРЛ; е — РСР08; ж — РСР11-001; з — РСР11-002

жароопасных помещениях классов П-Иа и П-Иб с общеобменной вентиляцией и местным нижним отсосом.

Функции сетки в светильниках завода «Электросвет» (С35ДРЛ, С34ДРЛ, СДДРЛ) выполняет пружинящий хомут.

Светильники с лампами ДРЛ для

Обозначение или наименование светильника		Масса с ПРА, кг	Габариты (D×H), мм
фирменное	по ГОСТ 13828—68		
«Астра-3» «Астра-12» «Астра-22» «Астра-23»	РСР101×125/Д03—07 РСР101×125/Д5'3—03 РСР101×125 Б00—06 РСР101×125/Б5'3—05	7	310×340 310×340 280×420 280×420
УПДДРЛ-250 УПДДРЛ-400 УПДДРЛ-700	— — —	13 15,7 18,2	372×500 446×555 446×590
УПСДРЛ-250 УПСДРЛ-400	— —	13 15,8	336×665 422×750
ГсРМ-250 ГРМ-250	РСР05×250/Г03 РСР05×250, Д03	11	395×552
ГсРМ-400 ГРМ-400	РСР05×400/Г03 РСР05×400/Д03	12,6	490×607
ГсРМ-700 ГРМ-700	РСР05×700/Г03 РСР05×700/Д03	16	537×635
ГсРМ-1000 ГРМ-1000	РСР05×1000/Г03 РСР05×1000/Д03	19,6	610×677
СД2РТС-400М СД2РТС-700М СД2РТС 1000М	— — —	12,5 15,6 19,6	492×615 522×660 614×685
— — —	РСР07×125/Л100-01 (02) РСР07×250/Л100-01 (02) РСР07×400/Л100-01 (02)	6 10,6 12,9	298×470 348×545 435×630
— — —	РСР07×125/Л5'0-01 (02) РСР07×250/Л5'0-01 (02) РСР07×400/Л5'0-01 (02)	6 10,6 12,9	Аналогично РСР07/Л100
СЗ5ДРЛ-250 СЗ5ДРЛ-400 СЗ5ДРЛ-700 СЗ5ДРЛ-1000	— — — —	10,9 13 15,6 18,6	412×440 584×518 656×586 656×620
СЗ4ДРЛ-250, СД2ДРЛ-250	—	10,9	403×450 412×440
СЗ4ДРЛ-400, СД2ДРЛ-400	—	13	540×521
СЗ4ДРЛ-700, СД2ДРЛ-700	—	15,6	620×580
СЗ4ДРЛ 1000, СД2ДРЛ-1000	—	18,6	620×615
— — — — — — —	РСР08×80/Д03 01 (02) РСР08×125 Д03-01 (02) РСР08×250/Д03-01 (02) РСР08×250/Г03-01 (02) РСР08×80/Л100-01 (02) РСР08×125/Л100-01 (02) РСР08×250/Л100-01 (02)	8,3 8,3 10,6 10,6 8,3 8,3 10,6	340×460 310×460 398×525 398×525 298×500 298×500 348×550

Примечание. 1. Светильники РСР08 выпускаются также со степенью защиты 5'3 ристики и габариты их аналогичны РСР08 со степенями защиты 03 и 00

2. В шифре светильников РСР08 и РСР07 в скобках указано обозначение второй моды

Таблица 3-7

производственных помещений

<u>Материал корпуса</u> отражателя	Устройство для ввода проводов и крепление	Исполнение по пылезащите
<u>Пластмасса</u> Сталь	Исполнение 1 — на трубу, исп. 2 — на крюк, исп. 3 — на монтажный про- филь	Для модификаций 06 и 07 — незащищенное, для 03 и 05 — частично пылезащищенное
»	Исполнение 1 — разъем ШСВ-20, на трубу, исп. 2 — то же, на крюк, исп. 3 — унифицированный узел подвеса	Частично пыленепроницае- мое
»	То же	То же
<u>Алюминий</u> <u>Алюминий</u> ГсРМ — с зеркализированным или полированным отражателем, ГРМ — с отражателем, покрытым эмалевой краской	Исполнение 1 — разъем ШСВ 20, на трубу, исп. 2 — то же, на крюк, исп. 3 — узел подвеса с клем- мником, на трубу; исп. 4 — то же, на крюк, исп. 5 — разъем ШСС-1 (на трубу)	Незащищенное
<u>Алюминий</u> <u>Алюминий</u>	То же	Частично пылезащищенное
<u>Сталь</u> <u>Алюминий</u>	Узел подвеса с клеммником, для модификации 01 — на тру- бу, для 02 — на крюк или монтажный профиль	Незащищенное Частично пылезащищенное
»	Узел подвеса с клеммником Крепление на трубу или про- филь	Незащищенное
<u>Алюминий</u> <u>Алюминий</u>	Для модификации 01 — на трубу; для 02 — на крюк или монтажный профиль	Незащищенное

(исполнение — частично пылезащищенное). Типоразмеры, модификации, технические характе-
ристики (02).

Светотехнические характеристики светильников с лампами ДРЛ
(отнесены к потоку ламп 1000 лм)

α рад	Сила света, кд, светильников типа					
	УПДДРЛ	РСР05/К03, СЗ5ДРЛ	РСР08/Г03, РСР08 Г5'3	РСР05/Г03, СЗ4ДРЛ	РСР07, РСР108/Л100, РСР08, Л5'0	РСР05/Д03; СД2РТС, РСР08 Д03; РСР08/Д5'3; СД2 ДРЛ
0	284	1050	470	630	147	290
5	280	980	465	625	147	290
15	277	830	465	570	140	285
25	253	530	430	475	152	265
35	228	215	330	320	188	235
45	181	80	195	150	201	185
55	106	38	80	45	162	118
65	56	8	15	8	85	60
75	26		5		5	28
85	6				5	5
90	2				5	
95	4				5	
105	4				20	
115	4				30	
125	5				38	
135	5				42	
145	5				34	
155	4				18	
165	4				7	
175	3				2	
180	3					
К. п. д., %	72	80	80	80	80	72

Примечание. Защитный угол 15°.

Все светильники объединения «Вагра» (УПДДРЛ, «Астра», УПСДРЛ) имеют стальные эмалированные отражатели и обеспечивают более стабильные светотехнические характеристики (особенно в условиях тяжелых сред) по сравнению со светильниками с алюминиевыми незеркализованными отражателями.

Светильник РСР08 имеет встроенный ПРА, все другие светильники поставляются с выносным ПРА.

В светильники могут вводиться в зависимости от модификации или кабель (а также провода в изоляционной трубке) наружным диаметром 10—14 мм или труба $\frac{3}{4}$ ".

Светильники с унифицированным узлом подвеса типов УПДДРЛ и УПСДРЛ, а также типов СЗ5ДРЛ, СЗ54ДРЛ, СДДРЛ имеют одно исполнение как при вводе кабеля, так и вводе трубы.

Все светильники с лампами ДРЛ имеют на вводе штепсельный разъем (ШСВ-20, ШСС-1) или специальное вводное устройство с клеммником и рассчитаны на присоединение сетевых проводников как с медными, так и с алюминиевыми жилами сечением до 4 мм² включительно и их внутренняя зарядка (между вводным устройством и патроном) осуществляется заводом-изготовителем.

Примеры заказов:

- 1) «Астра-3», исп. 1;
- 2) УПДДРЛ-250, исп. 1;
- 3) РСР07 × 400/Л50-01.

С 1975 г. начат выпуск полностью пыленепроницаемых светильников РСП11 для ламп ДРЛ400 в модификациях 01 — с отражателем (по типу ППД) и 02 — без отражателя (по типу ППР). Светильники типа РСП11 предназначены для освещения помещений с тяжелыми условиями среды, в том числе пожароопасных помещений всех классов и взрывоопасных помещений классов В-1б и В-1а; ПРА необходимо выносить из взрывоопасных помещений.

3-6. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Сортамент и технические данные светильников производственного назначения приведены в табл. 3-9 и 3-10 и на рис. 3-7. В таблицы не включены светильники ОД как устаревшие и постепенно снимаемые с производства.

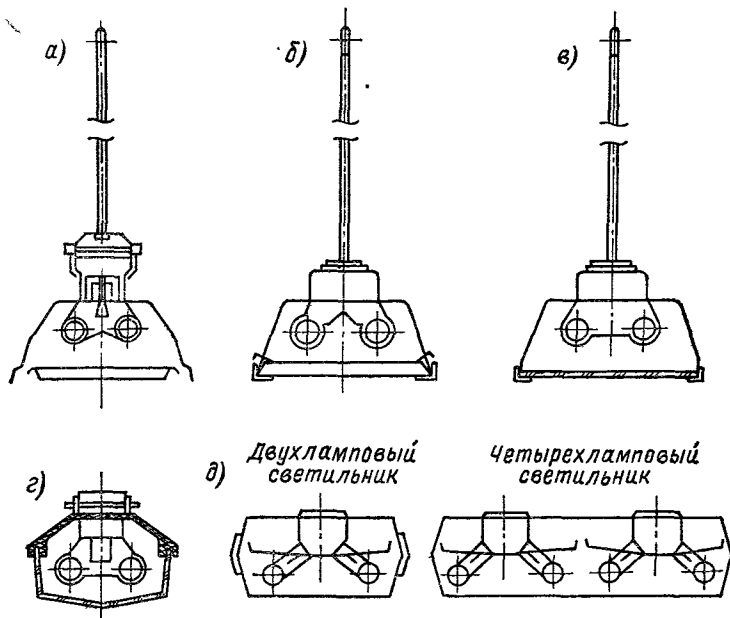


Рис. 3-7. Светильники с люминесцентными лампами для производственных зданий: а — ПВЛМ, ЛД, ЛОУ1П; б — ЛСП02, ЛСП06; в — ЛСП04; г — ПВЛП; д — ЛПП01

Для нормальных условий среды предназначены светильники серий ЛД, ЛСП01, ЛСП02, ЛСП06, ЛОУ1П; для тяжелых сред — ПВЛМ, ПВЛП, ЛСП04, ЛПП01. Выпуск светильников ЛСП01 и ЛСП04 предполагается начать не ранее 1976 г.

Подготовлен к выпуску подвесной вариант светильника ЛПП01 — светильник ЛСП08. (На базе ЛПП01, но с ПРА с пониженным уровнем шума, выпускаются также светильники ЛПО25: для спортивных залов — с металлической сеткой, для операционных залов в лечебных учреждениях — без металлической сетки.)

Светильники типа ЛСП04 могут быть использованы для освещения взрывоопасных установок классов В-1а и В-1б, а типа ЛПП01 используются как в помещениях с тяжелыми условиями среды (в основном, лабораторных), так и в помещениях, где требуется соблюдение особой чистоты.

Светильники с люминесцентными лампами

Серия, тип	Число, шт., мощ- ность, Вт, лампы	Модификация	Обозначение модификации		Габарит	
					Длина	
ПВЛМ	1×10; 1×80 2×40; 2×80	Без отражателя и решетки	ПВЛМ		1325 (1625)	
	2×40; 2×80	Без отражателя, с решеткой	ПВЛМ-Р			
		С отражателем без отверстий, без решетки	ПВЛМ-Д			
		С отражателем без отверстий, с решеткой	ПВЛМ-ДР			
		С отражателем с отверстиями, без решетки	ПВЛМ-ДО			
		С отражателем с отверстиями, с решеткой	ПВЛМ-ДОР			
1×40; 1×80	С отражателем типа «Косо-свет»	ПВЛМ-К				
ЛД	2×40; 2×80	Без отверстий в отражателе, без решетки	ЛД		1240 (1540)	
		Без отверстий в отражателе, с решеткой	ЛДР			
		С отверстиями в отражателе, без решетки	ЛДО			
		С отверстиями в отражателе, с решеткой	ЛДОР			
ЛСП01	2×80 2×150	Без отверстий в отражателе, с решеткой	С широким отражателем	С узким отражателем	1536	
			01 (09)	05 (13)		
		Без отверстий в отражателе, без решетки	02 (10)	06 (14)		
			С отверстиями в отражателе, с решеткой	03 (11)			07 (15)
	С отверстиями в отражателе, без решетки	04 (12)	08 (16)			
ПВЛП	2×40	—	—	—	1350	

Таблица 3-9

для производственных помещений

ные размеры, мм		Масса, кг	Исполнение по пылезащите	Примечание
Ширина	Высота			
148; одноламповые —90	160	8,3 (12,6); одноламповые 7,9 (10,4)	Частично пыленепроницаемое	По заказу поставляются с подвесами 0,4 м. При стартерной схеме в конце обозначения добавляется буква С. Пример заказа: ПВЛМ-ДР-2×40-С, с подвесами
190	175	9,3 (13,6)		
270	215	10,3 (14,4)		
		10,8 (15,1)		
		10,3 (14,4)		
120	195	9,4 (12,3)		
270	210	10 (15,8)		По заказу поставляются с подвесами 0,4 м. Пример заказа ЛДОР-2×40, с подвесами: 1) для индивидуальной установки; 2) для промежуточной установки в линию; 3) для концевой установки в линию
		11 (17)		
		10 (15,8)		
		11 (17)		
С широким отражателем 674; с узким отражателем 418	С широким отражателем 184, с узким отражателем 163	15,5—20,5	Незащищенное	В скобках указаны номера модификаций для ЛСП01-2×150. Кривая силы света — глубокая (Г). Пример обозначения. ЛСП01-2×150, Г00-12
280	180	10	Полностью пылезащищенное	Корпус из стеклопластика. Рассеиватель из опалового стекла. По заказу поставляются с подвесами 0,4 м. Пример заказа: ПВЛП-2×40, с подвесами

Серия, тип	Число, шт., мощность, Вт, ламп	Модификация	Обозначение модификации		Габарит	
			С бесстар- терной схемой	Со стар- терной схемой	Длина	
ЛСП02	2×40 2×65 2×80	С отверстиями в отражателе, без решетки	01—03	31—33	1234 (1534), индивидуаль- ная установка;	
		Без отверстий в отражателе, без решетки	04—06	34—36		
		С отверстиями в отражателе, с металлической решеткой	07—09	37—39		
		Без отверстий в отражателе, с металлической решеткой	10—12	40—42	1237 (1537), промежуточ- ная установка;	
		С отверстиями в отражателе, с пластмассовой решеткой	13—15	43—45		
		Без отверстий в отражателе, с пластмассовой решеткой	16—18	46—48	1239 (1539), концевая установка	
С отражателем типа «Косо- свет»	19—21	49—51				
ЛСП06	2×80	Без отверстий в отражателе, без решетки	05		1538	
		Без отверстий в отражателе, с решеткой	07			
		С отверстиями в отражателе, без решетки	13			
		С отверстиями в отражателе, с решеткой	15			
ЛСП04	2×40	—	—		1260	Дав
	1×40 2×65 1×65	—	—			
ЛОУ1П	2×40	—	—		1292	
ЛПП01	2×40 4×40	—	01 01	1294 1310		

Примечание. Габариты и масса в скобках указаны для светильников с лампами

ные размеры, мм		Масса, кг	Исполнение по пылезащите	Примечание
Ширина	Высота			
276	168 с решеткой, 156 без решетки	≤ 9 (13)	Незащищенное	<p>Модификации 01, 04, 07, 10, 13, 16, 19, 31, 34, 37, 40, 43, 46, 49 — индивидуальная установка; 02, 05, 08, 11, 14, 17, 20, 32, 35, 38, 41, 44, 47, 50 — промежуточная установка в линию, остальные — концевая установка в линию. По заказу поставляются для крепления на штангу 0,5 или 1 м, трос диаметром не более 8 мм, трубу 3/4", шинопровод ШОС-67, монтажный профиль. Кривая силы света — косинусная (Д).</p> <p>Пример заказа: 1) ЛСП02-2×40/Д00-01 — для крепления на крюк; 2) ЛСП02-2×40/Д00-02 — для крепления на монтажный профиль, 3) ЛСП02-2×40/Д00-03 — для крепления на монтажный профиль</p>
270	175	≤ 9,5	Незащищенное	<p>По заказу поставляются для крепления на штангах; корб КЛ, шинопровод ШОС-67; трос диаметром 8—10 мм, на трубу 3/4" и 1".</p> <p>Пример заказа: ЛСП06-2×80/П00-05</p>
220	160	Данных нет	Полностью пыленепроницаемое	<p>1×40, 1×65 — с зеркальным отражателем, кривая силы света — Г; 2×40, 2×65 — с диффузным отражателем, кривая силы света Д. Степень защиты — 64. По заказу поставляются для крепления на штангу 0,5—1 м, на трубу 3/4"; монтажный профиль.</p> <p>Пример заказа: ЛСП04-2×40/Д64 — для крепления на монтажный профиль, со стартерной схемой зажигания</p>
ных нет				
248	155	Комплект № 1—2, 3. Комплект № 2—3, 7. Комплект № 3—3 1. Комплект № 4—не более 3	Незащищенное	<p>Длина указана для одного звена устройства; по заказу поставляются с решетками и без них, с подвесами длиной 0,5—1—2 м.</p> <p>Пример заказа приведен в тексте.</p>
245 442	115 115	9,0 17,0	Полностью пылезащищенное	<p>Питающие провода вводятся в светильник: при индивидуальной установке — через отверстие в центре корпуса, при установке в линию — через отверстия в торцах.</p> <p>Корпус стальной; рассеиватель из опалового стекла.</p> <p>Выпускается взамен светильников ПЛУ.</p> <p>Пример заказа ЛПП01-2×40/П54-01</p>

Светотехнические характеристики светильников с люминесцентными лампами
(отнесены к потоку ламп 1000 лм)

α, град	Сила света, кд, светильников																			
	Светильники группы 1		Светильники группы 2		ЛОУ1ПЗ-2×40/1001		Светильники группы 3		Светильники группы 4		ЛОУ1ПЗ-2×40/1011		ПВЛМ (с 2 лампами ЛБР)		ПВЛМ (с 1 лампой ЛБР)		ПВЛМ-Р (с лампами ЛБР)		Светильники группы 5	
	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная
0	256	256	207	207	208	208	260	260	210	210	205	205	175	175	174	174	190	190	138	138
5	256	257	205	207	206	206	259	260	207	207	207	205	175	175	174	174	188	190	137	136
15	246	256	199	207	202	193	245	256	195	206	205	200	165	170	167	172	180	190	130	133
25	229	241	186	202	199	170	219	240	175	200	200	160	148	170	155	169	158	185	119	130
35	206	221	164	193	177	140	187	217	150	188	180	148	130	168	134	160	125	170	107	126
45	174	188	138	166	140	107	150	180	119	164	148	123	110	160	106	152	90	137	91	118
55	135	139	108	124	104	80	112	132	86	123	97	80	70	145	80	140	65	87	74	108
65	92	92	74	89	60	45	72	84	57	82	56	40	60	135	54	128	60	65	50	93
75	50	48	41	34	20	18	40	34	31	33	20	20	30	120	30	114	30	50	26	76
85			10	14	6	6	16		13	13	5	5	20	80	103	20	45	11	62	
90	12	11	0	7	0	0	0	1	1	5	0	0	0	70	96	0	47	7	56	
95			6	14	2	0			5	18	10	2	5	70	90	5	50	6	49	
105			6	41	10	0			9	40	36	6	10	85	84	20	80	3	41	
115			10	44	25	0			12	45	38	14	15	100	76	30	82	6	33	
125			15	39	40	5			15	42	34	16	17	78	63	35	67		23	
135			20	42	33	8			19	44	30	23	20	65	47	42	45		18	
145			25	42	34	12			24	44	34	21	30	52	33	45	38		9	
155			28	39	35	16			27	38	37	23	35	52	12	50	38		4	
165			29	37	36	26			28	32	35	25	40	55		55	40			
175			30	30	32	30			29	29	30	22	42	58		58	42			
180			30	30	28	28			30	30	21	21	42	42		50	50			
К. п. д., %	74		82		72		66		75		71		85		85		74		65	

α, град	Сила света, кд, светильников																			
	Светильники группы 7		ШОД		Светильники группы 8		Светильники группы 9		Светильники группы 10		ЛПО02/П-02 (четырёхламповые)		Светильники группы 11		Светильники группы 12		ЛПР		Светильники группы 13	
	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная
0	130	130	172	172	160	160	178	178	179	179	230	230	174	174	194	194	202	202	251	251
5	127	134	168	170	158	160	177	178	176	176	226	226	172	172	192	192	179	201	246	246
15	111	140	168	164	152	164	172	176	169	173	219	224	165	167	181	184	182	210	238	237
25	91	134	132	148	141	166	160	162	156	168	200	220	152	156	165	172	156	206	216	222
35	72	108	103	134	125	159	140	144	136	154	169	204	134	140	142	154	124	182	185	200
45	54	77	73	102	100	135	108	111	113	132	114	143	112	122	106	121	91	132	147	160
55	39	52	40	68	59	86	72	74	85	106	68	86	87	102	80	95	54	84	105	115
65	24	35	22	48	40	67	46	48	50	85	40	60	64	81	53	70	32	62	71	96
75	14	20	14	39	20	57	27	26	24	60	23	45	34	52	31	45	17	58	42	52
85	8	13	5	38	9	51	10	10	5	42	12	33	14	30	12	24	4	51	13	18
90	1	10	0	38	3	52	0	0		32		27	4	23			0	53		
95	8	18	12	47	3	56	2	2		30		23	3	21			1	60		
105	13	30	34	64	2	60	8	8		25		20	2	18			3	75		
115	31	65	55	78	1	53	15	12		24		18	2	16			5	86		
125	50	84	75	81		43	24	16		18		17	1	14			5	87		
135	64	93	91	78		30	29	21		12		14	1	11			6	72		
145	80	98	106	84		20	38	29		8		11	1	10			1	50		
155	91	101	118	102		13	44	39		5		1	1	7				29		
165	98	103	125	125		7	48	47		4		6	1	5				12		
175	101	104	129	131			51	50		2			1	3				5		
180	103	103	130	130		2	51	51					1	1				5		
К. п. д., %	65		85		67		57		60		63		52		53		72		55	

α, град	Сила света, кд, светильников																				
	Светильники группы 14		Светильники группы 15		Светильники группы 16		Светильники группы 17		Светильники группы 18		Светильники группы 19		Светильники группы 20		ОЛСЗ		Светильники группы 21		ЛВО01/П-01		
	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	
0	178	178	233	233	226	226	145	145	172	172	170	170	128	128	89	89	106	106	137	137	
5	175	173	229	229	224	223	142	143	169	170	170	170	127	128	89	91	104	106	136	136	
15	167	165	218	221	213	215	136	138	161	160	167	164	123	129	85	97	97	107	130	133	
25	154	150	195	204	192	198	124	128	148	148	156	148	113	134	78	105	89	109	116	127	
35	138	133	166	182	164	178	108	112	130	130	143	129	98	138	68	110	78	108	98	117	
45	112	113	131	155	133	153	94	94	105	110	124	109	78	143	56	113	70	106	78	98	
55	84	90	97	116	97	128	68	74	82	86	109	82	56	141	43	113	56	104	54	80	
65	55	63	56	78	56	80	40	48	57	60	80	58	30	136	29	111	44	100	20	64	
75	24	37	28	45	27	39	17	25	22	27	55	27	13	128	16	106	33	96	10	48	
85											27	12		117	4	99	6	90		41	
90														115	2	96		87		40	
95														114	3	93		84		39	
105														107	3	86		79		36	
115														90	4	76		72		30	
125															66	6	65		64		27
135															38	7	53		56		24
145															26	9	39		44		20
155															7	11	24		28		16
165																11	15		10		13
175																11	11				2
180																11	11				
К. п. д., %	47		54		59		42		46		60		85		75		65		48		

α, град	Сила света, кд, светильников																	
	Светильники группы 22		Светильники группы 23		Светильники группы 24		ЛСП01-2×150-15		Светильники группы 25		ЛСП01-2×150-13		Светильники группы 26		УВЛН6; УВЛВ6		ЛПО09	
	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная	продольная	поперечная
0	218	218	389	389	408	408	307	307	383	383	315	315	399	399	324	324	208	208
5	205	212	385	379	406	392	307	305	382	401	313	329	399	411	318	304	207	208
15	187	198	359	359	378	336	285	335	362	322	292	370	383	360	288	258	204	208
25	164	181	314	321	328	290	252	304	333	262	258	346	350	307	252	190	191	205
35	136	156	250	197	270	171	209	146	289	222	215	149	303	265	214	134	170	198
45	104	129	195	105	203	98	161	37	288	129	166	37	244	150	160	104	145	189
55	71	102	135	7	136	7	112	9	161	49	117	9	172	117	94	84	115	175
65	40	70	84	2	77	2	66	8	94	4	70	7	101	6	40	60	79	155
75	18	38	33		36	0	35	7	29	4	37		98	6	20	40	46	116
85	10	19	6		9	0	16	6	4	4	17		6		12	12	10	60
90			2		2	0	7	6	4	4								25
95			1		4	0	9	6	4	4								
105					11	0	15	6	10	4								
115					21	0	24	10	18	9								
125					33	1	34	16	28	18								
135					45	10	49	22	39	88								
145					57	28	58	29	47	87								
155					66	44	68	45	51	47								
165					74	60	78	59	56	51								
175					77	72	81	72	56	56								
180					78	78	81	81	56	56								
К. п. д., %	51		64		72		69		82		58		78		61		80	

Примечание. Все светильники с экранирующими решетками имеют защитный угол: для общественных зданий 30°, для производственных зданий 15°. Исключение составляют: светильники группы 22, имеющие в продольной плоскости 30°, в поперечной плоскости 20°, и светильники серии УВЛ-4, имеющие в продольной и поперечной плоскостях 30°.

Светильники с люминесцентными лампами для общественных зданий

Серия	Модификация и ее обозначение	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	Масса, кг	Габариты, мм			Схема зажигания	Примечание
				длина	ширина	высота		
Л2010	С несветопропускающими боковинами — Л201Б: с пластмассовой экранирующей решеткой — 01; с плоским рассеивателем из призматического стекла — 02; с плоским рассеивателем из опалового оргстекла — 03; с формованным рассеивателем из опалового оргстекла — 04, 05, 06; 07, (в зависимости от формы рассеивателя); с рассеивателем из поливинилхлоридной пленки 14—16, 18—20; с металлической экранирующей решеткой — 17.	2×20 2×40 2×80 4×20 4×40 4×80 6×40	5 8 13 9 15 25 22	675 (на 20 Вт) 1275 (на 40 Вт) 1575 (на 80 Вт)	354 (на 2 лампы) 675 (на 4 лампы) 775 (на 6 ламп)	127	С или Б (по заказу)	Светильники разработаны в модификациях: 01 — 17 (на 2 лампы); 01 — 11, 18, 19 (на 4 лампы); 01, 04, 20 (на 6 ламп). В 1975 г. выпускались в более ограниченном сортаменте. Установка индивидуальная. Заменяются на модернизированную серию Л2010М (отличающуюся отдельными конструктивными узлами) с лампами 20, 40, 65 Вт. Пример заказа светильника со светопропускающими боковинами, на 2 лампы 40 Вт, в модификации с рассеивателем из опалового оргстекла, со схемой С: Л201Г240-08, со стартерной схемой зажигания
	Со светопропускающими боковинами — Л201Г: с рассеивателем из опалового полистирола — 08, 09, 10, 11 (в зависимости от формы рассеивателя); с рассеивателем из призматического полистирола — 12, 13 (в зависимости от формы рассеивателя)							
Л2001	Рассеиватель из оргстекла или полистирола — 01, 02, 03, 04. Рассеиватель из поливинилхлоридной пленки — 05, 06, 07, 08. Форма рассеивателя: 01 (05) — прямоугольная; 02 (06) — трапециевидная; 03 (07) — угловая; 04 (08) — только для четырехламповых выгнутая трапециевидная	2×40 4×40 2×65 4×66	9,5 19 11 22	1313 1313 — —	255 490 — —	118 118 — —	Б	В 1975 г. выпускались только с лампами 40 Вт в модификации 01. Установка индивидуальная и в линию. При стыковании в линию размер линии $L_n = (L - 72)n + 72,$ где L — длина светильника, мм; n — число светильников в линии. Пример заказа;

									ЛПО01-2×40/Д — 01: 1) для индивидуальной установки; 2) для промежуточной установки в линию; 3) для концевой установки в линию
ЛПО02	Рассеиватель из опалового оргстекла или полистирола — 01. Рассеиватель призматический — 02	1×20 1×40 2×20 2×40 2×65 4×20	2,5 4,0 4,0 7 10,0 9,5	655 (на 20 Вт) 1296 (на 40 Вт) 1565 (на 65 Вт)	100 (на 1 лампу) 214 (на 2 лампы) 655 (на 4 лампы)	100 (на 1 лампу) 95 (прочие)	Б (на 1 лампу) С (на 2—4 лампы)	В 1975 г. с лампами 65 Вт и в модификации 01 не выпускались. Масса указана ориентировочно. Установка индивидуальная. Одноламповые светильники — преимущественно прямого света (Н), прочие прямого света (П). Пример заказа: 1) ЛПО02-2×40/П-02; 2) ЛПО02×40/Н-02	
ЛПО03	С открытой лампой (рассеянного света — Р) — 01, с отражателем (симметричного светораспределения — Д и несимметричного светораспределения — Б) — 02, с рассеивателем (преимущественно прямого света — Н) — 03	1×20	2,5 (модификация 01—2,0)	631	60 (модификация 01) 100 (модификация 02 с отражателем Д) 77 (модификация 02 с отражателем Б) 62 (модификация 03)	106 114 120 112	Б	В 1975 г. выпускались только в модификации 03. Выпуск прочих модификаций намечается начать с 1976 г. Установка индивидуальная и в линию, вертикально и горизонтально. Коэффициент мощности ЛПО03 на 40 Вт — 0,8; на 20 Вт — 0,35 или при наличии конденсаторов — 0,8. Пример заказа: ЛПО03 × 40/Р-01, ЛПО03 × 40/Д-02, ЛПО03 × 40/Б-02, ЛПО03 × 40/Н-03	
		1×40	4,4 (модификация 0,1—3,4)	1252			С или Б (по заказу)		
УСП	С рассеивателями различной формы или экранирующими решетками различного рисунка — от УСП-2 до УСП-35	2×20 4×20 6×20	2,9—3,8 5,8—7 8,3—10,8	660	274 486 660	102	С	Боковины и торцевины не-светопропускающие. Установка индивидуальная. Пример заказа: УСП5-2×40	
		2×40 4×40 6×40	6,4—7,3 11,5—13 17—18,8	1270	274 486 690				

Серия	Модификация и ее обозначение	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	Масса, кг	Габариты, мм			Схема зажигания	Примечание
				длина	ширина	высота		
ОЛС	Блок с открытой лампой: ОЛС1-1×20	1×20	1,9	645	62	100	Б (1×20) С (1×40)	Установка индивидуальная и в линию Пример заказа: ОЛС3-1×40
	ОЛС1-1×40	1×40	2,4	1254				
	Блок с отражателем типа «Кососвет»: ОЛС2-1×20	1×20	2,2	645	90	127		
	ОЛС2-1×40	1×40	2,4	1254				
	Блок с рассеивателями различной формы (3, 4, 5): ОЛС3 (4, 5)-1×20	1×20	2,4	645	60—80	100—122		
	ОЛС3 (4, 5)-1×40	1×40	3,5	1254				
ЛПР 2×40	Экранирующая решетка и боковины из пластмассы или металла	2×40	11,5	1244	260	111	Б	Установка индивидуальная и в линию. Пример заказа при одиночной установке: ЛПР-2×40 с пластмассовой (металлической) решеткой, для индивидуальной установки. Заказ при установке в линию аналогичен заказу ЛПО01. Осваивается производство ЛПР с эритемной лампой (ЛПО18)

ЛСО02	Металлические боковины и металлическая решетка — 01. Металлические боковины и пластмассовая решетка — 02. Пластмассовые (светорассеивающие) боковины и металлическая решетка — 03	2×40	6,1—7,1	1265	292	102	С	В 1975 г. выпускались только с лампами 40 Вт. Установка индивидуальная в линию. Поставляются по заказу с подвесами 0,5 и 1 м (в таблице высота указана для светильников без подвесов) Пример заказа при одиночной установке. ЛСО02-2×40/Р-01 Заказ при установке в линию аналогичен заказу ЛПО01. ЛСО02 на 2 лампы 40 Вт в модификациях 01 и 03 разработаны также с эртемной лампой 30 Вт (ЛСО02-2×40/1×30/Р-01 и ЛСО02-2×40/1×30/Р-03)
		4×40	12,0		410			
		2×65	11,1—13,3	1565	292			
		2×80	12,2—13,7					
ЛПО13	Решетчатый пластмассовый затенитель — 01	2×40	11,5	1380	275	93	С	Светильник предназначен для освещения вертикальных поверхностей. Установка индивидуальная и в линию. Пример заказа: ЛПО13-2×40/П-01
		4×40	19,0		575			
		2×65	15,5	1680	275			
		4×65	26,5		575			
2×80	15,5	275						
4×80	26,5	575						
ШОД	—	2×40	10,5	1270	270	140	С	Установка индивидуальная. Поставляются с подвесами 0,5 м
		2×80	12,0	1570	270				160
ЛПО21 («Ореол»)	Рассеиватель из прозрачного призматического полистирола ЛПО21-2×40/Н-02 («Ореол-2»)»	2×40	8,0	1296	214	95	С	Установка индивидуальная. Пример заказа: «Ореол-2»
	ЛПО21-4×40/Н-05 («Ореол-5»)»	4×40	14,8		420			
ЛПН 1×40	—	1×40	6	1480	110	95	С	Установка индивидуальная. Пример заказа: ЛПН-1×40

Светильники типов ЛД, ЛСП01, ЛСП02, ПВЛМ, ЛСП04, ЛПП01 предназначены как для индивидуальной установки, так и стыковки в линию, ЛСП06 и ПВЛП — только для индивидуальной установки; ЛОУ1П — только для установки в линию.

При стыковании в линию промежуточные и концевые светильники серий ЛД, ЛСП01, ЛСП02 имеют различное конструктивное исполнение, что следует учитывать при заказе оборудования.

Для светильника ЛСП02 конструктивное исполнение характеризуется номером модификации.

Для осветительного устройства ЛОУ1П различны начальные, промежуточные и конечные комплекты, каждый из которых имеет свой номер: 1 — начальный блок, 2 — промежуточный (основной) блок, 3 — конечный блок, 4 — комплект из корпуса, отражателя и по заказу — защитной решетки и подвеса различной длины: П2 — 0,5 м, П3 — 1 м, П4 — 2 м.

Пример заказа:

осветительное устройство ЛОУ1П-2 × 40:

комплект № 1 — 1 шт.;

комплект № 2 — 10 шт.;

комплект № 3 — 1 шт.;

комплект № 4 с защитной решеткой и подвесом П4 — 12 шт.

Светильник ПВЛМ рассчитан на работу с рефлекторными или обычными лампами и имеет одно конструктивное исполнение как для индивидуальной установки, так и для установки в линию. Стыковка ПВЛМ в линию осуществляется с помощью резьбовых трубных патрубков.

Все указанные в табл. 3-9 светильники — прямого света, с диффузными (ПВЛМ, ЛД, ЛСП02, ЛСП04 на 2 лампы, ЛСП06, ЛОУ1П) или зеркальными (ЛСП01, ЛСП04 на 1 лампу) отражателями; исключение составляют светильники ПВЛМ без отражателя — рассеянного света и ЛПП01 — преимущественно прямого света.

В зависимости от типа светильники рассчитаны на зажигание по стартерной или бесстартерной схеме (см. табл. 3-3), с вводом линии 220 В.

Устройства ЛОУ1П зажигаются по специальной бесстартерной схеме, требующей трехфазных линий 380/220 В и фазировки ответвлений к каждому звену линии по схеме АВ — ВС — АС.

Запрещается пофазное отключение линии ЛОУ, а также выделение части звеньев устройства на другую, например аварийную, сеть.

Светильники с экранирующими решетками обеспечивают защитный угол $15 \times 15^\circ$.

Светильники ЛСП02 и ЛОУ1П поставляются заводами в разобранном виде.

Сортамент и технические данные основных светильников с прямыми лампами 20, 40, 65 и 80 Вт для общественных зданий приведены в табл. 3-10 и 3-11 и на рис. 3-8.

подавляющая часть светильников — плафоны; относительно широк сортамент настенных светильников.

Из подвесных светильников, если не считать устаревший и снимаемый с производства ШОД (заводами Главэлектросвета светильник ШОД снят еще в 1972 г.), выпускается только одна серия — ЛСО02 и притом в небольших количествах.

Выпускаются также настенные и потолочные светильники с U-образными лампами 15—40 Вт (настенные — серии Л5050, Л4110, Л4070; потолочные УПБ01 УПБ02 и др.), светильник ТПБ-20 с кольцевой лампой, светильники с лампами 8—15 Вт для бытовых помещений, специальные светильники для лечебных учреждений и др.

Все указанные в табл. 3-11 светильники рассчитаны на однофазный ввод 220 В как медных, так и алюминиевых проводников, присоединяемых к штепсельному разъему или клеммнику в корпусе светильника.

В светильниках, стыкуемых в линию (ЛПО01, ЛСО02, ЛПО03, ЛПР, ОЛС, ЛПО13), корпуса используются в качестве магистрального короба — для прокладки проводов и крепления к строительному основанию.

Светильники ЛПО13, предназначенные для освещения стендов, картин, щитов и других вертикальных поверхностей, аналогичны встраиваемым в подвесные потолки ЛВО13 и отличаются от последних только отсутствием отбортовки и регулируемых крепежных замков. Светильники ОЛС (а также БЛ2, ЛБШО и другие одноламповые блоки устаревших конструкций) постепенно будут заменяться на ЛПО03.

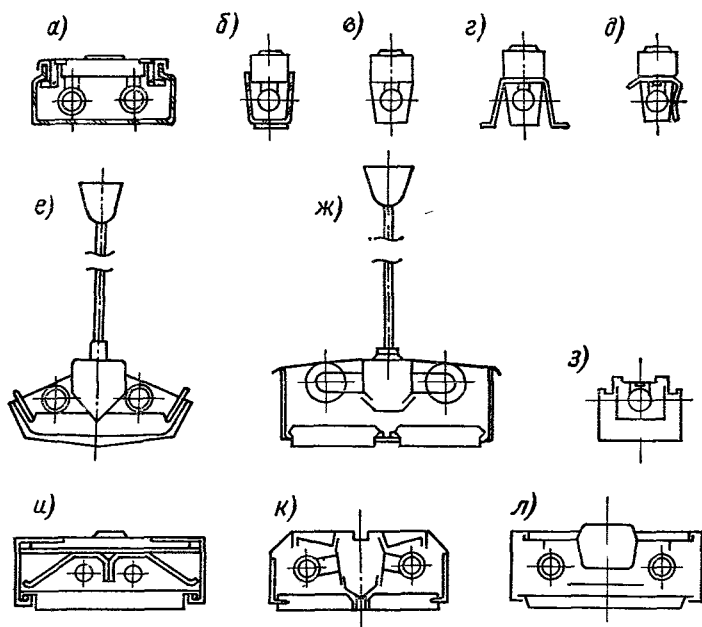


Рис. 3-8. Светильники с люминесцентными лампами для общественных зданий: а — ЛПО01, ЛПО021 («Ореол»), Л201Г, ЛПО02; б — ЛПО03-Н, ОЛС-3, ОЛС-4; в — ЛПО03-Р, ОЛС-1; г — ЛПО03-Д; д — ЛПО03-Б, ОЛС-2, ~~ОЛС-1~~ ШОД; ж — ЛСО02; з — ЛПН; и — ЛПО13; к — ЛПР; л — Л201В, УСП (форма рассеивателя и рисунок решетки для светильников различны)

Светильники ЛПН-1 × 40 имеют защитный угол только в продольной плоскости и предназначены для освещения узких помещений и коридоров, проходов между стеллажами и т. д.

3-7. СВЕТИЛЬНИКИ, ВСТРАИВАЕМЫЕ В ПОДВЕСНЫЕ ПОТОЛКИ

Сортамент и технические данные светильников приведены в табл. 3-10 и 3-12 и на рис. 3-9.

Светильники с люминесцентными лампами, встраиваемые в потолки, выпускаются для обслуживания сверху — с технических этажей (УВЛВ, ВЛВ, ВЛО) и снизу — из освещаемого помещения (ЛВО01, ОВЛ, ЛВО13, УВЛН, ВЛН).

Унифицированная серия светильников УВЛ (УВЛВ—УВЛН) разработана в 6 модификациях:

1 и 2 — с рассеивателем из оргстекла, причем 1 в пылезащищенном исполнении;

3 и 4 — с пластмассовыми экранирующими решетками (3 — с защитным углом 15° ; 4 — $30^\circ \times 30^\circ$);

5 — аналогична модификации 3, но имеет частично пылезащищенное исполнение;

6 — открытые зеркальные светильники с кривой Г.

Светильники разработаны на 2 и 4 лампы 40, 65, 80, 150 Вт, но пока освоено производство только светильников на 4 лампы по 80 Вт в модификациях 1 и 2.

Светильники УВЛ предназначены в основном для производственных зданий и устанавливаются в проемы подвесных потолков, на уголках обрамления или непосредственно на несущих конструкциях.

В зависимости от типа встроенного ПРА, определяемого числом и мощностью ламп, в светильник вводятся от одной до трех фаз сети напряжением 380/220 В.

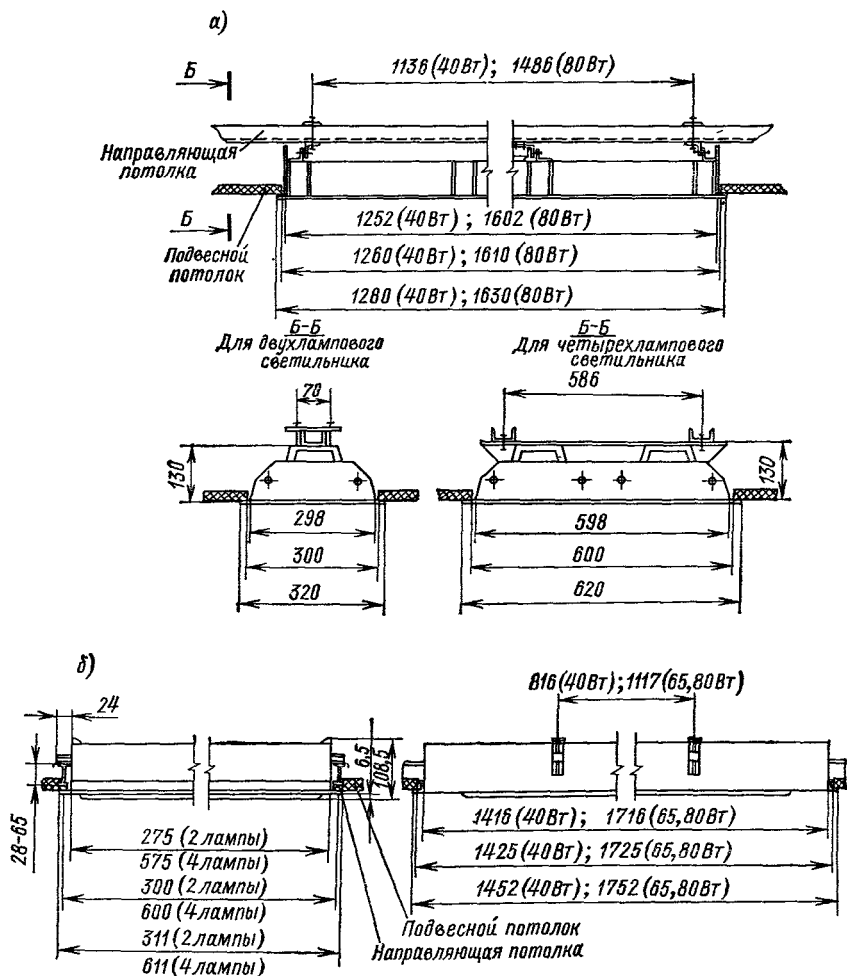


Рис. 3-9. Светильники, встраиваемые в подвесные потолки: а — ОВЛ; б — ЛВО13

В светильники УВЛВ (УВЛН)-4 × 80 может вводиться однофазная линия 220 В или двухфазная (с нулем) линия 380/220 В. Схема зажигания светильников серии УВЛ — бесстартерная.

Светильники ВЛВ и ВЛО обслуживаются сверху и предназначены для производственных помещений. ВЛВ — с тяжелыми условиями среды, ВЛО — с нормальными условиями среды. ПРА выносные и подключаются к светильникам и к питающей сети шланговыми кабелями, входящими в комплект ПРА. ВЛВ имеет рассеиватель из оргстекла, ВЛО — экранирующую решетку с защитным углом 15°. В светильники должна вводиться трехфазная линия 380/220 В. Схема зажигания — бесстартерная. Светильники ВЛВ — ВЛО устанавливаются в проемы тяжелых подвесных потолков на уголках обрамления.

ВЛН предназначены для освещения производственных помещений с тяжелыми условиями среды, с обслуживанием снизу и имеют 2 исполнения: 1 — без обечайки (металлического обрамления), для встраивания в легкие подвесные потолки; 2 — с обечайкой, для встраивания в перекрытия, несущие нагрузку.

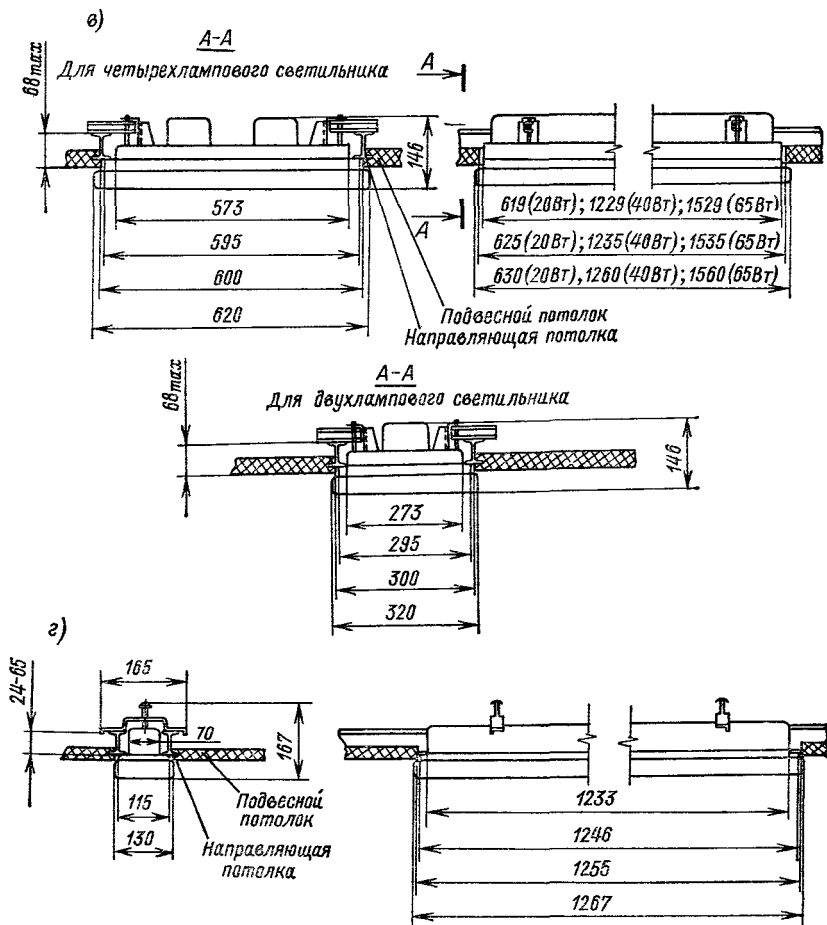


Рис. 3-9. *в* — ЛВО01 (на 2 и 4 лампы); *г* — ЛВО01 (на 1 лампу)

ВЛН выпускаются с рассеивателем из оргстекла, с бесстартерной схемой зажигания и требуют ввода трехфазной сети 380/220 В.

С расширением производства светильников серии УВЛ светильники ВЛВ, ВЛО, ВЛН должны сниматься с производства.

Для освещения общественных зданий используются светильники серий ЛВО01, ЛВО13, ОВЛ и др. ЛВО01 устанавливаются в проемы легких подвесных потолков из плиток «акмигран», «травертон» и других, а также в алюминиевых,

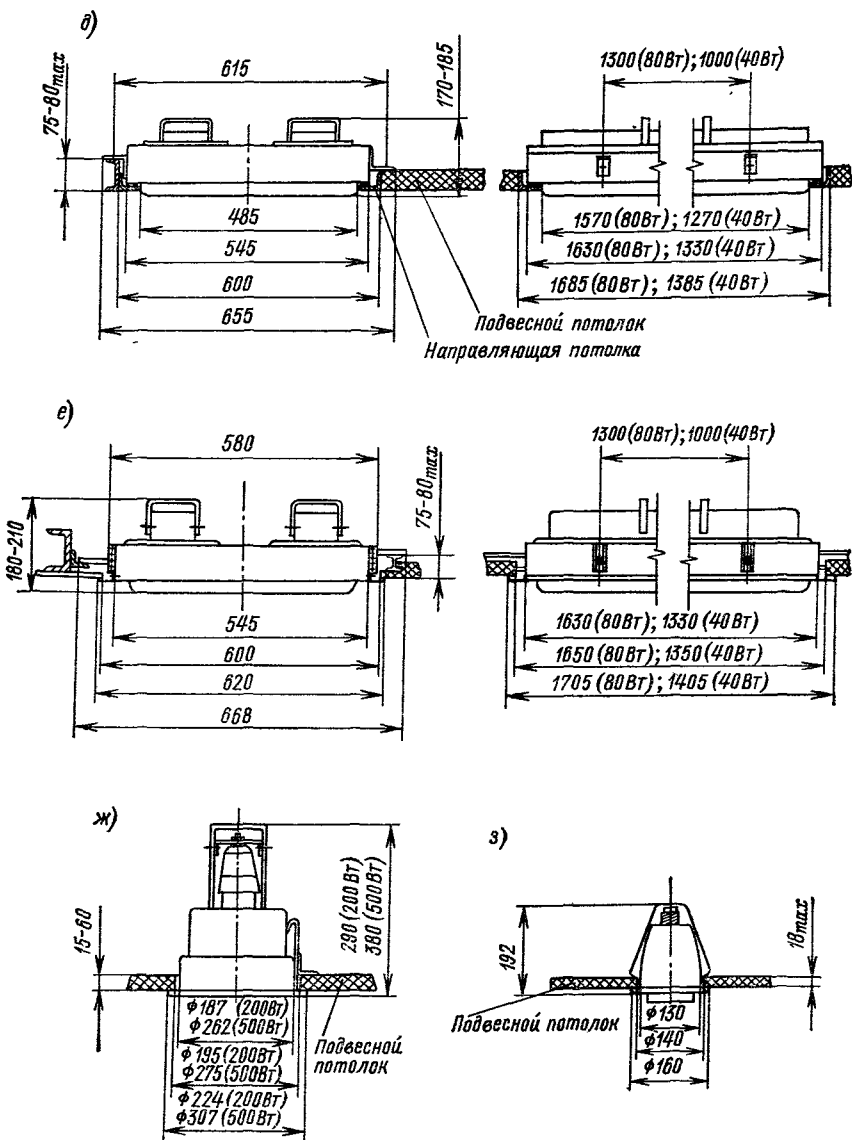


Рис. 3-9. д — УВЛВ; е — УВЛН; ж — СВЛ; з — НВ-1

Светильники, встраиваемые в подвесные потолки

Серия, тип	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	Модификация	Масса с ПРА, кг	Примечание
Светильники с люминесцентными лампами				
УВЛВ, УВЛН	4×40 4×65 4×80 2×150	1—6	26,4—32,5	Пример заказа: УВЛН-4×80-1
ВЛН	3×80 4×80	1,2	36 43	Пример заказа: ВЛН-4×80-1
ВЛО	3×80 4×80	— —	35,7 38,3	ПРА выносное размером 490×70×390 мм. Длина выводного кабеля от ПРА: к светильнику — 2 м; к сети — 1,2 м.
ВЛВ	3×80 4×80	— —	31,9 42,6	Пример заказа: ВЛО (ВЛВ)-3×80
ЛВО01	1×40 2×40 4×40 2×20 4×20 2×65 4×65	01	6,0 12,0 21,1 6,9 12,3 16,2 28,6	Коэффициент мощности ЛВО01-1×40 — 0,8; остальных типоразмеров составляет 0,92—0,95. Установка встроенная (рассеиватель выступает из потолка на 40 мм) или полу-встроенная (рассеиватель располагается заподлицо с потолком). Пример заказа: ЛВО01-2×40/П-01
ЛВО13	2×40 4×40 2×65 4×65 2×80 4×80	01	11,5 19,0 15,5 26,6 15,5 26,5	Пример заказа: ЛВО13-2×40/П-01
ОВЛ	2×40 4×40 2×80	1—6	12 23 18	Пример заказа: ОВЛ-2×40-2
Светильники с лампами накаливания				
СВП-200А	200	—	2	Светильники используются с зеркальными лампами накаливания (ЗС или ЗК)
СВП-500А	500	—	3	
НВ-1	100	—	1,1	

Примечание. 1. Дополнительные сведения и размеры приведены в тексте и на рисунках.

2. Из числа люминесцентных светильники типа ВЛН, ВЛО, ВЛВ и ЛВО01 предназначены для индивидуальной установки, УВЛН — УВЛВ, ЛВО13 и ОВЛ допускают также установку в линию.

штукатурных потолках и крепятся на направляющих подвесного потолка, они имеют рассеиватель из оргстекла. В светильник вводится одна фаза. Схема зажигания бесстартерная.

Светильники ЛВО13 предназначены для освещения вертикальных поверхностей (стендов, картин, щитов и т. д.), могут иметь или симметричное светораспределение с максимумами силы света под углом 25° или, путем перестановки зеркальных отражателей на месте монтажа, боковое несимметричное светораспределение. ЛВО13 имеет пластмассовую экранирующую решетку с защитным углом в поперечной плоскости 20° (при несимметричном светораспределении — 30°), в продольной плоскости — 30° . В светильник вводится напряжение 220 В (одна фаза). Схема зажигания стартерная. Установка и крепление ЛВО13 аналогичны ЛВО01.

Светильники ЛВО01 разработаны на 2 и 4 лампы 20, 40 и 65 Вт и на 1 лампу 40 Вт (в 1975 г. выпускались только с лампами 20 и 40 Вт); ЛВО13 — на 2 и 4 лампы 40, 65, 80 Вт (выпуск намечен на 1976 г.).

Светильники ОВЛ встраиваются в легкие подвесные потолки и их наружная отбортовка по периметру может использоваться в качестве несущей конструкции для плит этих потолков.

Отбортовка способна воспринимать равномерную нагрузку 15—20 кг на 1 м. ОВЛ разработаны с рассеивателями (модификации 2, 3, 4, 5) и решетками (модификации 1, 6) различной формы.

В 1975 г. ОВЛ выпускались только следующих модификаций: 2 — с плоским диффузным или призматическим рассеивателем; 4 — с профильным рассеивателем; 5 — с формованным рассеивателем. ОВЛ крепятся к основным перекрытиям на швеллерах, монтажных профилях и других металлоконструкциях; они выпускаются на 2 лампы по 40 и 80 Вт и на 4 лампы 40 Вт. В светильники вводится напряжение 220 В (одна фаза). Схема зажигания: для ОВЛ-2 \times 80 — бесстартерная, для ОВЛ-2 \times 40 и 4 \times 40 — стартерная.

Из новых разработок (не включенных в табл. 3-12) следует отметить светильники ЛПО09-1 \times 40 для установки над подвесными потолками, перекрытыми светорассеивающими материалами или экранирующими решетками, и серию Л1040.

В табл. 3-12 не включены также светильники ЛВП02, предназначенные для замены ВОД и ВЛВ и разработанные на 2, 3 и 4 лампы 65 и 80 Вт со встроенным (модификации 01 и 02) или выносным (модификации 03 и 04) ПРА, для обслуживания сверху (с технического этажа).

Светильники ЛВП02 разработаны в пылезащищенном исполнении (с рассеивателем из органического стекла — модификации 01 и 03) и незащищенном исполнении (с экранирующей решеткой $15 \times 15^\circ$ — модификации 02 и 04); они комплектуются бесстартерными ПРА с температурной маркировкой 120°C и рассчитаны на ввод трехфазной линии 380/220 В.

В 1975 г. освоено производство ЛВП02-3 \times 65 и 3 \times 80 в модификациях 03 и 04, 4 \times 65 и 4 \times 80 — в модификации 04.

По встраиваемым светильникам, включаемым в систему кондиционирования или вентиляции (ВЛК, ЛВП31, ЛВП32, ЛВО31 и др.), в «Справочнике» приводятся только светотехнические данные. Область применения и конструкции этих светильников подробно рассмотрены в книге А. Г. Аничкина и В. Ф. Ефимкиной «Совмещенные системы освещения и кондиционирования» (М., «Энергия», 1972).

Для ламп накаливания выпускаются встроенные светильники типов: СВП-200А, СВП-500А, НВ-1. Светильники предназначены для освещения общественных зданий и рассчитаны на работу с зеркальными лампами. Защитный угол — 30° .

3-8. ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ

Стационарные взрывозащищенные светильники выпускаются двух исполнений. взрывонепроницаемые (с маркировкой «В») — для установок всех классов и повышенной надежности против взрыва (с маркировкой «Н») — для установок классов В-1а, В-1б и В-1г.

Кроме того, для шахтных установок выпускаются светильники «взрывобезопасные» (с маркировкой «РВ») и рудничные повышенной надежности (с маркировкой «РП»).

В установках классов В-I типы взрывонепроницаемых светильников должны соответствовать категории (1, 2, 3, 4) и группе (А, Б, Г, Д или по новой маркировке Т1, Т2, Т3, Т4, Т5) взрывоопасной смеси.

Максимально допустимые для данного светильника категория и группа смеси указаны в его обозначении (например, ВЗГ-200-АМ — светильник взрывонепроницаемый для категорий 1, 2, 3 и групп А, Б, Г).

В установках классов В-Iа и В-Iг типы взрывозащищенных светильников должны соответствовать только группе взрывоопасной смеси.

В установках классов В-IIа и В-Iб могут быть использованы любые взрывозащищенные светильники, а также невзрывозащищенные, полностью пыленепроницаемые светильники (ЛСП04, ППР, ППД, ППД2, УП24 и т. п.).

Промышленность СССР выпускает взрывонепроницаемые светильники только с лампами накаливания, а светильники повышенной надежности против взрыва — с лампами накаливания и люминесцентными.

Польской Народной Республикой в СССР поставляются взрывозащищенные светильники с лампами ДРЛ. ВЗГ-ДРЛ-125 и ВЗГ-ДРЛ-250 — со встроенным или независимым ПРА и Н4А-ДРЛ-250 — с независимым ПРА (коэффициент мощности — 0,55).

Сортамент и основные характеристики взрывозащищенных светильников, изготовляемых в СССР, приведены в табл. 3-13 и 3-14 и на рис. 3-10.

Таблица 3-13

Стационарные взрывозащищенные светильники с лампами накаливания и люминесцентными для общего пользования

Тип светильника	Масса, кг		Габариты (D×H или L×B×H) мм	
	с отражателем	без отражателя	с отражателем (защитный угол 15°)	без отражателя
ВЗГ-200АМ	7,5*	5,8**	398×520	
ВЗГ-100М	—	9	—	340×180
ВЗГ-60	—	3,4	—	169×255
В4А-60	—	6,5	—	340×210
Н4Б-300М	8*	6**	508×418	300×418
Н4БН-150	7*	5**	400×400	230×400
НОГЛ-1×80	15	13	1655×200×380	1655×110×380
НОГЛ-2×80	25	23	1655×310×380	1655×230×380
НОДЛ-1×40	11	10	1355×200×380	1355×110×380
НОДЛ-2×40	20	19	1355×310×380	1355×230×380

Примечание На светильники типа ВЗГ/В4А 200М данных нет.

* С отражателем и сеткой
** Без отражателя и без сетки.

Светильники ВЗГ-200АМ, ВЗГ/В4А-200М, Н4БН-150, Н4Б-300М по заказу могут поставляться с защитной сеткой или без нее, с отражателем или без него; ВЗГ-200АМ и ВЗГ/В4А-200М поставляются с колпаком из прозрачного стекла и поэтому, как правило, должны устанавливаться с отражателями; Н4БН и Н4Б поставляются с колпаком из матированного стекла при отсутствии отражателя и с колпаком из прозрачного стекла при наличии отражателя.

В НОДЛ — НОГЛ люминесцентные лампы располагаются в защитных трубах из оргстекла. Эти светильники могут поставляться как с отражателями, так и

без них, имеют бесстартерную схему зажигания; коэффициент мощности двухламповых светильников 0,9, одноламповых — 0,5. Расстояние между подвесками может меняться в пределах 0,5—1,4 м для НОГЛ и 0,5—1,1 м — для НОДЛ.

Таблица 3-14

Светотехнические характеристики взрывозащищенных светильников
(отнесены к потоку ламп 1000 лм)

α, град	Сила света, кд, светильников типа						Светильники группы 6	
	Н4БН-150 с отражателем	Н4Б-300М с отражателем	ВЗГ-200АМ с отражателем	ВЗГ-100М	ВЗГ/В4А-200М с отражателем	про- дольная	попереч- ная	
0	214	240	132	92	116	215	215	
5	207	270	132	85	122	212	212	
15	180	298	162	82	152	202	205	
25	166	248	142	82	138	184	198	
35	159	172	119	85	118	169	183	
45	150	132	100	88	90	144	165	
55	137	105	72	90	102	104	134	
65	115	70	95	88	82	60	86	
75	20	—	30	70	35	20	20	
85	5	—	—	35	—	—	—	
90								
К. п. д., %	55	60	48	48	48	60 одноламповые 55 двухламповые		
Защитный угол, град	15	15	15	—	15	30 в поперечной плоскости		

Светильники ВЗГ-200АМ и ВЗГ/В4А-200М допускают только ввод сверху: трубой с условным проходом 20 мм (эта же труба используется и для крепления светильников) или кабелем (с креплением светильника на монтажном профиле); Н4Б-300М предназначен только для верхнего ввода трубы 20 мм.

В4А-60 и ВЗГ-100М допускают боковой ввод (и вывод) кабелем диаметром не более 15 мм, в трубе с условным проходом 25 мм; Н4БН разработаны с боковым и верхним вводом, но временно выпускаются только с верхним вводом.

Все указанные в табл. 3-13 светильники, за исключением Н4Б-300М, имеют вводное устройство, поставляются с внутренней зарядкой и допускают присоединение внешних проводов (в том числе и нетеплостойких) как с медными, так и с алюминиевыми жилами, если последние в данном случае допустимы.

Зарядка Н4Б-300М должна учитываться в проекте и выполняться теплостойкими медными проводами.

Зарядка взрывозащищенных светильников на участке «ответвительная коробка — патрон» осуществляется тремя проводами, из которых один — специальный заземляющий (для помещений класса В-I третий, заземляющий проводник, не используемый как рабочий нулевой, прокладывается и до ответвительной коробки).

Корпусы взрывозащищенных светильников, как правило, выполнены из алюминиевых сплавов, а отражатели — из стали.

В качестве переносных светильников во взрывоопасных установках В-Г и В-Иб могут применяться любые взрывозащищенные, а в установках прочих классов — только взрывонепроницаемые светильники.

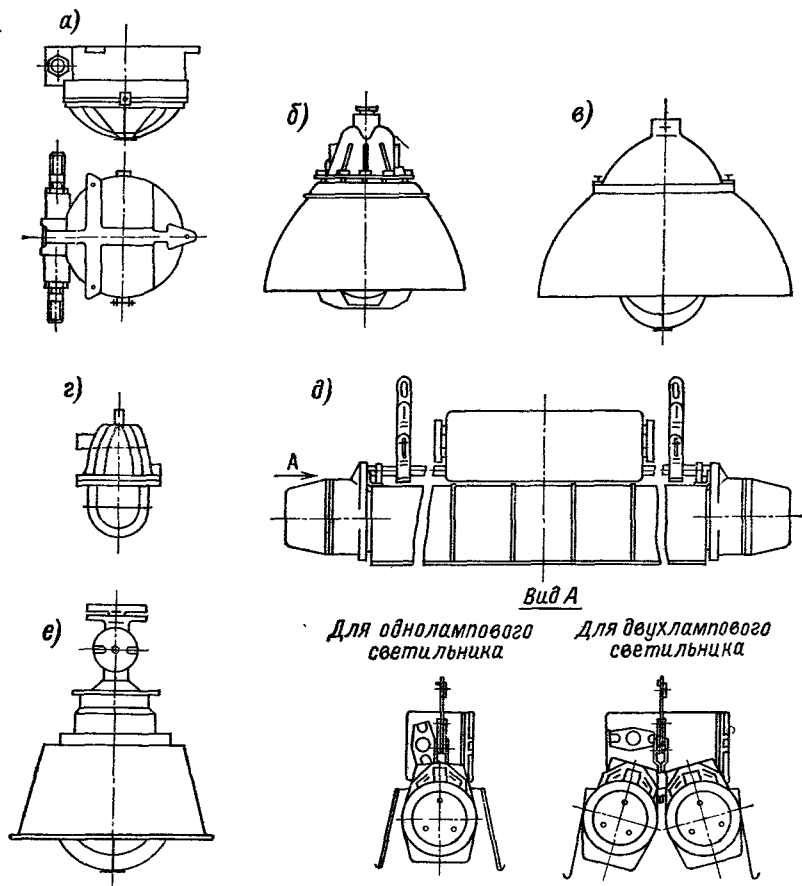


Рис. 3-10. Стационарные взрывозащищенные светильники с лампами накаливания и люминесцентными общего пользования: а — В4А-60, ВЗГ-100М; б — Н4БН (с центральным вводом); в — Н4Б-300М; г — ВЗГ-60; д — НОГЛ, НОДЛ; е — ВЗГ-200АМ, ВЗГ/В4А-200М

Практически все переносные светильники выпускаются только во взрывонепроницаемом исполнении. К ним относятся:

1. СПВ-9. Исполнение В4Г. Лампа автомобильная А-12-6 (8,2 Вт, 12 В). Светильники по заказу могут поставляться в ручном и головном исполнении, а также комплектоваться взрывозащищенным разъемом ВР-61.

2. СПВ-27. Исполнение ВЗГ. Лампа автомобильная А-12-32 (27,75 Вт; 12 В).

3. СРВ. Исполнение ВЗГ. Лампа автомобильная А-12-21 (19 Вт; 12 В).

4. БП-62-В, БП-62-ВМ, ПР-60-В, ПР-60-ВМ, ПР-64ВМ. Исполнение ВЗГ. Лампа самолетная напряжением 13 В (СМ-13-5—5 Вт; СМ-13-10—10 Вт; СМ-13-15—15 Вт) или 26 В (СМ-26-5 — 5 Вт; СМ-26-10 — 10 Вт; СМ-26-15 — 15 Вт).

Выпускаются также переносные светильники, специально предназначенные для шахт, транспорта и т. д.

В комплект поставки переносных светильников, как правило, входит провод зарядки — трехжильный кабель КРПТ (КРПГ), длина которого зависит от типа светильника.

Помимо переносных ламп, подключаемых к стационарной сети 12—24 В, для переносного освещения взрывоопасных установок используются переносные аккумуляторные фонари, в частности, в исполнении ВЗГ, светильники типов СЗГ-2, СЗГ-14, СГВ-2, а в исполнении В4Д — САВ-3,75.

Для местного освещения взрывоопасных установок выпускаются:

1. Светильники — фары ФВН-64-1 (при высотах до 4 м) и ФВН-64-2 (при высотах до 30 м). Исполнение ВЗГ. Лампа автомобильная А-54 (50 Вт; 12 В).

2. Светильники С-2В. Исполнение ВЗГ. Лампа самолетная СМ-13-10 (10 Вт; 13 В) или СМ-26-10 (10 Вт; 26 В), а также ряд других светильников (ВЗГ-25, В4А-50 и т. д.).

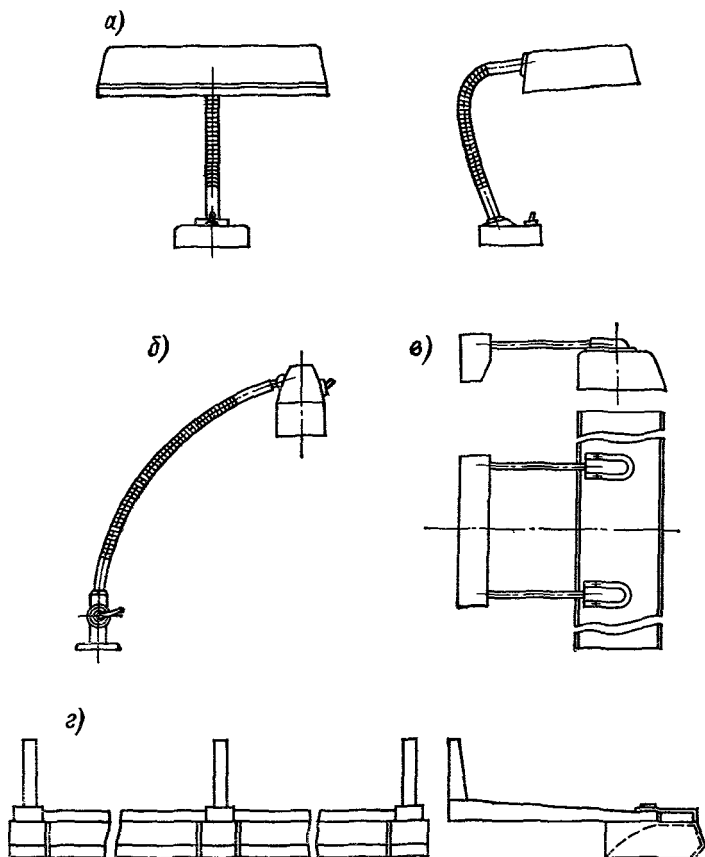


Рис. 3-11. Светильники местного освещения общего применения: а — ЛНПО1; б — НКСО1; в — МЛ; г — ЛПО12

Светильники местного освещения для общего применения

Тип	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	Размер светового пятна мм	Высота светового центра над освещаемой поверхностью, мм	Освещенность, лк	Масса, кг	Примечание
Светильники с люминесцентными лампами						
МЛ-2×40	2×40	600×800 1300×1700	400 1000	1200 500	12,0 —	Схема зажигания стартерная. По заказу поставляются в двух исполнениях: открытые и перекрытые рассеивателем из оргстекла. ПРА в основании светильника. Установка на вертикальной поверхности
МЛ-2×80	2×80	600×1000 1000×1600	800 1400	1800 700	15,0 —	
ЛНП01-2×20/П0'-01 (02)	2×20	600×800	450	500	8,0	Схема зажигания стартерная. Выходное отверстие отражателя перекрыто рассеивателем из оргстекла. ЛНП01-2×30U — для U-образных ламп. Модификации: 01 — ПРА выносное, 02 — ПРА, встроенное в основание. Стойка гибкая. В основание встроен выключатель. Присоединение к сети через штепсельную вилку с третьим заземляющим контактом
ЛНП01-2×30U/П0'0-01 (02)	2×30 —	200×300 700×800	400 400	3100 1000	8,5 —	
Светильники с лампами накаливания						
НКС01×100/П00-01 (11, 02, 12, 03, 13, 04, 14)	100	∅ 300	300	1850	1,6	Модификации: 01, 02, 03, 04 — со стойкой соответственно 250, 400, 630 и 750 мм с выключателем; 11, 12, 13, 14 — то же, без выключателя

Примечание. 1. Напряжение ввода: для ЛНП01-2×20 — 127 В; для МЛ и ЛНП01-2×30 — 220 В; для НКС01 — любое до 220 В включительно

2. В скобках указаны номера модификаций, отличных от модификации 01.

Сила света светильников бокового светораспределения (кососветы). Усредненные данные

Сила света, кд, светильников типа																		
α, град	ЛПО12, исполнения 10—13			ЛПО12, исполнения 20—23			ЛПО13 и ЛВО13, исполнение Б			ПВЛМ-К			«Астра-2», «Астра-22», «Астра-23»			УПС		
	Плоскость																	
	+	-	90°	+	-	90°	+	-	90°	+	-	90°	+	-	90°	+	-	90°
0	245	245	245	290	290	290	206	206	206	350	350	350	141	141	141	300	300	300
5	377	220	230	450	275	283	227	187	199	350	350	348	150	128	140	310	284	296
15	448	185	210	580	210	270	250	155	185	350	340	330	163	106	131	326	223	283
25	405	125	190	465	165	240	240	115	167	340	308	300	173	86	120	340	150	260
35	340	50	165	310	162	215	215	58	143	325	220	260	173	54	107	340	70	222
45	288	20	140	205	140	174	189	45	91	305	135	210	158	10	90	320	25	165
55	232	5	105	145	90	133	161	25	55	275	80	170	137	0	65	297	3	50
65	160	6	75	105	50	90	125	10	22	130	30	110	114	—	40	268	0	15
75	75	0	35	90	20	50	75	0	4	95	10	60	84	—	12	214	—	6
85	30	—	15	35	0	25	25	—	0	0	0	0	45	—	6	125	—	0
90	0	—	0	0	—	0	0	—	—	—	—	—	26	—	0	84	—	—

Примечание «+» — плоскость симметрии (для люминесцентных светильников — поперечная) в направлении наклона отражателя; «-» — то же в противоположном направлении, 90° — плоскость, перпендикулярная первой.

3-9. СВЕТИЛЬНИКИ МЕСТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Светильники общего применения, используемые для освещения рабочих зон различного назначения, перечислены в табл. 3-15, а их эскизы представлены на рис. 3-11.

Для местного освещения вертикальных поверхностей (школьных досок, витрин, прилавков, картин, щитов и т. д.) разработаны светильники с зеркальными отражателями несимметричного светораспределения серии ЛПО12 на 1 люминесцентную лампу 40 или 80 Вт в модификациях: 10 (20) — потолочные; 11 (21) — с подвесами 0,5 м, 12 (22) — с подвесами 1 м, 12 (23) — настенные (в скобках модификации с зеркальным отражателем, имеющим коэффициент усиления 5,0, вне скобок — 3,2).

Светильники ЛПО12 устанавливаются в линию или индивидуально, имеют стартерную схему зажигания, защитный угол 30° в поперечной плоскости и в направлении осей зрения.

В 1975 г. выпускался только блок из двух светильников с лампами 40 Вт в настенном варианте с отражателем, имеющими коэффициент усиления 3,2 — ЛПО-12-40/Б-13.

Некоторые светильники местного освещения предназначены для определенного оборудования (хотя могут быть использованы и в других целях), из светильников с ЛЛ к ним относятся:

1) ЛВСО1 на 1—2 лампы 8 Вт для встраивания в токарные и другие станки и ЛВСО2 на 1 лампу 20 или 30 Вт для освещения координатно-расточных и других станков; ЛВСО1 и ЛВСО2 имеют полностью пылезащищенное исполнение;

2) ЛКСО1 на 2 лампы 4,6 и 8 Вт для освещения шлифовальных и заточных станков; имеют брызгозащищенное исполнение;

3) ЛКПО2 на 1 лампу 40 Вт для локализованного освещения машин текстильного производства.

Из светильников с ЛН следует отметить НКСО3 с лампой 25 Вт (со штырьковым патроном) для освещения швейных, обувных и трикотажных машин.

3-10. СВЕТИЛЬНИКИ ДЛЯ ПРОЧИХ ЛАМП

Для освещения производственных высоких помещений галогенными лампами накаливания выпускаются следующие светильники:

1) ИСПО1 («Гелиос») — для ламп 1; 1,5 и 2 кВт, они рассчитаны на работу в условиях нормальных сред (изготовитель — объединение «Ватра»);

2) ИСПО2 — для ламп 1 кВт, рассчитаны на работу в условиях тяжелых сред (изготовитель — Алатырский электромеханический завод).

Серийный выпуск светильников с металлогаллоидными газоразрядными лампами ДРИ (РСП10 × 2000 и др.) и натриевыми лампами высокого давления ДНАТ (ЖСПО1 × 400 и др.) предполагается начать по мере освоения производства вышеуказанных ламп и ПРА к ним (не ранее 1976 г.). Информация о светильниках для ламп ДРИ опубликована в журнале „Светотехника“, № 8 за 1975 г.

Кроме вышеперечисленных таблиц, приводится табл. 3-16 светотехнических характеристик светильников бокового светораспределения.

НОРМИРОВАНИЕ И УСТРОЙСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

4-1. ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Устройство рабочего освещения обязательно во всех случаях независимо от наличия аварийного освещения.

Аварийное освещение для продолжения работы необходимо в помещениях и на открытых пространствах, если прекращение нормальной работы из-за отсутствия рабочего освещения может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей;
- длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы жизненных центров предприятий и городов, обслуживающих связь, электро- и водоснабжение и т. п.;
- опасность травматизма в местах массового скопления людей;
- нарушение нормальной работы операционных кабинетов неотложной помощи и приемных покоев лечебных учреждений.

Это освещение должно создавать на поверхностях, требующих обслуживания, освещенность 5% нормированной для одного общего освещения, причем при отсутствии особых обоснований — в пределах от 2 до 30 лк в зданиях и от 1 до 5 лк вне их.

Аварийное освещение для эвакуации людей (в зданиях или вне их) необходимо:

- в местах, опасных для прохода людей;
- по путям эвакуации людей из производственных и общественных зданий, где пребывает более 50 чел.;
- на лестницах жилых домов высотой 6 этажей и более;
- во всех производственных помещениях с числом работающих более 50 и остальных помещениях с числом пребывающих более 100 чел.;
- в производственных помещениях с постоянно работающими людьми, выход из которых в темноте опасен из-за продолжения работы оборудования.

Это освещение должно создавать в проходах освещенность 0,5 лк в зданиях и 0,2 лк вне их.

Для аварийного освещения могут применяться только лампы накаливания или люминесцентные; допускается присоединение к группам аварийного освещения ламп ДРЛ или ДРИ для увеличения освещенности сверх нормированной для аварийного режима.

Светильники аварийного освещения преимущественно выделяются из числа светильников рабочего освещения; в помещениях, работающих в 1—2 смены, при мощности ламп рабочего освещения 200 Вт и более предпочтительна установка дополнительных светильников.

Если светильники аварийного освещения не отличаются от остальных типом или размером, то они должны быть отмечены специальными знаками.

Выходы из производственных помещений без естественного света площадью 150 м² и более и из непромышленных помещений с пребыванием в них более 100 чел. должны отмечаться световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения.

Устройство аварийного освещения зрелищных предприятий регламентируется отдельными правилами.

4-2. СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Освещение может быть общим равномерным, общим локализованным (выполненным с учетом расположения рабочих мест) или комбинированным, состоящим из общего освещения помещения и местного освещения рабочих поверхностей. Устройство в помещениях только местного освещения запрещено.

Временное местное освещение, осуществляемое преимущественно ручными светильниками, называется переносным.

Нормы (здесь и в дальнейшем имеются в виду СНиП II-A.9-71) рекомендуют комбинированное освещение для помещений с работами разрядов I — IV, Va и Vб, но при невозможности или нецелесообразности устройства такого освещения допускается система одного общего освещения, имеющая некоторые гигиенические и эстетические преимущества.

Применению системы комбинированного освещения благоприятствуют:

высокая точность выполняемых работ;

специфические требования к качеству освещения (например, к направлению света);

ограниченная площадь рабочих поверхностей;

большая площадь помещения, приходящаяся на одно рабочее место;

возможность перестановки рабочих мест.

Обратные обстоятельства благоприятствуют устройству одного общего освещения.

Общее освещение производственных помещений при возможности предпочтительно устраивать локализованным, чему благоприятствуют большие размеры освещаемых поверхностей или размещение их сосредоточенными группами или рядами.

В непроизводственных помещениях устраивается общее освещение, как правило, равномерное (исключения возможны, в частности, при размещении столов фиксированными рядами, в выставочных помещениях и т. п.).

Дополнительное местное освещение, требуемое нормами для некоторых помещений, при необходимости устраивается на единичных рабочих местах, и это требование не надо понимать как требование устройства комбинированного освещения.

Штепсельные розетки для подключения переносного освещения необходимы во всех помещениях, имеющих механизмы или производственные емкости, и должны обеспечивать пользование ручными светильниками при ограниченной длине провода. В некоторых помещениях непроизводственных зданий (например, в коридорах) они используются также для включения пылесосов и электрополотеров.

4-3. ВЫБОР ОСВЕЩЕННОСТИ

Нормы устанавливают наименьшую освещенность, имея в виду, что она должна иметь место в «наихудших» точках освещаемой поверхности перед очередной очисткой светильников. Произвольное превышение норм недопустимо.

При наличии для данного объекта утвержденных отраслевых норм освещенности надлежит пользоваться последними.

Нормы СНиП основаны на шкале освещенности: 0,2—0,3—0,5—1—2—3—5—10—20—30—50—75—100—150—200—300—400—500—600—750—1000—1250—1500—2000—2500—3000—4000—5000—6000—7500 лк.

Основные нормы для производственных помещений приведены в табл. 4-1, для вспомогательных помещений производственных зданий — в табл. 4-2.

Фон считается светлым при $\rho > 0,4$, средним — при ρ от 0,2 до 0,4, темным — при $\rho < 0,2$.

Контраст более 0,5 считается большим, от 0,2 до 0,5 — средним, менее 0,2 — малым.

Указанные в таблицах значения освещенности повышаются на одну ступень по приведенной шкале:

Таблица 4-1

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях

Разряд, характеристика зрительной работы и наименьший размер объекта различения	Подразряд	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк		
				комбинированное освещение	одно общее освещение	
I. Наивысшей точности; размер объекта менее 0,15 мм	а	Малый	Темный	5000 (4000)	1500 (300)	
	б	Малый	Средний	4000 (3000)	1250 (300)	
		Средний	Темный			
	в	Малый	Светлый	3000 (2000)	1000 (300)	
		Средний	Средний			
		Большой	Темный			
	г	Средний	Светлый	1500 (1250)	400 (300)	
		Большой	Средний			
		Большой	Светлый			
	II. Очень высокой точности; размер объекта 0,15—0,3 мм	а	Малый	Темный	4000 (3000)	1250 (300)
		б	Малый	Средний	3000 (2500)	750 (300)
			Средний	Темный		
в		Малый	Светлый	2000 (1500)	500 (300)	
		Средний	Средний			
		Большой	Темный			
г		Средний	Светлый	1000 (750)	300 (200)	
		Большой	Средний			
		Большой	Светлый			

Разряд, характеристика зрительной работы и наименьший размер объекта различения	Подразряд	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк	
				комбинированное освещение	одно общее освещение
III. Высокой точности; размер объекта 0,3 — 0,5 мм	а	Малый	Темный	2000 (1500)	500 (300)
	б	Малый	Средний	1000 (750)	300 (200)
		Средний	Темный		
	в	Малый	Светлый	750 (600)	300 (200)
		Средний	Средний		
		Большой	Темный		
	г	Средний	Светлый	400 (400)	200 (150)
		Большой	Средний		
		Большой	Светлый		
	IV. Средней точности; размер объекта 0,5—1 мм	а	Малый	Темный	750 (600)	300 (200)
б		Малый	Средний	500 (500)	200 (150)
		Средний	Темный		
в		Малый	Светлый	400 (400)	150 (100)
		Средний	Средний		
		Большой	Темный		
г		Средний	Светлый	300 (300)	150 (100)
		Большой	Средний		
		Большой	Светлый		
V. Малой точности; размер объекта 1—5 мм		а	Малый	Темный	300 (300)	200 (150)
	б	Малый	Средний	200 (200)	150 (100)
		Средний	Темный		
	в	Малый	Светлый	—	100 (50)
		Средний	Средний		
		Большой	Темный		

Разряд, характеристика зрительной работы и наименьший размер объекта различения	Подразряд	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк		
				комбинированное освещение	одно общее освещение	
V. Малой точности; размер объекта 1—5 мм	г	Средний	Светлый	—	100 (50)	
		Большой	Средний			
		Большой	Светлый			
VI. Грубая; размер объекта более 5 мм	—	Любой	Любой	—	100 (50)	
VII. Работа с самосветящимися поверхностями в горячих цехах	—	»	»	—	200 (150)	
VIII. Общее наблюдение за ходом производственного процесса:	а	»	»	—	75 (30)	
						постоянное
						периодическое, при постоянном пребывании людей в помещении
при периодическом пребывании людей в помещении	в	»	»	—	50 (5)	
IX. Работа на складах громоздких предметов и сыпучих материалов:	а	»	»	—	50 (20)	
						механизированных
немеханизированных	б	»	»	—	50 (5)	

Примечание. Вне скобок указана освещенность при газоразрядных лампах, в скобках — при лампах накаливания. Остальные пояснения даны в тексте.

Таблица 4-2

**Нормы освещенности вспомогательных помещений
промышленных предприятий**

Наименование помещения	Разряд	Подразряд	Освещенность, лк
Столовые, буфеты и здравпункты (на уровне 0,8 м от пола)	X	—	200 (100)
Помещения для отдыха и культурного обслуживания (на уровне 0,8 м от пола)	XI	—	150 (75)
Проходные, в местах проверки пропусков (на уровне 0,8 м от пола)	XII	а	100 (50)
Вестибюли, главные коридоры и гардеробы уличной одежды в вестибюлях (на полу)		б	75 (30)
Проходы и второстепенные коридоры (на полу)		в	50 (20) *
Главные лестницы (на ступенях и полу площадок)		г	75 (30)
То же, второстепенные лестницы		д	50 (20) *
Уборные, умывальные, помещения для личной гигиены женщин и для кормления грудных детей, курительные (на полу)	XIII	а	75 (30)
Душевые и преддушевые; гардеробы домашней и уличной одежды; помещения для обеспыливания и сушки рабочей одежды; помещения для обогрева работающих; фотарии, кубовые, сушилки (на полу)		б	50 (20)

Примечание. Вне скобок указана освещенность при газоразрядных лампах, в скобках — при лампах накаливания. В случаях, отмеченных „звездочкой“, допускается уменьшение освещенности при лампах накаливания до 10 лк.

Таблица 4-3

**Определение разряда работ при расстоянии от глаз
работającego до объекта различения более 1 м**

Отношение наименьшего размера объекта различения к расстоянию последнего до глаз работающего	Разряд работы по табл. 4-1
Менее $0,45 \cdot 10^{-3}$	I
От $0,45 \cdot 10^{-3}$ до $0,9 \cdot 10^{-3}$	II
От $0,9 \cdot 10^{-3}$ до $1,4 \cdot 10^{-3}$	III
От $1,4 \cdot 10^{-3}$ до $3 \cdot 10^{-3}$	IV
От $3 \cdot 10^{-3}$ до $14 \cdot 10^{-3}$	V
Более $14 \cdot 10^{-3}$	VI

а) при работах I—VI разрядов, если объект различения удален от глаз на расстояние 0,5—1 м (при большем удалении надлежит определять разряды по табл. 4-3);

б) при работах I—IV разрядов, если напряженная зрительная работа выполняется непрерывно более половины рабочего дня;

в) при повышенной опасности травматизма, если исходная норма для общего освещения не более 150 лк;

г) при специальных повышенных санитарных требованиях к помещениям;

д) в помещениях, специально предназначенных для работы или обучения подростков, если исходная норма не более 300 лк;

е) при различении деталей на движущихся поверхностях (в последней редакции СНиП этот случай не указан).

Значения освещенности для работ I—VI разрядов понижаются на одну ступень (кроме случаев, указанных выше в пп. «в» и «д») при кратковременном пребывании людей или оборудовании, не требующем постоянного обслуживания.

При наличии противоположных признаков они взаимно сокращаются. Окончательное изменение освещенности не должно превышать одной ступени.

При комбинированном освещении общее освещение должно создавать 10% всей нормы освещенности, но не менее 150 (50) лк и при отсутствии особых обоснований не более 500 (100) лк. Здесь и далее в скобках указаны значения при лампах накаливания.

В помещениях с работами I—VII разрядов вне рабочей зоны освещенность может быть снижена до 25% нормы для общего освещения, но не должна быть ниже 50 (30) лк.

В производственных помещениях без естественного освещения, а также с недостаточным естественным освещением общее освещение в системе комбинированного должно создавать 20% всей нормы освещенности; независимо от системы освещения общее освещение должно создавать освещенность не менее 200 (100) лк; нормы освещенности повышаются на одну ступень, если их повышение не осуществляется по другим причинам, однако повышение освещенности от общего освещения при норме 750 (300) лк и выше разрешается только при наличии соответствующих обоснований.

Данные требования не распространяются на помещения без постоянной работы людей, на помещения, где осуществляется только периодический надзор за процессом, протекающим внутри аппаратуры, или за оборудованием, и на склады.

Нормы освещенности для наиболее часто встречающихся помещений производственно-вспомогательного характера, ремонтных цехов и т. п. приведены в табл. 4-4а—О, а для помещений производственных зданий — в табл. 4-5.

Таблицы 4-4 составлены в соответствии со СНиП II-A.9-71 с использованием ведомственных материалов Тяжпромэлектропроекта и, поскольку они не осно-

ваны на материалах, утвержденных в установленном порядке, должны рассматриваться как рекомендации, сохраняющие силу до издания соответствующих отраслевых норм.

Таблица 4-4а

**Нормы освещенности
коридоров, теплых переходов, лестниц**

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения освещенности, лк	
			при газоразрядных лампах	при лампах накаливания
Главные коридоры	Г-0,0	XIIб	75	30
Второстепенные коридоры и теплые переходы	Г-0,0	XIIв	50	20
Главные лестничные клетки	Г-0,0	XIIг	75	30
Второстепенные лестничные клетки	Г-0,0	XIIд	50	20
Проходы и открытые лестницы в производственных помещениях с работами разрядов:	Г-0,0			
I—VII с постоянным пребыванием людей			25% освещенности от общего освещения помещения, но не менее 50 лк	25% освещенности от общего освещения помещения, но не менее 30 лк
I—VII с периодическим пребыванием людей			То же	То же, но не менее 20 лк
VIIIа			50	20
VIIIб и IXа			50	10
VIIIв и IXб			50	5

Примечание 1 Газоразрядные источники света при освещенности 50 и 75 лк (люминесцентные лампы) рекомендуется применять, если они приняты для большинства помещений здания.

2. Для второстепенных коридоров, переходов и лестниц (разряды XIIв и XIIд) допускается при лампах накаливания снижение освещенности до 10 лк.

3. Величина коэффициента запаса определяется условиями среды смежных помещений.

Во всех помещениях (за исключением отмеченных в таблицах) освещенности указаны при системе общего освещения, в том числе и в помещениях, где местное освещение рассматривается как дополнительное (одиночные рабочие места, требующие местного освещения).

Для помещений, освещенность которых принята по табл. 14 СНиП II-A. 9-71, разряд и подразряд работ не указаны. При снижении или повышении нормы освещенности на одну ступень после разряда добавляется —1 или +1.

В скобках указана освещенность от того типа источника света, который для данного помещения не рекомендуется. В остальных случаях выбор источника света производится в процессе проектирования с учетом конкретных обстоятельств.

В таблицах приняты сокращения: Г — горизонтальная, В — вертикальная поверхности.

В табл. 4-6 приводятся нормы освещенности для территорий предприятий, а в табл. 4-7 и 4-8 — нормы средней яркости и средней освещенности для городов, поселков и т. п. Эти нормы приводятся с учетом изменений, внесенных в 5 раздел СНиП постановлением Госстроя СССР № 227 от 27 ноября 1974 г.

Во всех случаях выбранная по нормам освещенность умножается на коэффициент запаса (табл. 4-9).

Нормы освещенности галерей и тоннелей

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения			
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса
Галереи шинопроводов	Г-0,0	VIIIв+I	(50)	1,5	10	1,3
Галереи и тоннели транспортеров	Г-0,0	VIIIв+I	(50)	2,0 — при темной пыли; 1,8 — при светлой пыли	10	1,7 — при темной пыли; 1,5 — при светлой пыли
Галереи кабельные	Г-0,0	VIIIв	(50)	1,5	5	1,3
Тоннели кабельные теплофикационные, водопроводные	Г-0,0	VIIIв	(50)	1,5	5	1,3
Тоннели масляные, хвостопроводов, пульповодов	Г-0,0	VIIIв	(50)	1,8	5	1,5

Примечание. 1. В полуоткрытых галереях шинопроводов и кабельных, проходящих по территории пыльных производств, коэффициент запаса принимается равным: 1,8/1,5 — при темной пыли; 1,6/1,4 — при светлой пыли.

2. В галереях и тоннелях транспортеров с гидравлической уборкой пыли рекомендуется применение люминесцентного освещения (в связи с отсутствием выпуска струезащитных светильников с лампами накаливания и относительной устойчивостью в данных условиях светильников ПВЛМ, ПВЛП, ПВЛ-1).

3. В «узловых» точках галерей и тоннелей (натяжные устройства лент, камеры переключения водопроводных тоннелей и т. п.) освещенность при лампах накаливания должна повышаться до 20 лк.

4-4. КАЧЕСТВО ОСВЕЩЕНИЯ

Качество освещения характеризуется большим числом признаков, в значительной степени взаимосвязанных, в числе которых:

степень ограничения прямой и отраженной блескости;
 постоянство освещенности: имеются в виду как изменения, происходящие из-за отклонений и колебаний напряжения (см. гл. 10), так и пульсации потока газоразрядных ламп, питаемых переменным током;
 спектральный состав света, определяемый выбором источников света (см. гл. 2);
 яркость поверхностей, находящихся в поле зрения, но не являющихся рабочими;

глубина и характер теней;
 направление света;

равномерность освещения (нормируется только для улиц и дорог).

В некоторых случаях необходимое качество освещения достигается специальными приемами: освещение на просвет, освещение большими поверхностями, искусственный фон, окрашенный свет и т. д.

Для производственных помещений ограничение ослепленности, создаваемой прямой блескостью, достигается нормированием показателя ослепленности P , характеризующего снижение контрастной чувствительности при воздействии блескости (см. табл. 4-10).

Значение P не ограничивается:

для помещений длиной не более двух высот светильников над полом;
 для разрядов VIIIб, VIIIв, IXб, XIIIа, XIIIб (по табл. 4-1 и 4-2);

Таблица 4-4в

**Нормы освещенности и качественных характеристик освещения предприятий водоснабжения, канализации
и компрессорных установок**

Наименование помещений	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности, Р	коэффициента пульсации К _п , %
Водоприемные установки	Г-0,0	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—
Машинные залы насосных при расположении трубопроводов вне зала (в подвалах, в каналах и т. п.)	Г-0,8	VI + 1	150	1,5	(75)	1,3	60	20
Помещения насосов при расположении трубопроводов в помещении: с постоянным дежурством персонала без постоянного дежурства персонала	Г-0,8	—	—	1,5	—	1,3	60	20
		VI VI — 1	100 (75)	—	50 30	—	—	—
Помещение трубопроводов (подвал насосной)	Г-0,0	—	(50)	1,5	10	1,3	—	—
Водонапорная башня	Г-0,0	—	(50)	1,5	10	1,3	—	—
Градирия (площадка обслуживания вентиляторов)	Г-0,8; В — на пусковой аппаратуре	XVII	(5)	1,5	5	1,3	—	—
Камеры переключения	Г-0,8; В — на задвижках	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—

Наименование помещений	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наиболее допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Помещения резервуаров для очистки воды (фильтры, отстойники, осветлители, песколовки и т. п.):								
с постоянным дежурством персонала	—	VIIIб	(50)	—	20	—	—	—
без постоянного дежурства персонала	—	—	(50)	—	10	—	—	—
Реагентное отделение; помещение вакуум-фильтров и сушильных печей для ила; хлораторная и аммонизаторная	Г-0,8	VI—1	75	1,8	30	1,5	60	30
Склады хлора, аммиака, хлорной извести и реагентов	Г-0,0	—	(50)	1,8	10	1,5	—	—
Компрессорные и воздуходувные:	Г-0,8	—	—	1,5	—	1,3	—	—
крупные, с постоянным дежурством персонала		VI+1	150	—	(75)	—	60	20
без постоянного дежурства персонала		VI—1	75	—	30	—	80	20

Примечание. 1. На отдельных агрегатах, измерительных приборах, шкафах управления (разряд VI—1) освещенность 75/30 лк.
 2. В небольших компрессорных и воздуходушных (площадь до 200 м², разряд VI) освещенность 100/50 лк; $P = 60$, $K_{п} = 20$ %.

Таблица 4-4г

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения электропомещений

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и высота ее от пола, мм	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
Камеры трансформаторов и реакторов	В-1,5 — на оборудовании	VI — 1 *	(75)	1,5	30	1,3	—	30
Помещение распреустройства: фасад камеры задняя сторона камеры	В-1,5	IVr — 1	100	1,5	(75)	1,3	60	20
	В-1,5	VI — 1 *	75	1,5	30	1,3	—	30
Помещение КТП. Помещение щитов при периодическом пребывании людей в помещении (щиты станций управления, релейные щиты и т. п.). фасад щита или КТП задняя сторона щита или КТП	В-1,5	IVr — 1	100	1,5	(75)	1,3	60	20
	В-1,5	VI — 1 *	75	1,5	30	1,3	—	30
Помещение щитов при постоянном пребывании людей в помещении, с наблюдением за щитом на расстоянии более 0,5 м (диспетчерские, операторские, помещение ГРЩ и т. п.). фасад щита задняя сторона щита пульт управления, стол диспетчера	В-1,5	IVr + 1	200	1,5	(150)	1,3	40	20
	В-1,5	VI — 1 *	75	1,5	30	1,3	—	30
	Г-0,8	IVr	150	1,5	(100)	1,3	40	20

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и высота ее от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
Помещение щитов при постоянном пребывании людей в помещении, но с наблюдением за щитом на расстоянии 0,5 м и менее (щиты в машинном зале и т. п).								
фасад щита	В-1,5	IVr	150	1,5	(100)	1,3	40	20
задняя сторона щита	В-1,5	VI — 1 *	75	1,5	30	1,3	—	30
Электромашинный зал:								
с естественным светом	Г-0,8	IVr	150	1,5	(100)	1,3	40	20
без естественного света	Г-0,8	IVr + 1	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Кабельный подвал (этаж)	Г-0,0		(50)	1,5	10	1,3	—	—
Этаж шин	В — на шинах	VI — 1	75	1,5	30	1,3	80	30
Помещения статических конденсаторов	В — на конденсаторах	IVr — 1	100	1,5	(75)	1,3	40	20

* Работы более высоких разрядов предусматриваются при переносном освещении.

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения котельных

4
под ред. Г. М. Кнорринга

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола м	Разряд и подряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации К _п , %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Помещение котлов								
бункерное отделение и площадка обслуживания котлов	Г-0,8 В — на топках, затворах и питателях бункеров	VI—1	75	1,8*	30	1,5*	60	30
площадки и лестницы котлов и экономайзеров, проходы за котлами	Г-0,0	XIIв и XIIд	(50)	—	10	—	—	—
Дополнительное местное освещение измерительных приборов на котлах, деаэраторах, бойлерах и т. д. (водоуказательные колонки, манометры, приборы на щитах КИП и др.)	В — на приборах	IVг + 1	400	—	400	—	—	20
Помещение дымососов и вентиляторов	Г-0,8	VI—1	75	1,8*	30	1,5*	80	20
Зольное помещение	Г-0,0	VIIIв	(50)	1,8	10	1,5	—	—
Конденсационная, химводоочистка, деаэрационная, бойлерная	Г-0,0	VI—1	75	1,5	30	1,3	80	30
Топливоподача								
помещения вагоноопрокидывателя, дробления, измельчения и перегрузки топлива	Г-0,8	VI—1	75	2	30	1,7	60	20
надбункерное помещение в котельной	Г-0,8	VIIIб	(50)	2	20	1,7	—	—
мазутонасосная	Г-0,8	VI—1	75	1,5	30	1,3	60	20

* При работе на газе или мазуте коэффициент запаса принимается равным 1,5/1,3.

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения депо электропогрузчиков и электрокар, вентиляционных и аккумуляторных установок

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
Стоянка с зарядкой электропогрузчиков и электрокар	Г-0,0	VI—1	(75)	1,5	30	1,3	80	30
Помещения для ремонта электропогрузчиков и электрокар	Г-0,0	IVб	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Осмотровые канавы	Г — низ машины	VI	100	—	50	—	60	20
Дополнительное местное освещение на станках и верстаках		IIв	2000	—	1500	—	—	10
Электролитная, дистилляторная	Г-0,8	VI	100	1,5	(50)	1,3	60	20
Камеры вентиляторов и площадки для вентиляционных установок	Г-0,8	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—
Отсеки для забора, очистки и подогрева воздуха	В — на оборудовании	VIIIв	(50)	1,5	5	1,3	—	—
Помещение аккумуляторных батарей (стационарных и переносных)	Г-0,5	VI—1	(75)	1,5	30	1,3	80	30
Помещение ремонта аккумуляторов	Г-0,8	IVб	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Кладовая аккумуляторов	В — на стеллажах	—	(50)	1,5	20	1,3	—	—
Помещение зарядных агрегатов	Г-0,8	VI—1	75	1,5	30	1,3	80	30
Кислотная	Г-0,0	VI—1	75	1,5	30	1,3	80	30

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения автогааражей

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и высота ее от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности, Р	коэффициента пульсации К _п , %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Ремонтное отделение; отделение технического обслуживания	Г-0,0	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Осмотровые каналы	Г-низ машины	VI*	100	1,5	50	1,3	—	—
Отделение ежедневного обслуживания	Г-0,0; В — на машине	VIIa	75	1,8	30	1,5	60	20
Закрытая стоянка машин	Г-0,0	IXa	(50)	1,5	20	1,3	80	—
Открытая стоянка машин	Г-0,0	XVII	5	1,5	(5)	1,3	—	—
Кузовное отделение	Г-0,8	IVb	150	1,5	(100)	1,3	40	20
Дополнительное местное освещение станков		IIb	750	—	600	—	—	15
Обойное отделение	Г-0,8	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Агрегатно-механическое отделение	Г-0,8	IVa	300	1,5	(200)	1,3	40	20
Дополнительное местное освещение станков и верстаков		IIb	2000	—	1500	—	—	10
Отделение ремонта топливной аппаратуры (карбюраторная)	Г-0,8	IVa	300	1,5	(200)	1,3	40	20
Дополнительное местное освещение верстаков		IIb	2000	—	1500	—	—	10
Тепловое отделение (кузнечно-рессорный, меднико-радиаторный участки)	Г-0,8	VII и IVб	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Дополнительное местное освещение верстаков		IIb	2000	—	1500	—	—	10
Шиноремонтное отделение	Г-0,8	Vб	150	1,5	(100)	1,3	40	20
Шиномонтажное отделение	Г-0,0	Vб	150	1,5	(100)	1,3	40	20

* Работы более высоких разрядов предусматриваются при переносном освещении.

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения закрытых складов

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации К _п , %
Склады громоздких предметов и сыпучих материалов (песок, лес, цемент и т. п.):	—	—	—	От 2,0 до 1,5—в зависимости от материала	От 1,7 до 1,3—в зависимости от материала	—	—	—
механизированные	Г-0,0	IXa	(50)	—	20	—	80	30
немеханизированные	Г-0,0	IXб	(50)	—	5	—	—	—
Материальные, инструментальные и другие склады:								
стеллажное хранение	Г-0,0	VI—1	75	—	30	—	80	30
напольное хранение	Г-0,0		(50)	—	20	—	—	—
Склады емкостей химических и легковоспламеняющихся жидкостей (склады кислот, щелочей, лаков красок и т. п.):	Г-0,0			1,5		1,3		
с розливом на складе		VI—1	(75)	—	30	—	80	30
без розлива на складе			(50)	—	20	—	—	—
Рампа	Г-0,0	XVII	(5)	1,5	5	1,3	—	—

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения лабораторий

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
		освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показатель дискомфорта M	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
		при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Химические, радиоизмерительные, механические и другие лаборатории *	Г-0,8	300	1,5	(150)	1,3	40	10
Лаборатории технологических процессов, характеризующих работами VI и VIII разрядов: обогатительные, агломерационные и другие лаборатории **	Г-0,8	200	—	(100)	—	40	20
Препараторские, весовые, моечные, микроскопные, термостатные, фотометрические	Г-0,8	300	1,5	(150)	1,3	40	10
Дистилляторные, стеклодувные, фотокомнаты	Г-0,8	200	1,5	(100)	1,3	40	20
Архив проб, хранение реактивов	В — 1,0 на стеллажах	100	1,5	(50)	1,3	60	

* В аналитических лабораториях — 400/200 лк.

** Коэффициент запаса 1,5—1,8 (1,3—1,5) в зависимости от условий среды.

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения ремонтно-механических и ремонтно-монтажных цехов, цехов металлоконструкций ремонтных блоков и строительных баз

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Ряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Слесарно-механическое отделение:	Г-0,8	Пв +1		1,5		1,3		
общее освещение (в системе комбинированного освещения)			300		(150)		20	20
местное освещение на станках и верстаках	—	—	2500	—	2000	—	—	10
Сборочное и сборочно-монтажное отделения	Г-0,8	IIIб	300	1,5	(200)	1,3	40	20
Инструментальное и шлифовально-заточное отделения:	Г-0,8	Iв		1,5		1,3		
а) общее освещение (в системе комбинированного освещения)			300		(150)		20	20
б) местное освещение на станках и верстаках	—	—	3000	—	2000	—	—	10
Заготовительное отделение	Г-0,8	Vб	150	1,5	(100)	1,3	40	20
Кузнечное и термическое отделения	Г-0,8	VII	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Сварочное, котельное и сварочно-наплавное отделения	Г-0,0	VII	200	1,8	(150)	1,5	40	20

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации К _п , %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Отделение металлопокрытий (гальваническое отделение):								
помещение ванн	Г-0,8	IVБ	200	1,5	(150)	1,3	40	20
помещение шлифовальных и полировальных станков:	Г-0,8	IV + I		1,8		1,5		
общее освещение (в системе комбинированного освещения)			300		(150)		20	20
местное освещение на станках			2000		2000		—	10
помещение приготовления растворов	Г-0,8	VI—I	75	1,8	30	1,5	80	30
Медницкое отделение	Г-0,8	IVБ	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Трубопроводное и жестяницкое отделения	Г-0,8	IVБ	200	1,5	(150)	1,3	40	20

Примечание. 1. Для отдельных станков, верстаков, столов сборочного и сборочно-монтажного, заготовительного, медницкого, трубопроводного и жестяницкого отделений освещенность нормируется в соответствии с характером работы на них и обеспечивается местным освещением, рассматриваемым как дополнение к общему освещению.

2. В термическом и кузнечном отделениях нормируемая освещенность 200/150 лк должна быть обеспечена в местах выгрузки деталей из печи. На остальном оборудовании нормируется освещенность VI—100/50 лк.

3. В слесарно-механическом отделении и отделении металлопокрытий в помещении шлифовальных и полированных станков при общем освещении освещенность повышена из-за непрерывности зрительной работы.

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения электроремонтных цехов

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации К _п , %
Разборочно-промывочное отделение	Г-0,8	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Механическое отделение:	Г-0,8	IIв + 1		1,5		1,3		
общее освещение в (системе комбинированного освещения)			300		150		20	20
местное освещение на станках и верстаках			2500	—	2000	—	—	10
Отделение обмотки якорей и статоров и слесарно-сборочное отделение	Г-0,8	IIIб	300	1,5	(200)	1,3	40	15
Дополнительное местное освещение на станках и верстаках	—	IIв	2000	—	1500	—	—	15
Отделение аппаратное (ремонт аппаратов и приборов) и намотки катушек:	Г-0,8	IIб		1,5		1,3		
общее освещение (в системе комбинированного освещения)			300		(100)		20	20
местное освещение на станках и верстаках			3000		2500		—	10

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации К _п , %
			при газоразрядных лампах		при лампах накаливания			
Отделение ремонта трансформаторов	Г-0,0	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Испытательная станция	Г-0,0	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Электроремонтное отделение (при расположении вышеуказанных отделений в одном помещении)	Г-0,8	IIIб	300	1,5	(200)	1,3	40	15
Отделение восстановления обмоточного провода	Г-0,8	Va	200	1,5	(150)	1,3	40	20
Эмалировочное отделение	Г-0,8	IIIб	300	1,5	(200)	1,3	40	15
Маслохозяйство:								
регенерация	Г-0,8	VI—1	(75)	1,5	30	1,3	80	30
помещение баков	Г-0,0	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—
Сушильно-пропиточное отделение	Г-0,8	VI	100	1,5	50	1,3	60	20
Помещение мерников	Г-0,0	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—
Машинное помещение сушильно-пропиточного отделения	Г-0,8	VI	100	1,5	50	1,3	60	20

Примечание 1. В механическом отделении освещенность повышена из-за непрерывности зрительной работы.

2. Для отдельных станков, верстаков, столов в отделениях обмотки якорей и статоров, слесарно-сборочном, электроремонтном освещенность нормируется в соответствии с характером работы на них и обеспечивается местным освещением, распространяемым как дополнение к общему освещению.

**Нормы освещенности и качественных характеристик освещения литейных цехов
ремонтных блоков и строительных баз**

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации, K_p , %
Закрытые механизированные склады шихты, формовочных материалов, флюсов, огнеупоров	Г-0,0	IXa	(50)	1,8	20	1,5	60	20
Смесеприготовительное отделение	Г-0,0	VI	100	1,8	50	1,5	60	20
Формовочное и стержневое отделения	Г-0,0	IIIб	300	1,8	(150)	1,5	40	20
Плавильно-заливочное отделение	Г-0,0	VII	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Выбивное отделение	Г-0,0	VI + 1	150	1,8	(75)	1,5	60	20
Обрубное и очистное отделения	Г-0,0	Va	200	1,8	(150)	1,5	60	20
Очистка отливок в дробеструйных и гидropескоструйных камерах	Г-0,8	VI ⁴	100	2,0	50	1,7	40	20

Примечание. В закрытых механизированных складах у дробильного, размольного и т. п. оборудования освещенность 75/30 лк (разряд VI—1), в смесеприготовительном отделении у бегунов — 150/75 лк (разряд VI + 1); в обрубном и очистном отделениях на нилах для обрезки литейных — 200/150 лк (разряд Vб + 1); при очистке отливок освещенность нормируется в местах загрузки и выгрузки, при ручном управлении сошла должно быть предусмотрено освещение внутри камер.

Таблица 4-4н

**Нормы освещенности и качественных характеристик освещения деревообрабатывающих цехов
ремонтных блоков и строительных баз**

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности Р	коэффициента пульсации $K_{п.}$, %
Лесопильное отделение								
пути подачи древесины	Г-0,0	VIIIб	(50)	1,6	20	1,4	—	—
лесопильные рамы, обрезные станки, торцовые пилы	Г-0,8	Vб + 1	200		(150)		40	20
помещение под лесопильными рамами	Г-0,8	VI—1	75		30		80	20
Лесосушильное отделение:								
траверзный коридор	Г-0,0	VIIIб	(50)	1,5	20	1,3	—	—
коридор управления	В — на аппаратах управления	VI	100	1,5	(50)	1,3	60	20
остывочная	Г-0,0	—	(50)	1,5	10	1,3	—	—
Заготовительное (станочное) отделение	Г-0,8	IIIв	300	1,6	(200)	1,4	40	15
Столярно-сборочное отделение	Г-0,8	IIIв	300	1,5	(200)	1,3	40	15
Отделение сборки и скототки тары	Г-0,0	Vб	150	1,5	(100)	1,3	40	20
Плотницкое отделение	Г-0,0	Vб	150	1,5	(100)	1,3	40	20
Пиловоежеточное отделение:								
общее освещение (в системе комбинированного освещения)	Г-0,8	IIIб + 1	150	1,8	100	1,5	40	20
местное освещение (на станке)			1250		1000		—	15
Клеильно-фанеровальное отделение	Г-0,8	IIIв	300	1,6	(200)	1,4	40	15
Клеяварочное отделение	Г-0,8	VI	100	1,5	(50)	1,3	60	20

**Нормы освещенности и качественных характеристик освещения окрасочных отделений
ремонтных блоков и строительных баз**

Наименование помещения	Плоскость нормирования освещенности и ее высота от пола, м	Разряд и подразряд зрительной работы	Рекомендуемые значения				Наибольшие допустимые значения	
			освещенности, лк	коэффициента запаса	освещенности, лк	коэффициента запаса	показателя ослепленности P	коэффициента пульсации $K_{п}$, %
Склад лакокрасочных материалов:	Г-0,0	VI—1		1,5		1,3		
а) с розливом на складе			(75)		30	60	30	
б) без розлива на складе			(50)		20	—	—	
Краскозаготовительная	Г-0,8	Va	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Окрасочная (подготовка к окраске, окраска, сушка)	Г и В — на окрашиваемых изделиях	IVб	200	1,8	(150)	1,5	40	20
Контроль и приемка окрашенных изделий	Г и В — на окрашиваемых изделиях	IVб+1	300	1,5	200	1,3	40	20

Примечание. При окраске и сушке в камерах для зоны вне камер (разряд VI) освещенность 100/50 лк; $P = 60$, $K_{п} = 30\%$.

Таблица 4-5

Нормы освещенности и качественных характеристик освещения помещений общественных зданий и бытовых корпусов промпредприятий (по ВСН219—74)

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя дискомфорта M	коэффициента пульсации $K_{п}$, %	
Канторы, кабинеты, комнаты для занятий, кассы	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
Конструкторские, чертежные, копировальные бюро, помещения для проектных работ	500	(300)	Г-0,8	40	10	3а, 5
Машинописные, машиносчетные бюро	400	(200)	Г-0,8	40	10	3а
Читальный зал	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а, 6а
Помещение для записи и регистрации читателей, справочный отдел	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
Помещение каталогов	150	(75)	В — для фронта карточек	40	20	3а
Книгохранилище и архивы со стеллажным хранением	75	(30)	В-1,0 — на стеллаже	60	—	7б
Зал открытого доступа к книгам на стеллажах	75	(30)	В-1,0 — на стеллаже	40	20	7б
Конференц-зал	200	(100)	Г-0,0	60	15	6б
Киноаппаратная, щитовая и регулировочная сцены	75	(30)	Г-0,8	40	20	7б
Светокопировальная мастерская	200	(100)	Г-0,8	40	20	4, 7б
Переплетная мастерская	200	(100)	Г-0,8	40	20	3б, 7б
Отделы микрофотографирования и электрофотографирования	200	(100)	Г-0,8	40	20	4
Отдел оперативной офсетной печати:						
редакционно-оформительское	500	(300)	Г-0,8	40	10	3а
подготовка и изготовление печатных форм	200	(100)	Г-0,8	40	20	—
печатное	300	(150)	Г-0,8	40	10	7б, 4
Макетные мастерские	300	(150)	Г-0,8	40	10	7б, 9, 3г
Столярные мастерские	300	(200)	Г-0,8	40	10	7а, 4

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя дискомфорта M	коэффициента пульсации $K_{п\%}$	
Бюро пропусков, помещение начальника караула	200	(100)	Г-0,8	40	15	3а
Проходная (проверка пропусков)	100	(50)	Г-0,8	60	—	—
Помещения для отдыха, культурного обслуживания, ожидания и караульное помещение	150	(75)	Г-0,8	60	20	3в
Помещение общественных организаций	200	(100)	Г-0,8	40	15	3а
Фойе	150	(75)	Г-0,0	60	—	6б
Выставочные залы	200	(100)	Г-0,0	60	—	6а
Отделение связи и сберкасса	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
Раскомандировочная	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
Вычислительный центр:						
помещения приема, выдача информации, подготовки носителей, табуляции, размножения перфорации	400	(200)	Г-0,8	40	10	3а
машинный зал	400	(200)	Г-0,8	40	10	4
помещение для групп счетного контроля и контроля выпуска	400	(200)	Г-0,8	40	10	3а
помещения для программистов	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
Здравпункты:						
комната для ожидания	150	(75)	Г-0,8	60	15	—
регистратура	200	(100)	Г-0,8	40	15	3а
кабинеты врачей	200	(100)	Г-0,8	40	10	3а
перевязочные	300	(150)	Г-0,8	25	10	3а
процедурные кабинеты (физиотерапии, ингаляций и др.)	150	(75)	Г-0,8	40	15	3а
комната дежурного медперсонала	200	(100)	Г-0,8	40	10	3а
помещения для временного пребывания больных	150	(75)	Г-0,8	—	—	3а
автоклавная	150	(75)	Г-0,8	—	—	8а

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя дискомфорта М	коэффициента пульсации $\lambda_{п}$, %	
Общеобразовательные школы:						
классные комнаты, учебные кабинеты, лаборатории:				40	10	
на доске	300	(200)	В — на доске			Зд
на рабочих столах и партах	300	(200)	Г-0,8			
кабинеты черчения и изобразительного искусства:				40	10	—
на доске	300	(200)	В — на доске			
на рабочих столах	500	(300)	Г-0,8			
инструментальная комната и помещение техперсонала	200	(100)	Г-0,8	40	15	За
кабинеты обслуживающих видов труда:						
по обработке ткани	400	(200)	Г-0,8	40	10	Зе
кулинарии	300	(150)	Г-0,8	40	10	
спортивный зал	200 75	(150) (30)	Г-0,0 В-2,0	40 —	15 —	
актовый зал — киноаудитория	200	(100)	Г-0,0	60	20	бб, Зж
кабинеты и комнаты преподавателей	200	(100)	Г-0,8	40	15	За
рекреационные помещения	150	(75)	Г-0,0	60	20	—
Детские ясли:						
приемные	200	(100)	Г-0,8	40	10	За
групповые, игральные, столовые, комнаты для музыкальных и гимнастических занятий	200	(100)	Г-0,5	40	10	Зз
спальни-веранды	(75)	30	Г-0,0	25	10	—
изолятор, комната для заболевших детей	75	(30)	Г-0,8	25	10	—

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя дисконфорта M	коэффициента пульсации $K_{П}$, %	
Предприятия общественного питания						
обеденные залы, буфеты	200	(100)	Г-0,8	60	—	6б
раздаточные	300	(150)	Г-0,8	40	15	—
горячий цех (кухня)	200	(100)	Г-0,8	40	15	8г
холодный цех, доготовочный и заготовочные цехи	200	(100)	Г-0,8	40	15	8а
кондитерский цех и помещения для мучных изделий	300	(150)	Г-0,8	40	15	8г
моечные кухонной и столовой посуды	200	(100)	Г-0,8	40	15	8б
моечные полуфабрикатной и экспедиционной тары	150	(75)	Г-0,8	40	15	8б
помещения шеф-повара	200	(100)	Г-0,8	40	15	3а
помещения для резки хлеба	200	(100)	Г-0,8	40	15	—
помещение персонала	150	(75)	Г-0,8	60	20	3а
загрузочные и тарные помещения	100	(50)	Г-0,8	60	30	8а
экспедиция	100	(50)	Г-0,8	60	30	—
Предприятия торговли:						
торговые залы универмагов, магазинов готового платья, белья, обуви, тканей, меховых изделий, головных уборов, парфюмерных, галантерейных, ювелирных, книжных, электротоваров, кустарно-художественных изделий	300	(150)	Г-0,8	60	20	3и, 6а
торговые залы прочих непродовольственных магазинов	200	(100)	Г-0,8	60	20	3и, 6а
торговые залы продовольственных магазинов:						
с продавцами	300	(150)	Г-0,8	60	20	3и, 6а
без продавцов	400	(200)	Г-0,8	60	20	3и, 6а
Примерочные кабины	300	(150)	В-1,5	—	20	3к
Демонстрационные залы	300	(150)	Г-0,8 В-1,5	60	20	3л, 6а

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя дискомфорта М	коэффициента пульсации К _п , %	
Отделы заказов, бюро обслуживания	200	(100)	Г-0,8	40	20	3а
Камеры хранения	75	(30)	В-1,0	60	—	—
Пункты приема посуды	75	(30)	Г-0,8	60	—	—
Разгрузочные помещения	100	(50)	Г-0,0	60	20	—
Площадка у лифтов, приемочные	150	(75)	Г-0,0	60	20	—
Помещения для подготовки товаров к продаже:						
разрубочные, расфасовочные отдела заказов	200	(100)	Г-0,8	40	15	—
помещения для нарезки тканей	300	(150)	Г-0,8	40	20	7б
гладильные помещения	300	(150)	Г-0,8	40	20	3р
мастерские в магазинах радио и электротоваров	300	(150)	Г-0,8	40	15	3а
Предприятия бытового обслуживания:						
раздевалочные в банях, преддушевые	(75)	30	Г-0,8	—	—	8а
мочные в банях, душевые	(75)	30	Г-0,0	—	—	8в
парикмахерские залы	200	(100)	В-1,0	40	15	3а
Салон приема и выдачи заказов	200	(100)	Г-0,8	40	20	3а
Съемочный зал фотоателье	100	(50)	Г-0,8	—	20	3м
Фотолаборатория	200	(100)	Г-0,8	40	20	3п
Вспомогательные помещения:						
вестибюли, холлы, гардеробные (уличной одежды) в школах и центральных гостиницах	150	(75)	Г-0,0	60	—	6б
в прочих общественных зданиях	75	(30)	Г-0,0	60	—	—
гардеробы домашней и рабочей одежды	(50)	20	Г-0,0	60	—	—

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшее допустимое значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показатели дискомфорта М	коэффициент пульсации Кп, %	
лестницы:						
главные в общественных зданиях (кроме учреждений отдыха и гостиниц)	100	(50)	Г — площадка и ступени	—	—	—
в учреждениях отдыха и гостиницах	50	(20)	Г — площадка и ступени	—	—	—
прочие лестницы в общественных зданиях	75	(30)	Г — площадка и ступени	—	—	—
коридоры и проходы:						
в школах и главные коридоры и проходы в общественных зданиях (кроме учреждений отдыха и гостиниц)	75	(30)	Г-0,0	—	—	—
прочие коридоры и проходы в общественных зданиях	50	(20)	Г-0,0	—	—	—
помещения для кормления грудных детей	75	(30)	Г-0,0	—	—	—
фотарий	50	(20)	Г-0,0	—	—	—
душевые и преддушевые	(50)	20	Г-0,0	—	—	8б, в
санитарные узлы	(75)	30	Г-0,0	—	—	8а
курительная	(75)	(30)	Г-0,0	—	—	—
комната обогрева рабочих	(50)	20	Г-0,0	—	—	—
помещения для приема и выдачи рабочей одежды и обуви	75	(30)	Г-0,0	—	—	—
респираторная	(75)	30	В-1,0	—	—	—
помещения для ремонта рабочей одежды и обуви	300	(150)	Г-0,8	40	10	3а
помещения для разборки рабочей одежды и обуви	200	(100)	Г-0,8	40	20	3а
венткамеры, кубовые	(50)	20	Г-0,0	—	—	4

Наименование помещения	Наименьшая освещенность, лк		Плоскость, для которой нормируется освещенность, и ее высота от пола, м	Наибольшие допустимые значения		Дополнительные указания
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания		показателя диск омфорта М	коэффициента пульсации К _п , %	
тепловой пункт	(75)	30	Г-0,0	—	30	4,8а
помещения кондиционеров	(75)	30	Г 0,0	—	—	4
дезинфекционные камеры	(50)	20	Г-0,0	—	—	—
помещения для сушки, обеспыливания и химической чистки рабочей одежды	(50)	20	Г-0,0	—	—	—
кладовые МОП, спецодежды	(50)	20	Г-0,0	—	—	7б
машинные отделения лифтов	(75)	30	Г-0,0	—	30	4
шахта лифта	(50)	5	В — на стене шахты	—	—	4
технические этажи	(50)	20	Г-0,0	—	—	4
охлаждаемые камеры	(50)	20	Г-0,0	—	—	8а
помещения фреоновой установки	(75)	30	Г-0,0	—	30	4, 8а
кладовые:						
продуктов	(50)	20	Г-0,0	—	—	8а
белья и инвентаря	(75)	30	Г 0,8	—	—	7б, 3р
тамбур	(50)	10	Г-0,0	—	—	—
чердак	(50)	5	Г-0,0	—	—	7б

Примечание 1. В скобках указана освещенность от источников света, применение которых не рекомендуется. Буквы Г и В обозначают соответственно горизонтальную и вертикальную поверхности.

2. Коэффициент запаса для всех помещений, кроме варочного цеха (кухни), принимается равным 1,3 — при освещении лампами накаливания и 1,5 — при люминесцентных лампах. В кухне коэффициент запаса принимается равным 1,8 и 1,5 для люминесцентных ламп и ламп накаливания соответственно.

3. Штепсельные розетки на напряжение 220 В устанавливаются для возможности пользования дополнительным местным освещением на отдельных рабочих местах (а), электролитной для варки клея (б), телевизорами, радиоприемниками (в), местным освещением разметочных столов (г), диапроекторов (д), местным освещением швейных машин (светильники входят в комплект машин) (е), местным освещением кафедры (ж), электрическими украшениями (например, электрогирляндами) (з), местным освещением товаров (и), местным освещением зеркал (к), местным освещением экспонатов (л), специальным освещением при фотосъемках (м) специальными источниками света (н), электроутоюгом (р).

4. Штепсельные розетки на напряжение 36 В устанавливаются для включения переносных светильников.

5. При оборудовании помещений кульманами при расчете освещенности должен вводиться коэффициент 1,25, учитывающий наклонное положение рабочей поверхности и затем ее работающими.

6. Для обеспечения впечатления насыщенности помещения светом (если это требуется по условиям архитектурно художественного оформления) цилиндрическая освещенность, определяемая у торца стены на центральной продольной оси помещения на уровне 1,5 м от пола, должна быть равна 100 и 75 лк.

7. Помещение относится к классу П-П и П IIа.

8. Среда в помещении влажная (а), сырая (б), особо сырая (в), влажная и жаркая (г).

9. В зоне установки разметочных столов освещенность 500 лк.

Таблица 4-6

Нормы освещенности территорий промышленных предприятий
(при любых источниках света)

Разряд	Характеристика работ или объектов освещения	Освещенность, лк
XIV	Точные работы ($d : L < 0,005$)	50
XV	Работы средней точности ($d : L$ от 0,005 до 0,02)	30
XVI	Работы малой точности ($d : L$ от 0,02 до 0,05), а также общее наблюдение за производственным процессом	10
XVII	Грубые работы ($d : L > 0,05$)	5
XVIII	Работы, требующие различения крупных предметов в непосредственной близости к работающему или общего обзора поверхностей	2
XIX	Автомобили с интенсивностью движения машин в обоих направлениях (в сутки):	
	а. 1000—3000 (I категория)	3
	б. 200—1000 (II категория)	2
	в. < 200 (III категория)	1
XX	Пожарные проезды, хозяйственные дороги, подъезды к зданиям	0,5
XXI	Пешеходные и велосипедные дорожки с движением:	
	а. интенсивным	2
	б. обычным	1
	в. незначительным	0,5
XXII	Лестницы и переходные мостики	3
XXIII	Пешеходные дорожки в скверах	0,5
XXIV	Предзаводские участки, не входящие в территорию города	2
XXV	Железнодорожные пути:	
	а. стрелочные горловины	2
	б. отдельные стрелочные переводы	1
	в. пути и переезды	0,5
—	Охранное освещение	0,5

Примечание. 1. $d \cdot L$ — отношение наименьшего размера объекта различения к расстоянию до глаз.

2. Освещенность нормирована: для разрядов XIV — XVIII — на рабочих поверхностях; для разрядов XIX — XXV — в горизонтальной плоскости на уровне земли; для охранного освещения — в горизонтальной плоскости на уровне земли или с одной из сторон вертикальной плоскости, перпендикулярной линии границы на уровне 0,5 м.

3. При опасности травматизма нормы для разрядов XVI и XVII повышаются на одну ступень.

4. Для автодорог I категории, являющихся продолжением городских улиц, должны соблюдаться также нормы средней яркости покрытия проезжей части.

Таблица 4-7

Нормы средней яркости покрытия проезжей части улиц, дорог и площадей городов и поселков городского типа с асфальтобетонными покрытиями

Характеристика улиц или площадей	Категория	Наибольшая часовая интенсивность движения в обоих направлениях (транспортных единиц в час)	Средняя яркость, кд/м ²
Магистральные улицы общегородского значения; скоростные дороги; площади: главные, вокзальные, транспортные, предместные и многофункциональных транспортных узлов	А	> 3000 (а для скоростных дорог во всех случаях)	1,6
		1000—3000	1,2
		500—1000	0,8
		< 500	0,6
Магистральные улицы районного значения; дороги общегородского значения преимущественно грузового движения; площади перед крупными общественными зданиями и сооружениями: стадионами, театрами, выставками, торговыми центрами, рынками и т. п.	Б	> 2000	1,0
		1000—2000	0,8
		500—1000	0,6
		< 500	0,4
Улицы и дороги местного значения: жилые улицы, дороги промышленных и коммунально-складских районов, поселковые улицы и дороги	В	≥ 500	0,4
		< 500	0,2

Примечание. 1. Средняя яркость тротуаров, примыкающих к проезжей части, должна быть не менее половины средней яркости последней.

2. Для улиц, дорог и площадей категории Б с переходными и простейшими типами покрытий нормирована средняя горизонтальная освещенность 6 лк, а для улиц и дорог категории В при переходном типе покрытия—4 лк, при простейшем типе покрытия—2 лк.

3. Уровень освещения трамвайных путей, расположенных на проезжей части улицы, должен соответствовать уровню освещения улицы; для обособленных трамвайных путей нормирована средняя освещенность 4 лк.

Таблица 4-8

Нормы средней горизонтальной освещенности для некоторых городских, поселковых и сельских территорий

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Города и поселки	
Непроезжие части площадей категории А и Б и предзаводские площади	10
Тротуары, отделенные от проезжей части:	
на улицах категории А	4
на улицах категорий Б и В	2
Пешеходные мостики	10
Автостоянки	4
Пешеходные туннели:	
днем	100
вечером и ночью	40
Пешеходные улицы	4
Дорожки бульваров и скверов, примыкающих к улицам:	
категории А	6
категории Б	4
категории В	2

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Территории микрорайонов городов и поселков	
Пешеходные аллеи и дороги	4
Внутренние служебные и пожарные проезды, тротуары-подъезды	2
Автостоянки, площадки хозяйственные и при мусоросборниках	2
Прогулочные дорожки	1
Детские ясли, сады и школы	
Физкультурные площадки и площадки для подвижных игр	10
Проходы и проезды к корпусам и площадкам	4
Больницы, санатории, дома отдыха	
Въезд на территорию	6
Проходы и проезды к корпусам	4
Центральные аллеи парковой зоны, прогулочные дорожки и площадки	4
Боковые аллеи парковой зоны	2
Площадки зоны отдыха в больницах	6
Площадки зоны тихого отдыха и культурно-массового обслуживания, площадки для настольных игр и открытые читальни в санаториях и домах отдыха	10
Столы для чтения и настольных игр	По нормам для закрытых помещений
Сельские населенные пункты	
Площади общественных и торговых центров	4
Поселковые улицы:	
с асфальтобетонными и переходными типами покрытий	4
с покрытиями простейшего типа	2
Поселковые дороги	2
Улицы и дороги местного значения и пешеходные	1

Таблица 4-9

Значения коэффициента запаса

Освещаемые объекты	Коэффициент запаса	
	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания
Производственные помещения при содержании в воздухе пыли, дыма и др., мг/м ³ :		
> 10 — темной	2	1,7
> 10 — светлой	1,8	1,5
5—10 — темной	1,8	1,5
5—10 — светлой	1,6	1,4
< 5	1,5	1,3
Помещения с особым режимом по чистоте при светильниках нижнего обслуживания	1,3	1,15
Вспомогательные помещения с нормальной средой и помещения общественных и жилых зданий	1,5	1,3
Территории предприятий и городов	1,5	1,3

для разрядов X, XI, XIIa, XIIб, XIIв — при светильниках с защитным углом не менее 15° или с рассеивателями габаритной яркостью в зоне $60-90^\circ$ не более 4 ккд/м^2 ;

для помещений высотой до 2,5 м при выполнении работ VI и VIIa разрядов или при временном пребывании людей и для всех площадок, предназначенных для прохода или для обслуживания оборудования, при использовании светильников с защитным углом не менее 15° для ламп накаливания не более 150 Вт, ламп ДРЛ не более 250 Вт и люминесцентных ламп суммарной мощностью не более 80 Вт; светильников с матированными и молочными рассеивателями без отражателей для ламп накаливания не более 100 Вт; открытых ламп накаливания не более 60 Вт в молочной колбе и люминесцентных ламп не более 40 Вт.

Таблица 4-10

**Показатель ослепленности в производственных
и вспомогательных помещениях**

Разряд и подразряд работы	Показатель ослепленности при пребывании людей в помещении	
	постоянном	временном
I, II	20	—
III, IV, V, VII	40	60
VI, VIIIa, IXa, X, XI, XIIa	60	80

Примечание. 1. Случаи, в которых показатель ослепленности не нормируется, указаны в тексте.

2. Показатель должен определяться под крайним светильником среднего ряда или одного из двух рядов, вдоль осей зрения или длинной стороны помещения, а при люминесцентных лампах, если оси зрения направлены поперек рядов светильников или длина помещения меньше 5-кратной высоты подвеса, — в середине крайнего ряда светильников у стены, в направлении поперек рядов.

На лестницах светящие части ламп не должны быть видны в пределах угла $\pm 10^\circ$ к горизонту. Допускаются открытые люминесцентные лампы общей мощностью в светильнике не более 40 Вт.

Светильники местного освещения должны иметь защитный угол не менее 30° , а при расположении ниже уровня глаза $10-30^\circ$.

Для общественных зданий нормируется показатель дискомфорта M , характеризующий дополнительное напряжение зрения при наличии высоких яркостей (табл. 4-11). Значение M не ограничивается для помещений длиной не более двойной высоты светильников над полом, для проходов, коридоров, гардеробных, санитарных узлов, кладовых, лестниц и помещений для кратковременного пребывания людей.

Кажущаяся степень насыщенности помещения светом в значительной мере определяется величиной цилиндрической освещенности, рекомендуемые значения которой указаны в табл. 4-11.

Специфические требования к установкам наружного освещения приведены в табл. 4-12, 4-13 и 4-14.

Ограничение отраженной блескости достигается в основном соответствующим выбором направления света, применением рассеянного освещения или освещения большими светящими поверхностями.

Наибольшие значения коэффициента пульсации $K_{\text{п}}$ приведены в табл. 4-15.

Повышение яркости поверхностей помещения, в частности стен и потолков, целесообразно при высоком коэффициенте их отражения и достигается применением светильников, излучающих часть светового потока в верхнюю полусферу. Наличие такого излучения обеспечивает также смягчение теней.

Показатели качества освещения для помещений общественных зданий

Желательная степень насыщенности помещения светом	Рекомендуемая цилиндрическая освещенность, лк	Условия зрительной работы	Допустимый показатель дискомфорта
Большая (например, залы заседаний для мероприятий союзного и республиканского значения)	150	Преимущественное направление линии зрения вверх под углом более 45° к горизонту (палаты больниц и т. п.)	25
Повышенная (зрительные залы и фойе театров, торговые залы универмагов и т. п.)	100	Высокая точность работ (конструкторские бюро, читальные залы и т. п.)	40
Нормальная (актовые залы, фойе кинотеатров и т. п.)	75	Общий обзор пространства без необходимости различения малых объектов (фойе, вестибюли и т. д.)	60

Примечание. Показатели определяются у торцевой стены на центральной продольной оси на высоте 1,5 м от пола.

Таблица 4-12

Высота установки светильников на территориях промышленных предприятий и в местах производства работ вне зданий по условиям ограничения слепящего действия

Светильник	Суммарный световой поток ламп, установленных на одной опоре, лм	Наименьшая высота установки светильников, м, с лампами		
		накаливания и натриевыми	ДРЛ и ДРИ	люминесцентными
С лампами накаливания, ДРЛ и ДРИ, имеющий условный защитный угол не менее 15°, и с люминесцентными лампами независимо от защитного угла	< 5000	6	6	6
	5000—10000	6	6	6,5
	10000—20000	6,5	7	7,5
	20000—30000	7,5	8,5	9
	30000—40000	9	10	10,5
	> 40000	10,5	11	12
С лампами накаливания, ДРЛ и ДРИ, имеющий условный защитный угол менее 15°, и широкого светораспределения с зеркальными и призматическими системами	< 50000	7	7,5	6
	5000—10000	8	8,5	6,5
	10000—20000	9	9,5	7,5
	20000—30000	10,5	11	9
	30000—40000	12	12,5	10,5
	> 40000	13,5	14	12

Примечание. 1. Высота установки светильников с любыми лампами с защитным углом не менее 15° или с рассеивателями без отражателей не ограничивается при освещении площадок для прохода людей или обслуживания оборудования, пешеходных дорожек или входов в здания.

2. Высота установки светильников с любыми лампами с защитным углом не менее 15° при освещении мест производства работ должна быть не менее 3,5 м.

3. Высота установки прожекторов и наклонно установленных светильников с любыми, в том числе ксеноновыми, лампами выбирается из условия, чтобы отношение осевой силы света (в канделах) к квадрату высоты установки (в метрах в квадрате) не превышало 300.

4. Во всех случаях, не отмеченных выше, надлежит пользоваться данными настоящей таблицы.

Таблица 4-13

**Наименьшая высота расположения светильников наружного освещения
на улицах и дорогах категории В и в осветительных установках,
для которых нормирована средняя освещенность**

Характеристика светильника	Максимальный световой поток лампы одного фонаря, лм	Наименьшая высота установки, м	
		лампы накаливания	газоразрядные лампы
Венчающие светильники рассеянного света	< 6000	3,0	3,0
	> 6000	4,0	4,0
Светильники полущирокого светораспределения	< 5000	6,5	7,0
	5000—10000	7,0	7,5
	> 10000—20000	7,5	8,0
	> 20000—30000	—	9,0
	> 30000—40000	—	10,0
	> 40000	—	11,5
Светильники широкого светораспределения	< 5000	7,0	7,5
	5000—10000	8,0	8,5
	> 10000—20000	9,0	9,5
	> 20000—30000	—	10,5
	> 30000—40000	—	11,5
	> 40000	—	13,5

Таблица 4-14

**Нормы качественных показателей освещения улиц,
дорог и площадей населенных пунктов**

Показатель	Нормируемое значение, не более
Показатель ослепленности для улиц, дорог и транспортных зон площадей категорий А и Б	150
Отношение наибольшей яркости покрытий к наименьшей при нормированной средней яркости, кд/м ² : > 0,6 ≤ 0,6	3,0 5,0
Отношение наибольшей горизонтальной освещенности к средней при норме средней освещенности, лк: > 6 4—6 < 4	3,0 5,0 10,0

**Допустимый коэффициент пульсации освещенности
для производственных помещений**

Система освещения	Допустимый коэффициент пульсации, % для работ разрядов		
	I и II	III	IV, V, VI, VII, VIIa, IXa, X
Общее освещение	10	15	20
Комбинированное освещение:			
общее	20	20	20
местное	10	15	20

Примечание 1. Коэффициент пульсации не ограничивается для работ разрядов, которые не указаны в таблице, и для работ разряда IXa при кратковременном пребывании людей и отсутствии возможности стробоскопического эффекта.

2. Допускается повышение коэффициента пульсации до 30% для работ разрядов VI, VII и VIIa при отсутствии возможности стробоскопического эффекта.

4-5. РАСПОЛОЖЕНИЕ И УСТАНОВКА СВЕТИЛЬНИКОВ

Размещение светильников в плане и разрезе помещения определяется следующими размерами.

- H — высота помещения;
- h_c — расстояние светильников от перекрытия («свес»);
- $h_n = H - h_c$ — высота светильников над полом;
- h_p — высота расчетной поверхности над полом;
- $h = h_n - h_p$ — расчетная высота;
- L — расстояние между соседними светильниками или рядами люминесцентных светильников (если по длине и ширине помещения расстояния различны, то они обозначаются L_a и L_b);
- l — расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены.

Основное требование при выборе расположения светильников — доступность их для обслуживания

Обслуживание с приставных лестниц или стремянок разрешается при $h_n \leq \leq 5,0$ м.

Для некоторых случаев практикой рекомендуются следующие h_n : 2,5 м — при установке на стойках вдоль ограждений технологических площадок, $\leq 3,5$ м — при установке на стенах и потолках площадок верхних отметок; $\approx 2,1$ м — при установке вблизи открытых токоведущих частей (обслуживание с табуреток).

При $h_n > 5,0$ м возможны способы доступа для обслуживания:

- а) с мостовых кранов, не занятых непрерывно обслуживанием технологического процесса и при соблюдении требований техники безопасности;
- б) со специальных светотехнических мостиков, а иногда с мостиков, предназначенных для обслуживания светопроемов;
- в) с различных самоходных или несамоходных устройств, несущих корзину для монтера.

При отсутствии кранов, указанных в п. «а», мостики обычно являются оптимальным решением, тем не менее их сооружение ограничивается Госстроем.

Высота светильников над настилом мостовых кранов должна быть не менее 1,8 м или же светильники должны располагаться заподлицо с фермами, что обычно и делается. Светильники на светотехнических мостиках устанавливаются на уровне настила мостиков $\pm 0,5$ м.

Трудность доступа к светильникам при больших $h_{\text{п}}$ вызывает стремление ограничиться установкой светильников на стенах на кронштейнах. Это возможно лишь в помещениях шириной не более $2h_{\text{п}}$ и при отсутствии затенений.

При размещении светильников (в том числе, по возможности, равномерного освещения) учитываются требования качества освещения, в частности направления света.

Если светильники излучают часть потока в верхнюю полусферу, то приемлемая равномерность яркости потолка обеспечивается при $h_{\text{с}} \geq 0,2L$.

Помимо доступности для обслуживания и качества освещения, размещение светильников определяется условием экономичности.

Влияние h на экономичность установки относительно невелико, значение же ее обычно задано размерами помещения.

Большую роль играет величина $\lambda = L:h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения и часто приводит к применению ламп с пониженной световой отдачей, а чрезмерное увеличение ведет к резкой неравномерности освещенности и в условиях нормирования ее минимальной величины к возрастанию расхода энергии.

Рекомендации по выбору λ приведены в табл. 4-16. Значениями $\lambda_{\text{с}}$ следует пользоваться в случаях, когда увеличение λ не приводит к применению ламп

с увеличенной световой отдачей (в частности, при люминесцентных лампах), значениями $\lambda_{\text{э}}$ — в остальных случаях. С учетом стоимости светильников и их обслуживания экономически оптимальное λ превышает $\lambda_{\text{э}}$ ориентировочно на 20—40%, что может быть уточнено только для конкретных случаев. К увеличению λ сверх $\lambda_{\text{э}}$ следует относиться с осторожностью, так как это может привести к ухудшению качества освещения.

Вблизи оптимума небольшие изменения λ не сильно влияют на показатели установки, и стремятся к точному соблюдению рекомендуемых значений не следует.

Частой причиной, диктующей уменьшение λ , является величина строительного модуля и особенно ограниченность верхнего предела мощности ламп. Однако в высоких помещениях, особенно при лампах ДРЛ, предпочтительно взамен сближения вершин поля нормальных размеров

несколько светильников. Размер l принимается в пределах 0,3—0,5L в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест.

Светильники с «точечными» источниками света располагаются по вершинам квадратных, прямоугольных или треугольных полей.

В узких помещениях допустимо однорядное расположение.

При прямоугольных полях рекомендуется $L_a \cdot L_b \leq 1,5$, причем увеличение L в одном направлении следует компенсировать увеличением его в другом.

При устройстве мостиков их число должно быть строго ограничено, светильники же вдоль мостиков часто устанавливаются на уменьшенных L .

Светильники с люминесцентными лампами в помещениях для работы рекомендуется устанавливать рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами.

Некоторые преимущества имеют непрерывные ряды или ряды с небольшими разрывами. Многоламповые светильники, а также светильники в парадных помещениях и помещениях с низкой нормированной освещенностью могут размещаться на тех же основаниях, что и светильники с «точечными» источниками.

Таблица 4-16

Рекомендуемые значения λ для светильников с типовыми кривыми (ГОСТ 13828—74)

Типовая кривая	$\lambda_{\text{с}}$	$\lambda_{\text{э}}$
Концентрированная	0,6	0,6
Глубокая	0,9	1,0
Косинусная	1,4	1,6
Равномерная	2,0	2,6
Полуширокая	1,6	1,8

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ПО МЕТОДУ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

5-1. ВЫБОР МЕТОДА РАСЧЕТА

Метод коэффициента использования предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов. Для той же цели служат различные упрощенные формы этого метода.

При расчете по этому методу учитывается как прямой, так и отраженный свет. Переход от средней освещенности к минимальной осуществляется в этом методе приближенно.

Точечный метод служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении освещенности. Затенения, если они имеют место, могут быть учтены, но отраженная составляющая освещенности учитывается приближенно.

Примерная область применения каждого из названных методов определяется согласно нижеследующему.

Общее равномерное освещение при отсутствии существенных затенений может рассчитываться любым методом. Чаще всего применяется метод коэффициента использования, но в наиболее ответственных случаях при светильниках прямого света предпочтительнее точечный метод.

Общее локализованное освещение (а также общее равномерное освещение при наличии существенных затенений) должно рассчитываться по точечному методу. Если, однако, светильники не относятся к классу прямого света, то отраженная составляющая освещенности должна учитываться с повышенной тщательностью, в частности так, как это указано в § 6-5.

Освещение открытых пространств при расчете на минимальную освещенность и местное освещение должны, как правило, рассчитываться по точечному методу.

Широко распространены упрощенные формы метода коэффициента использования: таблицы удельной мощности, а в последнее время — также графики по Гурову и Прохорову. Эти формы применяются в тех же случаях, что и сам метод коэффициента использования, но, конечно, упрощение достигается за счет некоторой утраты точности. Обращается внимание на то, что таблицы и графики надо применять только при тех параметрах рассчитываемой установки, которые в них указаны.

5-2. МЕТОД КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

При расчете по методу коэффициента использования потребный поток ламп в каждом светильнике Φ находится по формуле

$$\Phi = \frac{EkSz}{N\eta}, \quad (5-1)$$

где E — заданная минимальная освещенность, лк; k — коэффициент запаса; S — освещаемая площадь, м²; z — отношение $E_{\text{ср}}:E_{\text{мин}}$; N — число светильников

(как правило, намечаемое до расчета); η — коэффициент использования в долях единицы.

В таких помещениях, как конторы, чертежные и некоторые другие, где положение работающего строго фиксировано и создает частичное затенение, следует вводить в знаменатель формулы (5-1) коэффициент затенения около 0,8, но пока это еще не общепринято.

По Φ выбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой не должен отличаться от Φ больше чем на $-10 \pm +20\%$. При невозможности выбора с таким приближением корректируется N . При однозначно заданном Φ (люминесцентные светильники, предназначенные для определенных ламп, маломощные светильники, использование которых целесообразно с лампами наибольшей возможной мощности) формула решается относительно N . При всех заданных других величинах формула может быть использована для определения ожидаемой E .

При расчете люминесцентного освещения чаще всего первоначально намечается число рядов n , которое подставляется в (5-1) вместо N . Тогда под Φ следует подразумевать поток ламп одного ряда.

При выбранном типе светильника и спектральном типе ламп поток ламп в каждом светильнике Φ_1 может иметь всего 2—3 различных значения. Число светильников в ряду N определяется, как

$$N = \Phi / \Phi_1. \quad (5-2)$$

Суммарная длина N светильников сопоставляется с длиной помещения, причем возможны следующие случаи:

а. Суммарная длина светильников превышает длину помещения: необходимо или применить более мощные лампы (у которых поток на единицу длины больше), или увеличить число рядов, или компоновать ряды из двойных, строенных и т. д. светильников.

б. Суммарная длина светильников равна длине помещения: задача решается устройством непрерывного ряда светильников.

в. Суммарная длина светильников меньше длины помещения: принимается ряд с равномерно распределенными вдоль него разрывами λ между светильниками. Из нескольких возможных вариантов на основе технико-экономических соображений выбирается наилучший.

Рекомендуется, чтобы λ не превышало примерно 0,5 расчетной высоты (кроме многоламповых светильников в помещениях общественных и административных зданий).

Входящий в (5-1) коэффициент z , характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте ($L:h$), с увеличением которого сверх рекомендуемых значений (см. § 4-5) z резко возрастает. При $L:h$, не превышающем рекомендуемых значений, можно пригнать z равным 1,15 для ламп накаливания и ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящихся линий. Для отраженного освещения можно считать $z = 1,0$: при расчете на среднюю освещенность z не учитывается.

Для определения коэффициента использования η находится индекс помещения i и предположительно оцениваются коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка — ρ_n , стен — ρ_c , расчетной поверхности или пола — ρ_p (см. табл. 5-1).

Индекс находится по формуле

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (5-3)$$

где A — длина помещения; B — его ширина; h — расчетная высота.

Для помещений практически неограниченной длины можно считать $i = B/h$.

Для упрощения определения i служит табл. 5-2. В одной из трех верхних строк, в зависимости от глазомерно оцениваемого отношения $A:B$, находится значение h , ближайшее к заданному; движением вниз по столбцу находят два значения площади, между которыми заключено заданное значение, и движением вправо до столбца «индексы» находится значение i .

Например, если $A = 20$ м, $B = 10$ м и $h = 4,3$ м, то для интервала $A \cdot B = 1,5 \div 2,5$, двигаясь вправо между значениями $S = 157 \text{ м}^2$ и $S = 219 \text{ м}^2$, находим $i = 1,5$.

Во всех случаях i округляется до ближайших табличных значений; при $i > 5$ учитывается $i = 5$.

Значения коэффициентов использования для распространенных светильников приводятся в табл. 5-3—5-18.

Таблица 5-1

Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незавешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями	10

Так как число типоразмеров светильников для люминесцентных ламп за последние годы во много раз возросло, представилось невозможным давать для каждого светильника отдельную таблицу. Светильники со сходными светотехническими характеристиками объединены в группы, для каждой из которых даны усредненные значения коэффициентов использования. Указанные в заголовках номера групп расшифрованы в табл. 3-2.

Приводимые таблицы коэффициентов использования не охватывают всей номенклатуры светильников. При необходимости более точного определения коэффициентов использования следует пользоваться методом их расчета, изложенным в гл. 7, или таблицами, опубликованными в статье В. И. Герсонской и Г. М. Кнорринга «Математическое выражение кривых силы света и расчет коэффициентов использования» («Светотехника», 1974, № 4).

В большинстве случаев, в особенности для светильников для общественных зданий, достаточен приближенный расчет η с помощью табл. 5-19 и 5-20, выполняемый по схеме: по форме кривой силы света в нижней полусфере (сределяется ее тип (ГОСТ 13828—74); по каталожным данным светильника определяются, в процентах от потока лампы, потоки нижней (Φ_{\ominus}) и верхней (Φ_{\triangle}) полусфер, первый умножается на значение коэффициента использования по табл. 5-19, второй — по табл. 5-20; сумма произведений дает общий полезный поток, деление которого на поток лампы (обычно 1000 лм) находится коэффициент использования.

Пример 1. Определить коэффициент использования при $i = 1,5$, $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 30\%$, $\rho_{\text{р}} = 10\%$ подвешенного светильника завода «Эстопласт» арт. 285. По каталогу завода $\Phi_{\ominus} = 0,64$ и $\Phi_{\triangle} = 0,80 - 0,64 = 0,16$.

Кривая силы света в нижней полусфере по форме наиболее близка к кривой Д.

Таблица для определения индекса помещения

Таблица 5-2

Форма помещения		Расчетная высота h , м																		
A : B	1—1½	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,5	6	6,5	L
	1,5—2,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3	3,2	3,4	3,7	4	4,3	4,6	4,9	5,2	5,7	6,2	
	2,5—3,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,7	4	4,2	4,5	4,8	5,3	5,7	
		4	5	6	7,2	8,5	9,7	11,2	12,7	14,4	16,2	19	22	25	29	32,5	37	45	52	0,5
		5,0	6,9	8,3	10	11,8	13,5	15,6	17,7	20	22,6	26,4	30,5	35	40	45	52	62	73	0,6
		7,5	9,2	11,1	13,2	15,6	18	20,7	23,5	26,5	30	35	40	46,5	53	60	70	83	87	0,7
		9,5	11,8	14,3	17	20,1	23,2	26,7	30	34	39,5	45	52	60	68	76	90	106	125	0,8
		11,9	14,8	17,8	21,2	25	29	33	37,7	42	48	56	65	75	85	96	111	132	156	0,9
		14,6	17,6	22	26	30	35,2	40	46	52	58	68	80	91	104	117	136	162	191	1,0
		18	23	27	33	37	44	51	58	65	73	86	100	114	130	147	170	203	240	1,1
		25	31	37	45	52	61	70	80	89	101	118	137	157	180	203	233	280	330	1,25
		35	43	52	62	73	85	97	110	123	142	165	191	219	251	282	327	390	460	1,5
		47	57	69	83	97	112	130	147	165	188	220	253	291	333	351	433	515	610	1,75
		60	73	89	107	125	144	168	189	213	241	280	325	375	426	480	555	660	780	2,0
		75	92	111	134	156	180	209	236	266	301	350	407	460	533	600	700	830	980	2,25
		101	124	150	180	210	244	280	317	360	406	470	545	630	720	810	930	1120	1320	2,5
		139	172	208	250	295	340	390	440	500	560	660	760	870	1000	1180	1300	1560	1840	3,0
		185	230	275	330	390	450	520	580	660	750	880	1010	1160	1330	1500	1750	2070	2450	3,5
		270	330	400	480	560	650	750	850	960	1090	1270	1470	1700	1920	2180	2550	3000	3580	4,0
		390	480	580	700	820	950	1070	1240	1400	1580	1850	2130	2450	2800	3150	3650	4400	5100	5,0

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светиль- ника	У; УПМ-15; «Астра-1, 11, 12»					У15					ППД-100; ППД 200					ППД 500					ППД2-500									
	$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$																											
	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	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	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	30	10	10	10	0
Коэффициенты использования, %																														
0,5	24	22	20	17	16	20	19	15	12	11	25	24	20	17	16	24	23	18	15	13	36	33	29	26	24	33	30	29	29	29
0,6	34	32	26	23	21	28	27	22	19	18	31	30	24	20	19	28	27	21	17	16	41	38	33	30	29	38	33	30	30	29
0,7	42	39	34	30	29	34	32	28	25	23	39	36	30	26	25	35	32	26	22	21	48	41	39	35	35	48	41	39	35	35
0,8	46	44	38	34	33	37	35	31	28	27	43	41	36	32	31	39	37	31	28	26	53	48	43	39	38	53	48	43	39	38
0,9	49	47	41	37	36	39	37	33	30	29	45	43	38	34	33	41	39	33	29	27	56	52	47	43	42	56	52	47	43	42
1	51	49	43	39	37	41	39	35	31	30	47	44	39	36	34	42	40	34	30	28	59	55	50	47	46	59	55	50	47	46
1,1	53	50	45	41	39	43	40	36	32	31	49	45	41	38	36	44	41	35	31	30	61	56	51	48	47	61	56	51	48	47
1,25	56	52	47	43	41	45	42	38	34	33	51	47	42	39	37	46	43	37	33	31	63	58	53	50	49	63	58	53	50	49
1,5	60	55	50	47	44	48	44	40	36	35	55	51	45	42	40	50	46	40	36	34	67	61	56	53	52	67	61	56	53	52
1,75	63	58	53	48	46	50	46	42	39	37	58	53	49	45	43	53	48	42	38	36	70	63	59	55	54	70	63	59	55	54
2	66	60	55	51	49	52	48	44	40	39	61	55	51	47	45	55	50	44	40	38	72	65	61	57	56	72	65	61	57	56
2,25	68	62	57	53	51	54	49	45	42	41	63	57	53	49	47	57	52	46	42	40	74	66	62	59	57	74	66	62	59	57
2,5	70	64	59	55	53	56	51	47	44	42	65	58	54	51	49	59	53	48	44	41	76	67	63	60	58	76	67	63	60	58
3	73	66	62	58	56	59	53	49	46	44	68	61	56	54	52	62	56	50	46	44	78	69	65	63	61	78	69	65	63	61
3,5	76	68	64	61	59	61	55	51	48	46	70	63	58	56	54	65	58	52	48	46	79	70	67	64	62	79	70	67	64	62
4	78	70	66	62	60	64	56	52	49	48	72	64	60	57	56	67	59	54	50	48	81	72	68	65	63	81	72	68	65	63
5	81	73	69	64	62	65	57	53	51	49	74	65	62	58	57	69	61	56	52	49	83	73	69	66	64	83	73	69	66	64
$\Phi_{\cup, \%}$	75					60					68					60					70									
$\Phi_{\Delta, \%}$	0					0					0					6					0									

Таблица 5-4

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светильника	УП-24					ИСП01					ПКР					ПО-21					СВП с зеркальной лампой				
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
ρ_n , %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
ρ_c , %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0
ρ_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	Коэффициенты использования, %																								
0,5	30	28	25	21	18	30	29	22	19	17	18	17	10	9	3	24	23	20	17	11	32	32	29	29	23
0,6	33	31	26	23	22	33	32	25	21	20	23	21	16	13	5	30	28	25	20	14	35	34	33	32	28
0,7	38	36	31	28	25	37	36	29	25	24	25	23	18	15	6	35	31	29	25	17	37	36	34	33	29
0,8	41	39	34	30	29	40	38	32	28	27	30	28	21	19	8	40	38	34	30	22	39	37	36	35	30
0,9	46	42	37	33	32	43	41	35	31	30	32	29	23	20	8	42	39	36	33	23	41	38	37	36	31
1	48	45	40	37	36	46	44	38	34	32	33	31	24	22	9	44	42	38	34	24	43	39	38	37	32
1,1	49	46	41	38	38	48	46	40	36	34	38	33	25	23	9	46	43	39	35	25	44	40	39	38	33
1,25	52	47	43	40	40	51	48	42	38	37	39	37	28	25	10	50	46	41	37	26	45	42	40	40	35
1,5	55	50	46	43	43	57	52	47	43	41	42	39	30	27	10	53	49	44	39	27	48	43	41	41	37
1,75	58	52	49	46	45	61	55	50	46	45	45	42	32	29	11	56	52	46	41	29	49	45	42	42	38
2	61	55	51	48	47	64	57	53	48	47	49	44	34	31	12	59	54	48	44	30	50	46	44	44	39
2,25	63	56	52	49	49	66	59	55	51	49	51	45	35	32	12	61	56	50	45	31	51	47	45	45	40
2,5	64	57	53	50	50	68	61	56	53	51	53	47	36	34	13	63	58	51	47	33	52	47	46	46	41
3	67	59	56	53	52	70	63	58	56	53	56	50	39	36	14	67	60	53	50	35	53	48	47	47	42
3,5	69	61	57	55	54	72	64	60	57	55	58	52	40	37	15	70	62	56	52	37	54	48	47	47	43
4	71	63	59	57	55	74	66	62	59	56	60	53	42	39	15	72	63	57	53	38	55	49	48	48	44
5	73	64	61	59	57	77	68	65	62	59	63	55	43	42	16	74	65	58	56	39	57	50	49	49	45
$D_{\text{ср}}$, %	65					55					22					52					75				
$\Phi_{\text{ср}}$, %	0					0					58					28					0				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светиль- ника	УЛД					ППР; НСР01; НСП09					Гс; ГсУ					НСП07					БУН; ПУН									
	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %																											
	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	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	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	30	10	10	10	0
<i>i</i>	Коэффициенты использования, %																													
0,5	28	27	23	20	19	19	18	12	9	6	59	55	50	48	46	32	28	23	20	16	20	18	11	7	5					
0,6	36	34	28	25	24	24	23	15	11	8	62	59	54	51	50	40	38	30	25	24	23	22	13	9	6					
0,7	40	38	33	29	28	29	27	19	15	12	67	62	59	55	54	44	42	32	30	28	26	25	15	10	7					
0,8	44	42	36	33	31	33	31	23	18	14	70	66	62	58	57	49	47	37	34	32	29	28	18	12	9					
0,9	47	45	39	36	35	35	33	25	19	15	72	68	64	61	59	52	50	42	38	35	31	30	20	13	10					
1	50	47	42	39	38	37	35	26	20	16	75	70	66	63	62	55	54	46	41	38	34	32	23	15	11					
1,1	52	49	44	41	40	40	37	28	22	18	77	72	67	65	64	58	56	49	44	41	36	34	25	16	12					
1,25	57	52	47	44	43	43	40	30	24	19	80	74	70	67	66	63	60	52	47	45	39	36	26	18	13					
1,5	61	57	51	47	46	46	42	32	25	20	83	77	73	71	70	68	63	55	50	48	43	39	29	21	15					
1,75	65	60	56	50	49	49	45	35	27	22	86	79	76	74	73	72	66	59	54	51	47	43	32	23	17					
2	68	62	58	54	52	52	47	37	29	23	90	82	80	76	75	76	69	62	57	54	50	46	34	26	20					
2,25	71	64	60	56	55	54	49	39	31	24	92	83	81	77	76	78	71	64	59	55	53	48	36	28	21					
2,5	73	65	61	58	57	56	50	40	32	25	94	85	82	79	78	80	73	66	61	57	55	49	38	29	22					
3	77	67	64	61	59	60	53	43	35	27	96	86	83	80	79	84	75	68	64	59	60	52	40	32	24					
3,5	79	69	66	63	61	62	55	45	36	28	98	88	85	82	80	86	77	70	65	60	62	54	42	34	26					
4	81	70	67	64	62	64	57	47	38	30	99	88	86	83	81	88	78	72	67	61	63	56	45	36	27					
5	82	72	69	66	64	67	59	49	40	32	99	89	86	84	82	90	80	74	69	63	66	58	47	38	29					
Φ_U , %	75					47					80					66					48									
Φ_D , %	0					30					0					14					30									

Таблица 5-6

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светиль- ника	Н4Б-300М с отражателем					ВЗГ-200АМ с отражателем					ВЗГ-100М					ВЗГ/В4А-200М с отражателем					СК-300				
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0
$\rho_{п, \%}$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	50	30	0
$\rho_{с, \%}$	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
$\rho_{р, \%}$																									
<i>i</i>	Коэффициенты использования, %																								
0,5	31	29	25	22	21	19	18	14	12	12	13	13	8	6	6	19	18	15	12	12	16	15	11	9	2
0,6	34	32	28	25	24	22	21	17	15	14	17	17	12	9	9	22	21	17	14	14	21	19	14	11	2
0,7	37	35	31	28	27	24	23	19	17	16	21	20	16	13	12	24	23	19	17	16	24	22	16	14	3
0,8	40	38	33	31	30	27	25	21	19	18	24	23	19	16	15	27	25	21	19	18	27	25	18	16	4
0,9	43	40	36	33	32	29	27	23	20	19	25	24	20	17	16	29	27	22	21	20	30	28	20	18	4
1	45	42	38	35	34	30	28	24	22	21	27	25	21	18	17	30	28	24	22	21	32	30	22	19	5
1,1	47	44	40	37	36	32	30	26	23	22	28	26	22	19	18	32	30	26	24	23	34	32	23	21	5
1,25	50	46	42	39	38	34	32	28	25	24	30	28	23	20	19	34	32	28	25	24	37	35	26	23	6
1,5	53	49	45	43	42	37	34	31	28	27	32	29	24	22	21	38	35	31	28	27	41	38	28	25	6
1,75	56	51	47	45	44	39	35	32	30	29	33	30	26	24	23	40	37	33	30	29	44	40	30	27	7
2	58	52	49	47	46	41	37	34	32	31	34	31	28	25	24	42	38	35	32	31	47	42	31	29	8
2,25	60	54	51	48	47	43	39	36	34	33	35	32	29	26	25	43	39	36	34	33	49	45	33	30	8
2,5	61	55	52	50	48	45	40	37	35	34	36	33	30	28	26	45	40	37	35	34	51	47	35	32	8
3	63	56	53	51	50	47	42	39	37	36	40	35	33	31	30	47	42	39	37	36	55	49	37	34	9
3,5	65	57	55	53	51	49	43	41	38	37	42	37	34	33	32	49	43	41	39	38	57	51	39	36	9
4	66	58	56	54	52	50	44	42	40	38	43	38	36	34	33	50	44	42	40	39	59	53	41	38	10
5	68	59	57	55	54	51	45	43	41	40	45	39	37	35	34	52	46	43	41	40	61	55	42	40	10
$\Phi_{с, \%}$	60					48					48					48					15				
$\Phi_{п, \%}$	0					0					0					0					65				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светиль- ника	С; СУ					Артикул 135					НАБН-150 с отражателем					НСП02, НСП03					НПП01				
	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
$\rho_{п, \%}$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{с, \%}$	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
$\rho_{р, \%}$	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>i</i>	Коэффициенты использования, %																								
0,5	27	23	17	12	11	19	18	13	9	7	19	19	18	14	12	12	10	7	5	3	19	18	14	10	8
0,6	36	35	27	23	21	24	23	16	12	10	24	24	19	16	15	16	15	10	7	6	23	22	17	14	13
0,7	44	40	34	29	27	28	27	19	14	12	28	27	22	19	18	20	19	14	10	9	27	26	20	17	16
0,8	49	45	38	33	32	30	29	21	16	13	30	29	24	21	20	23	21	16	12	11	30	28	23	20	19
0,9	53	50	44	39	37	33	31	23	18	15	32	31	26	24	23	26	24	18	15	13	33	30	25	21	21
1	58	54	48	44	42	35	33	25	20	16	35	33	29	26	25	28	26	20	17	15	35	31	26	23	22
1,1	60	56	50	46	44	37	35	26	21	17	37	35	30	28	26	29	27	21	18	16	37	33	28	24	23
1,25	63	59	53	49	47	40	37	28	23	19	39	37	32	30	28	31	28	23	19	17	39	35	30	26	24
1,5	68	62	57	53	52	43	40	31	25	21	44	40	36	33	32	35	31	25	21	19	42	37	32	29	26
1,75	72	65	60	57	55	46	42	34	28	23	47	43	39	36	35	37	33	27	22	20	44	39	34	31	28
2	77	68	64	60	58	49	44	36	30	25	49	44	41	38	37	39	35	29	23	20	46	41	36	32	29
2,25	78	70	66	63	60	51	46	38	32	26	51	46	42	40	38	42	37	30	25	21	48	42	38	34	31
2,5	80	72	68	65	62	53	47	39	33	28	52	47	44	41	40	44	39	32	27	22	49	44	39	35	32
3	84	75	71	68	65	56	50	42	35	30	54	49	45	43	42	48	43	35	29	24	52	46	41	37	34
3,5	87	77	74	70	68	59	52	44	38	32	56	50	46	44	43	51	45	37	31	25	54	48	43	39	36
4	90	79	75	72	70	61	53	46	40	34	57	51	48	46	44	53	47	39	32	26	55	49	44	40	38
5	91	80	76	73	71	63	55	48	42	36	60	53	50	48	46	57	50	42	35	29	58	51	46	42	39
$\Phi_{\cup, \%}$	80					51					55					42					50				
$\Phi_{\cap, \%}$	0					17					0					28					5				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами накаливания

Тип светильника	Шар					Плафон одноламповый					ПлК				Плафон двухламповый				СЗЛ-300-1					
	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	70	70	50	50	0	70	70	50	30	0
$\rho_n, \%$	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	70	70	50	50	0	70	70	50	30	0
$\rho_c, \%$	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	50	50	50	30	0	50	50	30	10	0
$\rho_p, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0

i Коэффициенты использования, %

0,5	16	15	13	8	3	16	15	12	10	4	16	15	14	13	15	14	12	9	3	31	29	27	25	24
0,6	20	19	16	12	7	20	19	16	13	6	33	31	28	25	19	18	16	13	8	38	36	33	30	29
0,7	24	23	20	16	10	24	23	20	16	9	42	38	34	31	23	22	20	16	11	42	40	36	34	33
0,8	27	26	22	18	11	28	26	22	19	10	46	42	38	36	25	24	22	18	13	46	44	39	36	35
0,9	30	28	24	20	12	30	28	24	20	11	48	46	42	40	28	26	24	20	14	48	46	41	39	38
1	32	30	26	22	13	32	30	26	22	12	50	48	45	43	29	27	25	21	15	50	48	43	41	40
1,1	34	32	27	23	14	34	32	27	24	13	51	49	45	43	31	29	26	22	16	52	49	44	42	41
1,25	36	34	29	24	15	37	34	29	25	14	53	50	46	44	33	30	28	24	17	54	51	47	44	43
1,5	40	36	31	26	16	40	36	31	27	16	54	51	47	45	35	33	30	26	19	57	53	50	47	46
1,75	42	38	33	28	17	42	39	33	29	17	56	52	48	46	38	34	32	28	20	60	55	52	49	48
2	44	40	35	30	18	44	40	35	31	18	57	52	49	46	39	36	33	29	21	62	56	53	51	50
2,25	46	42	36	31	19	46	42	36	33	19	58	53	50	47	41	37	34	31	22	64	58	55	53	51
2,5	48	43	38	33	20	48	44	38	34	20	59	54	51	48	42	38	35	32	23	65	59	56	54	52
3	51	45	40	36	21	51	46	40	36	22	62	56	52	50	44	40	37	33	24	68	61	58	56	54
3,5	53	48	41	38	23	54	48	42	38	24	63	57	53	51	46	42	38	35	26	70	62	59	58	56
4	55	49	43	40	25	56	50	44	40	25	64	58	54	52	48	43	39	36	27	71	63	60	58	57
5	59	52	46	43	27	60	53	47	44	28	67	59	56	54	50	44	41	38	28	72	63	61	59	58
$\Phi_{\text{ш}}, \%$	38					39					60				39				54					
$\Phi_{\text{п}}, \%$	29					29					0				16				0					

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами ДРЛ

Тип светильника	РСП05/Г03 СЗ4ДРЛ					РСП07, РСП08/Л00; РСП08/Л5°0					РСП05/Д03, СД2РТС, РСП08/Д03; СД2ДРЛ, РСП08/Д5°3				
	ρ_n , %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρ_c , %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
ρ_p , %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
l	Коэффициенты 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	44	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
Φ_{\pm} , %	80					64					80				
Φ_{-} , %	0					16					0				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с лампами ДРЛ

Тип светильника	УПДРЛ					РСР05/К03, СЗ5ДРЛ					РСР08/Г03; РСР08/Г5'3				
	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$
<i>i</i>	Коэффициенты использования, %														
0,5	30	30	23	20	18	49	46	42	40	37	41	39	35	32	31
0,6	37	36	30	27	26	53	50	46	44	42	49	47	42	39	38
0,7	42	40	33	31	29	58	54	50	48	47	54	51	47	44	43
0,8	45	43	37	34	33	61	57	53	51	50	57	54	50	47	46
0,9	47	45	40	37	35	64	59	56	53	52	60	57	53	50	49
1	49	47	41	40	38	67	61	58	55	54	63	60	55	53	51
1,1	51	50	43	42	40	69	63	60	57	56	65	62	57	55	53
1,25	55	53	47	44	42	71	65	62	59	58	68	64	59	57	55
1,5	59	56	50	48	45	74	68	65	62	61	73	67	63	60	59
1,75	62	58	53	50	48	76	70	67	64	64	76	69	66	63	61
2	67	60	56	53	51	78	71	69	66	65	78	70	67	64	63
2,25	69	62	57	54	52	79	72	70	67	66	80	72	68	66	64
2,5	71	63	59	57	53	80	74	71	68	67	81	73	69	68	66
3	73	66	60	58	56	82	75	72	70	68	83	74	71	69	67
3,5	75	67	61	59	57	84	75	72	70	69	84	75	72	70	68
4	77	69	63	61	58	85	76	73	71	70	85	76	73	71	69
5	79	70	66	63	60	88	76	74	73	71	88	78	75	73	70
$\Phi_{\text{с}}, \%$	70					80					80				
$\Phi_{\text{л}}, \%$	2					0					0				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светиль- ника	Светильники группы 1					Светильники группы 2					Светильники группы 3					Светильники группы 4					Светильники группы 5									
	$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$			$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$			$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$			$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$			$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$							
	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	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	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	30	10	10	10	0
i	Коэффициенты использования, %																													
0,5	28	27	21	18	16	30	28	20	16	14	26	24	20	17	16	25	25	19	14	12	22	18	13	11	9	22	18	13	11	9
0,6	33	32	25	22	20	34	32	24	20	18	32	31	25	21	20	31	29	22	18	16	25	23	17	14	12	25	23	17	14	12
0,7	38	36	30	26	24	38	36	29	24	22	37	35	29	26	24	36	33	26	22	20	28	27	20	16	15	28	27	20	16	15
0,8	42	39	33	29	28	42	40	32	27	24	41	38	32	28	27	39	36	30	25	22	31	29	23	19	17	31	29	23	19	17
0,9	46	42	37	32	31	47	43	36	30	28	45	41	35	32	30	43	40	33	28	25	34	32	26	21	19	34	32	26	21	19
1,0	49	45	40	35	34	50	46	39	33	30	48	44	39	35	33	46	43	36	30	28	37	34	28	23	21	37	34	28	23	21
1,1	52	48	42	38	36	53	49	41	35	32	50	46	41	37	36	49	45	38	32	30	39	36	30	25	23	39	36	30	25	23
1,25	55	50	45	40	39	56	52	44	38	35	53	48	43	39	38	52	47	40	33	32	42	38	32	27	25	42	38	32	27	25
1,5	60	54	49	45	44	61	56	48	42	39	57	52	48	44	42	56	51	44	38	35	46	42	36	30	28	46	42	36	30	28
1,75	63	57	52	48	47	65	59	52	46	42	60	55	51	47	45	59	54	47	42	38	49	44	38	33	30	49	44	38	33	30
2	65	59	55	51	49	68	61	54	48	44	63	57	53	49	48	62	56	49	44	40	51	46	40	35	32	51	46	40	35	32
2,25	68	62	57	53	52	70	64	56	50	46	65	59	55	51	50	64	58	51	46	42	53	48	42	37	34	53	48	42	37	34
2,5	70	63	58	55	54	73	66	58	52	48	67	60	56	53	51	66	60	53	48	43	55	50	43	39	35	55	50	43	39	35
3	73	65	61	58	56	76	68	60	55	50	70	62	58	55	54	69	62	55	50	45	58	52	45	41	37	58	52	45	41	37
3,5	75	67	62	60	58	78	69	62	57	52	71	64	60	57	55	71	63	56	51	46	60	53	47	43	39	60	53	47	43	39
4	77	68	64	61	59	80	71	64	59	53	73	65	61	59	57	73	64	58	53	48	61	54	48	44	40	61	54	48	44	40
5	80	70	67	65	62	84	74	67	62	56	77	67	64	62	60	77	67	60	56	50	65	57	51	48	43	65	57	51	48	43
$\Phi_{\Gamma}, \%$	74					66					66					59					55									
$\Phi_{\Delta}, \%$	0					16					0					16					10									

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светиль- ника	Светильники группы 6					Светильники группы 7					ПВЛМ-2×40, 2×80 с лампами ЛБР					ПВЛМ-Р с лампами ЛБР					ПВЛМ-1×40, 1×80 с лампами ЛБР				
	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρ _п , %	50	50	30	10	0	50	50	50	30	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
ρ _с , %	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
ρ _р , %																									

Коэффициенты использования, %

0,5	20	20	16	13	12	19	19	14	11	8	28	27	20	13	11	25	25	18	13	11	27	26	17	12	11
0,6	26	25	20	17	16	23	22	18	15	10	33	32	22	17	14	31	29	22	17	15	31	30	21	16	14
0,7	30	29	24	21	20	26	25	21	18	11	38	36	27	20	17	36	34	26	20	18	36	34	25	20	17
0,8	34	31	27	24	22	29	27	23	20	13	42	40	30	23	20	39	36	28	23	20	39	37	28	22	20
0,9	37	34	30	26	25	32	30	25	22	14	47	44	34	26	22	43	40	31	25	22	43	40	32	25	22
1	40	36	32	29	28	34	32	27	24	15	51	47	37	29	25	46	43	34	28	24	47	43	34	28	25
1,1	42	38	34	31	30	36	34	28	26	16	54	50	39	31	27	49	45	36	30	26	50	46	37	30	27
1,25	44	40	36	33	32	38	36	30	28	17	57	53	42	34	29	51	47	38	32	27	52	48	39	32	29
1,5	48	44	40	37	36	42	38	32	30	19	63	57	47	38	33	56	51	42	35	30	58	52	44	36	33
1,75	50	46	42	39	38	45	41	34	32	20	67	61	50	42	36	60	54	45	38	33	61	56	47	40	36
2	52	48	44	41	40	47	42	36	34	21	70	63	53	44	38	62	56	47	40	34	64	58	49	42	38
2,25	54	49	46	43	42	49	44	37	35	22	73	66	55	47	40	65	58	49	42	36	67	60	51	44	40
2,5	56	50	47	45	44	50	45	39	36	23	76	68	57	49	42	67	60	51	44	37	69	63	53	47	41
3	58	52	49	47	45	53	47	40	38	24	80	71	60	52	44	70	63	53	46	39	73	65	56	50	44
3,5	60	53	50	48	46	54	48	41	39	24	82	73	62	54	46	72	64	54	48	40	75	67	58	52	46
4	61	54	51	49	48	56	49	42	40	25	85	75	64	56	48	74	66	56	49	41	78	69	60	54	47
5	64	56	53	52	50	59	51	44	42	26	90	79	69	61	52	78	68	59	52	44	82	72	64	58	51

Φ _с , %	58					31					66					54					66				
--------------------	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--

Φ _р , %	0					34					19					28					19				
--------------------	---	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--	----	--	--	--	--

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светильника	Светильники группы 8					Светильники группы 9					Светильники группы 10					Светильники группы 11					Светильники группы 12									
	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %						
	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0
	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	30	10	10	10	0
t	Коэффициенты использования, %																													
0,5	23	20	20	17	10	20	20	19	15	10	22	20	19	15	12	19	18	15	13	8	21	19	19	16	11	19	19	16	11	
0,6	28	26	24	20	14	25	24	22	19	14	25	24	22	19	14	22	21	19	16	12	24	23	22	22	18	23	22	22	18	
0,7	32	30	28	24	17	29	27	25	22	16	29	27	26	22	17	25	24	22	19	14	28	26	25	21	18	26	25	21	18	
0,8	35	33	30	26	19	32	30	27	24	18	32	30	28	24	19	27	26	24	21	16	30	28	27	24	20	28	27	24	20	
0,9	38	35	33	29	21	34	32	30	26	20	35	32	31	27	21	30	28	27	23	18	33	30	30	26	22	30	30	26	22	
1,0	41	38	35	31	23	37	34	32	28	22	38	35	33	29	23	32	30	28	25	20	35	32	32	28	24	32	32	28	24	
1,1	43	40	37	33	25	39	36	33	30	24	40	36	35	31	25	34	31	30	27	22	37	34	33	30	26	34	33	30	26	
1,25	45	41	38	35	27	41	37	35	32	25	42	38	36	33	27	36	33	32	29	23	39	36	35	32	28	36	35	32	28	
1,5	49	45	42	38	30	44	40	38	35	28	45	41	39	36	30	39	36	34	32	26	42	38	38	35	31	38	38	35	31	
1,75	52	47	44	41	32	45	42	40	37	30	48	44	42	39	33	42	38	36	34	28	45	41	40	37	33	41	40	37	33	
2	54	49	45	42	33	48	44	41	39	31	50	45	43	40	34	43	39	38	35	30	46	42	41	39	35	42	41	39	35	
2,25	56	51	47	44	35	50	45	42	40	33	52	47	45	42	36	45	41	39	37	31	48	44	42	40	36	44	42	40	36	
2,5	58	52	48	46	36	52	46	44	41	34	54	48	46	44	37	47	42	40	38	33	50	45	44	41	38	45	44	41	38	
3	60	54	50	48	38	54	48	45	43	35	56	50	48	45	39	49	44	42	40	34	52	46	45	43	40	46	45	43	40	
3,5	62	55	51	49	39	55	49	46	44	36	58	51	49	47	40	50	45	43	41	36	53	47	46	44	41	47	46	44	41	
4	64	56	52	50	40	56	50	46	45	37	59	52	50	48	42	51	46	44	42	37	54	48	47	45	42	48	47	45	42	
5	67	59	54	53	43	59	52	48	47	39	62	54	52	50	44	54	47	45	44	39	57	50	49	47	44	47	47	47	44	
Φ_{\square} , %	53					45					54					47					53									
Φ_{\triangle} , %	14					12					6					5					0									

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светильника	Светильники группы 13					Светильники группы 14					Светильники группы 15					Светильники группы 16					Светильники группы 17									
	ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %			ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %			ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %			ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %			ρ_n , %	ρ_c , %	ρ_p , %							
	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0
	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	30	10	10	10	0
l	Коэффициенты использования, %																													
0,5	24	22	18	16	12	18	17	15	13	10	21	20	19	15	12	23	22	20	18	13	15	14	13	11	10	13	11	10		
0,6	25	24	23	19	15	21	20	19	16	13	25	24	23	19	15	27	26	24	21	17	19	18	18	15	12	18	15	12		
0,7	29	27	26	23	19	24	23	22	19	16	29	27	26	22	19	31	29	28	24	20	22	21	20	18	14	20	18	14		
0,8	32	30	29	25	21	27	25	24	21	18	31	29	28	25	21	34	32	31	27	23	24	23	22	19	16	23	22	19		
0,9	35	32	31	28	23	29	27	26	23	20	34	32	31	27	23	37	35	34	30	25	27	25	24	21	18	25	24	21		
1,0	37	34	33	30	25	32	29	28	25	22	37	34	33	30	25	40	37	36	32	28	29	26	26	23	20	26	23	20		
1,1	39	36	35	32	27	33	30	30	27	23	39	35	35	31	27	42	39	38	34	30	30	28	27	25	21	27	25	21		
1,25	41	38	37	34	29	35	32	31	28	25	41	37	36	33	29	45	41	40	36	32	32	29	28	26	23	26	23	20		
1,5	44	40	40	37	32	38	34	34	31	28	44	40	39	36	32	48	44	43	40	35	34	31	31	29	25	29	25	21		
1,75	47	43	42	39	35	40	36	35	33	30	46	42	41	39	35	51	46	45	43	38	36	33	32	30	27	27	25	21		
2	49	44	43	41	37	42	38	37	35	31	48	44	42	40	36	53	48	47	44	40	38	34	33	32	29	29	26	23		
2,25	51	46	45	42	38	43	39	38	36	33	50	45	44	42	38	55	50	48	46	42	39	36	35	33	30	30	27	23		
2,5	52	47	46	44	40	44	40	39	37	34	52	46	45	43	39	56	51	50	47	43	40	36	36	34	31	31	28	24		
3	54	49	48	45	42	46	41	40	39	35	54	48	47	45	41	59	53	51	49	45	42	38	37	35	32	32	29	25		
3,5	56	50	48	46	43	48	42	41	40	36	55	49	48	46	42	60	54	52	50	46	43	38	37	36	33	33	30	26		
4	57	51	49	48	44	49	43	42	40	38	56	50	49	47	43	62	55	53	51	48	44	39	38	37	34	34	31	27		
5	60	53	51	50	46	51	45	44	42	40	59	52	50	49	46	65	57	55	54	50	46	40	39	38	36	36	33	29		
$\Phi_{\text{св}}$, %	55					47					54					59					42									
$\Phi_{\text{д}}$, %	0					0					0					0					0									

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светиль- ника	Светильники группы 18					Светильники группы 19					Светильники группы 20					Светильники группы 21					Светильники группы 22				
	$\rho_{\text{л}}, \%$	$\rho_{\text{с}}, \%$	$\rho_{\text{р}}, \%$																						
i	Коэффициенты использования, %																								
0,5	18	17	15	13	9	22	21	18	15	12	24	23	22	16	9	19	18	15	11	6	21	17	18	14	11
0,6	21	20	19	16	13	25	24	22	18	14	31	29	26	20	12	23	22	19	15	8	24	23	22	18	15
0,7	24	23	22	19	16	29	27	26	22	16	35	33	30	24	15	26	25	22	18	10	28	26	25	22	18
0,8	27	25	24	21	18	32	30	28	24	19	39	36	32	27	17	29	27	24	20	12	30	28	27	24	20
0,9	29	27	26	23	20	35	32	30	27	21	43	40	36	30	19	32	30	26	22	14	33	30	30	26	23
1,0	32	29	28	25	22	37	34	32	29	23	46	43	38	33	22	34	32	28	24	16	35	32	32	28	24
1,1	33	30	30	27	23	39	36	34	31	24	49	45	40	35	23	36	34	30	26	17	37	34	33	30	26
1,25	35	32	31	28	25	42	38	36	33	26	52	48	43	38	25	39	36	32	28	18	39	36	35	32	28
1,5	38	34	34	31	28	45	41	39	36	29	57	52	47	42	29	42	39	35	31	21	42	38	37	35	31
1,75	40	36	35	33	30	48	43	41	38	32	60	55	50	45	32	45	41	37	34	23	44	40	39	37	33
2	42	38	37	35	31	50	45	43	40	33	63	57	52	47	33	48	43	39	35	24	46	42	41	39	35
2,25	43	39	38	36	33	52	47	44	42	35	66	60	54	50	35	50	45	40	37	26	48	43	42	40	36
2,5	44	40	39	37	34	53	48	46	43	36	68	62	56	52	37	52	46	42	38	27	49	44	43	41	38
3	46	41	40	39	36	56	50	47	45	38	72	64	58	54	40	54	48	44	41	29	51	46	45	43	39
3,5	47	42	41	40	36	57	51	48	46	40	74	66	60	56	41	56	50	45	42	30	52	47	46	44	40
4	48	43	42	40	38	59	52	49	47	41	76	68	62	58	43	58	51	46	44	32	54	48	46	45	41
5	51	45	43	42	40	62	54	51	50	43	81	71	65	62	47	61	54	49	46	34	56	49	48	47	44
$\Phi_{\text{л}}, \%$	46					53					62					46					51				
$\Phi_{\text{с}}, \%$	0					7					23					19					0				

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светильника	Светильники группы 23					Светильники группы 24					Светильники группы 25					Светильники группы 26					ЛСП101-2×150-13									
	$\rho_{п, \%}$	$\rho_{с, \%}$	$\rho_{р, \%}$																											
	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0
	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	30	10	10	10	0
<i>l</i>	Коэффициенты использования, %																													
0,5	32	29	27	23	22	30	30	28	24	20	32	30	28	26	18	34	32	30	24	20	28	26	25	22	19					
0,6	36	33	32	29	25	36	34	32	28	24	38	36	33	29	23	39	37	36	31	26	32	30	30	26	23					
0,7	40	38	37	33	29	41	39	37	33	28	44	41	39	34	28	45	42	41	36	31	36	34	33	30	26					
0,8	43	40	40	36	32	44	41	40	36	30	48	44	42	38	31	49	46	44	40	34	39	36	36	32	29					
0,9	47	43	42	39	35	48	44	42	39	33	52	48	45	41	34	53	49	48	43	38	42	39	38	35	31					
1,0	49	45	45	41	37	51	47	45	41	35	55	51	48	44	36	56	52	51	46	41	44	41	40	37	33					
1,1	52	47	46	43	39	53	49	47	44	37	58	53	50	47	38	59	54	53	49	43	46	42	42	39	35					
1,25	54	49	48	45	41	56	51	49	46	39	61	56	52	49	41	62	57	56	52	46	48	44	43	41	37					
1,5	57	52	51	49	44	59	54	52	49	42	65	60	56	53	44	66	61	59	56	50	51	47	46	44	40					
1,75	60	54	53	51	47	62	57	54	51	45	69	63	59	56	47	70	64	62	59	54	54	49	48	46	42					
2	61	56	55	53	49	64	58	55	52	46	71	65	61	58	49	72	66	64	61	56	55	50	49	47	44					
2,25	63	58	56	54	50	66	60	57	55	48	74	67	63	60	51	75	68	66	63	58	57	52	50	49	45					
2,5	65	59	58	56	52	68	62	59	56	50	76	68	64	62	52	77	70	68	65	60	58	53	52	50	46					
3	67	60	59	57	54	70	63	60	58	51	78	70	66	64	54	80	72	70	67	62	60	54	53	51	48					
3,5	68	61	60	58	54	72	64	61	59	52	80	72	67	65	55	82	73	71	69	64	61	55	54	52	49					
4	70	62	60	59	55	73	65	62	60	53	82	73	68	66	56	83	74	72	70	65	62	56	54	53	50					
5	72	63	62	61	57	77	67	63	62	54	86	75	70	69	59	87	76	74	73	68	65	57	56	54	51					
$\Phi_{\text{с}}, \%$	64					61					66					78					58									
$\Phi_{\text{п}}, \%$	0					11					16					0					0									

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светиль- ника	ЛОУ-2×40-1001					ЛОУ-2×40-1011					ШОД					ЛПО09					ЛПО02-4×40									
	$\rho_{ц}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$			$\rho_{ц}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$			$\rho_{ц}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$			$\rho_{ц}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$			$\rho_{ц}, \%$	$\rho_{с}, \%$	$\rho_{р}, \%$							
	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	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	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	30	10	10	10	0
<i>i</i>	Коэффициенты использования, %																													
0,5	27	26	21	16	15	28	26	19	17	14	23	22	16	14	10	27	25	23	20	14	26	23	24	19	15	23	24	19	15	
0,6	32	30	24	20	18	31	29	23	20	18	29	28	21	18	12	33	31	29	24	18	30	28	26	22	18	28	26	22	18	
0,7	36	34	28	24	22	36	34	28	24	22	33	32	24	21	14	38	36	34	28	22	34	32	30	26	21	32	30	26	21	
0,8	40	37	31	27	25	39	37	30	26	24	37	35	27	24	16	41	39	37	32	25	37	34	33	29	24	34	33	29	24	
0,9	44	40	34	30	28	43	40	34	29	27	40	38	30	27	18	46	42	41	35	29	40	37	35	32	26	37	35	32	26	
1,0	47	43	37	32	30	46	42	36	32	30	43	41	32	29	19	49	46	44	38	32	43	39	38	34	28	39	38	34	28	
1,1	49	45	39	34	32	48	44	38	34	31	46	43	34	31	20	52	48	46	41	34	45	41	39	36	30	38	36	30	24	
1,25	52	48	42	37	34	51	47	41	36	34	49	46	37	34	22	56	51	49	44	37	47	43	41	38	32	43	41	38	32	
1,5	56	51	46	41	38	55	50	45	40	37	54	50	40	37	24	60	55	53	49	42	51	46	44	41	35	48	44	41	35	
1,75	59	54	49	44	41	58	53	48	42	40	57	53	43	40	25	64	58	57	52	46	53	48	46	44	37	46	44	41	35	
2	62	56	50	46	43	60	55	49	44	41	60	55	45	42	27	67	61	59	55	48	55	50	48	45	39	48	45	41	35	
2,25	64	58	52	48	45	63	57	51	46	43	63	57	47	44	28	70	63	62	57	51	57	52	50	47	41	50	47	44	38	
2,5	66	60	54	50	46	65	58	52	48	45	65	59	48	45	29	72	65	64	59	53	59	53	51	48	42	51	48	44	38	
3	68	62	56	52	48	67	60	54	50	46	68	61	50	48	30	76	68	66	62	56	61	55	52	50	44	53	50	47	41	
3,5	70	63	57	53	50	69	61	56	52	48	71	63	52	50	31	78	70	68	64	58	63	56	53	51	45	55	51	48	42	
4	72	64	58	55	51	70	62	57	53	49	73	65	54	52	32	80	71	69	66	60	64	57	54	52	46	57	54	52	46	
5	76	66	61	58	53	74	65	59	56	51	76	67	56	53	34	85	75	72	70	65	67	59	56	55	48	60	56	55	48	
$\Phi_{с}, \%$	62					58					40					80					64									
$\Phi_{ц}, \%$	10					13					45					0					0									

Коэффициенты использования светового потока. Светильники с люминесцентными лампами

Тип светиль- ника	ЛПР					ОЛСЗ					ЛВО01/П-01					ЛСП01-2×150-15					УВЛН6; УВЛВ6									
	$\rho_{\text{п}}$, %	$\rho_{\text{с}}$, %	$\rho_{\text{о}}$, %																											
	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0
	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0
	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	30	10	10	10	0
<i>t</i>	Коэффициенты использования, %																													
0,5	24	23	22	19	11	24	20	17	13	6	15	13	13	10	6	27	25	23	22	16	28	26	25	21	17					
0,6	31	29	26	22	15	26	25	22	17	9	18	17	16	13	9	33	31	29	26	20	32	31	29	25	21					
0,7	35	33	30	26	18	30	28	24	20	11	20	19	18	15	11	38	35	33	30	24	37	34	34	30	25					
0,8	39	36	33	29	20	33	31	27	22	13	22	21	19	17	13	41	38	36	32	26	40	37	36	32	28					
0,9	42	39	36	31	22	36	34	30	25	15	24	23	21	18	14	44	41	38	35	28	43	40	39	35	31					
1	45	41	38	34	24	39	36	32	27	16	26	24	22	20	15	47	43	40	37	30	46	42	42	38	33					
1,1	47	43	40	36	26	41	38	34	29	18	28	25	24	21	16	49	45	42	39	32	48	44	43	40	35					
1,25	50	45	42	38	28	44	40	36	31	20	29	27	25	23	18	51	47	44	41	33	51	46	45	42	37					
1,5	53	49	44	41	30	48	44	39	35	22	32	29	27	25	20	55	50	46	44	36	54	49	48	46	41					
1,75	56	51	47	44	33	51	47	42	38	25	33	30	28	26	21	57	52	49	47	38	57	52	51	48	44					
2	59	53	48	46	34	54	48	43	40	26	35	31	29	28	22	59	54	50	48	40	59	54	52	50	45					
2,25	61	55	50	47	36	56	51	45	41	28	36	32	30	29	23	61	56	52	50	41	61	55	54	52	47					
2,5	63	56	52	49	37	58	52	47	43	29	37	34	31	30	24	63	57	53	51	42	63	57	55	53	49					
3	65	58	53	51	38	61	55	49	45	31	39	35	32	31	25	65	59	54	52	44	65	58	57	55	51					
3,5	67	60	54	52	40	63	56	50	47	33	40	35	33	32	26	67	60	56	54	44	66	59	58	56	52					
4	69	61	55	53	41	65	58	52	49	34	41	36	34	32	27	68	61	56	55	45	68	60	59	57	53					
5	72	63	58	56	43	69	61	55	52	37	43	38	35	34	28	72	63	58	57	47	71	62	60	59	56					
$\Phi_{\text{с}}$, %	51					51					45					53					64									
$\Phi_{\text{п}}$, %	21					24					10					16					0									

Коэффициенты использования светового потока светильников с типовыми кривыми силы света, излучаемого в нижнюю полусферу

Типовая кривая	Равномерная М								Косинусная Д								Глубокая Г							
	70				50		30	0	70				50		30	0	70				50		30	0
$\rho_{\text{П}}$, %	50		30		50	30	10	0	50		30		10	0	50		30		10	0	50		30	0
$\rho_{\text{С}}$, %	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0
$\rho_{\text{Р}}$, %	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0	30	10	30	10	10		10	0
↓	Коэффициент использования, %																							
0,5	28	28	21	21	25	19	15	13	36	35	30	30	34	28	25	22	58	57	55	53	57	53	49	47
0,6	35	34	27	26	31	24	18	17	43	42	35	34	40	33	28	27	68	65	62	60	64	60	57	56
0,7	44	39	32	31	39	31	25	24	48	47	41	38	45	38	31	31	74	69	68	64	69	64	61	60
0,8	49	46	38	36	43	36	29	28	54	51	45	43	49	43	37	36	78	73	72	69	72	69	66	64
0,9	51	48	40	39	46	39	31	30	57	55	48	46	52	46	41	39	81	76	75	72	75	72	70	67
1,0	54	50	43	41	48	41	34	32	60	57	52	50	55	49	45	42	84	78	78	75	77	74	72	70
1,1	56	52	46	43	50	43	35	33	64	60	55	52	58	51	47	44	87	81	80	77	79	76	74	72
1,25	59	55	49	46	53	45	38	35	69	63	60	56	61	55	50	48	90	83	84	79	82	79	76	75
1,5	64	59	53	50	56	49	42	39	75	69	67	62	67	61	55	53	94	86	88	83	85	82	79	78
1,75	68	62	57	53	60	53	45	42	79	72	71	66	70	65	60	57	97	88	92	85	86	85	82	80
2,0	73	65	61	56	63	56	48	45	83	75	75	69	73	68	64	61	99	90	95	88	88	87	84	82
2,25	76	68	65	60	66	59	51	48	86	77	79	73	76	71	66	64	101	92	97	90	90	88	85	83
2,5	79	70	68	63	68	61	54	51	89	80	82	75	78	73	69	66	103	93	99	91	91	89	87	85
3,0	83	75	73	67	72	65	58	55	93	83	86	79	81	77	73	71	105	94	102	92	93	91	89	86
3,5	87	78	77	70	75	68	61	59	96	86	90	82	83	80	76	73	107	95	104	94	94	93	90	88
4,0	91	80	81	73	78	72	65	62	99	88	93	84	85	83	79	76	109	96	105	94	94	94	91	89
5,0	95	83	86	77	80	75	69	65	105	90	98	88	88	85	81	79	111	97	108	96	96	95	92	90

Таблица 5-20

Коэффициенты использования светового потока светильников (любого типа), излучаемого в верхнюю полусферу

Светильники	Потолочные							Подвесные						
	70				50		30	70				50		30
$\rho_{п.}$ %	50		30		50	30	10	50		30		50	30	10
$\rho_{с.}$ %	30	10	30	10	10		10	30	10	30	10	10		10
$\rho_{р.}$ %	Коэффициент использования, %													
ϵ														
0,5	26	25	20	19	17	13	6	19	18	15	14	11	9	4
0,6	30	28	24	23	20	16	8	24	22	18	18	14	11	5
0,7	34	32	28	27	22	19	10	27	26	22	21	16	13	6
0,8	38	36	31	30	24	21	11	31	29	25	25	18	16	7
0,9	40	38	34	33	26	23	12	34	32	28	28	20	18	8
1,0	43	41	37	35	28	25	13	37	35	32	30	22	20	9
1,1	46	43	39	37	30	26	14	40	37	34	33	24	21	11
1,25	49	46	42	40	32	28	15	43	41	38	36	26	24	12
1,5	54	49	47	44	34	31	17	48	44	42	40	29	26	14
1,75	57	52	51	47	36	33	18	52	48	46	43	31	29	15
2,0	60	54	54	50	38	35	19	55	50	50	46	33	31	16
2,25	62	56	57	52	39	37	20	58	52	53	49	35	33	17
2,5	64	58	59	54	40	38	21	60	54	55	51	36	34	18
3,0	68	60	63	57	42	40	22	64	57	59	54	39	36	20
3,5	70	62	66	59	43	41	23	67	60	62	56	40	39	21
4,0	72	64	68	61	45	42	24	69	61	65	58	42	40	22
5,0	75	66	72	64	46	44	25	73	64	69	62	44	42	24

Пользуясь таблицами, находим

$$\eta = 0,64 \cdot 0,62 + 0,16 \cdot 0,40 = 0,46.$$

Пример 2. В помещении, для которого выше определен индекс, установлено 12 светильников ППР и требуется обеспечить $E = 30$ лк при $k = 1,5$. Задано $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$.

При указанных данных и $i = 1,5$ по табл. 5-5 находим $\eta = 0,32$, откуда

$$\Phi = \frac{30 \cdot 1,5 \cdot 200 \cdot 1,15}{12 \cdot 0,32} = 2700 \text{ лм.}$$

Выбираем лампу 200 Вт, 2800 лм.

Пример 3. В том же помещении установлено три продольных ряда светильников ЛДОР с лампами ЛБ и требуется обеспечить $E = 300$ лк при $k = 1,5$.

В табл. 5-11 находим $\eta = 0,44$. Поток ламп одного ряда

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 200 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,44} = 75 \text{ 000 лм.}$$

Если принять светильники с лампами 2×40 Вт (с общим потоком 5700 лм), то в ряду необходимо установить $75 \text{ 000} / 5700 = 13$ светильников; светильники с лампами 2×80 Вт (с потоком 9920) — 8 светильников. Так как длина ряда около 20 м, то в обоих случаях светильники вмещаются в ряд.

Некоторые преимущества имеет первый вариант, при котором разрывы между светильниками меньше.

5-3. УПРОЩЕННЫЕ ФОРМЫ МЕТОДА КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Удельная мощность ω (в ваттах на квадратный метр), т. е. частное от деления суммарной мощности ламп на площадь помещения, является важнейшим энергетическим показателем осветительной установки, широко используемым для оценки экономичности решений, для самоконтроля расчетов (при наличии достаточного опыта) и для предварительного определения осветительной нагрузки на начальных стадиях проектирования.

На всех стадиях разрешается взамен полного светотехнического расчета определять мощность или число ламп по таблицам удельной мощности (хотя в ответственных случаях рекомендуются более точные формы расчета), но только для общего равномерного освещения при отсутствии требующих учета затенений и в пределах тех «паспортных данных», для которых составлены таблицы (см. ниже).

Не следует рассчитывать по таблицам удельной мощности освещение таких помещений, как гардеробы и санузлы, по существу являющиеся локализованным.

К «паспортным данным» таблиц удельной мощности и к учитываемым им параметрам при лампах накаливания относятся:

тип светильников;

освещенность;

коэффициент запаса (при его значениях, отличающихся от указанных в таблицах, допускается пропорциональный пересчет значений удельной мощности);

коэффициенты отражения поверхностей помещения (для светильников прямого света таблицы рассчитаны для $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$ и для них, только для них, допускается при более светлых поверхностях уменьшать, а при более темных — увеличивать значения ω на 10%);

значения расчетной высоты;

площадь помещения.

В таблицах учтен коэффициент z ; световая отдача ламп принята для мощности, соответствующей заданным условиям и значениям Lh , согласно табл. 4-16, если же заданные условия предопределяют выбор наибольшей для данного светильника мощности — для ламп этой мощности.

Для люминесцентных ламп сохраняет силу все вышесказанное, но со следующими отличиями

таблицы приводятся только для освещенности 100 лк, так как в данном случае имеет место прямая пропорциональность между E и ω ;

в качестве одного из паспортных данных принят тип и мощность лампы и соответствующая ему световая отдача.

Таблицы удельной мощности для ламп типа ДРЛ составлены также для освещенности 100 лк (с пропорциональным пересчетом при других освещенностях), так как световая отдача всех употребительных типоразмеров этих ламп одинакова.

При составлении таблиц удельной мощности не учитывается форма помещения, и i определяется по формуле

$$i = 0,48 \sqrt{S} : h, \quad (5-4)$$

достаточно точной при $A \cdot B \leq 2,5$.

При пользовании таблицами для удлиненных помещений следует определять значение ω для условной площади $2B^2$ и распространять это значение на всю площадь помещения.

Порядок пользования таблицами при лампах накаливания и лампах типа ДРЛ следующий:

выбираются все решения по освещению помещения, включая число светильников N ;

по соответствующей таблице находится удельная мощность ω ;
определяется единичная мощность лампы по формуле

$$P = \frac{\omega S}{N}; \quad (5-5)$$

выбирается ближайшая стандартная лампа.

При люминесцентных лампах —

выбираются все решения по освещению помещений, включая число рядов светильников n и спектральный тип лампы;

по соответствующей таблице находятся значения удельной мощности ω для ламп данной мощности или нескольких возможных к применению мощностей;

для тех же ламп определяется необходимое число светильников в ряду делением ωS на мощность одного светильника и осуществляется компоновка ряда, как рассмотрено выше.

Значения удельной мощности для распространенных типов светильников приведены в табл. 5-21 — 5-49.

Пример. Необходимо произвести расчет по удельной мощности для того же задания, что и в примере 2 § 5-2.

По табл. 5-30 находим $\omega = 9,8$ Вт/м², но так как в таблице учтен $k = 1,3$, а задано $k = 1,5$, пропорциональным пересчетом получаем $\omega = 11,3$ Вт/м². Отсюда

$$P = \frac{11,3 \cdot 200}{12} \approx 200 \text{ Вт.}$$

Графики Гурова и Прохорова (рис. 5-1 — 5-14) являются простейшим и более точным, чем таблицы удельной мощности, способом определения необходимого числа светильников с люминесцентными лампами в функции площади помещения при задании всех прочих параметров установки. Большое разнообразие последних делает возможным составление графиков только для наиболее распространенных случаев.

Для вспомогательных помещений площадью до 10 м² при установке в них одного светильника с лампой накаливания допускается определять мощность последней по табл. 5-50.

Для лестничных клеток размером 6 × 3 м² светильники должны устанавливаться над каждой площадкой.

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник У15
(учтены значения $\rho_{\text{п}}=50\%$; $\rho_{\text{с}}=30\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	4,8	8,1	15,5	21,7	33,5	46,8	63,2
	15—20	3,6	6,2	10,8	16,7	25,1	36,7	45
	20—30	2,7	4,7	8,5	12,6	19,7	27,5	34,3
	30—50	2,2	3,8	7	10,2	15,7	22,3	28
	50—120	1,9	3,2	6	8,7	13,5	18,7	23,7
	120—300	1,6	2,7	5,2	7,4	11,2	15,8	20,4
	> 300	1,4	2,3	4,5	6,5	9,8	13,8	18
4—6	10—17	5,8	12,6	20	25,5	50	75	100
	17—25	4,7	9,2	15,8	21,6	38,8	58,1	77,5
	25—35	3,4	7,1	11,8	16,6	26,5	39,8	53
	35—50	2,6	4,8	9	12,5	19,4	29	38,7
	50—80	2,1	3,7	7,2	9,9	15	22,6	30,1
	80—150	1,7	3,2	5,9	8,2	12,7	19	25,4
	150—400	1,5	2,7	5	7	11,1	16,6	22,2
> 400	1,2	2,3	4,2	5,9	9,3	14	18,6	
6—8	25—35	6,1	9	18,6	26,7	44,6	66,8	89,1
	35—50	4,5	7,5	13,9	21,1	35,2	52,8	70,4
	50—65	3,3	6,2	10,8	16,6	27,6	41,5	55,3
	65—90	2,6	5	8,6	12,4	20,7	31	41,4
	90—135	2	3,9	6,7	9,5	15,9	23,8	31,8
	135—250	1,7	3,1	5,5	8,1	13,5	20,2	27
	250—500	1,5	2,7	4,8	7	11,7	17,6	23,4
> 500	1,2	2,2	4	6,1	10,2	15,3	20,4	

Таблица 5-22

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильники УПМ-15,
У, «Астра-1, 11, 12»
(учтены значения $\rho_{\text{п}}=50\%$; $\rho_{\text{с}}=30\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	2,5	4,5	8	11,3	18,4	26,4	33,6
	15—25	2,1	3,7	6,5	9,1	14,5	21	26,7
	25—50	1,8	3,2	5,6	7,7	12,5	17,8	22,5
	50—150	1,5	2,7	4,7	6,5	10,6	15	19,4
	150—300	1,3	2,3	4,1	5,6	9,4	13,3	17
	> 300	1,2	2,1	3,8	5,2	8,7	12,4	15,5
3—4	10—15	3,6	6,1	12,3	16,4	25	35,8	45,8
	15—20	2,9	4,9	9,1	12,9	21,4	28,7	38,8
	20—30	2,4	4	7,3	10,6	17,4	23,2	31
	30—50	1,9	3,3	5,8	8,5	13,4	18,8	24
	50—120	1,6	2,8	4,8	7,3	11,3	15,6	19,9
	120—300	1,3	2,3	4,1	6,1	9,5	13	16,7
	> 300	1,1	1,9	3,6	5,3	8,2	11	14,6

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	5	9,3	20,4	25,5	32,8	50	66,6
	17—25	3,7	7,1	14,6	19,3	26,9	41,6	55,5
	25—35	2,7	5,1	9,7	13,1	20,4	31,7	42,3
	35—50	2,2	3,8	7,5	10,4	16,2	24,2	32,2
	50—80	1,8	3,1	5,9	8,4	12,9	19	25,3
	80—150	1,5	2,6	5	7	10,6	15,6	20,8
	150—400	1,2	2,2	4,2	5,9	9	13,4	17,8
	> 400	1	1,8	3,4	4,9	7,4	10,9	14,5

Таблица 5-23

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник УП-24
(учтены значения $\rho_{\text{п}} = 50\%$; $\rho_{\text{с}} = 30\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$; $k = 1,3$; $z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	2,9	5,1	9,6	13,5	21	30,4	37,6
	15—20	2,6	4,5	8,4	12,2	19,2	26	33,6
	20—30	2,4	4	7,5	10,9	17,4	23,6	30,4
	30—50	2	3,5	6,3	9,4	14,7	20,3	26
	50—120	1,7	3	5,3	7,9	12,2	17	22
	120—300	1,5	2,5	4,3	6,8	10,4	14,4	19,2
	> 300	1,3	2,3	4	6,1	9,4	12,8	16,8
4—6	10—17	3,3	6,2	10,8	14,8	23,3	32,8	43,8
	17—25	2,8	5,1	9,2	12,8	20	29,6	39,4
	25—35	2,4	4,4	8,2	11,5	17,7	26,6	35,4
	35—50	2,2	3,9	7,4	10,6	16,1	23,6	31,5
	50—80	1,9	3,4	6,4	9,2	13,9	20,7	27,6
	80—150	1,6	2,9	5,4	7,6	11,6	17,6	23,4
	150—400	1,4	2,5	4,7	6,5	9,9	14,8	19,7
	> 400	1,2	2,1	4	5,6	8,5	12,2	16,2
6—8	25—35	2,7	4,9	8,7	12,4	21	31,5	42
	35—50	2,4	4,5	7,9	11,1	19,2	28,8	38,4
	50—65	2,2	4,2	7,2	10,3	17,6	26,5	35,3
	65—90	2	3,9	6,6	9,5	16,2	24,3	32,4
	90—135	1,8	3,4	5,9	8,5	14,3	21,4	28,6
	135—250	1,5	2,9	5,1	7,3	12	18	24
	250—500	1,3	2,5	4,4	6,2	10,3	15,4	20,6
	> 500	1,1	2,1	3,7	5,2	8,6	12,9	17,2

Таблица 5-24

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник УПД
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	3,7	6,8	12,4	19,8	30,2	42	56
	17—25	3	5,6	10	15,4	23	33,6	44,8
	25—35	2,5	4,7	8,5	12	18,7	28,9	38,5
	35—50	2,2	3,9	7,2	10,2	15,5	24	32
	50—80	1,8	3,3	6,2	8,7	13,3	19,7	26,3
	80—150	1,5	2,7	5,1	7,2	11	16,4	21,9
	150—400	1,2	2,2	4,1	5,6	8,8	13,2	17,6
	> 400	1	1,8	3,4	4,6	7,3	10,8	14,4
6—8	25—35	3,6	6	9,9	15,6	26	39	52
	35—50	2,9	5	8,7	13,2	22	33	44
	50—65	2,4	4,4	7,6	11,5	19,1	28,7	38,2
	65—90	2	3,9	6,6	9,9	16,5	24,8	33
	90—135	1,7	3,3	5,8	8,2	13,7	20,6	27,4
	135—250	1,4	2,7	4,7	6,8	11,4	17,1	22,8
	250—500	1,1	2,2	3,8	5,6	9,4	14,1	18,8
	> 500	0,9	1,7	3	4,5	7,5	11,2	15
8—12	50—70	3	5,8	10,5	15,8	26,2	39,4	52,5
	70—100	2,6	4,7	9,1	13,6	22,6	34	45,3
	100—130	2,2	3,9	7,8	11,7	19,4	29,2	38,9
	130—200	1,9	3,3	6,5	9,7	16,2	24,3	32,4
	200—300	1,6	2,8	5,3	8	13,2	19,9	26,5
	300—600	1,3	2,3	4,4	6,6	11	16,5	22
	600—1500	1	1,9	3,5	5,3	8,8	13,3	17,7
	> 1500	0,9	1,5	2,9	4,4	7,4	11	14,7

Таблица 5-25

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильники Гс; ГсУ
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной					
		10	20	30	50	75	100
6—8	25—35	3	5,2	9,2	11,9	17,4	21
	35—50	2,6	4,7	7,4	10,8	15	19,1
	50—65	2,4	4,4	6,4	9,8	13,8	17,5
	65—90	2,2	4,1	6	9,1	12,7	16,3
	90—135	2	3,8	5,4	8,3	11,7	14,9
	135—250	1,8	3,5	5	7,7	10,8	13,8
	250—500	1,7	3,2	4,7	7,1	9,9	12,7
	> 500	1,5	2,8	4,1	6,3	8,8	11,4

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной					
		10	20	30	50	75	100
8—12	50—70	2,7	4,9	7,4	10,6	15,1	20
	70—100	2,4	4,5	6,3	9,7	13,6	18,6
	100—130	2,2	4,1	5,7	8,8	12,5	16,2
	130—200	2	3,7	5,1	8	11,5	14,6
	200—300	1,9	3,4	4,7	7,4	10,6	13,3
	300—600	1,7	3,1	4,4	6,8	9,7	12,4
	600—1500	1,6	2,9	4	6,2	8,8	11,2
	> 1500	1,4	2,6	3,6	5,5	7,9	10
12—16	130—200	2,4	4,1	6	9	14,6	19,5
	200—350	2	3,6	5	7,8	11,2	15
	350—600	1,7	3,1	4,4	6,8	9,9	13,2
	600—1300	1,5	2,8	4	6,2	9,1	12,1
	1300—4000	1,4	2,4	3,6	5,4	8	10,7
	> 4000	1,3	2,2	3,2	5	7,1	9,5

Таблица 5-26

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильники С; СУ
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	4,7	9,1	19,6	34	42	65,2	87
	17—25	4	7,6	15,8	24,6	34	50,6	67,5
	25—35	3,1	5,8	10,6	15,6	24,2	35,2	47
	35—50	2,4	4,1	7,7	10,9	17	24,8	33
	50—80	1,7	3,1	5,8	8	12,8	18,6	24,8
	80—150	1,4	2,4	4,6	6,4	10	14,6	19,5
	150—400	1,2	2	3,9	5,5	8,4	12	16
	> 400	1	1,7	3,3	4,7	7	10,1	13,5
6—8	25—35	4,5	8,2	17,1	26,8	39,4	59	78,7
	35—50	3,8	6,7	13,4	19,7	31,3	47	62,6
	50—65	3,1	5,4	10,3	14,4	23,5	35,2	47
	65—90	2,4	4,2	7,7	11	17,5	26,2	35
	90—135	1,7	3,1	5,7	8,4	13,2	19,9	26,5
	135—250	1,3	2,5	4,4	6,4	10,4	15,5	20,7
	250—500	1,1	2	3,7	5,2	8,4	12,6	16,8
	> 500	0,9	1,7	3	4,2	7	10,5	14
8—12	50—70	4,5	8	16	24	40	60	80
	70—100	3,5	6,2	12,8	19,2	32	48	64
	100—130	2,8	4,9	9,6	14,5	24,1	36,2	48,2
	130—200	2,1	3,8	6,8	10,2	17	25,5	34
	200—300	1,5	2,7	5,1	7,6	12,6	19	25,3
	300—600	1,2	2,2	3,9	5,9	9,8	14,7	19,6
	600—1500	1	1,7	3,2	4,8	8	12	16
	> 1500	0,8	1,5	2,7	4,1	6,8	10,2	13,6

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник НПП01
(учтены значения $\rho_{\text{п}} = 50\%$, $\rho_{\text{с}} = 30\%$, $\rho_{\text{р}} = 10\%$; $k = 1,3$; $z = 1,15$)

$h, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
1,5—2	10—15	3,1	5,7	9,9	13,7	21,7	32,6	43,4
	15—25	2,7	5	8,7	12	19,2	28,7	38,3
	25—50	2,3	4,2	7,3	10,3	16,6	24,8	33,1
	50—150	1,9	3,6	6,1	8,4	14,2	21,3	28,4
	150—300	1,8	3,2	5,5	7,7	12,5	18,8	25
	> 300	1,7	3,1	5,4	7,4	12,1	18,2	24,2
2—3	10—15	3,6	6,4	11,5	17,2	28,7	43	57,4
	15—25	3,1	5,3	9,4	14,1	23,5	35,2	47
	25—50	2,6	4,4	7,8	11,7	19,5	29,2	39
	50—150	2	3,4	6,5	9,8	16,2	24,4	32,5
	150—300	1,7	3	5,4	8,1	13,5	20,2	27
	> 300	1,6	2,8	5	7,5	12,5	18,8	25
3—4	10—15	4,6	8,2	16,3	24,4	40,8	61,1	81,5
	15—20	3,6	6,8	13,5	20,3	33,8	50,8	67,7
	20—30	3,1	5,7	11,4	17,1	28,5	42,8	57
	30—50	2,6	4,6	9,3	14	23,2	34,9	46,5
	50—120	2,2	3,8	7,5	11,3	18,8	28,3	37,7
	120—300	1,7	3,1	6,2	9,3	15,5	23,2	31
	> 300	1,4	2,6	5,3	7,9	13,2	19,8	26,4

Таблица 5-28

Удельная мощность общего равномерного освещения.
Светильники НСП02, НСП03
(учтены значения $\rho_{\text{п}} = 50\%$; $\rho_{\text{с}} = 30\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$, $k = 1,3$; $z = 1,15$)

$h, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
1,5—2	10—15	3,4	6,7	13,3	20	33,2	50	66,5
	15—25	2,9	5,8	11,6	17,4	29	43,5	58
	25—50	2,4	4,8	9,6	14,4	24	36	48
	50—150	2	4	7,9	11,8	19,8	29,6	39,5
	150—300	1,6	3,1	6,2	9,3	15,5	23,3	31
	> 300	1,4	2,7	5,4	8,1	13,5	20,2	27
2—3	10—15	5	10	20	30	50	75	100
	15—25	3,8	7,5	15	22,5	37,5	56,3	75
	25—50	2,8	5,7	11,4	17,1	28,5	42,7	57
	50—150	2,3	4,5	9	13,5	22,5	33,8	45
	150—300	1,9	3,8	7,5	11,3	18,8	28,1	37,5
	> 300	1,5	3	6	9	15	22,5	30
3—4	10—15	9,4	18,8	37,6	56,5	94	141	188
	15—20	7	13,9	27,8	41,7	69,5	104,2	139
	20—30	5	9,9	19,8	29,7	49,5	74,2	99
	30—50	3,7	7,3	14,6	21,9	36,5	54,7	73
	50—120	2,8	5,6	11,2	16,8	28	42	56
	120—300	2,2	4,4	8,8	13,2	22	33	44
	> 300	1,6	3,2	6,4	9,6	16	24	32

Таблица 5-29

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник НСП07
(учтены значения $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$; $k = 1,3$; $z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	3,6	7,2	12,2	16,4	26	36,9	49,2
	17—25	3	5,8	10,2	13,8	21,8	32,5	43,3
	25—35	2,6	4,7	8,6	11,9	18,7	28,4	37,8
	35—50	2,3	4,1	7,5	10,4	15,9	25	33,3
	50—80	1,9	3,3	6,1	8,6	12,9	20,2	27
	80—150	1,4	2,5	4,8	6,8	10,4	15,2	20,3
	150—400	1,1	2	3,9	5,4	8,2	12,2	16,2
> 400	0,9	1,7	3,1	4,4	6,8	10,1	13,4	
6—8	25—35	2,9	5,5	10,4	15	23,2	34,8	46,4
	35—50	2,6	4,8	9	12,8	21	31,5	42
	50—65	2,3	4,4	7,8	11	19,1	28,6	38,2
	65—90	2,1	4	7	9,5	17,1	25,6	34,2
	90—135	1,7	3,3	5,8	8,2	14,2	21,3	28,4
	135—250	1,3	2,6	4,5	6,4	10,8	16,3	21,7
	250—500	1,1	2,1	3,7	5,3	8,6	12,8	17,1
> 500	0,9	1,7	2,9	4,2	7	10,5	14	
8—12	50—70	2,9	4,8	9,4	14,2	23,6	35,4	47,2
	70—100	2,5	4,3	8,5	12,7	21,2	31,8	42,4
	100—130	2,2	3,9	7,7	11,5	19,2	28,8	38,4
	130—200	1,9	3,4	6,7	10,1	16,8	25,3	33,7
	200—300	1,6	2,8	5,5	8,2	13,6	20,5	27,3
	300—600	1,2	2,2	4,1	6,1	10,2	15,2	20,3
	600—1500	1	1,7	3,2	4,9	8,1	12,2	16,2
> 1500	0,8	1,4	2,7	4	6,7	10,1	13,4	

Таблица 5-30

Удельная мощность общего равномерного освещения.

Светильники ППР-100; ППР-200; НСР01; НСП09

(учтены значения $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$; $k = 1,3$; $z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	3,7	6,3	12,8	18,2	31	46,5	62
	15—25	3,1	5,3	9,7	14,4	23,4	35	46,7
	25—50	2,5	4,4	7,9	11,7	18,8	28,1	37,5
	50—150	2	3,6	6,4	9,2	15	22,5	30
	150—300	1,7	2,9	5,4	7,8	12,8	19,2	25,6
	> 300	1,5	2,6	4,8	7	11,4	17	22,7

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	5,8	10	18,8	28,2	47	70,5	94
	15—20	4,1	7,8	15,5	23,2	38,6	58	77,3
	20—30	3,2	6,3	12,4	18,5	30,9	46,4	61,8
	30—50	2,6	4,8	9,3	13,9	23,2	34,7	46,3
	50—120	2,2	3,9	7,4	11,1	18,5	27,8	37
	120—300	1,7	3,1	6	8,9	14,9	22,4	29,8
	> 300	1,4	2,6	4,7	7,1	11,8	17,7	23,6
4—6	10—17	8,8	11,9	23,8	35,7	59,5	89,2	119
	17—25	6,4	10,3	20,6	30,9	51,5	77,2	103
	25—35	4,3	8,5	17	25,5	42,5	63,8	85
	35—50	3,4	6,8	13,6	20,4	34	51	68
	50—80	2,7	5,2	10,4	15,6	26	39	52
	80—150	2,1	4,1	8,2	12,3	20,5	30,8	41
	150—400	1,9	3,2	6,5	9,8	16,2	24,4	32,5
	> 400	1,3	2,4	4,9	7,4	12,2	18,4	24,5

Таблица 5-31

Удельная мощность общего равномерного освещения.

Светильники ППД-100; ППД-200

(учтены значения $\rho_{\text{п}}=50\%$; $\rho_{\text{с}}=30\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	2,9	5,1	9,3	13,5	19,8	28,1	37,5
	15—25	2,3	3,9	7,3	9,6	15,7	22,4	29,9
	25—50	1,9	3,5	6,2	8,3	13,7	19,6	26,1
	50—150	1,6	2,9	4,9	6,8	11,3	16,4	21,8
	150—300	1,4	2,5	4,4	6,1	10	14,6	19,4
	> 300	1,3	2,3	4	5,5	9,2	13,4	17,8
3—4	10—15	3,5	6	11,8	16,5	27,8	41,8	55,7
	15—20	3	5,2	9,8	14,4	23,2	34,7	45,3
	20—30	2,5	4,3	7,9	11,5	18,8	28,3	37,7
	30—50	2	3,4	6,1	9	14,9	22,4	29,8
	50—120	1,7	2,9	5,3	7,9	12,9	19,4	25,8
	120—300	1,4	2,5	4,4	6,5	10,7	16	21,4
	> 300	1,2	2,1	3,9	5,8	9,2	13,7	18,3
4—6	10—17	5,2	7,9	14,4	21,6	36	54	72
	17—25	3,7	6,5	12,5	18,8	31,2	46,9	62,5
	25—35	2,9	5,3	10,1	15,1	25,2	37,8	50,4
	35—50	2,4	4,3	8,3	12,4	20,8	31,1	41,5
	50—80	1,9	3,4	6,7	10	16,6	25	33,3
	80—150	1,6	2,9	5,4	8,1	13,5	20,2	27
	150—400	1,3	2,5	4,7	7	11,7	17,6	23,4
	> 400	1,1	2	3,9	5,8	9,6	14,5	19,3

Таблица 5-32

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник ППД-500
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	4,4	8,4	17,4	20,8	34,2	51,4	68,3
	17—25	3,7	7	13,6	17,8	29,7	44,6	59,4
	25—35	3	5,8	10,2	14,4	24	36	48
	35—50	2,4	4,4	8,1	11,7	20,3	30,4	40,6
	50—80	1,9	3,6	6,9	9,7	16	24	32
	80—150	1,7	3,2	5,7	8,1	13	19,5	26
	150—400	1,4	2,7	4,8	6,8	11,2	16,8	22,4
	> 400	1,1	2,1	3,8	5,4	8,9	13,4	17,8
6—8	25—35	4,2	7,7	12,7	19	31,7	47,6	63,4
	35—50	3,5	6,4	11,2	16,7	27,9	41,8	55,8
	50—65	2,9	5,3	9,7	14,6	24,3	36,4	48,6
	65—90	2,4	4,3	8,5	12,7	21,2	31,8	42,4
	90—135	2	3,6	6,9	10,3	17,2	25,8	34,4
	135—250	1,7	3,1	5,4	8,2	13,6	20,4	27,2
	250—500	1,5	2,7	4,8	7,2	12	18	24
	> 500	1,1	2	3,8	5,6	9,4	14,1	18,8
8—12	50—70	5	6,4	12,7	19,1	31,8	47,7	63,6
	70—100	3,3	5,7	11,4	17	28,9	42,6	56,8
	100—130	2,6	4,9	9,8	14,8	24,6	36,9	49,2
	130—200	2,1	4,2	8,3	12,5	20,8	31,2	41,6
	200—300	1,7	3,2	6,5	9,7	16,2	24,3	32,4
	300—600	1,5	2,7	5,4	8	13,4	20,1	26,8
	600—1500	1,2	2,3	4,6	6,9	11,5	17,2	23
	> 1500	0,9	1,9	3,8	5,6	9,4	14,1	18,8

Таблица 5-33

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник ППД2-500
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
4—6	10—17	3,2	5,6	10,5	14,2	21,5	32	43
	17—25	2,6	4,6	8,7	11,8	17,9	27	36
	25—35	2,1	3,7	7,2	10	15,4	22,2	29,6
	35—50	1,9	3,2	6,3	8,9	13,8	19	25,4
	50—80	1,6	2,7	5,3	7,6	11,5	16,2	21,6
	80—150	1,3	2,3	4,4	6,4	9,4	13,6	18,2
	150—400	1,1	2	3,8	5,3	8,1	11,8	15,8
	> 400	1	1,7	3,3	4,6	7	10,5	14

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
6—8	25—35	3,2	4,8	8,4	13,2	22	33	44
	35—50	2,5	4,1	7,2	10,4	17,4	26,1	34,8
	50—65	2	3,6	6,3	8,9	14,8	22,2	29,6
	65—90	1,8	3,3	5,5	8	13,2	19,9	26,5
	90—135	1,5	2,8	4,8	6,8	11,4	17	22,7
	135—250	1,2	2,4	4,2	5,7	9,4	14,2	18,9
	250—500	1,1	2	3,6	5	8,3	12,4	16,6
	> 500	0,9	1,7	3	4,6	7,7	11,6	15,4
8—12	50—70	2,5	4,3	9,1	13,6	22,6	34	45,3
	70—100	2,1	3,7	7,1	10,7	17,8	26,8	35,7
	100—130	1,8	3,2	6	9	15	22,6	30,1
	130—200	1,6	2,8	5,2	7,8	13	19,5	26
	200—300	1,3	2,4	4,4	6,6	11	16,4	21,9
	300—600	1,1	2	3,7	5,6	9,4	14	18,7
	600—1500	1	1,7	3,2	4,9	8,1	12,2	16,2
	> 1500	0,8	1,4	2,8	4,2	7	10,5	14

Таблица 5-34

Удельная мощность общего равномерного освещения.

Светильник Н4БН-150 с отражателем

(учтены значения $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$; $k = 1,3$, $z = 1,15$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	2,7	5,4	10,7	16	26,8	40	53,5
	15—25	2,2	4,5	8	13,5	22,5	33,8	45
	25—50	1,8	3,6	7,2	10,8	18	27	36
	50—150	1,5	3	5,9	8,9	14,8	22,1	29,5
	150—300	1,2	2,5	5	7,5	12,5	18,8	25
	> 300	1,1	2,3	4,6	6,9	11,5	17,2	23
3—4	10—15	3,2	6,3	12,6	18,9	31,5	47,2	63
	15—20	2,9	5,8	11,6	17,4	29	43,5	58
	20—30	2,6	5,2	10,3	15,5	25,8	38,6	51,5
	30—50	2,2	4,5	8,9	13,4	22,2	33,4	44,5
	50—120	1,8	3,6	7,1	10,6	17,8	26,6	35,5
	120—300	1,4	2,7	5,4	8,1	13,5	20,2	27
> 300	1,2	2,4	4,8	7,2	12	18	24	
4—6	10—17	3,8	7,6	15,2	22,8	38	57	76
	17—25	3,4	6,8	13,5	20,2	33,8	50,5	67,5
	25—35	3	6,1	12,2	18,3	30,5	45,7	61
	35—50	2,8	5,5	11	16,5	27,5	41,2	55
	50—80	2,4	4,8	9,6	14,4	24	36	48
	80—150	2	4	8	12	20	30	40
	150—400	1,6	3,2	6,4	9,6	16	24	32
	> 400	1,2	2,4	4,8	7,2	12	18	24

**Удельная мощность общего равномерного освещения.
Светильник Н4Б-300М с отражателем**
(учтены значения $\rho_n=50\%$, $\rho_c=30\%$, $\rho_p=10\%$, $k=1,3$, $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	2,9	5	9,1	13,4	19,7	30,4	40,5
	15—20	2,6	4,6	8,1	12,2	18	27	36
	20—30	2,3	4,2	7,3	11,2	16,5	24,3	32,4
	30—50	2	3,6	6,4	9,7	14,7	21,2	28,2
	50—120	1,7	3,1	5,4	8,2	12,5	17,6	23,4
	120—300	1,5	2,6	4,7	6,9	10,8	15	20
	> 300	1,3	2,3	4,1	6,2	9,6	13,5	18
4—6	10—17	3,5	6,3	10,7	15	25	37,5	50
	17—25	2,8	5,1	9,2	12,7	21,5	32,2	43
	25—35	2,4	4,4	8	11,3	19	28,5	38
	35—50	2,2	3,9	7,3	10,5	17,1	25,6	34,2
	50—80	1,9	3,4	6,4	9,2	15,2	22,7	30,3
	80—150	1,6	2,9	5,4	7,8	12,8	19,3	25,7
	150—400	1,4	2,5	4,8	6,7	10,9	16,4	21,8
> 400	1,2	2,1	4,1	5,8	9,2	13,9	18,5	
6—8	25—35	2,8	5	9,4	14	23,4	35,1	46,8
	35—50	2,4	4,5	8,3	12,5	20,8	31,2	41,6
	50—65	2,2	4,1	7,6	11,3	18,9	28,4	37,8
	65—90	2	3,8	7	10,5	17,5	26,2	35
	90—135	1,8	3,4	6,3	9,4	15,6	23,5	31,3
	135—250	1,6	2,9	5,4	8,1	13,5	20,2	27
	250—500	1,3	2,5	4,6	6,9	11,6	17,3	23,1
> 500	1,1	2,1	3,9	5,9	9,8	14,7	19,6	

Таблица 5-36

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник СК-300
(учтены значения $\rho_n=70\%$; $\rho_c=50\%$, $\rho_p=10\%$, $k=1,3$, $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	3,7	6,5	11,6	16,7	26,6	37,3	48
	15—25	2,9	5,2	9,2	13,2	21,3	30	37,7
	25—50	2,3	4,2	7,3	10,2	16,9	23,5	30
	50—150	1,9	3,4	6	8,4	13,8	19,4	24,6
	150—300	1,6	2,9	5,1	7	11,6	16,4	21,4
	> 300	1,5	2,7	4,7	6,5	10,6	15	19,5

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	4,4	7,6	15,2	22	32	53,2	71
	15—20	3,8	6,5	12,9	18,4	27,5	40,2	53,6
	20—30	3,2	5,6	10,7	15,5	23,5	34,5	46
	30—50	2,6	4,5	8,6	12,2	18,9	27,8	37
	50—120	2,1	3,6	6,8	9,6	15	21,5	28,7
	120—300	1,7	2,9	5,5	8	12,2	17,5	23,3
	> 300	1,4	2,5	4,5	6,7	10,3	14,7	19,6
4—6	10—17	4,8	11,3	18,2	36,3	60,5	90,8	121
	17—25	4,1	8,8	15	27,3	45,5	68,2	91
	25—35	3,6	7	12,4	18,6	31	46,5	62
	35—50	3	5,8	10,5	14,7	24,5	36,8	49
	50—80	2,5	4,7	8,6	12,3	20,5	30,8	41
	80—150	2	3,7	6,7	9,9	16,5	24,8	33
	150—400	1,6	3	5,5	7,8	13	19,5	26
	> 400	1,3	2,8	4,4	6,3	10,5	15,8	21

Таблица 5-37

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник ПЛК
(учтены значения $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$, $k = 1,3$; $z = 1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	1,7	3,3	6,6	9,9	16,5	26,8	33
	15—25	1,3	2,6	5,2	7,8	13	19,5	26
	25—50	1,2	2,3	4,6	6,9	11,5	17,2	23
	50—150	1,1	2,1	4,2	6,3	10,5	15,7	21
	150—300	1	2	4	6	10	15	20
	> 300	0,9	1,8	3,6	5,4	9	13,5	18
3—4	10—15	2,8	5,6	11,2	16,8	28	42	56
	15—20	2,2	4,5	9	13,5	22,5	33,8	45
	20—30	1,7	3,3	6,6	9,9	16,5	24,8	33
	30—50	1,4	2,7	5,3	8	13,3	19,9	26,5
	50—120	1,2	2,4	4,8	7,2	12	18	24
	120—300	1,1	2,3	4,5	6,8	11,3	16,9	22,5
	> 300	1	1,9	3,8	5,7	9,5	14,5	19
4—6	10—17	4	8,1	16,2	24,3	40,5	60,8	81
	17—25	3,2	6,5	13	19,5	32,5	48,8	65
	25—35	2,5	5	10	15	25	37,5	50
	35—50	1,8	3,7	7,4	11,1	18,5	27,8	37
	50—80	1,4	2,8	5,6	8,4	14	21	28
	80—150	1,2	2,4	4,8	7,2	12	18	24
	150—400	1,1	2,2	4,4	6,6	11	16,5	22
	> 400	1	1,9	3,8	5,7	9,5	14,3	19

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник ПО-21
(учтены значения $\rho_{\text{п}}=70\%$; $\rho_{\text{с}}=50\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
2—3	10—15	2,7	4,8	8,3	11,7	18,7	28,5	38
	15—25	2,2	3,9	6,8	9,6	15,5	23	30,7
	25—50	1,8	3,3	5,7	7,9	12,8	18,9	25,2
	50—150	1,5	2,8	4,9	6,7	10,8	16,2	21,6
	150—300	1,4	2,5	4,3	6,1	9,4	14	18,7
	> 300	1,3	2,3	4,1	5,7	8,9	13,3	17,7
3—4	10—15	3,1	5,5	9,9	14,5	25,6	38,5	51,3
	15—20	2,8	4,9	8,7	13	21,5	32,2	43
	20—30	2,4	4,2	7,4	11,2	18,8	28,1	37,5
	30—50	1,9	3,4	6	9,1	15,3	23	30,6
	50—120	1,6	2,8	4,9	7,5	12,2	18,4	24,5
	120—300	1,4	2,4	4,2	6,3	10,4	15,5	20,7
> 300	1,2	2,1	3,6	5,5	9,2	13,7	18,3	
4—6	10—17	3,5	6,3	15,8	23,7	39,5	59,2	79
	17—25	3	5,5	11,8	17,7	29,5	44,2	59
	25—35	2,6	4,7	9,3	14	23,3	35	46,6
	35—50	2,2	4	7,9	11,8	19,8	29,6	39,5
	50—80	1,9	3,3	6,5	9,7	16,2	24,3	32,4
	80—150	1,5	2,7	5,3	7,9	13,2	19,8	26,4
150—400	1,3	2,3	4,5	6,8	11,2	16,9	22,5	
> 400	1,1	1,9	3,8	5,7	9,5	14,2	19	

Таблица 5-39

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильник арт. 135
(учтены значения $\rho_{\text{п}}=50\%$; $\rho_{\text{с}}=30\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,3$; $z=1,15$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
1,5—2	10—15	2,6	5,1	10,2	15,3	25,5	38,2	51
	15—25	2,2	4,3	8,6	12,9	21,5	32,2	43
	25—50	1,8	3,6	7,2	10,8	18	27	36
	50—150	1,7	3,3	6,5	9,8	16,3	24,3	32,5
	150—300	1,5	3	6	9	15	21	30
	> 300	1,3	2,6	5,2	7,8	13	19,5	26
2—3	10—15	3,5	7	14	21	35	52,5	70
	15—25	2,9	5,8	11,7	17,5	29,2	44	58,5
	25—50	2,3	4,5	9	13,5	22,5	33,7	45
	50—150	1,8	3,6	7,1	10,6	17,8	26,6	35,5
	150—300	1,5	3	5,9	8,4	14,8	22,1	29,5
	> 300	1,3	2,6	5,2	7,8	13	19,5	26

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , при освещенности, лк, равной						
		5	10	20	30	50	75	100
3—4	10—15	5	9,9	19,8	29,7	49,5	74,2	99
	15—20	4,1	8,2	16,3	24,4	40,7	61	81,5
	20—30	3,3	6,6	13,1	19,6	32,5	49	65,5
	30—50	2,8	5,6	11,2	16,8	28	42	56
	50—120	2,3	4,5	9	13,5	22,5	33,7	45
	120—300	1,8	3,6	7,2	10,8	18	27	36
	> 300	1,4	2,7	5,4	8,1	13,5	20,2	27

Таблица 5-40

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с лампами ДРЛ¹
(учтены значения $\rho_{\text{п}}=50\%$; $\rho_{\text{с}}=30\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,5$; $z=1,15$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , для светильников типа					
		УПДРЛ	РС105/ГО3; С35ДРЛ	РС108/ГО3; РС1108/Г53	РС105/ГО3; С34ДРЛ	РС107; РС108/Л00; РС1108/Л50	РС105/Л03; СД2РС; РС108/Л03; РС1108/Л53; СД2ДРЛ
6—8	50—65	13	7,3	8,3	6,7	16,3	11,2
	65—90	11,2	6,8	7,2	6,3	13,7	9,9
	90—135	9,4	6,2	6,5	5,9	11,3	8,8
	135—250	7,9	5,6	5,9	5,3	9,2	7,5
	250—500	6,7	5	5,2	4,9	7,2	6,4
	> 500	5,4	4,5	4,6	4,3	5,7	5,3
8—12	70—100	15,8	7,9	10,6	7,4	20,8	13,7
	100—130	13,1	7,4	8,4	6,8	16,5	11,2
	130—200	11,2	6,7	7,1	6,2	13,4	9,9
	200—300	9,3	6,1	6,4	5,7	10,9	8,7
	300—600	7,8	5,5	5,8	5,3	8,8	7,4
	600—1500	6,2	4,8	5,1	4,7	6,8	6,1
	> 1500	5,3	4,4	4,5	4,2	5,4	5,1
12—16	130—200	16	8	10,8	7,5	21,4	14
	200—350	12,4	7,1	8,1	6,5	15,3	10,7
	350—600	9,4	6,2	6,4	5,8	11,3	8,7
	600—1300	7,5	5,4	5,7	5,2	8,7	7,3
	1300—4000	6	4,8	4,9	4,6	6,5	5,7
	> 4000	5,2	4,3	4,4	4,1	5,2	4,9

¹ При составлении таблицы не учтено изменение № 1 к ГОСТ 16354—70, которым световая отдача ламп понижена примерно на 10%. Соответственно указанные в таблице значения должны повышаться на 10%.

Таблица 5-41

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп							
		Группа 1				Группа 2			
		ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65; ЛТБ-80; ЛТБ-40, 65; ЛД-40	ЛХБ-80; ЛДЦ-40; ЛТБ-80; ЛД-65	ЛД-80; ЛДЦ-65, 80	ЛБ-40, 65	ЛД-40; ЛТБ-80; ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65	ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65; 80
2—3	10—15 15—25 25—50 50—150 150—300 > 300	9,8 7,8 5,8 4,4 4,0 3,6	11,0 8,7 6,8 5,4 4,7 4,1	12,4 9,7 7,5 6,0 5,2 4,7	14,9 11,2 8,6 6,9 6,1 5,4	8,7 7 5,7 4,5 4 3,4	9,9 8,1 6,6 5,3 4,7 4	11,6 9,2 7,4 6 5,3 4,5	13,4 10,7 8,6 6,9 6,1 5,2
3—4	10—15 15—20 20—30 30—50 50—120 120—300 > 300	13 11,6 9,9 7,7 5,5 4,4 3,6	15,2 13,6 11,2 8,6 6,4 5,2 4,1	17,6 15,5 13,0 10 7,4 5,9 4,7	20 18 15,6 12,1 8,4 6,7 5,4	14,8 11,3 8,4 6,8 5,5 4,5 3,4	15,2 12,5 9,7 7,9 6,4 5,2 4	16,2 14,2 11,3 9 7,3 5,9 4,5	18,4 15,9 13,3 10,3 8,4 6,8 5,2
4—6	10—17 17—25 25—35 35—50 50—80 80—150 150—400 > 400	15 13,6 12,4 10,8 8,5 6,0 4,6 3,5	17,3 15,8 14,4 12,1 9,5 7 5,4 4,1	20,1 18,2 16,5 14,2 10,5 7,9 6,2 4,7	22 20 18,5 15,8 11,8 9,2 7 5,4	18 15,5 12,7 9,2 7,4 6,1 4,8 3,4	18,6 16,4 13,7 10,5 8,6 7,1 5,6 4	19,7 17,2 15 12,4 9,8 8,3 6,4 4,5	22 19,6 16,8 14,1 11,2 9,4 7,4 5,2

Таблица 5-42

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $\rho_n=50\%$; $\rho_c=30\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп							
		Группа 3				Группа 4			
		ЛБ-40, 65	ЛБ-80; ЛД-40; ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65	ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65, 80	ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65; ЛТБ-80	ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65, 80
2—3	10—15 15—25 25—50 50—150 150—300 > 300	8,8 7,1 5,7 4,5 4,1 3,9	10,3 8,4 6,7 5,4 4,8 4,5	11,6 9,4 8,7 6,1 5,5 5	13,3 11 8,9 7 6,3 5,7	9,6 7,6 6,1 4,9 4,4 3,9	10,9 9 7,2 5,8 5 4,5	12,5 10 8,1 6,6 5,7 5	14,6 11,6 9,4 7,6 6,6 5,9

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп							
		Группа 3				Группа 4			
		ЛБ-40, 65	ЛБ-80; ЛД-40, 65; ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65	ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65; 80	ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65; ЛД-40; ЛБ-80	ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65, 80
3—4	10—15	12,6	14,5	16,3	19	14,2	18,4	21	24
	15—20	10,3	12	13,7	15,8	11,2	14,5	16	18,6
	20—30	8,7	10,1	11,5	13	9,5	10,8	12,5	14,5
	30—50	7,2	8,3	9,5	10,9	7,6	8,9	10	11,4
	50—120	5,5	6,5	7,4	8,6	5,9	7	7,8	9,1
	120—300	4,5	5,3	6,1	7	4,8	5,7	6,5	7,5
	> 300	3,9	4,5	5	5,7	3,9	4,5	5	5,9
4—6	10—17	16,3	18,3	20	24	21	26	28	30
	17—25	13,5	15,3	17,1	19,7	15,6	20	23	27
	25—35	10,9	12,5	14,6	15,8	12	16,1	17,2	20
	35—50	9	10,9	12,3	14	10,3	11,7	13,8	16
	50—80	7,6	8,9	9,9	11,5	8,1	9,5	10,7	12,3
	80—150	6,1	7,1	8,1	9,5	6,6	7,8	8,8	10,2
	150—400	4,6	5,4	6,2	7,1	5,3	6,2	7	8,1
	> 400	3,9	4,5	5	5,7	3,9	4,5	5	5,9

Таблица 5-43

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$; $k = 1,5$; $z = 1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп			
		ПВЛМ-Р	Группа 5		
		ЛБР-40, 80; ЛХБР-40, 80	ЛБ-40	ЛД-40; ЛХБ-40; ЛТБ-40	ЛДЦ-40
2—3	10—15	12,7	12,4	14,5	17,4
	15—25	10,6	9,4	11	13,4
	25—50	8,6	7,4	8,9	10,7
	50—150	6,8	5,9	7	8,4
	150—300	6	5,2	6,1	7,4
	> 300	5,2	4,5	5,3	6,4
3—4	10—15	17,2	17,7	19,8	23
	15—20	15	15,1	17,5	20
	20—30	12,4	11,9	14,2	17
	30—50	10,5	9,3	10,9	13,2
	50—120	8,4	7,1	8,6	10,3
	120—300	6,7	5,8	7	8,3
	> 300	5,2	4,5	5,3	6,4

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп			
		ПВЛМ-Р	Группа 5		
		ЛБР-40, 80; ЛХБР-40, 80	ЛБ 40	ЛД-40; ЛХБ-40; ЛТБ-40	ЛДЦ-40
4—6	10—17	20	21	23	25
	17—25	17,9	18,5	21	24
	25—35	15,9	16	18	21
	35—50	13,4	13,3	15,4	18,1
	50—80	11,1	10,2	12	14,4
	80—150	9,3	8,2	9,8	11,7
	150—400	7,4	6,2	7,4	8,9
> 400	5,2	4,5	5,3	6,4	

Таблица 5-44

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для 7-й группы светильников с лампами типов							
		ЛБ-40, 65		ЛД-40; ЛБ-80; ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65		ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40		ЛД-80; ЛДЦ-65, 80	
2—3	10—15	10,1	14,4	11,6	16,2	13,2	18,5	15,5	22
	15—25	8,5	11,5	9,6	13,2	10,8	15,3	12,9	17,4
	25—50	7	8,9	8	10,5	9,1	11,9	10,4	13,6
	50—150	5,7	7,3	6,7	8,5	7,7	9,6	8,8	11,2
	150—300	5,1	6,4	6	7,4	6,7	8,4	7,8	9,7
	> 300	4,5	5,5	5,4	6,2	6,3	7	7,2	8
3—4	10—15	14,4	21	17,6	23	19	25	23	27
	15—20	11,4	17,1	13,4	19,3	15	21	17,6	24
	20—30	9,9	14,2	11,4	16	12,9	18,5	15	21
	30—50	8,3	11,3	9,6	13,2	10,8	15,1	12,7	17,2
	50—120	6,8	8,6	7,8	10,1	8,9	11,4	10,2	13,1
	120—300	5,8	7,1	6,6	8,4	7,6	9,5	8,7	11
	> 300	4,5	5,5	5,4	6,2	6,3	7	7,2	8
4—6	10—17	20	25	23	27	27	28	30	30
	17—25	15,1	22	18,6	24	19,9	26	24	28
	25—35	12,6	18,2	14,6	21	16,7	23	19,7	26
	35—50	10,4	15,3	12,3	17,4	13,9	19,5	16,2	22
	50—80	9	12,4	10,4	14,4	11,7	16,3	13,6	18,5
	80—150	7,5	10	8,7	11,6	10	13,1	11,4	15,2
	150—400	6,1	7,7	7,2	9,1	8,2	10,3	9,4	12
	> 400	4,5	5,5	5,4	6,2	6,3	7	7,2	8

Примечание. Для каждого типа ламп левый столбец дается для значений $\rho_{\text{л}}$, $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{р}}$, равных 70, 50, 10%, соответственно, правый — 50, 30, 10%.

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп								
		Группа 8						Группа ЛПО02-4 × 40/П-02		
		ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40
2—3	10—15	8,1	9,7	11,5	10,4	12,2	13,8	7,4	8,8	10,8
	15—25	6,8	8,1	9,6	8,4	10	11,9	6,5	7,8	9,3
	25—50	5,7	6,7	8,2	6,9	8	9,7	5,5	6,5	7,9
	50—150	4,8	5,7	6,9	5,4	6,5	7,9	4,7	5,6	6,7
	150—300	4,3	5	6,1	5	5,8	6,9	4,2	5	6
	> 300	4	4,8	5,7	4,4	5,2	6,3	3,9	4,5	5,5
3—4	10—15	11,7	13,5	16,9	16,8	23	29	12,1	14	16
	15—20	9,5	11,3	13,2	12,5	15,4	19,3	8,8	10,3	12,4
	20—30	7,9	9,4	11	10	11,9	14,3	7,4	8,8	10,8
	30—50	6,7	8	9,5	8,4	9,9	11,9	6,4	7,6	9,1
	50—120	5,5	6,6	7,9	6,7	7,8	9,5	5,4	6,4	7,7
	120—300	4,8	5,7	6,8	5,3	6,4	7,8	4,6	5,5	6,7
	> 300	4	4,8	5,7	4,4	5,2	6,3	3,9	4,5	5,5
4—6	10—17	16,2	22	29	33	39	42	19	20	22
	17—25	12,9	14,9	19,7	19,2	27	30	14	15	16,5
	25—35	10,7	12,5	15,3	13,9	16,5	20	10	11	13,1
	35—50	8,3	9,9	11,8	10,7	12,7	15,4	7,8	9,2	11,3
	50—80	7,1	8,5	10	9	10,7	12,9	6,8	8	9,7
	80—150	6,1	7,3	8,7	7,4	8,7	10,5	5,9	7	8,5
	150—400	5,1	6,1	7,2	5,8	7	8,5	4,9	5,8	7
	> 400	4	4,8	5,7	4,4	5,2	6,3	3,9	4,5	5,4

Примечание. Значения $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{р}}$ (%) соответственно для групп и типов светильников по столбцам: 1 — 70, 50, 10; 2 — 50, 30, 10; 3 — 70, 50, 10.

Таблица 5-46

**Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами**

(учтены значения $\rho_n=70\%$; $\rho_c=50\%$; $\rho_p=10\%$; $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для групп светильников и типов ламп									
		Группа 12			Группа 13			Группа 15			
		ЛБ-40	ЛХБ-40; ЛТБ-40; ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40; ЛТБ-40; ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65; ЛД-40; ЛБ-80	ЛТБ-80; ЛТБ-80; ЛД-85; ЛДЦ-40	ЛД-80; ЛДЦ-65, 80
2—3	10—15	9,1	10,9	13	8,8	10,5	12,4	9,1	10,7	11,9	13,9
	15—25	8	9,5	11,9	7,5	8,9	10,6	7,8	9,2	10,3	11,8
	25—50	6,7	7,9	9,4	6,4	7,5	9,1	6,6	7,8	8,7	10
	50—150	5,5	6,6	8	5,4	6,4	7,7	5,5	6,5	7,4	8,5
	150—300	5,2	6,1	7,4	4,7	5,7	6,8	5,2	6	6,8	7,9
> 300	4,8	5,6	6,8	4,4	5,3	6,4	4,5	5,3	6	7	
3—4	10—15	12,7	14,8	17,8	11,3	13,4	16,1	11,6	13,6	15,4	17,9
	15—20	10,8	12,8	15,2	10,1	11,4	14,3	10,3	11,9	13,5	16
	20—30	9,1	10,9	13	8,8	10,5	12,5	9	10,6	11,8	13,9
	30—50	8	9,4	11,3	7,5	8,9	10,7	7,7	9,1	10,3	11,8
	50—120	6,5	7,7	9,2	6,3	7,4	9	6,4	7,6	8,5	9,9
	120—300	5,4	6,5	7,9	5,3	6,3	7,6	5,4	6,4	7,3	9,4
	> 300	4,8	5,6	6,8	4,4	5,3	6,4	4,5	5,3	6	7
4—6	10—17	15,2	17,5	21	12,7	15,4	18,2	13,2	15,5	17,8	20
	17—25	13,6	15,5	18,5	11,5	13,7	16,7	12,1	14,1	16	18,7
	25—35	11,3	13	15,5	10,4	12,1	14,5	10,7	12,6	14,2	16,7
	35—50	9,5	11,5	13,7	9,2	10,9	13,6	9,6	11,2	12,6	14,6
	50—80	8,4	9,9	11,8	7,9	9,4	11,2	8,2	9,6	10,9	12,6
	80—150	7,2	8,6	10,3	6,7	8	10,5	7	8,3	9,3	10,8
	150—400	5,9	7	8,5	5,7	6,7	8,1	5,8	6,9	7,8	9
	> 400	4,8	5,6	7,9	4,4	5,3	6,4	4,5	5,3	6	7

Таблица 5-47

**Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами**

(учтены значения $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для 14 группы светильников с лампами типов							
		ЛБ-40, 65		ЛХБ-40, 65; ЛБ-80; ЛТБ-40, 65; ЛД-40		ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40		ЛД-80, ЛДЦ-65, 80	
2—3	10—15	10,6	13,1	12,4	15,4	14,3	17,4	15,9	20
	15—25	9,2	11,2	10,6	13	12,1	14,8	13,9	17
	25—50	8,8	8,6	9	10,2	10,2	11,5	11,8	13,3
	50—150	6,4	7	7,5	8,2	8,6	9,2	9,8	10,7
	150—300	5,9	6,4	7	7,6	7,9	8,6	9,1	9,8
	> 300	5,4	5,8	6,3	6,6	7	7,8	8,1	7,6

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , для 14 группы светильников с лампами типов							
		ЛБ-40, 65		ЛХБ-40, 65, ЛБ-80; ЛТБ-40, 65; ЛД-40		ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65; ЛДЦ-40		ЛД-80; ЛДЦ-65, 80	
3—4	10—15	14,8	18,8	16,8	22	19	25	22	28
	15—20	12,8	15,8	14,5	18,4	16,6	21	18,9	24
	20—30	10,7	12,8	12,4	15,2	14,2	17	15,9	20
	30—50	9,1	10,8	10,5	12,6	12	14,3	13,3	16,2
	50—120	7,5	8,4	8,8	10	10	11,2	11,4	12,9
	120—300	6,3	6,9	7,4	8	8,5	9,1	9,7	10,4
	> 300	5,4	5,8	6,3	6,6	7	7,8	8,1	7,6
4—6	10—17	17,3	23	19,7	27	22	31	26	35
	17—25	15,4	20	17,6	24	19,7	27	23	31
	25—35	13,5	16,9	15,1	19,8	17,4	23	19,8	26
	35—50	11,4	13,7	13	16,5	15	18,3	16,7	21
	50—80	9,6	11,8	11,1	13,6	12,7	15,4	14,5	17,7
	80—150	8,2	9,4	9,6	10,9	10,9	12,3	12,6	14,3
	150—400	6,8	7,6	8	8,8	9,1	10	10,4	11,4
	> 400	5,4	5,8	6,3	6,6	7	7,8	8,1	7,6

Примечание. Для каждого типа ламп левый столбец дается для значений $\rho_{п}$, $\rho_{с}$, $\rho_{р}$, равных 70, 50, 10% соответственно, правый — 50, 30, 10%.

Таблица 5-48

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
 (учтены значения $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м ²	Удельная мощность, Вт/м ² , для 16 группы светильников с лампами типов							
		ЛБ-40, 65		ЛБ-80, ЛД-40; ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65		ЛХБ-80; ЛТБ-80, ЛД-65, ЛДЦ-40		ЛД-80; ЛДЦ-65, 80;	
2—3	10—15	8,4	10,1	9,9	11,8	11	13,4	12,9	15,5
	15—25	7,2	8,4	8,4	9,8	9,4	11,1	11	12,7
	25—50	6	6,8	7	8	7,9	9	9,2	10,5
	50—150	5	5,4	6	6,4	6,7	7,2	7,8	8,4
	150—300	4,6	5	5,5	5,9	6,2	6,7	7,2	7,7
	> 300	4,2	4,4	5	5,1	5,6	5,8	6,4	6,6
3—4	10—15	11,2	14,4	12,9	17,1	14,7	18,9	17	22
	15—20	9,6	12	11,4	14,2	12,9	16,3	14,8	18,5
	20—30	8,4	10,1	9,8	11,8	11,2	13,3	12,9	15,5
	30—50	7	8,3	8,2	9,6	9,3	11	10,8	12,6
	50—120	5,8	6,6	6,8	7,7	7,7	8,7	8,9	10,2
	120—300	5	5,4	5,9	6,4	6,7	7,1	7,7	8,3
	> 300	4,2	4,4	5	5,1	5,6	5,8	6,4	6,6

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для 16 группы светильников с лампами типов							
		ЛБ-40, 65		ЛБ-80; ЛД-40, ЛХБ-40, 65; ЛТБ-40, 65		ЛХБ-80; ЛТБ-80; ЛД-65, ЛДЦ-40		ЛД-80; ЛДЦ 65, 80;	
4—6	10—17	13,2	17,6	14,8	21	17	22	19	27
	17—25	11,8	15,3	13,4	18	15,3	19,9	16,8	23
	25—35	10,2	12,8	11,8	15,3	13,4	17	15,5	19,7
	35—50	8,7	10,8	10,2	12,7	11,5	14,3	13,4	16,5
	50—80	7,6	8,9	8,8	10,5	10	12	11,6	13,8
	80—150	6,4	7,4	7,5	8,7	7,1	9,8	8,1	11,4
	150—400	4,2	5,8	5	6,8	5,6	7,6	6,5	8,9
	> 400	4,2	4,4	5	5,1	5,6	5,8	6,4	6,6

Примечание. Для каждого типа ламп левый столбец дается для значений $\rho_{\text{л}}$, $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{р}}$, равных 70, 50, 10% соответственно, правый — 50, 30, 10%.

Таблица 5-49

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк.
Светильники с люминесцентными лампами
(учтены значения $\rho_{\text{л}}=70\%$; $\rho_{\text{с}}=50\%$; $\rho_{\text{р}}=10\%$; $k=1,5$; $z=1,1$)

h, м	S, м²	Удельная мощность, Вт/м², для светильников и типов ламп					
		ШОД			ЛПР		
		ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40	ЛБ-40	ЛХБ-40 ЛТБ-40 ЛД-40	ЛДЦ-40
2—3	10—15	7,4	8,7	10,5	7,2	8,6	10,3
	15—25	6,3	7,5	9	6,1	7,4	8,7
	25—50	5,2	6,3	7,5	5,3	6,2	7,5
	50—150	4,4	5,2	6,2	4,5	5,3	6,3
	150—300	3,7	4,5	5,5	4	4,7	5,7
	> 300	3,5	4,1	4,9	3,5	4,2	5,2
3—4	10—15	11	12,9	15,5	10,6	13,5	18,5
	15—20	8,9	10,8	12,8	8,4	10,2	12,4
	20—30	7,4	8,6	10,5	7,2	8,6	10,2
	30—50	6,2	7,4	8,9	6,1	7,3	8,6
	50—120	5,1	6,1	7,3	5,1	6	7,3
	120—300	4,3	5	6,1	4,4	5,2	6,3
	> 300	3,5	4,1	4,9	3,5	4,2	5,2
4—6	10—17	13,7	16,1	19,5	14,5	17,4	22
	17—25	11,7	13,8	16,7	11,2	14,5	19
	25—35	9,5	11,3	13,6	9	11,1	13,5
	35—50	7,9	9,1	11	7,6	9	10,8
	50—80	6,6	7,9	9,5	6,5	7,8	9,2
	80—150	5,7	6,7	8,6	5,6	6,7	8
	150—400	4,6	5,6	6,8	4,7	5,5	6,7
	> 400	3,5	4,1	4,9	3,5	4,2	5,2

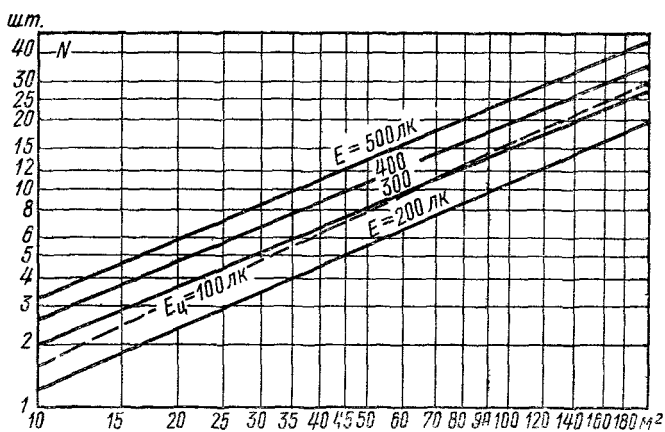


Рис. 5-1. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ШОД2 \times 40; $h = 1,5 \div 2$ м; $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$

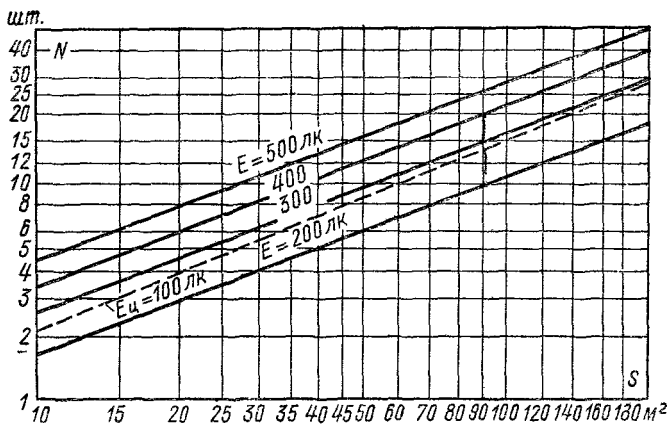


Рис. 5-2. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ШОД2 \times 40; $h = 2 \div 3$ м; $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$

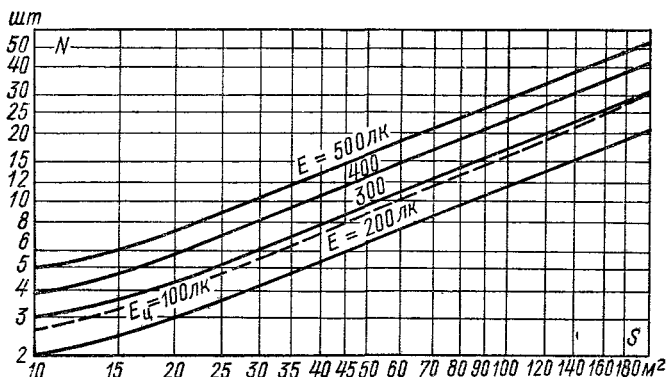


Рис. 5-3. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ЛПР2×40; $h = 2 \div 3$ м; $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$

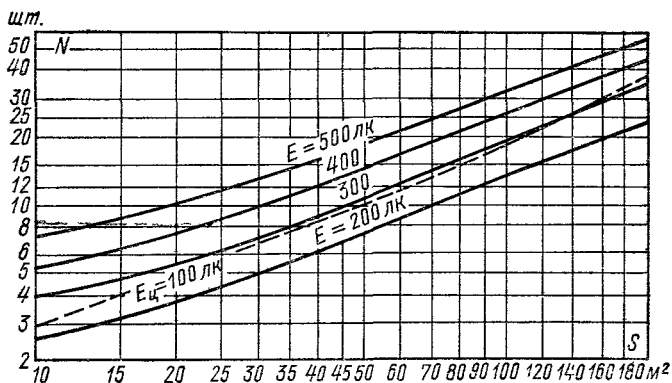


Рис. 5-4. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ЛПР2×40; $h = 3 \div 4$ м; $\rho_n = 70\%$; $\rho_c = 50\%$; $\rho_p = 10\%$

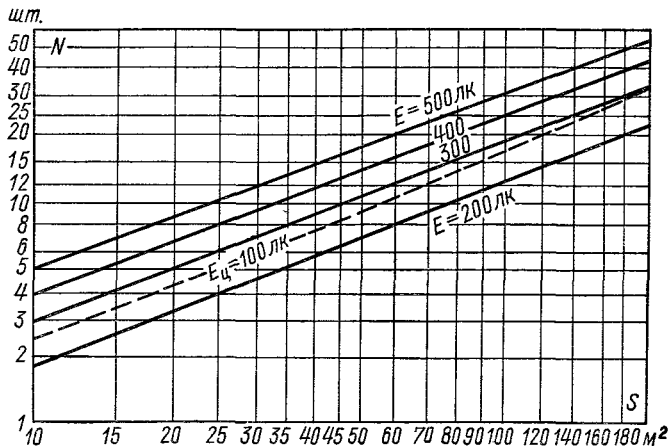


Рис. 5-5. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ЛСО02/Р-01,02,03; $h = 1,5 \div 2$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

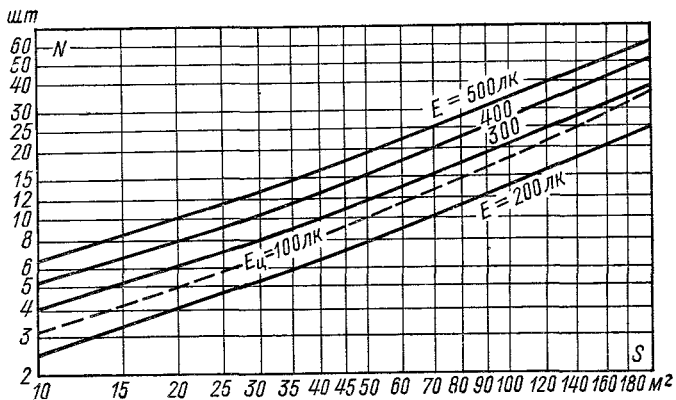


Рис. 5-6. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильник ЛСО02/Р-0,1, 02,03; $h = 2 \div 3$ м, $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

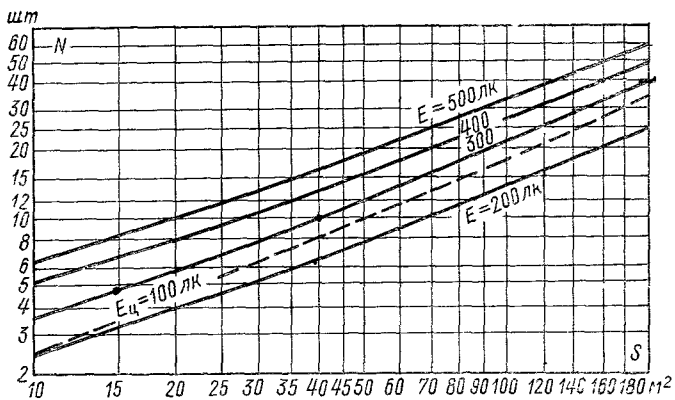


Рис. 5-7 График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСПЗ, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31, УСП35 (двухламповые); $h = 2 \div 3$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{д}} = 10\%$

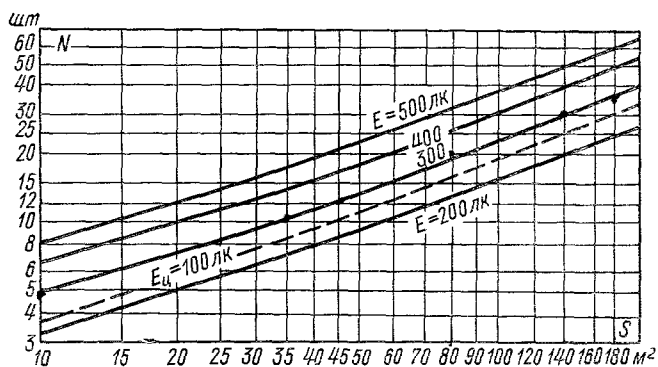


Рис. 5-8. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСПЗ, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31, УСП35 (двухламповые); $h = 3 \div 4$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{д}} = 10\%$

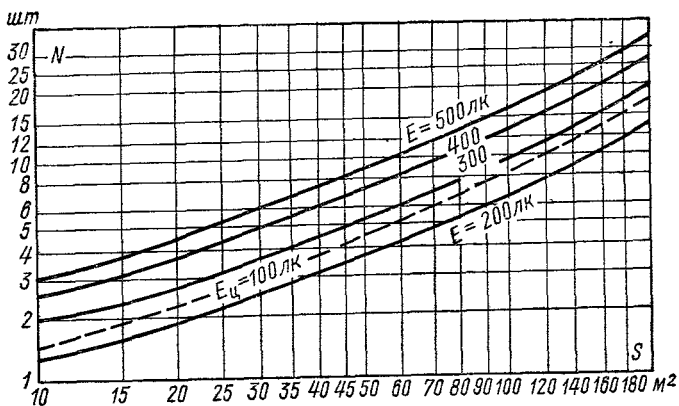


Рис. 5-9. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСПЗ, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31, УСП35 (четырёхламповые, при шестиламповых число уменьшать в 1,5 раза); $h = 2 \div 3$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

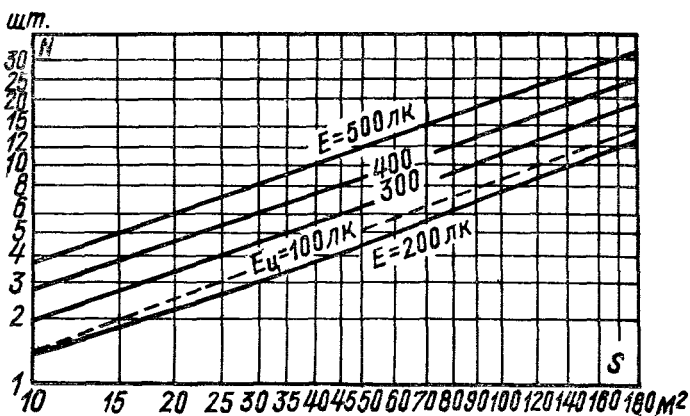


Рис. 5-10. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСПЗ, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31, УСП35 (четырёхламповые, при шестиламповых число уменьшать в 1,5 раза); $h = 3 \div 4$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

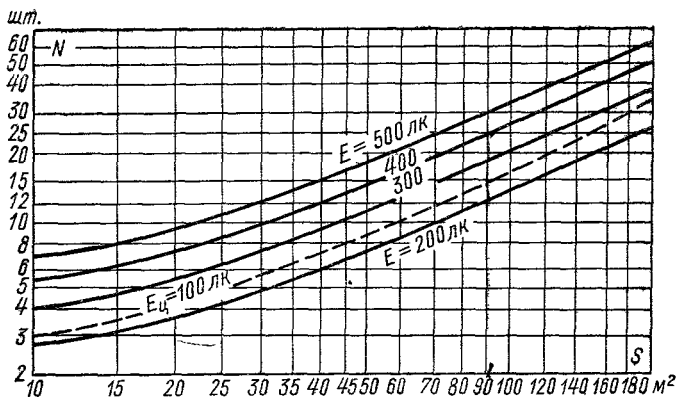


Рис. 5-11. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСП2, УСП4, УСП9, ЛВОЗ1/П-03 (двухламповые, при ином числе ламп соответственно уменьшать число светильников); $h = 2 + 3 \text{ м}$; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

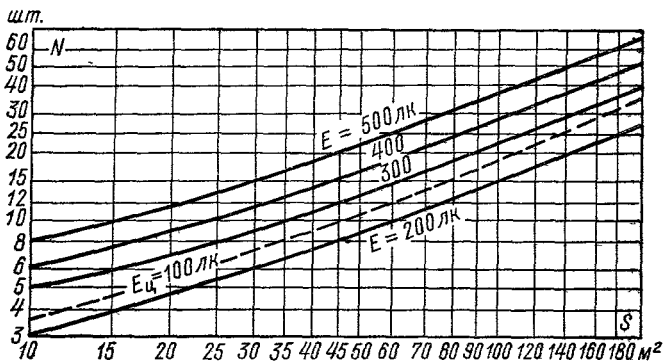


Рис. 5-12. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники УСП2, УСП4, УСП9, ЛВОЗ1/П-03 (двухламповые, при ином числе ламп соответственно уменьшать число светильников); $h = 3 + 4 \text{ м}$; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

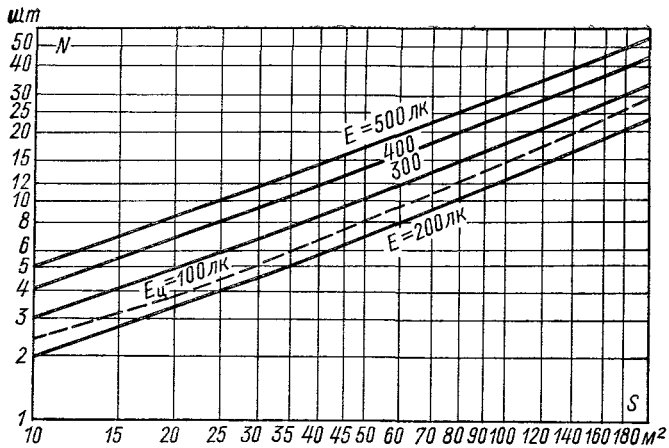


Рис. 5-13. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники ЛПО01 — 2 × 40/Д-01 (02), ЛПО02/П-01 (двухламповые); $h = 2 \div 3$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

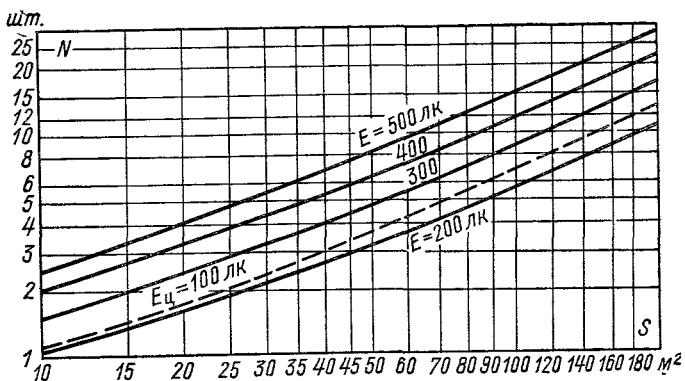


Рис. 5-14. График для определения числа светильников с лампами ЛБ-40. Светильники ЛПО02/П-01, ЛВО01/П-01 (четырёхламповые, при двухламповых светильниках ЛПО02/П-01 число их удваивать); $h = 2 \div 3$ м; $\rho_{\text{п}} = 70\%$; $\rho_{\text{с}} = 50\%$; $\rho_{\text{р}} = 10\%$

При лампах накаливания и при освещенности 10 лк принимается мощность 60 Вт, а при 30 лк — мощность 150—200 Вт.

При люминесцентных лампах и при освещенности 75 лк над каждой площадью рекомендуется устанавливать 2 лампы по 40 Вт.

Таблица 5-50

**Определение мощности лампы для малых помещений
при установке в помещении одного светильника**

S, м ²	Мощность лампы, Вт, при освещенности, лк, равной			
	10	20	30	50
2	25	60	60	100
4	40	60	100	150
6	40	100	100	150
8	60	100	150	200
10	60	100	150	200

Примечание. Таблица рассчитана для помещений имеющих $\rho_{\text{п}} = \rho_{\text{с}} = 50\%$ при $h = 2,5 \div 3$ м

РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ТОЧЕЧНОМУ МЕТОДУ

6-1. КРУГЛОСИММЕТРИЧНЫЕ ТОЧЕЧНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ

Первоначально принимается, что поток лампы (при многоламповых светильниках — суммарный поток ламп) в каждом светильнике равен 1000 лм. Создаваемая в этом случае освещенность называется условной и обозначается e .

Величина e зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров d и h (см. § 1-4).

Для определения e служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности (рис 6-1 — 6-33), на которых находится точка с заданными d и h (d , как правило, определяется обмером по масштабному плану) и e определяется путем интерполирования между значениями, указанными у ближайших изолюксов. Аналогичные графики, но построенные по данным измерений, могут применяться для расчета местного освещения.

Пределы шкал на графиках отнюдь не определяют возможной области применения светильника. Если заданные d и h выходят за пределы шкал, в ряде случаев возможно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в n раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, и определенное по графику значение e увеличить (уменьшить) в n^2 раз.

При отсутствии изолюксов для данного светильника можно воспользоваться графиком для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (рис 6-33). Значение условной освещенности e_{100} определяется, как сказано выше; одновременно по радиальным лучам находится значение I_{α} и по кривой силы света светильника I_{α} , после чего

$$e = e_{100} \frac{I_{\alpha}}{100}. \quad (6-1)$$

Пусть суммарное действие «ближайших» светильников создает в контрольной точке условную освещенность $\sum e$; действие более далеких светильников и отраженную составляющую приближенно учтем коэффициентом μ . Тогда для получения в этой точке освещенности E с коэффициентом запаса k лампы в каждом светильнике должны иметь поток

$$\Phi = \frac{1000Ek}{\mu \sum e}. \quad (6-2)$$

По этому потоку подбирается ближайшая стандартная лампа, поток которой должен отличаться от рассчитанного в пределах $-10\div +20\%$. При невозможности выбора лампы с таким допуском корректируется расположение светильников.

Формула (6-2) может использоваться также для определения E при известном Φ .

В качестве контрольных выбираются те точки освещаемой площади, в которых $\sum e$ имеет наименьшее значение.

Характерные контрольные точки для случая общего равномерного освещения показаны на рис. 6-34.

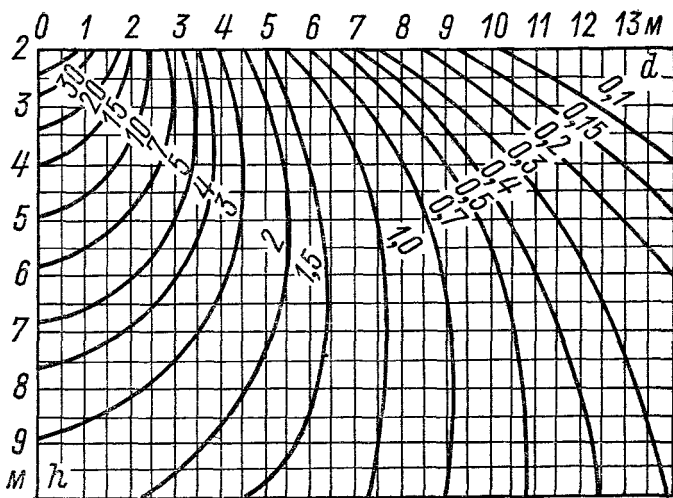


Рис. 6-1. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники У, УПМ15, УП-24, «Астра-1, 11, 12»

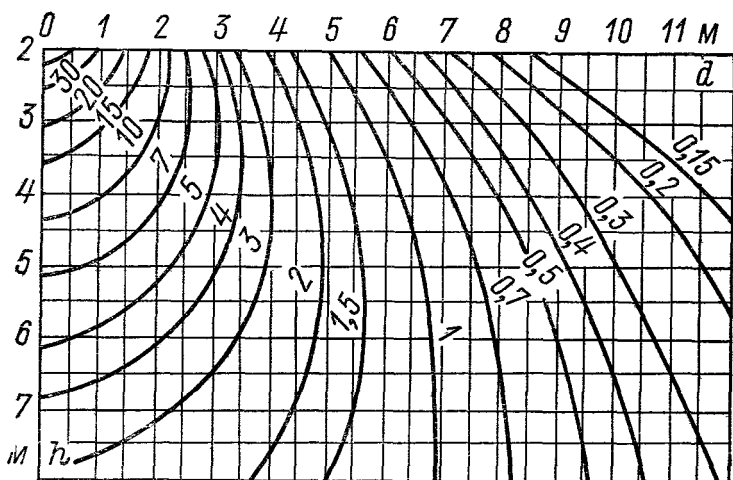


Рис. 6-2. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник У15

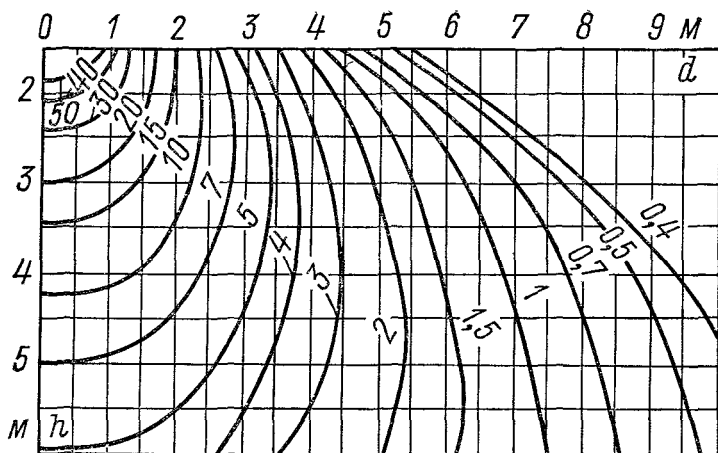


Рис. 6-3. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники ПД100, ПД200

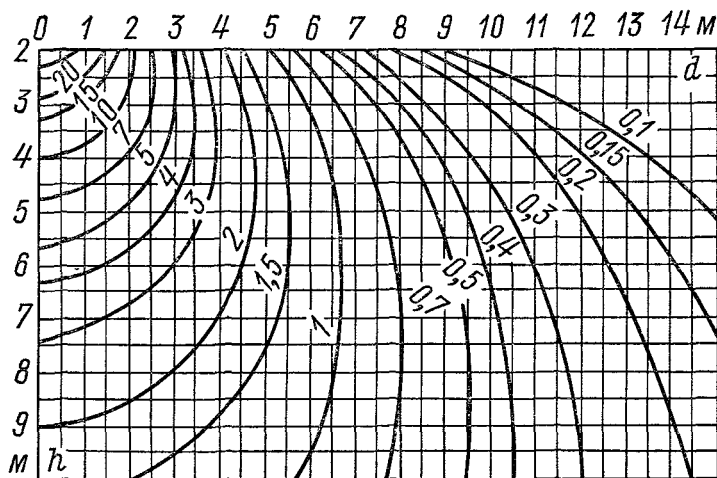


Рис. 6-4. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник ПД500

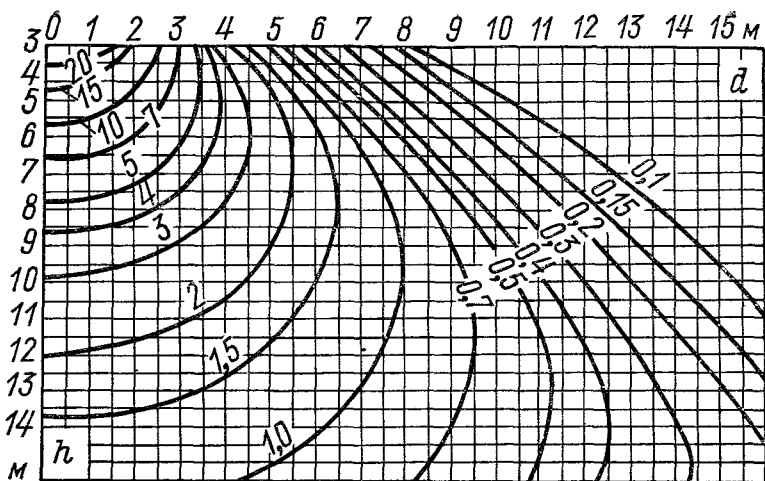


Рис. 6-5. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник ППД2-500

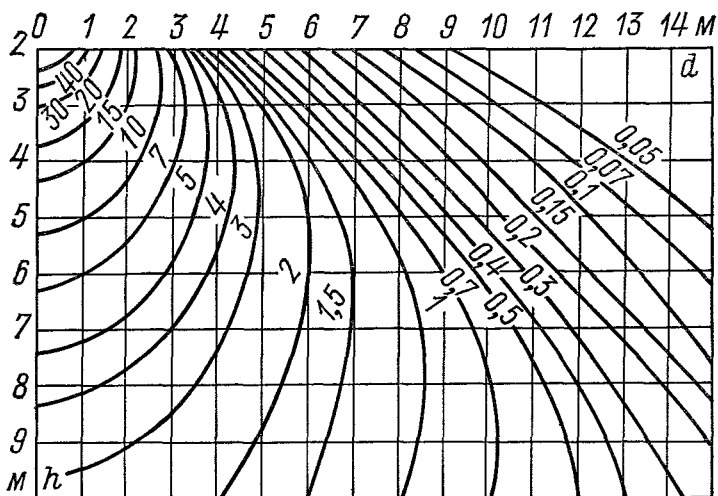


Рис. 6-6. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник УПД

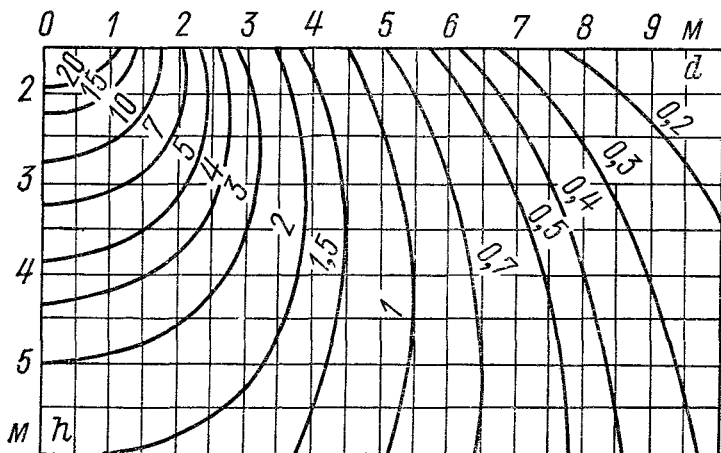


Рис. 6-7. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники ППР, НСР01, НСП09

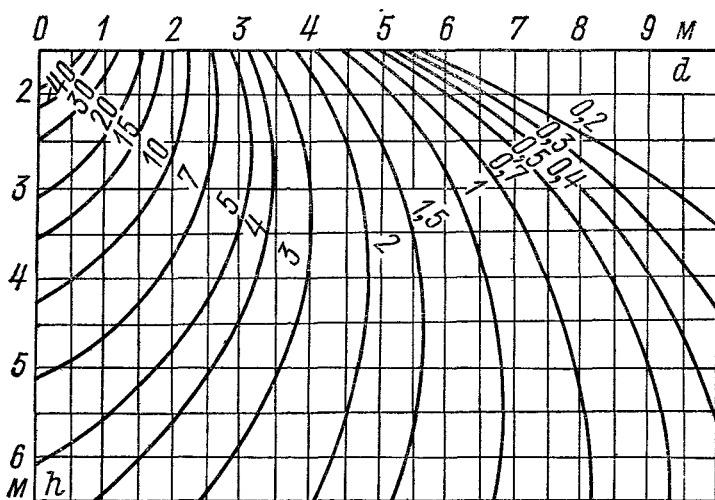


Рис. 6-8 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник Н4БН-150 с отражателем

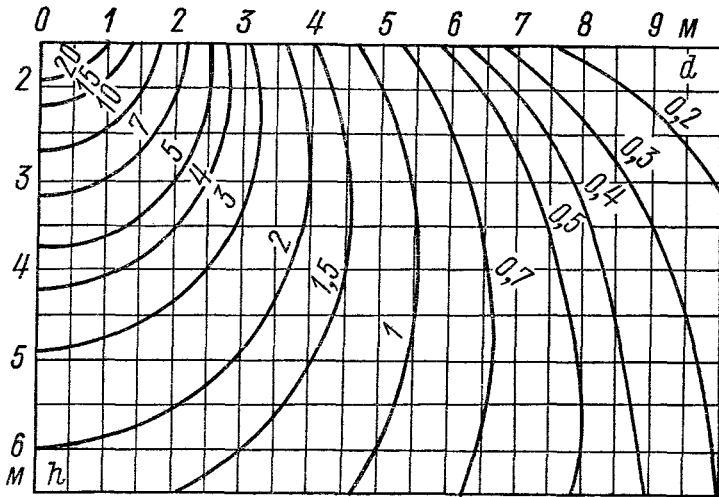


Рис. 6-9 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники ПУН, БУН

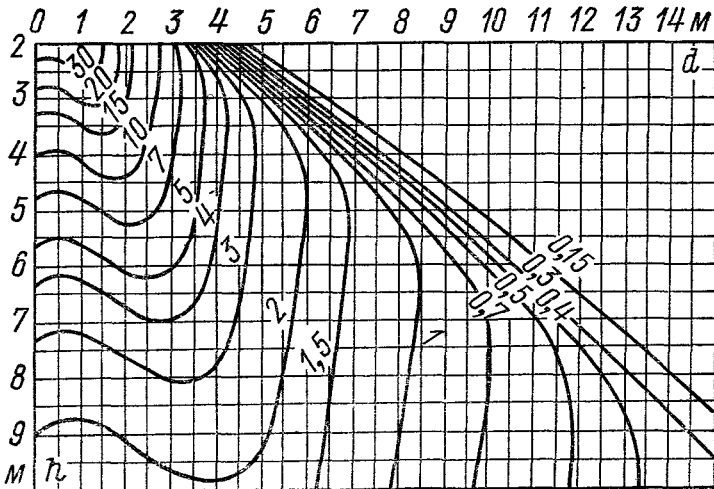


Рис. 6-10. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник НСП07

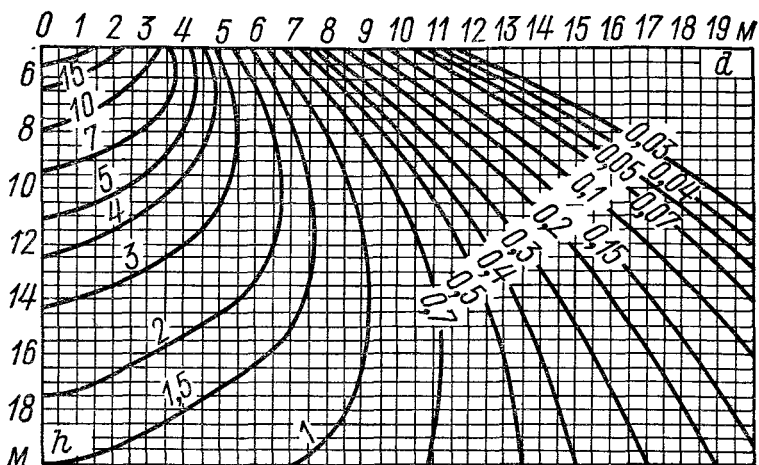


Рис. 6-11. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники Гс, ГсУ

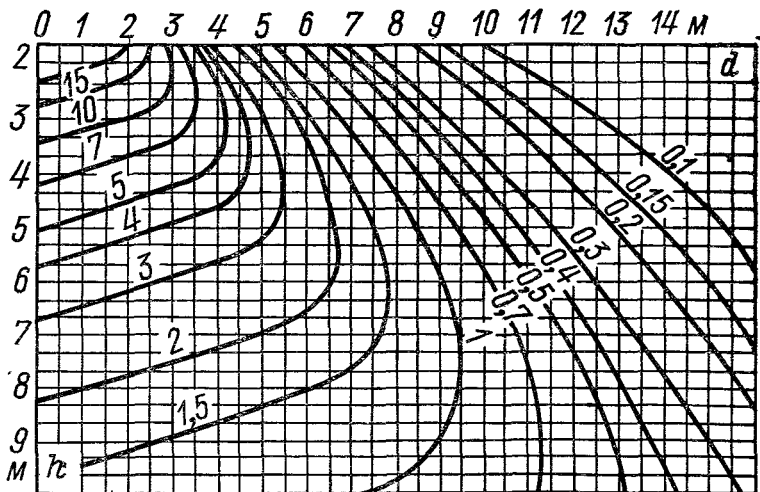


Рис. 6-12. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники С, СУ

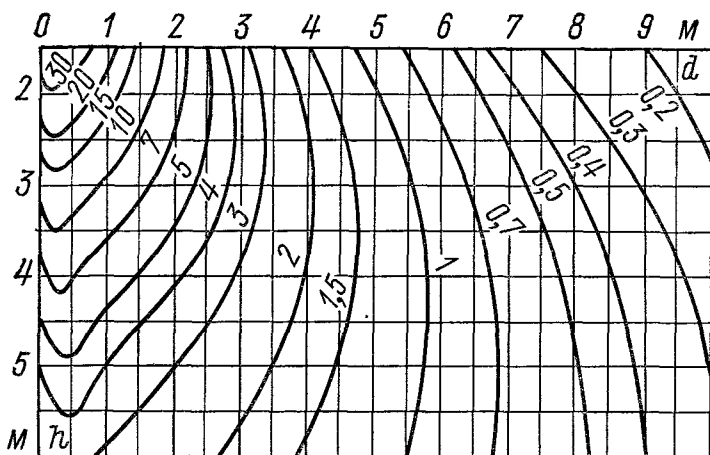


Рис. 6-13. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник арт. 135

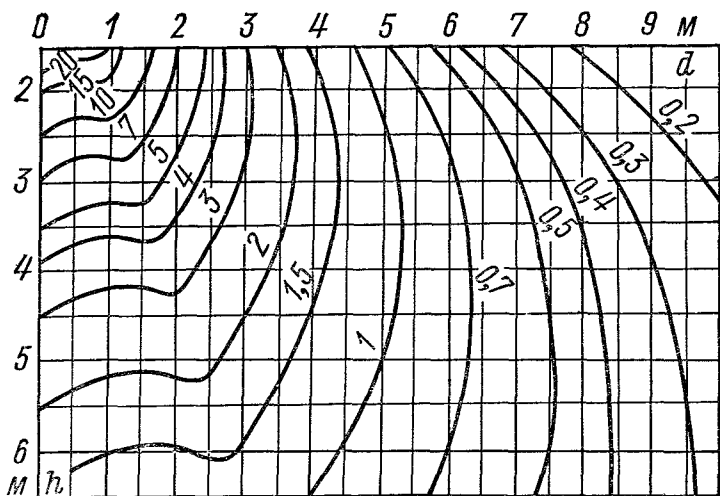


Рис. 6-14. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники НСП02, НСП03

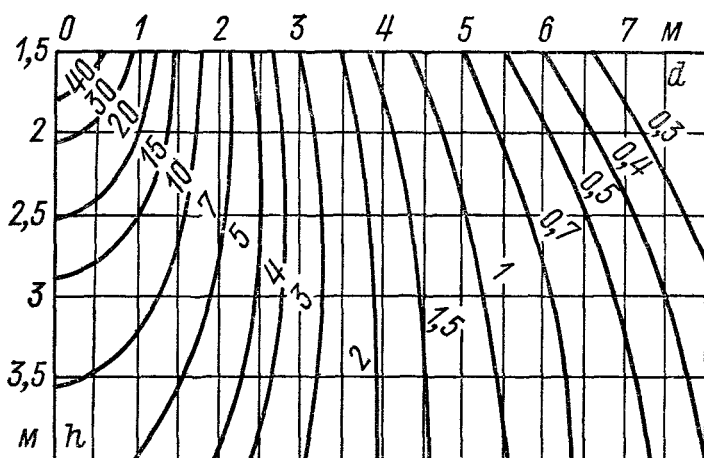


Рис. 6-15. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник НПП01

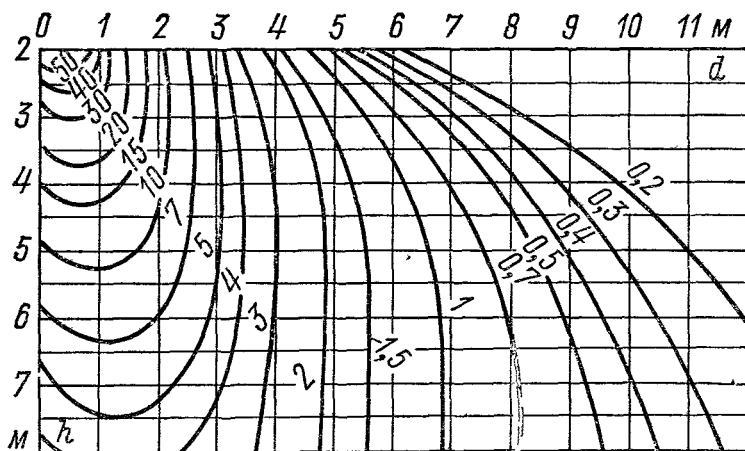


Рис. 6-16. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник Н4Б-300М с отражателем

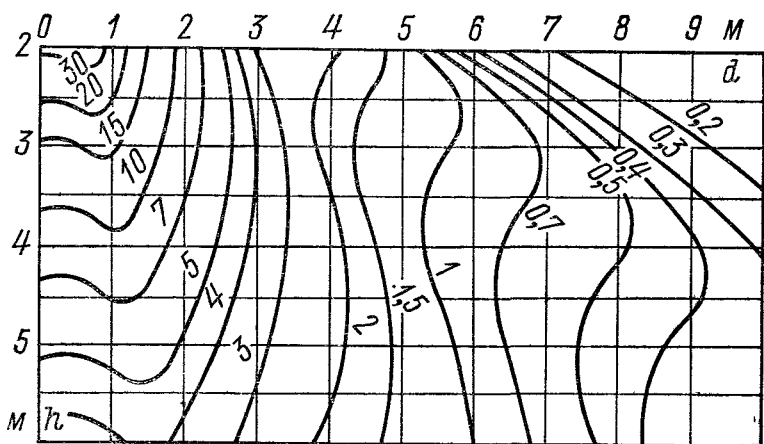


Рис. 6-17 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности Светильник ВЗГ-200АМ с отражателем

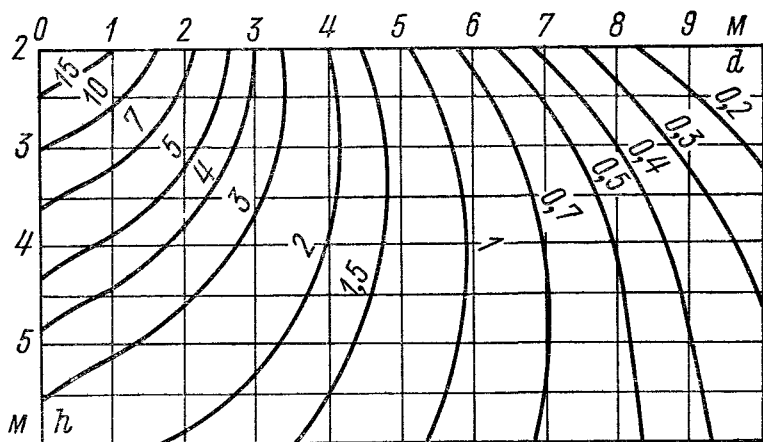


Рис. 6-18. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности, Светильник ВЗГ-100М

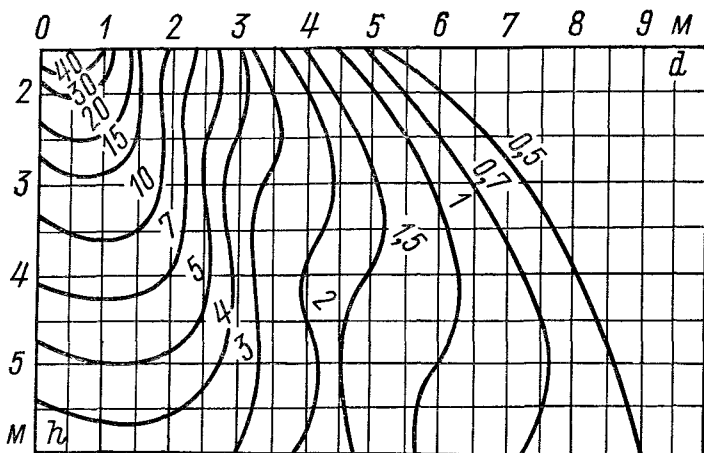


Рис 6-19 Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности Светильник ВЗГ/В4А-200М с отражателем

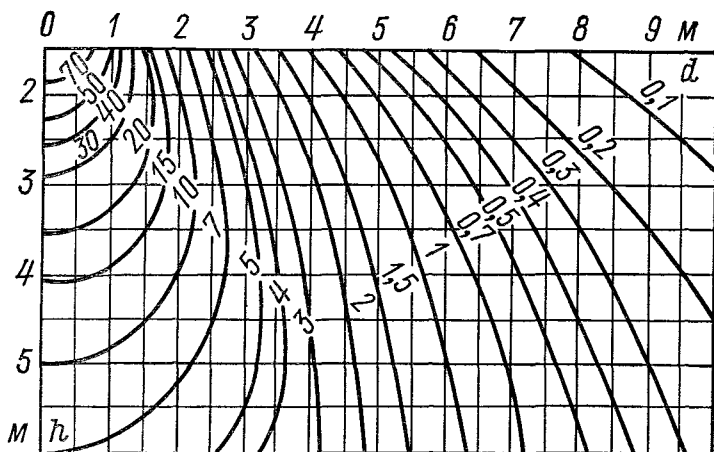


Рис 6-20 Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности Светильник ПЛК

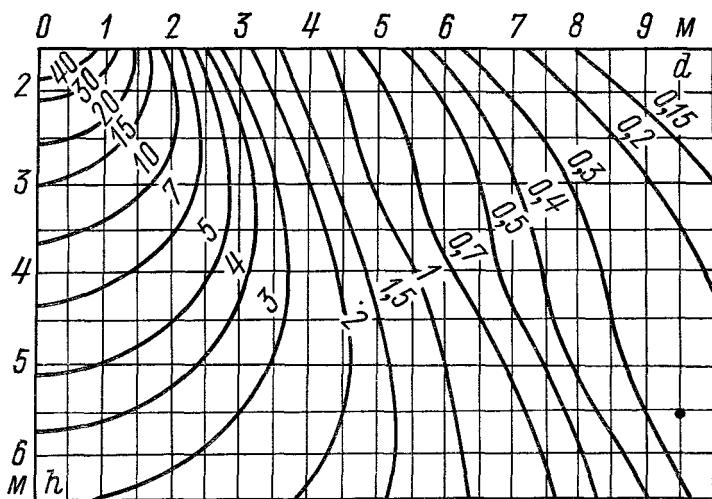


Рис 6-21 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности Светильник ПО-21

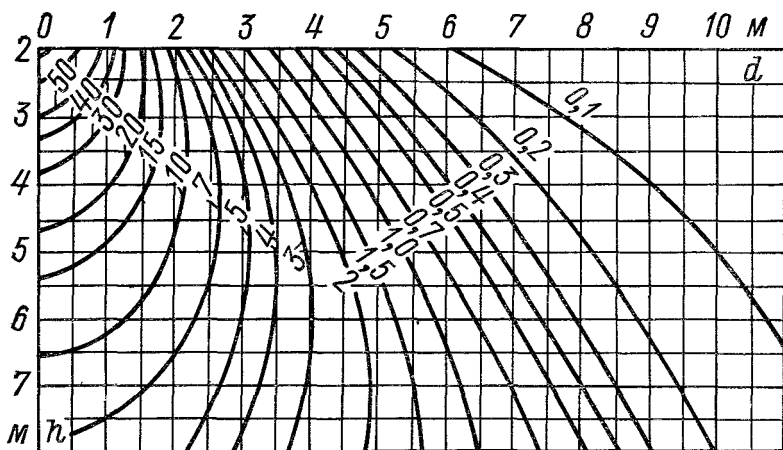


Рис 6-22 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности Светильник НВ-1 с зеркальной лампой

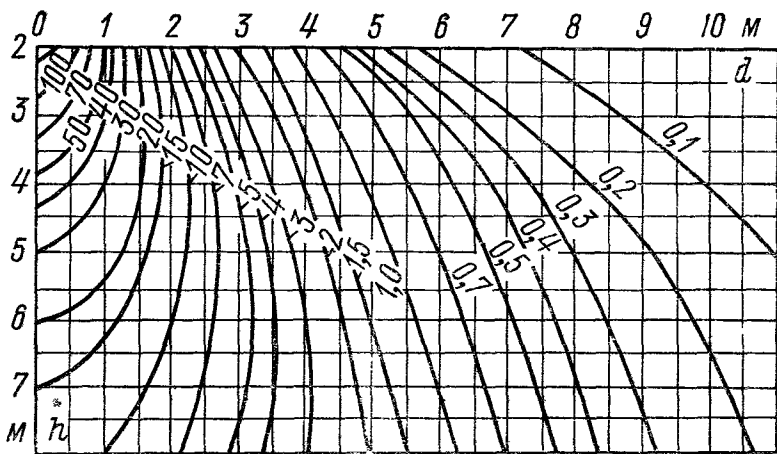


Рис. 6-23. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник СВП с зеркальной лампой

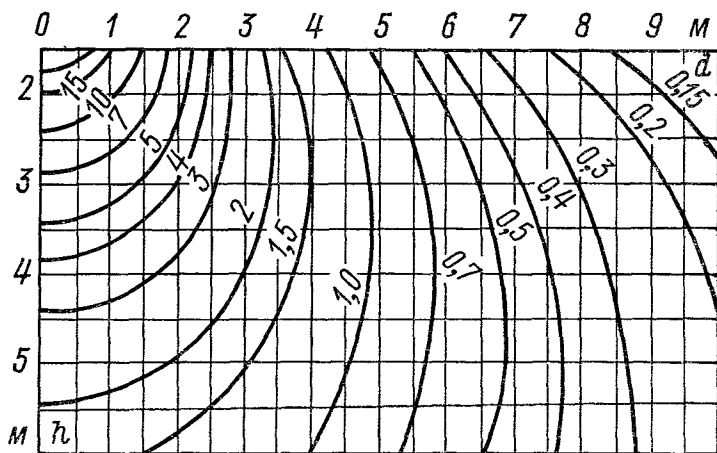


Рис. 6-24. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Плафон одноламповый

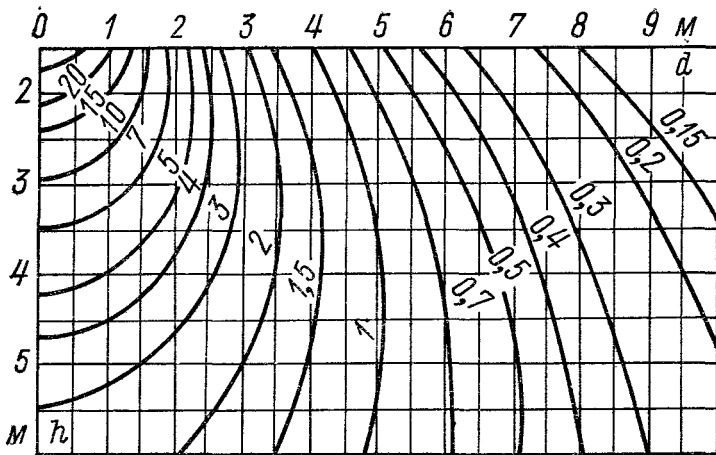


Рис. 6-25. Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности. Плафон двухламповый

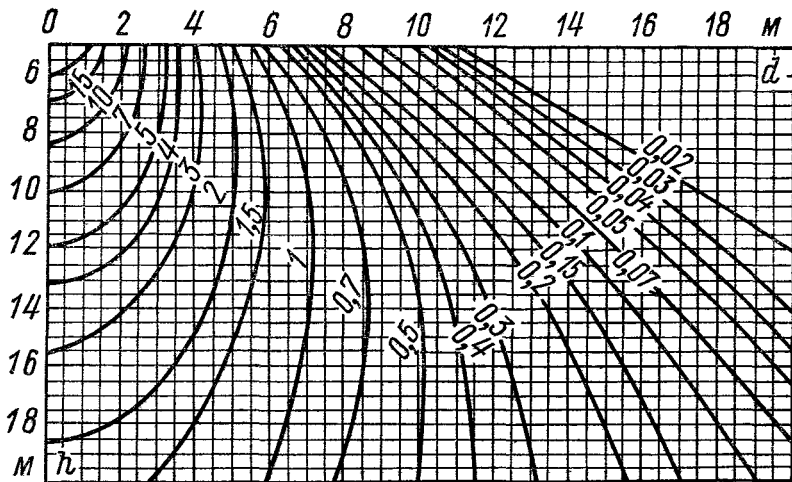


Рис. 6-26. Пространственные изолуксы условной горизонтальной освещенности. Зеркальная лампа с кривой силы света типа Г

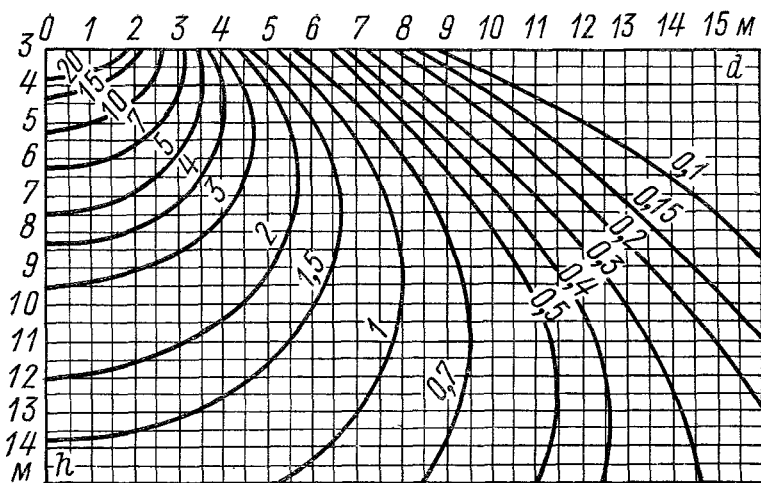


Рис. 6-27. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник УПДДРЛ

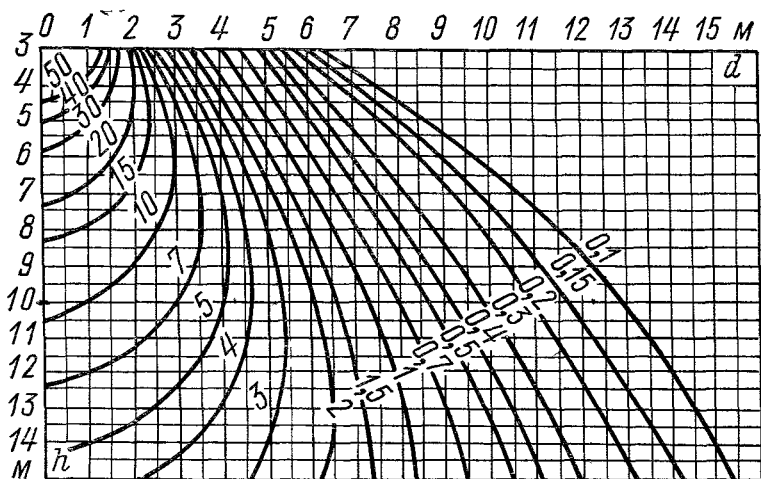


Рис. 6-28. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники РСП05/К03, С35ДРЛ

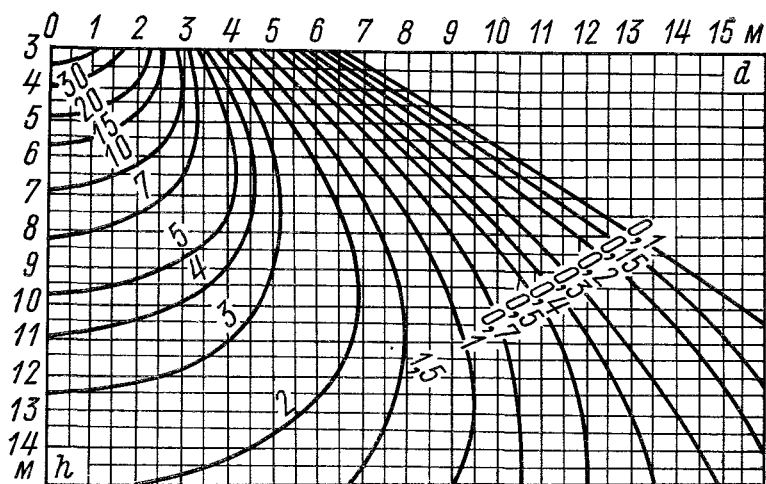


Рис. 6-29. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники РСП08/Г03, РСП08/Г5'3

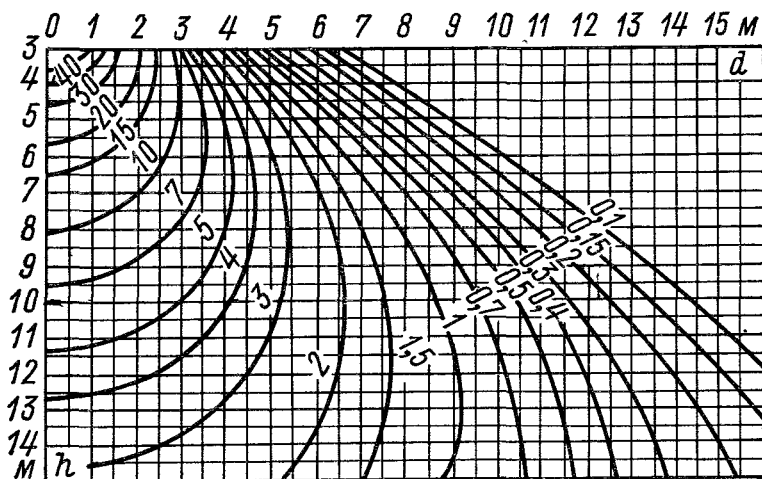


Рис. 6-30. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники РСП105/Г03, С34ДРЛ

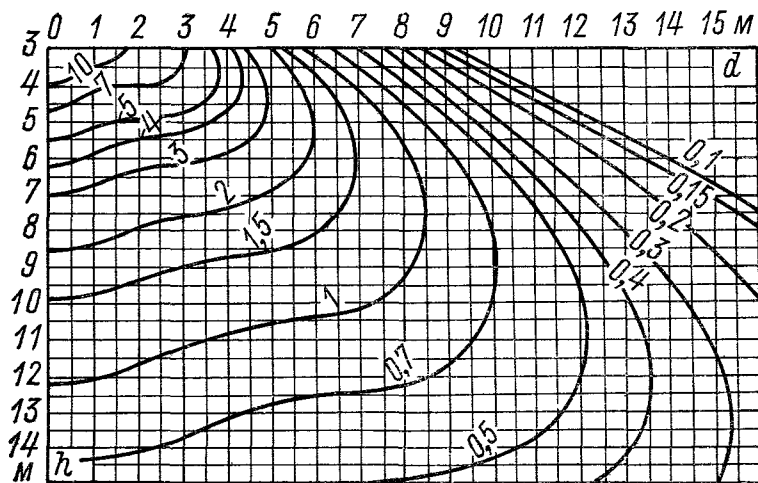


Рис. 6-31 Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности Светильники РСП07, РСП08/Л00, РСП08/Л5'0

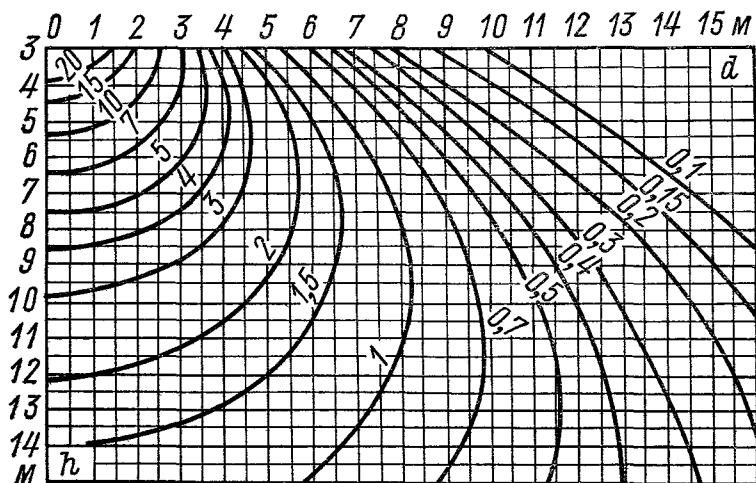


Рис. 6-32. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники РСП05/Д03, СД2РТС, РСП08/Д03, РСП08/Д5'3, СД2РПЛ

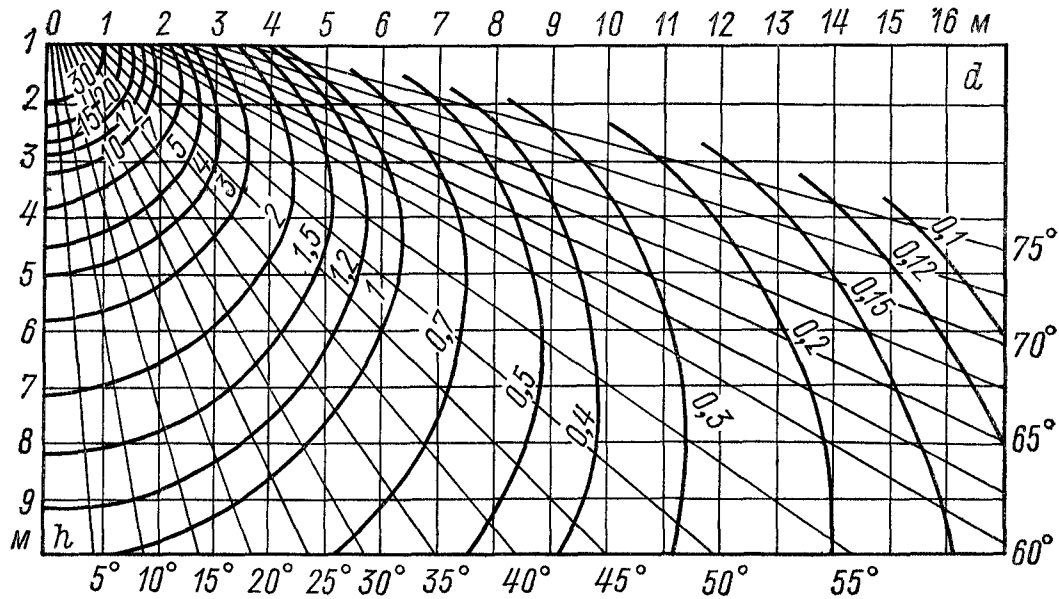


Рис. 6-33. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Сила света светильника по всем направлениям 100 кд

При встречающемся учащенном расположении светильников рядами вдоль светотехнических мостиков контрольная точка выбирается между рядами на расстоянии от торцевой стены, примерно равном расчетной высоте.

В принципе не следует выискивать точки абсолютного минимума у стен или в углах если в подобных точках есть рабочие места, задача доведения здесь освещенности до норм может быть решена увеличением мощности ближайших светильников или установкой дополнительных светильников.

Разнообразны схемы расчета локализованного освещения. Контрольные точки выбираются, как сказано выше, т. е. наилучшие в пределах поверхности, на которой должна быть обеспечена заданная E .

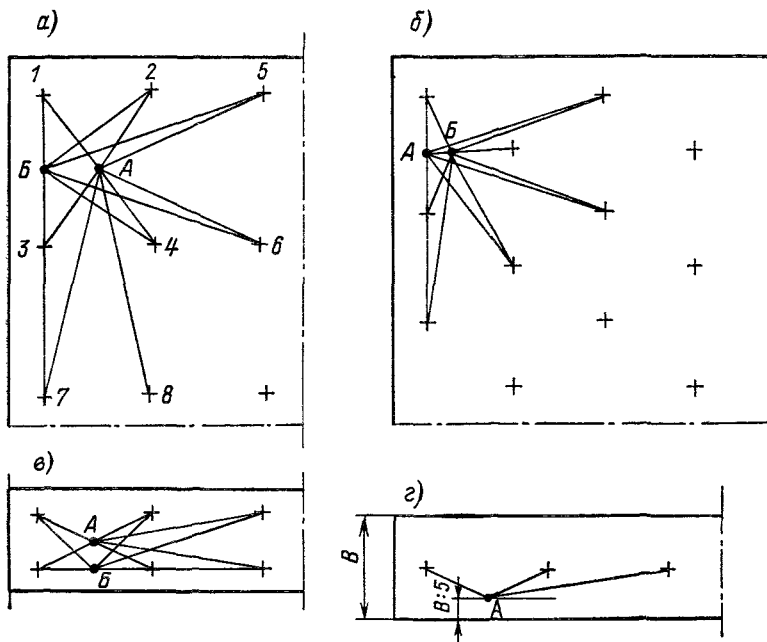


Рис. 6-34. Контрольные точки

Мощности ламп, участвующих в освещении точки, могут быть и разными. Одна из употребительных схем расчета, предварительное определение мощности ламп, необходимой для равномерного освещения помещения, и расчет мощности дополнительных ламп по разности между освещенностью, необходимой в точке, и освещенностью, создаваемой равномерным освещением.

Трудно точно определить, какие светильники следует считать «ближайшими» и учитывать в $\sum e$.

Часто можно считать, что это светильники с трех наименьших расстояний d . На рис. 6-34 контрольные точки соединены линиями с теми светильниками, от которых, обычно, определяются значения e . Вообще же чем меньше $L \cdot h$ и чем шире светораспределение светильников, тем большую роль играют «удаленные» светильники и тем тщательнее следует их учитывать.

Во всех случаях при определении $\sum e$ не должны учитываться светильники, реально не создающие освещенности в контрольной точке из-за затенения оборудованием или самим рабочим при его нормальном фиксированном положении у рабочего места.

Значение μ чаще всего можно принимать в пределах 1,1—1,2; оно зависит от коэффициентов отражения поверхностей помещения, характера светораспределения, тщательности учета «удаленных» светильников и т. д.

Пример 1. В помещении, часть которого показана на рис. 6-34, а, требуется обеспечить $E = 50$ лк при $k = 1,3$. Светильники УПД подвешены на высоте 3 м. Размеры полей 6×4 м.

Расстояние d определяем обмером по масштабному плану. Значение e определяем по графику рис. 6-6. Расчеты сводим в табл. 6-1

Таблица 6-1

К примеру 1 расчета

Точка	Номера светильников	Расстояние d , м	Условная освещенность, лк	
			от одного светильника	от всех светильников
А	1, 2, 3, 4,	3,6	5,6	22,4
	5, 6	6,7	0,4	0,8
	7, 8	9,2	0,1	0,2
			$\Sigma e = 23,4$	
Б	1, 3	3	8,0	16
	2, 4	5	1,8	3,6
	5, 6	8,5	0,15	0,3
	7	9	0,1	0,1
			$\Sigma e = 20,0$	

Наихудшей оказывается точка Б, по освещенности которой определяем необходимый поток, принимая $\mu = 1,1$.

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 20,0} = 2950 \text{ лм.}$$

По табл. 2-2 выбираем лампу 200 Вт.

6-2. НЕКРУГОСИММЕТРИЧНЫЕ ТОЧЕЧНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ

В отличие от случая, рассмотренного в § 6-1, относительное положение светильника и точки определяется тремя координатами, в качестве которых сейчас чаще всего выбираются h , x , y (см. рис. 6-35).

Поток лампы, как и выше, принимается равным 1000 лм, но так как функцию трех переменных трудно представить графически, учитываются размеры, отнесенные к $h = 1$ м, т. е. $\xi = x/h$ и $\eta = y/h$. На плоскости ξ , η наносятся изолюксы отно-

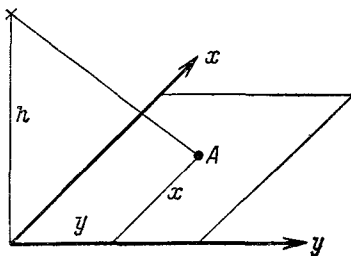


Рис. 6-35. Координаты точки при несимметричных излучателях

сительной освещенности ϵ , т. е. освещенности, отнесенной не только к $\Phi = 1000$ лм, но и к $h = 1$ м (график «условных изолукс», см. гл. 9).

При наличии у светильника двух плоскостей симметрии график имеет один квадрант, при одной плоскости — два, при отсутствии плоскостей симметрии — 4 квадранта.

Вместо e и $\sum e$ так же и в тех же точках, что и при круглосимметричных светильниках, определяется ϵ и $\sum \epsilon$, после чего находится необходимый поток лампы в каждом светильнике:

$$\Phi = \frac{1000 E k h^2}{\mu \Sigma \epsilon} \quad (6-3)$$

6-3. СВЕТАЩИЕ ЛИНИИ

Излучатели, длина которых превышает половину расчетной высоты h , рассматриваются как светящиеся линии. Характеристиками светящихся линий являются продольная и поперечная кривые силы света элементов, образующих линию, и линейная плотность светового потока лампы Φ' . Поперечная кривая задается каталожными данными.

Продольная кривая часто характеризуется параметром m (§1-2). Для светильников с рассеивателями приближенно можно считать m равным 1,25, а для светильников с экранирующими решетками, создающими в продольной плоскости защитные углы $15-30-45^\circ$, — m равным 1,5—2,0—3,0 соответственно.

Плотность потока определяется делением суммарного потока ламп в линии Φ на ее длину L , причем линии с равномерно распределенными по их длине разрывами λ рассматриваются при расчете как непрерывные, если $\lambda < 0,5 h$, и под L понимается габаритная длина линии. Для протяженных линий с такими же разрывами можно считать

$$\Phi' = \frac{\Phi}{l + \lambda}, \quad (6-4)$$

где Φ — поток ламп в сплошном элементе длиной l .

При $\lambda > 0,5 h$ для каждого сплошного участка линии отдельно определяется Φ' и создаваемая этим участком освещенность.

Расчетные графики и таблицы позволяют определить относительную освещенность ϵ (т. е. освещенность при $\Phi' = 1000$ лм/м и $h = 1$ м), причем непосредственно определяется освещенность точек, лежащих против конца линии

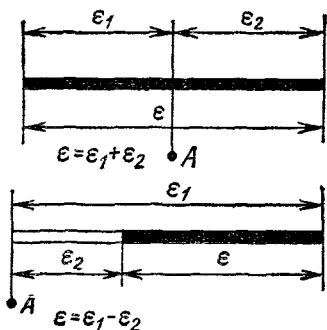


Рис 6-36 Освещенность точек, не лежащих против конца линии

Освещенность точек, лежащих против конца линии. Освещенность других точек определяется путем разделения линий на части или дополнения их воображаемыми отрезками, освещенность от которых затем вычитается (рис. 6-36).

При общем равномерном освещении контрольные точки, как правило, выбираются посередине между рядами светильников.

При большой длине рядов (начиная примерно от $2h$) сильно сказывается уменьшение освещенности у их концов (вдвое по сравнению с освещенностью центральных участков при рядах неограниченной длины).

Для компенсации этого достаточно продлить линию на $0,5h$ за пределы освещаемой поверхности или на такой же длине у границ этой поверхности осуществить двойное значение Φ' , или дополнить продольные ряды светильников замыкающими их поперечными. При принятии одной из этих мер контрольная точка может выбираться против середины рядов.

При общем освещении больших помещений часто указанной компенсации не предусматривается в предположении, что непосредственно у торцовых стен

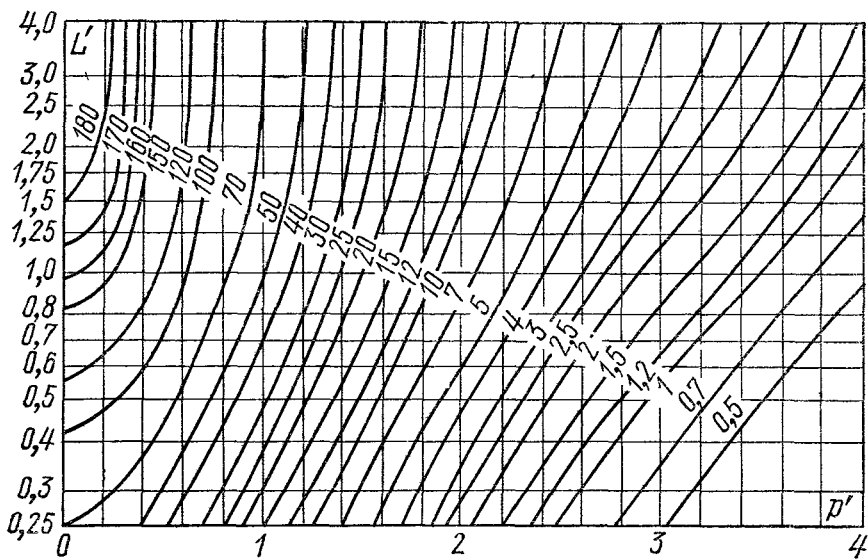


Рис. 6-37. Линейные изолюксы для светильников группы 1

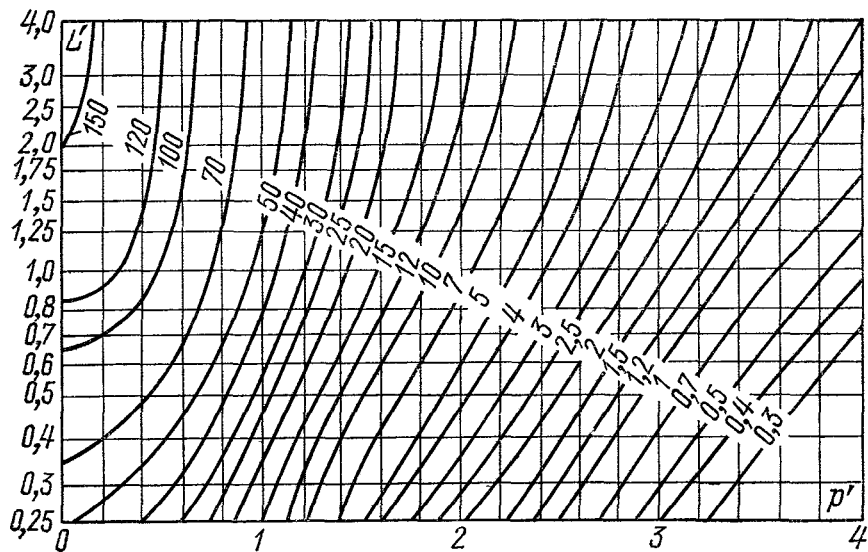


Рис. 6-38. Линейные изолюксы для светильников группы 2

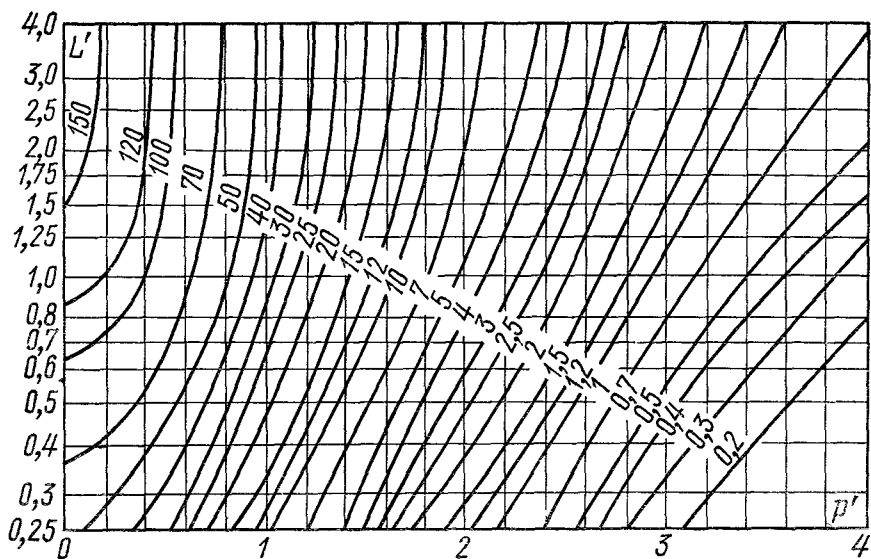


Рис. 6-39. Линейные изолюксы для светильников ЛОУ1П3-2 × 40/1001

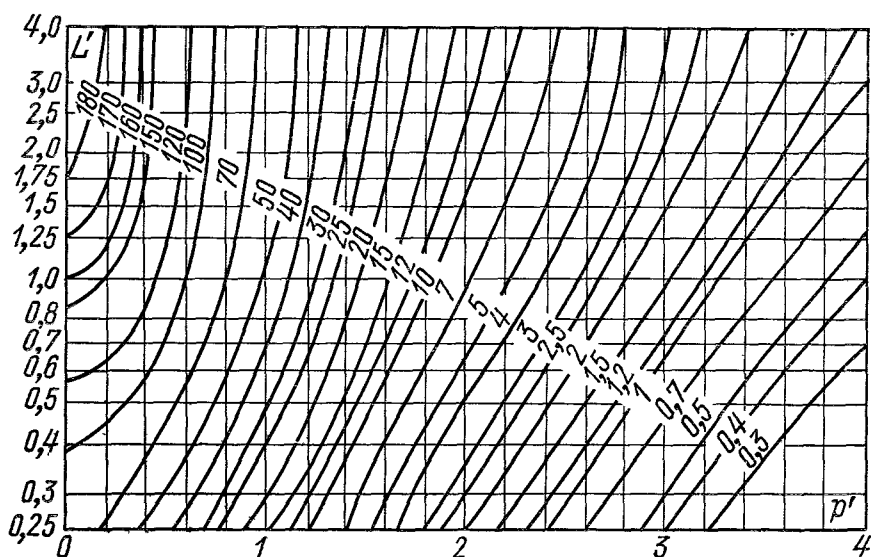


Рис. 6-40. Линейные изолюксы для светильников группы 3

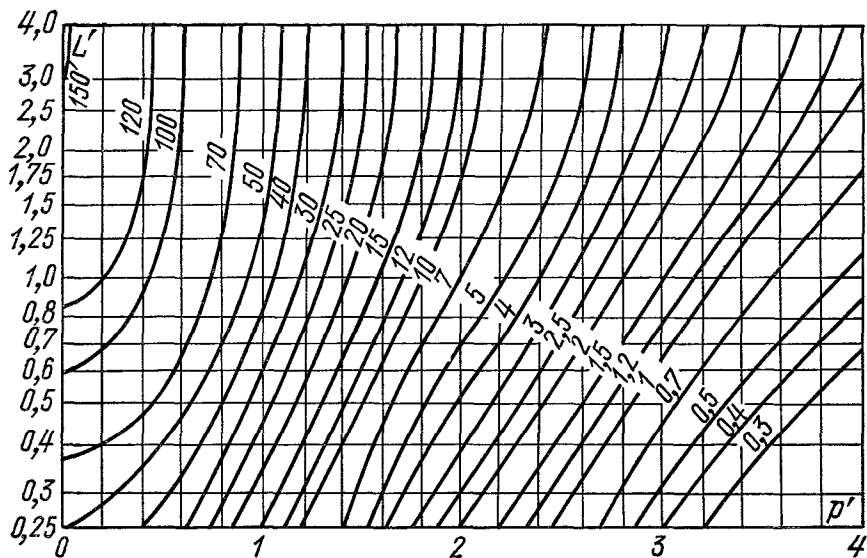


Рис. 6-41. Линейные изолюксы для светильников группы 4

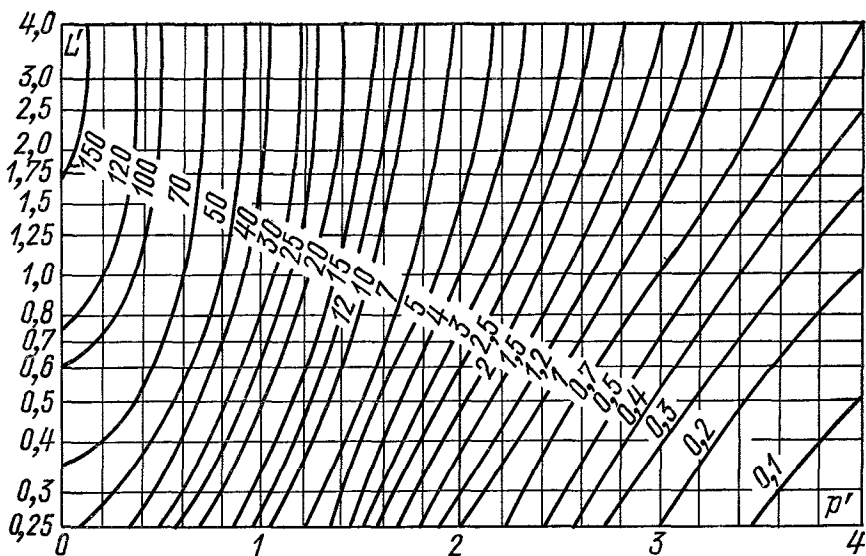


Рис. 6-42. Линейные изолюксы для светильников ЛОУ1ПЗ-2 x 40/1011

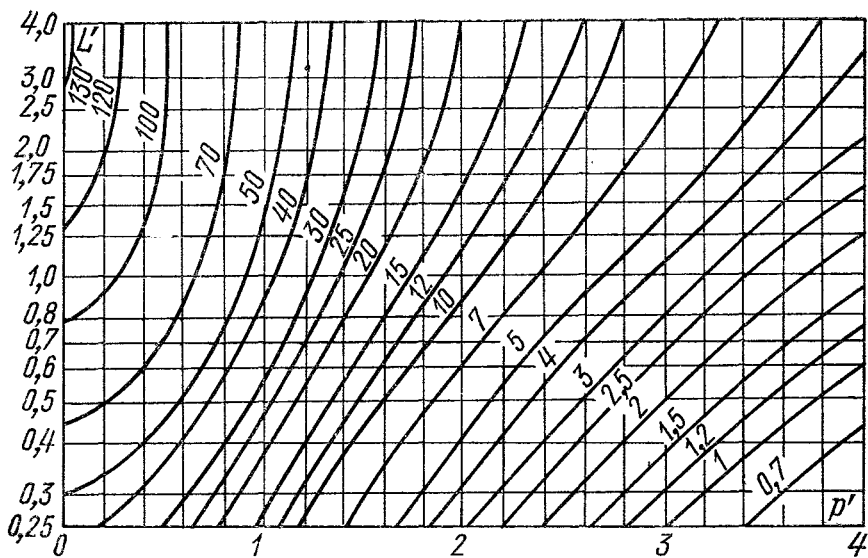


Рис. 6-43. Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с 2 лампами ЛБР

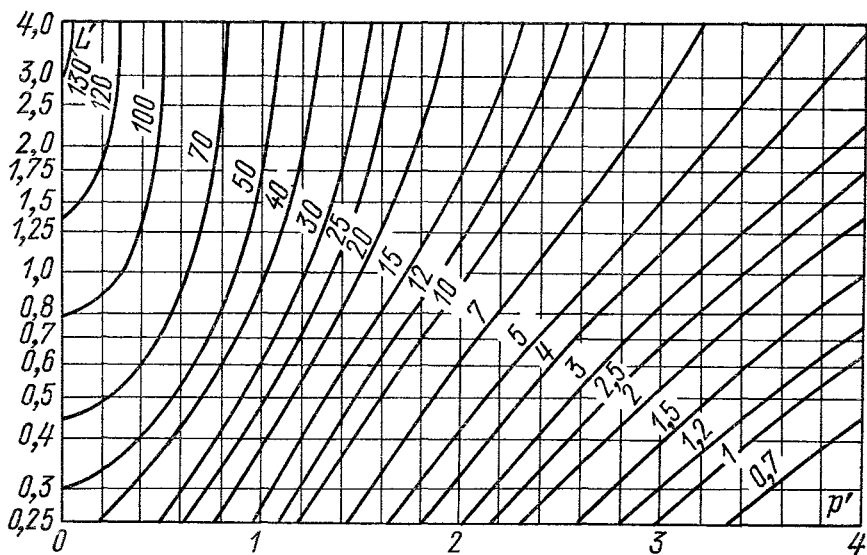


Рис. 6-44. Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ с 1 лампой ЛБР

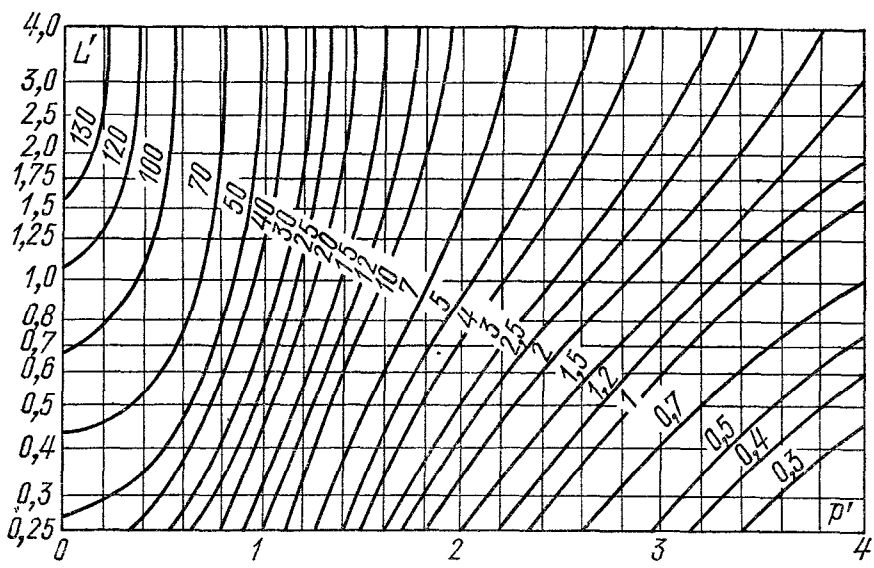


Рис. 6-45. Линейные изолюксы для светильников ПВЛМ-Р с лампами ЛБР

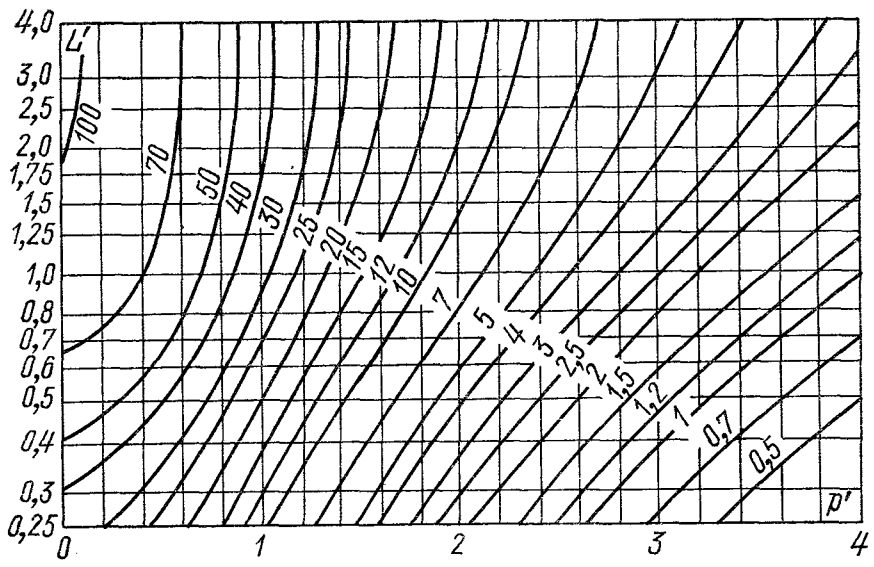


Рис. 6-46. Линейные изолюксы для светильников группы 5

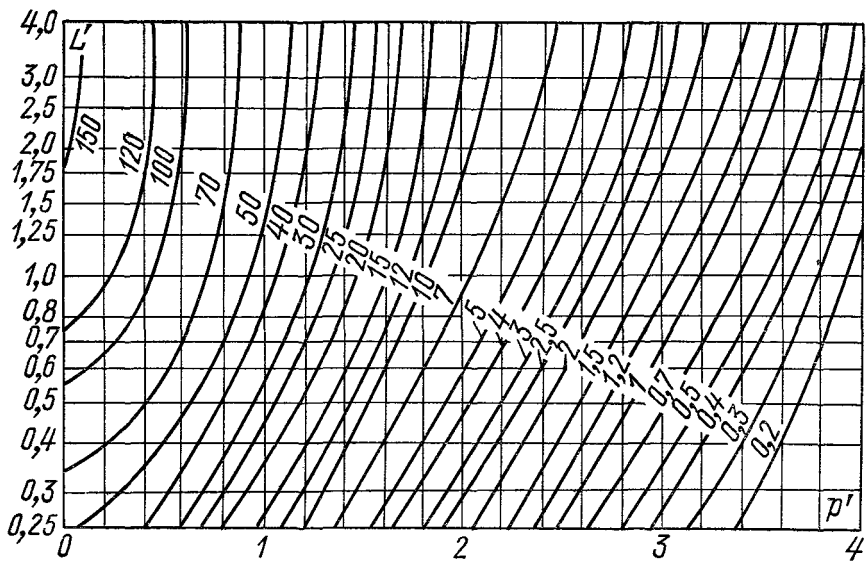


Рис. 6-47. Линейные изолюксы для светильников группы 6

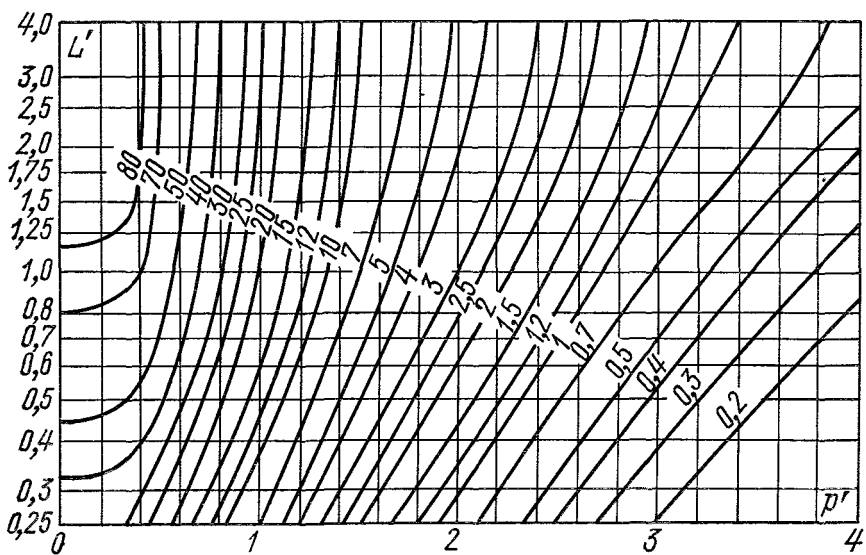


Рис. 6-48. Линейные изолюксы для светильников группы 7

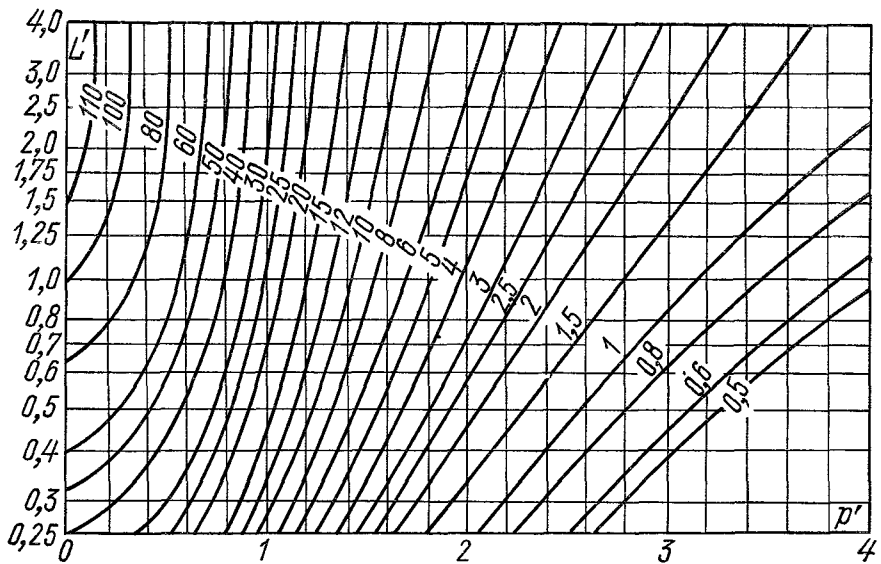


Рис 6-49. Линейные изолуксы для светильников ШОД

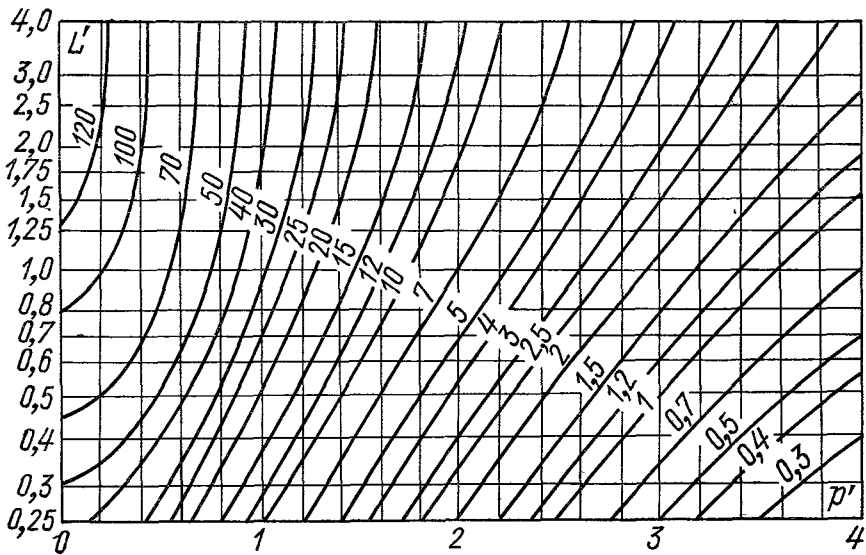


Рис. 6-50. Линейные изолуксы для светильников группы 11

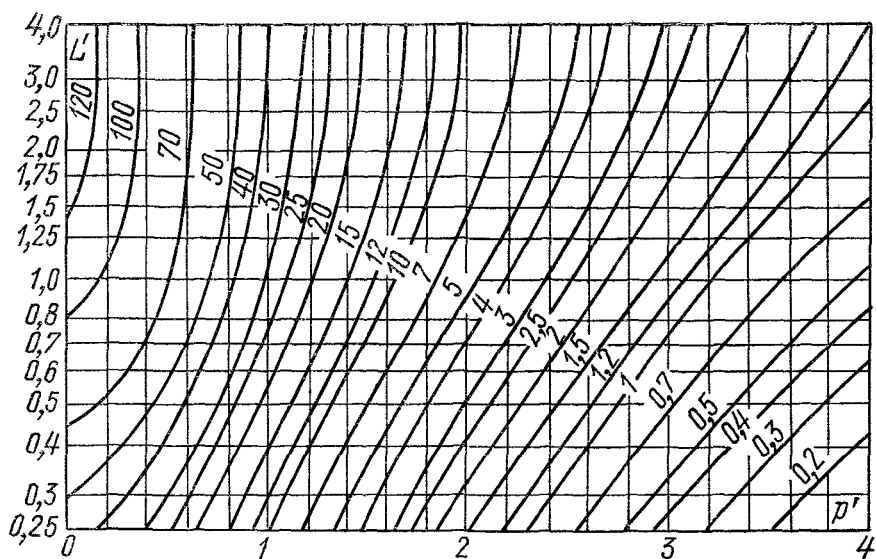


Рис. 6-51. Линейные изолюксы для светильников группы 14

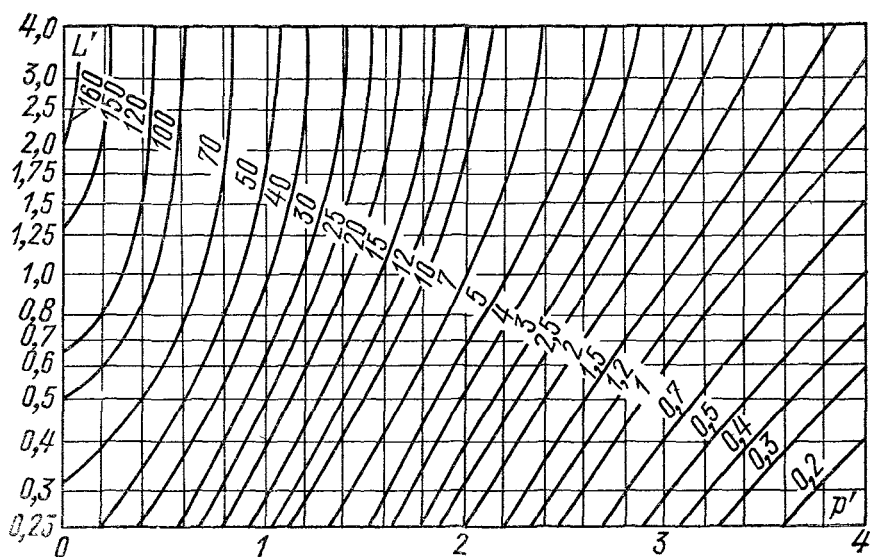


Рис. 6-52. Линейные изолюксы для светильников группы 16

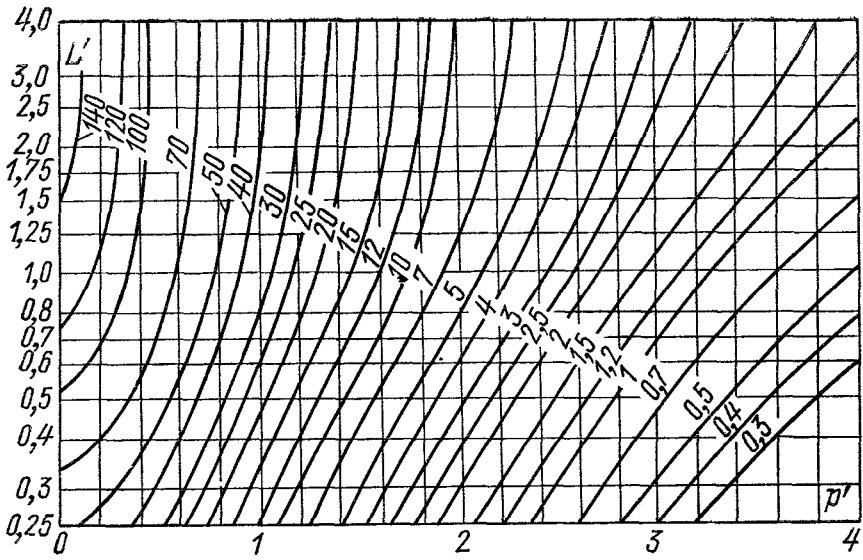


Рис. 6-53. Линейные изолюксы для светильников группы 22

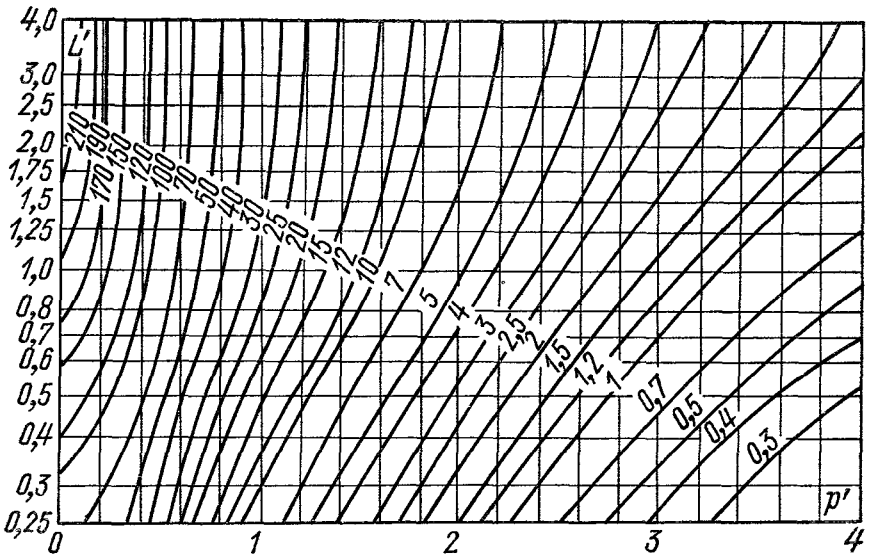


Рис. 6-54. Линейные изолюксы для светильников УВЛН6, УВЛВ6

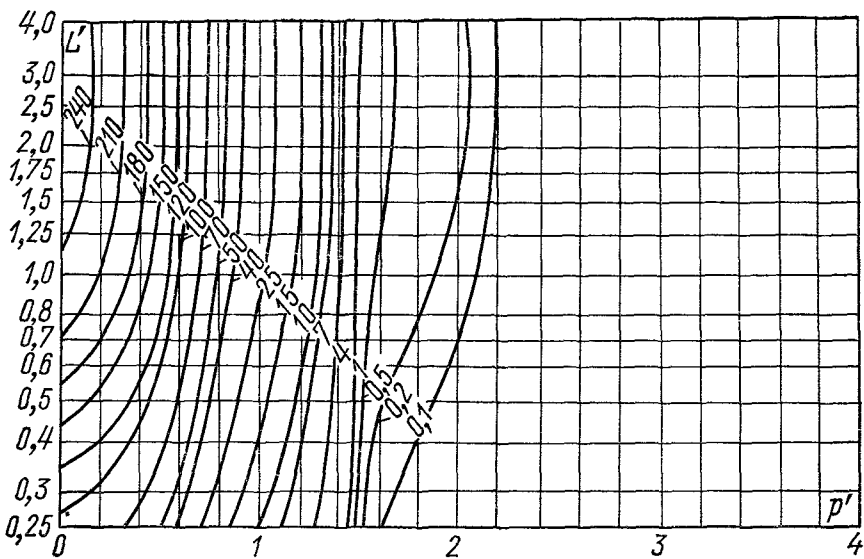


Рис. 6-55. Линейные изолюксы для светильников групп 23, 24

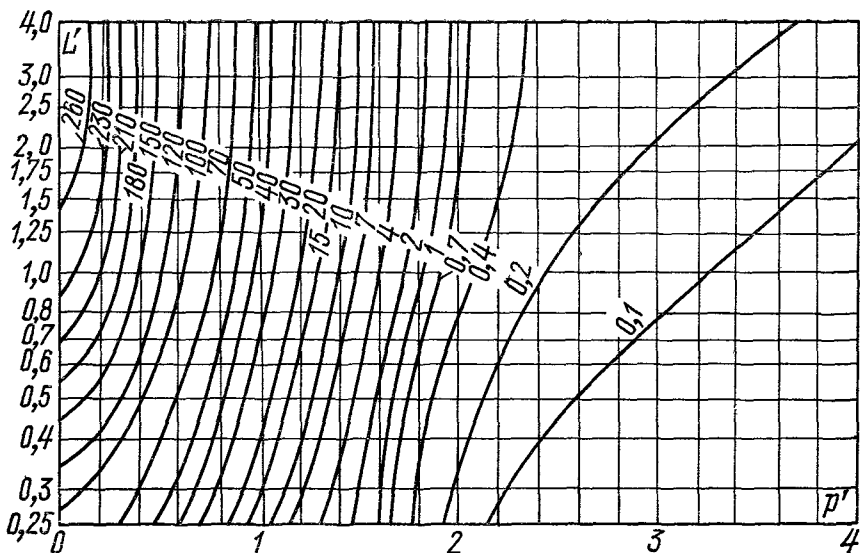


Рис. 6-56. Линейные изолюксы для светильников группы 25

работ не производится, ряды доводятся до торцовых стен и контрольная точка выбирается на расстоянии примерно h от последних.

Для определения ϵ наиболее удобны графики линейных изолюкс (рис. 6-37—6-56). При пользовании ими по плану обмеряются размеры p и L (рис. 6-57), находятся отношения $p' = p/h$ и $L' = L/h$ и для точки на графике с координатами p' и L' определяется ϵ .

Линии, для которых $L' > 4$, при расчетах практически могут рассматриваться как неограниченно длинные.

Суммирование значений ϵ от ближайших рядов или их частей, освещающих точку, дает $\Sigma\epsilon$, коэффициент μ принимается, как и выше, и находится необходимая линейная плотность потока:

$$\Phi' = \frac{1000Ekh}{\mu\Sigma\epsilon}, \quad (6-5)$$

на основании чего осуществляется компоновка линий.

Для компоновки линий применяются два практических приема:

1) находится общий необходимый поток ламп в линии, как Φ'/L ; после этого компоновка линии производится так же, как рассмотрено в § 5-2;

2) если линия достаточно длинна и правомерно пользование формулой (6-4), то, придавая Φ возможные значения, находим

$$l + \lambda = \frac{\Phi}{\Phi'}, \quad (6-6)$$

и, понимая здесь под l длину светильника, выбираем подходящий вариант.

Формула (6-5) может быть использована также для определения E при заданном Φ' .

При отсутствии для данного светильника линейных изолюкс (но при известном, конечно, светораспределении светильника) возможно определение ϵ по табл. 7-3, составленной для усредненного значения $m = 1,5$.

В этом случае, определив, как обычно, p' и L' , находим по табл. 7-3 $f(p', L')$ и α ; зная α , находим I_α и определяем

$$\epsilon = f(p', L')I_\alpha. \quad (6-7)$$

Пример 1. Необходимо рассчитать осветительную установку, показанную на рис. 6-58, на наименьшую $E = 300$ лк при $k = 1,5$. Светильники ЛДР с лампами ЛБ; $h = 4$ м.

Точка A освещается шестью «полурядами», отмеченными цифрами от 1 до 6. Значения p , L , p' , L' и определенные по рис. 6-40 величины ϵ указаны ниже:

Полуряд	p	L	p'	L'	ϵ
1 и 2	2,7	4	0,67	1	2×87
3	8,1	4	2,0	1	7
4 и 5	2,7	23	0,67	∞	2×115
6	8,1	23	2,0	∞	14

$$\Sigma\epsilon = 425$$

Принимая $\mu = 1,1$, находим

$$\Phi' = \frac{1000 \cdot 300 \cdot 1,5 \cdot 4}{1,1 \cdot 425} = 3850 \text{ лм/м.}$$

В каждом ряду полный поток ламп должен составить $3850 \times 27 = 104\,000$ лм, что соответствует $104\,000 \cdot (2 \times 2850) = 18$ светильников 2×40 Вт, которые

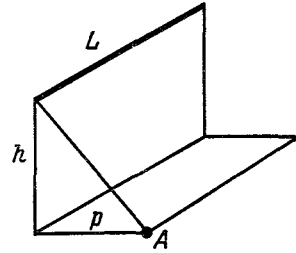


Рис. 6-57. Размеры, определяющие положение линии по отношению к контрольной точке

хорошо вписываются в ряд, заполняя его почти без разрывов (при лампах большой мощности ряд имел бы разрывы).

Пример 2. Над рабочим столом на высоте $h = 1$ м установлены два светильника с известной кривой силы света (линейных изолукс для этих светильников нет), расположенные, как показано на рис. 6-59, и снабженные лампами ЛБ $2 \times \times 80$ Вт ($\Phi = 9920$ лм, $\Phi' \approx 6600$ лм/м)

Необходимо определить освещенность точки A , считая $k = 1,5$

Воображаем каждый полуряд дополненным до точки A' . Тогда $p' = 0,5$; $L' = 2$, по табл. 7-3 $\alpha \approx 25^\circ$ и $f(p', L') = 0,55$. Но для добавленного отрезка $p' = 0,5$ и $L' = 0,5$, что соответствует $f(p', L') = 0,32$; значит, для фактически существующего участка $f(p', L') = 0,55 - 0,32 = 0,23$.

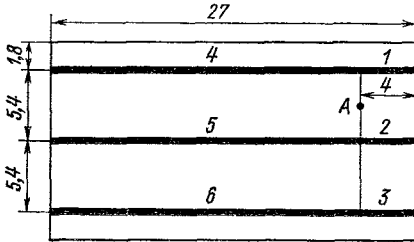


Рис. 6-58. К примеру 1

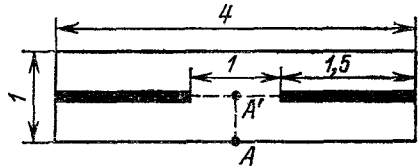


Рис. 6-59. К примеру 2

Пусть по каталогу $I_{25} = 180$ кд (для суммарного потока ламп в светильнике 1000 лм), тогда

$$\sum e = 2e = 2 \cdot 180 \cdot 0,23 = 83 \text{ лк}$$

и искомая

$$E = \frac{\Phi'_{\Sigma} \sum e}{1000kh} = \frac{6600 \cdot 1,0 \cdot 83}{1000 \cdot 1,5 \cdot 1,0} \approx 360 \text{ лк}$$

6-4. ОСВЕЩЕНИЕ НАКЛОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ОСВЕЩЕНИЕ НАКЛОННЫМИ СВЕТИЛЬНИКАМИ

Формула (1-12) пригодна для определения освещенности как угодно расположенной поверхности, но в практике чаще всего расчет начинается с определения освещенности E_{Γ} , проведенной через данную точку горизонтальной поверхности, освещенность же $E_{\text{н}}$ наклонной (в частности, вертикальной) поверхности определяется через переходный коэффициент ψ .

$$E_{\text{н}} = \psi E_{\Gamma}. \quad (6-8)$$

Определение ψ основано на формуле, дающей соотношение освещенностей двух поверхностей в их общей точке (рис. 6-60).

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{h_1}{h_2}. \quad (6-9)$$

Если освещенность определяется от отдельных точечных излучателей, а также от рядов таких излучателей и световых линий, параллельных линии пересечения наклонной и горизонтальной поверхностей,

$$\psi = \cos \theta \pm \frac{p}{h} \sin \theta, \quad (6-10)$$

где размеры выбираются согласно рис. 6-61

Для быстрого определения ψ служит график (рис. 6-62),

Отсчет θ производится от неосвещенной стороны наклонной поверхности. Знак «—» в формуле и штриховые прямые на графике относятся к случаю, когда из точки проекции светильника на горизонтальную плоскость не видна освещенная сторона наклонной поверхности (положение 2 на рис. 6-61).

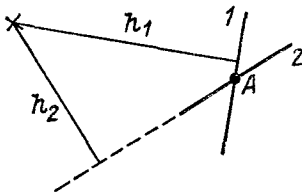


Рис. 6-60 Освещение общей точки двух поверхностей

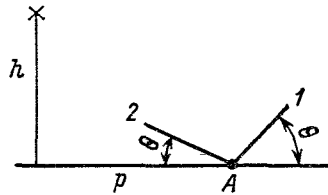


Рис. 6-61. Освещение наклонной поверхности

1 — освещенная сторона наклонной поверхности видна из точки проекции светильника на горизонтальную плоскость 2 — не видна

В общем случае без каких-либо ограничений

$$E_H = E_{\Gamma} \cos \theta + (E_{в.о} - E_{в.н}) \sin \theta, \quad (6-11)$$

где $E_{в.о}$ — освещенность вертикальной поверхности, проведенной через освещенную точку наклонной поверхности с той стороны, с которой определяется освещенность

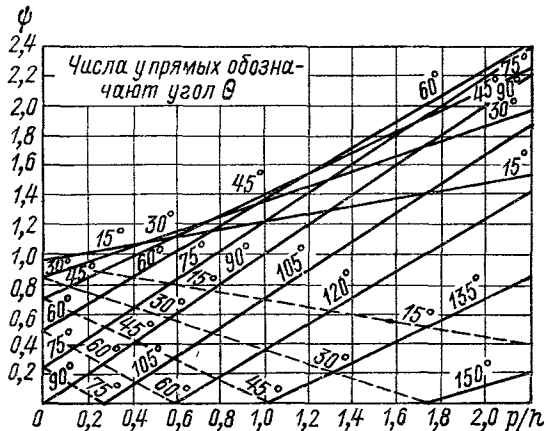


Рис. 6-62. Номограмма для определения ψ

щенность последней, $E_{в.н}$ — освещенность той же поверхности с противоположной стороны, определяемая с учетом действия только излучателей, участвующих в освещении наклонной поверхности (см. далее пример 1).

Задача расчета освещения от наклонных светильников заменяется задачей расчета освещения наклонной поверхности от прямо установленных светильников, если через контрольную точку провести плоскость, перпендикулярную оси (или осевой плоскости) светильников, и рассматривать ее как условно горизонтальную.

Пример 1. Для случая, показанного на рис. 6-61 (положение 2), дано: $h = 4$ м; $p = 2$ м, $\theta = 30^\circ$. По графикам изолюкс в точке A определено $e_{\Gamma} = 7$ лк; необходимо найти e_H . Отношение $p/h = 0,5$; по штриховой прямой рис. 6-62 определяем $\psi = 0,61$ и находим $e_H \approx 4,2$ лк.

Пример 2. Необходимо определить освещенность в точке A поверхности, наклоненной под углом 75° (рис. 6-63), с ее левой стороны, создаваемую световым потолком $BCDE$.

Проводим вертикальную поверхность AC .

Способами, описанными в гл. 7, определяем освещенности (далее указаны их произвольные значения):

Горизонтальную от всего потолка $BCDE$ 100 лк
 Вертикальную с левой стороны AC от участка потолка BC 30 лк
 Вертикальную с правой стороны AC только от участка потолка CD (так как участок DE не освещает левой стороны наклонной поверхности) 10 лк

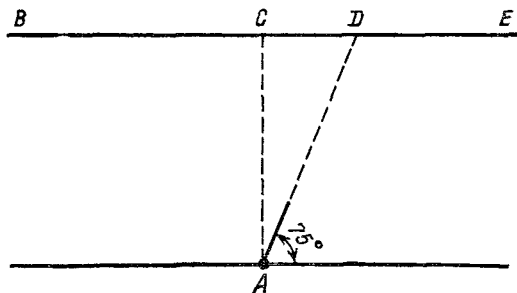


Рис. 6-63. К примеру 2

Так как $\cos 75^\circ = 0,26$ и $\sin 75^\circ = 0,97$, искомая освещенность

$$E_H = 100 \cdot 0,26 + (30 - 10) \cdot 0,97 = 45,4 \text{ лк.}$$

Пример 3. Ряд светильников установлен наклонно на стене, как показано на рис. 6-64. Расстояние между светильниками в ряду 8 м.

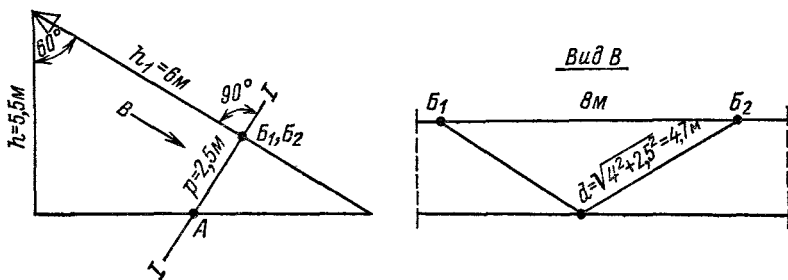


Рис. 6-64. К примеру 3

Определить освещенность точки A горизонтальной поверхности при лампах 1000 лм в каждом светильнике.

Проводим поверхность $I-I$, перпендикулярную оси светильников, которую считаем условно горизонтальной.

Обмером по масштабному разрезу определяем h и p (рекомендуется эти размеры именно обмерять, а не рассчитывать) и находим d , как указано на рисунке (вид по стрелке «В» дан для пояснения и в реальных случаях не вычерчивается).

Пусть по графику изолукс при $h = 6$ м и $d = 4,7$ м для поверхности $I-I$ освещенность $e_1 = 4,2$ лк, т. е. от двух ближайших светильников составляет

8,4 лк. Тогда согласно формуле (6-9) освещенность фактически горизонтальной поверхности составит

$$8,4 \cdot \frac{5,5}{6} \approx 7,7 \text{ лк.}$$

Зная нормированную освещенность и коэффициент запаса, можно определить необходимый поток лампы.

6-5. УЧЕТ ОТРАЖЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

Отдельный учет отраженной составляющей необходим в случаях, когда освещение помещений рассчитывается по точечному методу, коэффициенты отражения потолка и стен достаточно высоки, а светильники не относятся к классу прямого света.

В пределах, доступных при обычном проектировании, задача решается приближенно. В дальнейшем изложении приняты следующие обозначения: η_p — коэффициент использования при заданных значениях ρ_n , ρ_c , ρ_p ; η_n — коэффициент использования при том же индексе для «черного» помещения ($\rho_n = \rho_c = \rho_p = 0$), также приведенный в таблицах; S' — площадь помещения, приходящаяся на один светильник; остальные обозначения — как принято ранее.

При равномерном освещении или при небольшой степени локализации отраженную составляющую можно считать равномерно распределенной по площади. Тогда в любой контрольной точке

$$E = \frac{\Phi}{k} \left(\frac{\sum e}{1000} + \frac{\eta_p - \eta_n}{S'} \right). \quad (6-12)$$

При сильно выраженной локализации освещения приходится допускать, что прямая и отраженная составляющие освещенности распределены с одинаковой степенью неравномерности.

В этом случае

$$E = \frac{\Phi \sum e}{1000k} \frac{\eta_p}{\eta_n}. \quad (6-13)$$

В большинстве случаев рекомендуется пользоваться этой формулой.

Предполагается, что входящее в формулы значение $\sum e$ определено точно, с учетом удаленных светильников; в противном случае роль последних может быть учтена коэффициентом 1,05—1,1.

Приведенные формулы, будучи решенными относительно Φ , могут использоваться для выбора мощности ламп.

СОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ СЛУЧАИ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ¹

7-1. СОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ТАБЛИЦ И ГРАФИКОВ

Таблицы коэффициентов использования. Значения силы света данного светильника в направлениях середин каждой из зон 0—10, 10—20, ..., 80—90°, т. е. в направлениях 5—15, ..., 85°, для каждого значения i и сочетания $\rho_{\text{п}}—\rho_{\text{с}}—\rho_{\text{р}}$ умножаются на коэффициенты, приведенные в табл. 7-1 и 7-2, из которых первой следует пользоваться для светильников концентрированного и глубокого светораспределения, а второй — в остальных случаях.

Суммирование этих произведений дает полезный поток светильника в нижней полусфере при данном i и сочетании $\rho_{\text{п}}—\rho_{\text{с}}—\rho_{\text{р}}$. Отдельно определяется способом, изложенным в гл. 1, поток светильника в верхней полусфере и умножается на приведенные в табл. 7-1 и 7-2 коэффициенты $k_{\text{п.р}}$ — для потолочных или $k'_{\text{п.р}}$ — для подвесных светильников, что дает полезный поток в верхней полусфере. Сумма обоих полезных потоков определяет полный полезный поток, а его отношение к потоку лампы (т. е., если светораспределение задано для условной лампы, — к 1000 лм) дает значение η .

Строится по шести точкам вспомогательная кривая $\eta = f(i)$, по которой прочитываются значения η для всех 17 табличных значений i .

Для светильников, фотометрическое тело которых имеет две плоскости симметрии и различие между продольной и поперечной кривой невелико, под силой света можно понимать ее среднее значение для двух плоскостей.

Графики по Гурову и Прохорову. Заготавливается сетка со шкалами N и S (рекомендуются логарифмические шкалы).

Выбираются «паспортные данные» графика: тип светильника, число, тип и мощность устанавливаемых в нем ламп, значения $\rho_{\text{п}}—\rho_{\text{с}}—\rho_{\text{р}}$, величины E , диапазон значений h (употребительные диапазоны: 1,5—2; 2—2,5; 2,5—3; 3—4 м, причем расчеты производятся для среднего значения h в каждом диапазоне). Обычно принимается $k = 1,5$ и $z = 1,1$.

Выбираются значения индекса помещения i , равные 0,6—0,8—1,25—2—3, для которых по таблицам находится коэффициент использования η .

Для каждого i вычисляется

$$S = 4,35i^2/h^2; \quad (7-1)$$

$$N = \frac{EkSz}{\Phi\eta}, \quad (7-2)$$

где Φ — поток ламп (суммарный) в светильнике; N не округляется до целого числа. Значения N изображаются кривой в функции S .

Графики пространственных изолюкс. Выбираются пределы шкалы h и наибольшее значение d . В принятом масштабе вычерчивается сетка графика (для шкал h и d масштабы могут различаться), вне которой отмечается точка $h = d = 0$.

¹ Часть справочных материалов данной главы дается в сокращенном виде. Нерасшифрованные обозначения соответствуют принятым в гл. 5 и 6.

Зональные множители для расчета коэффициентов использования, $L : h = 0,4$

$\rho_{п}, \%$	70						70						50						30						0						
	50						50						30						10						0						
$\rho_{с}, \%$	30						10						10						10						0						
$\rho_{р}, \%$	30						10						10						10						0						
ϵ	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	
Зоны, град	Зональные множители, $\times 10^2$																														
0—10	10,3	10,4	10,7	11	11	11,5	9,7	9,7	10	10	10	10	9,6	9,6	10	10	10	10	9,6	9,6	9,6	9,6	9,7	9,7	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	
10—20	24	26	28	30	32	33	22	24	26	28	29	29	21	23	25	27	28	28	21	23	24	26	27	28	20	22	24	27	27	27	
20—30	33	38	44	48	50	54	31	35	40	44	46	47	28	33	39	43	44	46	27	31	37	42	43	45	26	31	36	40	42	44	
30—40	32	42	55	61	67	72	30	40	48	55	60	63	25	35	44	52	57	60	22	32	41	49	55	59	21	31	40	48	54	57	
40—50	27	43	60	72	80	86	26	40	55	65	71	76	19	34	50	61	67	72	14	29	46	57	65	71	12,3	28	44	55	63	68	
50—60	21	32	56	76	87	97	21	30	52	68	77	85	11	20	43	61	71	80	4,3	13	37	55	67	77	2,7	11	35	54	64	74	
60—70	21	25	48	70	86	103	21	24	44	63	77	90	9	11	32	53	68	84	2	3,0	23	46	62	79	0	0	21	43	58	76	
70—80	22	26	33	49	70	96	22	25	31	44	63	84	9,5	11,6	15	28	48	75	2,1	3,2	3,2	15	38	67	0	0	0	11,6	34	63	
80—90	23	27	34	42	46	62	23	26	32	37	41	54	10	12	15	18	19	35	2,2	3,3	3,3	4,4	5,4	21	0	0	0	0	0	15	
081-06	$k_{п,р}$	0,30	0,38	0,49	0,60	0,68	0,75	0,28	0,36	0,46	0,54	0,60	0,66	0,16	0,21	0,28	0,35	0,40	0,44	0,08	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0	0	0	0	0	0
	$k'_{п,р}$	0,24	0,31	0,43	0,55	0,64	0,73	0,22	0,29	0,41	0,50	0,57	0,64	0,11	0,16	0,24	0,31	0,36	0,42	0,05	0,07	0,12	0,16	0,20	0,21	0	0	0	0	0	0

Зональные множители для расчета коэффициентов использования, $L : h = 1,0$

$\rho_{п}, \%$	70						50						30						0												
	50						30						10						0												
$\rho_{с}, \%$	30						10						10						0												
	30						10						10						0												
$\rho_{р}, \%$	30						10						10						0												
	30						10						10						0												
z	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5	
	Зональные множители, $\times 10^2$																														
Зоны, град	Зональные множители, $\times 10^2$																														
0—10	10,3	10,4	10,7	11	11	11,5	9,7	9,7	10	10	10	10	9,6	9,6	9,7	10	10	10	9,5	9,5	9,6	9,6	9,7	9,7	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	
10—20	30	30	32	33	33	34	29	29	29	29	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	
20—30	44	46	47	52	53	55	42	43	46	47	48	49	41	42	44	46	46	48	40	42	44	45	46	47	40	42	43	44	45	45	
30—40	24	37	51	61	66	71	24	35	47	55	59	63	17	29	42	52	56	60	14	26	39	49	54	58	13	25	38	48	52	56	
40—50	26	40	57	71	79	85	25	38	53	64	70	75	17	31	47	60	66	72	12	26	42	55	63	69	11	25	41	54	61	67	
50—60	19	32	56	75	87	97	19	31	52	68	78	85	8	20	43	61	71	80	1,8	14	37	56	67	77	0	11,7	35	54	64	74	
60—70	21	25	41	68	85	100	21	24	38	62	76	88	9	11	25	51	67	81	2	3	16	42	61	76	0	0	13	40	58	74	
70—80	22	26	33	47	69	92	22	25	31	43	62	81	9,5	11,6	15	26	18	70	2,1	3,2	3,2	13	37	62	0	0	0	9,5	32	58	
80—90	23	27	34	41	47	59	23	26	32	37	42	52	10	12	15	18	22	31	2,2	3,3	3,3	4,4	6,4	17	0	0	0	0	1,1	1,1	
0,081—0,6	$k_{п.р}$	0,30	0,38	0,49	0,60	0,68	0,75	0,28	0,36	0,46	0,54	0,60	0,66	0,16	0,21	0,28	0,35	0,40	0,44	0,08	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0	0	0	0	0	0
	$k'_{п.р}$	0,24	0,31	0,43	0,55	0,64	0,73	0,22	0,29	0,41	0,50	0,57	0,64	0,11	0,16	0,24	0,31	0,36	0,42	0,05	0,07	0,12	0,16	0,20	0,24	0	0	0	0	0	0

Через эту точку по значениям $\operatorname{tg} \alpha$ и $\operatorname{ctg} \alpha$ проводятся линии Таблица 7-5
 25, 35, 45, 50, 55, 60, 65°. По значениям силы света светильника и тригонометрических функций (табл. 1-2) для каждого направления вычисляются значения относительной освещенности: $\varepsilon = I_{\alpha} \cos^3 \alpha$.

Для освещенности e принимается следующая шкала значений: 50—40—30—20—15—10—7—5—4—3—2—1,5—1—0,7—0,5—0,4—0,3—0,2—0,15—0,1 лк.

Нахождение точек изолукс основано на формуле

$$h = \sqrt{\frac{\varepsilon}{e}} \quad (7-3)$$

и производится отдельно для каждого направления. Значения ε и e берутся по квадратичной шкале линейки (обращать внимание на знаки), h прочитывается по основной шкале и вычисляется только в выбранных пределах шкалы. Линия направления и значение h определяют положение точек изолукс. Через найденные точки проводятся плавные кривые.

Графики линейных изолукс. Вычерчивается сетка графика со шкалами p' от 0 до 4,0 и L' от 0,25 до 4 (для L' рекомендуется логарифмическая шкала; в этом случае непосредственно после точки $L' = 4$ указывается условная точка ∞).

Для каждого из значений L' , равных 0,25—0,5—1,0—1,5—2—3—4, вычисляется и строится вспомогательный график $\varepsilon = f(p')$, для чего сила света светильника в поперечной плоскости в направлениях 0—5—15—25—35—45—55—60—65—70—75° умножается на значения $f(p', L')$, взятые из табл. 7-3¹. На этом графике отмечаются значения p' , соответствующие значениям ε , равным 200—180—160—140—120—100—70—50—40—30—25—20—15—12—10—7—5—4—3—2,5—2—1,5—1—0,7—0,5—0,4—0,3 лк, и переносятся на сетку графика при соответствующем значении L' . Полученные точки соединяются плавными кривыми. Для определения мест пересечения кривых с осью ординат удобно построить по данным указанных вычислений добавочный график $\varepsilon = f(L')$, при $p' = 0$, и точки, соответствующие приведенным выше значениям ε , отметить на оси L' графика.

Таблица 7-3

Значения вспомогательной функции для построения линейных изолукс

α, град	0	5	15	25	35	45	50	55	60	65	70	75
p'	0	0,09	0,27	0,47	0,7	1,0	1,19	1,43	1,73	2,14	2,75	3,73
L'	Значения $f(p', L')$											
0,25	0,24	0,235	0,218	0,187	0,138	0,088	0,07	0,049	0,032	0,0195	0,01	0,0044
0,5	0,43	0,413	0,376	0,33	0,25	0,165	0,125	0,09	0,062	0,037	0,02	0,0088
1,0	0,62	0,605	0,57	0,49	0,385	0,267	0,208	0,155	0,107	0,068	0,037	0,0165
1,5	0,68	0,67	0,63	0,55	0,45	0,315	0,25	0,195	0,14	0,09	0,0505	0,024
2	0,702	0,69	0,65	0,565	0,465	0,337	0,27	0,215	0,16	0,105	0,062	0,0295
3	0,714	0,70	0,66	0,58	0,475	0,352	0,29	0,228	0,17	0,117	0,072	0,038
4	0,717	0,705	0,67	0,586	0,483	0,356	0,295	0,232	0,18	0,125	0,078	0,042
∞	0,725	0,715	0,68	0,59	0,49	0,363	0,3	0,24	0,185	0,132	0,085	0,049

7-2. ОБЩИЙ СЛУЧАЙ РАСЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ ПО МЕТОДУ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Помещение рассматривается как состоящее из трех групп поверхностей: расчетная плоскость или пол, стены и потолок. Обычно принимается, что все поверхности отражают диффузно и что по каждой из них световой поток

¹ Таблица дана в сокращенном виде для значения показателя m , характеризующего форму продольной кривой силы света и равного 1,5.

Коэффициенты отражения условного потолка

$S_{св} \cdot S$	Значения $\rho_{п}$ при значениях $\rho_{св}$ равном					
	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
1,25	0,76	0,65	0,54	0,44	0,35	0,26
1,5	0,73	0,61	0,50	0,40	0,31	0,22
1,75	0,70	0,57	0,46	0,37	0,28	0,20
2	0,67	0,54	0,43	0,33	0,25	0,18
2,25	0,64	0,51	0,40	0,31	0,23	0,16
2,5	0,62	0,48	0,37	0,29	0,21	0,15
3	0,57	0,44	0,33	0,25	0,18	0,12

распределен равномерно. При расположении излучателей ниже потолка учитывается условный потолок на уровне излучателей, которому должен быть приписан коэффициент отражения

$$\rho_{п} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\rho_{св}} - 1\right) \frac{S_{св}}{S} + 1}, \quad (7-4)$$

где $\rho_{св}$ — фактический или средневзвешенный коэффициент отражения поверхностей, лежащих выше излучателей («свода»); $S_{св}$ — суммарная площадь этих поверхностей; S — площадь помещения. Для облегчения нахождения $\rho_{п}$ приводится табл. 7-4.

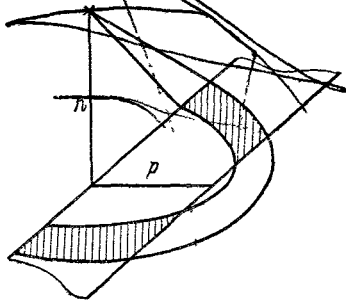


Рис. 7-1. К определению первичных потоков, падающих на полосу, по Кою

Расчет освещения основан на формулах вида:

$$\Phi_p = \Phi'_p k_{p,p} + \Phi'_c k_{c,p} + \Phi'_n k_{n,p}; \quad (7-5)$$

$$\Phi_c = \Phi'_p k_{p,c} + \Phi'_c k_{c,c} + \Phi'_n k_{n,c}; \quad (7-6)$$

$$\Phi_n = \Phi'_p k_{p,n} + \Phi'_c k_{c,n} + \Phi'_n k_{n,n}; \quad (7-7)$$

в которых Φ_p , Φ_c , Φ_n — полные («установившиеся») потоки, падающие соответственно на расчетную плоскость, стены, потолок; Φ'_p , Φ'_c , Φ'_n — первичные, т. е. непосредственно падающие от излучателей потоки на те же поверхности; коэффициенты вида $k_{n,m}$ — коэффициенты использования потока, первично падающего на поверхность n , по отношению к поверхности m с учетом многократных отражений света между всеми поверхностями помещения, причем коэффициенты $k_{p,p}$, $k_{c,c}$, $k_{n,n}$ — в принципе всегда больше единицы.

Значения коэффициентов $k_{n,m}$, вычисленные МЭИ, приведены в табл. 7-5 (дается в сокращенном виде).

В приведенных формулах установившиеся потоки могут быть заменены коэффициентами использования потока излучателей относительно соответствующей поверхности, если вместо первичных потоков подставить коэффициенты первичного использования η'_p , η'_c , η'_n .

Основные возможные способы определения Φ' или η' . При круглосимметричных излучателях, равномерно распределенных по площади, η'_p может быть най-

Коэффициенты для определения установившихся потоков

i	$k_{п.п}$	$k_{п.с}$	$k_{п.р}$	$k_{с.п}$	$k_{с.с}$	$k_{с.р}$	$k_{р.п}$	$k_{р.с}$	$k_{р.р}$
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

При значениях $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,3$

0,5	1,11	0,98	0,26	0,17	1,63	0,19	0,11	0,45	1,06
0,6	1,12	0,87	0,30	0,20	1,57	0,21	0,13	0,42	1,08
0,8	1,13	0,76	0,38	0,23	1,50	0,25	0,16	0,37	1,09
1,0	1,15	0,68	0,43	0,25	1,44	0,28	0,18	0,33	1,10
1,5	1,18	0,54	0,54	0,29	1,35	0,34	0,23	0,27	1,13
2	1,19	0,44	0,60	0,31	1,28	0,38	0,25	0,23	1,15
2,5	1,20	0,37	0,64	0,33	1,23	0,40	0,28	0,20	1,17
3	1,21	0,32	0,68	0,34	1,19	0,42	0,29	0,17	1,18
4	1,22	0,25	0,72	0,36	1,16	0,45	0,31	0,13	1,20
5	1,23	0,21	0,75	0,37	1,14	0,46	0,32	0,11	1,21

При значениях $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,09	0,90	0,25	0,16	1,58	0,19	0,03	0,14	1,02
0,6	1,10	0,81	0,28	0,18	1,52	0,21	0,04	0,13	1,02
0,8	1,10	0,68	0,36	0,20	1,45	0,24	0,05	0,12	1,02
1,0	1,10	0,60	0,41	0,22	1,39	0,26	0,06	0,10	1,03
1,5	1,10	0,45	0,49	0,24	1,29	0,31	0,07	0,08	1,04
2	1,10	0,36	0,54	0,25	1,22	0,34	0,08	0,07	1,04
2,5	1,10	0,29	0,58	0,26	1,18	0,36	0,08	0,06	1,05
3	1,09	0,25	0,60	0,27	1,15	0,38	0,08	0,05	1,05
4	1,09	0,19	0,62	0,27	1,13	0,39	0,09	0,04	1,06
5	1,08	0,16	0,66	0,28	1,11	0,41	0,09	0,03	1,06

При значениях $\rho_{п}=0,7$; $\rho_{с}=0,3$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,05	0,74	0,19	0,08	1,28	0,09	0,03	0,12	1,01
0,6	1,05	0,68	0,23	0,09	1,26	0,10	0,04	0,11	1,01
0,8	1,06	0,58	0,30	0,10	1,23	0,12	0,04	0,10	1,02
1,0	1,06	0,52	0,35	0,11	1,20	0,14	0,05	0,09	1,02
1,5	1,06	0,40	0,44	0,13	1,16	0,17	0,06	0,08	1,03
2	1,07	0,33	0,50	0,14	1,12	0,19	0,07	0,06	1,04
2,5	1,07	0,28	0,54	0,15	1,10	0,20	0,08	0,06	1,05
3	1,07	0,24	0,57	0,15	1,09	0,21	0,08	0,04	1,05
4	1,07	0,18	0,61	0,16	1,07	0,22	0,08	0,04	1,05
5	1,08	0,15	0,64	0,16	1,06	0,23	0,09	0,03	1,06

При значениях $\rho_{п}=0,5$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,3$

0,5	1,08	0,67	0,17	0,17	1,58	0,17	0,10	0,42	1,05
0,6	1,08	0,61	0,21	0,18	1,54	0,20	0,12	0,39	1,06
0,8	1,09	0,53	0,26	0,21	1,46	0,22	0,15	0,34	1,07
1,0	1,10	0,47	0,30	0,23	1,40	0,25	0,18	0,30	1,08
1,5	1,12	0,37	0,36	0,27	1,30	0,29	0,22	0,24	1,10
2	1,13	0,30	0,40	0,30	1,24	0,33	0,24	0,19	1,11
2,5	1,14	0,25	0,43	0,32	1,20	0,35	0,26	0,16	1,12
3	1,14	0,22	0,45	0,32	1,17	0,36	0,27	0,14	1,13
4	1,15	0,17	0,48	0,34	1,13	0,38	0,29	0,11	1,14
5	1,15	0,14	0,50	0,35	1,12	0,40	0,30	0,09	1,15

i	$k_{п.п}$	$k_{п.с}$	$k_{п.р}$	$k_{с.п}$	$k_{с.с}$	$k_{с.р}$	$k_{р.п}$	$k_{р.с}$	$k_{р.р}$
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

При значениях $\rho_{п}=0,5$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,06	0,63	0,17	0,15	1,54	0,17	0,03	0,13	1,01
0,6	1,07	0,57	0,20	0,17	1,49	0,18	0,04	0,12	1,02
0,8	1,07	0,48	0,24	0,19	1,41	0,21	0,05	0,11	1,02
1,0	1,07	0,41	0,28	0,21	1,35	0,23	0,06	0,09	1,02
1,5	1,07	0,31	0,34	0,23	1,26	0,27	0,07	0,07	1,03
2	1,07	0,25	0,38	0,25	1,20	0,30	0,07	0,06	1,03
2,5	1,07	0,21	0,40	0,26	1,16	0,32	0,08	0,05	1,04
3	1,07	0,18	0,42	0,26	1,13	0,33	0,08	0,05	1,04
4	1,07	0,14	0,45	0,27	1,11	0,35	0,09	0,04	1,04
5	1,07	0,11	0,46	0,27	1,10	0,36	0,09	0,03	1,04

При значениях $\rho_{п}=0,5$; $\rho_{с}=0,3$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,03	0,51	0,13	0,07	1,26	0,08	0,02	0,11	1,01
0,6	1,03	0,47	0,16	0,08	1,24	0,09	0,03	0,10	1,01
0,8	1,04	0,41	0,21	0,09	1,21	0,11	0,04	0,09	1,01
1,0	1,04	0,36	0,25	0,11	1,18	0,12	0,05	0,08	1,02
1,5	1,04	0,28	0,31	0,12	1,14	0,15	0,06	0,07	1,02
2	1,05	0,23	0,35	0,13	1,11	0,17	0,07	0,05	1,03
2,5	1,05	0,20	0,38	0,14	1,09	0,18	0,08	0,05	1,03
3	1,05	0,16	0,40	0,15	1,07	0,19	0,08	0,04	1,03
4	1,05	0,13	0,42	0,15	1,06	0,20	0,08	0,03	1,04
5	1,05	0,10	0,44	0,16	1,05	0,20	0,09	0,02	1,04

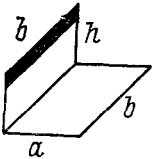
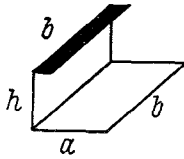
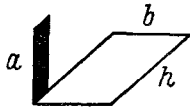
При значениях $\rho_{п}=0,3$; $\rho_{с}=0,5$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,04	0,37	0,10	0,15	1,50	0,15	0,04	0,12	1,01
0,6	1,04	0,33	0,11	0,16	1,46	0,17	0,04	0,12	1,01
0,8	1,04	0,28	0,14	0,18	1,38	0,20	0,05	0,10	1,02
1,0	1,04	0,24	0,16	0,20	1,32	0,21	0,06	0,08	1,02
1,5	1,05	0,18	0,20	0,23	1,23	0,25	0,06	0,06	1,02
2	1,04	0,14	0,22	0,24	1,18	0,27	0,08	0,06	1,02
2,5	1,04	0,12	0,23	0,25	1,14	0,28	0,08	0,04	1,02
3	1,04	0,10	0,24	0,26	1,12	0,29	0,08	0,04	1,02
4	1,04	0,10	0,26	0,26	1,10	0,30	0,08	0,03	1,03
5	1,04	0,08	0,27	0,27	1,08	0,31	0,09	0,02	1,03

При значениях $\rho_{п}=0,3$; $\rho_{с}=0,3$; $\rho_{р}=0,1$

0,5	1,01	0,30	0,08	0,07	1,25	0,08	0,02	0,10	1,00
0,6	1,02	0,28	0,10	0,08	1,23	0,09	0,03	0,10	1,01
0,8	1,02	0,24	0,12	0,09	1,19	0,10	0,04	0,08	1,01
1,0	1,02	0,21	0,14	0,10	1,17	0,11	0,05	0,07	1,01
1,5	1,03	0,16	0,18	0,12	1,12	0,13	0,06	0,06	1,01
2	1,03	0,13	0,20	0,13	1,10	0,15	0,07	0,05	1,02
2,5	1,03	0,11	0,22	0,14	1,08	0,16	0,08	0,04	1,02
3	1,03	0,09	0,23	0,14	1,06	0,16	0,08	0,03	1,02
4	1,03	0,07	0,25	0,15	1,05	0,17	0,08	0,03	1,02
5	1,03	0,06	0,26	0,16	1,04	0,18	0,09	0,02	1,03

**Коэффициенты использования светового потока
диффузно излучающих полос**

Схема размещения															
	$b:h$	0,5	1,0	2	5	10	0,5	1,0	2	5	10	0,5	1	3	5-10
$a:h$	Коэффициенты использования, %														
0,2			0,5	0,5	1,0	1,0	2,5	5	7	8	10	21	23	23	23
0,3			1,0	1,0	2,0	2,5	4	7	10	12	14	20	22	22	23
0,4	1,0		1,5	2,5	3,0	4,5	5	9	13	16	18	19	21	21	22
0,5	1,5		2,5	4	5	6	6	11	15	19	21	18	20	21	21
0,7	2,5		4,5	6	8	10	8	13	19	24	27	16	18	19	20
1,0	3		7	9	13	15	9	16	23	30	33	14	16	17	18
1,5	5		10	13	18	22	10	18	27	35	38	12	14	15	16
2,0	6		11	17	23	25	11	20	29	38	41	10	11	13	13
2,5	6		12	18	25	28	11	20	30	39	42	8	10	12	12
3,0	7		12	19	27	31	12	20	30	40	43	7	8	10	11
5,0	7		13	21	30	35	12	20	30	40	45	5	6	7,5	8
7,0	8		13	22	32	37	12	20	31	40	45	4	5	6	6
10	8		14	22	33	38	12	20	31	41	45	3	3	4,5	5

дено расчетом с помощью табл. 7-1 и 7-2 для случая $\rho_n = \rho_c = \rho_p = 0$ и с учетом только нижней полусферы.

Для излучателей в виде узких диффузных полос значения η'_p даны в табл. 7-6 (по Яковлеву).

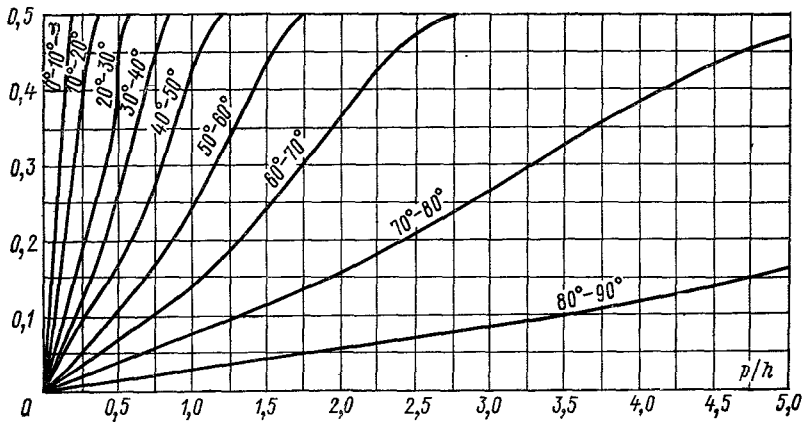


Рис. 7-2. Коэффициенты первичного использования круговых зон по Кюю

Первичный поток от одиночных круглосимметричных излучателей, падающий на полосу неограниченной длины (рис. 7-1), можно определить умножением потоков в круговых зонах (см. § 1-3) на коэффициенты, определяемые по кривым рис. 7-2 (по Кою), с последующим суммированием.

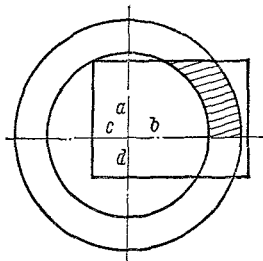


Рис. 7-3. Первичный поток i -й зоны для квадрата ab

потолок, равновеликий полу и излучающий по закону

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^m \alpha \quad (7-9)$$

при значениях $m = 1$ (диффузное излучение), 2 и 4 (экранирующие решетки); диффузные панели в центре потолка, занимающие около $1/5$ его площади.

В ряде случаев как первичные излучатели рассматриваются сами поверхности помещения, например, при достаточно равномерном расположении на них

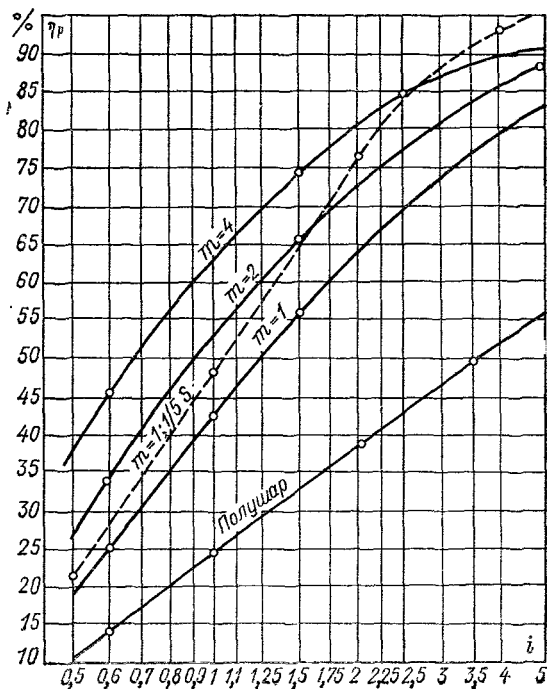


Рис. 7-4. Коэффициенты первичного использования для различных m

или в них светящихся элементов. Коэффициенты η' взаимного первичного использования потоков этих поверхностей обозначим двумя индексами, из которых первый соответствует излучающей, второй — воспринимающей поверхности, причем п — потолок, с — стены, р — расчетная поверхность.

Эти коэффициенты связаны соотношениями:

$$\eta'_{п.р} = \eta'_{п.р}; \quad \eta'_{п.с} = \eta'_{р.с} = 1 - \eta'_{п.р};$$

$$\eta'_{с.р} = \eta'_{с.п} = (1 - \eta'_{п.р}) \frac{i}{2}; \quad \eta'_{с.с} = 1 - (1 - \eta'_{п.р}) i. \quad (7-10)$$

Если поверхности помещения рассматриваются как излучающие и учитывается не падающий на них поток, а излучаемый ими, то при учете многократных отражений коэффициентами вида $k_{п.п}$ последние следует делить на коэффициент отражения поверхности ρ_n (т. е. излучающей).

7-3. ОБЩИЙ СЛУЧАЙ ТОЧЕЧНОГО МЕТОДА

Освещенность точки от светящихся линий определяется, как изложено в § 6-3.

Определение освещенности E от поверхностей основано на формуле

$$E = qM, \quad (7-11)$$

где M — светимость излучающей поверхности, лм/м²; q — коэффициент освещенности.

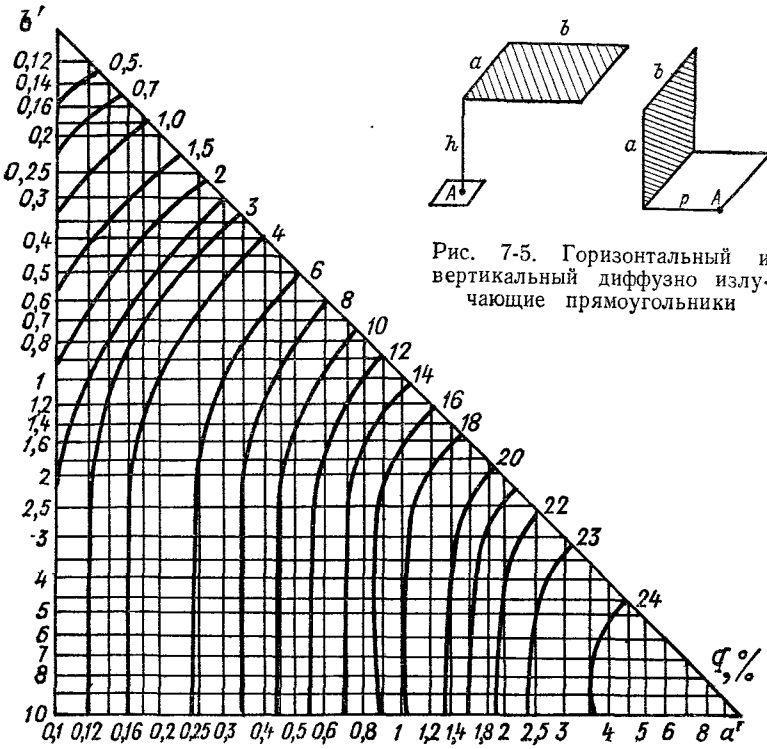


Рис. 7-5. Горизонтальный и вертикальный диффузно излучающие прямоугольники

Рис. 7-6. График для расчета освещенности от горизонтального диффузного прямоугольника; $a' = a : h$; $b' = b : h$

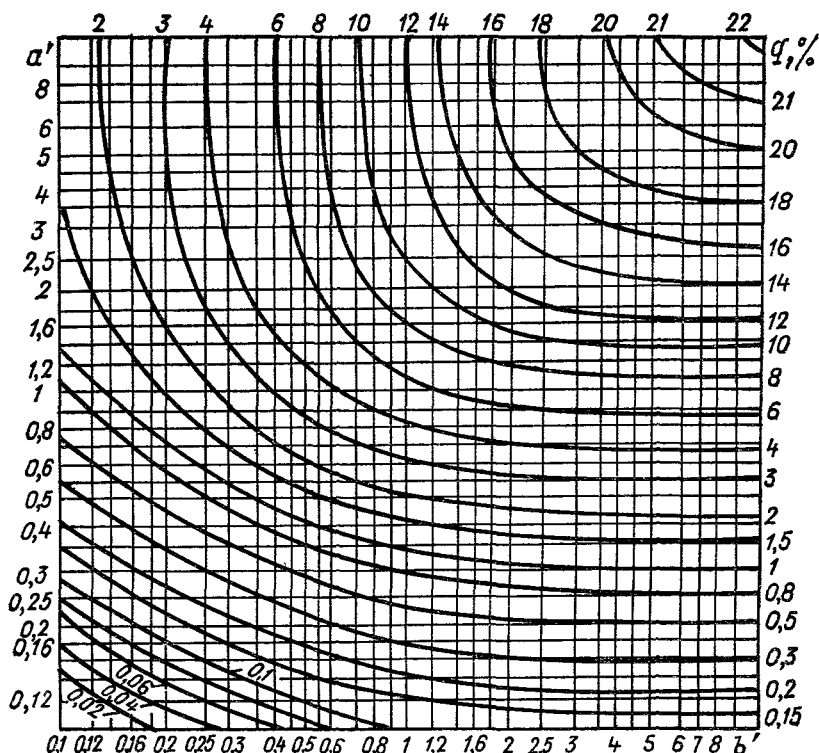


Рис. 7-7. График для расчета освещенности от вертикального диффузного прямоугольника; $a' = a : p$; $b' = b : p$

Для случая расположения прямоугольной диффузно излучающей поверхности по отношению к точке, согласно рис. 7-5, q может быть определен по номограммам Ратнера (рис. 7-6 и 7-7). При ином расположении точки излучатель разделяется на части или дополняется условными частями. Так, для точки А на рис. 7-8, освещаемой прямоугольником 1234,

$$q_{1234} = q_{2578} - q_{1578} - q_{4678} + q_{8678}$$

Для определения q могут применяться также измерительные номограммы. На рис. 7-9 дается одна из таких номограмм, рассчитанная для случая $m = 3$ [см. формулу (7-9)], которая предназначена для определения q при расчете освещения от потолков и панелей, перекрытых экранирующими решетками с защитным углом около 45° . Рисунок 7-9 представляет собой один из четырех квадрантов номограммы, которая в полном объеме содержит 500 элементов (четырёхугольных, у вершины — трёхугольных). Элементы, с одной стороны ограниченные штриховой дугой, считаются за 0,5.

На горизонтальной освещаемой плоскости произвольно выбирается направление координатных осей x, y с началом координат в контрольной точке. Контуры излучателя наносятся на сетке номограммы по координатам их вершин $\xi = x : h$ и $\eta = y : h$.

Если в пределах этих контуров вмещается z элементов графика, то $q = z : 500$. Измерительная номограмма пригодна для определения освещенности от поверхностей любой формы.

Рис. 7-8. Определение освещенности в точке A от прямоугольника 1234

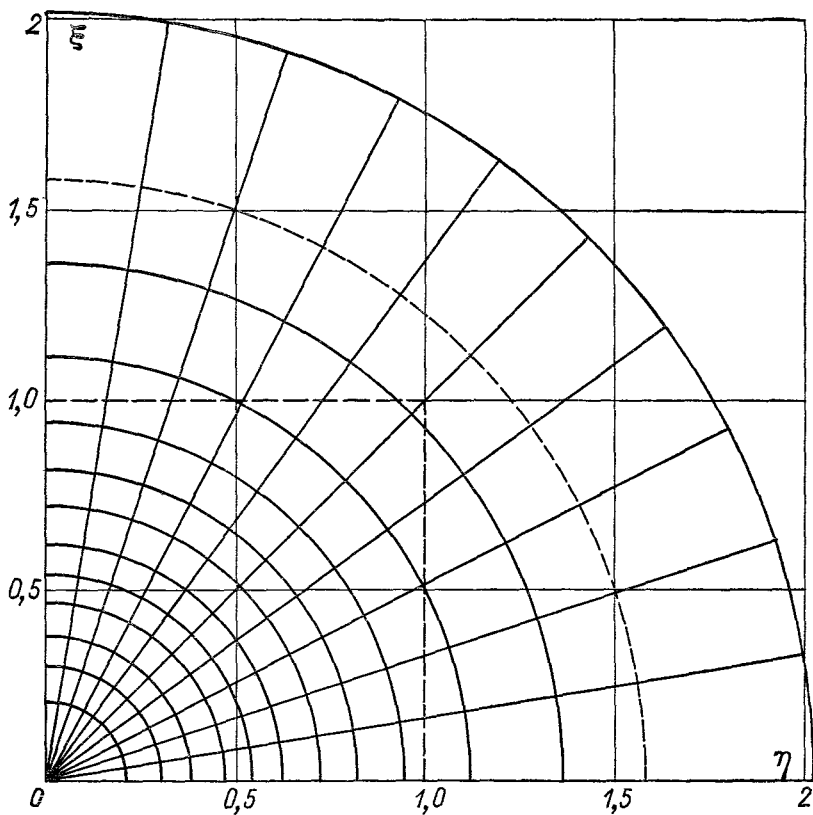
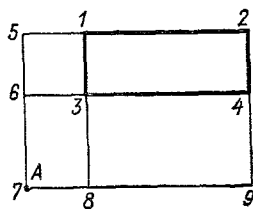


Рис. 7-9. Измерительная номограмма для расчета освещенности от светящихся поверхностей при $m = 3$

7-4. ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДО УСТРОЙСТВУ ОСВЕЩЕНИЯ СВЕТОВЫМИ КАРНИЗАМИ И ПОТОЛКАМИ

Световые карнизы (рис. 7-10). Полость карниза, включая находящееся в ней оборудование, кроме ламп, должна быть хорошо отражающей (для окраски отражающих поверхностей карнизов и других осветительных устройств рекомендуется водоэмульсионная краска) и иметь возможно меньший периметр. Визирная линия по всей длине должна проходить выше уровня глаз посетителей, а створная линия, как правило, не должна пересекать потолка. Размер a принимается возможно бóльшим, однако значение f не должно превышать $0,1 B$.

Расстояние между лампами накаливания не должно превышать $1,5-1,7 a$. Люминесцентные лампы располагаются только сплошными рядами, причем a — не менее $125-150$ мм.

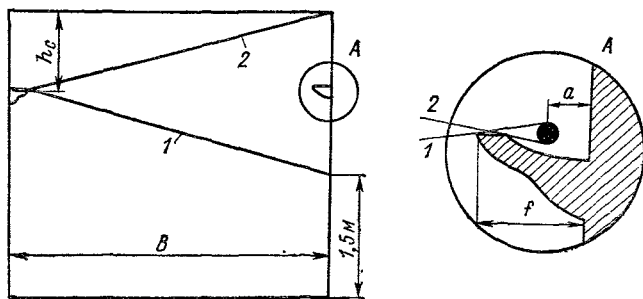


Рис. 7-10. Световой карниз
 1 — визирная линия, 2 — створная линия

При нескольких рядах лампы соседних рядов взаимно смещаются не менее чем на 75 мм, а расстояние между осями рядов должно быть не менее $2-3$ диаметров лампы.

При необходимости обеспечить визуальную равномерную яркость потолка в поперечном направлении должно соблюдаться условие $B : h_c \leq 5$, а при одностороннем карнизе $B : h_c \leq 2$. При невозможности соблюдения этих соотношений возможно применение зеркальных вставок или зеркальных ламп (при $h_c \geq 1,5$ м). При сферических или цилиндрических сводах $B : h_c$ не ограничивается. При выборе $B : h_c$ следует также руководствоваться указаниями архитектора в отношении желаемого характера распределения яркости по потолку или своду.

Световые потолки и панели. Они хорошо «читаются» только при визуальной равномерной яркости, обеспечиваемой выбором материала и расположения излучателей.

Для потолков из экранирующих решеток рекомендуются планки из молочного органического стекла или металла (эмалированного или окрашенного) при защитном угле примерно 45° .

Для остекления потолков и панелей рекомендуется молочное светотехническое органическое стекло или эквивалентные по степени рассеяния пленочные материалы. Допустимо использовать двустороннее матированное силикатное армированное стекло. Пригодность остальных материалов должна подтверждаться опытной установкой.

При наличии над потолком технического этажа лампы устанавливаются в арматурах. В полости над подшивным потолком при белой окраске поверхностей допустимы открытые лампы.

Отношение расстояния между излучателями L к их высоте над остекленным выбирается согласно табл. 7-7, а при потолках из экранирующих решеток должно быть близко к котангенсу защитного угла.

Таблица 7-7

Рекомендуемое расположение излучателей над световыми потолками

Излучатель	Отношение L/h , обеспечивающее яркость	
	вполне равномерную	достаточно равномерную
Зеркальная лампа глубокого светораспределения	0,7	0,9
Точечный косинусный источник	1,0	1,5
Точечный равномерный источник (например, открытая лампа накаливания) и линейный косинусный источник (например, светильник ЛД — Од)	1,2	1,8
Открытая люминесцентная лампа	1,4	2,4

7-5. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

1. Рассчитать световой карниз, оборудуемый по двум продольным стенам, с люминесцентными лампами типа ЛБ при следующих размерах и характеристиках помещения: $A = 24$ м; $B = 10$ м; $H = 6$ м; $h_p = 0,8$ м; $h_c = 2$ м; ρ стен над карнизом и потолка 60%; $\rho_c \neq 50\%$; $\rho_p = 10\%$. Задано: $E = 300$ лк; $k = 1,5$. Как и в большинстве подобных случаев, можно считать $z = 1$.

Для карнизов с лампами накаливания и люминесцентными обычно принимается к. п. д. карниза $\eta_k = 0,6$ (при зеркальных лампах $\eta_k = 0,8$).

Общий коэффициент использования $\eta = \eta_k k_{п.р}$; для определения $k_{п.р}$ находим

$$i = \frac{24 \cdot 10}{(6 - 0,8 - 2)(24 + 10)} \approx 2,25.$$

Определяем

$$S_{св} : S = [2(24 + 10) \cdot 2 + 24 \cdot 10] : 240 \approx 1,5$$

и по табл. 7-4 при заданном $\rho_{св}$ получаем $\rho_n = 0,5$.

По табл. 7-5 находим $k_{п.р} = 0,39$, откуда $\eta = 0,6 \cdot 0,39 = 0,23$.

Полный необходимый поток ламп

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 240}{0,23} \approx 470\,000 \text{ лм,}$$

откуда определяется необходимое число ламп: ЛБ40—470 000 : 2850 = 165; ЛБ80—47 000 : 4960 = 95.

Нетрудно убедиться, что при располагаемой суммарной длине карниза 48 м задача хорошо решается установкой в карнизе трех сплошных рядов ламп ЛБ-80.

2. Рассчитать световой потолок из органического стекла ($\tau = 0,6$; $\rho = 0,3$) при следующих размерах и характеристиках помещения: $A = 36$ м; $B = 18$ м; $H = 4,8$ м; $h_p = 0$; $\rho_c = 0,5$; $\rho_p = 0,1$.

Остекление не доходит со всех сторон до стен на 1 м.

Над остеклением намечена установка ламп ЛБ в светильниках прямого света (к. п. д. равен 0,75) при осуществимой высоте не более 1,6 м. Задано: $E = 100$ лк; $k = 1,5$.

Поток, падающий на верхнюю сторону остекления, может быть рассчитан обычным путем по коэффициенту использования, определяя индекс по высоте светильников над стеклом. В данном случае большое значение A и B и малое h позволяют допустить, что на остекление падает весь поток светильников, т. е. 0,75 потока ламп.

Потолок имеет переплет; примем, что светопроницаемая его поверхность составляет $\sigma = 0,9$ полной. Учитывая τ стекла, находим, что в помещение входит $0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,4$ потока ламп.

Индекс помещения

$$i = \frac{36 \cdot 18}{4,8(36 + 18)} = 2,5.$$

При i , равном 2,5, и заданных ρ по табл. 7-5 находим $k_{п.р} = 0,23$, но так как мы оперируем потоком, прошедшим через потолок, а не падающим на него, то учитываем $k_{п.р} : \rho_{п.р} = 0,23 : 0,3 = 0,77$. (Есть и другой путь решения: определить по рис. 7-4 значение $\eta'_{п.р}$, затем $\eta'_{п.с} = 1 - \eta'_{п.р}$ и по 7-5 определить $\Phi_{р.}$)

Окончательно $\eta = 0,4 \cdot 0,77 \approx 0,31$, а необходимый световой поток

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 648}{0,31} = 940\,000 \text{ лм.}$$

При лампах ЛБ-40 (выбор между вариантами с лампами различной мощности опускаем) необходимое число двухламповых светильников $940\,000 : 5700 = 165$ шт.

Размеры остекленного потолка 34×16 м. В продольном ряду уместается 28 светильников; таких рядов нужно $165 : 28 = 6$. Разместить эти ряды в соответствии с рекомендациями табл. 7-7 для косинусных линейных излучателей при $h = 1,6$ м не составляет труда.

Если бы, однако, было задано $E = 150$ лк, то потребовалось бы 3 ряда, при которых равномерность яркости не обеспечивается. Могло бы потребоваться применение одноламповых светильников или значительное снижение числа светильников в продольных рядах путем создания между ними разрывов $\lambda \leq 0,5 h$.

Встречаются случаи, когда при малой располагаемой высоте над остеклением световые потолки равномерной яркости вообще неосуществимы.

3. Коридор большой длины ($B = 2,5$ м; $H = 3,5$ м) освещается диффузной полосой в плоскости потолка, расположенной вплотную к одной из стен; $\rho_{п.} = 0,3$; $\rho_c = 0,3$; $\rho_p = 0,1$. Определить поток, необходимый для создания на полу $E = 75$ лк при $k = 1,5$.

Задание соответствует второму случаю табл. 7-6. Считая $b : h = 10$ и $a : h = 2,5 : 3,5 = 0,7$, находим $\eta'_p = 0,27$ и $\eta'_c = 0,73$.

Учитывая большую длину коридора, можно считать $i = B : h = 0,7$; по табл. 7-5 находим $k_{с.р} = 0,1$, откуда (не вводя очень близкого к единице $k_{р.р}$) $\eta = 0,27 + 0,1 \cdot 0,73 = 0,34$.

Поток полосы на 1 м длины должен быть

$$\Phi' = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 75 \cdot 1,5}{0,34} = 830 \text{ лм/м.}$$

Зная к. п. д. полосы (вероятно, около 0,6), можно найти, какие лампы в ней надо установить.

4. На потолке помещения при $h = 3$ м устроена светящая панель 6×6 м, перекрытая экранирующей решеткой. К. п. д. панели равен 0,55; суммарный поток установленных в ней ламп 40 000 лм. Определить освещенность точки пола под центром панели.

Светимость панели

$$M = \frac{40\,000 \cdot 0,55}{36} = 610 \text{ лм/м}^2.$$

Для расчета по номограмме рис. 7-9 панель разбиваем на 4 квадранта, для каждого из которых $\xi = \eta = 3 : 3 = 1$ (контуры квадранта показаны на рисунке).

В пределах контура квадранта вмещается 97 элементов, а всего для панели необходимо 388 элементов.

Следовательно, $q = 388 : 500 = 0,77$ и $E = qM = 0,77 \cdot 610 = 470$ лк.

РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСВЕЩЕНИЯ¹

8-1. ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ

Цилиндрическая освещенность $E_{ц}$ есть средняя освещенность боковой поверхности вертикального цилиндра, размеры которого стремятся к нулю, т. е. иначе, средняя (интегрально определяемая) вертикальная освещенность в данной точке пространства. Она не имеет постоянного соотношения с обычной вертикальной освещенностью или средней арифметической освещенностью для конечного числа помещенных в точку поверхностей; удовлетворительно характеризует ощущаемую степень насыщенности помещения светом, по крайней мере в обычных установках, при равномерном, достаточно рассеянном освещении; является рекомендуемой, но не обязательной, характеристикой качества освещения.

Цилиндрическая освещенность от отдельных светильников легко определяется делением вертикальной освещенности в плоскости, перпендикулярной проекции луча, на π .

Практические расчеты (приближенные ввиду относительно второстепенного значения данной характеристики) основаны на ряде допущений:

1) поверхности помещения (потолок, пол, стены) выше контрольной точки и стены ниже ее принимаются диффузными, равномерными по всей площади;

2) все множество светильников заменяется равномеркой поверхностью, каждый элемент которой имеет светораспределение, соответствующее светораспределению светильника;

3) светораспределение светильников аппроксимируется формулой вида

$$I_{\alpha} = I_0 \cos^m \alpha, \quad (8-1)$$

где I_0 — сила света в направлении вертикали; I_{α} — то же под углом α с вертикалью.

Значение m может быть определено по формуле

$$m = \frac{2\pi I_0}{\Phi_{\ominus}} - 1, \quad (8-2)$$

где Φ_{\ominus} — поток светильника в нижней полусфере, равный для светильников прямого света $1000 \times$ к. п. д. светильника.

Для практических расчетов приводятся графики (рис. 8-1 — 8-4), рассчитанные МЭИ для значений m , равных 1—1, 4—2—3, и дающие отношение горизонтальной освещенности к цилиндрической в функции обычного индекса помещения и коэффициентов отражения стен (ρ_c) и расчетной поверхности (ρ_p).

На всех графиках кривая 1 относится к случаю $\rho_c = 0,3$, $\rho_p = 0,1$; кривая 2 — $\rho_c = 0,3$, $\rho_p = 0,3$; кривая 3 — $\rho_c = 0,5$, $\rho_p = 0,1$; кривая 4 — $\rho_c = 0,5$, $\rho_p = 0,3$. Влияние коэффициента отражения потолка в обычных случаях пренебрежимо мало, но при светильниках, излучающих в верхнюю полусферу более 10—

¹ Из числа качественных характеристик освещения, введенных нормами СНиП II-A.9-71, здесь не рассматривается показатель ослепленности, так как материалы по его расчету еще не приведены к виду, пригодному для включения в «Справочную книгу».

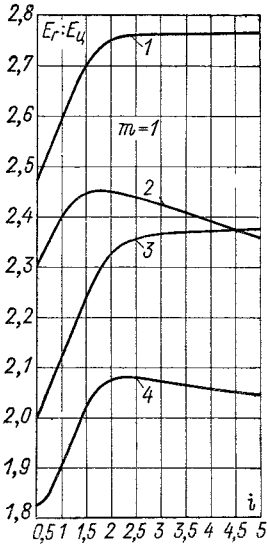


Рис. 8-1. График для расчета цилиндрической освещенности

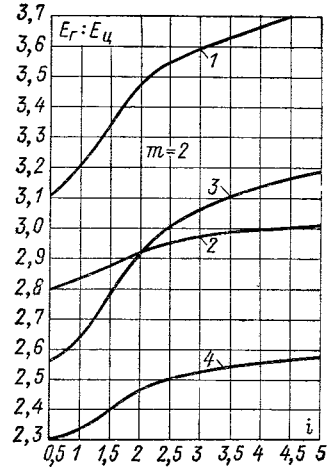


Рис. 8-3. График для расчета цилиндрической освещенности

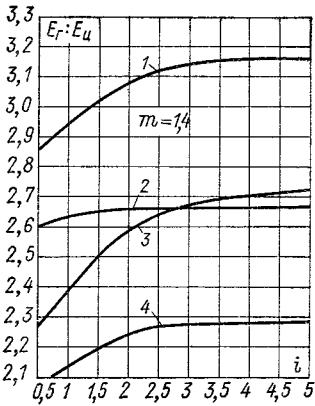


Рис. 8-2. График для расчета цилиндрической освещенности

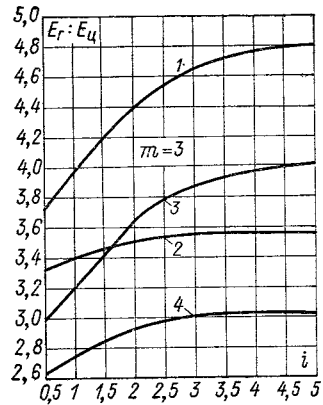


Рис. 8-4. График для расчета цилиндрической освещенности

15% своего потока, погрешность графиков возрастает и поэтому желательно вести расчет первым из способов, описанных в журнале «Светотехника», 1972, № 4.

Пример. В помещении размером 16×10 м и высотой 3,8 м при $\rho_p = 50\%$ и $\rho_p = 10\%$ на потолке установлены люминесцентные светильники прямого света, имеющие к. п. д., равный 0,7 и $I_0 = 270$ кд.

На какую горизонтальную освещенность должно быть рассчитано освещение помещения, чтобы получить $E_{ц} = 150$ лк?

Для данного светильника

$$m = \frac{6,28 \cdot 270}{700} \cdot 1 \neq 1,43 \approx 1,4.$$

Индекс помещения

$$i = \frac{160}{3,8 + 16 + 10} = 1,62 \approx 1,5.$$

С помощью рис. 8-2 находим $E_r : E_{ц} = 2,5$, откуда $E_r = 2,5 \times 150 = 375$ лк.

Для наиболее распространенных светильников при определенных значениях расчетной высоты и коэффициентов отражения поверхностей помещения в гл. 5 на графиках по Гурову и Прохорову нанесены кривые для определения числа светильников, необходимого для получения цилиндрической освещенности 100 лк (при других значениях число светильников пропорционально изменяется). Коэффициент запаса учтен при составлении графика.

8-2. КОЭФФИЦИЕНТ ПУЛЬСАЦИИ

Световой поток газоразрядных источников света, питаемых от сети переменного тока 50 Гц, пульсирует с частотой 100 Гц, создавая вредные пульсации освещенности.

Глубина пульсаций потока ($K_{п.и}$) и освещенности ($K_{п}$) определяется формулами:

$$K_{п.и} = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{2\Phi_{\text{ср}}}; \quad K_{п} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}}. \quad (8-3)$$

Значения $K_{п.и}$ для некоторых случаев приведены в табл. 8-1; нормированные значения $K_{п}$ — в гл. 4. Для ламп типа ДРИ $K_{п.и}$ составляет 20%.

Ограничение $K_{п}$ достигается:

включением ламп по схемам, обеспечивающим питание части ламп в светильнике отстающим, части ламп — опережающим током (только люминесцентные лампы);

Таблица 8-1

Значения $K_{п.и}$ для различных ламп и различных способов их включения

Тип лампы	Значения $K_{п.и}$, %, для			
	одной лампы	двух ламп в схеме отстающего и опережающего тока	двух ламп разных фаз	трех ламп разных фаз
ЛБ и ЛТБ	25	10,5	10	2,2
ЛХБ	35	15	15	3,1
ЛДЦ	40	17	17	3,5
ЛД	55	23	23	5
ДРЛ	65	—	31	5
ДКСТ	130	—	65	5

поочередным присоединением соседних светильников в ряду (реже — соседних рядов) к разным фазам сети;

установкой в одной точке двух или трех светильников разных фаз (ламп типов ДРЛ и ДРИ);

питанием различных ламп в многоламповых люминесцентных светильниках от разных фаз.

Условия, при которых те или иные значения $K_{\text{п}}$ соблюдаются и особой проверки не требуются, указаны в табл. 8-2.

Для наиболее распространенных светильников с лампами типа ДРЛ в табл. 8-3 указаны для различных случаев расположения и фазирования светильников

Таблица 8-2

Условия, при которых соблюдаются нормированные значения коэффициента пульсации (отмечены знаком «+»)

Расположение светильников и схема включения ламп	Нормированные значения коэффициента пульсации, %			
	10	15	20	30
Лампы типа ДРЛ				
Совместная установка двух ламп разных фаз	—	—	—	+
Совместная установка трех ламп разных фаз	+	+	+	+
Люминесцентные лампы				
При любом расположении светильников: число ламп в светильнике, кратное трем, с равномерным распределением между фазами сети	+	+	+	+
число ламп в светильнике, кратное двум, с включением половины ламп по схеме опережающего и половины — по схеме отстающего тока:				
лампы ЛБ и ЛТБ	+	+	+	+
лампы ЛХБ	—	+	+	+
лампы ЛДЦ	—	—	+	+
лампы ЛД	—	—	—	+
любое число ламп в светильнике и любая схема включения:				
лампы ЛБ и ЛТБ	—	—	—	+
прочие лампы	—	—	—	—
При сплошных линиях светильников и $h \geq 2,0$ м:				
трехфазные линии с поочередным включением светильников на разные фазы сети; любые лампы и схемы	+	+	+	+
то же, но двухфазные линии:				
лампы ЛБ и ЛТБ	+	+	+	+
лампы ЛХБ	—	+	+	+
лампы ЛДЦ и ЛД	—	—	+	+
двухфазные линии с поочередным включением светильников на разные фазы сети; число ламп в светильнике, кратное двум, с включением половины ламп по схеме опережающего и половины — по схеме отстающего тока; лампы всех типов	+	+	+	+

**Предельные расстояния между светильниками с лампами типа ДРЛ,
при которых обеспечиваются нормированные значения K_{Π}**

Число рядов	Расположение и фазирование светильников	b h	Наибольшие L , h , при которых обеспечиваются K_{Π} , %, не более			
			10	15	20	30
Светильники с типовой кривой Д (СД2, УПД и т. д.)						
1	Одиночные светильники $A-B-C-A-B-C$	—	0,45	0,6	0,7	0,9
	Сдвоенные светильники $AB-CA-BC-AB-CA-BC$	—	0,8	1,1	1,3	1,8
2 и более	Одиночные светильники: первый ряд $A-B-C-A-B-C$; второй ряд $B-C-A-B-C-A$ и т. д.	0,3	0,7/0,9	1,0/1,1	1,2/1,4	1,8
		0,6	0,6	0,9	1,1	1,6
		0,9	0,35/0,5	0,7	0,95	1,2/1,3
		1,2	0,3/0,5	0,65	0,8	1,1
		1,8	0,2/0,45	0,6	0,75	1,0
	Сдвоенные светильники: первый ряд $AB-CA-BC-AB-CA-BC$; второй ряд $BC-AB-CA-BC-AB-CA$ и т. д.	0,3	0,8/0,4	1,2/1,4	1,8	1,8
		0,6	0,8/0,4	1,2	1,8	1,8
		0,9	0,8/0,4	1,15	1,7/1,8	1,8
		1,2	0,8/0,4	1,1	1,6/1,7	1,8
		1,8	0,8/0,4	1,1	1,4/1,6	1,8
Светильники с типовой кривой Г (ГсР, С34 и т. д.)						
1	Одиночные светильники $A-B-C-A-B-C$	—	0,45	0,5	0,6	0,7
	Сдвоенные светильники $AB-CA-BC-AB-CA-BC$	—	0,55	0,75	0,95	1,2
2 и более	Одиночные светильники: первый ряд $A-B-C-A-B-C$; второй ряд $B-C-A-B-C-A$ и т. д.	0,3	0,55/0,75	0,7/0,9	0,9/1,0	1,2
		0,45	0,5/0,65	0,65/0,75	0,8/0,9	1,2
		0,6	0,5	0,65	0,75	1,1
		0,75	0,45	0,6	0,7	0,85
		0,9	0,4	0,5	0,65	0,8
		1,2	0,4	0,45	0,6	0,7
	Сдвоенные светильники: первый ряд $AB-CA-BC-AB-CA-BC$; второй ряд $BC-AB-CA-BC-AB-CA$ и т. д.	0,3	0,6/0,5	0,9/0,7	1,2/1,0	1,2
		0,45	0,6/0,5	0,85/0,7	1,2/1,0	1,2
		0,6	0,6/0,5	0,85/0,7	1,2/1,0	1,2
		0,9	0,6/0,5	0,8/0,7	1,1/1,0	1,2
		1,2	0,6/0,5	0,7	1,0	1,2

предельные отношения расстояния между светильниками L к расчетной высоте h , при которых соблюдаются нормированные значения $K_{п.}$. Через b в таблицах обозначено расстояние между рядами. В случаях когда $L : h$ указано в виде дроби, числитель относится к полям прямоугольной формы, знаменатель — к шахматному расположению светильников.

В случаях, не отраженных в табл. 8-2 — 8-3, производится индивидуальная проверка $K_{п.}$ под одним из светильников крайнего ряда по таблицам Свиридова (табл. 8-4 и 8-5).

В указанной точке определяется отдельно освещенность, создаваемая светильниками каждой фазы. Наибольшее значение принимается за 100%, остальные

Таблица 8-4

Значения коэффициента пульсации в установках с люминесцентными лампами при условном значении $K_{п.н} = 100\%$ (освещенности указаны в процентах по отношению к фазе, лампы которой создают наибольшую освещенность)

Освещенность от ламп третьей фазы	Значения $K_{п.}$ при освещенности от ламп второй фазы									
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
0	42,3	45,0	48,0	51,2	54,5	59,9	64,9	71,5	79,3	88,5
10	37,4	39,4	41,8	44,9	47,8	52,3	56,9	62,6	69,0	77,4
20	32,3	34,4	36,8	39,4	41,5	45,2	49,5	54,8	60,8	
30	27,8	30,0	32,3	34,8	36,9	40,2	44,2	48,9		
40	23,4	25,9	27,9	30,2	32,6	35,4	39,2			
50	19,8	22,2	24,2	26,3	28,5	31,4				
60	17,2	19,2	21,2	23,4	25,7					
70	14,8	16,6	18,4	20,9						
80	12,4	14,2	16,3							
90	10,4	12,3								
100	8,9									

Таблица 8-5

Значения коэффициента пульсации в установках с лампами типа ДРЛ при значении $K_{п.н} = 65\%$ (освещенности указаны в процентах по отношению к фазе, лампы которой создают наибольшую освещенность)

Освещенность от ламп третьей фазы	Значения $K_{п.}$ при освещенности от ламп второй фазы									
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
0	31,0	31,2	31,4	32,1	33,9	36,7	40,0	44,2	48,8	56,8
10	25,8	25,9	26,3	27,1	28,7	31,2	34,2	38,2	43,3	49,5
20	22,5	21,7	22,0	22,7	24,3	26,5	29,4	32,9	37,6	
30	17,5	17,6	17,9	18,9	20,4	22,6	25,5	28,8		
40	14,0	14,0	14,5	15,8	17,5	19,8	22,3			
50	10,8	10,8	11,5	12,9	14,7	17,0				
60	8,6	8,7	9,3	10,3	12,2					
70	6,6	6,7	7,3	8,4						
80	5,5	5,6	6,1							
90	4,9	4,9								
100	4,7									

два выражаются в долях этой величины. Для ламп типа ДРЛ $K_{п}$ определяется непосредственно по таблице, для люминесцентных ламп табличное значение умножается на $K_{п.н}$ для данного типа ламп.

Пример. Помещение освещается двухламповыми светильниками с лампами типа ЛДЦ, включенными через ПРА типа ЗУБИ ($K_{п.н} = 40\%$).

В контрольной точке лампы различных фаз создают освещенность соответственно 250, 150, 75 лк, или, относя эти величины к наибольшему значению, 100, 60 и 30%. По табл. 8-4 находим коэффициент 36,9%. Окончательный $K_{п} = 36,9 \times 0,4 \approx 15\%$.

8-3. ПОКАЗАТЕЛЬ ДИСКОМФОРТА

Нормированные значения показателя M приведены в гл. 4. Для некоторых, наиболее распространенных светильников (частично включены и светильники, в данное время уже не выпускающиеся) в табл. 8-6 приведены условия, при которых обеспечиваются нормированные значения M .

В случаях, не отраженных в табл. 8-6, M может быть определено по формуле

$$M = M_T m, \quad (8-4)$$

где M_T — основное значение показателя по табл. 8-7, m — поправочный коэффициент, определяемый по формуле

$$m = 0,5 \sqrt{\frac{\Phi_{\ominus}}{\sigma}}, \quad (8-5)$$

где Φ_{\ominus} — фактический (не при лампе 1000 лм!) поток светильника в нижней полусфере, тыс. лм; σ — площадь выходного отверстия светильника, m^2 .

Значения M_T в табл. 8-7 даются для кривых силы света в нижней полусфере, аппроксимируемых выражением (8-1), для значений m , равных 1,0—1,4—2—3, причем m находится по формуле (8-2). Таблица 8-7 составлена по М. М. Епанешникову с округлением и усреднением величин и дает значения M_T в функции отношения потока светильника в нижней полусфере (Φ_{\ominus}) ко всему потоку светильника, коэффициентов отражения поверхностей помещения и отношения размеров помещения A и B к высоте h установки светильников над глазами наблюдателя (1,5 м). Под A следует понимать размер по направлению оси зрения.

При освещении световыми потолками, а также при отраженном освещении любые нормированные значения M обеспечиваются, если освещенность принимается по нормам СНиП, а коэффициент отражения стен составляет не менее 30%.

Таблица 8-6

Условия, при которых обеспечиваются нормированные значения показателя дискомфорта

Тип светильника	Коэффициенты отражения $\rho_{п}$, $\rho_{с}$, $\rho_{р}$			
	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	при значении M , равном		
		25	40	60
УСП-4	2×40 4×40 6×40	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
	2×20	0,5; 0,5 0,3	+	+
	4×20 6×20	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+

Тип светильника	Коэффициенты отражения ρ_{Π} , $\rho_{С}$, $\rho_{Р}$			
	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	при значении M , равном		
		25	40	60
УСП-5	2×40 4×40 6×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
	2×20 4×20 6×20	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
УСП-9	2×40 4×40 6×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
	2×20 4×20	—	0,5; 0,5; 0,1	+
УСП-10	6×40	—	$\frac{0,7; 0,5; 0,1}{0,5; 0,5; 0,3}$	+
	6×20	—	0,5; 0,5; 0,1	+
УСП-11	2×40 4×40 6×40	—	0,5; 0,5; 0,3	+
	2×20 4×20 6×20	—	0,5; 0,5; 0,1	+
УСП-18	2×40 4×40 6×40	—	0,5; 0,5; 0,3	+
	2×20 4×20 6×20	—	0,5; 0,5; 0,1	+
УСП-35	2×40 4×40 6×40	—	0,5; 0,5; 0,3	+
	2×20 4×20 6×20	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+	+
ОВЛ	2×40 4×40	0,5; 0,5; 0,3	+	+
	2×80	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+

Тип светильника	Коэффициенты отражения ρ_{Π} , $\rho_{С}$, $\rho_{Р}$			
	Число, шт, и мощность, Вт, ламп	при значении M , равном		
		25	40	60
Л201Б-01	6×40	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+	+
	2×80 4×80	0,5; 0,5; 0,3	+	+
Л201Б-02	2×40 4×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
Л201Б-03	4×20	—	+	+
	4×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
	2×80	—	0,5; 0,5; 0,3	+
Л201Б-01-1, 2, 3	4×40	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+	+
Л201Б-14	2×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
Л201Б-18	4×20	—	+	+
	4×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
ЛПО01	2×40 4×40 2×65 4×65	—	0,5; 0,5; 0,3	+
ВЛО	3×80 4×80	—	0,5; 0,5; 0,1	+
ШОД	2×40 2×80	+	+	+
БП-5	2×40 4×20	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
УВЛ-2,3	4×80	—	0,5; 0,5; 0,1	+
УВЛ-4	4×80	—	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$
«Алмаз 7—9»	2×40	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
«Алмаз 10—12»	2×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+

Тип светильника	Коэффициенты отражения $\rho_{п}$, $\rho_{с}$, $\rho_{р}$			
	Число, шт., и мощность, Вт, ламп	при значении M , равном		
		25	40	60
ЛСО01/Р-02	2×40	—	$\frac{0,7; 0,5; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
ЛСО01/Н-01	4×40	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
ПУ-39В-Б	2×80	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
ЛПР	2×40	+	+	+
Л104Б-01	2×40	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+	+
Л104Б-02	4×40	—	0,5; 0,5; 0,1	+
ПБЛ	2×20	—	0,5; 0,5; 0,1	+
«Омега-4»	1×30	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
ВЛКН	2×40	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
СВП	1×100	—	$\frac{0,7; 0,5; 0,1}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
	1×200	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
	1×500	—	$\frac{0,7; 0,5; 0,3}{0,5; 0,5; 0,3}$	+
НВ-1	1×100	—	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$
ПКР-300	1×300	0,5; 0,5; 0,1	+	+
СК-300	1×300	0,5; 0,5; 0,1	+	+
ПЛК-150	1×150	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$	+
Арт. 38	1×75	—	—	$\frac{0,7; 0,3; 0,3}{0,5; 0,5; 0,1}$
Арт. 198	2×75	—	0,5; 0,5; 0,1	+

Примечание Знак «минус» обозначает, что данный светильник во всех случаях не обеспечивает указанного значения M , знак «плюс» — обеспечивает во всех случаях.

Значения показателя M_T

Таблица 8-7

m	B : h	A : h	$\Phi \cup : \Phi = 0,76 \div 1,0$								$\Phi \cup : \Phi = 0,51 \div 0,75$						$\Phi \cup : \Phi \leq 0,5$									
			Коэффициенты отражения потолка, стен и пола																							
			0,7 0,5 0,3	0,7 0,5 0,3	0,7 0,3 0,3	0,7 0,3 0,1	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,7 0,5 0,3	0,7 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,7 0,5 0,3	0,7 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3	0,5 0,5 0,3		
Показатель M_T																										
1,0	2	2	13	14	19	20	13	14	19	12	12	17	18	12	13	18	10	10	14	15	11	11	16			
		3	16	18	22	25	17	18	25	15	16	20	22	15	16	23	12	13	17	19	14	14	20			
		4	18	19	25	27	18	20	27	16	17	23	24	17	18	25	14	15	19	20	15	16	22			
		8	20	22	28	30	21	22	31	18	18	25	27	19	20	28	15	17	21	23	17	18	25			
	4	2	14	15	19	20	14	15	21	12	13	17	18	13	14	19	10	11	15	16	11	12	18			
		3	18	19	24	27	18	20	27	16	17	22	24	17	18	24	14	15	19	20	15	16	22			
		6	22	24	30	33	23	25	34	20	22	27	30	21	23	31	17	18	23	25	18	20	27			
		12	24	27	32	36	24	27	36	21	24	29	32	22	25	33	18	20	24	27	20	22	29			
	8	4	20	23	28	31	21	23	31	18	20	25	28	20	22	29	18	17	21	23	17	19	25			
		6	23	26	31	35	24	27	35	21	23	28	31	22	24	33	18	20	24	26	19	21	28			
		12	26	29	34	39	26	30	39	23	26	30	35	24	26	36	19	22	26	29	21	24	32			
	12	4	21	23	28	31	21	23	31	19	20	25	28	19	21	29	15	17	21	23	17	19	25			
6		23	27	31	35	24	27	35	21	23	28	32	22	24	32	18	20	24	27	19	21	28				
12		26	30	35	40	27	30	40	24	27	31	36	25	28	37	20	23	26	30	22	25	32				
1,4	2	2	13	14	18	19	13	14	19	11	12	16	17	12	13	18	10	10	14	14	10	11	15			
		3	15	16	21	23	15	17	23	24	15	19	20	14	15	21	11	12	16	17	12	13	13			
		4	16	18	23	24	16	18	25	25	16	20	22	15	16	22	12	13	17	18	13	14	20			
		8	17	19	24	26	18	20	26	15	17	21	23	16	18	24	13	14	18	20	14	15	21			

1.4	4	2	13	14	18	20	13	14	20	12	13	16	18	12	13	18	10	11	14	15	11	12	16	
		3	16	18	22	24	16	18	25	14	16	20	22	15	16	23	12	13	17	18	13	14	20	
		6	19	21	26	28	20	21	29	17	19	23	25	18	20	26	14	16	19	21	15	17	23	
		12	20	22	26	30	20	23	30	17	20	24	27	18	21	28	15	16	20	22	16	18	24	
	8	4	18	20	24	27	18	20	28	16	18	22	24	17	19	25	13	15	18	20	15	16	22	
		6	19	22	26	30	20	22	29	17	19	23	26	18	20	27	14	15	19	22	16	18	23	
		12	20	24	27	32	21	24	32	18	21	24	28	19	22	29	15	17	20	23	17	19	25	
	12	4	18	20	24	27	18	20	27	16	18	21	24	17	19	25	13	15	18	20	14	16	22	
		6	19	22	26	30	20	22	30	17	20	23	26	18	20	27	14	15	19	22	16	18	24	
		12	20	24	27	32	21	24	32	18	21	24	28	19	22	29	15	18	20	23	17	19	25	
	2.0	2	2	12	13	17	19	12	14	19	11	12	15	16	11	12	17	9	10	13	14	10	11	15
			8	14	15	19	21	14	15	21	12	13	16	19	13	14	19	10	11	14	15	11	12	16
4		2	12	14	17	19	13	14	19	11	13	15	17	12	13	17	9	10	13	14	10	11	15	
		12	14	16	19	22	15	17	22	12	14	17	19	13	15	20	10	12	14	16	11	13	17	
8		4	14	16	19	22	14	17	22	12	14	17	19	13	15	20	10	12	14	16	11	13	17	
		12	14	17	19	22	14	17	23	12	14	16	19	13	15	20	10	12	14	16	11	13	17	
12		4	14	16	19	22	14	16	22	12	14	16	19	13	15	20	10	12	14	15	11	13	17	
		12	14	16	18	22	14	17	23	12	14	16	19	13	15	20	10	12	13	16	11	13	17	
3.0		2	2-8	11	12	15	17	11	12	17	9	11	13	15	10	11	15	8	9	11	12	9	10	13
		4	2-12	11	13	14	17	11	13	17	9	11	13	15	10	11	15	7	8	10	12	8	10	13
	8	4-12	10	13	14	17	11	13	17	9	11	12	14	10	11	15	7	8	10	11	8	9	12	
	12	4-12	10	12	13	17	11	13	17	9	11	12	14	9	11	15	7	8	10	11	8	9	12	

НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

9-1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Освещение может выполняться как светильниками, так и прожекторами. Безусловных экономических преимуществ ни одна из этих систем не имеет, и в ряде случаев выбор способа освещения должен основываться на технико-экономических сопоставлениях.

Преимуществами прожекторного освещения являются:

возможность освещения больших открытых площадей без установки на них опор и прокладки сетей;

облегчение эксплуатации за счет резкого сокращения числа мест, требующих обслуживания;

благоприятные условия освещения вертикальных поверхностей.

Недостатками прожекторного освещения следует считать, большее (по сравнению со светильниками) слепящее действие прожекторов; необходимость квалифицированного ухода за прожекторами (чистка отражателя, в ряде случаев — фокусировка);

резкие тени от крупных предметов, находящихся на территории (вследствие относительно редкого размещения мачт);

явную неэкономичность и нецелесообразность при необходимости освещения только узких полос (улицы, отдельные дороги, проходы между зданиями).

Решающими моментами для выбора прожекторного освещения чаще всего являются большие (в обоих измерениях) размеры освещаемой поверхности и особенно нежелательность или невозможность установки на ней опор.

Наблюдается тенденция к расширению применения прожекторов для освещения заводских территорий, так как опоры и воздушные сети часто повреждаются транспортом, особенно грузоподъемными установками со стрелами.

Независимость норм освещенности открытых пространств от типа источников света увеличивает преимущества ламп с высокой световой отдачей.

При освещении светильниками лампы ДРЛ (в перспективе ДРИ) следует применять, как правило, для основных дорог и проездов на заводских территориях, а также для городов и поселков — при нормированной яркости дорожных покрытий $0,4 \text{ кд/м}^2$ и более или при норме средней освещенности 4 лк и более. Для охранного освещения должны применяться лампы накаливания.

В тех же случаях, что и лампы ДРЛ, могут применяться люминесцентные лампы, получившие распространение лишь в южных районах страны.

В прожекторах могут применяться все типы источников света, кроме люминесцентных ламп. Наибольшим радиусом действия обладают прожекторы с лампами накаливания, особенно со специальными прожекторными лампами.

Прожекторы с трубчатыми лампами (галогенные лампы накаливания, ксеноновые) имеют большую ширину луча в горизонтальной плоскости, что в ряде случаев является определяющим для их выбора. Стремление максимально ограничить число мачт часто обуславливает применение мощных ламп ДКСТ, которые по мере увеличения единичной мощности ламп КГ должны вытесняться последними. Хорошее освещение при наименьшей ослепленности дают прожекторы с лампами ДРЛ, почти не требующими фокусировки, но они целесообразны при малых (примерно до 5-кратной высоты) радиусах действия.

Анализ годовых затрат показывает, что при выборе источников света для прожекторов решающую роль играет ширина освещаемой площади.

По данным М. С. Дадимова, при ширине до 150 м оптимальны лампы ДРЛ, до 300 м — галогенные и нормальные лампы накаливания, при еще большей ширине — ксеноновые лампы.

9-2. ОСВЕЩЕНИЕ СВЕТИЛЬНИКАМИ¹

Перечень наиболее распространенных светильников наружного освещения приведен в табл. 9-1. Для наружного освещения целесообразно широкое светораспределение, в большинстве случаев некруглосимметричное, достигаемое применением зеркальных отражателей и призматических стекол². Некоторые типы светильников дополнительно индексируются буквами «С» (симметричное), «Ц» (осевое), «Б» (боковое), «П» (для площадей), смысл чего ясен из рис. 9-1. Те же характеристики, хотя и не входящие в заводскую маркировку, указаны в табл. 9-1 для других несимметричных светильников.

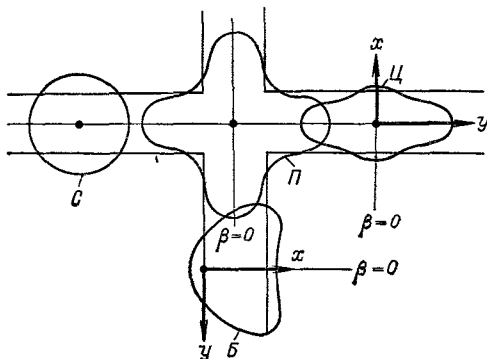


Рис. 9-1. Характер изолуокс на горизонтальной плоскости и отсчет углов β

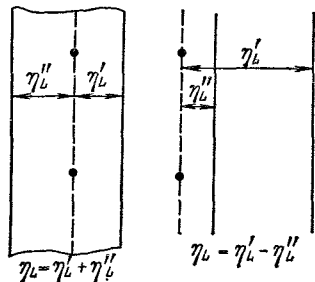


Рис. 9-2. Схемы определения коэффициента использования по яркости

Высота установки выбирается с учетом требований ограничения слепящего действия (гл. 4), высоты типовых опор (в свою очередь при воздушных сетях определяемой допустимым приближением проводов к земле) и экономических соображений, часто оправдывающих увеличение высоты. Обычная высота установки 6—10 м. Рекомендации по выбору системы расположения светильников приведены в табл. 9-2.

Расстояние между светильниками выбранного типа определяется расчетом, при котором чаще всего задаются мощностью лампы и определяют пролет. Из нескольких возможных вариантов выбирается наимыгоднейший с учетом требований к качеству освещения.

В установках, где нормирована средняя яркость покрытия, за основу расчета берется коэффициент использования по яркости η_L , определяемый согласно табл. 9-3 и рис. 9-2.

По значению η_L определяется необходимый поток Φ' в люменах на квадратный метр по формуле:

$$\Phi' = \frac{Lk\pi}{\eta_L}, \quad (9-1)$$

¹ Об освещении светильниками улиц подробные данные приведены в СН278—64 «Указания по проектированию уличного освещения».

² Отмечается, что все такие светильники требуют тщательной и частой очистки, при отсутствии которой их светотехнические характеристики могут стать хуже, чем простых светильников с открытыми молочными стеклами.

Светильники наружного освещения

Тип светильника для ламп			Характеристика светильника		ПРА
накаливания	типа ДРЛ	люминесцентных	по светораспределению	по способу установки	
СПО-200			Равномерное, симметричное	Подвесной	—
СПО-2-200			Широкое, симметричное	»	—
СПП-200М	СППР-125		То же	»	Выносное
СВ-300 СВ-500	СВР-125 СВР-250		Симметричное, близкое к синусному	Венчающий	Встроенное
СЗП-500М	СЗПР-250МН		Исполнения: С — широкое симметричное, Б — несимметричное боковое; Ц — несимметричное осевое, П — несимметричное четырехстороннее	Подвесной	Выносное
	СЗПР-250М		То же	»	Встроенное

Тип светильника для ламп			Характеристика светильника		ПРА
накаливания	типа ДРЛ	люминесцентных	по светораспределению	по способу установки	
	СКЗПР-500 (для ламп 400 Вт)		Широкое, несимметричное, боковое	Консольный под углом 15—20° к горизонту	Выносное
	СКЗПР-400		То же	То же	Встроенное
	СКЗР-2×250		Широкое, несимметричное, осевое	» »	»
	СКЗР-250		То же	» »	»
НКУ01×200/Д03-01			Косинусное, почти круглосимметричное	» »	—
НКУ01×200/Ш03-02	РКУ01×250/Б03-04 РКУ01×400/Б03-03		Широкое несимметричное	» »	Встроенное
		СКЗЛ-3×40М СКЗЛ-3×80М	Широкое несимметричное, осевое	» »	»
		СПЗЛ-3×40М СПЗЛ-3×80М	То же	Подвесной	»
	СПОР-250		Симметричное полуширокое	»	»

**Рекомендуемые способы расположения светильников
для улиц и дорог**

Способ расположения светильников	Ширина проезжей части не более, м
На опорах с одной стороны проезжей части	12
В один ряд на тросах по оси проезжей части . . .	18
На опорах с двух сторон проезжей части, в шахматном порядке	24
То же, в прямоугольном порядке	48
С двух сторон опор, расположенных в один ряд на разделительной полосе проезжей части	24
В два ряда, на тросах, по осям движения в шахматном порядке	36
То же, в прямоугольном порядке	60
В три ряда: два — на опорах с двух сторон проезжей части в прямоугольном порядке; третий — на тросах	80

Таблица 9-3

Значения коэффициентов использования по яркости

Тип светильника	Условное обозначение светораспределения	β , град	Значения η_L при отношении $b : h$, равном							
			0,25	0,5	1	1,5	2	3	4	5
СПО-2-200			0,015	0,028	0,05	0,065	0,077	0,093	0,098	0,10
СПП-200М			0,018	0,034	0,051	0,085	0,101	0,125	0,132	0,136
СЗП-500М	С	—	0,015	0,028	0,051	0,07	0,084	0,103	0,113	0,113
	П	—	0,02	0,038	0,062	0,08	0,094	0,113	0,121	0,124
	Б	0	0,017	0,034	0,062	0,08	0,095	0,015	0,123	0,125
	Б	180	0,015	0,029	0,05	0,063	0,076	0,09	0,097	0,098
СЗПР-250М	С	—	0,018	0,032	0,056	0,074	0,088	0,108	0,118	0,12
	Ц	—	0,018	0,032	0,056	0,074	0,088	0,103	0,109	0,112
	Б	0	0,015	0,028	0,053	0,074	0,09	0,106	0,112	0,115
	Б	180	0,013	0,022	0,046	0,06	0,07	0,079	0,085	0,089
СКЗПР-500		0	0,02	0,05	0,065	0,091	0,106	0,122	0,126	0,126
		180	0,012	0,02	0,041	0,065	0,08	0,1	0,112	0,116
СКЗР-250 и СКЗР-2×250		0	0,016	0,032	0,06	0,077	0,088	0,096	0,099	0,10
		180	0,016	0,032	0,06	0,07	0,08	0,09	0,092	0,092
СПЗЛ-3×40М и СПЗЛ-3×80М			0,015	0,03	0,056	0,073	0,085	0,098	0,103	0,104
СКЗЛ-3×40М и СКЗЛ-3×80М		0	0,015	0,03	0,056	0,073	0,085	0,098	0,103	0,104
		180	0,013	0,028	0,053	0,068	0,077	0,087	0,093	0,095

где L — нормированная яркость, кд/м^2 ; k — коэффициент запаса. По Φ' легко определяется расстояние между светильниками при лампах с известным потоком.

Пример. Светильники СЗПР250М с кривой силы света осевого типа подвешены на тросах над осью проезжей части шириной 18 м на высоте 10 м; нормированная средняя яркость $0,4 \text{ кд/м}^2$; $k = 1,5$.

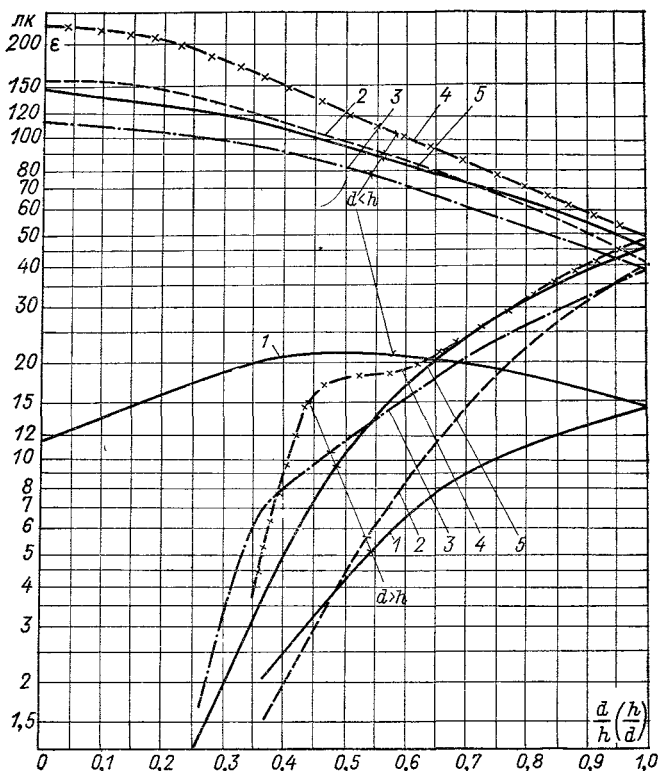


Рис. 9-3. Кривые относительной освещенности

1 — светильники СВ и СВР (по данным, сообщенным заводом);
 2 — светильник СПОР (то же); 3 — светильник СПО-2-200
 (по каталогу СИ-12), 4 — светильник СПИ-200М (по данным, со-
 общенным заводом); 5 — светильник СПО-200 (по информации
 прежних лет)

Согласно табл. 9-3 и рис. 9-2 при $b : h = 0,9$ находим $\eta_L = 2 \cdot 0,051 = 0,102$.
 Отсюда

$$\Phi' = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 3,14}{0,102} = 18,5 \text{ лм/м}^2.$$

Лампа ДРЛ 250 Вт имеет поток 12 500 лм, т. е. может осветить площадь $12\,500 : 18,5 = 680 \text{ м}^2$, что при ширине полосы 18 м соответствует расстоянию между светильниками 38 м.

В установках, где нормирована наименьшая освещенность, расчет рекомендуется вести по следующим формам точечного метода (обозначения — в соответствии с гл. 6):

1. При круглосимметричных светильниках — по кривым относительной освещенности, т. е. освещенности, которая рассчитывается для условной лампы 1000 лм и для $h = 1$ м, находится по формуле

$$\varepsilon = I_{\alpha} \cos^3 \alpha \quad (9-2)$$

и строится при $d < h$ в функции отношения $d \cdot h$, а при $d > h$ — отношения $h \cdot d$ (рис 9-3).

2. При некруглосимметричных светильниках с вертикальной осью — по графику условных изолюкс, описанному в § 6-2 (рис. 9-4) ¹.

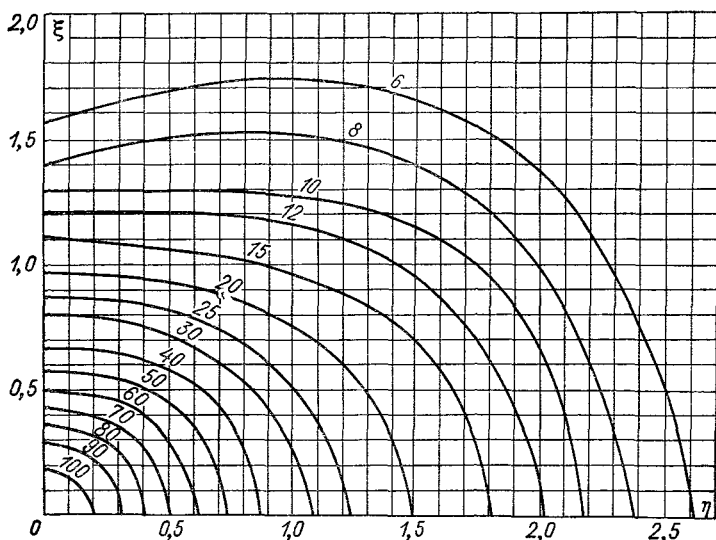


Рис. 9-4. Условные изолюксы светильников СПЗЛ и СКЗЛ

3. При консольных некруглосимметричных светильниках, считая их средний наклон на 20° вверх от горизонтали, — также по графику условных изолюкс с дополнительным использованием табл. 9-4.

Во всех случаях расчет основан на формуле

$$\Phi = \frac{1000 E k h^2}{\sum \varepsilon}, \quad (9-3)$$

где E , k , h — соответственно освещенность, лк, коэффициент запаса, расчетная высота, м; Φ — световой поток лампы в светильнике, лм; $\sum \varepsilon$ — сумма относительных освещенностей в контрольной точке. Последняя выбирается обычно между светильниками на краю освещаемой полосы (при однорядном расположении — противоположном ряду светильников). Чаще всего при определении $\sum \varepsilon$ достаточно учесть ближайшие светильники и лишь при малых L учитываются следующие за ними. Расчет по формуле (9-3) обычно приводит к потоку, не совпадающему с потоком стандартной лампы, поэтому предпочтительно (а при светильниках, рассчитанных на определенную мощность лампы — неизбежно), задавшись мощностью лампы, решить (9-3) относительно $\sum \varepsilon$, разделить $\sum \varepsilon$ на число равно-

¹К моменту окончания работы над рукописью авторам не удалось получить достоверных данных о светораспределении остальных несимметричных светильников.

Таблица для расчета освещения от светильников наружного освещения, наклоненных на угол около 20°

$x \cdot h$	ξ	ρ^3	Значение η при $y = h$, равном																				
			0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
-0,6	-1,22	0,40	0	0,27	0,55	0,83	1,09	1,35	1,64	1,91	2,18	2,46	2,73	3,00	3,28	3,55	3,82	4,1	4,37	4,64	4,92	5,19	5,46
-0,4	-0,89	0,52	0	0,25	0,50	0,75	1,0	1,24	1,5	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,5	3,75	4,00	4,25	4,5	4,75	5,00
-0,2	-0,61	0,66	0	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,30	2,53	2,76	2,99	3,22	3,45	3,68	3,91	4,14	4,37	4,60
0	-0,36	0,83	0	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,70	1,92	2,13	2,34	2,56	2,77	2,98	3,20	3,41	3,62	3,83	4,05	4,26
0,2	-0,15	1,02	0	0,20	0,40	0,59	0,79	1,00	1,19	1,39	1,58	1,78	1,98	2,18	2,38	2,57	2,77	2,97	3,17	3,37	3,56	3,76	3,96
0,4	+0,03	1,24	0	0,18	0,37	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30	1,48	1,66	1,85	2,04	2,22	2,40	2,59	2,78	2,96	3,14	3,33	3,52	3,70
0,6	0,19	1,50	0	0,18	0,35	0,52	0,70	0,87	1,05	1,22	1,40	1,58	1,75	1,92	2,10	2,28	2,45	2,62	2,80	2,98	3,15	3,32	3,50
0,8	0,34	1,78	0	0,16	0,33	0,50	0,66	0,82	0,99	1,16	1,32	1,48	1,65	1,82	1,98	2,14	2,31	2,48	2,64	2,80	2,97	3,14	3,30
1,0	0,46	2,10	0	0,16	0,31	0,47	0,62	0,78	0,94	1,09	1,25	1,40	1,56	1,72	1,87	2,03	2,18	2,34	2,50	2,65	2,81	2,96	3,12
1,2	0,58	2,45	0	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,18	1,33	1,48	1,63	1,78	1,92	2,07	2,22	2,37	2,52	2,66	2,81	2,96
1,4	0,69	2,85	0	0,14	0,28	0,42	0,56	0,71	0,85	0,99	1,13	1,27	1,41	1,53	1,69	1,83	1,97	2,12	2,26	2,40	2,54	2,68	2,82
1,6	0,78	3,27	0	0,14	0,27	0,40	0,54	0,68	0,81	0,94	1,08	1,22	1,35	1,48	1,62	1,76	1,89	2,02	2,16	2,30	2,43	2,56	2,70
1,8	0,87	3,76	0	0,13	0,26	0,39	0,52	0,64	0,77	0,90	1,03	1,16	1,29	1,42	1,55	1,68	1,81	1,94	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58
2,0	0,94	4,27	0	0,12	0,25	0,37	0,49	0,62	0,74	0,86	0,98	1,11	1,23	1,35	1,48	1,60	1,72	1,84	1,97	2,09	2,21	2,34	2,46
2,2	1,02	4,83	0	0,12	0,24	0,35	0,47	0,59	0,71	0,83	0,94	1,06	1,18	1,30	1,42	1,53	1,65	1,77	1,89	2,01	2,12	2,24	2,36
2,4	1,09	5,45	0	0,11	0,23	0,34	0,45	0,57	0,68	0,79	0,91	1,02	1,14	1,25	1,36	1,48	1,59	1,70	1,82	1,93	2,04	2,16	2,27
2,6	1,15	6,13	0	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,65	0,76	0,87	0,98	1,09	1,20	1,31	1,42	1,53	1,64	1,74	1,85	1,96	2,07	2,18
2,8	1,21	6,85	0	0,10	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	0,95	1,06	1,16	1,26	1,37	1,48	1,58	1,69	1,79	1,90	2,00	2,11
3,0	1,26	7,60	0	0,10	0,20	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,82	0,92	1,02	1,12	1,22	1,33	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94	2,04

освещающих точку светильников, зная ε , найти d , а после определения d найти L . Если необходимо учесть светильники с нескольких расстояний, то определяется $\sum \varepsilon$ при нескольких L , строится вспомогательный график $\sum \varepsilon = f(L)$ и находится то значение L , при котором стандартная лампа подходит точно.

Значения ε находятся:

Таблица 9-5

Коэффициенты использования светового потока некоторых светильников для расчета наружного освещения по средней освещенности

Тип светильника	β , град	Значение коэффициента использования, %, при отношении ширины b освещаемой полосы по одну сторону от ряда светильников к высоте h , равном					
		0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
СПО-200		0,116	0,194	0,253	0,274	0,284	0,29
СППР-125		0,11	0,195	0,282	0,319	0,338	0,352
СПП-200		0,14	0,227	0,324	0,375	0,396	0,408
СПОР-250		0,105	0,182	0,243	0,264	0,274	0,282
СПЗЛ-3×40		0,092	0,144	0,19	0,208	0,217	0,223
СКЗЛ-3×40	{ 0	0,095	0,156	0,203	0,224	0,236	0,243
	{ 180	0,082	0,131	0,17	0,183	0,189	0,193
СЗП-500б	{ 0	0,103	0,171	0,255	0,295	0,312	0,322
	{ 180	0,099	0,159	0,238	0,278	0,294	0,304
СЗП-500ц		0,105	0,167	0,242	0,279	0,295	0,305
СЗПР-250ц		0,093	0,157	0,224	0,250	0,262	0,271
СЗПР-250б	{ 0	0,094	0,159	0,218	0,256	0,27	0,279
	{ 180	0,088	0,149	0,217	0,244	0,256	0,292
РКУ-400	{ 0	0,154	0,259	0,343	0,376	0,393	0,404
	{ 180	0,14	0,223	0,261	0,266	0,267	0,268
СКЗР-2×250	{ 0	0,175	0,297	0,4	0,441	0,462	0,476
	{ 180	0,169	0,271	0,329	0,339	0,343	0,346
НКУ-1×200	{ 0	0,208	0,366	0,413	0,443	0,461	0,473
	{ 180	0,158	0,232	0,28	0,284	0,285	0,285
СКЗПР-400	{ 0	0,12	0,19	0,273	0,301	0,311	0,316
	{ 180	0,09	0,16	0,24	0,28	0,295	0,3

1) для случая круглосимметричных светильников — в функции того из отношений $d : h$ или $h : d$, которое меньше единицы;

2) для случая некруглосимметричных светильников — в функции параметров $\xi = x : h$, $\eta = y : h$, где значения x , y находятся согласно рис. 9-1.

3) для случая консольных некруглосимметричных светильников также определяются $x : h$, $y : h$, но по ним с помощью табл. 9-4 находятся ξ , η ; по этим координатам на графике условных изолюксов определяется ε и формула (9-3) принимает вид:

$$\Phi = \frac{1000 E k h^2 \rho^3}{\sum \varepsilon}, \quad (9-4)$$

где ρ^3 берется по табл. 9-4 (другой прием использования табл. 9-4 показан ниже).

Примеры. 1. Полоса шириной $b = 10$ м освещается установленными по ее краю на высоте 8 м светильниками СПО-2-200 с лампами 200 Вт, 2800 лм. Определить пролет L , при котором на противоположном краю полосы создаются $E = 0,5$ лк при $k = 1,3$.

Из выражения (9-3) находим

$$\sum \varepsilon = \frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 1,3 \cdot 8^2}{2800} = 15 \text{ лк, т. е. } \varepsilon = 7,5 \text{ лк.}$$

По графику рис. 9-3 такое ε имеет место при $h:d = 0,38$, откуда $d = 8 : 0,38 = 21$ м и

$$L = 2 \sqrt{d^2 - b^2} = 37 \text{ м.}$$

2. При тех же значениях b и h освещение выполняется светильниками СКЗЛ с лампами ЛБ = 3×40 (суммарный поток 8550 лм). Требуется получить $E = 1$ лк при $k = 1,5$.

Из табл. 9-4, интерполируя, находим при $x:h = 1,25$ значение $\rho^3 = 2,55$ и $\xi = 0,61$. Решая (9-4) относительно $\sum \varepsilon$, получаем

$$\sum \varepsilon = 2\varepsilon = \frac{1000 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 64 \cdot 2,55}{8550} = 28,6 \text{ лк,}$$

откуда $\varepsilon = 14,3$ лк.

Согласно графику рис. 9-4 такое значение ε имеет место при $\eta = 1,6$, но по табл. 9-4 это соответствует $y:h = 2,2$, откуда $y = 2,2 \times 8$ и $L = 2y = 35$ м.

С 1 июля 1975 г. для ряда непроектируемых территорий введено нормирование средней освещенности (нормы приведены в гл. 4).

Расчет в этом случае производится по обычному методу коэффициента использования с той только разницей, что в формулу не включается коэффициент z , а коэффициент использования находится не в функции индекса помещения, а в функции отношения $b:h$: ширины освещаемой полосы по одну сторону от ряда светильников к высоте установки последних (табл. 9-5). При этом окончательное значение η определяется так же, как для коэффициента использования по яркости: при осевом размещении светильников табличные значения η удваиваются, в остальных случаях раздельно определяются и суммируются два значения η .

9-3. ПРОЖЕКТОРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Перечень и основные технические данные наиболее употребительных прожекторов, а также светильников прожекторного типа с ксеноновыми лампами приведен в табл. 9-6. Там же указаны наименьшие высоты установки прожекторов по условиям ограничения ослепленности (см. примечание 3 к табл. 4-12).

Как правило, прожекторы устанавливаются сосредоточенными группами на мачтах (повсеместно применяются типовые конструкции мачт Мосгипротранса), реже — поодиночке или небольшими группами на высоких зданиях.

Размещение мачт выбирается в процессе расчета, причем расстояние между мачтами лежит обычно в пределах от 6 до 15-кратной их высоты.

При выборе расположения мачт учитывается наличие затеняющих предметов и, по возможности, преобладающее направление осей зрения. В частности, для спортивных полей употребителен вариант установки четырех мачт по углам поля с максимально возможным к нему приближением, расположенных за воротами на линии, образующей угол 105° с осью поля. Высота мачт для освещения спортивных полей должна быть не менее 0,25 расстояния между рядами мачт в направлении поперек поля.

Расположение прожекторов на мачтах задается наклоном их осей к горизонту θ и углами β между проекциями их осей и условным направлением начала отсчетов углов. При освещении веером прожекторов (см. ниже) указываются углы β для крайних прожекторов и углы τ между проекциями осей соседних прожекторов веера.

К основанию мачты примыкает «мертвое пространство», ограниченное для большинства прожекторов радиусом примерно $h \operatorname{tg} (45 - \theta)^\circ$. Если оно попадает в пределы площади, требующей освещения, то устанавливаются дополнительные светильники или сильно наклоненные прожекторы.

Специальные, не рассматриваемые здесь, требования предъявляются к освещению спортивных полей при трансляции спортивных мероприятий по цветному телевидению. Освещение подобных объектов — один из нечастых в проектировании освещения случаев, когда к выбору оптимального варианта целесообразно привлечение ЭВМ.

Технические данные прожекторов и светильников прожекторного типа

Тип прожектора или осветительного устройства	Лампа		Максимальная сила света, кд	Угол рассея- ния, 2α , град		Наименьшая высота установки, м	Размеры, мм			Размеры отверстия для крепления во фланце, мм			Масса, кг	
	Тип	Напряжение, В		горизонтальная плоскость	вертикальная плоскость		высота	ширина	длина	диаметр отвер- стия	радиус круга с 3 отверстиями через 120°	стороны прямо- угольника с от- верстиями	прожектора без ПРА	пускового устрой- ства
ПСМ-50-1	Г220-1000	220	120 000	21	21	20	650	545	640	11	66		10	
	ДРЛ-700	220	52 000	74	90	13								
	ДРЛ-400	220	19 500			8								
ПСМ-50-2	ПЖ-220-1000	220	640 000	9	9	45	560	435	530				8	
ПСМ-40-1	Г220-500	220	70 000	19	19	15								
ПСМ-40-2	ПЖ-220-500-3	220	280 000	9	9	30								
ПСМ-30-1	Г220-200	220	33 000	16	16	10	440	340	430				6	
ПЗР-250*	ДРЛ-250	220	11 000	60	60	6	560	430	475	—	—	—	16	
ПЗР-400*	ДРЛ-400	220	19 000			8	570	535	575	—	—	—	18	
ПЗС-45	Г220-1000	220	130 000	26	24	21	730	600	380	16,2		104	21	
	Г220-1500	220	225 000	25	26	27								
	ДРЛ-700	220	30 000	100	100	10								
	ДРЛ-400	220	14 000	84	90	7								
ПЗС-35	Г220-500	220	50 000	21	19	13	580	460	290	14			10	

ПЗС-25	Г220-200	220	16 000	16	12	7	480	360	250	14	104		8	
ПЗМ-35	Г220-500	220	40 000	30	20	12	580	460	290				10	
ПЗМ-25	Г220-200	220	10 000	8	8	6	480	360	250				8	
ПКН-1000-1	КГ220-1000-5	220	52 000	92	18	13	410	345	225	11		50×85	9	
ПКН-1000-2	КГ220-1000-5	220	30 600	90	40	10								
ПКН-1500-1	КГ220-1500	220	90 000	92	20	17	410	400	225				10	
ПКН-1500-2	КГ220-1500	220	45 600	106	54	12								
ПКН-2000-1	КГ220-2000-4	220	125 000	104	16	20	—	—	—	—	—	—	—	—
ПКН-2000-2	КГ220-2000-4	220	67 200	—	16	44	—	—	—	—	—	—	—	—
ПФР-45-1	ДРШ-500	220	3 500 000	5	5	—	780	710	540	16,5	230	—	35	
ПФР-45-2			300 000	36	6	—								
ПФР-45-3			300 000	6	36	—								
ПФР-45-4			30 000	30	30	—								
ПФС-45-1	ПЖ220-1000-3	220	750 000	6	6	—	770	650	530	16,5	230	—	35	
ПФС-45-2			125 000	12	23	—								
ПФС-45-3			150 000	10	27	—								
ПФС-35-2	ПЖ220-500-3	220	25 000	12	23	—	650	515	450	16,5	115	—	28	
ПФС-35-3			70 000	9	27	—								
ПФС-35-4														
СКсН-10000	ДКсТ-10000	220	165 000	137	24	23	1 040	675	1 925	18		400×550	180	41
ОУКсН-20000	ДКсТ-20000	380	650 000	95	10	47	1 610	840	2 500	25		350×520	330	42,5
ОУКсН-50000	ДКсТ-50000	380	2 250 000	111	42	87	2 500	1 350	3 800	20	300	—	—	—
ОУКсНФ-50000	ДКсТ-50000	380	1 300 000	140	40	65	2 700	1 650	3 700		500	—	—	420	100
ИСУ01×2000/К63-01	КГ220-2000-4	220	71 000	104	70	15	440	252	535	16,5	—	100×160	16,5	

* Масса указана с пусковым устройством.

Таблица для расчета прожекторного освещения

θ , град	Значения ξ (верхнее число), ρ (среднее число) и ρ^3 (нижнее число) при значениях $x : h$																									
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10	10,5	11	12	13
8	2,47 0,39 0,06	1,46 0,63 0,25	1,01 0,88 0,68	0,75 1,13 1,42	0,49 1,6 4,2	0,34 2,1 9,5	0,25 2,6 18	0,19 3,1 30	0,14 3,6 10	0,11 4,1 68	0,08 4,6 97	0,06 5,1 132	0,04 5,6 173	0,03 6,1 225	0,02 6,6 284	0 7,1 350	0,01 7,6 430	0,02 8,1 520	0,03 8,6 625	0,03 9,0 740	0,04 9,5 860	0,04 10,0 1020	0,05 10,5 1170	0,05 11 1350	0,06 12 1740	0,07 13 2200
10	2,24 0,42 0,07	1,34 0,67 0,30	0,94 0,91 0,76	0,7 1,16 1,54	0,44 1,6 4,5	0,30 2,1 9,8	0,21 2,6 18	0,15 3,1 30	0,11 3,6 48	0,07 4,1 69	0,05 4,6 98	0,03 5,1 132	0,01 5,6 174	0,01 6,1 225	0,02 6,6 284	0,04 7,1 353	0,04 7,6 432	0,05 8,1 520	0,06 8,5 625	0,07 9,0 735	0,07 9,5 860	0,08 10 1010	0,08 10,5 1160	0,09 11 1340	0,10 12 1720	0,10 13 2180
12	2,05 0,45 0,09	1,25 0,70 0,34	0,87 0,94 0,84	0,65 1,19 1,66	0,40 1,7 4,7	0,25 2,2 10	0,18 2,6 19	0,12 3,1 31	0,07 3,6 48	0,04 4,1 70	0,01 4,6 98	0,01 5,1 132	0,03 5,6 174	0,05 6,1 225	0,06 6,6 283	0,07 7,0 350	0,08 7,5 425	0,09 8,0 515	0,10 8,5 620	0,10 9,0 730	0,11 9,5 850	0,11 10 995	0,12 10,5 1150	0,12 11 1320	0,13 11,9 1700	0,14 12,9 2150
14	1,88 0,48 0,11	1,17 0,73 0,38	0,82 0,97 0,91	0,6 1,21 1,7	0,36 1,7 4,9	0,23 2,2 10	0,14 2,7 19	0,08 3,2 31	0,04 3,6 48	0 4,1 70	0,03 4,6 98	0,05 5,1 132	0,07 5,6 173	0,08 6,1 222	0,09 6,5 280	0,11 7,0 345	0,11 7,5 425	0,12 8,0 512	0,13 8,5 610	0,14 9,0 720	0,14 9,5 845	0,15 9,9 980	0,15 10,4 1140	0,16 10,9 1300	0,17 11,9 1670	
16	1,73 0,52 0,14	1,09 0,79 0,43	0,76 1,00 0,99	0,56 1,24 1,89	0,32 1,7 5,1	0,19 2,2 11	0,10 2,7 19	0,04 3,2 32	0 3,6 48	0,04 4,1 70	0,06 4,6 97	0,09 5,0 130	0,10 5,6 172	0,12 6,0 220	0,13 6,5 277	0,14 7,0 343	0,15 7,5 415	0,16 8,0 500	0,17 8,4 600	0,17 8,9 710	0,18 9,4 830	0,18 9,9 960	0,19 10,4 1110	0,19 10,8 1280		
18	1,60 0,55 0,16	1,01 0,78 0,48	0,70 1,02 1,06	0,51 1,28 2,0	0,28 1,7 5,2	0,15 2,2 11	0,07 2,7 19	0,01 3,2 32	0,04 3,6 48	0,07 4,1 69	0,10 4,6 97	0,12 5,1 130	0,14 5,6 170	0,15 6,0 216	0,17 6,5 272	0,18 7,0 340	0,19 7,4 410	0,19 7,9 495	0,20 8,4 590	0,21 8,9 700	0,21 9,3 810	0,22 9,7 940	0,22 10,3 1080	0,23 10,8 1240		
20	1,48 0,58 0,19	0,87 0,81 0,53	0,65 1,05 1,14	0,47 1,28 2,1	0,25 1,8 5,3	0,12 2,2 11	0,04 2,7 19	0,03 3,2 32	0,07 3,6 48	0,11 4,1 68	0,13 4,6 95	0,15 5,0 128	0,17 5,5 167	0,19 6,0 213	0,20 6,4 267	0,21 6,9 330	0,22 7,4 400	0,23 7,9 485	0,24 8,3 580	0,24 8,8 680	0,25 9,3 800	0,26 9,7 920	0,26 10,2 1060			
22	1,37 0,61 0,22	0,88 0,84 0,59	0,60 1,07 1,22	0,42 1,3 2,2	0,21 1,8 5,6	0,08 2,2 11	0,01 2,7 19	0,06 3,2 31	0,11 3,6 48	0,14 4,1 68	0,17 4,5 94	0,19 5,0 125	0,21 5,5 163	0,22 5,9 210	0,24 6,4 260	0,25 6,9 320	0,26 7,3 390	0,27 7,8 470	0,27 8,3 560	0,28 8,7 660	0,29 9,2 770	0,29 9,6 890				
24	1,28 0,63 0,26	0,81 0,86 0,64	0,56 1,09 1,30	0,38 1,33 2,3	0,17 1,8 5,6	0,05 2,2 11	0,04 2,7 19	0,10 3,1 31	0,15 3,6 47	0,18 4,1 67	0,21 4,5 92	0,23 5,0 123	0,25 5,4 160	0,26 5,9 205	0,28 6,3 255	0,29 6,8 315	0,30 7,3 380	0,31 7,7 460	0,31 8,2 545	0,32 8,6 640	0,33 9,1 750					

26	1,2 0,66 0,29	0,76 0,89 0,70	0,51 1,11 1,37	0,37 1,34 2,39	0,14 1,8 5,7	0,01 2,2 11	0,08 2,7 19	0,14 3,1 31	0,18 3,6 46	0,21 4,0 65	0,24 4,5 90	0,26 4,9 120	0,28 5,4 156	0,30 5,8 198	0,31 6,3 247	0,33 6,7 305	0,34 7,2 370	0,34 7,6 445	0,35 8,1 525	0,36 8,5 620																
28	1,11 0,69 0,33	0,71 0,91 0,75	0,47 1,13 1,44	0,3 1,35 2,47	0,10 1,8 5,7	0,03 2,2 11	0,11 2,7 19	0,17 3,1 30	0,22 3,6 45	0,25 4,0 64	0,28 4,4 87	0,30 4,9 116	0,32 5,3 151	0,34 5,8 192	0,35 6,2 240	0,36 6,6 295	0,37 7,1 355	0,38 7,5 425	0,39 8,0 505																	
30	1,03 0,72 0,32	0,66 0,93 0,81	0,43 1,15 1,50	0,27 1,37 2,53	0,07 1,8 5,8	0,06 2,2 11	0,15 2,7 19	0,20 3,1 31	0,25 3,5 44	0,29 4,0 62	0,32 4,4 85	0,34 4,8 112	0,36 5,3 145	0,38 5,7 184	0,39 6,1 230	0,40 6,6 283	0,41 7,0 343	0,42 7,4 410																		
32	0,96 0,74 0,41	0,61 0,95 0,87	0,39 1,16 1,58	0,23 1,38 2,61	0,03 1,80 5,85	0,09 2,23 11,0	0,18 2,65 18,6	0,24 3,07 29	0,29 3,5 43	0,32 3,9 60	0,35 4,3 82	0,38 4,8 108	0,40 5,2 140	0,41 5,6 177	0,43 6,0 220	0,44 6,5 270																				
35	0,87 0,78 0,47	0,54 0,98 0,95	0,33 1,19 1,68	0,18 1,39 2,7	0,02 1,80 5,8	0,15 2,21 10,8	0,23 2,62 18	0,30 3,03 28	0,34 3,44 41	0,38 3,85 57	0,41 4,2 77	0,44 4,7 102	0,46 5,1 131	0,48 5,5 165	0,49 5,9 205	0,51 6,3 251																				
37	0,81 0,80 0,51	0,50 1,00 1,00	0,29 1,20 1,73	0,14 1,4 2,7	0,06 1,8 5,8	0,18 2,2 10,6	0,27 2,6 17,5	0,33 3 27	0,38 3,4 39	0,42 3,8 55	0,45 4,2 74	0,48 4,6 97	0,50 5 124	0,52 5,4 157	0,54 5,8 194																					
40	0,72 0,83 0,58	0,43 1,03 1,08	0,23 1,22 1,8	0,09 1,40 2,8	0,11 1,8 5,7	0,24 2,2 10,3	0,33 2,6 17	0,39 2,9 25	0,45 3,3 37	0,49 3,7 51	0,52 4,1 68	0,55 4,5 89	0,57 4,9 114	0,59 5,24 144	0,6 5,6 178																					
45	0,6 0,88 0,69	0,33 1,06 1,19	0,14 1,24 1,89	0 1,41 2,8	0,2 1,8 5,5	0,3 2,1 9,5	0,4 2,5 15	0,5 2,8 23	0,56 3,2 32	0,6 3,5 44	0,64 3,9 59	0,67 4,2 76	0,69 4,6 97	0,71 4,9 121	0,73 5,3 149																					
50	0,49 0,93 0,80	0,24 1,09 1,29	0,05 1,25 1,94	0,09 1,4 2,79	0,29 1,7 5,2	0,43 2 8,6	0,54 2,4 13	0,6 2,7 19	0,67 3 27	0,72 3,3 37	0,77 3,6 49	0,8 4 63	0,83 4,3 79,6	0,85 4,6 98,8																						
55	0,38 0,96 0,89	0,15 1,1 1,35	0,03 1,25 1,94	0,17 1,39 2,7	0,39 1,68 4,7	0,54 1,97 7,6	0,65 2,2 11,4	0,74 2,5 16,4	0,81 2,8 22,5	0,87 3,1 30	0,9 3,4 39	0,95 3,7 50	0,99 4,0 63	1,0 4,3 77																						
60	0,29 0,99 0,97	0,06 1,11 1,39	0,12 1,24 1,91	0,27 1,4 2,55	0,49 1,6 4,2	0,66 1,9 6,5	0,79 2,1 9,5	0,89 2,4 13	0,97 2,6 18	1,03 2,9 23	1,09 3,1 30	1,14 3,4 38	1,18 3,6 47	1,2 3,9 58																						

Для предварительного приближенного определения необходимой мощности прожекторной установки можно пользоваться формулой

$$\omega = mEk, \quad (9-5)$$

где ω — удельная мощность, Вт/м²; E — нормированная освещенность, лк; k — коэффициент запаса; m — коэффициент, который для прожекторов с лампами накаливания можно принимать в пределах 0,2—0,25, а с лампами ДРЛ и галогенными лампами накаливания — равным 0,12—0,16. Для ламп ДКСТ устойчивых данных пока нет.

Расчет прожекторного освещения производится на горизонтальную освещенность, кроме случаев, когда требуется освещение только вертикальных поверхностей, и осуществляется чаще всего путем компоновки изолукс или по методу веера прожекторов. Рекомендуется пользоваться альбомами с заранее построенными изолуксами и лишь при отсутствии таковых производить новые построения.

Рабочей характеристикой прожектора в рекомендуемой методике расчета являются изолуксы на условной плоскости, перпендикулярной оси и удаленной от прожектора на 1 м, т. е. по существу те же условные изолуксы, что и в § 9-2 (рис. 9-5—9-20).

Пусть прожектор установлен на высоте h и его ось наклонена на угол θ (рис. 9-21).

Координаты точек M (на горизонтальной поверхности) и m (на условной плоскости) и их освещенности e и ϵ связаны соотношениями:

$$y = \eta rh; \quad (9-6)$$

$$\epsilon = e\rho^2 h^2. \quad (9-7)$$

Координата ξ , так же как входящие в формулы значения ρ и ρ^3 , определяются по табл. 9-7 в функции отношения $x : h$ и угла θ . Если изолуксы на условной плоскости даны для двух квадрантов, то для сочетаний параметров, слева от жирной линии в табл. 9-7, следует пользоваться нижним квадрантом.

Построение изолукс горизонтальной освещенности e при заданных θ и h производится в следующем порядке.

Задается x , кратное $h : 2$, и находится $x : h$. Выписываются из табл. 9-7 значения ξ , ρ , ρ^3 . Находится ϵ по формуле (9-7). По графику изолукс на условной плоскости находится η как абсцисса точки, ордината которой равна ξ , а освещенность e . Вычисляется y по формуле (9-6), что дает пару точек изолуксы. Последовательно повторяется операция до значения x , при котором необходимая освещенность e больше ее максимального значения на графике.

Строится изолукса в масштабе плана освещаемой территории.

Аналогично решается задача построения изолукс вертикальной освещенности (понимая под последними геометрические места точек одинаковой освещенности вертикальных площадок, перпендикулярных проекции осевого луча и расположенных на том же уровне, на котором рассчитывается горизонтальная освещенность) с той разницей, что формула (9-7) заменяется выражением

$$e = \frac{e\rho^3 h^2}{x}. \quad (9-8)$$

Практически часто (при составлении альбомов изолукс — всегда) параллельно строятся изолуксы для широкого диапазона значений e .

В табл. 9-8 приводится пример расчетов для построения изолуксы горизонтальной освещенности с использованием табл. 9-7 и графика рис. 9-11.

Освещенность любой точки поверхности может быть определена наложением на нее семейства изолукс или рассчитана индивидуально. В последнем случае обмеряется по плану x и y ; по $x : h$ в табл. 9-7 находятся ξ , ρ , ρ^3 , по формуле (9-6) определяется η ; по графику изолукс на условной плоскости, зная ξ и η , находится e , и затем e — по (9-7).

Собственно расчет прожекторного освещения чаще всего сводится к компоновке изолукс. Заполнив весь план освещаемой поверхности изолуксами

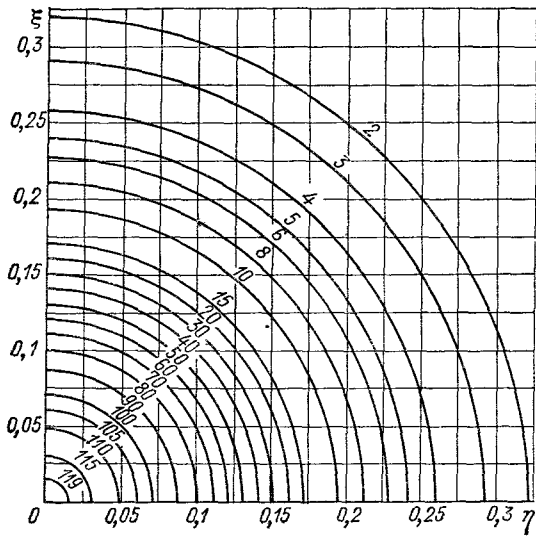


Рис. 9-5. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПСМ-50-1 с лампой Г220-1000

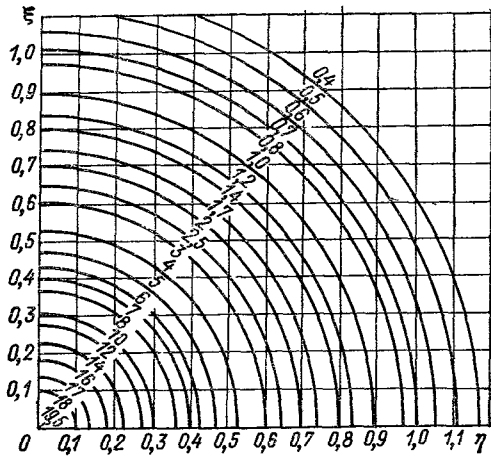


Рис. 9-6. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПСМ-50-1 с лампой ДРЛ-700

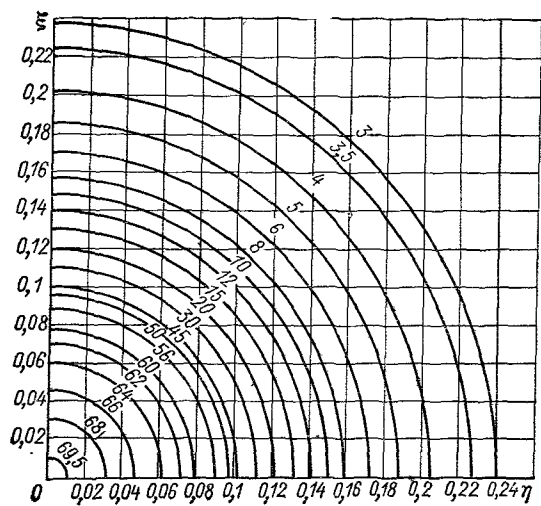


Рис. 9-7. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПСМ-40-1 с лампой Г220-500

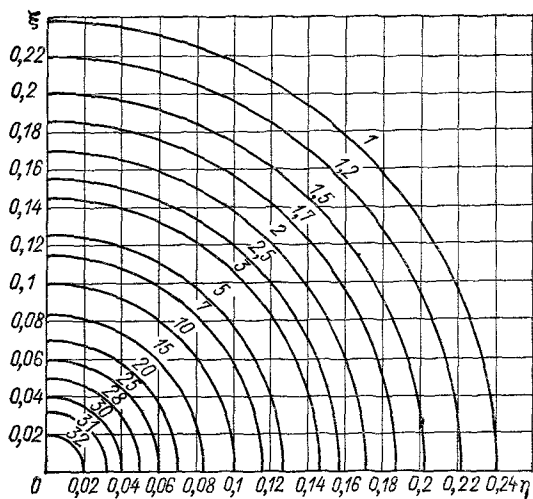


Рис. 9-8. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПСМ-30-1 с лампой Г220-200

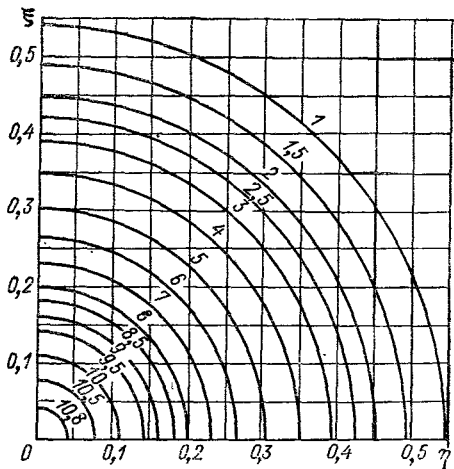


Рис. 9-9. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПЗР-250 с лампой ДРЛ-250

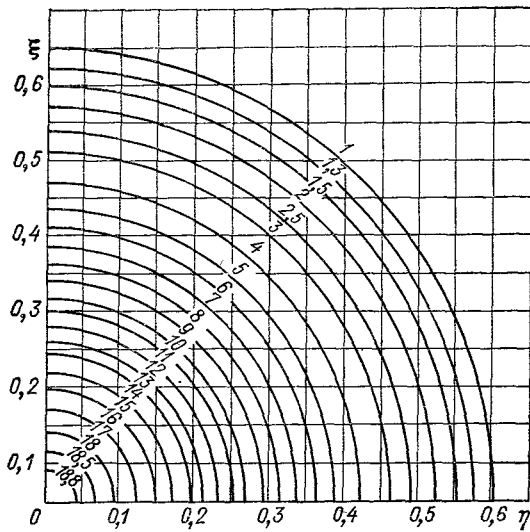


Рис. 9-10. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПЗР-400 с лампой ДРЛ-400

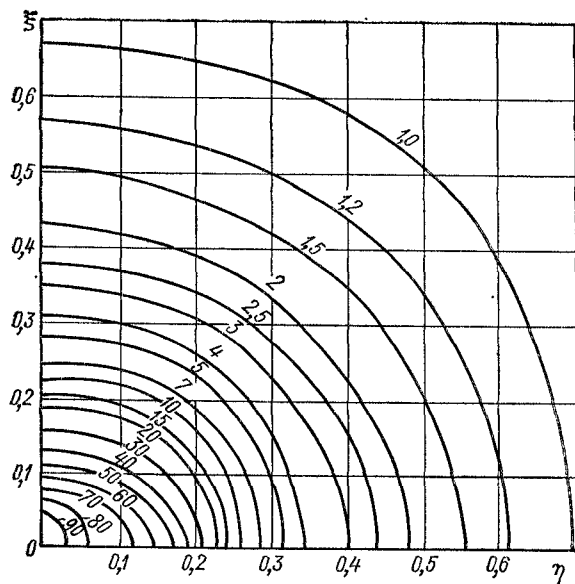


Рис. 9-11. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПЗС-45 с лампой Г220-1000

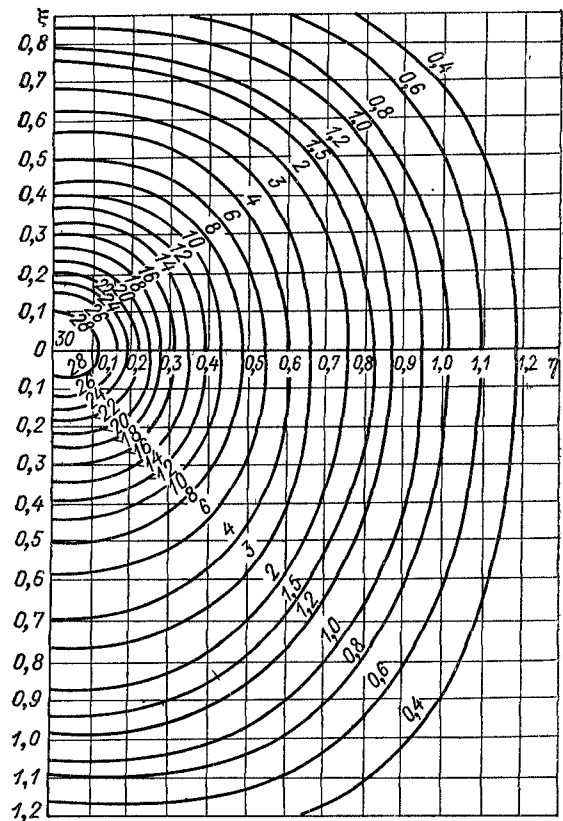


Рис. 9-12. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПЗС-45 с лампой ДРЛ-700

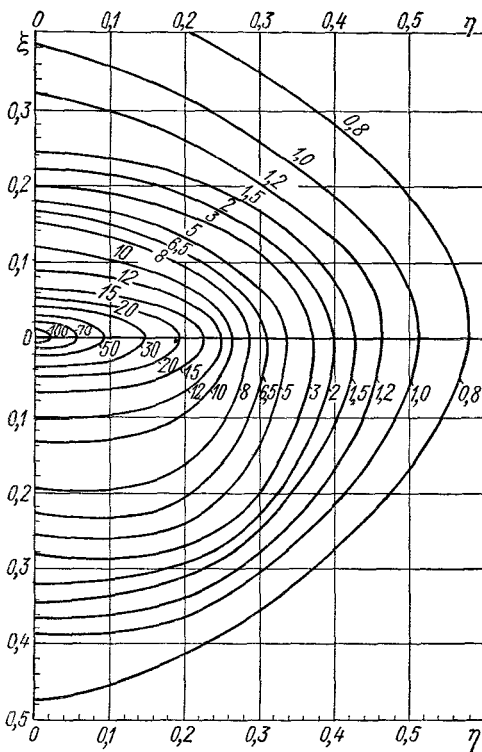


Рис. 9-13. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПЗС-35 с лампой Г220-500

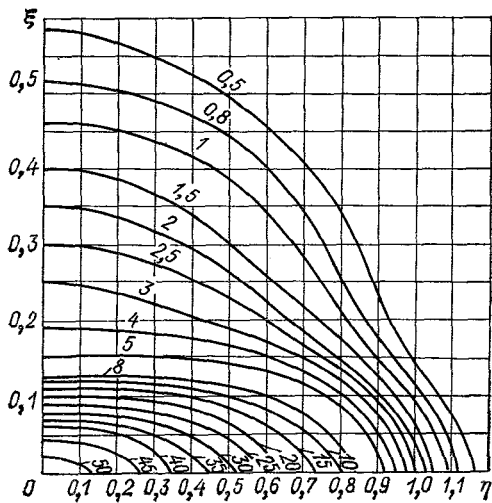


Рис. 9-14. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ПКН-1000-1

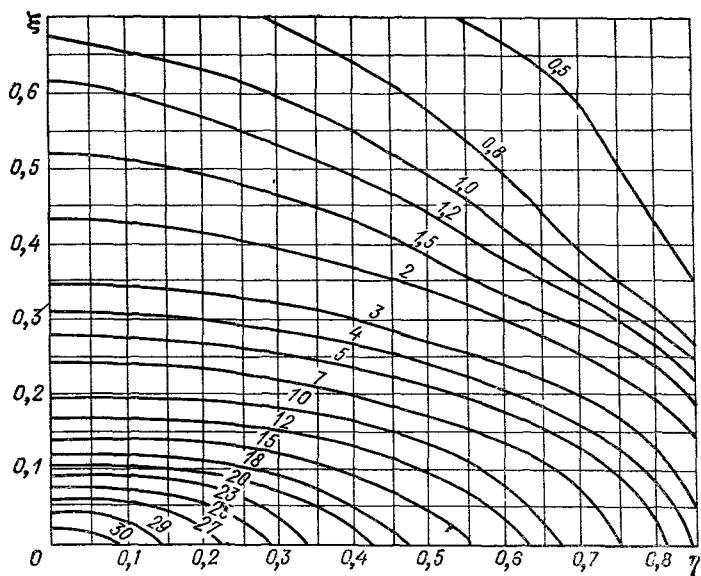


Рис. 9-15. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы).
Прожектор ПКН-1000-2

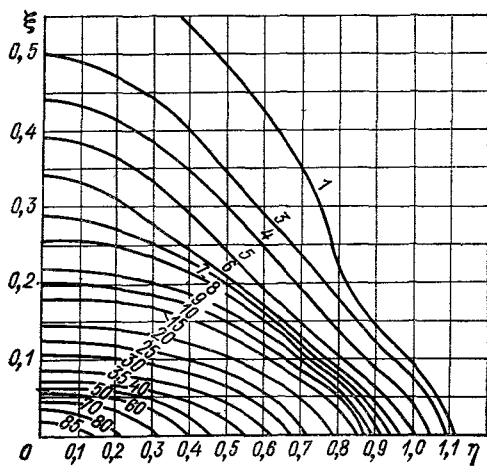


Рис. 9-16. Изолюксы на условной плоскости
(килолюксы). Прожектор ПКН-1500-1

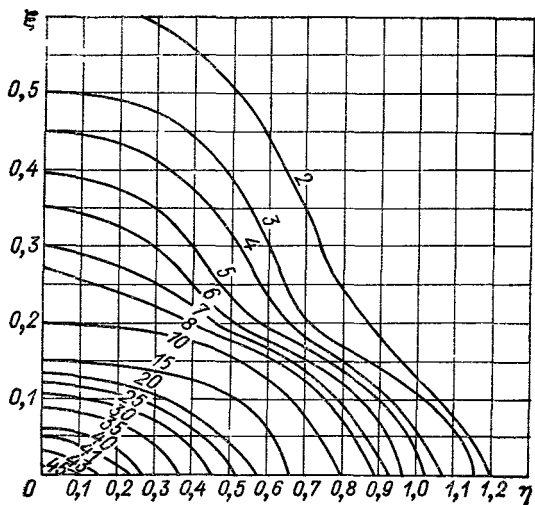


Рис 9-17 Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) Проектор ПКН-1500-2

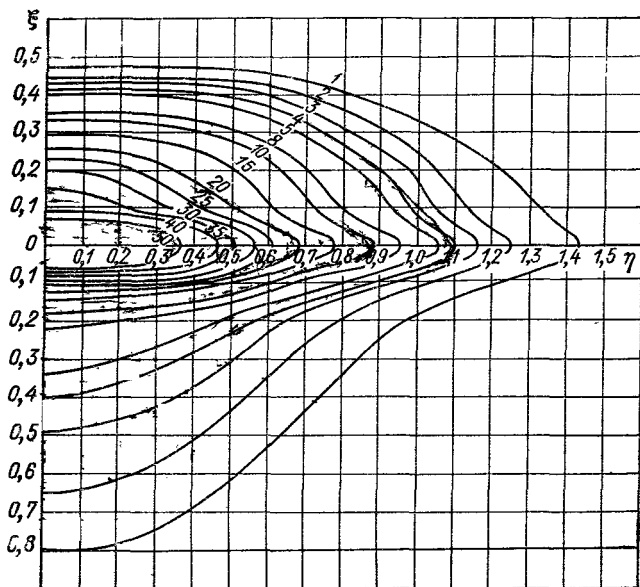


Рис. 9-18. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы). Проектор ИСУ-2000

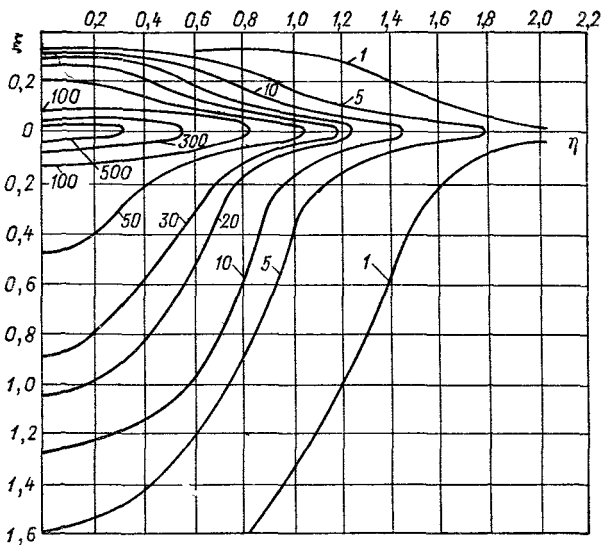


Рис. 9-19. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы).
Осветительное устройство ОУКсН-20000

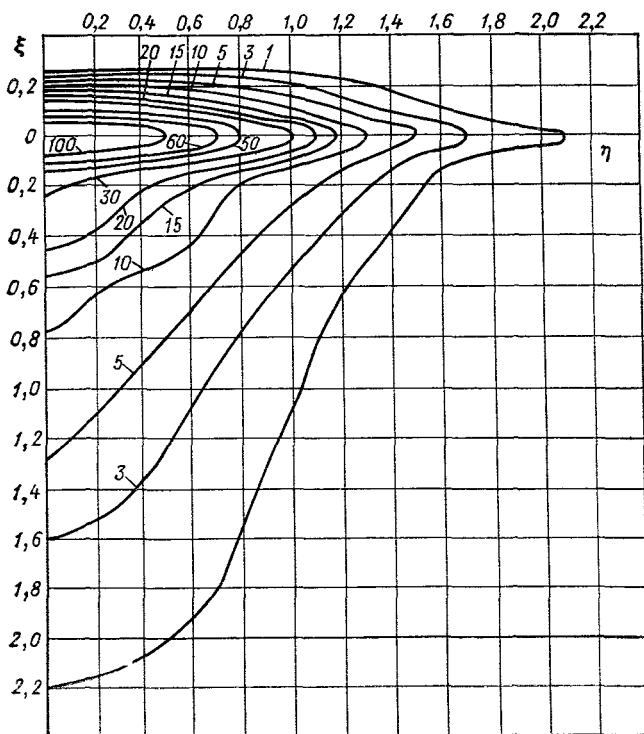


Рис. 9-20. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы).
Осветительное устройство СКсН-10000

Расчеты для построения изолуксы $e=1$ лк для прожектора ПЗС-45,
1000 Вт, 220 В при $h=20$ м и $\theta=20^\circ$

x	$x \cdot h$	ξ	ρ	ρ^2	ε	η	y
20	1	0,47	1,28	2,1	840	$\approx 0,65$	17
30	1,5	0,25	1,8	5,3	2 120	0,37	13
40	2	0,12	2,2	11	4 400	0,31	14
50	2,5	0,04	2,7	19	7 600	0,27	14,5
60	3	0,03	3,2	32	12 800	0,25	16
70	3,5	0,07	3,6	48	19 200	0,22	16
80	4	0,11	4,1	68	27 200	0,16	13
90	4,5	0,13	4,6	95	38 000	0,06	5,5
100	5	0,15	5	128	51 200	Изолуксы нет	

$e = Ek : 2$, где E — нормированная освещенность (см. рис. 9-22), получаем в точках касания или пересечения изолукс освещенность $2e = Ek$, а «внутри» изолукс — большую освещенность.

При относительно высоких E , а также при желании осветить каждый участок площади с двух мачт для перекрытия теней применяется двухслойная компоновка изолукс. В этом случае, учитывая несовпадение минимумов освещенности в обоих слоях, каждый слой можно образовывать из изолукс $e = Ek : 5$.

Практически при расчете намечается расположение мачт, вырезаются из кальки изолуксы для различных θ , накальваются точками мачт в намеченное место мачты и путем поворота выбирается вариант, обеспечивающий хорошее заполнение площади при наименьшем числе прожекторов, для которого фиксируются углы θ и β .

При небольших размерах площади может оказаться достаточным один прожектор, расположенный так, что вся

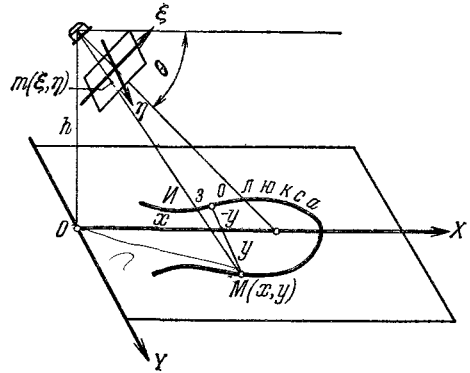


Рис. 9-21. Схема к построению изолукс

площадь охватывается изолуксой $e = Ek$.

Площадь, охватываемая изолуксой, обычно имеет максимум при определенном θ , и желательно принимать этот угол близким к оптимальным значениям. Для некоторых прожекторов эти значения могут быть определены с помощью табл. 9-9.

Пусть намечается при ПЗС-45 получить $E = 2$ лк при $k = 1,5$ и $h = 28$ м путем однослойной компоновки изолукс. В этом случае $e = \frac{2 \cdot 1,5}{2} = 1,5$ лк и $eh^2 = 1180$ лм. С помощью табл. 9-9 находим $\theta = 21^\circ$.

Нередко потребное eh^2 столь велико, что его или нет в таблице, или угол θ получается таким, что оптимальная изолукса слишком близка к мачте.

В подобных случаях задача решается установкой на мачте одного или нескольких вееро прожекторов, т. е. групп прожекторов с одинаковыми θ , проекции осей которых образуют друг с другом одинаковые углы τ (рис. 9-23).

При $\tau \leq 20^\circ$ освещенность в пределах дуг AB любого радиуса x почти равномерна (по крайней мере, до предпоследних с каждой границы веера прожекторов)

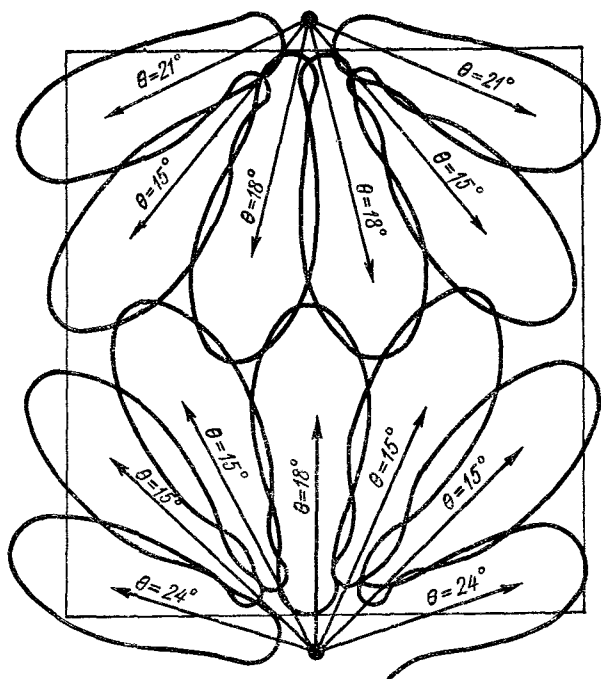


Рис. 9-22. Пример компоновки изолюкс

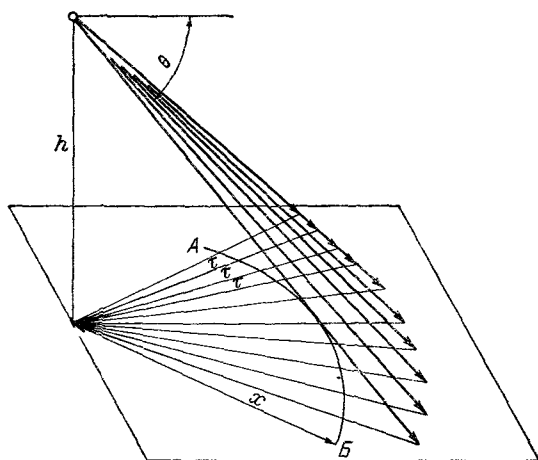


Рис. 9-23. Векр прожекторов

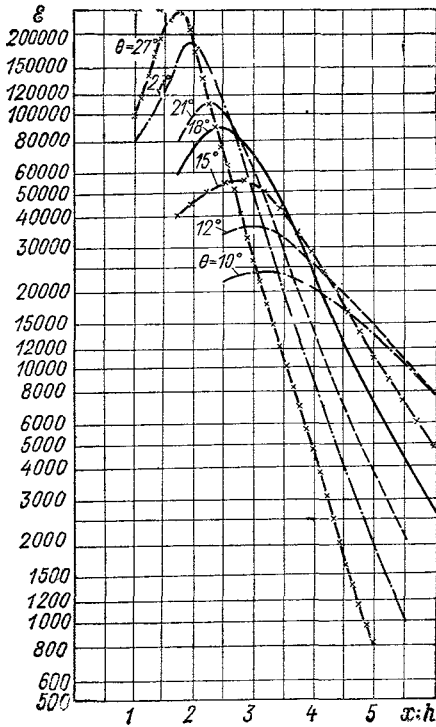


Рис. 9-24. Приведенная освещенность от веера прожекторов ПЗС-45 с лампами Г220-1000

$x:h$ $x:h$ $x:h$ 500 500

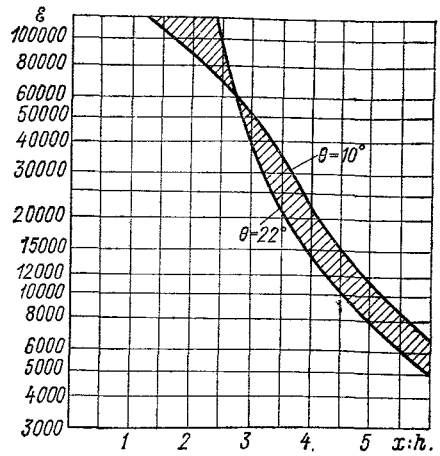


Рис. 9-25. Приведенная освещенность от веера прожекторов ПЗС-45 с лампами ДРЛ-700

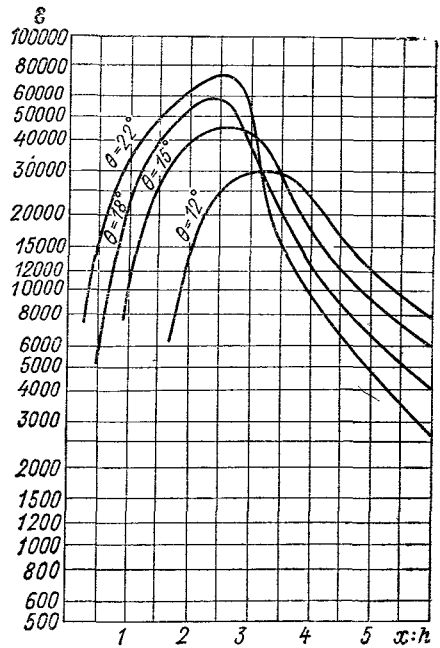


Рис. 9-26. Приведенная освещенность от веера прожекторов ПСМ-50-1 с лампами Г220-1000

Значения eh^2 , при которых различные θ являются наивыгоднейшими

Интервал eh^2 , лм, для		θ , град	Интервал eh^2 , лм, для		θ , град
ПЗС 45, 1000 Вт, 220 В	ПЗС-35 500 Вт, 220 В		ПЗС 45, 1000 Вт, 220 В	ПЗС 35 500 Вт, 220 В	
150—200	75—120	8	600—1000	420—680	18
200—280	120—190	10	1000—1800	680—900	21
280—430	190—300	12	1800—3000	900—1400	24
430—600	300—420	15	3000—4500	1400—2000	27

и при всех заданных других параметрах установки является функцией только $x : h$.

Основанием для расчета являются в этом случае графики освещенности \mathcal{E} , рассчитанной для $h = 1$ м и $\tau = 1^\circ$ и построенной в функции отношения $x : h$ (рис. 9-24 — 9-26).

В общем случае, при освещении поверхности несколькими веерами в характерных контрольных точках определяется освещенность \mathcal{E} от каждого веера, находится $\Sigma \mathcal{E}$ и рассчитывается

$$\tau = \frac{\Sigma \mathcal{E}}{E k h^2}, \quad (9-9)$$

если этот угол одинаков для всех вееров. Границы каждого веера легко находятся по плану.

Установки, освещаемые веерами прожекторов, как правило, крупные и ответственные, и здесь оправдано рассмотрение ряда вариантов, например: на мачте может быть установлено несколько вееров с разными θ и τ , веера разных мачт могут иметь разные параметры и т. д.

Задачи такого рода часто приходится решать подбором. Например, задавшись τ для одного или нескольких вееров, решаем формулу (9-9) относительно E и остальные веера рассчитываем на недостающую освещенность.

Все большее распространение получают прожекторы и светильники прожекторного типа с трубчатыми лампами (ксеноновые, галогенные лампы накаливания). Принципы расчетов освещения в этом случае сохраняются, но имеются и некоторые особенности. Светораспределение прожекторов с такими лампами в горизонтальной плоскости гораздо шире, чем в вертикальной (часто для освещения всего пространства вокруг мачты, т. е. в пределах 360° , достаточно четырех прожекторов). В ряде случаев оказывается, что вся освещаемая поверхность охватывается одной изолуксой, т. е. достаточно одного прожектора. При необходимости установки нескольких прожекторов рекомендуется, не ограничиваясь обычной компоновкой изолукс, более детально анализировать распределение освещенности по всей поверхности, накладывая на план не отдельные изолуксы, а все их семейство.

Светильником прожекторного типа является также СЗЛ для зеркальных ламп 300, 500, 1000 Вт, с успехом применяемый для освещения близкорасположенных поверхностей. Расчет освещения (от наклонных СЗЛ ничем не отличается от расчетов для обычных прожекторов (ввиду отсутствия достоверных данных изолуксы на условной плоскости для СЗЛ не приводятся).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

10-1. ВЫБОР НАПРЯЖЕНИЯ И ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Для осветительных установок, как правило, должно применяться напряжение: переменного тока при заземленной нейтрали — не выше 380/220 В, переменного тока при изолированной нейтрали и постоянного тока — не выше 220 В.

Преимущественно применяются осветительные сети переменного тока с заземленной нейтралью напряжением 380/220 В.

Сети с изолированной нейтралью напряжением 220 В и ниже применяются, в основном, в специальных электроустановках при повышенных требованиях к электробезопасности.

Постоянный ток используется для резервного питания особо ответственных осветительных приемников и в специальных электроустановках.

Сети напряжением 220/127 В переменного тока при заземленной нейтрали в отдельных случаях сохраняются при реконструкции и расширении действующих осветительных установок.

Напряжение 660 В, внедряемое в настоящее время для питания силовых электроприемников на предприятиях некоторых отраслей промышленности, для целей освещения по ряду причин пока не используется.

Напряжение 12 и 36 В применяется в случаях, указанных в табл. 10-1, преимущественно для местного и переносного освещения лампами накаливания.

В настоящее время для светильников местного освещения, в частности, поставляемого комплектно со станками, начинает внедряться напряжение 24 В (при люминесцентных лампах — 110 В).

Для сетей 12—36 В применяются как однофазные, так и трехфазные системы

Напряжение выпускаемых отечественной промышленностью ламп в основном не превышает 220 В, но уже широко применяются ксеноновые лампы ДКСТ мощностью 20 кВт и более, а также осваивается ряд типов ламп (например, лампы ДРИ-2000), рассчитанных на напряжение 380 В. Такое же напряжение вводится в некоторые люминесцентные светильники, что связано или со схемами их зажигания (светильники ЛОУ, УВЛН-3 × 80, ВЛО и др.), или с использованием корпусов светильников (ЛДОР, ПВЛМ, ЛПО01, ЛСО02 и др.) для прокладки двух- и трехфазных магистралей.

Существующее требование Правил устройства электроустановок (ПУЭ, изд. 4-е, § VI-1-20) о питании всех светильников общего освещения напряжением не выше 220 В частично устарело и, как уже предусмотрено проектом новой редакции ПУЭ, не должно распространяться на светильники с газоразрядными источниками света со специальными схемами зажигания.

В табл. 10-1 указаны наибольшие допустимые напряжения для светильников в различных случаях.

Снижение напряжения по отношению к номинальному не должно у наиболее удаленных ламп превышать следующих значений:

2,5% — у ламп рабочего освещения промышленных и общественных зданий, а также прожекторного освещения наружных установок;

5% — у ламп рабочего освещения жилых зданий, наружного освещения, выполненного светильниками, и аварийного освещения;

10% — у ламп 12—36 В, считая от выводов низшего напряжения понижающих трансформаторов.

Допускаемые напряжения для светильников

Наибольшее напряжение, В	Условия, допускающие применение напряжения для светильников		
	общего освещения	местного освещения	переносного освещения

Светильники с лампами накаливания

220	<p>Помещения без повышенной опасности и электропомещения — вне зависимости от высоты установки и конструкции светильников</p> <p>Помещения с повышенной опасностью и особо опасные:</p> <p>а) светильники любой конструкции при условии обслуживания их с площадок, посещаемых только квалифицированным персоналом, или с кранов;</p> <p>б) при установке светильников любых типов на высоте не менее 2,5 м;</p> <p>в) при установке на высоте менее 2,5 м светильников, доступ к лампам которых невозможен без инструмента, с вводом в светильники проводников, защищенных от механических воздействий (кабелей, защищенных проводов, проводов в трубах и т. д.)</p>	<p>Помещения без повышенной опасности — светильники любой конструкции</p> <p>Помещения с повышенной опасностью (но не особо опасные) — как исключение светильники специальной конструкции</p> <p>Помещения с повышенной опасностью и особо опасные:</p> <p>а) светильники специальной конструкции (как исключение), являющиеся составной частью аварийного освещения, получающего питание от независимого источника;</p> <p>б) светильники любой конструкции, устанавливаемые на передвижных стойках, на высоте не менее 2,5 м. Лабораторные помещения с повышенной опасностью — светильники, стационарно встроенные в лабораторные шкафы, и светильники с корпусом и кронштейном из изолирующих материалов, используемые на столах</p>	<p>Помещения без повышенной опасности</p>
-----	---	---	---

Наибольшее напряжение, В	Условия, допускающие применение напряжения для светильников		
	общего освещения	местного освещения	переносного освещения
36	Допускается во всех случаях	Допускается во всех случаях	Допускается во всех случаях, за исключением особо неблагоприятных условий, а именно: когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими хорошо заземленными поверхностями, например при работе в котлах
12	Допускается во всех случаях		

Светильники с люминесцентными лампами

220	Любые помещения — при установке светильников на высоте не менее 2,5 м	Любые помещения, кроме сырых, жарких и с химически активной средой — при условии недоступности токоведущих частей светильников для случайных прикосновений	
220	Любые помещения — при установке на высоте менее 2,5 м светильников, токоведущие части которых недоступны для случайных прикосновений	Помещения сырые, особо сырые, жаркие, с химически активной средой — при условии применения светильников специальных конструкций	

Светильники с лампами ДРЛ

220	Те же условия, что и для светильников с лампами накаливания		
-----	---	--	--

Примечание. 1. Таблица не распространяется на светильники с газоразрядными лампами, включаемыми по специальным схемам (например, на светильники с ксеноновыми лампами)

2. Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и другие приравниваются при выборе напряжения к светильникам местного освещения.

3. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения с лампами накаливания менее 1,8 м рекомендуется применять напряжение не более 36 В.

4. У всех выпускаемых заводами светильников с люминесцентными лампами контактные части недоступны для случайного прикосновения.

Для зданий и сооружений вспомогательного характера, удаленных от источника питания или питаемых от силовой сети, а также для осветительных установок с малым годовым числом часов использования можно допустить и большее снижение напряжения при наличии соответствующих технико-экономических обоснований (при учете в светотехническом расчете соответственно уменьшенного светового потока ламп).

Для обеспечения надежной работы газоразрядных ламп напряжение на них не должно быть ниже 90% номинального.

Наибольшее напряжение у ламп должно быть не более 105% номинального.

Частота колебаний напряжения у ламп рабочего освещения при изменениях менее 1% не ограничивается; при колебаниях более 1% допустимая их частота определяется в зависимости от величины колебания напряжения по формуле

$$n = \frac{6}{U_t - 1}, \quad (10-1)$$

где n — наибольшее допустимое число колебаний напряжения в час; U_t — величина колебания напряжения, %.

Указанное требование не распространяется на лампы местного освещения, обслуживающие какой-либо определенный механизм, станок и т. п., если резкие изменения напряжения связаны с работой их электродвигателей.

Для отдельных установок с резко переменным характером нагрузки допускаются колебания напряжения до 1,5% номинального при неограниченной их частоте.

В электрических сетях сельскохозяйственных районов и в сетях, питаемых от шин тяговых подстанций электрифицированного транспорта, при наличии соответствующих технико-экономических обоснований, с разрешения Министерства энергетики и электрификации СССР допускаются более высокие значения колебаний напряжения.

При напряжении силовых приемников 380 В питание освещения, как правило, должно осуществляться от трансформаторов 380/220 В, общих для силовой и осветительной нагрузок. Частые возражения персонала предприятий против такого питания со ссылкой на чрезмерные в этом случае отклонения напряжения, как правило, неосновательны, так как отклонения порождаются, в основном, сетями высокого напряжения и при осветительных трансформаторах снижаются незначительно (не более чем на 2—3%).

При любой системе питания (как от общих, так и осветительных трансформаторов), если имеются или ожидаются значительные отклонения напряжения, рекомендуется применение стабилизаторов или ограничителей напряжения, особенно в установках с лампами накаливания.

В тех случаях когда силовая нагрузка вызывает недопустимые колебания напряжения, на осветительных линиях должны устанавливаться безынерционные стабилизаторы (например, тиристорные) или питание освещения должно предусматриваться от отдельных трансформаторов.

Выделение самостоятельных осветительных трансформаторов необходимо и в тех случаях, когда напряжение 380 В не может быть допущено по условиям электробезопасности (специальные электроустановки). При наличии технико-экономических обоснований не исключается выделение для освещения отдельных трансформаторов и при большой плотности осветительных нагрузок (многоэтажные корпуса с высокими освещенностями и др.).

При напряжении силовых приемников 660 В должен производиться обоснованный выбор между самостоятельными осветительными трансформаторами 380/220 В (220/127 В), питаемыми от сети высокого напряжения, и промежуточными осветительными трансформаторами, питаемыми через силовые трансформаторы. При напряжении светильников 380 В могут быть непосредственно использованы сети 660/380 В.

В отношении требуемой надежности электроснабжения осветительные установки, как и прочие электроприемники, делятся на 3 категории.

I категория — осветительные установки, перерыв в электроснабжении которых не должен иметь места или допускается лишь на время автоматического включения резерва.

Питание установок I категории обеспечивается от двух независимых источников.

Однако если перерыв в электроснабжении установки угрожает жизни многих людей, ведет к разрушению особо важного технологического оборудования, нарушению работы важнейших узлов связи, водоснабжения, энергетики и т. п., то осветительные установки выделяются из нагрузок I категории в так называемую «особую» группу и питаются от двух независимых источников с переключением части светильников (или включением дополнительных светильников) на третий независимый источник при полном (а в некоторых случаях и частичном) погасании установки.

В качестве таких аварийных источников могут быть применены дизельные станции, бензиновые двигатели, аккумуляторные батареи или же использованы электрические связи с ближайшими независимыми источниками, которые остаются в работе при обесточении предприятия, а в нормальном режиме, как правило, не используются.

II категория — осветительные установки, для которых допускаются перерывы в электроснабжении на время, необходимое для ручного включения резерва дежурным персоналом или выездной бригадой.

Практически в большинстве случаев установки II категории также обеспечиваются автоматическим вводом резерва (АВР), так как это не требует больших капитальных затрат, тем более, что во многих случаях бывает трудно отделить нагрузки второй категории от первой.

III категория — все прочие осветительные установки, допускающие перерыв питания на время ремонта или замены поврежденного элемента до одних суток.

Независимо от указанного в большинстве случаев не следует отказываться от возможностей увеличения надежности питания, предоставляемых общей схемой электроснабжения объекта в целом.

В осветительных установках, как правило, сохранение полного освещения, при выходе из строя одного из источников питания или одной из линий, не требуется, поэтому необходимая степень резервирования питания осветительной установки в основном осуществляется путем устройства аварийного освещения.

Аварийное освещение в зависимости от его назначения подразделяется на аварийное освещение для эвакуации персонала и аварийное освещение для продолжения работы (см. также § 4-1).

В целях сокращения параллельно прокладываемых линий, а следовательно, и общего расхода кабельной продукции в цехах с трехсменной работой на аварийное освещение выделяются, как правило, целые ряды светильников.

В этом случае названия рабочего и аварийного освещения условны, так как каждый из этих видов освещения выполняет одни и те же функции, являясь взаиморезервируемым по отношению к другому.

Для некоторых объектов аварийное освещение не устраивается, но осуществляется резервирование объекта питания в целом (например, резервирование электронагрузок жилого дома путем подвода двух линий к вводному устройству дома).

Аварийное освещение для продолжения работы, а также аварийное освещение для эвакуации людей из производственных зданий без естественного света, зрелищных предприятий и взрывоопасных зданий основного производства должно присоединяться к источникам питания, независимым от источников питания рабочего освещения.

Светильники аварийного освещения для эвакуации в прочих случаях должны быть присоединены к сети, независимой от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции или при наличии только одного ввода в здание от этого ввода; однако следует и здесь стремиться к максимальной независимости питания аварийного освещения.

Так, при наличии в здании трансформаторов, имеющих независимое друг от друга питание, аварийное освещение для эвакуации персонала и рабочее освещение следует присоединять к разным трансформаторам одной подстанции или, что еще лучше, разных подстанций.

При совмещенных трансформаторах возможность совмещения также силовых и осветительных сетей ограничивается повышенными требованиями последних

к качеству напряжения и необходимости сохранения освещения в периоды ремонтов. Поэтому общее освещение, как правило, должно питаться самостоятельными линиями, начиная от распределительных щитов трансформаторных подстанций или от главных магистралей при схемах блок трансформатор — магистраль.

Совмещение силовых и осветительных питающих линий возможно для общественных и жилых зданий, а также в ряде случаев для производственных зданий и сооружений вспомогательного характера со «спокойными» электросиловыми нагрузками, причем общими линиями являются только линии, питающие вводные и вводно-распределительные устройства зданий или размещенных в них обособленных потребителей.

Для зданий и сооружений с электросиловыми нагрузками I и II категорий, когда указанные устройства имеют рабочее и резервное питание, такое совмещение явно целесообразно (административно-общественные здания, магазины, столовые, компрессорные, насосные, спецподвалы и т. п.).

В прочих случаях целесообразность совмещения питающих сетей зависит от удаленности объекта от источников питания, величины осветительной нагрузки, схемы питания и управления электросиловой нагрузкой и т. п.

Во всех случаях питание от силовой сети следует осуществлять таким образом, чтобы вероятность сохранения напряжения в осветительной сети при отключении силовых нагрузок была бы максимальной.

Если аварийное освещение выполнено в объеме, большем, чем это требуется нормами СНиП (например, при выделении на аварийное освещение целых рядов), то нормируемые ПУЭ значения колебаний напряжения не должны превышать и в сетях аварийного освещения, в остальных же случаях эти требования на сети аварийного освещения могут не распространяться, в связи с чем питание аварийного освещения от силовой сети допускается значительно чаще, чем для рабочего освещения.

В производственных зданиях без окон и фонарей использование электросиловых сетей для питания общего рабочего и аварийного освещения не допускается в любых случаях.

10-2. ХАРАКТЕРНЫЕ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Ниже рассматриваются схемы применительно к сетям промышленных предприятий (для городских и сельскохозяйственных сетей схемы могут несколько отличаться).

Питание нагрузок III категории может производиться от одной однотрансформаторной подстанции. Аварийное и рабочее освещение должны при этом иметь самостоятельное питание, начиная от распределительного щита подстанции (рис. 10-1, а) или от ввода в здание (рис. 10-1, б).

Для электронагрузок II категории при соблюдении ряда условий (наличие централизованного резерва трансформаторов, питание трансформатора при кабельных линиях не менее чем двумя кабелями и др.) формально также допустимо питание от одной однотрансформаторной подстанции, но в действительности для осветительных нагрузок II категории желательно иметь более надежную схему питания.

Практически же, как отмечалось выше, в большинстве случаев электронагрузки II категории имеют ту же схему питания, что и нагрузки I категории.

При питании осветительной установки здания более чем от одной однотрансформаторной подстанции для рабочего и аварийного освещения используются разные трансформаторы (рис. 10-2). Если при этом трансформаторы получают независимое питание, то такая схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

В целях сохранения полного освещения при аварийных и плановых отключениях трансформаторов в ряде случаев (например, в цехах с частыми и длительными остановами технологического оборудования на ремонт и профилактический осмотр) желательно иметь перемычки между однотрансформаторными подстан-

циями, обеспечивающие сохранение напряжения на распределительном щите или осветительном шкафу при отключении питающего их трансформатора (рис. 10-3).

При наличии в здании двухтрансформаторных подстанций рабочее и аварийное освещение питаются от разных трансформаторов одной (рис. 10-4) или разных подстанций.

При независимом питании трансформаторов эта схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

Шины щита низшего напряжения двухтрансформаторных подстанций, как правило, разделяются на две секции, по числу трансформаторов. Между секциями устанавливается секционный выключатель, позволяющий при аварийном отключении одного из трансформаторов объединить обе секции в одну.

Для электронагрузок I категории, в качестве второго источника питания (питание аварийного освещения) применяются также аккумуляторные батареи, дизельные станции, бензиновые двигатели или же используются электрические связи с ближайшими независимыми источниками.

Эти источники применяются и в качестве третьих независимых источников при питании электронагрузок «особой» категории (рис. 10-5).

В качестве аварийных источников постоянного тока, как правило, используются стационарные аккумуляторные батареи 110—220 В, предусматриваемые для питания оперативных цепей в схемах электроснабжения и электропривода (машинные залы прокатных станков, преобразовательные подстанции и др.).

В тех же случаях, когда аккумуляторная батарея предусматривается только для питания освещения и мощность последнего мала, применяются стартерные аккумуляторные батареи или батареи с сухими элементами на напряжение 12—36 В.

Включение резервного питания или переключение на него освещения может выполняться автоматически (например, с помощью блоков серии БУ8000—ПУ8000) или вручную (например, с помощью пакетных или

рубящих переключателей). Для нагрузок «особой» и I категории при аварийном питании от трансформаторов и аккумуляторных батарей применяется только автоматический ввод резерва, при аварийном питании от дизельных станций — ручное включение (переключение).

При питании нагрузок по схеме блок трансформатор — магистраль — главная магистраль, питаемая от трансформатора и прокладываемая по цеху, выпол-

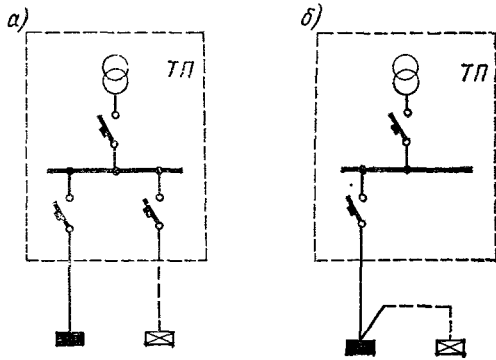


Рис. 10-1. Схема питания освещения от одной однострансформаторной подстанции: а — самостоятельные линии рабочего и аварийного освещения начиная от щита ТП; б — общая линия рабочего и аварийного освещения с разделением ее на вводе в здание

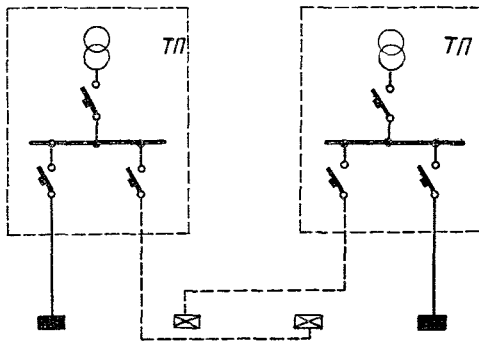


Рис. 10-2. Схема питания освещения от двух однострансформаторных подстанций

няет роль шин распределительного щита трансформаторной подстанции ТП (рис. 10-6).

Ответвления от главной магистрали к осветительным и силовым щиткам производится по всей длине магистрали с установкой защитных аппаратов в местах ответвлений или в непосредственной близости от них.

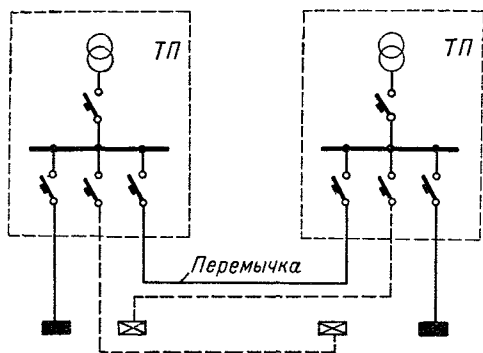


Рис. 10-3. Схема питания освещения от двух однострансформаторных подстанций с перемычкой между ними на стороне низшего напряжения

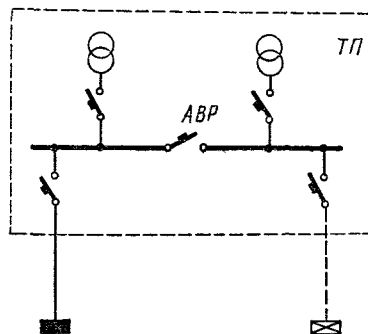


Рис. 10-4. Схема питания освещения от одной двухтрансформаторной подстанции

Рабочее и аварийное освещение питается от различных магистралей. Использование для питания освещения вторичных силовых магистралей не рекомендуется, поскольку во время эксплуатации возможны их временные отключения и качество напряжения на них не всегда надлежащее.

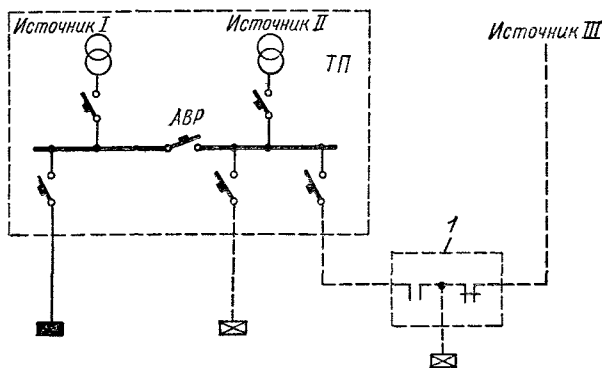


Рис. 10-5. Схема питания освещения от трех источников
1 — блок переключения

В отдельных случаях вторичные магистрали могут быть использованы для питания аварийного освещения.

Осветительные нагрузки, присоединение которых к главной магистрали нецелесообразно (освещение соседних зданий; территории; участков, удаленных от главной магистрали, и т. п.), питаются по обычной схеме. Для этих целей на распределительных щитах ТП сохраняется небольшое число линейных выключателей.

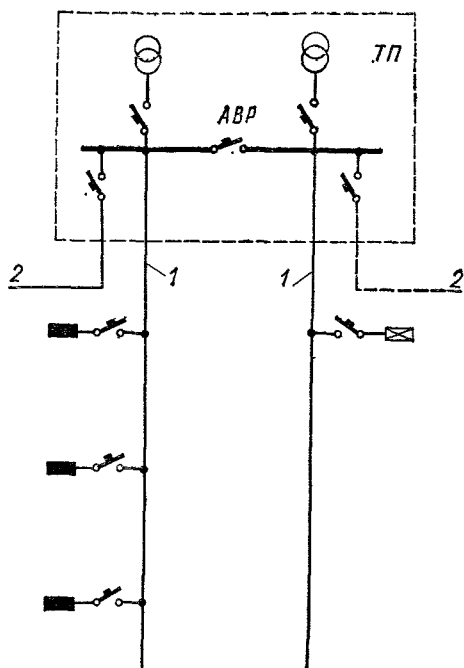


Рис. 10-6. Схема питания освещения при системе блок трансформатор—магистраль

1 — главные магистрали; 2 — линии, питающие внецеховые нагрузки

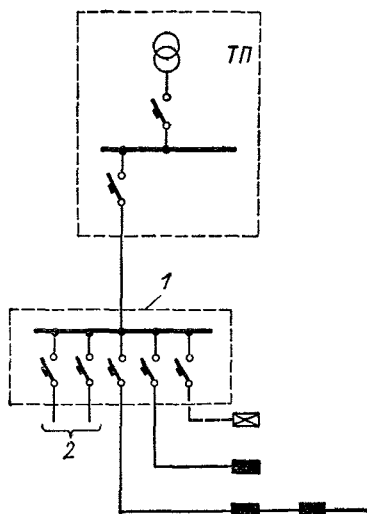
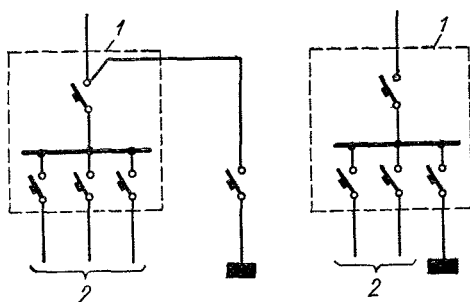


Рис. 10-8. Схема питания освещения с «размножением» линий на магистральном щитке

1 — магистральный щиток; 2 — линии к силовым электроприемникам (при целесообразности)

Рис. 10-7. Схема питания освещения от силовых вводов

1 — вводно-распределительное устройство; 2 — линии к потребителям



При совмещении сетей электроосвещения и силового электрооборудования принципиальные вопросы резервирования питания должны быть решены аналогично вышерассмотренным схемам.

Схемы питания освещения от силовых вводов приведены на рис. 10-7.

В питающих сетях освещения применяются как магистральные, так и радиальные схемы в зависимости от мощности и расположения щитков.

При магистральных схемах питания одной линией рекомендуется питать не более 4—5 щитков, хотя в ряде случаев это число может быть и увеличено: например, при малых нагрузках на щитки; на линиях, выполненных шинопроводами; для стояков, питающих щитки в многоэтажных зданиях, и т. д.

Ограниченность числа защитных аппаратов на распределительных щитах подстанций и большие значения их номинальных токов в ряде случаев делают необходимым питание групповых щитков от распределительного щита через магистральный пункт, на котором происходит «размножение» мощного фидера подстанции (рис. 10-8).

Вводы в здания должны быть оборудованы вводным или вводно-распределительным устройствами. Для зданий со встроенными или пристроенными подстанциями такими устройствами могут служить распределительные щиты подстанций, обслуживаемые персоналом потребителя.

Электроустановки организаций, обособленных в административно-хозяйственном отношении, но расположенных в одном здании, рекомендуется питать отдельными линиями от вводного или вводно-распределительного устройства.

10-3. ГРУППОВЫЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Согласно новой (пятой) редакции ПУЭ ток защитных аппаратов на групповых линиях не должен превышать 25 А, а при газоразрядных лампах 125 Вт и выше и ламп накаливания 500 Вт и выше — 63 А.

Число ламп на группу не должно, как правило, превышать 20, а при питании световых карнизов, панелей и т. п., а также люминесцентных светильников на 2 и более лампы — не более 50.

При защите предохранителями и однополюсными автоматами эти числа увеличиваются: для четырехпроводных трехфазных и трехпроводных двухфазных линий — соответственно в 3 и 2 раза; для трехфазных трехпроводных линий — примерно в 1,5 раза.

В линиях, питающих многоламповые люстры, число ламп не ограничивается.

При питании особомощных ламп, например ксеноновых ламп 10—20 кВт, на каждую из них устанавливается свой защитный аппарат. Токи защитных аппаратов для таких ламп не ограничиваются.

В ряде случаев токи и число ламп в линии могут определяться рекомендациями заводов-изготовителей, направленными на обеспечение надежной работы осветительных устройств (например, рекомендации о присоединении на фазу не менее 15 светильников с люминесцентными лампами 125—200 Вт при специальных схемах зажигания).

При питании групповой линией (группой) существенно большего числа ламп, чем выше указано, на ответвлениях к отдельным лампам или группам ламп устанавливаются аппараты защиты.

При трехфазных четырехпроводных системах (с выведенной нейтралью) применяются одно-, двух- и трехфазные группы, при трехфазных трехпроводных системах — двух- и трехфазные группы.

Переход от двухпроводных двухфазных и однофазных линий к трехпроводным двух- и трехфазным и четырехпроводным трехфазным линиям позволяет:

применить удобные по конструктивным соображениям сечения проводников (в групповых сетях преимущественно должны применяться проводники небольших сечений);

уменьшить общее число проводников, прокладываемых по одной трассе (так, замена трех однофазных линий на одну трехфазную уменьшает число проводников в 1,5 раза);

уменьшить потери напряжения при том же расходе проводникового материала или обеспечить экономию проводникового материала при той же потере напряжения, что и в двухпроводных линиях;

обеспечить возможность распределения светильников с газоразрядными лампами между различными фазами сети в целях уменьшения пульсации светового потока (см. § 8-3).

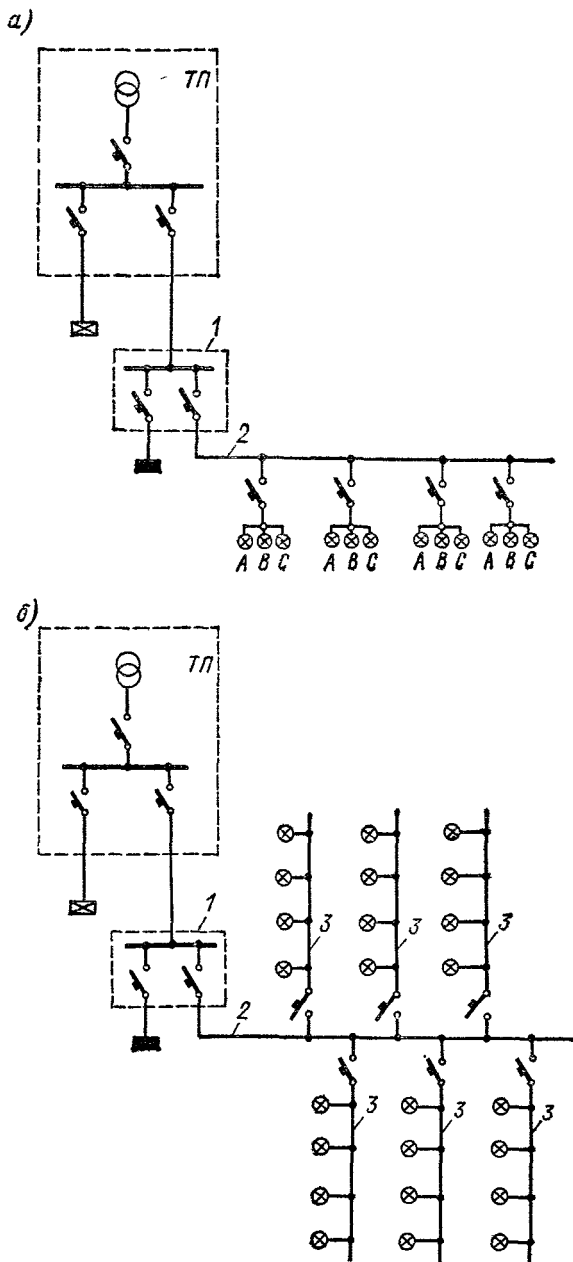


Рис. 10-9. Схема питания светильников при системе распределительных магистралей: *a* — непосредственно от главной магистрали; *б* — от вторичных магистралей
 1 — магистральный щиток; 2 — главная (первичная) магистраль; 3 — вторичная магистраль

Загрузка фаз в пределах каждого щитка и линии должна быть достаточно равномерной. Распределение групп щитка и светильников линии по фазам отражается в проекте.

При щитках с однополюсными автоматами для этих целей, как правило, указывается номер автомата.

При распределении между фазами светильников линии рекомендуется следующий порядок фазировки:

$A-B-C$, $A-B-C$, ... — при необходимости уменьшения коэффициента пульсации $K_{п}$, в случаях, когда необходимо сохранение равномерного освещения по всей площади при отключении одной-двух фаз, для наружного освещения,

$A-A-A$, $B-B-B$, $C-C-C$, ... — при необходимости включения освещения по участкам, площади при условии, что мероприятий по уменьшению $K_{п}$ не требуется;

$A-B-C$, $C-B-A$, ... — в прочих случаях.

К группам, питающим светильники, разрешается присоединение осветительных штепсельных розеток и трансформаторов малого напряжения, но при большом числе розеток и трансформаторов рекомендуется выделение их на отдельные группы, если это не связано с существенным увеличением протяженности сети.

При протяженных рядах светильников, допускающих совместное управление, находит применение система распределительных магистралей (рис. 10-9, а). При этой системе групповые щитки отсутствуют, ток и число ламп магистрали не ограничиваются, но на ответвлениях к лампам (часто — к группам из трех ламп разных фаз) устанавливаются аппараты защиты (в основном, автоматы). При выполнении магистралей шинпроводами аппараты защиты, как правило, входят в конструкцию магистрали.

Находит применение также система, состоящая из главных (первичных) и вторичных магистралей (рис. 10-9, б).

10-4. ЗАЩИТА ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Осветительные сети во всех случаях должны быть защищены от токов короткого замыкания.

Защита от перегрузки требуется

а) для сетей, выполненных открыто проложенными незащищенными изолированными проводами с горючей изоляцией (АПР, ПРД и т. д.),

б) для сетей жилых и общественных зданий, торговых помещений, служебно-бытовых помещений промышленных предприятий, пожароопасных помещений и взрывоопасных установок (включая наружные).

На внешние питающие сети (прокладываемые вне указанных в п. «б» помещений) требование о защите от перегрузок не распространяется.

Номинальные токи аппаратов защиты должны быть не менее расчетных токов защищаемых участков, по возможности близкими к ним и не должны отключать электроустановку при включении ламп.

В табл. 10-2 приведены ориентировочные данные по выбору плавких вставок предохранителей и уставок автоматов с учетом пусковых токов мощных ламп накаливания и ламп ДРЛ.

Номинальные токи тепловых и комбинированных нерегулируемых расцепителей автоматов, устанавливаемых в шкафах и ящиках (в щитках ПР9000, СУ9400, ящиках ЯЗ100 и т. д.), должны быть фактически снижены на 10—20% в зависимости от числа и загрузки автоматов.

Этого снижения не требуется, если автоматы согласно табл. 10-2 отстроены от пусковых токов.

В целях обеспечения селективности защиты и если это не приводит к завышению сечения проводников, ток каждого высшего (по направлению к источнику питания) аппарата защиты рекомендуется принимать не менее чем на 2 ступени большими тока последующего аппарата. Разница не менее чем на одну ступень обязательна при всех условиях, однако если вводные автоматы осветительных щитков приняты с расцепителями только в целях большей устойчивости этих

**Выбор токов аппаратов защиты с учетом пусковых токов
источников света**

Тип аппаратов защиты	Отношение номинального тока плавкой вставки или уставки теплового расцепителя автомата к рабочему току линии не менее		
	для ламп накаливания	для ламп ДРЛ	для люминесцентных ламп
Плавкие предохранители	1,0	1,2	1,0
Автоматические выключатели с тепловыми расцепителями:			
с уставками менее 50 А	1,0	1,4	1,0
с уставками 50 А и выше	1,0	1,0	1,0
Автоматические выключатели с комбинированными расцепителями.			
с уставками менее 50 А	1,4	1,4	1,0
с уставками 50 А и выше	1,4	1,0	1,0

автоматов к токам короткого замыкания, то вышеуказанное требование (селективности защиты) на них не распространяется

В установках с глухим заземлением нейтрали проводники должны быть выбраны таким образом, чтобы при коротком замыкании возникал ток, превышающий не менее чем в три раза номинальный ток плавкой вставки предохранителя или расцепителя автомата, имеющего обратно зависимую от тока характеристику. Во взрывоопасных установках это соотношение должно быть не менее 4 — при предохранителях и 6 — при автоматах.

При защите автоматами, имеющими только электромагнитный расцепитель, ток короткого замыкания должен быть не меньше тока уставки, умноженного на коэффициент 1,4 — для автоматов до 100 А и 1,25 — для прочих автоматов

Допускается не выполнять расчетной проверки кратности токов короткого замыкания, если обеспечено соотношение между длительно допустимым током проводника и номинальным током защитного аппарата, приведенное в табл. 10-3

В этой же таблице приведены аналогичные соотношения при защите сетей от перегрузки.

Если сечения, определяемые условиями защиты, оказываются большими, чем необходимые по расчетному току, то могут быть приняты ближайшие меньшие сечения (но не меньше, чем то необходимо по расчетному току).

Аппараты защиты устанавливаются:

а) на линиях, отходящих от щитов, щитков и других распределительных устройств; б) на вводах в здания при питании от отдельно стоящих подстанций и подстанций, не обслуживаемых персоналом потребителя (при ответвлениях к вводам в здания от воздушных линий, защищенных в точках ответвлений на величину тока до 20 А, аппараты защиты могут не применяться);

в) со стороны высшего и низшего напряжения трансформаторов 12—36 В;

г) в местах, где происходит уменьшение сечения линии.

В последнем случае допускается аппараты защиты не устанавливать, если аппараты защиты предыдущего участка защищают участок со сниженным сечением или если защищенные участки линии или ответвления выполнены проводниками, сечение которых не ниже половины сечения защищенных участков сети.

Аппараты защиты должны устанавливаться непосредственно в местах присоединения защищаемых проводников к питающей линии.

Допускается относить их от места присоединения на расстояние до 3 м, а при ответвлениях в труднодоступных местах — до 30 м.

Нормируемые соотношения между длительно допустимым током проводников $I_{\text{п}}$ и номинальными токами аппаратов защиты $I_{\text{з}}$

Проводники	Характеристика помещений, где требуется защита проводников	Нормируемое соотношение $I_{\text{п}}/I_{\text{з}}$ для аппаратов защиты			
		Плавкие предохранители	Автоматические выключатели с обратной зависимостью тока характеристики		Автоматические выключатели, имеющие только максимальные мгновенно действующие расцепители
			нерегулируемый расцепитель	регулируемый расцепитель	

Сети, защищаемые от токов короткого замыкания

Проводники всех типов	Все помещения	$\geq 0,33$	$\geq 1,0$	$\geq 0,66$	$\geq 0,22$
-----------------------	---------------	-------------	------------	-------------	-------------

Сети, защищаемые от перегрузки

Открыто проложенные изолированные провода с горючей оболочкой	Производственные взрывоопасные помещения	$\geq 1,0$			
	Все прочие помещения	$\geq 1,25$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$	$\geq 1,25$
Защищенные провода, кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией, провода в трубах	Производственные пожароопасные помещения	$\geq 1,0$			
	Помещения: торговые, служебно-бытовые промышленных предприятий; общественные и жилые здания; взрывоопасные установки	$\geq 1,25$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$	$\geq 1,25$
Кабели с бумажной изоляцией	Помещения: пожароопасные, торговые, служебно-бытовые промышленных предприятий; общественные и жилые здания; взрывоопасные установки	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$	$\geq 0,8$	$\geq 1,0$

Примечание. Под номинальным током аппарата защиты подразумевается номинальный ток расцепителя автоматического выключателя или плавкой вставки предохранителя (для автоматических выключателей с регулируемым расцепителем — ток трогания, для автоматических выключателей, имеющих только максимальный мгновенно действующий расцепитель, — ток отсечки).

Такие незащищенные участки следует выполнять кабелями с негорючей оболочкой или проводами в стальных трубах; при длине более 3 м они должны иметь пропускную способность не менее 10% пропускной способности защищенного участка магистрали. Во всех случаях сечение незащищенного участка должно пропускать расчетный ток ответвления и не быть меньше сечения проводника после защитного аппарата.

Ответвления к светильникам от групповых линий, защищенных аппаратами на ток до 50 А, разрешается не защищать при длине до 3 м при любом способе проводки и без ограничения длины — при защите проводников стальными трубами.

Защитные и отключающие аппараты не устанавливаются в нулевых проводниках, кроме нулевых проводников двухпроводных линий во взрывоопасных помещениях классов В-1.

Во изменение § VII-1-22, п. 1 ПУЭ, в соответствии с п. 5. 3 Указаний по проектированию электрооборудования жилых зданий — СН297—64 г., 2-е издание с изменениями, 1973 г., а также письмом Госэнергонадзора Министерства энергетики и электрификации СССР № 17—21 от 9. X—73 г., на квартирных щитках защитные аппараты должны устанавливаться только на фазных проводах. Следует считать, что это решение будет распространено на все прочие помещения без повышенной опасности, электроустановки которых обслуживаются неквалифицированным персоналом.

В сетях с изолированной нейтралью в трехпроводных сетях трехфазного тока и двухпроводных сетях однофазного или постоянного тока допускается при защите автоматами установка последних в двух фазах трехпроводных сетей и в одной фазе (полюсе) двухпроводных сетей.

Аппараты защиты могут не устанавливаться и на заземленных фазах (полюсах) сети 12—36 В.

В практике проектирования вышеуказанными допущениями, как правило, не пользуются.

При защите двух- и трехфазных линий в системах с глухозаземленной нейтралью применяются однополюсные аппараты защиты. Двух- трехполюсные аппараты (автоматы) предусматриваются лишь в тех случаях, когда требуется одновременное отключение всех фаз или полюсов (§ 10-5).

10-5. УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

Управление освещением небольших помещений производится выключателями, располагаемыми у входа, как правило, со стороны дверной ручки; для эпизодически посещаемых помещений (вентиляционные камеры, кладовые и т. д.) — вне помещений, в остальных случаях — в помещениях.

При числе светильников в помещении более одного рекомендуется (а в помещениях без естественного света требуется) установка не менее двух выключателей.

Управление освещением участков с различной естественной освещенностью должно быть раздельным.

Для протяженных помещений с несколькими входами, не используемых как постоянные проходы (кабельные галереи и туннели, галереи шинпроводов и т. д.), управление освещением рекомендуется осуществлять со всех возможных входов по так называемой «коридорной» схеме (рис. 10-10, а—б).

При схеме 10-10, б, применимой только для управления из двух мест, потеря напряжения в линии больше, чем при схеме 10-10, а, но возможно подключение нагрузок, не управляемых по «коридорной» схеме, без прокладки дополнительных проводников.

При токах нагрузки, превышающих допустимые для переключателей «коридорных» схем (более 6—10 А), а также при двух- и трехфазных линиях, управляются не непосредственно светильники, а катушки магнитных пускателей, реле или контакторов (рис. 10-10, в).

Как правило, при управлении магнитными пускателями и подобными аппаратами в цепи катушек устанавливаются не кнопки, а выключатели или переключатели.

чатели, чтобы обеспечить восстановление освещения после временного перерыва питания.

Аппараты управления обычно устанавливаются на всех фазных проводах и на обоих проводах сети постоянного тока.

Все вводимые в светильник провода, кроме нулевых, должны отключаться (аппаратами на соответствующее число полюсов) одновременно.

Это требование обязательно для светильников в помещениях без повышенной опасности; оно не относится к люминесцентным светильникам, все лампы в каждом из которых включаются на одну фазу, но через корпуса которых прокладываются магистрали питания (светильники ЛДОР, ЛСОО2, ЛПО01, ЛПО02 и т. п.), и не распространяется на линии 12—36 В.

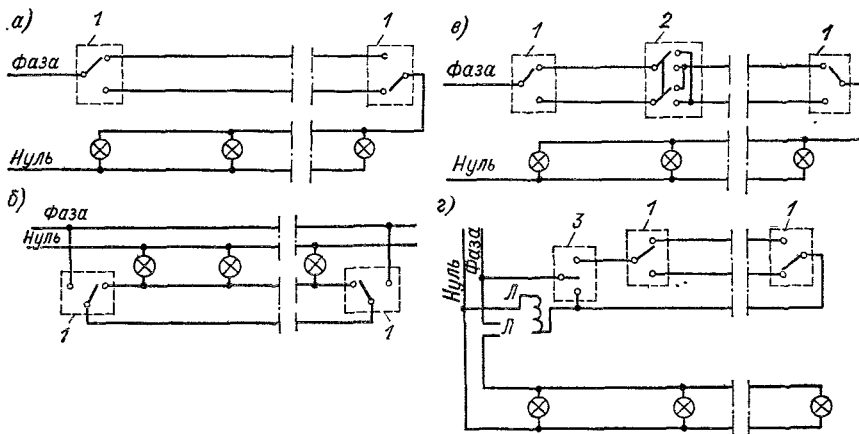


Рис. 10-10. «Коридорные» схемы управления освещением: а — из двух мест; б — из двух мест с транзитной фазой; в — из трех мест (а при увеличении числа выключателей 2 — из любого числа мест); г — с помощью пускателей, реле или контакторов (для управления их катушками применяются схемы а, б и в)

1 — переключатель однополюсный на два направления без нулевых положений (ППМ1-10/4с, артикул 173, при скрытой проводке — 174); 2 — переключатель двухполюсный на два направления без нулевых положений (ППМ4-10); 3 — переключатель однополюсный с нулевым положением (ППМ1-10/Н2), необходимый при отсутствии аппарата, отключающего светильники и пускатель

Для двухпроводных линий 12—36 В допускается устанавливать выключатели только в одной из фаз (полюсов).

Одновременное включение и отключение всех фаз (полюсов) в некоторых случаях необходимо для надежной работы установки, например, при применении осветительных устройств типа ЛОУП.

Одновременно должны отключаться также все незаземленные фазы (полюса) линий, питающих щитки, трансформаторы и другое электрооборудование, причем аппараты управления должны или устанавливаться в непосредственной близости от этого оборудования или быть доступны только для обслуживающего персонала.

При управлении двух- и трехфазными линиями в системах с глухозаземленной нейтралью, питающими однофазные приемники (в т. ч. светильники), рекомендуется применение однополюсных автоматов.

Установленные на групповых линиях конденсаторы и обслуживаемые ими светильники должны отключаться одновременно и на всех полюсах, т. е. трехполюсным аппаратом.

Во взрывоопасных помещениях классов В-I аппараты управления и защиты устанавливаются и на нулевых проводах двухпроводных линий.

Управление освещением больших помещений обычно производится аппаратами на групповых щитках. Места установки групповых щитков и любых других

аппаратов управления должны быть легко доступными для обслуживания. В помещениях с некруглосуточной работой щитки следует располагать вблизи входов или обеспечивать освещение подходов к ним.

С мест управления желательно видеть управляемые светильники.

В многоплощадочных зданиях с тяжелыми условиями среды (ряд цехов металлургических, рудоподготовительных, химических и других заводов), в отступление от рекомендации видимости светильников с места управления, управление освещением нескольких площадок (помещений, пролетов) может сосредоточиваться на щитках, располагаемых в помещениях с нормальной средой, например электропомещениях, обслуживаемых, как правило, электроперсоналом.

Аппараты управления должны устанавливаться на вводах:

во все здания и сооружения — при питании нагрузок на ток более 20 А от отдельно стоящих подстанций и подстанций, не обслуживаемых персоналом потребителя;

в торговые, коммунальные помещения и другие обособленные в административно-хозяйственном отношении потребители;

в пожароопасные склады (установка аппаратов управления снаружи последних).

Для управления светильниками местного освещения напряжения выше 36 В — в помещениях без повышенной опасности, 36 В и ниже — в любых помещениях допускается использовать взамен выключателей штепсельные соединения.

Когда управление освещением местными выключателями или с групповых щитков приводит к большим затратам времени эксплуатационного персонала, а также когда требуется одновременное включение (отключение) осветительной установки или ее части по заданной программе, применяется централизованное дистанционное управление (ЦДУ).

Преимущественно по такой системе управляются наружное освещение; верхнее освещение многопролетных производственных зданий; общее освещение протяженных трактов подачи материалов в производство (комплекс зданий и сооружений приема, транспортировки, перегрузки и складирования материалов); освещение зрелищных помещений и т. д.

Раздельно должно управляться освещение участков с различной естественной освещенностью, а иногда и с резко различной искусственной освещенностью; рабочее и аварийное освещение; участки с различным режимом работы. Освещение помещений без естественного света не должно входить в систему ЦДУ.

В наружном освещении промышленных предприятий раздельно управляются охранное освещение, освещение складов, освещение дорог и проездов, освещение открытых технологических площадок каждого цеха, светоотражение высоких зданий и сооружений.

Соответствующее разделение управления требуется для уличного освещения.

Индивидуальным для каждого объекта являются программы управления освещением зрелищных помещений.

При ЦДУ должна быть сохранена возможность местного (со щитков или отдельными выключателями) управления освещением.

Вариантом ЦДУ является телемеханическое управление, когда один канал связи используется для выполнения нескольких функций, однако самостоятельные системы телеуправления применяются только для уличного освещения городов.

Далее рассматриваются только схемы обычного ЦДУ.

Схемы ЦДУ выполняются либо на переносном токе с прокладкой силовых кабелей и проводов (рис. 10-11), либо, что предпочтительнее, на постоянном токе напряжением 48 В с использованием жил кабелей телефонной сети (рис. 10-12).

Подача напряжения на катушки пускателей или контакторов производится или непосредственно, или через промежуточные реле, применяемые в том случае, если необходимо уменьшить передаваемую по цепям управления мощность или когда напряжения катушек и цепей управления различны.

Цепи ЦДУ должны, как правило, иметь рабочее и резервное питание, причем резервное питание должно включаться автоматически.

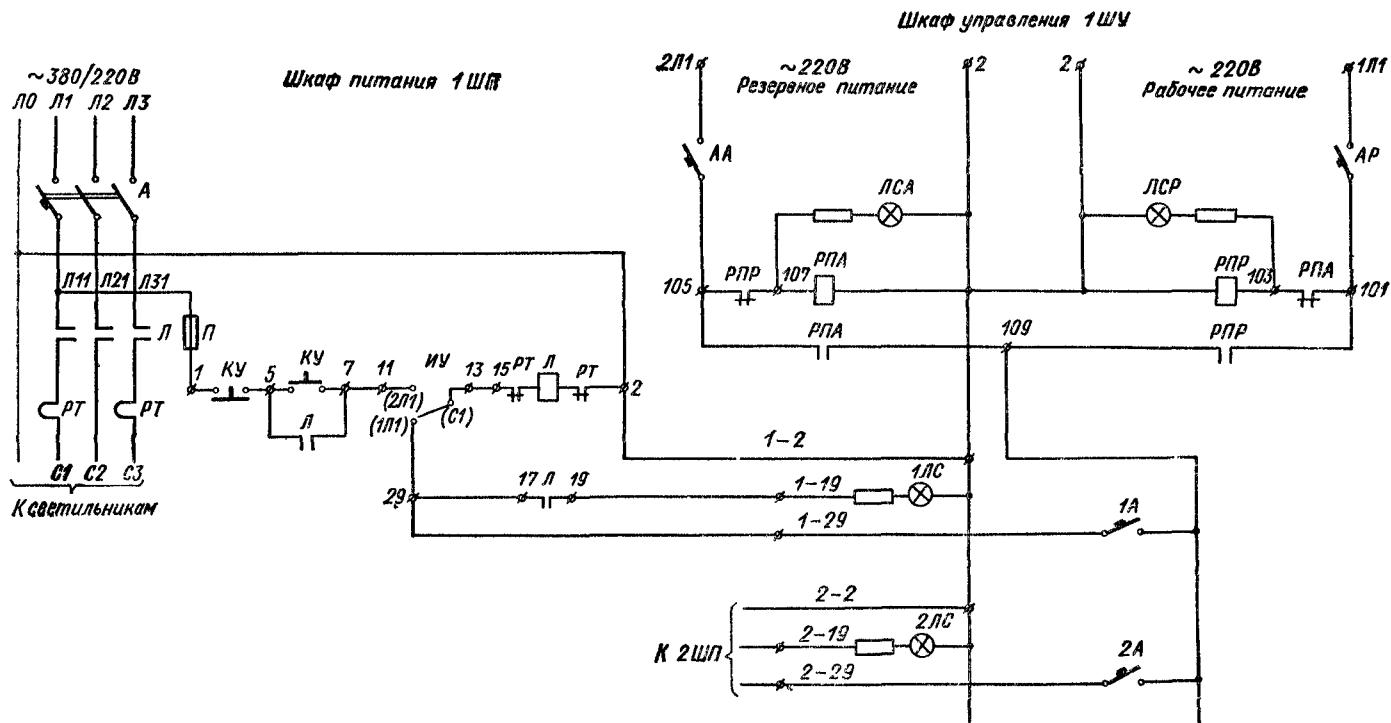


Рис. 10-11. Схема дистанционного управления при силовых кабелях без промежуточных реле

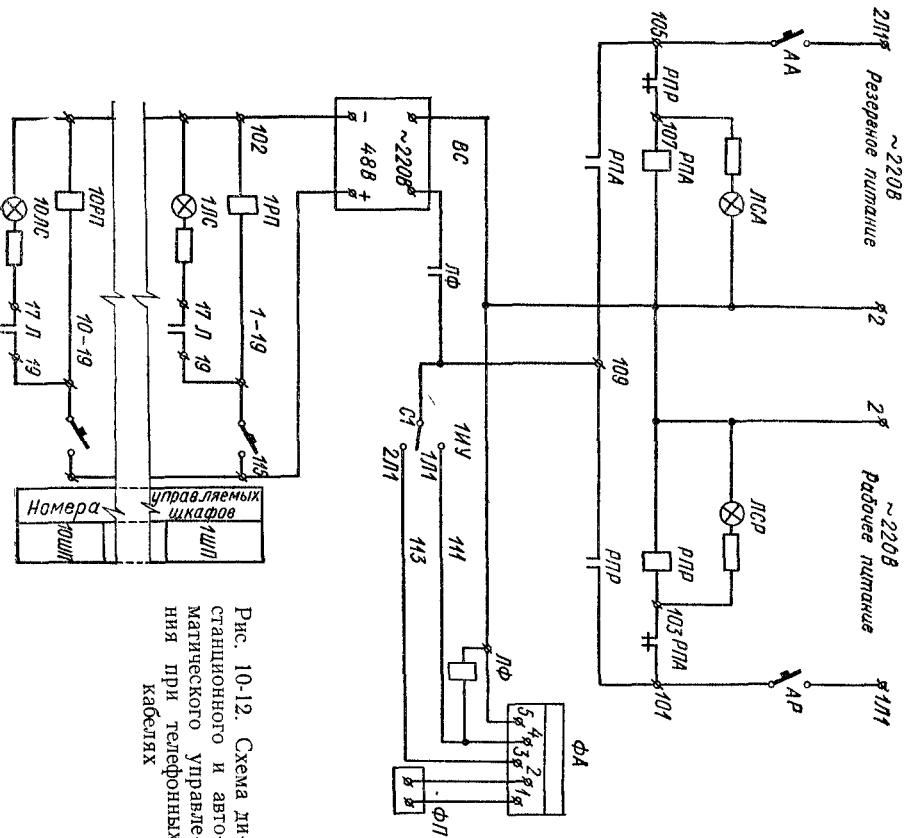
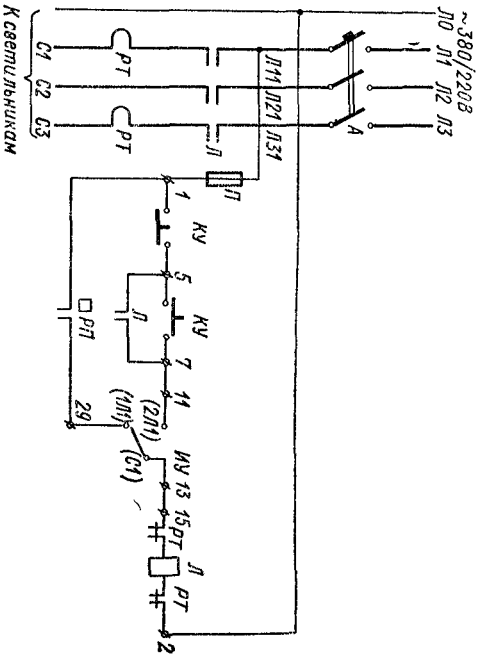


Рис. 10-12. Схема ди-
станции и авто-
матического управле-
ния при телефонных
кабелях

Питание цепей ЦДУ на постоянном токе производится, в основном, от сети переменного тока через выпрямители (например, ВСА-5А) или от аккумуляторных батарей слаботочных устройств.

В схемах ЦДУ в большинстве случаев должна предусматриваться световая сигнализация включения каждого контактора.

Ниже приводятся пояснения к схемам ЦДУ (рис. 10-11, 10-12).

1. Схемы являются одними из возможных. В частности, при сильноточных кабелях питание цепей управления может осуществляться непосредственно от управляемых линий.

2. В качестве шкафов питания использованы шкафы серии ШУ5100.

В схемах этих шкафов сохранены тепловые реле *РТ* и кнопки *КУ*. При применении шкафов индивидуального изготовления с нетиповыми блоками или отдельными аппаратами следует пускатели принимать без тепловой защиты, а кнопки *КУ* не устанавливать.

3. Наряду с автоматическими выключателями для защиты и управления могут быть использованы предохранители (например, ПН-50 при телефонных кабелях и НПН-15 при сильноточных кабелях) и выключатели (пакетные, микровыключатели и т. п.).

4. В схемах приняты следующие обозначения:

Л, ЛФ — магнитные пускатели;

А, АА, АР — автоматические выключатели (в цепях управления рекомендуется применение автоматов типов АБЗМГ, АЕ-1000 и т. п.);

ИУ — избиратели управления для перевода питания с дистанционного на местное управление (переключатели ППМ1-10/Н2 и т. п.);

П — предохранитель;

РТ — реле тепловые магнитных пускателей (см. п. 2);

КУ — кнопка управления (см. п. 2);

РПР, РПА — реле промежуточные переменного тока, например, ПЭ-21 (могут также использоваться магнитные пускатели, например, ПМЕ);

РП — реле промежуточные постоянного тока, например, ПЭ-21;

ЛСА, ЛСР, ЛС — лампы сигнальные (ЛС53 — для сети переменного тока; АСКМ-3 — для сети постоянного тока);

ФА — фотоавтомат (на рис. 10-12 показан автомат типа АО);

ФП — фотопреобразователь;

ВС — выпрямитель селеновый (рекомендуются выпрямители ВСА-5А).

Подробное описание различных схем ЦДУ приведено в брошюре Дудиомова М. С. «Управление осветительными сетями», М., «Энергия», 1973.

Автоматическое управление освещением осуществляется при помощи автоматов, в которых используются часовые механизмы, фотоэлементы и фоторезисторы.

Автоматы с часовыми механизмами включают и отключают освещение в определенное время суток.

Примером таких автоматов являются реле 2РВ (однопрограммные) и 2РВМ (двухпрограммные).

Принцип работы реле: пружинный двигатель часового механизма вращает программный диск, в резьбовые отверстия которого ввертываются установочные штифты по заданной программе. Штифты включают и выключают микровыключатель и тем самым освещение. При токе в линии более 10—15 А микровыключатель управляет непосредственно не линией, а катушкой магнитного пускателя или контактора.

Более перспективными являются фотозлектронные автоматы, включающие и отключающие искусственное освещение в зависимости от величины естественной освещенности объекта.

Основными элементами фотоавтоматов являются:

1. Фотопреобразователь, реагирующий на изменения естественной освещенности. В качестве фотопреобразователей, в зависимости от требуемой точности

срабатывания автомата по освещенности и по времени, используются фотозлементы, фоторезисторы и, реже, фотодиоды и фототранзисторы.

Фотопреобразователь устанавливают в местах контроля освещенности, ориентированных на север, с расположением как в помещениях, перед окном или между рамами, так и вне помещений — на наружных стенах зданий и сооружений.

Фотопреобразователи должны быть защищены от всякого рода случайных засветов, а при установке снаружи зданий — и от атмосферных осадков.

2. Задающее устройство, настраивающее автомат на заданное значение естественной освещенности, при котором он должен срабатывать.

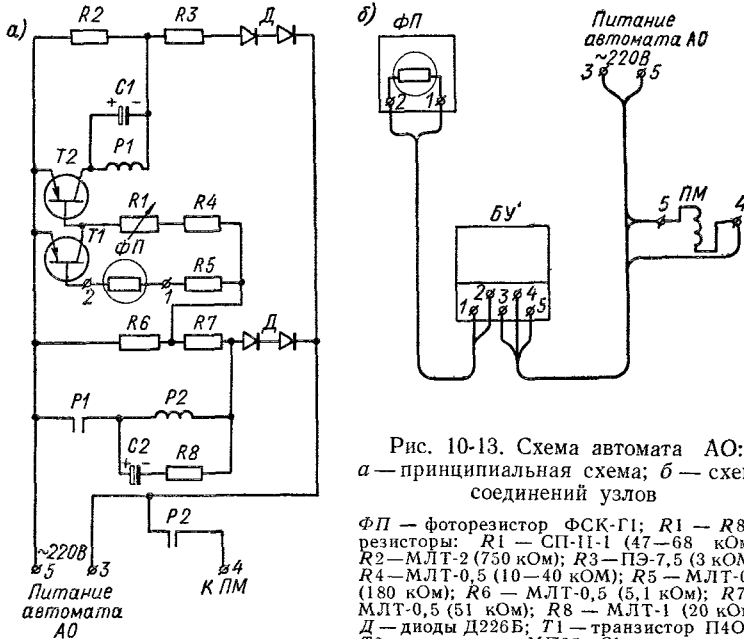


Рис. 10-13. Схема автомата АО:
а — принципиальная схема; б — схема соединений узлов

ФП — фоторезистор ФСК-Г1; R1 — R8 — резисторы: R1 — СП-11-1 (47—68 кОм), R2 — МЛТ-2 (750 кОм); R3 — ПЭ-7,5 (3 кОм); R4 — МЛТ-0,5 (10—40 кОм); R5 — МЛТ-0,5 (180 кОм); R6 — МЛТ-0,5 (5,1 кОм); R7 — МЛТ-0,5 (51 кОм); R8 — МЛТ-1 (20 кОм); Д — диоды Д226Б; Т1 — транзистор П40А; Т2 — транзистор МП25; С1 — конденсатор 5 мкф, 300 В; С2 — конденсатор 100 мкф, 300 В; Р1 — реле РПН; Р2 — реле КДР-3М; ПМ — магнитный пускатель; БУ — блок управления автомата АО

В качестве задающих устройств, как правило, используются регулируемые резисторы.

3. Устройство сравнения, сопоставляющее поступающие от фотопреобразователя данные об освещенности объекта с заданным уровнем освещенности и передающее сигнал последующим элементам схемы.

4. Усилитель, усиливающий сигнал от устройства сравнения до значений, достаточных для срабатывания выходного реле.

В качестве элементов сравнения и усиления используются электромагнитные реле, триггеры, усилительные каскады и другие элементы схем с использованием полупроводниковых приборов.

На рис. 10-13, а приведена принципиальная схема автомата типа АО, предназначенного для автоматического управления наружным освещением.

Автомат состоит из трех основных узлов: фотопреобразователя ФП, блока управления БУ и магнитного пускателя ПМ. Схема соединения этих узлов приведена на рис. 10-13, б.

В качестве фотопреобразователя в автомате используется фоторезистор ФСКГ-Г1, величина сопротивления которого уменьшается пропорционально величине естественной освещенности.

Фоторезистор включен в цепь базы транзистора $T1$, являющегося управляющим элементом для более мощного транзистора $T2$, последний управляет реле $P1$, которое своими контактами включает или отключает выходное реле $P2$, к замыкающим контактам которого подключена катушка магнитного пускателя $ПМ$.

Питание схемы выпрямленным напряжением осуществляется через диоды D от делителей напряжения $R2-R3$ и $R6-R7$.

Настройка автомата на включение освещения при заданной освещенности осуществляется изменением сопротивления резистора $R1$.

Отключение освещения происходит при естественной освещенности, превышающей освещенность включения на 5—10 лк. Завод выпускает автоматы настроенными на включение при освещенности 5 ± 2 лк и отключение при освещенности 8—15 лк.

Максимально допустимый ток выходных контактов блока управления (контакты реле $P2$) равен 0,5 А, предельная мощность при напряжении сети 380 В, отключаемая магнитным пускателем $ПМ$, поставляемым с автоматом, составляет 5 кВт.

Схема автомата АО имеет элементы (конденсатор $C2$ и резистор $R8$ совместно с замедленным реле $P2$) временной задержки, предотвращающие срабатывание при кратковременных случайных изменениях освещенности.

Помимо автоматов АО, промышленность выпускает серийно и другие типы автоматов: Ф-2, ФРМ-62А и др., описание конструкций которых приведено в брошюре Дидуха Ю. И. и Кутьина А. И. «Автоматическое управление наружным освещением», М., «Энергия», 1965.

Автоматическое управление освещением является дополнением к ручному, в том числе и дистанционному управлению, и не должно исключать последние, необходимые для включения и отключения освещения в аварийных и специальных режимах.

10-6. ЗАЕМЛЕНИЕ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Заземление имеет целью обеспечить безопасность человека при прикосновении его к металлическим корпусам электрооборудования и электроконструкциям, оказавшимся под напряжением.

В сетях с заземленной нейтралью до 1000 В заземление¹ осуществляется соединением металлических частей электроустановки с нулевым проводом, что при замыкании на эти части фазного провода создает короткое замыкание и ведет к отключению аварийного участка аппаратами защиты (защитное отключение).

В сетях с изолированной нейтралью и в сетях постоянного тока заземление осуществляется соединением металлических частей электроустановки с заземлителями с помощью заземляющих проводников, что ведет к снижению до безопасных значений величины тока, проходящего через тело человека при прикосновении его к этим частям, оказавшимся под напряжением.

Заземление необходимо во всех помещениях с повышенной опасностью и особо опасных, а также в наружных установках при номинальных напряжениях сети выше 42 В переменного и выше 110 В постоянного тока.

Во взрывоопасных установках заземление выполняется при любом напряжении, в том числе и при напряжении 12—36 В.

Заземлению подлежат металлические корпуса электроприемников, стальные трубы электропроводки, металлические оболочки силовых и контрольных кабелей и проводов, железобетонные и металлические опоры электрической сети и др. Не подлежат заземлению:

1) металлические отражатели светильников, укрепляемые на корпусах из изолирующих материалов (светильники ППД500, УПД, «Астра» и т. п.);

¹ Для таких сетей предполагается восстановить прежний термин «зануление».

2) металлические корпуса и конструкции электроустановки, устанавливаемые на деревянных опорах, включая и оттяжки; если, однако, по этим опорам проложены заземленные проводники (повторные заземлители, выводы подземных кабелей в металлических оболочках и т. д.), то установленные на опорах оборудование и конструкции также должны заземляться;

3) корпуса аппаратов и приборов, установленных на щитах, в шкафах и других заземленных конструкциях;

4) металлические корпуса и конструкции электроустановки в помещениях без повышенной опасности, например в помещениях жилых и общественных зданий с изолирующими полами и нормальной средой.

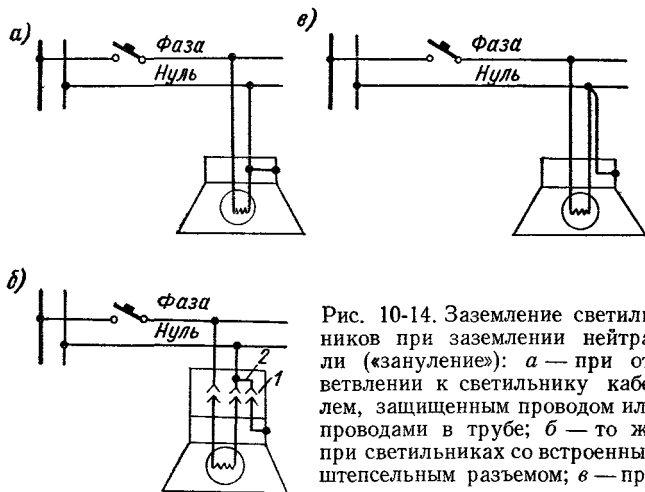


Рис. 10-14. Заземление светильников при заземлении нейтрали («зануление»): а — при отвлении к светильнику кабелем, защищенным проводом или проводами в трубе; б — то же при светильниках со встроенным штепсельным разъемом; в — при отвлении к светильнику от

крытыми незащищенными проводами и во всех случаях во взрывоопасных установках

1 — штепсельный разъем; 2 — перемычка, выполняемая при монтаже светильника

Помещения, по совокупности признаков не относящиеся к помещениям с повышенной опасностью (например, лаборатории), становятся таковыми по всей или части площади при наличии в них заземленного силового оборудования, трубопроводов и т. п. Вопрос о необходимости заземлять в этих случаях осветительное оборудование решается индивидуально, в зависимости от количества и расположения указанных заземленных элементов. Светильники, встраиваемые в подвесные (подшивные) потолки, а также стальные трубы сети, располагаемые в зоне подвесных потолков, необходимо заземлять во всех помещениях, в том числе и в помещениях без повышенной опасности.

В осветительных сетях с заземленной нейтралью для заземления в основном используются рабочие нулевые провода сети.

Специально прокладываемые заземляющие проводники применяются:

в сетях с изолированной нейтралью и в сетях без нейтрали;

в двухпроводных сетях, нормально питаемых постоянным током или переключаемых на него;

в сетях взрывоопасных помещений класса В-I;

в сетях, питающих переносные электроприемники;

в сетях некоторых из зарубежных стран, которым СССР оказывает техническую помощь.

В сетях с глухозаземленной нейтралью специальные заземляющие проводники прокладываются также на участке от ближайшей к светильнику непод-

вижной опоры или коробки до светильника — во взрывоопасных установках всех классов, а также в любых других установках при вводе в светильник открытых незащищенных изолированных проводов (рис. 10-14, в).

В отступление от п. 1-1-76 ПУЭ разделом VI (п. VI-1-32) этих же Правил, а также проектом новых ПУЭ разрешается при глухозаземленной нейтрали в невзрывоопасных помещениях при вводе в светильник кабеля или провода в трубе выполнять заземляющее ответвление от нулевого провода внутри светильника (рис. 10-14, а).

Это разрешение следует относить и к случаю прокладки на участке между светильником и магистралью защищенных проводов и проводов в изоляционных трубках.

В тех же случаях при наличии в светильнике встроенного штепсельного разъема заземляющее ответвление от нулевого провода может производиться в штепсельной розетке этого разъема (рис. 10-14, б).

В качестве специальных заземляющих проводников, кроме дополнительно прокладываемых проводов и жил кабелей сети, в невзрывоопасных установках могут быть использованы металлические конструкции зданий, стальные трубы электропроводки, алюминиевые оболочки кабелей, металлические конструкции производственного назначения, металлические стационарные открыто проложенные трубопроводы всех назначений, кроме трубопроводов горючих и взрывоопасных смесей, канализации и центрального отопления.

Для сетей аварийного освещения, питаемого постоянным током, в качестве заземляющих проводников следует использовать и нулевые провода сети рабочего освещения.

Определенные особенности имеет заземление воздушных линий (ВЛ).

В соответствии с требованиями § 1-7-39 ПУЭ на ВЛ через каждые 250 м, а также на концах линий и ответвлений длиной более 200 м должны выполняться повторные заземления нулевого провода независимо от материала опор.

Кроме того, в соответствии с § II-4-26 ПУЭ заземляющие устройства должны быть предусмотрены на ВЛ для защиты людей от грозовых перенапряжений. Эти заземляющие устройства рекомендуется использовать и для повторного заземления нулевого провода.

Материалом для искусственных заземлителей служит сталь. В качестве вертикальных заземляющих электродов используются электроды из угловой стали, стержней и труб длиной 2,5—5 м. Горизонтально расположенные электроды выполняются из полосовой и круглой стали.

Заземление частей железобетонных опор согласно § Э11-2-28 Правил технической эксплуатации (ПТЭ) производится перемычкой из голого провода между специальным выводом из опоры и заземляющим проводом (в сетях с заземленной нейтралью — нулевым проводом).

Если на железобетонной или металлической опоре имеются оттяжки, то они должны быть также заземлены. Это заземление выполняется непосредственно на опоре.

В установках с заземленной нейтралью проводимость нулевых проводов, используемых в качестве заземляющих, должна быть не менее 50% проводимости наиболее загруженной фазной линии. Во всех случаях не следует применять для заземляющих проводников сечений выше 50 мм² — медных, 70 мм² — алюминиевых, 800 мм² — стальных.

Нейтраль, нулевая точка или один из выводов обмотки низшего напряжения 12—36 В понижающих трансформаторов должны быть заземлены в целях защиты от перехода высшего напряжения в цепь низшего напряжения.

Более подробно вопросы заземления рассмотрены в книге Найфельда М. Р. «Заземление, защитные меры электробезопасности» (М., «Энергия», 1973).

ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

11-1. СОРТАМЕНТ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДОВ, КАБЕЛЕЙ, ШИНОПРОВОДОВ

Сортамент и технические данные проводов и кабелей приведены в табл. 11-1—11-5.

Из существующего сортамента шинопроводов в осветительных установках наиболее широко используются: в питающих сетях — шинопроводы ШРА-73 на токи 250, 400 и 630 А, в групповых сетях — шинопроводы ШОС-67 на ток 25 А и шинопроводы ШОС-73 на ток 63 А (при алюминиевых шинах) или 100 А (при медных шинах).

11-2. ВЫБОР СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Способы выполнения сетей должны обеспечивать надежность, долговечность, пожарную безопасность, экономичность, индустриальность монтажа, а при скрытых проводках — по возможности заменяемость проводов.

В общественных, административно-бытовых, инженерно-лабораторных и других подобных зданиях, как правило, должна применяться скрытая прокладка проводов.

Для скрытых прокладок групповых осветительных линий в зданиях массового строительства должны использоваться в основном плоские провода АППВС, АПН, АППС и др.

Сети производственных и вспомогательных зданий следует преимущественно выполнять открыто: тросовыми проводами; кабелями и защищенными проводами; незащищенными изолированными проводами на изоляторах, в лотках, в коробах, в трубах; шинопроводами.

Проводки шнурами (ПРД, ПРВД, ПРДШ) и проводами на роликах рекомендуется применять только для зданий и сооружений в сельской местности и временных.

Электропроводки незащищенными изолированными проводами на изоляторах и кликах могут применяться во всех невзрывоопасных установках, в том числе и наружных. В последнее время этот вид проводки вытесняется тросовыми электропроводками.

В отдельных случаях на изоляторах целесообразно прокладывать голые провода (например, при высоких температурах, на недоступной высоте), разрешенные во всех непожаро- и невзрывоопасных помещениях. Этот же вид проводки является преимущественным в установках наружного освещения — для воздушных линий.

Тросовые электропроводки могут выполняться кабелями и проводами, прокладываемыми по тросу (диаметром 1,9—6,5 мм) или проволоке (стальной оцинкованной или горячекатаной, имеющей лакокрасочное покрытие, диаметром 5,8—8 мм), а также специальными проводами (АРТ, АВТ, АВТС).

Прокладку проводов в трубах следует ограничивать, допуская ее лишь в тех случаях, когда беструбные проводки не могут быть применены (например, при

**Сортамент и технические данные проводов, используемых
в осветительных установках**

Марка	Характеристика провода	ГОСТ, ТУ	Число жил	Предельное сечение, мм ²
Провода с резиновой изоляцией				
АПН	Провод с алюминиевой жилой с резиновой изоляцией, не распространяющей горения, для скрытой прокладки под штукатуркой	ТУК-36-58	1 2, 3	2,5-6 2,5-4
АППР	То же, для прокладки непосредственно по деревянным основаниям	ТУКП 148-67	1, 2, 4 3	2,5-10 2,5
АПР	То же, с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, пропитанной противогнильным составом	ГОСТ 5352-68	1	2,5-240
АПРВ	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластика	ТУКП 072-66	1	2,5-6
АПРТО	То же, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнильным составом для прокладки в трубах	ТУКП 240-68	1 2, 3 4, 7 10, 14	2,5-240 2,5-120 2,5-10 2,5 °
АПРФ	То же, в оболочке из сплава АМЦ с фальцованным швом	ГОСТ 1843-69	1, 2, 3	2,5-4
АРТ	Провод с алюминиевыми жилами с резиновой изоляцией с несущим тросом	ГОСТ 14175-69	2 3 4	2,5-4 4-6 4-35
ПР	Провод с медной жилой с резиновой изоляцией в оплетке хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнильным составом	ГОСТ 1977-68	1	0,75-240
ПРВ	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластика	ТУКП 072-66	1	1-6
ПРВД	То же, двухжильный скрученный	То же	2	1-6
ПРГ	Провод гибкий с медной жилой с резиновой изоляцией в оплетке хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнильным составом	ГОСТ 1977-68	1	0,75-240
ПРГВ	То же, в оболочке из поливинилхлоридного пластика	ТУКП 072-66	1	1-6
ПРГЛ	То же, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, покрытой лаком	ГОСТ 1977-68	1	0,75-70
ПРД	Провод с медной жилой в оплетке хлопчатобумажной пряжей, двухжильный скрученный	То же	2	0,75-6
ПРДШ	То же, в оплетке лавсаном	»	2	0,75-6

Марка	Характеристика провода	ГОСТ, ТУ	Число жил	Предельное сечение, мм ²
ПРЛ	То же, в оплетке хлопчатобумажной пряжей, покрытой лаком	ГОСТ 1977—68	1	0,75—6
ПРП	Провод гибкий с медной жилой в оплетке стальными оцинкованными проволоками	ГОСТ 1843—69	1, 2, 3	1—95
			4, 6, 7, 8, 10	1—10
ПРПП	То же, в резиновой оболочке в оплетке стальными оцинкованными проволоками	То же	5, 14, 19, 24, 30	1—2,5
ПРТО	Провод с медной жилой в оплетке хлопчатобумажной пряжей, пропитанной противогнилостным составом для прокладки в трубах	ТУКП 240—68	1 2, 3 4, 7 10, 14	1—240 1—120 1,5—10 1,5—2,5
ПРФ	То же, в оболочке из сплава АМЦ с фальцованным швом	ГОСТ 1843—69	1, 2, 3	1—4
ПРФл	То же, в оболочке из латуни	То же		
Провода с пластмассовой изоляцией				
АВТ-1	Провод с алюминиевыми жилами с поливинилхлоридной изоляцией с несущим тросом	ГОСТ 14175—69	4	2,5—16
АВТ-2	То же, с усиленным несущим тросом	То же		
АВТС-1	То же, с несущим тросом для сельского хозяйства	»		
АВТС-2	То же, с усиленным несущим тросом	»		
АПВ	То же, с поливинилхлоридной изоляцией, общего применения	ГОСТ 6323—71	1	2,5—120
АПП	То же, с полиэтиленовой изоляцией	То же	2 и 3	2,5—6
АППВ	То же, с поливинилхлоридной изоляцией, плоский для открытой прокладки	»		
АППВС	То же, для скрытой прокладки	»		
АППП	То же, с полиэтиленовой изоляцией для открытой прокладки	»		
АПППС	То же, для скрытой прокладки	»		
ПВ	Провод с медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией, общего применения	»	1	0,5—95

Марка	Характеристика провода	ГОСТ, ТУ	Число жил	Предельное сечение, мм ²
ПГВ	То же, с гибкой медной жилой с поливинилхлоридной изоляцией	ГОСТ 6323-71	1	0,5-95
ПП	Провод с медной жилой с полиэтиленовой изоляцией	То же		
ППВ	То же, с медными жилами с поливинилхлоридной изоляцией плоский для открытой прокладки	ГОСТ 6323-71	2 и 3	0,75-4
ППВС	То же, для скрытой прокладки	То же		
ППП	То же, с полиэтиленовой изоляцией плоский для открытой прокладки	»		
ПППС	То же, для скрытой прокладки	»		

Провода нагревостойкие

ПАЛ-130	Провод с медной жилой с изоляцией из упрочненной асбестовой ровницы и полиэтилентерефталатной пленки на рабочую температуру до 130° С	ТУ ОККП 200-66	1	0,75-50
ПАЛ-180	То же, с изоляцией из упрочненной асбестовой ровницы и пленки из фторлона-4 на рабочую температуру до 180° С	То же		
ПРЕС	То же, с изоляцией из резины на основе бутылкаучука в оплетке из стекловолокна, пропитанной кремнийорганическим лаком, на рабочую температуру до 105° С для зарядки светильников	ТУ 017-64	1	0,75-2,5
РКГМ	То же, с изоляцией из кремнийорганической резины в оплетке стекловолокном, пропитанной кремнийорганическим лаком, на рабочую температуру до 180° С	ГОСТ 16036-70	1	0,75-120
ПРКС	То же, для зарядки светильников	ТУ 017-64	1	0,75-2,5

Примечание. Номинальное напряжение проводов 380 В — для марок ПРД, ПРДШ, АППВ—ППВ, АППП—ППП, АППВС—ППВС, АПППС—ПППС, АВТ—АВТС, 380 и 660 В — для марок АПВ—ПВ, АПП—ПП, ПГВ; 660 В — для прочих марок.

Сортамент основных (базовых) кабелей, используемых в осветительных установках

Характеристика кабеля	Марка кабеля с изоляцией							
	бумажной		резиновой		поливинилхлоридной		полиэтиленовой	
	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	с медными жилами	с алюминиевыми жилами	с медными жилами	с алюминиевыми жилами
Бронированный стальными лентами с защитным наружным покровом, в оболочке	СБ	АСБ	СРБ	АСРБ	—	—	—	—
свинцовой	—	ААБ	—	—	—	—	—	—
алюминиевой	—	—	ВРБ	АВРБ	ВВБ	АВВБ	ПВБ	АПВБ
поливинилхлоридной	—	—	—	—	—	—	ППБ	АППБ
полиэтиленовой	—	—	НРБ	АНРБ	—	—	—	—
резиновой (наиритовой)	—	—	—	—	—	—	—	—
Бронированный стальными лентами без покрова, в оболочке	СБГ	АСБГ	СРБГ	АСРБГ	—	—	—	—
свинцовой	—	ААБГ	—	—	—	—	—	—
алюминиевой	—	—	ВРБГ	АВРБГ	ВВБГ	АВВБГ	ПВБГ	АПВБГ
поливинилхлоридной	—	—	НРБГ	АНРБГ	—	—	—	—
резиновой (наиритовой)	—	—	—	—	—	—	—	—
Небронированный, в оболочке:	СГ	АСГ	СРГ	АСРГ	—	—	—	—
свинцовой	—	ААГ	—	—	—	—	—	—
алюминиевой	—	—	ВРГ	АВРГ	ВВГ	АВВГ	ПВГ	АПВГ
поливинилхлоридной	—	—	НРГ	АНРГ	—	—	—	—
резиновой (наиритовой)	—	—	—	—	—	—	—	—
Небронированный, в алюминиевой оболочке, в шланге	—	ААШ _В	—	—	ВАШ _В	АВАШ _В	—	—
поливинилхлоридном	—	—	—	—	ПАШ _В	АПАШ _В	ПАШ _П	АПАШ _П
полиэтиленовом	—	ААШ _П	—	—	ВВВ	АВВВ	—	—
Бронированный стальными лентами, в поливинилхлоридной оболочке, с защитным покровом из поливинилхлоридного пластика (для взрывоопасных и химически активных сред)	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. В таблицу не включены кабели: а) с обедненно-пропитанной бумажной изоляцией (в обозначении кабеля через дефис добавляется буква В, например, СБ-В, АСБ-В, АСБГ-В и т. д.), применяемые для прокладки на трассах с большой разностью уровней; б) бронированные стальными одноканальными проволоками (взамен буквы В указываются буквы П — при плоских проволоках, К — при круглых проволоках, например, СП, АСПГ, СК, АСКГ и т. д.), применяемые в случаях, когда кабель подвергается значительным растягивающим усилиям; в) кабели с пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке (АВАБ_у, ВАБ_у и др.), применяемые при повышенной опасности повреждений от механических воздействий при прокладке в земле; г) кабели с пластмассовой изоляцией в поливинилхлоридном шланге поверх брони (АВВБШ_В, ВВБШ_В и т. п.), применяемые при прокладке в агрессивных грунтах, и ряд других модификаций основных (базовых) кабелей.

Технические данные кабелей, используемых в осветительных установках

Марка кабеля	Номинальное напряжение, кВ	Предельное сечение, мм ² , при числе жил, равном				Примечания
		2	3	4	5	
СБ, АСБ, СБГ, АСБГ, СГ, АСГ ААБ, ААБГ, ААГ, ААШ _в , ААШ _н	1	6—150 —	6—240	10—185	—	В четырехжильных кабелях с бумажной изоляцией сечением до 120 мм ² все жилы могут быть одного сечения
СРГ АСРГ ВРГ, НРГ АВРГ, АНРГ СРБ, СРБГ, ВРБ, ВРБГ, НРБ, НРБГ АСРБ, АСРБГ, АВРБ, АВРБГ, АНРБ, АНРБГ	0,66	1—185 4—240 1—240 2,5—300 2,5—185 4—240	1—185 2,5—240 1—240 2,5—300 2,5—185 2,5—240	— — — — — —	— — — — — —	Выпуск кабелей с резиновой изоляцией с алюминиевыми жилами сечением 2,5 мм ² намечен с 1.01.78 г.
ВВГ, ПВГ	0,66 1	1,5—50 1,5—240	1,5—50 1,5—240	2,5—50 2,5—185	— 1,5—25	Четырехжильные кабели с пластмассовой изоляцией могут иметь все жилы одинакового сечения или одну (нулевую) жилу меньшего сечения (см. табл. 11-5). Пятижильные кабели имеют четыре жилы одинакового сечения и пятую — меньшего сечения (табл. 11-5)
АВВГ, АПВГ	0,66 1	2,5—50 2,5—240	2,5—50 2,5—240	2,5—50 2,5—185	— 2,5—35	
ВВБГ, ПВБГ, ВВБ, ПВБ, АВВБГ, АПВБГ	0,66	2,5—50	2,5—50	2,5—50	—	
АВВБ, АПВБ	1	2,5—240	2,5—240	2,5—185	—	
АВАШ _в , ВАШ _в , АПАШ _в , ПАШ _в	1	—	4—185	4—185	—	
ВВВ	0,66	1,5—50	1,5—95	1,5—95	—	
АВВВ	0,66	2,5—50	2,5—120	2,5—120	—	

Примечание. 1. Двух- и трехжильные кабели могут иметь дополнительно жилу заземления (см. табл. 11-5)
2. Кабели изготавливаются по ГОСТ 18410—73 — с бумажной изоляцией; по ГОСТ 433—73 — с резиновой изоляцией; по ГОСТ 16442—70 — с пластмассовой изоляцией; по ТУ 16.06.357—69 — кабели ВВВ и АВВВ.

**Сортамент контрольных кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией
(основные марки) по ГОСТ 1508—71**

Марка кабеля	Число жил при сечении, мм ² , равном						
	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10
КРСГ, КРСБ, КРСБГ	—	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37			4, 7, 10		—
КВВГ, КВВБ, КВВБГ, КПВГ, КПВБ, КПВБГ	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52, 61			4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37		4, 7, 10	
КРВГ, КРНГ, КРВБ, КРНБ, КРВБГ, КРНБГ	4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37, 52			4, 5, 7, 10, 14, 37		4, 7, 10	
АКРСГ, АКРСБ, АКРСБГ, АКВВГ, АКВВБ, АКВВБГ, АКПВГ, АКПВБ, АКПВБГ, АКРВГ, АКРВБ, АКРВБГ, АКРНГ, АКРНБ, АКРНБГ	—			4, 5, 7, 10, 14, 19, 27, 37		4, 7, 10	

Таблица 11-5

Сечения заземляющих (нулевых) жил кабелей и защищенных проводов

Характеристика кабеля или защищен- ного провода	Сечение заземляющих (нулевых) жил при сечении фазных проводников, мм ² , равном															
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Кабель с бумажной изоляцией	—	—	—	4	6	10	16	16	25	25	35	35	50	50	—	—
Кабель с резиновой изоляцией	1	1,5 *	2,5	4	6	10	16	16	25	25	35	35	50	50	70	70
Кабель с пластмассо- вой изоляцией **	1	1,5 *	2,5	4	6	10	16	16	25	25 (35)	35 (50)	35 (70)	50 (70)	50 (95)	—	—
Кабели ВВБ, АВВБ	1,5	2,5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70	—	—	—	—
Защищенные провода ПРП, ПРРП, ПРФ, ПРФЛ, АПРФ	1	1,5 *	2,5	4	6	6	10	10	16	25	35	—	—	—	—	—

* При алюминиевых жилах сечение 2,5 мм².

** В скобках указано второе возможное сечение четырех-, пятижильных кабелей.

прокладке на небольшой высоте, где возможны механические воздействия на проводку).

Широко, где это возможно по условиям среды, должны применяться шинопроводы, в том числе и осветительные — ШОС-67, ШОС-73, обеспечивающие высокую индустриализацию электромонтажных работ.

Перспективными для жилых и общественных зданий являются электропроводки, выполняемые проводами в электротехнических плинтусах и накладках и обеспечивающие комплексную прокладку силовоточных и слаботочных сетей. В некоторых конструкциях зданий они могут оказаться одним из самых реальных видов сменяемой проводки. Выпуск электротехнических плинтусов и накладок пока ограничен, что сдерживает их массовое применение.

Область применения, виды и способы прокладки плоских проводов приведены ниже.

Область применения плоских проводов. Разрешается их прокладка в сухих, влажных и сырых помещениях.

Не разрешается прокладка:

а) в помещениях взрывоопасных, особо сырых, с химически активной средой;
б) непосредственно по нештукатуренным деревянным основаниям — в детских и лечебных учреждениях, зрелищных предприятиях, дворцах культуры, клубах, школах;

в) на сценах и в зрительных залах зрелищных предприятий;

г) открытая прокладка проводов в пожароопасных помещениях и на чердаках. Из-за отсутствия ответительных коробок пылезащищенного исполнения для плоских проводов они практически не могут быть использованы в пыльных помещениях.

Допускается прокладка плоских проводов на отдельных участках в пластмассовых и стальных трубах.

Марки проводов. Для скрытой прокладки в основном должны использоваться провода без соединительной пленки — АПВС, ППВС, АППС, ППС; для открытой прокладки предназначены провода АППВ, ППВ, АППП, ППП, АПН, а при прокладке по деревянным и другим сгораемым основаниям — АППР.

Допускается замена при скрытой прокладке плоских проводов проводами АПВ—ПВ.

Допускаемые способы открытых проводок. Открытая проводка осуществляется:

непосредственно по стенам, перегородкам и перекрытиям, покрытым сухой гипсовой или мокрой штукатуркой;

по негорючим стенам и перегородкам, обклеиваемым обоями (непосредственно поверх обоев и под ними);

по деревянным стенам и перегородкам с подкладкой листового асбеста толщиной 3 мм (провода АППР можно прокладывать непосредственно по деревянным основаниям);

на роликах и изоляторах (только в сельской местности).

Допускаемые способы скрытых проводок. Скрытая проводка допускается: по негорючим стенам и перегородкам, подлежащим затирке или покрываемым мокрой штукатуркой, — в заштукатуриваемой борозде или под слоем мокрой штукатурки;

по негорючим стенам и перегородкам, покрытым сухой гипсовой штукатуркой, — в заштукатуриваемой борозде в толще стены или перегородки, либо в сплошном слое алебастрового намета, либо под слоем листового асбеста;

по деревянным, покрываемым мокрой штукатуркой стенам и перегородкам — под слоем штукатурки с подкладкой под провода слоя листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по намету штукатурки толщиной не менее 5 мм; при этом если асбест или намет штукатурки укладывается поверх драпки или драпка вырезается по ширине асбестовой прокладки, асбест или намет штукатурки должен выступать не менее чем на 5 мм с каждой стороны провода;

по деревянным стенам и перегородкам, покрываемым слоем сухой штукатурки, — в зазоре между стеной и штукатуркой в сплошном слое алебастрового намета или между двумя слоями листового асбеста толщиной не менее 3 мм;

слой алебастрового намета или асбеста должен выступать не менее чем на 5 мм с каждой стороны провода;

в каналах и пустотах строительных конструкций в соответствии с «Указаниями по выполнению электропроводок в каналах строительных конструкций, изготавливаемых на заводах домостроительных комбинатов и стройиндустрии» (СН 336—65);

путем закладки проводов в строительные конструкции при изготовлении их на заводах в соответствии с «Указаниями по выполнению электропроводок, замоноличиваемых в строительные конструкции при их изготовлении на заводах домостроительных комбинатов и стройиндустрии» (СН 333—65);

под слоем мокрой штукатурки перекрытий из негорючих плит;

в зазорах между железобетонными плитами с последующей заделкой их алебастровым раствором;

в бороздах, специально оставляемых в железобетонных крупноразмерных плитах, с последующей заделкой их алебастровым раствором;

поверх негорючих плит перекрытий под чистым полом следующего этажа, в том числе в пределах чердака, поверх плит перекрытия верхнего этажа, под слоем цементного или алебастрового намета толщиной 10 мм или в трубах;

под слоем мокрой штукатурки перекрытий из горючих плит с прокладкой между перекрытием и проводами слоя листового асбеста или по намету штукатурки; при применении сухой гипсовой штукатурки провода должны быть уложены между двумя слоями асбеста или в сплошном слое алебастрового намета с толщиной намета не менее 5 мм.

Выбор электропроводок в зависимости от условий среды приведен в табл. 11-6, а выбор их для пожаро- и взрывоопасных установок рассмотрен в § 11-3.

Как правило, в осветительных сетях должны применяться кабели и провода с алюминиевыми жилами. Кабели и провода с медными жилами следует применять в следующих случаях:

для открытых электропроводок в чердачных помещениях, за исключением случаев, приведенных в п. П1-1-58 ПУЭ с учетом решения Главного технического управления по эксплуатации энергосистем Министерства энергетики и электрификации СССР № Э-15/71 от 12.07.71;

для взрывоопасных помещений классов В-1 и В-1а;

в зрелищных предприятиях для сцены, арены, эстрады, киноаппаратной, светопроекционной, аппаратных регулирования, помещений управления зрительных залов с числом мест 800 и более, а также для электропроводок цепей управления;

в помещениях с химически активной средой, разрушающе действующей на алюминий;

для внешней зарядки светильников, подвешенных на крюках и переносных

при прокладке по вибрирующим основаниям;

в зданиях уникального характера с повышенными требованиями по пожарной безопасности.

Для прокладки в земле (траншеях) помимо бронированных кабелей (ААБ, АВВБ и др.) могут быть использованы кабели в поливинилхлоридном шланге — ААШ_в, ААШ_п и т. п.

Кабели в пластмассовом шланге должны применяться для прокладки в агрессивных грунтах и в зонах с высоким уровнем блуждающих токов.

В тоннелях, а также на кабельных конструкциях и скобах внутри зданий рекомендуется прокладка бронированных кабелей без наружного покрова (ААБГ и др.) и небронированных кабелей (ААГ, АВВГ, АВРГ, ААШ_в и т. п.).

Для прокладки на технологических эстакадах рекомендуются бронированные кабели без наружного покрова и кабели в поливинилхлоридном шланге. На специальных кабельных эстакадах следует прокладывать небронированные кабели

Кабели с полиэтиленовой изоляцией в поливинилхлоридной оболочке вне зданий временно допускается прокладывать только в траншеях и на технологических эстакадах. При изготовлении кабелей с изоляцией и оболочкой из самозатухающего полиэтилена область их применения приравнивается к кабелям с поливинилхлоридными изоляцией и оболочкой.

Выбор электропроводок в зависимости от условий среды

Виды электропроводок	Характеристика помещений по условиям среды
Незащищенные изолированные провода (АПРТО-ПРТО, АПВ-ПВ, АПРВ-ПРВ и др.): на роликах	Сухие, влажные, жаркие помещения. На роликах для сырых мест — сырые и особо сырые помещения, наружные установки
на изоляторах	Сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной средой помещения. Наружные установки
в коробах	Сухие, влажные, жаркие помещения
на лотках	Сухие, влажные, жаркие помещения
в трубах	См. табл. 11-30
Кабели (АВВГ-ВВГ, АВРГ-ВРГ, АНРГ-НРГ и др.)	Сухие, влажные, жаркие, сырые, особо сырые, пыльные, с химически активной средой помещения. Наружные установки
Защищенные провода (АПРФ-ПРФ и др.)	Сухие, влажные, жаркие помещения. (Прокладка проводов АПРФ-ПРФ во влажных помещениях не рекомендуется.)
Тросовые провода (АРТ, АВТ)	Сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные помещения. Наружные установки. (Ввиду отсутствия коробов в пылеводозащищенном исполнении для тросовых проводов последние рекомендуется применять только в сухих, влажных и жарких помещениях.)

Примечание. 1. Область применения, виды и способы прокладки плоских проводов (АПВ-ПВ, АПВС-ПВС и др.) приведены на стр. 298—299

2. По условиям пожарной безопасности разрешается прокладывать скрыто и открыто непосредственно по негорючим основаниям все виды проводов и кабелей, непосредственно по горючим основаниям — провода и кабели из негорючих материалов (АПР, АПРФ, АНРГ и др.) Провода из негорючих материалов прокладываются по горючим основаниям в трубах и сплошных коробах из негорючих материалов, на роликах, на изоляторах или с подкладкой негорючих материалов (например, асбеста толщиной 3 мм).

3. Электропроводку за подвесными (подшивными) потолками следует выполнять при подвесных потолках из горючих материалов — в металлических трубах, при подвесных потолках из негорючих материалов — в виниловых или металлических трубах.

4. На чердаках проводка должна выполняться в соответствии с § 11-1-57 ПУЭ, издание 4-е.

5. В зависимости от условий среды рекомендуются следующие марки проводов и кабелей: в сырых, особо сырых и с химически активной средой помещениях — провода АПВ-ПВ, кабели АВВГ-ВВГ, АВРГ-ВРГ;

в жарких помещениях — провода с теплоустойчивой изоляцией (РКГМ, ПАЛ и др.). При применении проводов с нетеплоустойчивой изоляцией рекомендуются провода с резиновой (АПРТО-ПРТО), а не поливинилхлоридной (АПВ-ПВ) изоляцией; токовые нагрузки на провода с нетеплоустойчивой изоляцией должны быть снижены (путем введения соответствующих поправочных коэффициентов) настолько, чтобы температура токоведущей жилы не превышала допустимых значений;

в наружных установках и неотапливаемых сооружениях — провода с резиновой изоляцией или специальные провода с поливинилхлоридной изоляцией для низких температур (АПВ-ХЛ, ПВ-ХЛ, ПГВ-ХЛ), а также кабели АНРГ-НРГ, АВРГ-ВРГ, АВВГ-ВВГ с защитой их в наружных установках от воздействия прямого солнечного света,

в помещениях сухих, влажных, пыльных могут применяться любые марки проводов и кабелей.

11-3. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕТИТЕЛЬНЫМ СЕТЯМ В ПОЖАРО- И ВЗРЫВООПАСНЫХ УСТАНОВКАХ

Пожароопасные установки. Нормативные документы, содержащие требования к электрооборудованию и проводкам в пожароопасных установках (ПУЭ, издание 4-е, гл.VII-4; инструкция по монтажу электрооборудования пожароопасных установок напряжением до 1000 В — ВСН294—72; СН351—66; СН323—65 и т. п.), несколько устарели и в настоящее время пересматриваются.

Виды электропроводок, разрешенных в пожароопасных установках, перечислены в табл. 11-7.

Таблица 11-7

Виды электропроводок в пожароопасных помещениях

Вид электропроводки	Дополнительные требования
Незащищенные изолированные провода: на изоляторах	Провода должны быть удалены от места скопления горючих материалов и не должны подвергаться механическим воздействиям
в трубах	См. табл. 11-30
Кабели	Кабели должны иметь негорючую оболочку (АНРГ, АВРГ, АВВГ, АСРГ, ААШ _в и т. п.) и негорючие покровы (бронированные кабели с покровами Бн—Бнд или Пн—Пнд)
Защищенные провода	Прокладка только в сухих непыльных помещениях
Плоские провода	Прокладка только скрыто в непыльных помещениях
Тросовые провода	Прокладка только в непыльных помещениях

Примечание 1. Транзитная прокладка проводов и кабелей через пожароопасные помещения допускается только в стальных трубах; через складские пожароопасные помещения — запрещается.

2. По открытым эстакадам трубопроводов с горючими жидкостями (установки П-11) допускается прокладка только проводов в стальных трубах или бронированных кабелей (без джутового покрова).

В основном, рекомендуется применение кабелей и только с оболочками и покровами из материалов, не поддерживающих горение. Провода и кабели с полиэтиленовой изоляцией при любых оболочках запрещены.

Для трубных проводок должны использоваться только стальные трубы: тонкостенные электросварные по ГОСТ 10704—63 при резьбовом соединении и стальные водогазопроводные — по ГОСТ 3262—62.

Плоские и тросовые провода ввиду отсутствия в соответствующем исполнении для них ответвительных коробок могут быть использованы в крайне редких случаях. Взамен тросовых проводов АРТ и АВТ рекомендуется прокладка кабелей на тросе (катанке).

Незащищенные изолированные проводки на изоляторах хотя и разрешены в пожароопасных установках, но они не могут быть рекомендованы для широкого применения из-за их малой надежности.

Виды осветительных электропроводок во взрывоопасных установках

Характеристика кабелей и проводов	Классы взрывоопасных установок и материал проводника	Марки кабелей и проводов
Бронированные кабели без джутового покрова, с бумажной, резиновой или поливинилхлоридной изоляцией: а) в свинцовой или поливинилхлоридной оболочке	В-I и В-Ia — с медными жилами Все остальные классы — с алюминиевыми жилами	СБГ, СРБГ, ВВБГ, ВРБГ, АСБГ, АСРБГ, АВРБГ
б) в алюминиевой оболочке	В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa — с медными или алюминиевыми жилами	ААБГ и др.
Небронированные кабели без джутового покрова, с бумажной, резиновой или поливинилхлоридной изоляцией: а) в свинцовой, резиновой или поливинилхлоридной оболочке	В-Ia — с медными жилами В-Iб, В-II, В-IIa — с алюминиевыми жилами	СРГ, ВРГ, НРГ, ВВГ АСРГ, АВРГ, АНРГ, АВВГ
б) в алюминиевой оболочке	В-Iб, В-II, В-IIa — с медными или алюминиевыми жилами	ААГ и др.
Специальные кабели	В-Ia — с медными жилами В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa — с алюминиевыми жилами	ВБВ АВБВ
Провода с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией в стальных обыкновенных водогазопроводных трубах по ГОСТ 3262—62	В-I и В-Ia — с медными жилами. Все остальные классы — с алюминиевыми жилами	ПРТО, ПВ, АПРТО, АПВ
Шланговые переносные кабели	Все классы — с медными жилами	КРПГ, КРПГ

Провода и кабели с алюминиевыми жилами допускаются при условии выполнения их соединения и оконцевания при помощи сварки, пайки или опрессовки.

Соединительные и ответвительные коробки должны иметь степень защиты, как правило, не ниже IP54 (коробки У409, КОР73 и КОР74 — для кабельных проводок, коробки КМ — для трубных проводок и т. п.).

Электрические аппараты и приборы, искрящие по условиям работы (автоматы, выключатели, штепсельные розетки и др.), в помещениях классов П-I и П-II должны иметь степень защиты не ниже IP54, в прочих пожароопасных установках — не ниже IP44. В частности, в помещениях П-I и П-II допускается установка автоматических выключателей АП50 в металлическом корпусе, пакетных выключателей типов ВГПМ и ГПВМ, штепсельных розеток типов У-102 и ШГП-10.

В установках классов П-1а, П-П с общеобменной вентиляцией и местным нижним отсосом и П-III могут быть допущены выключатели артикулов 183 и 193, штепсельные розетки У-220, У-94-БА, У-86-РБ.

Аппараты и приборы, не искрящие по условиям работы, должны иметь степень защиты не ниже IP44.

Щитки и выключатели рекомендуется выносить из пожароопасных зон, если это не вызывает значительного удорожания и увеличения расхода цветных металлов.

Электроустановки пожароопасных складских зданий и помещений должны иметь извне аппараты отключения, установленные на стенах из негорючих материалов или с подкладкой слоя негорючего материала.

Аппараты отключения складских зданий должны иметь приспособления для опломбирования и быть доступны для обслуживания в любое время.

Взрывоопасные установки. Осветительные сети взрывоопасных установок должны выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ, гл. VII-3 издание 4-е и с нормами, разработанными Главэлектромонтажом:

МСН84—65 — «Инструкция по монтажу электрооборудования взрывоопасных установок (в помещениях и наружных)». М., «Энергия», 1965;

МСН2—63 — «I. Технические условия на электропроводки в стальных трубах во взрывоопасных установках (в помещениях и наружных)»; II. Область применения кабелей для беструбной прокладки по классам взрывоопасных установок (в помещениях и наружных). М., «Энергия», 1965;

МСН138—67 — «Инструкция по открытой прокладке небронированных кабелей в осветительных сетях взрывоопасных помещений». М., «Энергия», 1972.

Разрешенные виды электропроводок указаны в табл. 11-8.

В установках всех классов, за исключением В-I и В-Iг, должны широко применяться кабельные проводки, выполняемые небронированными кабелями; в случае же возможности механических воздействий на проводку, а также в установках классов В-I и В-Iг должны предусматриваться трубные проводки.

Во взрывоопасных установках трубы разрешены только водогазопроводные обыкновенные по ГОСТ 3262—62.

В качестве ответвительных и соединительных коробок используются: при трубных проводках — фитинги серии Ф; при кабельных проводках, выполненных кабелями НРГ—АНРГ; ВВГ—АВВГ, ВРГ—АВРГ, СРГ—АСРГ — пластмассовые коробки типа У409.

11-4. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

В осветительных установках используется самое разнообразное электрооборудование.

В прилагаемых таблицах приведены основные данные лишь по наиболее часто используемому оборудованию: щиткам, ящикам, автоматам, пускателям, пакетным выключателям и переключателям, конденсаторным установкам и др.

Автоматические выключатели. Для защиты и управления осветительными сетями широко применяются автоматические выключатели (автоматы), преимущественно автоматы серии АЗ100 и АБ-25, данные по которым приведены в табл. 11-9. Используются также и другие автоматы, например АБЗ, АЕ-1000; начинают применяться, по мере освоения, автоматы новых типов: АЗ700, АЕ-2000 и др.

Предполагается, что вследствие дефицитности автоматов в ближайшие годы применение автоматов в осветительных сетях должно быть сокращено за счет более широкого использования щитков с предохранителями, разработка и освоение серийного производства которых ведется в настоящее время.

Осветительные щитки, шкафы и однофидерные ящики. Они в основном выпускаются с автоматическими выключателями. По мере освоения производства щитков с предохранителями и пакетными выключателями применение щитков с автоматами будет сокращаться.

При установке в помещениях с тяжелыми условиями среды рекомендуется применение щитков серии ПР9000 и щитков ОПМ; в помещениях с нормальными

Автоматические воздушные выключатели серий АЗ100 и АБ-25

Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Расцепитель	Номинальный ток расцепителя, А
АЗ161	50	1	Тепловой	15, 20, 25, 30, 40, 50
АЗ161/7			Без расцепителя	—
АЗ162		2	Тепловой	15, 20, 25, 30, 40, 50
АЗ162/7			Без расцепителя	—
АЗ163		3	Тепловой	15, 20, 25, 30, 40, 50
АЗ163/7			Без расцепителя	—
АЗ113	100	2	Комбинированный	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
АЗ113			Электромагнитный	15, 20, 25, 40, 60, 100
АЗ113/7			Без расцепителя	—
АЗ114		3	Комбинированный	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
АЗ114			Электромагнитный	15, 20, 25, 40, 60, 100
АЗ114/7			Без расцепителя	—
АЗ123		2	Комбинированный	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
АЗ123			Электромагнитный	30, 100
АЗ123/7			Без расцепителя	—
АЗ124		3	Комбинированный	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100
АЗ124			Электромагнитный	30, 100
АЗ124/7			Без расцепителя	—
АЗ133	200	2	Комбинированный	120, 150, 200
АЗ133			Электромагнитный	200
АЗ133/7			Без расцепителя	—

Тип	Номинальный ток, А	Число полюсов	Расцепитель	Номинальный ток расцепителя, А
A3134	200	3	Комбинированный	120, 150, 200
A3134			Электромагнитный	200
A3134/7			Без расцепителя	—
A3143	600	2	Комбинированный	250, 300, 400, 500, 600
A3143			Электромагнитный	600
A3143/7			Без расцепителя	—
A3144	600	3	Комбинированный	250, 300, 400, 500, 600
A3144			Электромагнитный	600
A3144/7			Без расцепителя	—
АБ-25	25	1	Тепловой	15, 20, 25

условиями среды — щитков серии СУ9000 (как при утопленной, так и при открытой установке), щитков ОП, ОЩВ.

Щитки, устанавливаемые во взрывоопасных зонах, следует принимать типа ЩОВ.

Для утопленной установки (в нишах) следует принимать щитки СУ9000, УОЩВ, ЩОЗ1 — ЩОЗ3.

В качестве магистральных шкафов, не предназначенных для управления освещением, рекомендуется применение шкафов с предохранителями типа СП—СПУ.

Для установки на колоннах и других узких основаниях применяются щитки ЩО41, для питания и дистанционного управления установками с лампами ДРЛ при необходимости компенсации реактивной мощности последних — щитки серии ПР41.

В настоящее время электротехническая промышленность начинает выпуск щитков ПР22 и ПР23 с автоматами А3700 (для замены щитков серии ПР9000 с автоматами на ток 100—200 А) и щитков серии ПР11 с автоматами АЕ-2000 (для замены щитков серии ПР9000 с автоматами на ток 50 А).

Сортамент и технические данные щитков приведены в табл. 11-10—11-19, сортамент однофидерных ящиков — в табл. 11-20—11-22.

Щитки и шкафы для жилых зданий, а также распределительные устройства серии РУС в данном справочнике не рассматриваются.

Максимальные сечения проводников, присоединяемых непосредственно к главным шинам щитков: 185 мм² — для ПР9000 с автоматами А3160, 2 × 240 мм² — с автоматами А3120 и А3130; 95 мм² — для СУ9400; 120 мм² — для СУ9500.

Проводники, присоединяемые к автоматам, могут иметь следующие максимальные сечения:

2 × 240 мм² — при автоматах А3140, 150 мм² — при А3130, 50 мм² — при А3120, 25 мм² — при АЕ-2000, 16 мм² — А3160, 6 мм² — при АЕ-1000 и АБ—25.

Максимальные сечения проводников, присоединяемых к щиткам ОП, ОЩ, ОЩВ, ЩОЗ1—ЩОЗ3, ОПМ, ЩОВ, приведены в табл. 11-17.

Сортамент распределительных пунктов серии ПР9000 с линейными автоматами А3161 и А3163

Тип распределительного пункта в исполнении			Номер исполнения	Число автоматов типа			
утопленным, защищенном	навесном, защищенном, с уплотнением	стоячем, защищенном, с уплотнением		А3120	А3130	А3161	А3163
				вводных		линейных	
ПР9111	ПР9212		101				2
			102			3	1
			103			6	
ПР9121	ПР9222		104				4
			105			3	3
			106			6	2
			107			9	1
			108			12	
			109				6
			110			3	5
			111			6	4
			112			9	3
			113			12	2
			114			15	1
115			18				
ПР9131	ПР9232		116				8
			117				7
			118			3	6
			119			6	5
			120			9	4
			121			12	3
			122			15	2
			123			18	1
			124			21	
			125			24	10
			126				9
			127			3	8
			128			6	7
			129			9	6
			130			12	5
			131			15	4
			132			18	3
133			21	2			
134			24	1			
135			27				
			30				
ПР9121	ПР9222		201	1			2
			202	1		3	1
			203	1		6	

Тип распределительного пункта в исполнении			Номер исполнения	Число автоматов типа			
утопленном, защищенном	навесном, защищенном, с уплотнением	стоячем, защищенном, с уплотнением		A3120	A3130	A3161	A3163
				вводных		линейных	
ПР9131	ПР9232		204	1			4
			205	1		3	3
			206	1		6	2
			207	1		9	1
			208	1		12	
ПР9121	ПР9222		301		1		2
			302		1	3	1
			303		1	6	
ПР9131	ПР9232		304		1		4
			305		1	3	3
			306		1	6	2
			307		1	9	1
			308		1	12	
			309		1		6
			310		1	3	5
			311		1	6	4
			312		1	9	3
			313		1	12	2
			314		1	15	1
			315		1	18	
			ПР9141	ПР9242	ПР9312	316		1		8
317		1				3	7
318		1				6	6
319		1				9	5
320		1				12	4
321		1				15	3
322		1				18	2
323		1				21	1
324		1				24	
325		1					10
326		1				3	9
327		1				6	8
328		1				9	7
329		1				12	6
330		1				15	5
331		1				18	4
332		1				21	3
333		1				24	2
334		1				27	1
335		1				30	

**Схемы расположения и фазирования линейных автоматов
А3161 и А3163 в пунктах ПР9000**

Обозначения: О—однополюсный автомат А3161; Т—трехполюсный автомат А3163; А, В, С—фазы присоединения; 1—30—номера групп

О	1	А	4	Т
О	3	В		
О	5	С		
Т	7	А В С	8	Т
Т	9	А В С	10	Т
Т	11	А В С	12	Т
Т	13	А В С	14	Т

А3161—3 шт.
А3163—3, 5, 8, 9 шт.
(на схеме—9 шт.)

О	1	А	2	О
О	3	В	4	О
О	5	С	6	О
Т	7	А В С	8	Т
Т	9	А В С	10	Т
Т	11	А В С	12	Т
Т	13	А В С	14	Т

А3161—6 шт.
А3161—2, 4, 6, 8 шт.
(на схеме—8 шт.)

О	1	А	4	Т
О	3	В		
О	5	С		
О	7	А	8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
Т	13	А В С	14	Т
Т	15	А В С	16	Т
Т	17	А В С	18	Т

А3161—9 шт.
А3163—3, 5, 7 шт.
(на схеме—7 шт.)

О	1	А	2	О
О	3	В	4	О
О	5	С	6	О
О	7	А	6	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
Т	13	А В С	14	Т
Т	15	А В С	16	Т
Т	17	А В С	18	Т

А3161—12 шт.
А3163—2, 4, 6 шт.
(на схеме—6 шт.)

О	1	А	4	Т
О	3	В		
О	5	С		
О	7	А	8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
О	13	А	14	О
О	15	В	16	О
О	17	С	18	О
Т	19	А В С	20	Т
Т	21	А В С	22	Т

А3161—15 шт.
А3163—3, 5 шт.
(на схеме—5 шт.)

О	1	А	2	О
О	3	В	4	О
О	5	С	6	О
О	7	А	8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
О	13	А	14	О
О	15	В	16	О
О	17	С	18	О
Т	19	А В С	20	Т
Т	21	А В С	22	Т

А3161—18 шт.
А3163—2, 4 шт.
(на схеме—4 шт.)

О	1	А	4	Т
О	3	В		
О	5	С		
О	7		8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
О	13	А	14	О
О	15	В	16	О
О	17	С	18	О
О	19	А	20	О
О	21	В	22	О
О	23	С	24	О
Т	25	А В С	26	Т

А3161 — 21 шт.
А3163 — 3 шт.

О	1	А	2	О
О	3	В	4	О
О	5	С	6	О
О	7	А	8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
О	13	А	14	О
О	15	В	16	О
О	17	О	18	О
О	19	А	20	О
О	21	В	22	О
О	23	С	24	О
Т	25	А В С	26	Т

А3161 — 24 шт.
А3163 — 2 шт.

О	1	А	4	Т
О	3	В		
О	5	С		
О	7	А	8	О
О	9	В	10	О
О	11	С	12	О
О	13	А	14	О
О	15	В	16	О
О	17	С	18	О
	21	В	22	О
О	23	С	24	О
О	25	А	26	О
О	27	В	28	О
О	29	С	30	О

А3163 — 1 шт.
А3161 — 3, 9, 15, 21, 27 шт.
(на схеме — 27 шт.)

Таблица 11-12

**Сортамент распределительных пунктов серии ПР9000
с линейными автоматами А3120 и А3130**

Тип распределительного пункта в исполнении		Номер исполнения		Число автоматов типа				
				вводных			линейных	
навесном, защищенном, с уплотнением	стоячем защищенном, с уплотнением	постоянный ток	переменный ток	А3120	А3130	А3140	А3120	А3130
ПР9262		151	136				4	
ПР9262		152	137				6	
ПР9272	ПР9322	153	138				8	
ПР9282	ПР9332	154	139				10	
	ПР9332	155	140				12	
ПР9272	ПР9322	156	141					3
ПР9282	ПР9332	157	142					4
ПР9262		158	143				2	1
ПР9272	ПР9322	159	144				2	2

Тип распределительного пункта в исполнении		Номер исполнения		Число автоматов типа				
				вводных			линейных	
навесном, защищенном, с уплотнением	стоячем защищенном, с уплотнением	постоянный ток	переменный ток	А3120	А3130	А3140	А3120	А3130
				ПР9282	ПР9332	160	145	
ПР9272	ПР9322	161	146				4	1
ПР9282	ПР9332	162	147				4	2
ПР9272	ПР9322	163	148				6	1
ПР9282	ПР9332	164	149				6	2
ПР9282	ПР9332	165	150				8	1
ПР9262		211	209	1			4	
ПР9272	ПР9322	212	210	1			6	
ПР9272	ПР9322	342	336		1		4	
ПР9272	ПР9322	343	337		1		6	
ПР9282	ПР9332	344	338		1		8	
	ПР9332	345	339		1		10	
	ПР9332	346	340		1		12	
ПР9272	ПР9322	347	341		1		2	1
ПР9272	ПР9322	416	401			1	4	
ПР9272	ПР9322	417	402			1	6	
ПР9282	ПР9332	418	403			1	8	
	ПР9332	419	404			1	10	
	ПР9332	420	405			1	12	
ПР9282	ПР9332	421	406			1		3
	ПР9332	422	407			1		4
ПР9272	ПР9332	423	408			1	2	1
ПР9282	ПР9322	424	409			1	2	2
	ПР9332	425	410			1	2	3
ПР9282	ПР9332	426	411			1	4	1
	ПР9332	427	412			1	4	2
ПР9282	ПР9332	428	413			1	6	1
	ПР9332	429	414			1	6	2
	ПР9332	430	415			1	8	1

Таблица 11-13

Основные размеры пунктов ПР9000

Исполнение	Тип	Размеры, мм								
		глубина ншш	ширина ншш	высота ншш	ширина обрам- ления	высота обрам- ления	полная высота	ширина по крышке	глубина	основа- ние
Утоплен- ное	ПР9111	270	785	655	845	720				
	ПР9121	270	785	865	845	930				
	ПР9131	270	785	1075	845	1130				
	ПР9141	270	785	1275	845	1340				
Навесное	ПР9212					625	758	270		
	ПР9222					835	758	270		
	ПР9232					1065	758	270		
	ПР9242					1245	758	270		
	ПР9262					1060	1012	370		
	ПР9272					1270	1012	370		
ПР9282					1485	1012	385			
Стоячее	ПР9312					1700	758	270	865×370	
	ПР9322					1700	1012	370	1120×470	
	ПР9332					2200	1012	385	1120×470	

Таблица 11-14

Щитки СУ9500 для четырехпроводных сетей с заземленной нейтралью

Тип	Количество автоматов серии		Высота, мм		Габарит
	A3114	A3134	без обрамления	с обрамлением	
СУ9541-11 СУ9541-12	4 —	— 1	750	850	I
СУ9542-11 СУ9542-13 СУ9542-14 СУ9542-15 СУ9542-16	8 6 2 4 —	— — 1 1 2	960	1060	II
СУ9543-11 СУ9543-12 СУ9543-13	10 6 2	— 1 2	1065	1165	III

Примечание. 1. Для всех габаритов щитков неизменны ширина (с обрамлением — 850 мм, без обрамления — 750 мм) и глубина (197 мм).

2. Автоматы A3114 с распределителями комбинированными — на токи 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100 А, электромагнитными — на токи 15, 20, 25, 40, 60, 100 А. Автоматы A3134 с распределителями комбинированными — 120, 150, 200 А, электромагнитными — 200 А.

Таблица 11-15

Щитки серии СУ9400

Тип	Количество автоматов типа		Высота, мм		Тип	Количество автоматов типа		Высота, мм	
	A3161	A3163	без обрамления	с обрамлением		A3161	A3163	без обрамления	с обрамлением
СУ9441-11 СУ9441-12 СУ9441-13 СУ9441-14 СУ9441-15 СУ9441-16	8 2 — 5 6 3	— 2 2 1 — 1	440	540	СУ9443-15 СУ9443-16 СУ9443-17 СУ9443-18 СУ9443-19 СУ9443-20	10 5 7 2 4 14	2 3 3 4 4 —	580	680
СУ9442-11 СУ9442-12 СУ9442-13 СУ9442-14 СУ9442-15 СУ9442-16 СУ9442-17 СУ9442-18	12 — 7 3 10 9 6 4	— 4 1 3 — 1 2 2	510	610	СУ9444-11 СУ9444-12 СУ9444-13 СУ9444-14 СУ9444-15 СУ9444-16 СУ9444-17 СУ9444-18 СУ9444-19 СУ9444-20 СУ9444-21 СУ9444-22 СУ9444-23 СУ9444-24	20 17 14 — 15 9 11 6 8 3 5 12 2 18	— 1 2 6 1 3 3 4 4 5 5 2 6 —	650	750
СУ9443-11 СУ9443-12 СУ9443-13 СУ9443-14	16 13 11 8	— 1 1 2	580	680					

Тип	Количество автоматов типа		Высота, мм		Тип	Количество автоматов типа		Высота, мм	
	А3161	А3163	без обрамления	с обрамлением		А3161	А3163	без обрамления	с обрамлением
СУ9445-11	30	—			СУ9445-34	13	5		
СУ9445-12	24	2			СУ9445-35	15	5		
СУ9445-13	23	1			СУ9445-36	4	6		
СУ9445-14	25	1			СУ9445-37	6	6		
СУ9445-15	27	1			СУ9445-38	8	6		
СУ9445-16	16	2			СУ9445-39	10	6		
СУ9445-17	18	2			СУ9445-40	12	6		
СУ9445-18	20	2			СУ9445-41	3	7		
СУ9445-19	22	2			СУ9445-42	5	7		
СУ9445-20	21	1			СУ9445-43	7	7		
СУ9445-21	13	3			СУ9445-44	9	7		
СУ9445-22	15	3	825	925	СУ9445-45	2	8	825	925
СУ9445-23	17	3			СУ9445-46	4	8		
СУ9445-24	19	3			СУ9445-47	6	8		
СУ9445-25	21	3			СУ9445-48	19	1		
СУ9445-26	10	4			СУ9445-49	24	—		
СУ9445-27	12	4			СУ9445-50	3	9		
СУ9445-28	14	4			СУ9445-51	—	10		
СУ9445-29	16	4			СУ9445-52	—	8		
СУ9445-30	18	4			СУ9445-53	28	—		
СУ9445-31	7	5			СУ9445-54	26	—		
СУ9445-32	9	5			СУ9445-55	22	—		
СУ9445-33	11	5							

Примечание. 1. Для всех размеров щитков неизменны ширина корпуса (без обрамления — 504 мм, с обрамлением — 604 мм) и глубина (152 мм).
 2. Номера габаритов щитков: при высоте 540 мм — I, 610 мм — II, 680 мм — III, 750 мм — IV, 925 мм — V.

Таблица 11-16

Нумерация и порядок присоединения к фазам сети автоматов щитков серии СУ9400

(номера автоматов должны указываться на планах сети, как и номера групп)

1. В щитках со смешанными группами автоматам А3163 присвоены последние номера.

2. В щитках без автоматов А3163 или с четным числом этих автоматов однополюсные автоматы присоединяются к фазам попарно в нижеуказанном порядке;

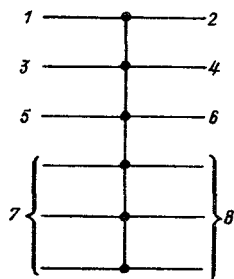
Номера автоматов	Фаза присоединения	
	для щитков I—IV габаритов	для щитков V габарита
1—2, 7—8, 13—14, 19—20, 25—26	А	В
3—4, 9—10, 15—16, 21—22, 27—28	В	С
5—6, 11—12, 17—18, 23—24, 29—30	С	А

3. В щитках с нечетным числом автоматов А3163 вышеуказанный порядок присоединения автоматов сохраняется, кроме трех последних автоматов. Они присоединяются к фазам последовательно, поодиночке, в таком порядке:

Общее число автоматов А3163 на щитке	Порядок фаз	
	для щитков I—IV габаритов	для щитков V габарита
3, 9, 15, 21, 27	А, В, С	С, А, В
5, 11, 17, 23	В, С, А	А, В, С
7, 13, 19, 25	С, А, В	В, С, А

Схема нумерации автоматов

При отсутствии или четном числе автоматов А3163



При нечетном числе автоматов А3163

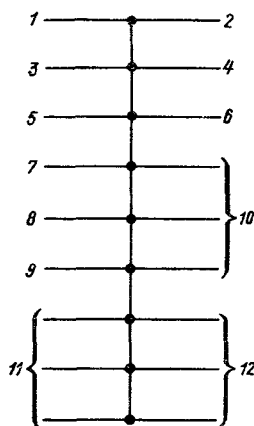


Таблица 11-17

Щитки серий ОП, ОЦ, ОЦВ, ОПМ, ЩОЗ1 — ЩОЗ3, ЩОВ

Тип щитка	Аппараты защиты и управления			Размеры (высота×ширина×глубина), мм	Примечание
	на вводе	на группах			
		тип	количество		
ОП-6 ОП-12	— —	АБ25 АБ25	6 12	260×374×140 260×560×140	Тепловые расцепители на токи 15 и 20 А
ОЦ-6 ОЦВ-6 ОЦ-12 ОЦВ-12	— А3114/7 — А3114/7	А3161 А3161 А3161 А3161	6 6 12 12	416×400×155 516×400×155 616×400×155 716×400×155	Тепловые расцепители групповых автоматов 15, 20 и 25 А
УОЦВ-6 УОЦВ-12	А3114/7 А3114/7	А3161 А3161	6 12	600×500×155 800×500×155	Тепловые расцепители групповых автоматов 15, 20 и 25 А

Тип щитка	Аппараты защиты и управления			Размеры (высота×ширина×глубина), мм	Примечание
	на вводе	на группах			
		тип	количество		
ЩО31-21 ЩО31-32 ЩО31-43 ЩО31-44	А3114		6	564×500×155	Комбинированные расцепители автоматов АЕ-1031-11 — 6, 10, 16 и 25 А, автоматов А3114 — 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100 А
12			630×540×155		
18			762×540×155		
24			762×540×155		
ЩО32-21 ЩО32-32 ЩО32-43 ЩО32-44	А3114/7	АЕ-1031-11	6	564×540×155	
12			630×540×155		
18			762×540×155		
24			762×540×155		
ЩО33-15 ЩО33-26 ЩО33-27 ЩО33-38	—		6	396×540×155	
12			564×540×155		
18			630×540×155		
24			630×540×155		
ОПМ1	Пакетный выключатель на ток 100 А	А3161	3	788×190×221	Тепловые расцепители 15, 20, 25, 30, 40 и 50 А
ОПМ3		А3161	9	788×350×221	
ОПМ3		А3162	3		
ОПМ3		А3163	3		
ЩОВ-1	—	А3161	6	970×600×335	Тепловые расцепители: А3161 — 20 А; А3163 — 40 А
ЩОВ-2	—	А3163	2		
	—	А3161	12		

Примечание. 1. Щитки ОП, ОЩ, ОЩВ — защищенного исполнения, для открытой установки. Щитки ЩО31 — ЩО33, УОЩВ — защищенного исполнения, для утопленной установки (в нишах). Щитки ОПМ — пыленепроницаемого исполнения, Щитки ЩОВ — взрывонепроницаемого исполнения (ВЗГ), для установок классов В-1а, В-1б, В-1г.

2. Номинальный ток для всех щитков равен 100 А.

3. Максимальное сечение проводников (на один зажим): питающей сети — для ЩО31 — ЩО33 составляет 95 мм²; для прочих щитков — 2×50 мм²; групповой сети — при автоматах А3160 равно 16 мм², при автоматах АБ-25 и АЕ-1000 — 6 мм².

4. Фазировка групповых автоматов в щитках ЩО31 — ЩО33 аналогична фазировке автоматов в щитках ПР9000 и СУ94000; фазировка автоматов в прочих щитках следующая: фаза А — автоматы № 1, 4, 7, 10; фаза В — автоматы № 2, 5, 8, 11; фаза С — автоматы № 3, 6, 9, 12.

Таблица 11-18

Щитки серии ЩО41 и ПР41

Тип	Тип вводного автомата	Число автоматов на группах		Число конденсаторов КС мощностью 18 квар	Размеры, мм
		АЕ-2041 (А3161)	АЕ-2043 (А3163)		
ЩО41-5101	—	3	1	—	1000×424×200
ЩО41-5102		6	2		
ЩО41-5203		12	2		
ЩО41-5204		6	4		1400×424×200
ЩО41-5205		18	2		
ЩО41-5206		12	4		
ЩО41-5207		6	6		

Тип	Тип вводного автомата	Число автоматов на группах		Число конденсаторов КС мощностью 18 квар	Размеры, мм
		АЕ-2041 (А3161)	АЕ-2043 (А3163)		
ПР41-4301	А3728Н	—	4	4	1863×1200×400
ПР41-4302	—	—	4	4	
ПР41-4303	А3728Н	3	5	—	
ПР41-4304	А3728Н	3	7	—	
ПР41-4305	А3728Н	3	9	—	

Примечание. 1. Вводной автомат А3728Н комплектуется приводом дистанционного управления.

2. Щитки ЩО41 предназначены для навесной установки на колоннах (благодаря одному ряду расположению автоматов щитки имеют небольшую ширину). Щитки ПР41 предназначены для защиты и управления (в том числе и дистанционного) осветительными сетями с лампами ДРЛ и имеют напольное исполнение.

3. Автоматы АЕ-2041 и АЕ-2043 комплектуются комбинированными расцепителями на токи 10; 12,5; 16; 20, 25, 32, 40, 50 и 63 А. До начала серийного выпуска автоматов АЕ-2000 щитки поставляются соответственно с автоматами А3161 и А3163.

4. Степень защиты — IP43.

5. Номинальный ток для ЩО41 равен 160 А, для ПР41 — 250 А.

6. Максимальное сечение проводников на один зажим питающей сети для ЩО41 составляет 2×95 мм²; для ПР41 равно 2×120 мм²; для групповой сети — 25 мм².

Таблица 11-19

Шкафы СП — СПУ

Тип шкафа исполнения		Номинальный ток шкафа, А	Число трехфазных групп и номинальный ток предохранителей, А	Размеры, мм
защищенного	закрытого			
СП62-1/1 СП62-2/1 СП62-3/1	СПУ62-1/1 СПУ62-2/1 СПУ62-3/1	Для СП — 250; для СПУ — 175	5×60 2×60+3×100 5×100	1715×500×380
СП62-4/1 СП62-5/1 СП62-6/1 СП62-7/1 СП62-8/1 СП62-9/1 СП62-10/1	СПУ62-4/1 СПУ62-5/1 СПУ62-6/1 СПУ62-7/1 СПУ62-8/1 СПУ62-9/1 СПУ62-10/1	Для СП — 400; для СПУ — 280	4×250 8×60 4×60+4×100 8×100 2×60+4×100+2×250 5×100+2×250 6×250		1715×700×380

Примечание. 1. Шкафы СП — СПУ имеют на вводе — рубильник, на выводах — предохранители.

2. Шкафы комплектуются предохранителями НПН-60, ПН2-100, ПН-2-250.

3. Для шкафов отдельно заказываются подставки. индекс А.08.1 — для шкафов шириной 500 мм; индекс А.08.2 — для шкафов шириной 700 мм.

**Ящики однофидерные с рубильниками или пакетными выключателями
для напряжения до 380 В переменного тока и 220 В постоянного тока**

Тип	Аппаратура	Номинальный ток, А		Исполнение	Примечание		
		ящика	плавких вставок				
ЯРВ-6113	Трехполюсный рубильник	100	—	Пылебрызгозащищенное	Кабельные воронки № 1, 2, 3		
ЯРВ-6114		200	—				
ЯРВ-6123	Трехполюсный рубильник и 3 предохранителя ПР-2	100	60, 80, 100			То же, № 4, 5	
ЯРВ-6124		200	100, 125, 160, 200				
ЯРВМ-6122	Трехполюсный рубильник и 3 предохранителя ПН-2	60	60		То же, № 1, 2, 3		
ЯРВМ-6123		100	100				
ЯРВМ-6124		200	200			То же, № 4, 5	
ЯВЗ-21	Двухполюсный рубильник и 2 предохранителя ПР-2	100	60, 80, 100		Закрытое (защищенное с уплотнением)	Выпускаются также типы ЯВЗБ на токи до 100 и 200 А — с барашковыми зажимами и ЯВЗШ на токи до 100 А — со штепсельным разъемом	
ЯВЗ-22		200	100, 125, 160, 200				
ЯВЗ-23		300	200, 225, 260, 300				
ЯВЗ-31	Трехполюсный рубильник и 3 предохранителя ПР-2	100	60, 80, 100				
ЯВЗ-32		200	100, 125, 160, 200				
ЯВЗ-33		300	200, 225, 260, 300				
ЯВЗ-21-1	Двухполюсный рубильник, вместо патронов предохранителей — медные шинки	100	—				
ЯВЗ-22-1		200	—				
ЯВЗ-23-1		300	—				
ЯВЗ-31-1	Трехполюсный рубильник, вместо патронов предохранителей — медные шинки	100	—				
ЯВЗ-32-1		200	—				
ЯВЗ-33-1		300	—				
ЯВП2-15	Двухполюсный пакетный выключатель и 2 предохранителя ПР-2	15	6, 10, 15	Закрытое (защищенное с уплотнением)			
ЯВП2-60		60	15, 20, 25, 35, 45, 60				
ЯВП3-15	Трехполюсный пакетный выключатель и 3 предохранителя ПР-2	15	6, 10, 15				
ЯВП3-60		60	15, 20, 25, 35, 45, 60				

Тип	Аппаратура	Номинальный ток, А		Исполнение	Примечание
		ящика	плавких вставок		
ЯБП-1	Трехполюсный блок «Предохранитель-выключатель»	100	30, 40, 50, 60, 80, 100	Защищенное	
ЯБПВУ-2	То же	200	80, 100, 120, 150, 200		
ЯБПВУ-4	»	350	200, 250, 300, 350		
ЯРП-20	Трехполюсный рубильник и 3 предохранителя Е27	20	20		
ЯПП-15	Трехполюсный пускатель ПНВ-30 и 3 предохранителя Е27	12,5	15		
ЯВШ2-25	Двухполюсный рубильник и штепсельный разъем	25	—	Закрытое (защищенное с уплотнением)	
ЯВШ2-60		60	—		
ЯВШ2-100		100	—		
ЯВШ3-25	Трехполюсный рубильник и штепсельный разъем	25	—		
ЯВШ3-60		60	—		
ЯВШ3-100		100	—		

Примечание. Кабельные воронки предназначены для кабелей сечением до 4×10 мм² — № 1; до 4×50 мм² — № 2 и 4; до 4×120 мм² — № 3 и 5.

Таблица 11-21

Автоматические выключатели серии АП50 до 380 В переменного и 220 В постоянного тока на токи до 50 А

Вид расцепителя	Число полюсов	Тип выключателя	Номинальный ток расцепителя $I_{н}$, А	Уставка тока мгновенного срабатывания (отсечка) при переменном токе, А
Комбинированный	2	АП50-2МТ	1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 25; 40; 50	3,5 $I_{н}$; 11 $I_{н}$
	3	АП50-3МТ; АП50-2МЗТО		
Тепловой	2	АП50-2Т АП50-3ТО		—
	3			

Вид распрепителя	Число полюсов	Тип выключателя	Номинальный ток распрепителя I_n , А	Уставка тока мгновенного срабатывания (отсечка) при переменном токе, А
Электромагнитный	2	АП50-2М	1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 25; 40; 50	3,5 I_n ; 11 I_n
	3	АП50-3МО; АП50-3М		
Без распрепителя	2	АП50-2	—	—
	3	АП50-3		

Примечание. 1. Ток отсечки выключателей в цепи постоянного тока будет на 30% больше.

2. Выключатели типов АП50-2МЗТО, АП50-ЗТО, АП50-ЗМО — с распрепителями в фазных и нулевом проводниках.

3. Максимальное сечение проводников составляет 10 мм².

4. Степень защиты: IP20 — для выключателей в пластмассовом корпусе; IP65 — для выключателей в металлическом корпусе.

5. Выключатели могут поставляться с одним или двумя переключающими вспомогательными контактами.

6. В таблицу не включены данные о выключателях, имеющих распрепитель минимального напряжения и дистанционный распрепитель.

Таблица 11-22

Ящики распределительные серии Я-3100 с автоматическими выключателями, навесные, в защищенном с уплотнением исполнении

Тип	Число автоматов	Номинальный ток, А	Число зажимов для присоединения внешних проводов (на каждую фазу)	
			ввод (верхние контакты)	вывод (нижние контакты)
Я-3161-23	1	50	1	1
Я-3161-24	3		1	1
Я-3162-25	1		1	1
Я-3163-25	1		1	1
Я-3162-26	1		2	1
Я-3163-26	1		2	1
Я-3124-25	1	100	1	1
Я-3123-26	1		2	1
Я-3123-25	1		1	1
Я-3123-26	1		2	1
Я-3133-25	1	200	1	1
Я-3134-25	1		1	1
Я-3133-29	1		2	2
Я-3134-29	1		2	2
Я-3143-29	1	600	2	2
Я-3144-29	1		2	2
Я-3143-32	1		3	3
Я-3144-32	1		3	3

Примечание. Четыре цифры после индекса Я в обозначении типа ящика соответствуют.

Пускатели магнитные неререверсивные без тепловой защиты

Величина пускателя	Номинальный ток, А, при напряжении до 380 В открытого исполнения прочих исполнений	Тип пускателя исполнения							Число вспомогательных контактов (по заказу)
		открытого	защищенного	пылезащищенного	пыленепроницаемого	защищенного с кнопками	пылезащищенного с кнопками	пыленепроницаемого с кнопками	
0	3/3	ПМЕ-011	ПМЕ-021	ПМЕ-031					1з
		ПМЕ-041	ПМЕ-051	ПМЕ-061					1з + 2р
		ПМЕ-071	ПМЕ-081	ПМЕ-091					1з + 4р
1	10/10	ПМЕ-111 П6-111	ПМЕ-121 П6-121	ПМЕ-131 П6-131					П6 — 1з; ПМЕ — 100 — 2з; 2з + 2р
2	25/23	ПАЕ-211	ПАЕ-221	ПАЕ-231		ПАЕ-225	ПАЕ-235		2з; 2з + 2р
3	40/36	ПАЕ-311	ПАЕ-321 (ПАЕ-351)	ПАЕ-331 (ПАЕ-361)	ПАЕ-341 (ПАЕ-371)	ПАЕ-325 (ПАЕ-355)	ПАЕ-335 (ПАЕ-365)	ПАЕ-345 (ПАЕ-375)	
4	63/60	ПАЕ-411	ПАЕ-421 (ПАЕ-451)	ПАЕ-431 (ПАЕ-461)	ПАЕ-441 (ПАЕ-471)	ПАЕ-425 (ПАЕ-455)	ПАЕ-435 (ПАЕ-465)	ПАЕ-445 (ПАЕ-475)	1з; 1з + 1р; 2з + 2р; 3з + 3р; 2з + 4р; 4з + 2р
5	110/106	ПАЕ-511	ПАЕ-521 (ПАЕ-551)	ПАЕ-531 (ПАЕ-561)	ПАЕ-541 (ПАЕ-571)	ПАЕ-525 (ПАЕ-555)	ПАЕ-535 (ПАЕ-565)	ПАЕ-545 (ПАЕ-575)	
6	146/140	ПАЕ-611	ПАЕ-621 (ПАЕ-651)	ПАЕ-631 (ПАЕ-661)	ПАЕ-641 (ПАЕ-671)				

Примечание. 1. В скобках указаны типы пускателей увеличенного размера, допускающих прокладку в них монтажных проводов.

2. Пускатели ПАЕ со встроенной кнопочной станцией комплектуются кнопками «Пуск» и «Стоп».

3. По заказу пускатели пылезащищенного и пыленепроницаемого исполнения комплектуются сальниками для ввода кабелей.

4. Пускатели ПМЕ-000 и ПМЕ-100 могут применяться в качестве промежуточных реле (ток главных и вспомогательных контактов одинаков).

5. Напряжение втягивающей катушки 36, 110, 127, 220, 230, 240, 380, 400, 415, 400 и 500 В; частота 50 или 60 Гц.

6. В таблицу не включены взрывозащищенные пускатели (ПВИ, ПМ702 и др.), а также разработанные (но еще не выпускаемые серийно) пускатели в пыленепроницаемом химстойком исполнении (ПМП — ПМПР)

Пакетные выключатели и переключатели

Исполнение	Наименование аппарата	Тип	Номинальный ток, А	
			при напряжении 220 В постоянного и переменного тока	при напряжении 380 В переменного тока
Открытое	Выключатель однополюсный	ПВМ1-10	6,3	4
	Выключатель двухполюсный	ПВМ2-10	10	6,3
		ПВМ2-25	25	16
		ПВМ2-60	63	40
		ПВМ2-100	100	63
		ПВМ2-250	250	160
		ПВМ2-400	400	250
	Выключатель трехполюсный	ПВМ3-10	10	6,3
		ПВМ3-25	25	16
		ПВМ3-60	63	40
		ПВМ3-100	100	63
		ПВМ3-250	250	160
ПВМ3-400		400	250	
Переключатель однополюсный на два направления с двумя нулевыми положениями	ППМ1-10/Н2 ППМ1-25/Н2	6,3 16		
То же, без нулевых положений	ППМ1-10/4с	6,3	4	
Переключатель двухполюсный на два направления с двумя нулевыми положениями	ППМ2-10/Н2	10	6,3	
	ППМ2-25/Н2	25	16	
	ППМ2-60/Н2	63	40	
	ППМ2-100/Н2	100	63	
	ППМ2-250/Н2	250	160	
	ППМ2-400/Н2	400	250	
Переключатель трехполюсный на два направления с двумя нулевыми положениями	ППМ3-10/Н2	10	6,3	
	ППМ3-25/Н2	25	16	
	ППМ3-60/Н2	63	40	
	ППМ3-100/Н2	100	63	
	ППМ3-250/Н2	250	160	
	ППМ3-400/Н2	400	250	
Переключатель двухполюсный на три направления с одним нулевым положением	ППМ2-10/Н3	10	6,3	
	ППМ2-25/Н3	25	16	
	ППМ2-60/Н3	63	40	
Переключатель трехполюсный на три направления с одним нулевым положением	ППМ3-10/Н3	10	6,3	
	ППМ3-25/Н3	25	16	
	ППМ3-60/Н3	63	40	
Переключатель четырехполюсный на два направления без нулевых положений	ППМ4-10	10	6,3	
	ППМ4-25	25	16	

Исполнение	Наименование аппарата	Тип	Номинальный ток, А	
			при напряжении 220 В постоянного и переменного тока	при напряжении 380 В переменного тока
Защищенное	Выключатель двухполюсный	ВПКМ2-10	10	6,3
	Выключатель трехполюсный	ВПКМ3-10 ВПКМ3-25	10 25	6,3 16
Герметичное	Выключатель двухполюсный	ВГПМ2-10	10	6,3
		ГПВМ2-25	25	16
		ГПВМ2-60	63	40
		ГПВМ2-100	100	63
		ГПВМ2-250	250	160
		ГПВМ2-400	400	250
Герметичное	Выключатель трехполюсный	ГПВМ3-10	10	6,3
		ГПВМ3-25	25	16
		ГПВМ3-60	63	40
		ГПВМ3-100	100	63
		ГПВМ3-250	250	160
		ГПВМ3-400	400	250
Герметичное	Выключатель двухполюсный на два направления с двумя нулевыми положениями	ГППМ2-10/Н2	10	6,3
		ГППМ2-25/Н2	25	16
		ГППМ2-60/Н2	63	40
		ГППМ2-100/Н2	100	63
		ГППМ2-250/Н2	250	160
		ГППМ2-400/Н2	400	250
Герметичное	Переключатель трехполюсный на два направления с двумя нулевыми положениями	ГППМ3-10/Н2	10	6,3
		ГППМ3-25/Н2	25	16
		ГППМ3-60/Н2	63	40
		ГППМ3-100/Н2	100	63
		ГППМ3-250/Н2	250	160
		ГППМ3-400/Н2	400	250
Герметичное	Переключатель двухполюсный на три направления с одним нулевым положением	ГППМ2-10/Н3	10	6,3
		ГППМ2-25/Н3	25	16
		ГППМ2-60/Н3	63	40

Примечание 1. Включение по однополюсной схеме допустимо только для аппаратов первой величины при снижении на 50% указанных в таблице номинальных токов.

2. Открытые выключатели и переключатели имеют исполнения 1-е — с задним присоединением проводов для крепления к задней стороне панели толщиной до 4 мм, 2-е — то же, но толщина панели 4—25 мм, 3-е — с передним присоединением проводов. Выключатели и переключатели на токи 250 и 400 А выпускаются только в исполнении 3.

Магнитные пускатели. В табл. 11-23 приведена номенклатура наиболее часто применяемых в осветительных сетях (для дистанционного управления освещением) магнитных пускателей.

Коэффициент мощности пускателей при пуске составляет ориентировочно 0,7, кратность пускового тока — не более 10.

При больших нагрузках взамен пускателей используются контакторы.

Реле. Преимущественно используются промежуточные реле типов ПЭ-21, РПУ1, РПУ2, РП11, РП12 и другие — в схемах дистанционного управления освещением при использовании телефонных кабелей, а также при больших длинах сетей управления при использовании силовоточных кабелей.

Таблица 11-25

Комплектные конденсаторные установки УК-0,38 для осветительных сетей

Тип	Номинальная мощность установки, квар	Количество конденсаторов, шт.	Номинальная мощность конденсатора, квар	Размеры, мм
УК-0, 38-36-2	36	2	18	770×550×587
УК-0, 38-54-3	54	3	18	770×760×587
УК-0, 38-72-4	72	4	18	770×985×587
УК-0, 38-72-2	72	2	36	1090×550×587
УК-0, 38-108-3	108	3	36	1090×760×587
УК-0, 38-144-4	144	4	36	1090×985×587

Примечание. 1. Конденсаторные установки укомплектованы конденсаторами КС (с синтетическим диэлектриком) и предназначены для компенсации реактивной мощности газоразрядных ламп (ДРЛ).

2. Исполнение установок — защитное.

3. Конденсаторы подключаются к трехфазным линиям, питающим лампы, и отключаются защитными аппаратами этих линий.

4. Сечение проводников (по алюминию): не менее 6 мм² — к конденсатору 18 квар; не менее 16 мм² — 36 квар.

Коэффициент мощности промежуточных реле при пуске в среднем составляет 0,25—0,4; кратность пускового тока для реле переменного тока примерно 10.

Пакетные выключатели и переключатели. Данные о них приведены в табл. 11-24.

Трансформаторы понижающие. Они преимущественно используются для понижения напряжения 380—220 В до величины 12—36 В. Применяются в зависимости от нагрузки как однофазные (ОСОВ-0,25; ОСО-0,25), так и трехфазные (ТСЗ-1,5/1, ТСЗ-2,5/1). Выпускаются также в комплекте с аппаратурой управления и защиты, в ящиках защищенного исполнения типов ЯТП-0,25 (на 250 В·А), АМО-3 (на 50 В·А) и др.

Конденсаторные установки. Для компенсации реактивной мощности ламп ДРЛ используются преимущественно комплектные конденсаторные установки типа ККУ-0,38, данные о которых приведены в табл. 11-25.

В отдельных случаях могут быть использованы конденсаторные установки и других типов, в частности ККУ, применяемые в силовых электроустановках.

Стабилизаторы напряжения. Для регулирования и стабилизации напряжения в осветительных сетях могут быть использованы различные типы стабилизаторов, но наиболее перспективными следует считать тиристорные стабилизаторы — ограничители.

Промышленность выпускает ограничители ТОН-3-220-63 и ТОН-3-220-100 мощностью соответственно 63 и 100 кВ·А для работы в сетях 380/220 В с любыми лампами (но при лампах ДРЛ только при отсутствии компенсирующих устройств между лампами и ограничителями).

Блоки управления и шкафы с блоками управления. Для автоматического ввода резервного питания (включение или переключение) используются станции БУ8351, БУ8251 — БУ8254, ПУ8352, ПУ8353, ПУ8253 — ПУ8256. Блоки БУ8003, БУ8006, БУ8013 — БУ8016 на плитах (для заднего присоединения), а также аналогичные им блоки РБУ реечного типа (для переднего присоединения) с автоматами используются при комплектовании щитов и шкафов станций управления освещением (применяемых в крупных цехах взамен большого числа отдельно стоящих щитков).

Для дистанционного управления освещением используются блоки:

БУ5140, БУ5145, БУ5141, БУ5142 — на плитах;

РБУ5101, а также панели РПУ5101 — на рейках.

Для этих же целей применяются шкафы серии ШУ5100 заводского изготовления с блоками БУ5100.

11-5. ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Номенклатура и технические характеристики выключателей и переключателей приведены в табл. 11-26, штепсельных соединений — в табл. 11-27, резьбовых предохранителей — в табл. 11-28. Основной сортамент патронов для ламп общего применения приведен в гл. 2.

Таблица 11-26

Однополюсные выключатели 250 В (ГОСТ 7397—69)

Техническая характеристика	Индекс (заводской артикул)	
	для открытой установки	для утопленной установки
Выключатель на токи, А: 6	02020; 02040; 02080 (73); 02093 (04); 02350	02210 (322—В2); 02250 (322); 02323; 02326 (05); 02360
10	02010 (67); 02092	02230 (68); 02320; 02321
Выключатель в монтажной коробке на токи А: 2,5	—	02290
10	—	02322
Выключатель на ток 6 А для управления с двух мест	02090 (173); 02091	02220 (174); 02240 (46); 02327 (07)

Техническая характеристика	Индекс (заводской артикул)	
	для открытой установки	для утепленной установки
Выключатель на ток 6 А подпотолочный со шнуром	02260	—
Переключатель на ток 6 А подпотолочный со шнуром	02830	—
Выключатель сдвоенный на токи, А: 6	02810 (340—1); 02860; 02880 (60); 02960	02010; 02820 (340—2); 02850 (61); 02891; 02980
10	02811; 02870	02812; 02900
Выключатель на ток 2,5 А сдвоенный в монтажной коробке	—	02890
Выключатель на ток 6 А строенный	02990	02700
Выключатель брызгозащищенный на токи, А: 6	02620, 02640 (193)	—
10	02650 (183)	—
Выключатель малогабаритный на ток 4 А	—	У-85-АМ

Примечание. Индексы изделий указаны согласно каталогу СИ7, вып. 2 (Информэлектро, 1974).

2. В таблицу не включены малогабаритные выключатели для встраивания в светильники и другие электроприборы, в также проходные (устанавливаемые непосредственно на сетевых проводах) выключатели.

3. Выключатели У-85-АМ предназначены для комплектации электроустановочных блоков на монтаже или на заводе-изготовителе (см. § 11-5). Монтаж прочих выключателей и переключателей для утепленной установки, поставляемых без коробки, выполняется в коробках У196, КП2 и т. п.

Штепсельные соединения

Штепсельная розетка			Штепсельная вилка
Техническая характеристика	Тип или индекс (заводской артикул)		Тип или индекс (заводской артикул)
	для открытой установки	для утопленной установки	

С цилиндрическими контактами (ГОСТ 7396—69)

Двухполюсная без заземляющего контакта на 6 А 250 В:			
общего применения	03210; 03220; 03400; 03410	03270; 03280; 03281; 03350	03040 (3448); 03050 (203); 03060 (3835); 03100. 03090 — для шланговых проводов
в монтажной коробке	—	03450; 03460	
в монтажной коробке для тонкостенных перегородок	—	03390	
с уплотненным вводом	03290	—	
надплинтусная	03320; 03370 (РНБ04)	—	
сдвоенная	03330	03340; 03341	
Двухполюсная с заземляющими контактами на 10 А 250 В:			
защищенная	У-210	—	У-255
брызгозащищенная	У-220	—	
пыленепроницаемая	ШГП-10	—	В комплекте с розеткой

С плоскими контактами (ГОСТ 11292—65)

Двухполюсная: без заземляющего контакта:			
на 10 А 36 В	У-86-РО	У-86-РМ	У-87-РМ
на 10 А 250 В	У-86-0	У-86-АМ	У-87-АМ
брызгозащищенная на 10 А 36 В	У-86-РБ	—	У-87-РБ

Штепсельная розетка			Штепсельная вилка
Техническая характеристика	Тип или индекс (заводской артикул)		Тип или индекс (заводской артикул)
	для открытой установки	для утопленной установки	
с заземляющими контактами: на 10 А 250 В:			03540; 03550 — повышенной механической прочности
общего применения	У-94-0	У-94-С	
брызгозащищенная	У-94-БА	—	У-95-БА; У-95-БМ — повышенной механической прочности
пыленепроницаемая	У-102	—	У-95-БА; У-95-БМ
Трехполюсная с заземляющими контактами на 25 А 380 В	А-700-КОМ	—	А-700-КМБ
Двухполюсная без заземляющего контакта на 6 А 250 В	—	У-86-КСМ	У-87-АМ, а также 03040, 03050, 03060, 03100, 03090

С комбинированными контактами (ГОСТ 11292—65 и ГОСТ 7396—69)

Примечание. 1. В 1975 г. розетки У-86-РО, У-86-0, У-102 еще не выпускались.
 2. Индексы изделий указаны согласно каталогу СИ7, вып. 2 (Информэлектро, 1974).
 3. В таблицу не включены штепсельные соединения, встраиваемые в светильники (ШСС-1, ШСВ-20, ШРСЗ-1 и др.), удлинительные розетки (04210, 04220 и др.), разветвители-удлинители (04230, 04250 и др.), разветвители (04251, 04440 и др.).
 4. Розетки У-86-РМ, У-86-АМ, У-86-КСМ предназначены для комплектации электроустановочных блоков на монтаже или на заводе-изготовителе (см. § 11-5). Монтаж прочих розеток, поставляемых без коробки для утопленной установки, выполняется в коробках У196, КП2 и др.

Таблица 11-28

Пробочные предохранители

Техническая характеристика	Индекс
Основание предохранителя с резьбой Е27, на ток 25 А:	
для заднего присоединения проводов	11010
для переднего присоединения проводов	11040, 11050
Основание столбового предохранителя с резьбой Е27 на ток 20 А	11020
Головка предохранителя с резьбой Е27:	
исполнение 1 на ток 10 А	11320
исполнение 2 на ток 25 А	11330

Техническая характеристика	Индекс
Плавная вставка:	
исполнение 1 (без индикатора срабатывания)	
на токи, А:	
6	11510
10	11520
исполнение 2 (с индикатором срабатывания) на	
токи, А:	
6	11550
10	11560
16	11570
25	11580

Примечание. 1. Индексы указаны согласно каталогу СИ7, вып. 2 (Информэлектро, 1974).

2. В таблицу не включены предохранители с резьбой Е21 и Е33.

3. Столбовые предохранители выпускаются по ТУ 16.522042-70, прочие предохранители — по ГОСТ 1138-73.

Бытовые электроустановочные автоматы для защиты сетей выпускаются следующих типов: АБ-25 — с тепловыми расцепителями на токи 15, 20 и 25 А; ПАР-6,3 и ПАР-10 (автоматические выключатели с резьбой Е27) — с комбинированными расцепителями соответственно на токи 6,3 и 10 А.

Для регулирования светового потока ламп накаливания выпускаются светорегуляторы. В 1975 г. выпускались светорегуляторы максимальной мощностью 300 Вт — для открытой установки (СР-03-0) и 1000 Вт — для скрытой установки (СР-1-С).

Штепсельные розетки и выключатели могут поставляться в виде блоков из нескольких аппаратов. В частности, Рижским опытным заводом средств механизации выпускаются блоки с выключателями У-85-АМ и розетками У-86-КСМ:

УБ-0-1 — для открытой установки, на 1 выключатель и 1 розетку;

УБ-С-2 — для утопленной установки, на 2 выключателя и 1 розетку;

УБ-С-3 — для утопленной установки, на 3 выключателя и 1 розетку.

Производственным объединением «Луч» (г. Ленинград) выпускаются блоки со штепсельными розетками с цилиндрическими контактами и выключателями на 6 А 250 В для утопленной установки:

БСП-2-00-00 — на 3 выключателя и 1 розетку;

БСП-3-00-00 — на 2 выключателя и 1 розетку.

11-6. ТРУБЫ

Для осветительных электропроводок применяются стальные и пластмассовые трубы.

Стальные трубы используются легкие и обыкновенные водогазопроводные по ГОСТ 3262-62, а также электросварные — по ГОСТ 10704-63.

Во всех возможных случаях взамен стальных труб должны применяться пластмассовые трубы: полипропиленовые, полиэтиленовые, винипластовые.

Сортамент и технические данные труб приведены в табл. 11-29, а область их применения — в табл. 11-30.

Выбор диаметра труб должен производиться в соответствии с табл. 11-31.

Сортамент и технические данные труб для электропроводок

Условный проход		Трубы стальные водогазопроводные (ГОСТ 3262—62)			Трубы электросварные (ГОСТ 10704—63)				Полиэтиленовые трубы						Винипластовые трубы (нормаль МН 1427—61)			Полипропиленовые трубы (МРТУ6 № 05-1045—67)				
									Масса, кг/м						Наружный диаметр, мм			Масса, кг/м			Наружный диаметр, мм	
дюймы	миллиметры	наружный диаметр	Масса, кг/м		для резьбового соединения		для безрезьбового соединения		Наружный диаметр, мм	низкой плотности (МРТУ6 № 05-918—67)			высокой плотности (МРТУ6 № 05-917—67)			Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м		Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м		
			легкие	обыкновенные	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м	Наружный диаметр, мм	Масса, кг/м		легкие и сред- не легкие *	средние	тяжелые	среднелегкие	средние	тяжелые		средние	тяжелые		средние	тяжелые	особо тяжелые
1/2	15	21,3	1,16	1,28	20	0,726	18	0,647	20	—	0,13	0,18	—	—	0,10	—	—	—	20	—	—	0,14
3/4	20	26,8	1,50	1,66	26	1,07	25	0,92—1,03	25	(0,15)	0,20	0,28	—	—	0,19	—	—	—	—	—	—	—
1	25	33,5	2,12	2,39	32	1,48	30 и 33	1,25—1,53	32	(0,23)	0,32	0,46	—	0,20	0,29	32	0,29	0,36	32	—	0,22	0,34
1 1/4	32	42,3	2,73	3,09	—	—	—	—	40	0,28 (0,36)	0,49	0,71	—	0,29	0,44	40	0,37	0,55	—	—	—	—
1 1/2	40	48,0	3,33	3,84	47	2,21	45 и 48	2,12—2,27	50	0,39 (0,55)	0,76	1,10	0,32	0,45	0,68	—	—	—	—	—	—	—
2	50	60,0	4,22	4,88	59	2,82	57 и 60	2,71—2,86	63	0,59 (0,87)	1,21	1,73	0,51	0,71	1,08	63	0,86	1,35	63	0,54	0,87	1,33
2 1/2	70	75,5	5,71	7,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	80	88,5	7,34	8,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	100	114,0	10,85	12,15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* В скобках указана масса труб среднелегкого типа.

Выбор труб для электропроводок

Наименование труб	Вид прокладки и строительные основания	Разрешается	Запрещается	Примечание
Полиэтиленовые и полипропиленовые	Скрыто — по негорючим основаниям, в том числе в подливках полов и в фундаментах под оборудование	В сухих, влажных, сырых, особо сырых, пыльных, с химически активной средой помещений; в наружных установках; в агрессивном грунте (для защиты кабелей)	Во взрывоопасных и пожароопасных установках; в зданиях ниже второй степени огнестойкости; в зрительных залах, на сценах зрелищных предприятий и клубов; в детских садах и яслях, пионерских лагерях, больницах, на чердаках; в животноводческих помещениях; в зонах высоких температур; в подшивных потолках	Как правило, полиэтиленовые трубы следует применять легкого и среднелегкого типов. Полиэтиленовые трубы среднего и тяжелого типов рекомендуются при прокладке в фундаментах и больших бетонных массивах
Винипластовые	Открыто — по негорючим и трудногорючим основаниям; скрыто — по любым основаниям (по горючим основаниям прокладка по слою листового асбеста толщиной не менее 3 мм или по намету штукатурки толщиной не менее 5 мм и выступающей с каждой стороны трубы не менее чем на 5 мм с последующим заштукатуриванием трубы слоем штукатурки толщиной не менее 10 мм)	То же, что и полиэтиленовые трубы	Скрыто и открыто — во взрывоопасных и пожароопасных установках и в зонах высоких температур; открыто — в зрительных залах, на сценах кинопроекторных зрелищных предприятий и клубов; в детских садах и яслях, больницах, на чердаках; в животноводческих помещениях; в подшивных потолках из горючих и трудногорючих материалов	При прокладке в фундаментах и больших массивах рекомендуются трубы тяжелого типа, в прочих случаях — среднего типа

Наименование труб	Вид прокладки и строительные основания	Разрешается	Запрещается	Примечание
Стальные электросварные (ГОСТ 10704—63): при резьбовом соединении труб	Открыто и скрыто — по любым основаниям	В сухих, влажных, жарких, пыльных и пожароопасных помещениях; на чердаках	В сырых, особо сырых и с химически активной средой помещениях; в наружных установках; во взрывоопасных установках	
при соединении труб манжетами	Открыто — по любым основаниям	В сухих и влажных помещениях	В жарких, пыльных, сырых, особо сырых и с химически активной средой помещениях; во взрыво- и пожароопасных установках; в наружных установках	
Стальные водопроводные (ГОСТ 3262—62)	Открыто и скрыто — по любым основаниям	В любых помещениях; в наружных установках		Во взрывоопасных установках используются обыкновенные трубы, в прочих случаях — легкие. В помещениях особо сырых и с химически активной средой рекомендуется применение оцинкованных труб

**Условный проход стальных и пластмассовых труб, мм,
в зависимости от числа, марки и сечения проводников**

Сечение, мм ²	Одножильные провода ПРТО — АПРТО, ПВ — АПВ, ПР — АПР, ПРВ — АПРВ при числе проводов, равном							Кабели АВВГ с однопрово- лочными жи- лами 25 мм ² и выше при числе жил, равном			Кабели АВВВ с однопро- волочными жилами 25 мм ² и выше при числе жил, равном 4	Кабели АВВГ до 16 мм ² и ВВГ при числе жил, равном			Кабели АВВВ до 16 мм ² и ВВВ при числе жил, равном 4	
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4		2	3	4		
1,5	15	15	15	15+	20—	20	20									
2,5	15	15	15+	20—	20	20	20+					25—	25+			
4	15	15	15+	20	20	20+	25—					25+	25+			
6	15	15+	20	20+	20+	25	25+					25+	25+			
10	20	20+	25+	32—	32—	32+	32+					32—	32+		25+	40+
16	25	25+	32—	32	32+	40+	40+					32+	32+		32+	40+
25	32—	32	32+	40+	50—	50	50+		40+	50+		32+	40+		40+	50+
35	32	32+	40+	50—	50	50+	70—		50—	70—		32+	40+		40+	70—
50	40—	40+	50	50+	70—	70	70+		70+	80+		32+	40+		50+	70
70	50	50	70—	70	70+	80—	80+		70+	100					50+	70+
95	70—	70—	70+						80+	100—					70—	80+
120	70	70	80—						100—						70	80+
150	70	70+	80+												70+	80+
185	80—	80+	100—													80+

Примечание. 1. Трасы участков грубных прокладок условно делятся на три степени сложности в зависимости от их длины и числа углов, а именно:

Характеристика трассы	Примерная длина участков, м		
	средних	сложных	простых
Прямая или слабо искривленная	75	100	50
С одним прямым или двумя тупыми углами	50	75	30
С двумя прямыми углами	30	50	20

2 В таблице указаны условные проходы труб для трасс средней сложности; знак «+» обозначает необходимость выбора ближайшего большего условного прохода при сложных трассах, знак «—» — ближайшего меньшего условного прохода при простых трассах.

3. Длина участка между коробками должна быть не более 12 м — прямой участок; 8 м — участок с одним изгибом под углом 90°; 6 м — участок с двумя изгибами под углом 90°. При увеличении указанных расстояний до 20 м трубы выбираются следующего большего диаметра.

4 Для неохваченных таблицей случаев условный проход может выбираться по ниже-следующим формулам, в зависимости от числа проводников n и их диаметра d :

Трасса	Кабели с алюми- невыми одно- проволочными жилами выше 16 мм ² при $n = 1$	Прочие кабели при n , равном		
		1	2	≥ 3
Средняя	$\geq 2d$	$\geq 1,4d$	$\geq 1,35d$	$\geq \sqrt{2,5nd^2}$
Сложная	$\geq 2,3d$	$\geq 1,65d$	$\geq 1,35d$	$\geq \sqrt{3,1nd^2}$
Простая	$\geq 1,8d$	$\geq 1,2d$	$\geq 1,25d$	$\geq \sqrt{2,2nd^2}$

11-7. ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Для монтажа осветительных установок широко применяются различные электромонтажные изделия: кронштейны, стойки и подвесы для установки светильников, коробки, ящики, крепежные изделия для электропроводок, лотки и короба, монтажные профили и полосы и т. д.

Повышению качества и индустриализации монтажа способствует применение электромонтажных изделий заводского изготовления. Заводами Главэлектромонтажа и Укрглавэлектромонтажа выпускается разнообразная номенклатура электромонтажных изделий, в том числе и изделий для монтажа освещения, данные о которых приведены в каталогах названных организаций.

Электромонтажные изделия заводского изготовления в основном имеют исполнения, пригодные для нормальных условий среды, поэтому при тяжелых средах, в первую очередь в помещениях с химически активной средой, особо сырых, взрывоопасных, такие электромонтажные изделия, как-то: подвесы, стойки, кронштейны и т. п., необходимо изготавливать непосредственно в мастерских монтажных организаций.

В табл. 11-32—11-37 указан сортамент и технические данные коробок, применяемых в осветительных сетях.

Таблица 11-32

Ящики и коробки для трубных проводок

Наименование	Тип или индекс	Размеры, мм
Коробки защищенного исполнения для открытых проводок	У75	114×74×56
	У76	147×97×66
	У77	267×127×86
Коробки защищенного и закрытого исполнения для открытых проводок	У994	129×110×83
	У995	168×150×110
	У996	218×200×110
Ящики закрытого исполнения (серии ЯП) для открытых проводок	У997	400×200×200
	У998	400×200×600
	У999	600×200×600
	У1003	600×350×800
	У1005	800×350×1200
Коробки для скрытых проводок: для крепления светильников	У780	115×115×60
	У781	115×115×65
для установки малогабаритных выключателей и штепсельных розеток (на 1 аппарат)	У782	115×115×60
	У783	115×115×65
для ответвлений	У784	115×115×52

Примечание. 1. Отверстия для ввода труб продавливаются при монтаже.

2. Крепление светильников в коробках У780 — У781: серьгами У776 — подвесных светильников; шпильками У777 — потолочных светильников.

3. Крепление крышек коробок У780 — У784 — лапками У778.

Коробки пылезащищенные чугунные для стальных труб, серии КМ (У500)

Назначение	Тип		Резьба трубная, дюймы
	без болта заземления	с болтом заземления	
Проходная Угловая левая Угловая правая Тройниковая	КМП1 КМУ _л 1 КМУ _п 1 КМТ1	КМП2 КМУ _л 2 КМУ _п 2 КМТ2	1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2
Крестообразная	КМК1	КМК2	1/2, 3/4, 1

Примечание. В обозначении типа также указывается резьба, например: КМП1-3/4", КМТ2-3/4", КМТ2-1 1/2".

Таблица 11-34

Коробки взрывозащищенные (фитинги) серии Ф

Наименование	Тип
Фитинг: проходной проходной через дно тройниковый проходной с ответвлением в дно крестовой проходной разделительный Универсальная соединительная муфта	ФП ФОД ФТ ФПД ФК ФПЗ ФУСМ

Примечание. 1. Трубная резьба фитингов 3/4; 1; 1 1/2; 2 дюйма.
2. Фитинги предназначены для проводок в стальных трубах и кабелями ВРГ, ВВГ и т. п. во взрывоопасных установках классов В-1 и В-1г для смесей не выше категории 3 и группы Г, класса В-1а, для смесей не выше категории 4 и группы Д, а также для всех прочих классов.
3. При кабельных проводках применяются модернизированные фитинги серии Ф с уплотнением вводов ввертными сальниками и с креплением к основаниям

Таблица 11-35

Коробки пластмассовые для открытых кабельных проводок

Тип	Исполнение	Число вводов	Размеры, мм	Максимальное сечение кабелей (АНРГ—НРГ, АВВГ—ВВГ и т. п.), мм ²
КОР-73	Пылезащищенное	3	140×98×56	4×6 — для кабелей на 0,66 кВ; 4×4 — для кабелей на 1 кВ
КОР-74		4	140×140×56	
У409	Пыленепроницаемое	4	165×165×65	

Примечание. 1. Коробки У409 предназначены для взрывоопасных установок классов В-1а, В-1г и ниже.

2. Выпускаются также коробки в брызгозащищенном исполнении для кабелей сечением до 4×2,5 мм² на 3 и 4 ввода (СТУ 103. 319—63).

**Коробки в защищенном исполнении для тросовых проводов
и открытых проводов, выполненных проводами**

Тип	Назначение	Размеры, мм	Примечание
У419	Для открытых проводов, выполненных плоскими и защищенными проводами. Ввод до 8 жил сечением до 2,5 мм ² включительно	52 (диаметр) × × 24	
У230	Для тросовых проводов (АРТ, АВТ) сечением 4×4—4×10 мм ²	160×200×75	Коробка снабжена крюком для подвески светильника и клеммником
У231	То же, сечением 4×16—4×25 мм ²	Данных нет	Выпуск начнется не ранее 1976 г.
У245	Для кабелей и проводов, подвешиваемых на стальных тросе или проволоке диаметром до 8 мм включительно. Сечение проводников 4—10 мм ²	150×100×70	В комплекте 2 сжима (для ответвлений двумя проводами сечением 1,5—2,5 мм ²)
У246	То же, сечение проводников 16—35 мм ²	200×150×80	В комплекте 4 сжима (для ответвлений 4 проводами сечением 1,5—2,5 мм ²)
У257	Для открытых проводов, выполненных кабелями и проводами сечением до 25 мм ² включительно	200×165×80	В коробку встроены штупсельный разъем для разъемного присоединения светильника к магистрали

Таблица 11-37

**Коробки для скрытых проводов плоскими проводами и проводами
в изоляционных трубках**

Тип или индекс	Назначение	Размеры, мм	Исполнение и материал	Надрублы или отверстия для проводов
У197	Для плоских проводов в изоляционных трубках диаметром до 16 мм ²	Корпус Φ 70×40; крышка Φ 82×8	Защищенное: корпус — сталь, крышка — пласт- масса	3 отверстия Φ 19 мм
У198		Корпус Φ 100×40; крышка Φ 112×8		
У191	Для плоских проводов	Корпус Φ 100×15; крышка Φ 106×6	Защищенное; пластмасса	4 выламывающиеся подпрессовки
У194		Корпус Φ 74×15; крышка Φ 80×6		

Тип или индекс	Назначение	Размеры, мм	Исполнение и материал	Надрубы или отверстия для проводов
У192	Для проводов в изоляционных трубках диаметром до 23 мм	Корпус $\Phi 100 \times 31$; крышка $\Phi 106 \times 6$	Защищенное; пластмасса	То же
У195		Корпус $\Phi 74 \times 31$; крышка $\Phi 80 \times 6$		
У196	Для утопленной установки выключателей и штепсельных розеток	$\Phi 50 \times 40$	Защищенное; сталь	3 отверстия $\Phi 19$ мм
КП2		$\Phi 72 \times 40$		5 надрубов $\Phi 19$ мм
КП4	Для утопленной установки малогабаритных выключателей и розеток	$107 \times 62 \times 41$	Защищенное; сталь	7 надрубов $\Phi 19$ мм
КП5		$112 \times 60 \times 38$	Защищенное; пластмасса	

Примечание. Коробки КП2 в исполнении с крышками маркируются КП1 и используются как ответвительные коробки.

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

12-1. РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

Расчетная нагрузка питающей осветительной сети определяется умножением установленной мощности ламп на коэффициент спроса k_c .

При отсутствии данных обследований k_c следует принимать равным:

1 — для мелких производственных зданий и торговых помещений, наружного освещения;

0,95 — для производственных зданий, состоящих из отдельных крупных пролетов;

0,9 — для библиотек, административных зданий и предприятий общественного питания;

0,8 — для производственных зданий, состоящих из большого числа отдельных помещений;

0,6 — для складских зданий и электроподстанций, состоящих из большого числа отдельных помещений.

При расчете групповой сети и всех звеньев сети аварийного освещения k_c принимается равным 1. Расчетные нагрузки жилых зданий определяются в соответствии с «Указаниями по проектированию электрооборудования жилых зданий» СН297—64, 1973. (Второе издание с изменениями, утвержденными приказом Госгражданстроя при Госстрое СССР № 125 от 13 июня 1973 г.)

Сечения проводников осветительной сети должны обеспечивать:

достаточную механическую прочность (§ 12-2);

прохождение тока нагрузки без перегрева сверх допустимых температур (§ 12-3);

необходимые уровни напряжения у источников света (§ 12-4);

срабатывание защитных аппаратов при коротких замыканиях (§ 12-7);

соответствие току аппаратов защиты (§ 10-4).

12-2. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ И ТРОСОВ ПО МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

Наименьшие допустимые сечения проводников по механической прочности указаны в табл. 12-1.

Для зарядки светильников („внутренней“, а при подвеске на крюках — „внешней“), а также для присоединения переносных и передвижных электроприемников должны применяться только медные гибкие проводники.

При тросовых проводках в зависимости от нагрузки стальные тросы следует принимать диаметром 1,95—6,5 мм, катанку — диаметром 5,5—8 мм.

При струнных проводках, когда на катанке подвешивается только кабель групповой сети без светильников и крепление катанки осуществляется не более чем через 4 м; диаметр катанки принимается равным 2—4 мм.

12-3. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ ПО НАГРЕВУ

Нагрев проводников вызывается прохождением по ним тока I , величина которого определяется по формулам:

для трехфазной сети, с нулем и без нуля, при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3} U_d \cos \varphi}; \quad (12-1)$$

Минимальные сечения проводников по механической прочности

Проводники	Минимальное сечение проводников, мм ²	
	медных	алюминевых
Провода для зарядки светильников:		
общего освещения:		
внутри зданий	0,5	—
вне зданий	1	—
подвесных местного освещения	0,75	—
прочих стационарных местного освещения:		
подвижных	1	—
неподвижных	0,5	—
настольных	0,75	—
Кабели шланговые и шнуры в общей оболочке для присоединения переносных электроприемников:		
бытовых	0,75	—
в промышленных установках	1,5	—
Кабели шланговые для присоединения передвижных электроприемников	2,5	—
Скрученные двужильные провода (шнуры) с многопроволочными жилами для прокладки на роликах	1	—
Кабели, защищенные и изолированные провода для неподвижных прокладок на роликах, скобах и в трубах	1	2,5
Незащищенные изолированные провода внутри помещений при прокладке:		
на изоляторах по стенам и потолкам . . .	1,5	4
на изоляторах в виде перекидок между фермами или колоннами при расстоянии между опорами, м:		
≤ 6	2,5	4
≤ 12	4	10
> 12	6	16
Незащищенные изолированные провода на изолирующих опорах в наружных установках:		
под навесами на роликах	1,5	2,5
по стенам, конструкциям и опорам на изоляторах	2,5	4
Голые провода в зданиях	2,5	
Воздушные линии напряжением до 1000 В . . .	6	16

Проводники	Минимальное сечение проводников, мм ²	
	медных	алюминиевых
Заземляющие проводники:		
голые	4	6 (стальные: ⊙ 5 мм — в зданиях; ⊙ 6 мм — в наружных установках)
изолированные	1,5	2,5
заземляющие жилы кабелей и многожильных проводов в общей оболочке с фазовыми жилами	1	2,5

для двухфазной сети с нулем, при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_{\phi} \cos \varphi}; \quad (12-2)$$

для двухпроводной сети

$$I = \frac{P_1}{U_{\text{н}} \cos \varphi}; \quad (12-3)$$

для каждой из фаз двух- и трехфазных сетей с нулем при любой, в том числе и неравномерной, нагрузке

$$I = \frac{P_1}{U_{\phi} \cos \varphi}, \quad (12-4)$$

где P — активная мощность нагрузки (включая потери в ПРА газоразрядных ламп) одной, двух или трех фаз; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности нагрузки; $U_{\text{л}}$, U_{ϕ} , $U_{\text{н}}$ — напряжение сети, B , линейное $U_{\text{л}}$, фазное U_{ϕ} , номинальное $U_{\text{н}}$. При равномерной загрузке фаз ток в нулевом проводе трехфазных сетей, питающих лампы накаливания, равен нулю, ток же сетей, питающих газоразрядные лампы, может достигать величины фазного тока (см. § 12-5).

В двухфазных трехпроводных сетях при равномерной нагрузке фаз ток в нулевом проводе равен фазному току — при питании ламп накаливания; может быть несколько больше фазного тока — при питании газоразрядных ламп.

При неравномерной нагрузке фаз линейные токи будут неодинаковы.

Если неравномерность невелика, выбор сечения проводов следует вести, как для линии с равномерной нагрузкой фаз, приняв в качестве расчетной утроенную нагрузку наиболее загруженной фазы.

При существенной неравномерности нагрузки (например, при мощных ксеноновых светильниках) необходимо определить токи и сечения проводников отдельно для каждой фазы.

Для трехфазных линий с включением нагрузок на линейное напряжение линейные токи I_A , I_B , I_C зависят от порядка следования фаз ($A-B-C$ или $C-B-A$).

При прямом следовании фаз:

$$\begin{aligned} I_A &= \sqrt{I_{AB}^2 + I_{CA}^2 + 2I_{AB}I_{CA} \sin(\varphi_{AB} - \varphi_{CA} + 30^\circ)}; \\ I_B &= \sqrt{I_{BC}^2 + I_{AB}^2 + 2I_{BC}I_{AB} \sin(\varphi_{BC} - \varphi_{AB} + 30^\circ)}; \\ I_C &= \sqrt{I_{CA}^2 + I_{BC}^2 + 2I_{CA}I_{BC} \sin(\varphi_{CA} - \varphi_{BC} + 30^\circ)}. \end{aligned} \quad (12-5)$$

При обратном следовании фаз в каждой из формул (12-5) необходимо поменять местами индексы углов (AB и CA , BC и AB , BC и CA). Так как порядок следования фаз при проектировании неизвестен и может меняться в процессе эксплуатации, необходимо определять линейные токи для обоих вариантов следования фаз.

Пример. Определить линейные токи в трехфазной сети, питающей согласно рис. 12-1 две ксеноновые лампы по 20 кВт каждая и три лампы ДРИ общей мощностью 6 кВт (с потерями в ПРА — 6,6 кВт).

При прямом следовании фаз:

$$I_A = \sqrt{60^2 + 35^2 + 2 \cdot 60 \cdot 35 \cdot \sin(26^\circ - 60^\circ + 30^\circ)} = 67 \text{ A};$$

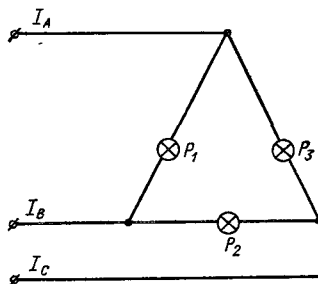
$$I_B = \sqrt{60^2 + 60^2 + 2 \cdot 60 \cdot 60 \cdot \sin(26^\circ - 26^\circ + 30^\circ)} = 104 \text{ A};$$

$$I_C = \sqrt{35^2 + 60^2 + 2 \cdot 35 \cdot 60 \cdot \sin(60^\circ - 26^\circ + 30^\circ)} = 93 \text{ A}.$$

Рис. 12-1. К примеру расчета тока в сети с неравномерной нагрузкой фаз при питании ламп линейным напряжением

$$P_1 = P_2 = 20 \text{ кВт (ток 60 A)};$$

$$P_3 = 6,6 \text{ кВт (ток 35 A)}$$



При обратном следовании фаз:

$$I_A = \sqrt{60^2 + 35^2 + 2 \cdot 60 \cdot 35 \cdot \sin(60^\circ - 26^\circ + 30^\circ)} = 93 \text{ A};$$

$$I_B = \sqrt{60^2 + 60^2 + 2 \cdot 60 \cdot 60 \cdot \sin(26^\circ - 26^\circ + 30^\circ)} = 104 \text{ A};$$

$$I_C = \sqrt{35^2 + 60^2 + 2 \cdot 35 \cdot 60 \cdot \sin(26^\circ - 60^\circ + 30^\circ)} = 67 \text{ A}.$$

Длительно допустимые токовые нагрузки для проводов и кабелей в зависимости от условий прокладки указаны в табл. 12-2 — 12-4.

При температуре окружающей среды, отличной от 25°C — при прокладке по воздуху и 15°C — при прокладке в земле, к токовым нагрузкам, приведенным в вышеуказанных таблицах, вводятся поправочные коэффициенты (табл. 12-5).

При определении числа жил в кабеле или проводов в трубе нулевой рабочий проводник четырехпроводных трехфазных линий принимается в расчет, если по нему протекает значительный ток (например, при питании газоразрядных ламп).

В тех случаях, когда расстояние между кабелями менее 35 мм, а при прокладке в каналах — менее 50 мм, на токовые нагрузки вводятся поправочные коэффициенты (приведены в ПУЭ).

Токовые нагрузки принимаются:

для открыто проложенных плоских проводов (АППВ, ППВ) и тросовых проводов (АРТ, АВТ) — как для кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией; для кабелей в блоках — по таблицам ПУЭ, в зависимости от сечения, напряжения и расположения кабелей в блоке;

для одиночных проводов, проложенных по лоткам в один ряд, — как для открыто проложенных проводов, а проложенных пучками, — как для проводов в трубах; для проводов, проложенных в пластмассовых трубах, — как для проводов в стальных трубах с понижением нагрузок на 5—10%.

Длительно допустимый ток I_d для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температуре воздуха 25°С и земли 15°С

Группа проводников	Провода с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабели и защищенные провода с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабели с бумажной пропитанной изоляцией						Голые провода
	АПР — АПРТО — АПРВ — АПВ						АВРГ — АНРГ — АВВГ — АВРЕГ — АНРБГ — АВВБГ — АПРФ			АВВБ — АНРБ — АВВВ			ААГ — АСГ — ААБГ — АСБГ			ААБ — АСБ				А
Способ прокладки	открыто	в стальных трубах					в воздухе			в земле			в воздухе			в земле			открыто вне помещений в помещениях
		I_d , А							I_d , А, при числе жил (одножильных проводов), равном										
Сечение мм ²	I_d , А	I_d , А, при числе проводов, равном					I_d , А, при числе жил (одножильных проводов), равном												
		—	2	3	4	5—6	7—9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
2,5	24	20	19	19	15	14	21	19	17	34	29	26	23	22	—	35	31	—	—
4	32	28	28	23	22	21	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38	—
6	39	36	32	30	26	24	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46	—
10	60	50	47	39	38	35	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65	—
16	75	60	60	55	48	45	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90	105/75
25	105	85	80	70	65	60	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115	135/105
35	130	100	95	85	75	70	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135	170/130
50	165	140	130	120	105	95	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	180	165	215/165
70	210	175	165	140	130	125	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200	265/210
95	255	215	200	175	—	—	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240	320/255
120	295	245	220	200	—	—	230	200	190	340	295	266	245	220	200	335	300	270	375/300
150	340	275	255	—	—	—	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305	440/355
185	390	—	—	—	—	—	310	270	243	440	385	347	—	290	260	—	380	345	500/410

Таблица 12-3

Длительно допустимый ток I_d для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с медными жилами при окружающей температуре воздуха 25° С и земли 15° С

Группа проводников	Провода и шнуры с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабели и защищенные провода с резиновой и пластмассовой изоляцией						Шланговые кабели		Кабели с бумажной пропитанной изоляцией				Голые провода		
	ПР—ПРТО—ПРГ—ПРВ—ПВ—ПГВ—ПРГВ						ВРГ—НРГ—ВВГ—ВРВГ—НРВГ—ВВВГ—ПРФ			ВРВ—НРВ—ВВВ			КРПТ, КРПГ		АГ—СГ—АБГ—СВГ		АБ—СБ		М		
Способ прокладки	открыто	в стальных трубах				в воздухе						в земле			в воздухе				в земле		открыто вне помещений в помещениях
		2	3	4	5—6	7—9	2	3	4	2	3	4	2	3	2	3	4	2	3	4	
I_d , А, при числе жил (одножильных проводов), равном																					
1,5	23	19	17	16	15	14	19	19	17	33	27	24	23	20	—	—	—	—	—	—	—
2,5	30	27	25	25	20	19	27	25	22	44	38	34	33	28	30	28	—	45	40	—	—
4	41	38	35	30	28	26	38	35	31	55	49	44	43	36	40	37	35	60	55	50	50/25
6	50	46	42	40	34	31	50	42	38	70	60	54	55	45	55	45	45	80	70	60	70/35
10	80	70	60	50	48	45	70	55	50	105	90	81	75	60	75	60	60	105	95	85	95/60
16	100	85	80	75	64	60	90	75	68	135	115	103	95	80	95	80	80	140	120	115	130/100
25	140	115	100	90	80	75	115	95	85	175	150	135	125	105	130	105	100	185	160	150	180/135
35	170	135	125	115	100	95	140	120	108	210	180	162	150	130	150	125	120	225	190	175	220/170
50	215	185	170	150	135	125	175	145	130	265	225	202	185	160	185	155	145	270	235	215	270/215
70	270	225	210	185	165	155	215	180	162	320	275	247	235	200	225	200	185	325	285	265	340/270
95	330	275	255	225	—	—	260	220	200	385	330	300	—	—	275	245	215	380	340	310	415/335
120	385	315	290	260	—	—	300	260	234	445	385	347	—	—	320	285	260	435	390	350	485/395
150	440	360	330	300	—	—	350	305	275	505	435	392	—	—	375	330	300	500	435	395	570/465

Длительно допустимый ток I_d для проводов на напряжение 0,66 кВ с нагревостойкостью до 150°С
(ПРКС, РКГМ, ПАЛ и т. д.)

Сечение жилы, мм ²	Прокладка открыто					Прокладка в стальных трубах											
						2 провода				3 провода				4 провода			
	I_d , А, при температуре окружающего воздуха, °С, равной																
	25	60	80	100	125	60	80	100	125	60	80	100	125	60	80	100	125
1,5	43	37	33	29	22	31	28	25	19	30	26	23	18	26	23	20	15
2,5	59	51	46	40	30	43	39	34	26	41	37	32	24	36	32	28	21
4	80	68	61	53	40	58	52	45	34	54	49	42	32	48	43	37	28
6	103	89	79	69	53	76	67	59	45	71	63	55	42	62	55	48	37
10	141	122	109	95	72	105	93	81	61	98	87	76	58	85	76	66	50
16	190	163	146	127	97	140	125	110	80	130	115	100	80	115	100	90	68
25	245	211	189	164	125	180	160	140	105	170	150	130	100	150	130	115	90
35	302	260	232	202	154	220	195	170	130	210	185	160	125	180	165	140	110
50	374	323	288	250	191	275	245	210	160	260	230	200	155	225	200	175	135
70	462	398	356	309	236	340	305	265	200	320	285	245	190	280	250	215	165
95	550	476	426	369	282	405	360	315	240	380	340	295	225	335	300	260	200

Таблица 12-5

Поправочные коэффициенты на токовые нагрузки проводников в зависимости от температуры окружающей среды

Проводники	Нормированная температура среды, °С	Расчетная температура среды, °С	Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, °С, равной												
			-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50	
Кабели и провода с резиновой и пластмассовой изоляцией при прокладке: по воздуху в земле	70	25	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67	
		15	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	
Кабели с пропитанной бумажной изоляцией при прокладке: по воздуху в земле	80	25	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74	
		15	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	

12-4. РАСЧЕТ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПО ПОТЕРЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Величина располагаемых (допустимых) потерь напряжения в сети определяется из выражения

$$\Delta U_{\text{д}} = U_{\text{х.х}} - U_{\text{мин}} - \Delta U_{\text{т}}, \quad (12-6)$$

где $\Delta U_{\text{д}}$ — располагаемая потеря напряжения в сети; $U_{\text{х.х}}$ — номинальное напряжение при холостом ходе трансформатора; $U_{\text{мин}}$ — допускаемое напряжение у наиболее удаленных ламп (см. § 10-1); $\Delta U_{\text{т}}$ — потеря напряжения в трансформаторе, приведенная ко вторичному напряжению.

Все значения в формуле (12-6) указаны в процентах.

Потеря напряжения $\Delta U_{\text{т}}$ зависит от мощности трансформатора, его загрузки, коэффициента мощности питаемых электроприемников и определяется с достаточным приближением по формуле

$$\Delta U_{\text{т}} = \beta (U_{\text{а.т}} \cos \varphi + U_{\text{р.т}} \sin \varphi), \quad (12-7)$$

где β — коэффициент загрузки трансформатора; $U_{\text{а.т}}$ и $U_{\text{р.т}}$ — активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности на зажимах вторичной обмотки трансформатора.

Значения $U_{\text{а.т}}$ и $U_{\text{р.т}}$ определяют следующими выражениями:

$$U_{\text{а.т}} = \frac{P_{\text{к}}}{P_{\text{н}}} \cdot 100; \quad (12-8)$$

$$U_{\text{р.т}} = \sqrt{U_{\text{к}}^2 - U_{\text{а.т}}^2}, \quad (12-9)$$

где $P_{\text{к}}$ — потери короткого замыкания, кВт; $P_{\text{н}}$ — номинальная мощность трансформатора, кВт·А; $U_{\text{к}}$ — напряжение короткого замыкания, %.

Значения $P_{\text{к}}$ и $U_{\text{к}}$ приводятся в каталогах на трансформаторы.

Пример. Мощность трансформатора $P_{\text{н}} = 400$ кВт·А; $\cos \varphi = 0,95$; $\beta = 0,9$. Определить $\Delta U_{\text{д}}$ в сети рабочего освещения производственного здания.

Для трансформатора 400 кВт·А из каталога находим:

$$P_{\text{к}} = 5,5 \text{ кВт} \quad \text{и} \quad U_{\text{к}} = 4,5\%,$$

откуда

$$U_{\text{а.т}} = 5,5 : 400 \approx 1,38\%; \quad \Delta U_{\text{р.т}} = \sqrt{4,5^2 - 1,38^2} = 4,25\%;$$

$$\Delta U_{\text{т}} = 0,9 (1,38 \cdot 0,95 + 4,25 \cdot 0,31) \approx 2,3\%.$$

Принимая $\Delta U_{\text{х.х}} = 105\%$, находим $\Delta U_{\text{д}} = 105 - 97,5 - 2,3 = 5,2\%$.

Допустимые потери напряжения в осветительной сети для наиболее распространенных мощностей трансформаторов приведены в табл. 12-6.

Эти потери рассчитаны для $U_{\text{мин}}$, равного 97,5%, и при иных значениях должны быть соответственно изменены.

В общем виде потеря напряжения в сети определяется по формулам:

в сетях без индуктивности

$$\Delta U = IR; \quad (12-10)$$

в сетях с индуктивностью

$$\Delta U = I (R \cos \varphi + X \sin \varphi), \quad (12-11)$$

где I — расчетный ток линии, А; R — активное сопротивление линии, Ом; X — индуктивное сопротивление линии, Ом; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности нагрузки.

Активное сопротивление R (в омах) проводов и кабелей из цветных металлов (меди, алюминия) определяется по одной из следующих формул:

$$R = \frac{\rho L}{s \cdot 10^6}; \quad (12-12)$$

$$R = \frac{L}{\gamma s \cdot 10^6}, \quad (12-13)$$

Допустимая потеря напряжения в осветительных сетях

Мощность трансформатора, кВ · А	Коэффициент загрузки трансформатора	Потеря напряжения, %, при коэффициенте мощности нагрузки, равном						
		1,0	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
160	0,95	5,9	4,8	4,4	3,9	3,6	3,4	3,3
	0,9	6,0	5,0	4,5	4,0	3,9	3,6	3,5
	0,8	6,1	5,2	4,9	4,5	4,2	4,1	4,0
	0,7	6,3	5,5	5,3	4,8	4,6	4,5	4,4
	0,6	6,5	5,8	5,5	5,2	5,0	5,0	4,9
0,5	6,7	6,1	5,8	5,6	5,4	5,4	5,3	
250	0,95	6,1	5,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3
	0,9	6,2	5,1	4,6	4,1	3,9	3,7	3,5
	0,8	6,3	5,3	5,0	4,5	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,6	5,4	4,9	4,7	4,5	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9
0,5	6,8	6,2	5,9	5,6	5,5	5,4	5,3	
400	0,95	6,2	5,0	4,5	4,0	3,4	3,5	3,3
	0,9	6,3	5,2	4,7	4,2	3,9	3,7	3,6
	0,8	6,4	5,4	5,0	4,6	4,3	4,1	4,0
	0,7	6,5	5,7	5,4	4,9	4,7	4,6	4,4
	0,6	6,6	5,9	5,7	5,3	5,1	5,0	4,9
0,5	6,8	6,2	5,9	5,7	5,5	5,4	5,3	
630	0,95	6,4	4,9	4,3	3,5	3,0	2,8	2,6
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,1	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,6	4,3	4,0	3,9
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
0,5	6,9	6,1	5,8	5,5	5,2	5,0	4,9	
1000	0,95	6,2	4,8	4,2	3,5	3,0	2,8	2,5
	0,9	6,3	4,9	4,3	3,7	3,3	3,0	2,8
	0,8	6,5	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,5	5,1	4,5	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,7	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,3
0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,9	
1600	0,95	6,3	4,8	4,2	3,5	3,0	2,6	2,5
	0,9	6,4	5,0	4,4	3,7	3,3	3,0	2,7
	0,8	6,5	5,2	4,8	4,2	3,8	3,5	3,3
	0,7	6,6	5,6	5,1	4,6	4,2	4,0	3,8
	0,6	6,8	5,8	5,5	5,0	4,7	4,5	4,4
0,5	6,9	6,1	5,8	5,4	5,2	5,0	4,8	
2500	0,95	6,4	4,9	4,4	3,7	3,2	2,9	2,6
	0,9	6,5	5,1	4,5	3,9	3,4	3,1	2,9
	0,8	6,6	5,3	4,9	4,3	3,8	3,6	3,4
	0,7	6,7	5,6	5,2	4,7	4,3	4,1	3,9
	0,6	6,9	5,9	5,5	5,1	4,8	4,6	4,4
0,5	7,0	6,2	5,9	5,5	5,2	5,1	5,0	

где ρ — удельное сопротивление проводника, Ом·м; γ — удельная проводимость проводника, См/м; s — сечение проводника, мм²; L — длина линии, м.

Значения ρ и γ с учетом средней эксплуатационной температуры осветительных проводников 35° С могут быть приняты:

для алюминиевых проводников

$$\rho = 33 \cdot 10^{-9} \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \gamma = 30,5 \cdot 10^6 \text{ См/м};$$

для медных проводников

$$\rho = 20 \cdot 10^{-9} \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \gamma = 50 \cdot 10^6 \text{ См/м}.$$

Активные сопротивления проводников, а также средние значения индуктивных сопротивлений при различных сечениях и способах прокладки указаны в табл. 12-7.

Таблица 12-7

Активное и индуктивное сопротивления проводников

Сечение проводника s , мм ²	Активное сопротивление проводников при температуре 35° С r , Ом/км		Индуктивное сопротивление проводников (средние значения) x , Ом/км	
	медных	алюминиевых	кабели, провода в трубах и т. п.	проводники при расстоянии между ними 15—40 см (провода на изоляторах, на клицах и т. п.)
1,5	13,3	—		
2,5	8,0	13,2		
4	5,0	8,3	0,1	0,37
6	3,3	5,5	0,09	0,36
10	2,0	3,3	0,08	0,34
16	1,25	2,06	0,08	0,33
25	0,8	1,32	0,08	0,31
35	0,57	0,95	0,075	0,3
50	0,40	0,66	0,075	0,29
70	0,28	0,47	0,07	0,28
95	0,21	0,35	0,07	0,27
120	0,167	0,276	0,07	0,26
150	0,133	0,220	0,07	0,25
185	0,108	0,179	0,07	0,25
240	0,084	0,137	0,07	0,25

Для стальных проводов активное и внутреннее индуктивное сопротивления зависят от значения протекающего по проводу переменного тока.

Активное и внутреннее индуктивное, а также внешнее индуктивное сопротивления воздушных линий, выполненных стальными проводами марки ПСО, приведены в табл. 12-8.

Если выразить ΔU в процентах от номинального напряжения U_n , а ток нагрузки через мощность в киловаттах, то формула (12-10) примет вид:

для двухпроводной сети (однофазной, двухфазной без нуля или постоянного тока)

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 10^{11}}{\gamma s U_n^2} M; \quad (12-14)$$

для четырехпроводной трехфазной с нулем и трехфазной трехпроводной без нуля сети

$$\Delta U = \frac{10^{11}}{\gamma s U_n^2} M; \quad (12-15)$$

Активное сопротивление r , внутреннее x'' и внешнее x'
индуктивные сопротивления (Ом/км) стальных проводов ПСО
в зависимости от тока нагрузки

Ток, А	Значение сопротивления, Ом, проводов марки					
	ПСО-3,5		ПСО-4		ПСО-5	
	r	x''	r	x''	r	x''
1	15,2	2,27	11,8	1,54	—	—
2	16,1	6,45	12,5	4,38	8,35	3,58
3	17,4	9,6	13,4	7,9	9,5	6,45
4	18,5	11,9	14,3	9,7	10,8	8,1
5	20,1	14,1	15,5	11,5	12,3	9,7
6	21,4	16,3	16,5	12,5	13,8	11,2
7	21,5	16,5	17,3	13,2	15,0	12,3
8	21,7	16,7	18	14,2	15,4	13,3
9	21,8	16,9	18,1	14,3	15,2	13,1
10	21,9	17,1	18,1	14,3	14,6	12,4

Примечание. Внешние индуктивные сопротивления x' при среднем геометрическом расстоянии между проводами 400 мм 0,341 Ом — для ПСО-3,5, 0,332 Ом — для ПСО-4, 0,318 Ом для ПСО-5.

для трехпроводной двухфазной с нулем сети

$$\Delta U = \frac{2,25 \cdot 10^{11}}{\gamma s U_n^2} M, \quad (12-16)$$

где γ — удельная проводимость проводника, См/м; s — сечение проводника, мм²; U_n — номинальное напряжение сети (для трех- и двухфазных сетей — линейное напряжение), В; M — момент нагрузки, равный произведению нагрузки P , кВт, на длину линии L м, и определяемый по схемам рис. 12-2.

В схеме по рис. 12-2, б предпочтителен второй вид формулы для M , позволяющий определить ΔU по отдельным участкам; в схеме по рис. 12-2, в, характерной для групповой сети, положение центра нагрузки в ряде случаев допускается определять приближенно.

При заданных номинальном напряжении сети и материале проводника

$$\Delta U = \frac{M}{Cs}; \quad (12-17)$$

$$s = \frac{M}{C \Delta U}, \quad (12-18)$$

где C — коэффициент, значение которого при различных напряжениях и материале проводника приведено в табл. 12-9.

В практических расчетах следует пользоваться таблицами моментов (табл. 12-11—12-22), позволяющими по заданным M и ΔU найти s или по s и M определить ΔU .

Пример. Линия напряжением 220/127 В длиной 120 м выполняется алюминиевыми проводами и питает щиток с нагрузкой 8 кВт; $\cos \varphi = 1$. Рассчитать ее на потерю напряжения 2%.

$$M = 120 \cdot 8 = 960 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

По табл. 12-12 ближайшее сечение провода 35 мм². При этом сечении по той же таблице находим фактическое $\Delta U = 1,9\%$.

При расчете разветвленной питающей сети и при одновременном расчете питающей и групповой сетей распределение ΔU между участками сети следует производить по условиям общего минимума расхода проводникового металла (что в

большинстве случаев достаточно близко совпадает и с минимумом затрат на осветительную сеть).

Сечение каждого участка сети определяется по ΔU , располагаемой от начала данного участка до конца сети, и приведенному моменту M_{Π} , определяемому по формуле

$$M_{\Pi} = \sum M + \alpha \sum m, \quad (12-19)$$

где $\sum M$ — сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов в линии, что и на данном участке; $\sum m$ — сумма моментов питаемых через данный участок линий с иным числом проводов, чем на данном участке; α — коэффициент приведения моментов (см. табл. 12-10).

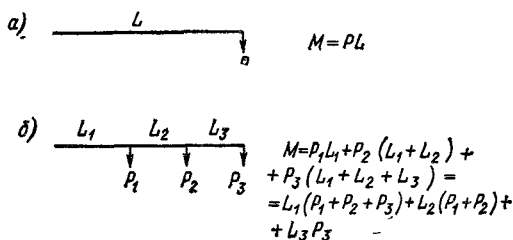
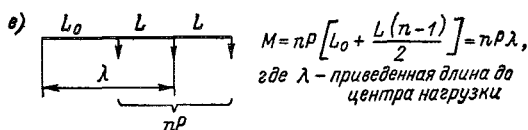


Рис. 12-2. Определение моментов нагрузки



Определив по M_{Π} и ΔU сечение s данного участка (сечения начальных участков предпочтительно округлять до стандартного в большую сторону), по s и фактическому моменту участка находим его действительное ΔU . Последующие участки рассчитываем аналогично на остающуюся потерю напряжения. При раздельном расчете питающей и групповой сетей целесообразное распределение между ними ΔU определяется приближенно, по возможности исходя из ожидаемого соотношения моментов и с учетом α .

Пример. Рассчитать на минимум металла сеть на напряжение 380/220 В, показанную на рис. 12-3. Провода алюминиевые. Полное $\Delta U = 3\%$.

$$M_1 = 100 \cdot 12 = 1200 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \quad M_2 = M_4 = 80 \cdot 6 = 480 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_3 = m_5 = 30 \cdot 2 = 60 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_{\Pi} = M_1 + M_2 + M_4 + \alpha (3m_3 + 3m_5) = 1200 + 960 + 1,85 \cdot 360 = 2830 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

По табл. 12-11 выбираем $s_1 = 25 \text{ мм}^2$, при этом сечении и $M_1 = 1200 \text{ кВт} \cdot \text{м}$ по той же таблице определяем $\Delta U = 1,1\%$.

Для верхней ветви $M_{\Pi} = M_2 + \alpha 3m_3 = 815 \text{ кВт} \cdot \text{м}$ и располагаемая $\Delta U = 3 - 1,1 = 1,9\%$.

По табл. 12-11 выбираем $s_2 = 10 \text{ мм}^2$; при этом сечении и $M_2 = 480 \text{ кВт} \cdot \text{м}$ находим, что $\Delta U = 1,1\%$.

На каждую из линий групповой сети остается $\Delta U = 0,8\%$, что при $m = 60$ по табл. 12-13 соответствует сечению 10 мм^2 .

Описанные схемы расчета предполагают симметричную нагрузку всех фаз одной линии.

Значения коэффициентов C , входящих в формулы для расчета сетей по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Выражение коэффициента C	Значение коэффициента C для проводников	
			медных	алюминиевых
380/220	Трехфазная с нулем	$\frac{\gamma U_{л}^2}{10^5}$	72	44
380	Трехфазная без нуля		72	44
220/127	Трехфазная с нулем		24	14,7
220 36 24 12	Трехфазная без нуля		24 0,648 0,288 0,072	14,7 0,396 0,176 0,044
380/220	Двухфазная с нулем	$\frac{\gamma U_{л}^2}{2,25 \cdot 10^5}$	32	19,5
220/127			10,7	6,5
220	Двухпроводная переменного или постоянного тока	$\frac{\gamma U^2}{2 \cdot 10^5}$	12	7,4
127			4	2,46
36			0,324	0,198
24			0,144	0,088
12			0,036	0,022

Таблица 12-10

Значения коэффициента приведения моментов α

Линия	Ответвление	Коэффициент приведения моментов α
Трехфазная с нулем	Однофазное	1,85
Трехфазная с нулем	Двухфазное с нулем	1,39
Двухфазная с нулем	Однофазное	1,33
Трехфазная без нуля	Двухпроводное	1,15

Моменты для алюминиевых проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 380 В при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном													
	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
0,2	22	35	53	88	141	220	308	440	616	836	1 056	1 320	1 628	2 112
0,4	44	70	106	176	282	440	616	880	1 232	1 672	2 112	2 640	3 256	4 224
0,6	66	106	158	264	422	660	924	1 320	1 848	2 508	3 168	3 960	4 884	6 336
0,8	88	141	211	352	563	880	1 232	1 760	2 464	3 344	4 224	5 280	6 512	8 448
1	110	176	264	440	704	1 100	1 540	2 200	3 080	4 180	5 280	6 600	8 140	10 560
1,2	132	211	317	528	845	1 320	1 848	2 640	3 696	5 016	6 336	7 920	9 768	12 672
1,4	154	246	370	616	986	1 540	2 156	3 080	4 312	5 852	7 392	9 240	11 396	14 784
1,6	176	282	422	704	1 126	1 760	2 464	3 520	4 928	6 688	8 448	10 560	13 024	16 896
1,8	198	317	475	792	1 267	1 980	2 772	3 960	5 544	7 524	9 504	11 880	14 652	19 008
2	220	352	528	880	1 408	2 200	3 080	4 400	6 160	8,360	10 560	13 200	16 280	21 120
2,2	242	387	581	968	1 549	2 420	3 388	4 840	6 776	9 196	11 616	14 520	17 908	23 232
2,4	264	422	634	1 056	1 690	2 640	3 696	5 280	7 392	10 032	12 672	15 840	19 536	25 344
2,6	286	458	686	1 144	1 830	2 860	4 004	5 720	8 008	10 868	13 728	17 160	21 164	27 456
2,8	308	493	739	1 232	1 971	3 080	4 312	6 160	8 624	11 704	14 784	18 480	22 792	29 568
3	330	528	792	1 320	2 112	3 300	4 620	6 600	9 240	12 540	15 840	19 800	24 420	31 680
3,2	352	563	845	1 408	2 253	3 520	4 928	7 040	9 856	13 376	16 896	21 120	26 048	33 792
3,4	374	598	898	1 496	2 394	3 740	5 236	7 480	10 472	14 212	17 952	22 440	27 676	35 904
3,6	396	634	950	1 584	2 534	3 960	5 544	7 920	11 088	15 048	19 008	23 760	29 304	38 016
3,8	418	669	1 003	1 672	2 675	4 180	5 852	8 360	11 704	15 884	20 064	25 080	30 932	40 128
4	440	704	1 056	1 760	2 816	4 400	6 160	8 800	12 320	16 720	21 120	26 400	32 560	42 240
4,2	462	739	1 109	1 848	2 957	4 620	6 468	9 240	12 936	17 556	22 176	27 720	34 188	44 352
4,4	484	774	1 162	1 936	3 098	4 840	6 776	9 680	13 552	18 392	23 232	29 040	35 816	46 464
4,6	506	810	1 214	2 024	3 238	5 060	7 084	10 120	14 168	19 228	24 288	30 360	37 444	48 576
4,8	528	845	1 267	2 112	3 379	5 280	7 392	10 560	14 784	20 064	25 344	31 680	39 072	50 688
5	550	880	1 320	2 200	3 520	5 500	7 700	11 000	15 400	20 900	26 400	33 000	40 700	52 800

Моменты для алюминиевых проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 220/127 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 220 В при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном													
	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
0,2	7	12	18	29	47	73	103	147	206	279	353	441	544	706
0,4	15	23	35	59	94	147	206	294	412	558	706	882	1 088	1 411
0,6	22	35	53	88	141	220	309	441	617	837	1 058	1 323	1 633	2 116
0,8	29	47	71	118	188	294	412	558	823	1 117	1 411	1 764	2 176	2 822
1	37	59	88	147	235	367	514	735	1 029	1 396	1 764	2 205	2 719	3 528
1,2	44	71	106	176	282	440	617	882	1 235	1 675	2 117	2 646	3 263	4 234
1,4	52	82	123	206	329	514	720	1 029	1 441	1 954	2 470	3 087	3 807	4 939
1,6	59	94	141	235	376	587	823	1 176	1 646	2 233	2 822	3 528	4 352	5 644
1,8	66	106	159	265	423	661	926	1 323	1 852	2 513	3 175	3 969	4 895	6 350
2	74	118	176	294	470	735	1 029	1 470	2 058	2 792	3 528	4 410	5 439	7 056
2,2	81	130	194	323	517	808	1 132	1 617	2 264	3 071	3 881	4 851	5 983	7 762
2,4	89	141	211	353	564	882	1 235	1 764	2 470	3 350	4 234	5 292	6 527	8 467
2,6	96	153	229	382	611	955	1 338	1 911	2 675	3 629	4 586	5 733	7 072	9 172
2,8	103	165	247	412	658	1 029	1 441	2 058	2 881	3 909	4 939	6 174	7 615	9 878
3	110	176	265	441	706	1 102	1 543	2 205	3 087	4 188	5 292	6 615	8 158	10 584
3,2	117	188	283	470	753	1 175	1 646	2 352	3 293	4 467	5 645	7 056	8 702	11 290
3,4	125	199	300	500	800	1 249	1 749	2 499	3 499	4 746	5 998	7 497	9 246	11 995
3,6	132	211	318	529	847	1 324	1 852	2 646	3 704	5 025	6 350	7 938	9 791	12 700
3,8	139	223	336	559	894	1 396	1 955	2 793	3 910	5 305	6 703	8 379	10 334	13 406
4	147	235	353	588	941	1 470	2 058	2 940	4 116	5 584	7 056	8 820	10 878	14 112
4,2	154	247	371	617	988	1 543	2 161	3 087	4 322	5 863	7 409	9 261	11 422	14 818
4,4	162	258	388	647	1 035	1 617	2 264	3 234	4 528	6 142	7 762	9 702	11 966	15 523
4,6	169	270	406	676	1 082	1 690	2 367	3 381	4 733	6 421	8 114	10 143	12 511	16 228
4,8	176	282	424	706	1 129	1 764	2 470	3 528	4 939	6 701	8 467	10 584	13 504	16 934
5	184	294	441	735	1 176	1 837	2 572	3 675	5 145	6 980	8 820	11 025	13 597	17 640

Моменты для алюминиевых проводников

ΔU , %	Момент нагрузки, кВт·м, линий												
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						
	при сечении проводника s , мм ² , равно												
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25	35
0,2	4	6	9	15	24	37	10	16	23	39	62	97	136
0,4	7	12	18	30	47	74	19	31	45	78	125	195	273
0,6	11	18	27	44	71	101	29	47	67	117	187	292	409
0,8	15	24	35	59	95	148	39	62	94	156	250	390	546
1	18	30	44	74	118	185	49	78	117	195	312	487	682
1,2	22	36	53	89	142	222	58	94	140	234	374	585	819
1,4	25	41	62	104	166	259	68	109	162	273	437	682	955
1,6	30	47	71	118	189	296	78	125	184	312	499	780	1092
1,8	33	53	80	133	213	333	88	140	211	351	562	877	1228
2	37	59	89	148	237	370	97	156	234	390	624	975	1365
2,2	41	65	98	163	260	407	107	172	257	429	686	1072	1501
2,4	44	71	107	178	284	444	117	187	279	468	749	1170	1638
2,6	48	77	115	192	308	481	127	203	301	507	811	1267	1774
2,8	52	83	124	207	331	518	136	218	328	546	874	1365	1911
3	55	89	133	221	355	555	146	234	351	585	936	1462	2047
3,2	59	95	142	236	379	592	156	250	374	624	998	1560	2184
3,4	63	101	151	251	403	629	166	265	396	663	1061	1657	2320
3,6	67	107	160	265	426	666	175	281	418	702	1123	1755	2457
3,8	70	112	169	280	450	703	185	296	445	741	1186	1852	2593
4	74	118	178	296	474	740	195	312	468	780	1248	1950	2730
4,2	78	124	186	311	497	777	205	328	491	819	1310	2047	2866
4,4	81	130	195	326	521	814	214	343	513	858	1373	2145	3003
4,6	85	136	204	340	545	851	224	359	535	897	1435	2242	3139
4,8	89	142	213	355	568	888	234	374	562	936	1498	2340	3276
5	92	148	222	370	592	925	244	390	585	975	1560	2437	3412

Таблица 12-14

Моменты для алюминиевых проводников

ΔU , %	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника s , мм ² , равно											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,5	0,8	1,19	1,98	3,17	5	1	1,58	2,38	3,96	6,34	10
2	1	1,58	2,38	3,96	6,34	10	2	3,17	4,75	7,92	12,7	20
3	1,49	2,38	3,57	5,94	9,51	14,9	2,98	4,76	7,14	11,9	19	29,8
4	1,98	3,17	4,75	7,92	12,7	19,8	3,96	6,34	9,5	15,8	25,4	39,6
5	2,48	3,96	5,94	9,9	15,9	24,8	4,96	7,92	11,9	19,8	31,8	49,6
6	2,98	4,76	7,13	11,9	19	29,8	5,96	9,52	14,3	23,8	38	59,6
7	3,47	5,54	8,32	13,9	22,2	34,7	6,94	11,1	16,6	27,8	44,4	69,4
8	3,97	6,34	9,51	15,9	25,4	39,7	7,94	12,7	19	31,8	50,8	79,4
9	4,46	7,13	10,7	17,8	28,5	44,6	8,92	14,3	21,4	35,6	57	89,2
10	4,95	7,92	11,9	19,8	31,7	49,5	10	15,8	23,8	39,6	63,4	100

Моменты для алюминиевых проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт-м, линий на напряжение 24 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,22	0,35	0,53	0,88	1,41	2,2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4
2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4	0,88	1,4	2,12	3,52	5,64	8,8
3	0,66	1,04	1,6	2,64	4,23	6,6	1,32	2,08	3,2	5,28	8,46	13,2
4	0,88	1,4	2,11	3,52	5,64	8,8	1,76	2,8	4,22	7,04	11,3	17,6
5	1,1	1,76	2,64	4,4	7,04	11	2,2	3,52	5,28	8,8	14,1	22
6	1,32	2,12	3,17	5,28	8,4	13,2	2,64	4,24	6,34	10,6	16,8	26,4
7	1,54	2,47	3,7	6,16	9,81	15,4	3,08	4,94	7,4	12,3	19,6	30,8
8	1,76	2,82	4,22	7,04	11,3	17,6	3,52	5,64	8,44	14,1	22,6	35,2
9	1,98	3,17	4,75	7,92	12,7	19,8	3,96	6,34	9,5	14,8	25,4	39,6
10	2,2	3,52	5,28	8,8	14,1	22	4,4	7,04	10,6	17,6	28,2	44

Таблица 12-16

Моменты для алюминиевых проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт-м, линий на напряжение 12 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном											
	2,5	4	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
1	0,06	0,09	0,13	0,22	0,35	0,55	0,11	0,18	0,26	0,44	0,7	1,1
2	0,11	0,18	0,26	0,44	0,7	1,1	0,22	0,36	0,52	0,88	1,4	2,2
3	0,165	0,26	0,4	0,66	1,05	1,65	0,33	0,52	0,8	1,32	2,1	3,3
4	0,22	0,35	0,53	0,88	1,41	2,2	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4
5	0,275	0,44	0,66	1,1	1,76	2,75	0,55	0,88	1,32	2,2	3,52	5,5
6	0,33	0,53	0,79	1,32	2,1	3,3	0,66	1,06	1,58	2,64	4,2	6,6
7	0,39	0,62	0,92	1,54	2,45	3,9	0,78	1,24	1,84	3,08	4,9	7,8
8	0,44	0,7	1,06	1,76	2,82	4,4	0,88	1,4	2,12	3,52	5,64	8,8
9	0,5	0,8	1,19	1,98	3,17	5	1	1,6	2,38	3,96	6,34	10
10	0,55	0,88	1,32	2,2	3,52	5,5	1,1	1,76	2,64	4,4	7,04	11

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 380/220 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 380 В при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном													
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
0,2	22	36	58	86	144	230	360	504	720	1 008	1 368	1 728	2 160	2 664
0,4	43	72	115	173	288	461	720	1 008	1 440	2 016	2 736	3 456	4 320	5 328
0,6	65	108	173	259	432	691	1 080	1 512	2 160	3 024	4 104	5 184	6 480	7 992
0,8	86	144	230	346	576	922	1 440	2 016	2 880	4 032	5 472	6 912	8 640	10 656
1	108	180	288	432	720	1 152	1 800	2 520	3 600	5 040	6 840	8 640	10 800	13 320
1,2	130	216	346	518	864	1 382	2 160	3 024	4 320	6 048	8 208	10 368	12 960	15 984
1,4	151	252	403	605	1 008	1 613	2 520	3 528	5 040	7 056	9 576	12 096	15 120	18 648
1,6	173	288	462	691	1 152	1 843	2 880	4 032	5 760	8 064	10 944	13 824	17 280	21 312
1,8	194	324	518	778	1 296	2 074	3 240	4 536	6 480	9 072	12 312	15 552	19 440	23 976
2	216	360	576	864	1 440	2 304	3 600	5 040	7 200	10 080	13 680	17 280	21 600	26 640
2,2	238	396	636	950	1 584	2 534	3 960	5 544	7 920	11 088	15 048	19 008	23 760	29 304
2,4	259	432	691	1 037	1 728	2 765	4 320	6 048	8 640	12 096	16 416	20 736	25 920	31 968
2,6	281	478	749	1 121	1 872	2 995	4 780	6 552	9 360	13 104	17 784	22 464	28 100	34 632
2,8	302	504	806	1 210	2 016	3 226	5 040	7 056	10 080	14 112	19 152	24 192	30 200	37 296
3	324	540	864	1 296	2 160	3 456	5 400	7 560	10 800	15 120	20 520	25 920	32 400	39 960
3,2	346	576	922	1 386	2 304	3 686	5 760	8 064	11 520	16 128	21 888	27 648	34 560	42 624
3,4	367	612	979	1 469	2 448	3 917	6 120	8 568	12 240	17 136	23 256	29 376	36 720	45 288
3,6	389	648	1 037	1 555	2 592	4 147	6 480	9 072	12 960	18 144	24 624	31 104	38 880	47 952
3,8	410	684	1 094	1 642	2 736	4 378	6 840	9 576	13 680	19 152	25 992	32 832	41 040	50 616
4	432	720	1 152	1 728	2 880	4 608	7 200	10 080	14 400	20 160	27 360	34 560	43 200	53 280
4,2	454	756	1 210	1 814	3 024	4 838	7 560	10 584	15 120	21 168	28 728	36 288	45 360	55 944
4,4	475	792	1 267	1 901	3 168	5 069	7 920	11 088	15 840	22 176	30 096	38 016	47 520	58 608
4,6	497	828	1 325	1 987	3 312	5 299	8 280	11 592	16 560	23 184	31 464	39 744	49 680	61 272
4,8	518	864	1 382	2 074	3 456	5 530	8 640	12 096	17 280	24 192	32 832	41 472	51 840	63 936
5	540	900	1 440	2 160	3 600	5 760	9 000	12 600	18 000	25 200	34 200	43 200	54 000	66 600

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий четырехпроводных трехфазных с нулем на напряжение 220/127 В или трехпроводных трехфазных без нуля на 220 В при сечении проводника s , мм ² , равном													
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
0,2	7	12	19	29	48	77	120	168	240	336	456	576	720	888
0,4	14	24	38	58	96	154	240	336	480	672	912	1 152	1 440	1 776
0,6	22	36	58	86	144	230	360	504	720	1 008	1 368	1 728	2 160	2 664
0,8	29	48	77	115	192	307	480	672	960	1 344	1 824	2 304	2 880	3 552
1	36	60	96	144	240	384	600	840	1 200	1 680	2 280	2 880	3 600	4 440
1,2	43	72	115	173	288	461	720	1 008	1 440	2 016	2 736	3 456	4 320	5 328
1,4	50	84	134	202	336	538	840	1 176	1 680	2 352	3 192	4 032	5 040	6 216
1,6	58	96	154	230	384	614	960	1 344	1 920	2 688	3 648	4 608	5 760	7 104
1,8	65	108	173	259	432	691	1 080	1 512	2 160	3 024	4 104	5 184	6 480	7 992
2	72	120	192	288	480	768	1 200	1 680	2 400	3 360	4 560	5 760	7 200	8 880
2,2	79	132	211	317	528	845	1 320	1 848	2 640	3 696	5 016	6 336	7 920	9 768
2,4	86	144	230	346	576	922	1 440	2 016	2 880	4 032	5 472	6 912	8 640	10 656
2,6	94	156	250	376	624	998	1 560	2 184	3 120	4 368	5 928	7 488	9 360	11 544
2,8	101	168	269	403	672	1 075	1 780	2 352	3 360	4 704	6 384	8 064	10 080	12 432
3	108	180	288	432	720	1 152	1 800	2 520	3 600	5 040	6 840	8 640	10 800	13 320
3,2	115	192	307	461	768	1 229	1 920	2 688	3 840	5 376	7 296	9 216	11 520	14 208
3,4	122	204	326	490	816	1 306	2 040	2 856	4 080	5 712	7 752	9 792	12 240	15 096
3,6	130	216	346	518	864	1 382	2 160	3 024	4 320	6 048	8 208	10 368	12 960	15 984
3,8	137	228	365	547	912	1 459	2 280	3 192	4 560	6 384	8 664	10 944	13 680	16 872
4	144	240	384	576	960	1 536	2 400	3 360	4 800	6 720	9 120	11 520	14 400	17 760
4,2	151	252	403	605	1 008	1 613	2 520	3 528	5 040	7 056	9 576	12 096	15 120	18 648
4,4	158	264	422	634	1 056	1 690	2 640	3 696	5 280	7 392	10 032	12 672	15 840	19 536
4,6	166	276	442	662	1 104	1 766	2 760	3 864	5 520	7 728	10 488	13 248	16 560	20 424
4,8	173	288	461	691	1 152	1 843	2 880	4 032	5 760	8 064	10 944	13 824	17 280	21 312
5	180	300	480	720	1 200	1 920	3 000	4 200	6 000	8 400	11 400	14 400	18 000	22 200

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линии												
	двухпроводных на напряжение 220 В						трехпроводных двухфазных с нулем на напряжение 380/220 В						
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном												
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	1,5	2,5	4	6	10	16
0,2	2	4	6	10	14	24	38	10	16	26	38	64	102
0,4	5	7	12	19	29	48	77	19	32	51	77	128	205
0,6	7	11	18	29	43	72	115	29	48	77	115	192	307
0,8	10	14	24	38	58	96	154	38	64	102	154	256	410
1	12	18	30	48	72	120	192	48	80	128	192	320	512
1,2	14	22	36	58	86	144	230	58	96	154	230	384	614
1,4	17	25	42	67	101	168	269	67	112	179	269	448	717
1,6	19	29	48	77	115	192	307	77	128	205	307	512	819
1,8	22	32	54	86	130	216	346	86	144	230	346	576	922
2	24	36	60	96	144	240	384	96	160	256	384	640	1024
2,2	26	40	66	106	158	264	422	106	176	282	422	704	1126
2,4	29	43	72	115	173	288	461	115	192	307	461	764	1229
2,6	31	47	78	125	187	312	499	125	208	333	499	832	1331
2,8	34	50	84	134	202	336	538	134	224	358	538	896	1434
3	36	54	90	144	216	360	576	144	240	384	576	960	1536
3,2	38	58	96	154	230	384	614	154	256	410	614	1025	1638
3,4	41	61	102	163	245	408	653	163	272	435	653	1088	1741
3,6	43	65	108	173	259	432	691	173	288	461	691	1152	1843
3,8	46	68	114	182	274	456	730	182	304	486	730	1216	1946
4	48	72	120	192	288	480	768	192	320	512	768	1280	2048
4,2	50	76	126	202	302	504	806	202	336	538	806	1344	2150
4,4	53	79	132	211	317	528	845	211	352	563	845	1408	2253
4,6	55	83	138	221	331	552	883	221	368	589	883	1472	2355
4,8	58	86	144	230	346	576	922	230	384	614	922	1546	2458
5	60	90	150	240	360	600	960	240	400	640	960	1600	2560

Таблица 12-20

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт·м, линий на напряжение 36 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном											
	1,5	2,5	4	6	10	16	1,5	2,5	4	6	10	16
1	0,49	0,81	1,3	1,95	3,24	5,18	0,97	1,62	2,59	3,89	6,48	10,4
2	0,97	1,62	2,59	3,89	6,48	10,4	1,94	3,24	5,18	7,78	13	20,8
3	1,46	2,43	3,89	5,83	9,72	15,5	2,92	4,86	7,78	11,7	19,4	31,1
4	1,95	3,24	5,18	7,78	13	20,7	3,9	6,48	10,4	15,6	26	41,4
5	2,43	4,05	6,48	9,72	16,2	25,9	4,86	8,1	13	19,4	32,4	51,8
6	2,92	4,86	7,78	11,7	19,4	31,1	5,84	9,72	15,6	23,4	38,8	62,2
7	3,41	5,67	9,08	13,6	22,6	36,3	6,82	11,3	18,2	27,2	45,2	72,6
8	3,89	6,48	10,4	15,5	25,9	41,5	7,78	13	20,8	31,1	51,8	83
9	4,37	7,29	11,7	17,5	29,2	46,7	8,74	14,6	23,4	35	58,4	93,3
10	4,86	8,1	13	19,4	32,4	51,8	9,72	16,2	25,9	38,9	64,8	104

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт-м, линий на напряжение 24 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном											
	1,5	2,5	4	6	10	16	1,5	2,5	4	6	10	16
1	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3	0,43	0,72	1,15	1,73	2,88	4,6
2	0,43	0,72	1,15	1,73	2,88	4,6	0,86	1,44	2,3	3,46	5,76	9,2
3	0,65	1,08	1,73	2,59	4,32	6,9	1,3	2,16	3,46	5,18	8,64	13,8
4	0,86	1,44	2,3	3,46	5,76	9,2	1,72	2,88	4,6	6,92	11,5	18,4
5	1,08	1,8	2,88	4,32	7,2	11,5	2,16	3,6	5,76	8,64	14,4	23
6	1,3	2,16	3,46	5,18	8,64	13,8	2,6	4,32	6,92	10,3	17,3	27,6
7	1,5	2,52	4,03	6,05	10,1	16,1	3	5,04	8,06	12,1	20,2	32,2
8	1,72	2,88	4,61	6,91	11,5	18,4	3,44	5,76	9,22	13,8	23	36,8
9	1,94	3,24	5,18	7,78	13	20,7	3,88	6,48	10,4	15,6	26	41,4
10	2,16	3,6	5,76	8,64	14,4	23	4,32	7,2	11,5	17,3	28,8	46,1

Таблица 12-22

Моменты для медных проводников

$\Delta U, \%$	Момент нагрузки, кВт-м, линий на напряжение 12 В											
	двухпроводных						трехфазных трехпроводных					
	при сечении проводника $s, \text{мм}^2$, равном											
	1,5	2,5	4	6	10	16	1,5	2,5	4	6	10	16
1	0,05	0,09	0,14	0,22	0,36	0,58	0,1	0,18	0,29	0,43	0,72	1,15
2	0,1	0,18	0,29	0,43	0,72	1,15	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3
3	0,16	0,27	0,43	0,65	1,08	1,73	0,32	0,54	0,86	1,3	2,16	3,46
4	0,22	0,36	0,58	0,86	1,44	2,3	0,44	0,72	1,16	1,72	2,88	4,6
5	0,27	0,45	0,72	1,08	1,8	2,88	0,54	0,9	1,44	2,16	3,6	5,76
6	0,32	0,54	0,86	1,3	2,16	3,46	0,64	1,08	1,72	2,6	4,32	6,92
7	0,38	0,63	1	1,51	2,52	4,03	0,76	1,26	2	3,02	5,04	8,06
8	0,44	0,72	1,16	1,72	2,88	4,6	0,88	1,44	2,32	3,44	5,76	9,2
9	0,49	0,81	1,3	1,94	3,24	5,18	0,98	1,62	2,6	3,88	6,48	10,4
10	0,54	0,9	1,44	2,16	3,6	5,76	1,08	1,8	2,88	4,32	7,2	11,5

Основным (хотя и не вполне исчерпывающим) критерием для отнесения линий к симметричным является приблизительное равенство моментов нагрузки отдельных фаз при нормальном режиме работы.

В этих случаях, хотя ΔU для отдельных фаз и может несколько различаться, часто оказывается достаточным обеспечить его среднее значение.

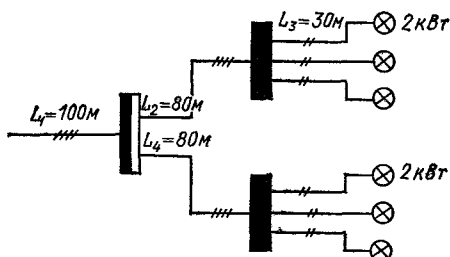
В соответствии с этим при обеспечении приблизительного равенства моментов могут рассчитываться как симметричные:

- линии питающей сети;
- групповые линии, питающие многоламповые светильники или блоки светильников с равномерной загрузкой фаз в каждой точке присоединения нагрузки;
- групповые линии при схеме присоединения ламп в порядке A, B, C, C, B, A ;

г) то же, при схеме присоединения в порядке A, B, C, A, B, C , при числе ламп начиная примерно от 9, хотя точный расчет (см. пример) может привести в этом случае к различным сечениям фазных проводов.

Остальные линии рассматриваются как несимметричные; групповые же двух- и трехфазные линии с местными выключателями, а также рассчитанные на создание при отключении со щитка одной-двух фаз полной освещенности на части площади во всех случаях рассчитываются как однофазные группы, хотя и имеют общий нулевой провод.

Рис. 12-3. К примеру расчета сети на минимум металла



Потеря напряжения для любой из фаз несимметричных четырехпроводных линий может быть определена по формуле

$$\Delta U = \frac{M_A}{2Cs_A} + \frac{M_A - 0,5(M_B + M_C)}{2Cs_0}, \quad (12-20)$$

где M_A — момент нагрузки любой данной фазы; M_B, M_C — моменты нагрузки двух других фаз; s_A — сечение провода данной фазы; s_0 — сечение нулевого провода; C — коэффициент (табл. 12-9) для двухпроводных линий.

Первый член формулы дает потерю напряжения в фазном, второй — в нулевом проводе. Моменты нагрузки каждой фазы должны учитываться до последней лампы этой фазы, но не дальше, чем до последней лампы той фазы, в которой определяется потеря напряжения.

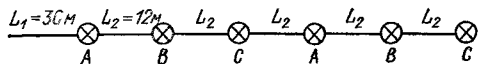


Рис. 12-4. К примеру расчета четырехпроводных несимметричных сетей на потерю напряжения

Пример. Рассчитать на потерю напряжения 2% линию на напряжение 380/220В, выполненную алюминиевыми проводами. Схема линии с лампами накаливания 1 кВт каждая показана на рис. 12-4.

Для фазы C :

$$M_A = 2 \cdot 48 = 96 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \quad M_B = 2 \cdot 60 = 120 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \quad M_C = 2 \cdot 72 = 144 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Если предположить, что сечение нулевого провода равно половине сечения провода фазы C , то из формулы (12-20) следует:

$$\Delta U_C = \frac{3M_C - M_A - M_B}{2Cs_2} = \frac{216}{2 \cdot 7,4 \cdot s_C} = \frac{14,6}{s_C} = 2\%,$$

откуда $s_C = 6 \text{ мм}^2$ (с недостатком); $s_0 = 4 \text{ мм}^2$ (с избытком).

Для фазы A :

$$M_A = 2 \cdot 48 = 96 \text{ кВт} \cdot \text{м}; \quad M_B = 1 \cdot 42 + 1 \cdot 66 = 108 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$M_C = 1 \cdot 54 + 1 \cdot 66 = 120 \text{ кВт} \cdot \text{м},$$

причем два последних момента подсчитаны только до последней лампы фазы A .

При уже выбранном $s_0 = 4 \text{ мм}^2$ потеря в нулевом проводе для фазы A составит

$$\Delta U_0 = \frac{96 - 0,5(108 + 120)}{2 \cdot 7,4 \cdot 4} = -\frac{18}{59,2} = -0,3\%,$$

следовательно, в фазовом проводе фазы A может быть допущена потеря напряжения $2 + 0,3 = 2,3\%$.

Первый член формулы (12-20) позволяет найти

$$\varepsilon_A = \frac{M_A}{2C \Delta U_A} = \frac{96}{2 \cdot 7,4 \cdot 2,3} \approx 2,5 \text{ мм}^2.$$

Аналогично может быть рассчитана фаза B . Потеря напряжения в трехфазных несимметричных сетях, при питании ламп линейным напряжением, при прямом следовании фаз при одинаковом R всех проводов определяется по формуле

$$\Delta U_{AB} = [2I_{AB} \cos \varphi_{AB} - I_{CA} \cos (\varphi_{CA} - 120^\circ) - I_{BC} \cos (\varphi_{BC} + 120^\circ)] R + [2I_{AB} \sin \varphi_{AB} - I_{CA} \sin (\varphi_{CA} - 120^\circ) - I_{BC} \sin (\varphi_{BC} + 120^\circ)] X. \quad (12-21)$$

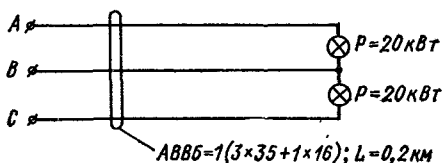


Рис. 12-5. К примеру расчета потери напряжения в сети с неравномерной нагрузкой фаз при питании ламп линейным напряжением

Аналогично определяется ΔU_{BC} и ΔU_{CA} .

При обратном следовании фаз ΔU при разных $\cos \varphi$ может оказаться выше, поэтому дополнительно производится проверка ΔU и при обратном следовании фаз. В этом случае в формуле (12-21) следует поменять на обратные знаки у углов 120° , стоящих под знаком \cos и \sin , т. е. формула (12-21) приобретает вид:

$$\Delta U_{AB} = [2I_{AB} \cos \varphi_{AB} - I_{CA} \cos (\varphi_{CA} + 120^\circ) - I_{BC} \cos (\varphi_{BC} - 120^\circ)] R + [2I_{AB} \sin \varphi_{AB} - I_{CA} \sin (\varphi_{CA} + 120^\circ) - I_{BC} \sin (\varphi_{BC} - 120^\circ)] X. \quad (12-22)$$

В формулах (12-21) и (12-22) ΔU потеря напряжения, %; I_{AB} , I_{CA} , I_{BC} — фазные токи (токи нагрузки), A ; R и X — активное и индуктивное сопротивления линий, Ом .

Пример. Определить ΔU в трехфазной линии на напряжение 380 В, выполненной кабелем АВВБ-1 (3 × 35 + 1 × 16) и питающей две ксеноновые лампы (рис. 12-5). Мощность каждой лампы $P = 20 \text{ кВт}$, $\cos \varphi \approx 0,9$.

По табл. 12-11 для кабеля с алюминиевыми жилами сечением 35 мм^2 находим $r = 0,95 \text{ Ом/км}$, $x = 0,075 \text{ Ом/км}$:

$$R = rL = 0,95 \cdot 0,2 = 0,190 \text{ Ом};$$

$$X = xL = 0,075 \cdot 0,2 = 0,015 \text{ Ом}.$$

Ток лампы (фазный ток)

$$I_n = \frac{P_n}{U_n \cos \varphi} = \frac{20000}{380 \cdot 0,9} \approx 60 \text{ А};$$

$$\Delta U_{AB} = [2 \cdot 60 \cdot 0,9 - 60 \cdot \cos (26^\circ - 120^\circ)] 0,19 + [2 \cdot 60 \cdot 0,44 - 60 \cdot \sin (26^\circ - 120^\circ)] 0,015 = 21 + 1,7 = 22,7 \text{ В, или } 6\% U_n;$$

$$\Delta U_{CA} = \Delta U_{AB} \text{ (согласно рис. 12-5)}$$

При питании газоразрядных ламп и других электроприемников с $\cos \varphi$, меньшим 1, полная потеря напряжения ΔU_{Π} (в процентах) определяется из выражения

$$\Delta U_{\Pi} = \Delta U k_{\kappa}, \quad (12-23)$$

где ΔU — активная составляющая потери напряжения, определяемая по таблицам моментов (табл. 12-11—12-22), %; k_{κ} — поправочный коэффициент, учитывающий реактивную составляющую потери напряжения и принимаемый по табл. 12-23.

Таблица 12-23

Значения коэффициента k_{κ}

s, мм ²	Проводники при расстоянии между ними, равном примерно диаметру проводника (кабели, провода в трубах и т. п.), при $\cos \varphi$					Проводники при расстоянии между ними 15—40 см (провода на изоляторах, на кликах и т. п.) при $\cos \varphi$				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Для алюминиевых проводников										
4	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01					
6	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01					
10	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01					
16	1,07	1,05	1,04	1,03	1,02	1,28	1,21	1,16	1,12	1,08
25	1,11	1,08	1,06	1,05	1,03	1,40	1,31	1,23	1,17	1,12
35	1,14	1,11	1,08	1,06	1,04	1,54	1,41	1,31	1,23	1,16
50	1,18	1,14	1,10	1,08	1,05	1,73	1,56	1,42	1,31	1,21
70	1,24	1,19	1,14	1,10	1,07	2,00	1,76	1,57	1,43	1,29
95	1,35	1,27	1,20	1,15	1,10	2,30	2,00	1,75	1,56	1,38
120	1,43	1,33	1,25	1,19	1,13	2,60	2,25	1,93	1,70	1,47
150	1,55	1,43	1,32	1,24	1,16					
185	1,67	1,52	1,39	1,29	1,19					
240	1,88	1,68	1,51	1,38	1,25					
Для медных проводников										
4	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01					
6	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,2	1,12	1,09	1,07	1,04
10	1,07	1,06	1,04	1,03	1,02	1,29	1,23	1,17	1,13	1,08
16	1,12	1,09	1,07	1,05	1,03	1,45	1,35	1,26	1,20	1,13
25	1,18	1,14	1,10	1,08	1,05	1,68	1,52	1,39	1,29	1,19
35	1,24	1,18	1,14	1,10	1,07	1,92	1,70	1,53	1,40	1,26
50	1,33	1,25	1,19	1,14	1,09	2,26	1,97	1,73	1,55	1,36
70	1,43	1,33	1,25	1,19	1,12	2,73	2,33	2,00	1,75	1,50
95	1,57	1,44	1,33	1,25	1,16	3,10	2,70	2,28	1,96	1,64
120	1,73	1,56	1,42	1,31	1,21	3,70	3,10	2,56	2,17	1,78
150	1,91	1,70	1,53	1,40	1,26					
185	2,13	1,87	1,65	1,49	1,32					

Пример. Нагрузка электроосвещения мощностью $P = 100$ кВт, расположенная на расстоянии $L = 50$ м от подстанции, питается кабелем АВВГ-1 (4 × 50). Напряжение сети 380/220 В; $\cos \varphi = 0,6$. Определить ΔU_{Π} .

Решение.

По табл. 12-11 находим $\Delta U = 2,3\%$; по табл. 12-23 $k_{\kappa} = 1,14$, следовательно, $\Delta U_{\Pi} = 2,3 \cdot 1,14 \approx 2,65\%$.

Определение ΔU в линии, выполненной стальными проводами (указанные провода применяются в осветительных сетях крайне редко: в основном при малых токах нагрузки), производится по формулам:

Моменты для расчета шинопроводов типа ШРА по потере напряжения.
Трехфазная система 380/220 В (3 фазы и нуль)

$\Delta U, \%$	Значение момента нагрузки, кВт·м, при коэффициенте мощности, равном															
	0,95				0,9				0,57				0,5			
	нагрузка линии 250 А				нагрузка линии 400 А				нагрузка линии 600 А							
0,2	837	788	580	533	1 305	1 193	795	717	2 188	1 950	1 197	1 064				
0,4	1 674	1 576	1 160	1 066	2 610	2 386	1 590	1 434	4 376	3 900	2 394	2 128				
0,6	2 511	2 364	1 740	1 599	3 915	3 579	2 385	2 151	6 564	5 850	3 591	3 192				
0,8	3 348	3 152	2 320	2 132	5 220	4 772	3 180	2 868	8 752	7 800	4 788	4 256				
1,0	4 185	3 940	2 900	2 665	6 525	5 965	3 975	3 585	10 940	9 750	5 985	5 320				
1,2	5 022	4 728	3 480	3 198	7 830	7 158	4 770	4 302	13 128	11 700	7 182	6 384				
1,4	5 859	5 516	4 060	3 731	9 135	8 351	5 565	5 019	15 316	13 650	8 379	7 448				
1,6	6 696	6 304	4 640	4 264	10 440	9 544	6 360	5 736	17 504	15 600	9 576	8 512				
1,8	7 533	7 092	5 220	4 787	11 745	10 737	7 155	6 453	19 692	17 550	10 773	9 576				
2,0	8 370	7 880	5 800	5 330	13 050	11 930	7 950	7 170	21 880	19 500	11 970	10 640				
2,2	9 207	8 668	6 380	5 863	14 355	13 123	8 745	7 887	24 068	21 450	13 167	11 704				
2,4	10 044	9 456	6 960	6 396	15 660	14 316	9 540	8 604	26 256	23 400	14 364	12 768				
2,6	10 881	10 244	7 540	6 929	16 965	15 509	10 335	9 321	28 444	25 350	15 561	13 832				
2,8	11 718	11 032	8 120	7 462	18 270	16 702	11 130	10 038	30 632	27 300	16 758	14 896				
3,0	12 555	11 820	8 700	7 995	19 575	17 895	11 925	10 755	32 820	29 250	17 955	15 960				
3,2	13 392	12 608	9 280	8 528	20 880	19 066	12 720	11 472	35 008	31 200	19 152	17 024				
3,4	14 229	13 396	9 860	9 061	22 185	20 281	13 515	12 189	37 196	33 150	20 349	18 088				
3,6	15 066	14 184	10 440	9 594	23 490	21 474	14 310	12 906	39 384	35 100	21 546	19 152				
3,8	15 903	14 972	11 020	10 127	24 795	22 667	15 105	13 623	41 572	37 050	22 743	20 216				
4,0	16 740	15 760	11 600	10 660	26 100	23 860	15 900	14 340	43 760	39 000	23 940	21 480				
4,2	17 577	16 548	12 180	11 193	27 405	25 053	16 695	15 057	45 948	40 950	25 137	22 344				
4,4	18 414	17 336	12 760	11 726	28 710	26 246	17 490	15 774	48 136	42 900	26 334	23 408				
4,6	19 251	18 124	13 340	12 259	30 015	27 439	18 285	16 491	50 324	44 850	27 531	24 472				
4,8	20 088	18 912	13 920	12 792	31 320	28 632	19 080	17 207	52 512	46 800	28 728	25 536				
5,0	20 925	19 700	14 500	13 325	32 625	29 825	19 875	17 925	54 700	48 750	29 925	26 600				

трехфазная линия

$$\Delta U = \frac{100}{U_{\Phi}} [r \cos \varphi + (x' + x'') \sin \varphi] IL; \quad (12-24)$$

двухфазная с нулем линия

$$\Delta U = \frac{1,5 \cdot 100}{U_{\Phi}} [r \cos \varphi + (x' + x'') \sin \varphi] IL; \quad (12-25)$$

однофазная линия

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 100}{U_{\Phi}} [r \cos \varphi + (x' + x'') \sin \varphi] IL, \quad (12-26)$$

где ΔU — потеря напряжения, %; U_{Φ} — фазное напряжение сети, В; r — активное сопротивление стального провода по табл. 12-8, Ом/км; x' — внешнее индуктивное сопротивление стального провода по табл. 12-8, Ом/км; x'' — внутреннее индуктивное сопротивление стального провода по табл. 12-8, Ом/км; I — нагрузка линии, А; L — длина линии, км.

При определении сечения линии по потере напряжения задаются сечением стального провода и проверяют принятое сечение на потерю напряжения по формулам (12-24)—(12-26).

Определение ΔU в шинпроводах производится: для шинпроводов типа ШРА — по табл. 12-24; для шинпроводов типа ШОС-67 — аналогично определению ΔU для кабельных и трубных проводов, исходя из сечения медных проводников, равного 6 мм².

12-5. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СЕТЕЙ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ЛАМПАМИ

ПРА газоразрядных ламп ведут к искажению синусоидальной формы тока и появлению высших гармоник. В свою очередь, высшие гармоники, в основном третья, приводят к наличию тока в нулевых рабочих проводах трехфазных линий.

По ГОСТ 16809—71 «Аппараты пускорегулирующие для газоразрядных ламп» величина тока в нулевом проводе трехфазных линий не должна превышать тока в фазных проводах — при компенсированных ПРА и половины этого тока — при индуктивных ПРА.

Это положение должно учитываться при выборе сечения нулевого проводника; но даже при компенсированных схемах оно не всегда приводит к равенству сечений нулевого и фазных проводников, так как последние могут быть приняты повышенного сечения по условиям ограничения потери напряжения, механической прочности и т. п.

Повышенный ток в нулевом проводе, а следовательно, и в нейтрали трансформаторов может привести к недопустимому его перегреву.

Согласно ГОСТ 11677—65 значение тока в нулевом выводе трансформатора не должно превышать 0,25 фазного тока — при схеме соединения его обмоток Y/Y_{H} и 0,75 фазного тока — при схеме D/Y_{H} . Это должно учитываться при выборе трансформаторов.

При расчете сети, помимо мощности ламп, учитываются также и потери в ПРА, в пределах 5—40% номинальной мощности ламп (см. гл. 2).

Включение газоразрядных ламп в сеть через ПРА приводит к понижению $\cos \varphi$. Для повышения $\cos \varphi$ до значения 0,9—0,95, как правило, используются статические конденсаторы.

Компенсация $\cos \varphi$ может быть индивидуальной или групповой. При индивидуальной компенсации конденсаторы устанавливаются у каждого светильника (преимущественно встраиваются в него), при групповой — присоединяются к началу каждой групповой линии или, реже, к питающим осветительным линиям или шинам подстанции.

Индивидуальная компенсация должна выполняться, как правило, заводами — изготовителями светильников.

В настоящее время светотехническая промышленность поставляет комплектно с компенсирующими конденсаторами только светильники с люминесцентными лампами и применение таких светильников без индивидуальной компенсации запрещено (Информационное письмо № Т-108-ЭЗ от 3.VIII-73 г. Госэнергонадзора СССР).

Светильники с прочими газоразрядными лампами (ДРЛ, ДРИ и др.) компенсирующими конденсаторами, как правило, не комплектуются, и в необходимых случаях в проекте предусматривается групповая компенсация реактивной мощности. Целесообразность последней выявляется технико-экономическими расчетами, в которых учитываются многие факторы, в том числе величина мощности газоразрядных ламп и ее доля в общей мощности освещения объекта, нагрузка трансформаторов, характеристика электросиловых потребителей и т. д. При этом нередко оказывается, что применение конденсаторов в сетях освещения экономического эффекта не дает.

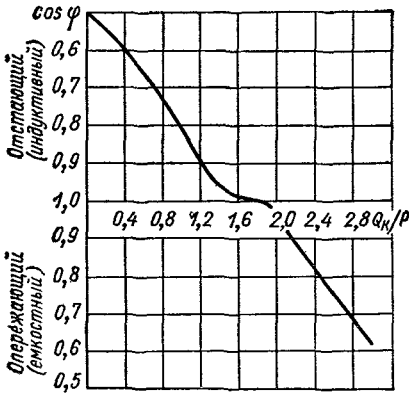


Рис. 12-6. График для определения $\cos \varphi$ в установках с лампами ДРЛ

P — номинальная мощность ламп ДРЛ, включая потери в ПРА, кВт;
 Q_k — мощность подключаемых к осветительной сети конденсаторов, квар

Реактивная мощность конденсаторов Q_k (в киловольт-амперах реактивных), необходимая для повышения $\cos \varphi_1$ до значения $\cos \varphi_2$, определяется по формуле

$$Q_k = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (12-27)$$

где P — активная мощность (номинальная мощность ламп накаливания и газоразрядных с учетом потерь в ПРА), кВт.

Для расчета сетей только с лампами ДРЛ при $\cos \varphi$ комплекта «лампа — ПРА» 0,5 на рис. 12-6 приведен график, позволяющий определить $\cos \varphi$ по заданным P и Q_k по заданным P и $\cos \varphi$.

Для определения по P и реактивной мощности Q полной мощности S и $\cos \varphi$ может быть использован график на рис. 12-7.

При индивидуальной компенсации применяются конденсаторы малой мощности, основной характеристикой которых является емкость.

Емкость C (в микрофарадах) определяется по формуле

$$C = \frac{Q_k}{2\pi f U^2 \cdot 10^{-3}}, \quad (12-28)$$

где U — напряжение на зажимах конденсатора, кВ; f — частота переменного тока, Гц, Q_k — мощность конденсатора, квар.

Для компенсации реактивной мощности газоразрядных ламп преимущественно используются: для индивидуальной компенсации — конденсаторы типа ЛС, для групповой на групповых линиях — конденсаторы типа КС мощностью 18 и 36 квар.

Промышленность комплектует из конденсаторов КС установки серии УК мощностью от 36 до 144 квар. Номенклатура комплектных конденсаторных установок серии УК приведена в § 11-4.

Схема компенсации на трехфазных групповых линиях с лампами ДРЛ показана на рис. 12-8. Ответвительные клеммы (зажимы У734м) устанавливаются в тех случаях, когда расчетный ток, протекающий через автомат, более 0,6 его номинального тока.

Если в этих случаях проводники ламп и конденсатора присоединить непосредственно к автомату, то тепловыделения, обусловленные токами лампы и кон-

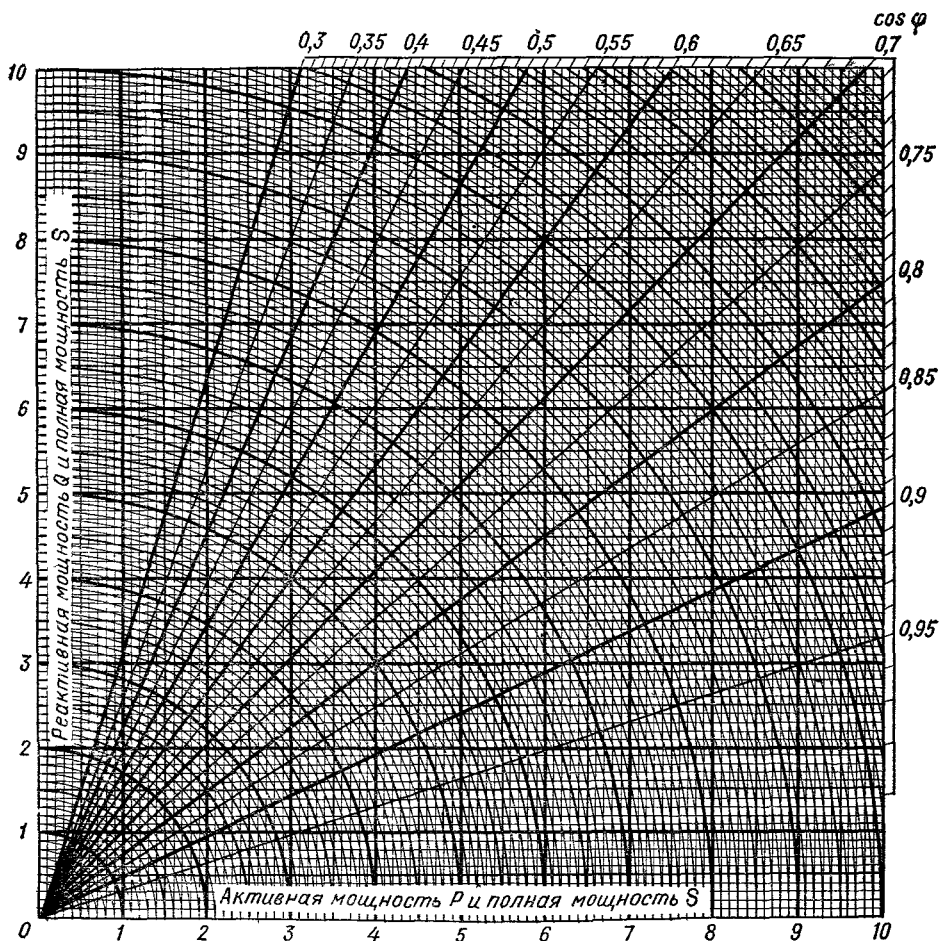


Рис. 12-7. Номограмма $p - Q - S - \cos \varphi$

денсатора и дополнительными переходными сопротивлениями в месте присоединения проводников к автомату, могут вызвать недопустимый перегрев последнего.

В отдельных случаях во избежание перегрева контактных частей автоматы выбираются на большие номинальные токи, например, взамен автоматов АЗ163 принимаются автоматы АЗ124.

На участках сети с некомпенсированной реактивной мощностью на потерю напряжения влияет не только активное, но индуктивное сопротивление линий.

Для учета индуктивного сопротивления линий при расчете сетей на потерю напряжения (§ 12-4) найденные по табл. 12-11—12-22 значения моментов нагрузки умножаются на коэффициент k_k (табл. 12-23—12-24).

Токи высших гармоник также влияют на величину потери напряжения, но в редких случаях: в основном в предельно нагруженных воздушных линиях сечением 50 мм² и выше и в линиях с потерями напряжения более 5—6% (см. журнал «Светотехника», 1968, № 2, с.24—26).

Ниже приводится пример расчета сетей с газоразрядными лампами, при наличии групповой компенсации.

Пример. Общая мощность освещения $P = 18$ кВт, в том числе лампы накаливания $P_n = 3$ кВт, $\cos \varphi = 1$ и лампы ДРЛ $P_d = 15$ кВт (с учетом потерь в ПРА), $\cos \varphi = 0,5$; $\operatorname{tg} \varphi = 1,73$. Питание освещения осуществляется трехфазной четырехпроводной линией, выполненной кабелем АНРГ. Фазное напряжение сети $U_\phi = 0,22$ кВ. Загрузка фаз равномерная.

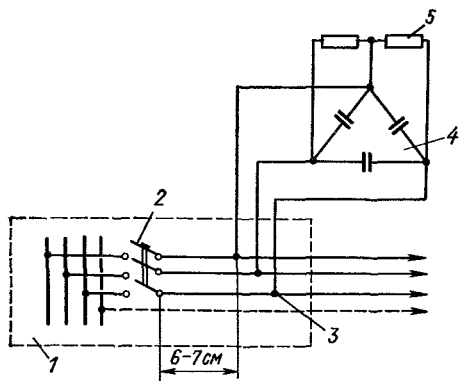


Рис. 12-8. Схема присоединения проводов к щитку при питании ламп ДРЛ с групповой компенсацией при нагрузке below 0,6 номинального тока автомата

1 — групповой щиток; 2 — автомат АЗ163; 3 — зажим У734М; 4 — трехфазный конденсатор; 5 — разрядный резистор

Определить мощность компенсирующего конденсатора Q_k , ток автомата I_A на осветительном щитке, сечение (по току) фазовых s_ϕ и нулевого s_0 проводов групповой сети, ток линии I_d .

При неисправленном коэффициенте мощности:

реактивная мощность

$$Q_1 = P_d \operatorname{tg} \varphi_1 = 15 \cdot 1,73 = 26 \text{ квар;}$$

полная мощность

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{18^2 + 26^2} = 31,6 \text{ кВ} \cdot \text{А;}$$

ток групповой линии

$$I_d = \frac{S_1}{\sqrt{3} U_d} = 48 \text{ А;}$$

коэффициент мощности установки

$$\cos \varphi_1 = \frac{P}{S_1} = \frac{18}{31,6} = 0,57;$$

необходимая мощность конденсатора, устанавливаемого в начале групповой линии (рис. 12-8) для повышения коэффициента мощности от $\cos \varphi_1 = 0,57$ ($\operatorname{tg} \varphi_1 = 1,43$) до значения $\cos \varphi_2$, близкого к 0,95 ($\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,33$),

$$Q_k = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 18 (1,43 - 0,33) = 19,8 \text{ квар.}$$

Ориентируясь на выпускаемые промышленностью аппараты, принимаем мощность конденсатора равной 18 квар.

При исправленном коэффициенте мощности $\cos \varphi_2$:

реактивная мощность

$$Q_2 = Q_1 - Q_k = 8 \text{ квар;}$$

полная мощность

$$S_2 = \sqrt{P^2 + Q^2} = 19,6 \text{ кВ} \cdot \text{А;}$$

коэффициент мощности

$$\cos \varphi_2 = P/S_2 = 0,92.$$

По табл. 12-2 для $I_d = 48$ А определяем $s_\phi = 16$ мм².

Ввиду отсутствия компенсации реактивной мощности на участке «автомат — лампы» увеличения s_0 до s_{ϕ} не требуется: принимаем s_0 равным 10 мм^2 , тогда

$$I_a = \frac{S_2 k_{\pi}}{\sqrt{3} U_a} = \frac{19,6 \cdot 1,4}{1,73 \cdot 0,38} \approx 40 \text{ А},$$

где $k_{\pi} = 1,4$ — коэффициент на пусковые токи (табл. 10-2).
Принимаем автомат с расцепителем на ток 40 А.

12-6. РАСЧЕТ СЕТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

При расчете сетей дистанционного управления учитываются следующие положения:

1. У катушек управляемых аппаратов (магнитных пускателей, контакторов, реле) должно быть обеспечено напряжение не менее 85% номинального.

2. В момент пуска по сравнению с рабочим режимом:

при питании переменным током — понижается $\cos \varphi$ и возрастает ток (в 10—15 раз);

при питании постоянным током — сила тока несколько уменьшается.

3. При определении сечения линий учитывается сопротивление катушек, поскольку величина этих сопротивлений оказывается вполне сопоставимой с сопротивлениями проводов сети.

При переменном токе сечение s проводников с малым индуктивным сопротивлением X (провода в трубах, кабели и т. п.) определяется по формуле

$$s = \frac{2LI_{\pi}\rho \cdot 10^9}{U_{\pi}(\sqrt{1,4 - \sin^2 \varphi_{\pi}} - \cos \varphi_{\pi})}, \quad (12-29)$$

где L — длина линии управления (в один конец), км; I_{π} — пусковой ток катушки управляемого аппарата, А; ρ — удельное сопротивление проводника, Ом·м; U_{π} — номинальное напряжение сети управления, В; φ_{π} — угол сдвига фаз между I_{π} и U_{π} .

В упрощенном виде формула (12-29) может быть представлена в виде:

$$s = \beta I_{\pi} L, \quad (12-30)$$

$$\beta = \frac{2\rho \cdot 10^9}{U_{\pi}(\sqrt{1,4 - \sin^2 \varphi_{\pi}} - \cos \varphi_{\pi})}.$$

Числовые значения коэффициента β приводятся в табл. 12-25.

Для сетей переменного тока с большим X (электропроводки проводами на изоляторах, воздушные линии) потеря напряжения (в процентах)

$$\Delta U = 100 \left(1 - \frac{Z_{\kappa}}{Z'} \right), \quad (12-31)$$

где $Z_{\kappa} = \frac{U_{\pi}}{I_{\pi}}$ — полное сопротивление катушки, Ом; Z' — полное сопротивление цепи с учетом сопротивления проводников и катушки, Ом;

$$Z' = \sqrt{(R_{\pi} + R_{\kappa})^2 + (X_{\pi} + X_{\kappa})^2}, \quad (12-32)$$

$$R_{\pi} = \frac{2\rho L \cdot 10^9}{s};$$

$$R_{\kappa} = Z_{\kappa} \cos \varphi_{\pi} = \frac{U_{\pi}}{I_{\pi}} \cos \varphi_{\pi};$$

$$X_{\pi} = 2\pi L;$$

$$X_{\kappa} = Z_{\kappa} \sin \varphi_{\pi} = \frac{U_{\pi}}{I_{\pi}} \sin \varphi_{\pi}.$$

Значения коэффициента β

$\cos \varphi_{II}$	Медные жилы при напряжении, В, равном			Алюминиевые жилы при напряжении, В, равном		
	127	220	380	127	220	380
1	1,57	0,91	0,52	2,6	1,51	0,86
0,95	1,47	0,86	0,49	2,44	1,43	0,81
0,9	1,43	0,83	0,475	2,37	1,38	0,79
0,85	1,36	0,79	0,45	2,26	1,31	0,75
0,8	1,3	0,75	0,43	2,16	1,24	0,71
0,75	1,24	0,72	0,41	2,06	1,19	0,68
0,7	1,17	0,68	0,39	1,94	1,13	0,65
0,65	1,1	0,64	0,37	1,83	1,06	0,61
0,6	1,04	0,6	0,345	1,73	1,0	0,57
0,55	0,99	0,57	0,33	1,64	0,95	0,55
0,5	0,93	0,54	0,31	1,55	0,9	0,52
0,45	0,89	0,51	0,3	1,48	0,85	0,5
0,4	0,83	0,48	0,275	1,38	0,8	0,46
0,35	0,78	0,45	0,26	1,29	0,75	0,43
0,3	0,72	0,415	0,24	1,19	0,69	0,4
0,25	0,665	0,385	0,22	1,1	0,64	0,365
0,2	0,62	0,355	0,205	1,03	0,59	0,34

При постоянном токе расчет сетей дистанционного управления производится по формуле

$$\Delta U = \frac{0,85 I_p R_d}{U_{II}} \cdot 100, \quad (12-33)$$

где ΔU — потеря напряжения, %; I_p — расчетный ток катушки, А.

Поскольку жилы телефонных кабелей имеют единый стандартный диаметр 0,5 мм, при котором $r = 95$ Ом/км, формула приобретает вид:

$$\Delta U = \frac{161,5 I_p L}{U_{II}} \cdot 100. \quad (12-34)$$

При наиболее распространенном напряжении $U_{II} = 48$ В

$$\Delta U = 337 I_p L. \quad (12-35)$$

В формулах (12-34) и (12-35) L — длина линии в один конец, км.

В тех случаях когда напряжение источника питания постоянного тока U_{II} больше, чем номинальное напряжение катушки U_n , необходимо включение в цепь питания отдельных катушек добавочного сопротивления R_d для погашения избытка напряжения.

При телефонных кабелях

$$R_d = \frac{U_{II}}{0,85} - 190L - R_k, \quad (12-36)$$

где R_k — омическое сопротивление катушки, Ом.

Формула (12-36) может быть принята также для определения значения R_d в цепи сигнальных ламп.

Пример 1. Сеть управления, выполненная двужильным кабелем с медными жилами, питает катушку контактора.

Данные контактора: $U_{II} = 220$ В; $I_{II} = 20$ А; $\cos \varphi_{II} = 0,3$; длина линии (в один конец) $L = 1$ км.

Определить сечение линии s :

$$s = I_{\Pi} L \frac{2\rho \cdot 10^9}{U_{\Pi} (\sqrt{1,4 - \sin^2 \varphi_{\Pi}} - \cos \varphi_{\Pi})} = 20 \cdot 1 \frac{2 \cdot 20}{220 (\sqrt{1,4 - 0,9} - 0,3)} = 9 \text{ мм}^2.$$

Принимаем ближайшее большее сечение — 10 мм².

Пример 2. Условия аналогичны примеру 1, но линия воздушная.

Предполагаем, что $s \geq 10$ мм² (полное сопротивление линии Z' несколько больше, чем в примере 1, за счет наличия X_L). При $s = 10$ мм².

$$R_L = \frac{2\rho L \cdot 10^9}{s} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1}{10} = 4 \text{ Ом};$$

$$R_K = \frac{U_{\Pi}}{I_{\Pi}} \cos \varphi_{\Pi} = \frac{220}{20} \cdot 0,3 = 3,3 \text{ Ом};$$

$$X_L = 2xL = 2 \cdot 0,37 \cdot 1 = 0,74 \text{ Ом};$$

$$X_K = \frac{U_{\Pi}}{I_{\Pi}} \sin \varphi = \frac{220}{20} \cdot 0,95 = 10,5 \text{ Ом};$$

$$Z' = \sqrt{(R_L - R_K)^2 + (X_L + X_K)^2} = \sqrt{(4 - 3,3)^2 + (0,74 + 10,5)^2} = 13,3 \text{ Ом};$$

$$\Delta U = 100 \left(1 - \frac{Z_K}{Z'}\right) = 100 \left(1 - \frac{11}{13,3}\right) = 17\%.$$

ΔU несколько выше допустимой (15%), поэтому принимаем $s = 16$ мм².

12-7. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ ПО УСЛОВИЯМ СРАБАТЫВАНИЯ ЗАЩИТНОГО АППАРАТА ПРИ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ

В осветительных сетях с глухим заземлением нейтрали должно быть обеспечено надежное отключение защитным аппаратом однофазного короткого замыкания (к. з.).

Такое отключение обеспечивается при условии выполнения соотношения

$$kI_3 \leq I_K, \quad (12-37)$$

где k — минимально допустимая кратность тока к. з. по отношению к номинальному току аппарата защиты в соответствии с п. 1-7-58 и VII-3-89 ПУЭ (см. § 10-4); I_3 — номинальный ток аппарата защиты, А; I_K — наименьшая величина тока однофазного к. з., определяемая по формуле

$$I_K = \frac{U_{\Phi}}{Z_{\Pi} + \frac{Z_T}{3}}; \quad (12-38)$$

где U_{Φ} — фазное напряжение сети, В; Z_T — полное сопротивление силового трансформатора, Ом; Z_{Π} — полное сопротивление петли фаза-нуль линии до наиболее удаленной точки сети, Ом.

В табл. 12-26 приведены приближенные значения Z_T для силовых трансформаторов с вторичным напряжением 400/230 В. При напряжении 220/127 В указанные значения Z_T следует уменьшать в 3 раза.

Формулой (12-38) следует пользоваться при малой мощности трансформатора, при большой длине линии или при прокладке линии во взрывоопасной среде. В прочих случаях соблюдение рекомендуемых ПУЭ, п. III-1-7 соотношений между длительно допустимым током проводника и током защитного аппарата обеспечивает отключение токов однофазного к. з. В некоторых случаях удобно производить расчеты, исходя из максимальной длины линии L_{\max} , при которой обеспечивается отключение токов к. з.:

$$L_{\max} \leq \frac{1}{Z_0} \left(\frac{U_{\Phi}}{kI_3} - \frac{Z_T}{3} \right), \quad (12-39)$$

где Z_0 — полное удельное сопротивление петли фаза — нуль линии, Ом/км;
 $L_{\text{макс}}$ — длина линии, км.

Пример. Проверить по условиям срабатывания защитного аппарата при к. з. правильность выбора кабеля АВВБ $3 \times 95 + 1 \times 50 \text{ мм}^2$, защищаемого автоматом АЗ134 с комбинированным расцепителем на 150 А (ток отсечки 1050 А).

Длина линии 0,2 км. Нагрузка питается от трансформатора 1000 кВ·А (ВН—10 кВ, нн — 380/220 В, схема соединений обмоток У/У_н).

Таблица 12-26

Расчетные сопротивления силовых масляных трансформаторов (ГОСТ 11920—66 и 12022—66) при вторичном напряжении 400/230 В

Мощность трансформатора, кВ·А	Первичное напряжение, кВ	Полное сопротивление трансформатора Z_T в режиме однофазного к. з. при схеме соединений обмоток		Мощность трансформатора, кВ·А	Первичное напряжение, кВ	Полное сопротивление трансформатора Z_T в режиме однофазного к. з. при схеме соединений обмоток	
		У/У _н	Д/У _н ^{н'} У/З _н			У/У _н	Д/У _н ^{н'} У/З _н
25	6—10	3,11	0,906	250	20—35	0,30	0,130
40	6—10	1,95	0,562	400	6—10	0,20	0,066
63	6—10	1,24	0,360	400	20—35	0,19	—
63	20	1,14	0,407	630	6—10	0,13	0,042
100	6—10	0,78	0,226	630	20—35	0,12	—
100	20—35	0,76	0,327	1000	6—10	0,081	0,026
160	6—10	0,49	0,141	1000	20—35	0,077	0,031
160	20—35	0,48	0,203	1600	6—10	0,055	0,017
250	6—10	0,31	0,090	1600	20—35	—	0,020

По табл. 12-7 находим r и x для проводников с алюминиевыми жилами сечением 95 и 50 мм², а по табл. 12-27 — Z_T . Полное удельное сопротивление Z_0 определяем геометрическим сложением r и x . По формуле (12-38) определяем ток однофазного к. з.:

$$I_k = \frac{220}{1,02 \cdot 0,2 + 0,027} = 1000 \text{ А.}$$

В соответствии с выражением (12-37) отключение не обеспечивается отсечкой ($1,25 \cdot 1050 \text{ А} > 1000 \text{ А}$), но достигается тепловым расцепителем автомата ($3 \cdot 150 < 1000 \text{ А}$).

12-8. ВЫБОР СЕЧЕНИЙ НУЛЕВЫХ ПРОВОДНИКОВ

В установках с заземленной нейтралью проводимость нулевых проводников должна быть не менее 50% проводимости фазовых проводников, но при этом в трехфазных линиях с симметричной нагрузкой фаз, управляемых трехполюсными аппаратами, необязательны сечения проводников выше 50 мм² — медных и 70 мм² — алюминиевых.

В однофазных и симметрично нагруженных двухфазных линиях сечения нулевых и фазовых проводников должны быть одинаковы.

В трехфазных линиях с пофазным отключением нулевые проводники должны обеспечивать прохождение по ним тока, равного фазному.

Для двух- и трехфазных линий, питающих газоразрядные лампы, нулевые провода должны выбираться в соответствии с § 12-5, т. е. их пропускная спо-

способность (но не обязательно сечение) должна быть не менее фазного тока — на участках с компенсированной реактивной мощностью и не менее 0,5 того же тока — на остальных участках.

В двух- и трехфазных линиях с неравномерной нагрузкой фаз, а также при объединении нулей нескольких линий сечение нулевого проводника определяется расчетом.

В том случае, если сечение нулевого проводника окажется больше, чем сечения некоторых фазных проводников, допускается в качестве одного из фазных проводников использовать нулевую (заземляющую) жилу кабеля и многожильных проводов.

В трехфазных сетях с глухозаземленной нейтралью в качестве нулевого проводника разрешается использование алюминиевых оболочек кабелей, за исключением случаев, когда кабели предназначены для питания взрывоопасных установок или когда в нулевом проводе ток превышает 75% тока фазы (что имеет место при питании компенсированных установок с газоразрядными лампами).

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**13-1. СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЗАДАНИЯ**

Основные вопросы производственной деятельности проектных организаций регламентируются документами, издаваемыми Госстроем СССР, в частности «Временной инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства. СН 202—69». Требования к объему и оформлению проектов устанавливаются в нормалах ведущих проектных организаций, в частности Тяжпромэлектропроекта.

Различаются технические проекты (т. п.), рабочие чертежи (р. ч.) и технико-рабочие проекты (т. р. п.). Стадийность комплексного проекта определяется вышестоящими инстанциями. Отдельные проекты освещения, в частности проекты реконструкции действующих установок, выполняются чаще всего в одну стадию (т. р. п.) и лишь для объектов уникального значения — в две стадии.

Задачи т. п. — принятие основных технических решений, выдача заданий на проектирование электроснабжения, выдача основных строительных заданий (например, на мостики для обслуживания), заказ изделий с длительным циклом изготовления (при необходимости), предварительное выявление потребности в оборудовании и основных материалах, определение сметной стоимости установки.

Задачи р. ч. — выдача окончательных заданий проектировщикам смежных специализаций (строители, электроснабженцы, связисты и др.) и заводам — изготовителям комплектных устройств, выявление потребности в оборудовании и материалах и составление документации, обеспечивающей выполнение электро-монтажных работ с широким применением индустриальных методов.

Требования к объему и оформлению проектов на обеих стадиях приведены в § 13-2 и 13-3. Объем т. р. п. отличается от объема р. ч. в основном наличием в составе т. р. п. сметы и пояснительной записки.

Задаaniem для выполнения р. ч. освещения являются строительные планы и разрезы здания с указанием назначения помещений (АР), планы и разрезы с указанием размещения производственного оборудования и его экспликацией (технологические чертежи), чертежи размещения технологических трубопроводов, чертежи металлических (КМ) и железобетонных конструкций (КЖ), чертежи, показывающие в плане и разрезе расположение отопительных и вентиляционных (ОВ), а также водопроводных (ВК) устройств. (В скобках указаны шифры чертежей, принятые при современной системе «параллельного» проектирования специализированными организациями.)

При наличии оборудования, требующего встроенного или местного освещения, не поставляемого комплектно с механизмами, необходимы установочные чертежи этого оборудования.

Необходимы также сведения об условиях среды в помещениях, причем особо строго и в полном соответствии с ПУЭ (а не с противопожарными строительными нормами) должны быть документированы классы пожаро- и взрывоопасных помещений с указанием для последних групп и категорий опасной среды. Должны иметься также исчерпывающие сведения об источниках питания.

Для выполнения т. п. необходимы строительные и технологические планы и разрезы, выполненные в объеме технического проекта.

Частой причиной расхождения между сметной стоимостью и другими показателями на стадиях т. п. и р. ч. является отсутствие на стадии т. п. для зданий

со сложной конструкцией достаточных сведений о наличии и размерах технологических площадок, проходов в фундаментах, подвалов, поэтому особое внимание должно уделяться хотя бы приблизительному выявлению перечисленных площадей.

Во всех случаях проектирующий должен иметь достаточное знакомство с технологическим процессом освещаемого предприятия и знать характер зрительной работы, выполняемой в помещениях.

Рекомендуется широко использовать проекты — аналоги ранее выполненных объектов, типовые решения и другие материалы.

Для проектирования наружного освещения на стадии р. ч. необходим генеральный план с нанесением зданий, всех дорог, проездов, озеленения, заборов, воздушных и подземных линий электроснабжения, связи и всех других подземных коммуникаций. Для проектирования светоограждений должно быть получено задание соответствующего территориального управления ГВФ.

13-2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ

В состав технического проекта входят следующие материалы:

- пояснительная записка;
- таблица основных технических показателей;
- заявочная ведомость на электрооборудование, кабельную продукцию и основные материалы;
- спецификации электрооборудования с длительным циклом изготовления (т. е. в основном комплектных распределительных устройств, подлежащих индивидуальному заказу);
- планы-схемы внутренней питающей сети крупных зданий;
- план внешней питающей сети, как правило, совмещаемый с планом других электрических сетей;
- эскизы фасадов вышеуказанных комплектных устройств;
- строительные задания (на мостики обслуживания, специальные электропомещения и т. д.);
- смета.

В краткой пояснительной записке характеризуются и обосновываются основные решения проекта (выбор видов, систем и способов освещения, источников света, осветительных приборов, способов проводки, схемы питания и управления). Отмечаются основные решения по эксплуатации освещения. К записке прилагается расчет штатов необходимого эксплуатационного персонала¹.

- В таблице основных технических показателей содержатся следующие графы:
- наименование объекта;
 - освещаемая площадь (в квадратных метрах);
 - преимущественная освещенность (в люксах);
 - преимущественный тип осветительных приборов общего освещения;
 - удельная мощность общего освещения в ваттах на квадратный метр;
 - количество светоточек (раздельно: общее освещение, местное освещение, штепсельные розетки);
 - преимущественный вид проводки групповой сети;
 - примечание.

При проектировании одного здания рекомендуется в отдельные строки выделять характерные группы помещений, сходные по решениям.

При выполнении проектов предприятий, состоящих из ряда зданий, с частично однотипными помещениями рекомендуется итоговые показатели по каждому зданию помещать в отдельную (заглавную для данного здания) строку, под ней указывать в отдельных строках технические решения по группам помещений, характерных только для данного здания, в заключительной же части таблицы — приводить решения по группам помещений, встречающихся в различных зданиях.

¹ Общесоюзных норм по этому вопросу нет. Ведомственные рекомендации опубликованы в «Инструктивных указаниях по проектированию электротехнических промышленных установок», ГПИ Тяжпромэлектропроект, 1972, № 8.

Заявочная ведомость технического проекта (равно как и любые спецификации, выполняемые до окончания р. ч.) не может быть вполне точной, и в случае ее использования для заказа изделий, как правило, неизбежны последующие изменения, иногда весьма значительные.

В заявочной ведомости выделяются разделы: электрооборудование, светильники и лампы, кабельные изделия, комплектные изделия заводов монтажных организаций (щитки, ящики, шинопроводы), электромонтажные изделия тех же заводов, электроустановочные изделия, черные металлы и трубы, маты и опоры.

Существенно, что на данной стадии отдельные типоразмеры не указываются, а изделия объединяются в группы. Так, указывается общее количество светильников с разбивкой только по типам источников света; лампы не разделяются по мощности и т. д.

На планах питающей сети предельно упрощенно показывается строительная часть зданий; изображаются щитки, у которых указываются номер и установленная мощность, наносятся линии сети с указанием марок и сечений кабелей и проводов.

При техническом проектировании выполняются по существу те же операции, что и при рабочем, но в предварительном, эскизном виде. На планах основных помещений фрагментарно намечаются места установки светильников и щитков (а для мелких помещений указывается число и тип светильников), но планы эти не оформляются начисто, а группируются в «черновой том», хранящийся у организации-автора. Светильники, щитки и различное оборудование подсчитываются по планам и таблице показателей (поскольку для сметы разделение по типоразмерам необходимо); кабельные изделия для питающей сети учитываются по данным расчета сечений и обмера трасс, потребность во всех остальных изделиях (провода и кабели групповой сети, выключатели и т. д.) определяется по укрупненным показателям с использованием проектов-аналогов.

13-3. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ И ТЕХНОРАБОЧИЕ ПРОЕКТЫ

В состав проектной документации на этих стадиях входят: пояснительная записка (только при необходимости особого пояснения или обоснования отдельных решений); заказные спецификации электрооборудования и материалов; задания монтажно-заготовительному участку; планы осветительной установки; характерные разрезы (для зданий сложной строительной конструкции); таблица условных обозначений; схемы или планы-схемы питающей сети (если требуются); строительные задания; схемы дистанционного управления или другие специальные схемы (при наличии таковых); нетиповые установочные чертежи. Имеются рекомендации прилагать к р. ч. ведомости объемов монтажных работ.

Отдельным томом по установленным формам даются задания на индивидуальное изготовление щитов, пультов и т. д.

Заказные спецификации составляются раздельно на изделия, поставляемые подрядчиком (изделия заводов монтажных организаций, электроустановочные изделия, кроме штепсельных соединений с плоскими контактами, прокат черных металлов, трубы всех типов, металлорукава), и на все остальные изделия, которые поставляются заказчиком.

Отдельная спецификация составляется на изделия монтажно-заготовительного участка; в ней указываются типовые работы или номера нетиповых чертежей, по которым должны выполняться изделия, и эти чертежи прилагаются (типовые чертежи к проектам не прилагаются). На оборудование и материалы для изготовления изделий монтажно-заготовительным участком составляются

отдельные ведомости. Для мелких объектов это оборудование и материалы могут включаться в состав общих спецификаций.

Основным документом светотехнического проекта является план осветительной установки.

Как общие моменты отмечаются:

1. При выполнении планов неизбежно использование не только графических символов для ряда изделий, но и определенного комплекса условных приемов выполнения и расположения надписей и цифр (табл. 13-1).

2. Изображаемые на планах схемы являются однолинейными, и их правильное чтение невозможно без использования засечек, указывающих число проводников в линии (рис. 13-1). Из схемы рис. 13-1, *а* ясно, что раздельно включаются левые и правые светильники, на рис. 13-1, *б* — верхние и нижние, на рис. 13-1, *в* —

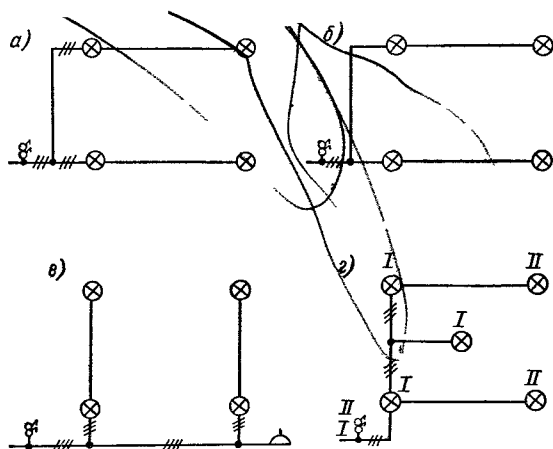


Рис. 13-1. Использование системы засечек

верхние и нижние, но штепсельная розетка не выключается вообще. Схема рис. 13-1, *г* при наличии только засечек может быть прочтена различно, поэтому здесь понадобилось дополнительно отметить одинаковыми цифрами светильники и управляющие ими выключатели.

3. Перегрузка светотехнических чертежей линиями и надписями заставляет часто обозначать все прокладываемые по общей трассе группы одного вида освещения общей линией (рис. 13-2, *а*).

В этом случае приобретает значение четкая нумерация групп для каждого участка. Схему рис. 13-2, *а* следует понимать так, что головной участок левой линии состоит из двух кабелей: трехжильного (группы 1 и 3 с общим нулем) и четырехжильного (группы 2, 4 и 6 с общим нулем). Общий нулевой провод могут иметь только группы разных фаз.





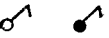



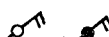
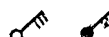

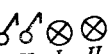

Повсеместное указание групп важно для обеспечения равномерной загрузки фаз. При щитках, не имеющих заводской нумерации групп (а также в проектах наружного освещения), непосредственно указываются фазы присоединения.





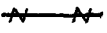
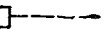
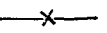





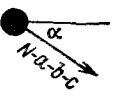



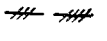
4. При проектировании зданий, ряд помещений которых (хотя бы разного назначения) имеет одинаковые светотехнические решения, рекомендуется широкое применение системы «элементов планов», когда план каждого повторяющегося помещения дается отдельно и единожды под шифром «ЭП-№», на общем же плане этажа показываются только вводы в такие помещения, обозначенные тем же шифром.

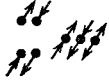
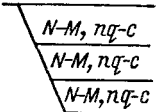
5. Имеет значение тщательно продуманный текст примечаний к планам. В них указываются итоговые данные, напряжение сети, ссылка на условные обозначения, сведения о заземлении и, по возможности, максимум данных, общих

Условные обозначения и надписи для светотехнических проектов

Содержание обозначения	Символ
Патрон с лампой накаливания	
Плафон с лампой накаливания	
Светильник (кроме плафона) с лампой накаливания	
Светильник с люминесцентными лампами	
Линия светильников с люминесцентными лампами	
Светильник с лампой ДРЛ	
Прожектор, α — угол наклона к горизонту	
Маркировка светильников: T — тип; n — число ламп в светильнике; p — мощность лампы, Вт; h — высота установки, м; N — число светильников в линии или блоке:	
одноламповый светильник	$T \frac{p}{h}$
многоламповый светильник	$T \frac{n \times p}{h}$
несколько совместно установленных одноламповых светильников, обозначенных общим символом	$N \left(T \frac{p}{h} \right)$
линия люминесцентных светильников	$N \left(T \frac{n \times p}{h} \right)$
Магистральный щиток	
Групповой щиток рабочего освещения	
Групповой щиток аварийного освещения	
Маркировка щитков при отсутствии схемы питающей сети: M — шифр или номер по плану или схеме, p — установленная мощность, кВт, ΔU — потеря напряжения до щитка, %, T — заводской тип	
Ящик однофидерный	
Магнитный пускатель или контактор	
Шкаф со статическими конденсаторами	

Содержание обозначения	Символ
Трансформатор	
Розетка штепсельная (слева — защищенного, справа — брызгонепроницаемого исполнения):	
двухполюсная	
двухполюсная с контактом заземления	
трехполюсная с контактом заземления	
Выключатель или переключатель (слева — защищенного, справа — брызгонепроницаемого исполнения):	
однополюсный выключатель	
двухполюсный выключатель	
трехполюсный выключатель	
однополюсный переключатель	
двухполюсный переключатель	
трехполюсный переключатель	
Блок из двух или трех аппаратов (как пример)	
Соответствие выключателей и управляемых ими светильников	
Нормированная освещенность от общего освещения	Елк
Класс пожароопасного помещения (как пример)	II-I
Класс взрывоопасного помещения, категория и группа взрывоопасной смеси (как пример)	

Содержание обозначения	Символ
Линия сети:	
рабочего освещения	
аварийного или охранного освещения	
напряжения 36 В и ниже	
дистанционного управления	
Примечание. Линии питающей сети вычерчиваются утолщенными.	
Кабель в траншее (например, рабочего освещения)	
Трос и его концевое крепление	
Место изменения сечения, марки или способа прокладки сети	
Разделительное уплотнение	
Опора со светильником; N — номер опоры	
Опора без светильника; N — номер опоры	
Опора с оттяжкой	
Прожекторная мачта (M) или вышка на крыше здания (B): N — номер; a — общая установленная мощность, кВт; b — высота над землей, м	
Направление проекции осевого луча прожектора: N — номер прожектора; a — тип; b — угол наклона к горизонту; c — фаза сети; α — угол поворота	
Предохранитель (в том числе грибообразный): a — ток плавкой вставки, А	
Очаг повторного заземления	
Отдельные помещения, в которых выполняется заземление	
Число проводов в линии, отличное от двух	
Маркировка фаз и нуля	A, B, C, N

Содержание обозначения	Символ
Стояки (точка соответствует отметке начала стояка, стрелка — его направлению)	
Надписи на линиях питающей сети при отсутствии ее схемы: N — номер линии; p — расчетная нагрузка, кВт; I — расчетный ток А; l — длина участка, м; M — марка проводника; nq — число жил и сечение; c — способ прокладки, если его надо пояснить. При наличии схемы указывается только N	$\frac{N-p-I}{I-M-nq-c}$
Надписи на линиях групповой сети: N — номер группы (автомата на щитке); M — марка провода или кабеля; nq — число жил и сечение; c — способ прокладки, если его надо пояснить	$N-M, nq-c$
Маркировка нескольких групп, изображаемых общей линией; число полок — по числу линий; обозначения, как для линий групповой сети; марки и сечения не указываются, если они оговорены в примечаниях	
Проводка в трубах (T) с указанием условного прохода и на изоляторах (I)	T, I

Примечание. Таблица составлена на основании ГОСТ 2.754—72 и нормалей института Тяжпромэлектропроект

для осветительной установки, чтобы не загромождать плана надписями (например, род проводки во всех помещениях и т. д.).

На планах показываются:

контуры строительной части;

наименование помещений;

контуры основного оборудования, особенно если оно определяет размещение светильников;

освещенность, принятая для каждого помещения;

тип, мощность, расположение и высота установки светильников; ряды светильников, а также отдельные светильники, место установки которых строго фиксируется, координировать обязательно, остальные светильники — желательно;

маркировка конструктивных узлов (цифры в кружках): комплектных линий, секций тросовой проводки, установки светильников на кронштейнах и подвесах и т. п.;

выключатели, штепсельные розетки, трансформаторы 12—36 В;

щитки, ящики, пускатели и другие отдельно стоящие аппараты;

осветительные сети всех назначений, с тем чтобы из совокупности надписей на планах и текста примечаний для каждого участка сети были ясны тип кабельного изделия, сечение и способ прокладки;

Необходимость заземления Z , если последнее выполняется в части помещений.

Элементы оформления планов показаны на рис. 13-2. Щиток на схеме рис. 13-2, а показан для случая, когда в проекте имеется отдельный чертеж схемы или плана-схемы питающей сети. При отсутствии таковой у щитка и питающей

линии проставляются все данные согласно табл. 13-1. На схеме рис. 13-2, а показан случай общего изображения двоянных светильников с лампами ДРЛ. На схеме рис. 13-2, б показаны три варианта изображения рядов люминесцентных светильников: ряд, питаемый одной группой; то же, с выделением аварийных светильников; ряд, питаемый тремя группами (указание порядка присоединения светильников может быть дано в примечании).

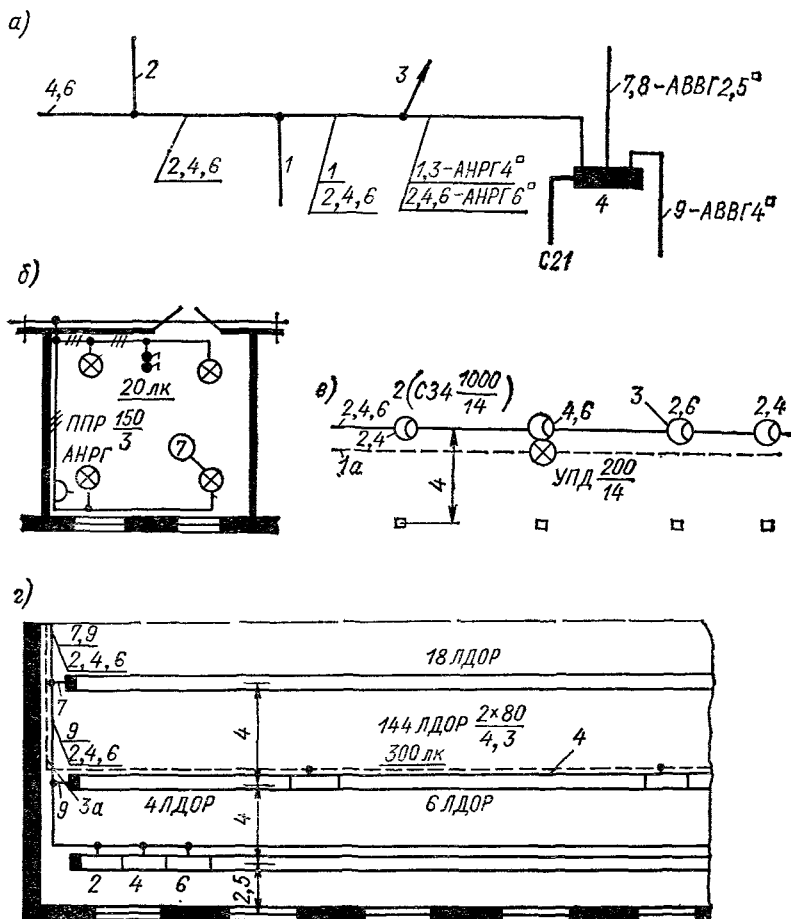


Рис. 13-2. Элементы оформления планов осветительной установки

На планах приводится спецификация конструктивных узлов, а, кроме того, последней нормалью ТПЭП рекомендуется приводить спецификацию и всех основных материалов.

На разрезах показывается строительная часть здания, контуры оборудования, светильники и места прохождения линий сети.

Для небольших объектов с простой схемой питания все данные щитков и питающей сети показываются на планах осветительной установки. В остальных случаях оформляется однолинейная схема питающей сети (рис. 13-3) или

Рис. 13-3. Фрагмент схемы питающей сети

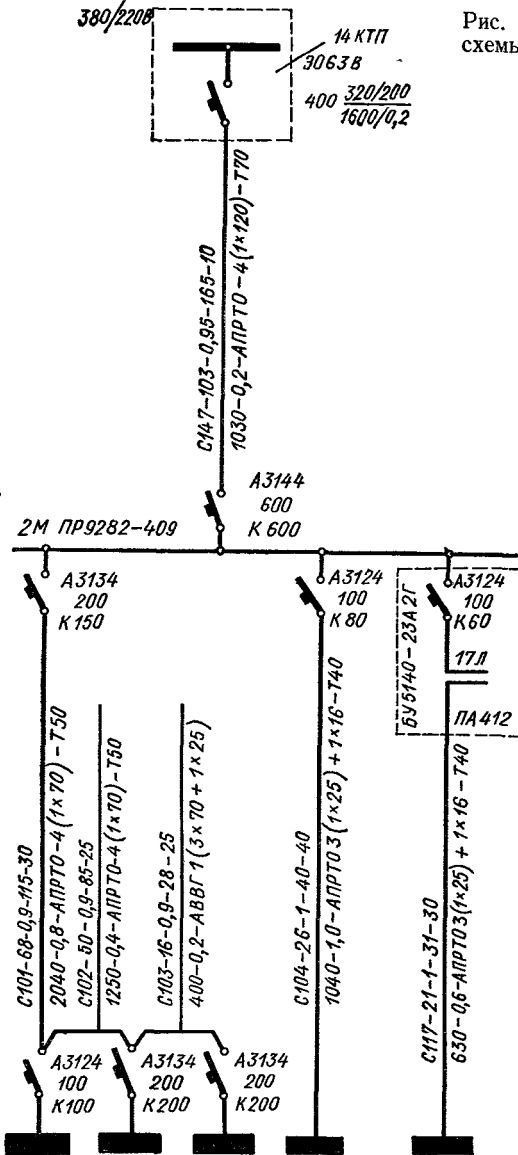
Маркировка – расчетная нагрузка (кВт) – коэффициент мощности – расчетный ток (А) – длина участка (м)

Пункт магистральный, № по плану, тип

Автомат: тип, номинальный ток (А), расцепитель (А)

Маркировка – расчетная нагрузка (кВт) – коэффициент мощности – расчетный ток (А) – длина участка (м)

Автомат ввода: тип, номинальный ток (А), расцепитель (А)



Момент (кВт·м) – потеря напряжения в линии (%) – марка проводника – сечение проводника, способ прокладки – маркировка трубы

Автомат ввода: тип, номинальный ток (А), расцепитель (А)

Пускатель, маркировка, тип

Момент (кВт·м) – потеря напряжения в линии (%) – марка проводника – сечение проводника, способ прокладки – маркировка трубы

Шиток групповой	№ по плану	1	2	3	4	11
	Тип	ПР9232-205	ПР9242-316	ПР9232-311	ПР9232-118	ПР9232-108
Установленная мощность, кВт		20	37	18	29	21
Потеря напряжения до шитка, %		1,0	1,4	1,6	1,2	0,8

все те же данные показываются на отдельно выполненном плане здания, что и называется планом-схемой.

Объем р. ч. рассмотрен выше применительно к проектам освещения зданий, но почти полностью относится и к проектам наружного освещения, на планах которых показываются сети всех назначений, опоры, светильники и мачты с направлением осевых лучей прожекторов.

Особое значение здесь имеют согласование с авторами генплана практически всех элементов (кабельные линии, опоры, мачты), указание мест и способов защиты кабелей при разного рода пересечках, проработка вопросов дистанционного управления, выдача строителям заданий на фундаменты для мачт.

На стадии р. ч. (в отличие от стадии т. п.) следует длину групповых линий определять путем обмера, для чего наиболее целесообразно пользоваться мерным шнурком с узелками через каждые 10 см.

Как общий принципиальный момент оформления проектов на всех стадиях подчеркивается не только ненужность, но и недопустимость приведения в составе проектов промежуточных расчетов (в наиболее ответственных случаях их целесообразно хранить в черновиках) и указания «ожидаемых» значений освещенности.

С 1 января 1976 г. стадийность проектирования изменяется. В большинстве случаев (кроме, в частности, особо сложных объектов) первой стадией становится технико-экономическое обоснование (ТЭО), второй — технорабочий проект. Объем ТЭО по освещению не нормализован, но, по-видимому, будет ограничен пояснительной запиской (включающей данные о потребной мощности), сметно-финансовым расчетом, и, возможно, таблицей основных технических показателей, аналогичной описанной в § 13-2.

13-4. МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СОПОСТАВЛЕНИЙ¹

Технико-экономические сопоставления производятся при необходимости выбора варианта выполнения или способа обслуживания осветительной установки. Они могут служить основанием для принятия решения только при равенстве показателей, характеризующих качество (освещенность, яркость полей адаптации, спектральный состав света и т. д.) осветительной установки, ее надежность и условия электробезопасности. В остальных случаях сопоставления имеют иллюстративный характер, показывая, в частности, какой ценой достигается то или иное преимущество осветительной установки.

Варианты, отличающиеся только освещенностью, иногда полезно сопоставить по показателям, пересчитанным на одинаковую освещенность.

Сопоставление первоначальных затрат K производится непосредственно по смете, однако вариант с большей величиной K может характеризоваться меньшими эксплуатационными расходами и рассматриваться как оптимальный, если увеличение капитальных затрат окупается в срок не более 8,3 лет.

Поэтому в общем случае выбору подлежит вариант, в котором меньше приведенные годовые затраты Z , определяемые по формуле

$$Z = \mathcal{E} + (\alpha + 0,12)K, \quad (13-1)$$

где \mathcal{E} — эксплуатационные расходы; α — ежегодные амортизационные отчисления в долях единицы (обычно 0,1).

Составляющими эксплуатационных расходов \mathcal{E} являются:

1. Стоимость энергии, потребляемой источниками света; она определяется умножением суммарной мощности ламп с учетом потерь в ПРА (около 10% для ламп типа ДРЛ и в среднем 25% для люминесцентных ламп) на коэффициент спроса, годовое число часов использования и стоимость 1 кВт·ч энергии. Потери энергии в сети не учитываются, так как они фактически не увеличивают расхода энергии в установке.

¹ Подробнее это изложено в статье С. А. Ключова в журнале «Светотехника», 1975, № 8.

Годовое число часов использования приближенно и с округлением может приниматься ¹:

Внутреннее освещение:

при односменной работе на широте, град:		
46	.....	550 (2150)
56	.....	600 (2150)
64	.....	700 (2150)
при двухсменной работе, независимо от широты		2250 (4300)
при трехсменной работе		4150 (6500)
при круглосуточной работе без выходных дней		4800 (8760)

Наружное освещение:

включенное всю ночь	.....	3500
выключаемое в 1 ч ночи	.....	2400

Цифры в скобках относятся к зданиям без естественного освещения.

2. Стоимость сменяемых ламп; она определяется отдельно по типам ламп с различным сроком службы путем умножения суммарной стоимости ламп данного типа на кратность замены, т. е. отношение годового числа часов использования к среднему сроку службы ламп.

3. Стоимость обслуживания; она определяется умножением числа светильников на годовое число очисток и на стоимость единичной операции обслуживания.

При использовании для обслуживания механизированных средств учитывается стоимость расходуемой ими энергии, и в величину K входит их стоимость.

При устройстве мостиков для обслуживания их стоимость также входит в величину K . Для этой составляющей K принимается $\alpha = 0,05$.

Во всех случаях составляющие затрат, остающиеся неизменными в сопоставляемых вариантах, могут не учитываться. Так, при сопоставлении различных вариантов построения схемы питания (и при равной степени надежности) может учитываться только стоимость питающей сети и щитков.

¹ Эти данные в настоящее время пересматриваются.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Основные обозначения	4
Глава первая. Основные сведения	5
1-1. Величины и единицы	—
1-2. Светораспределение излучателей	—
1-3. Световой поток и сила света	6
1-4. Освещенность и сила света	7
Глава вторая. Источники света	10
2-1. Лампы накаливания	—
2-2. Люминесцентные лампы	22
2-3. Лампы типов ДРЛ и ДРИ	27
2-4. Лампы ДКСТ	28
2-5. Схемы включения газоразрядных ламп	29
2-6. Выбор источников света	30
Глава третья. Светильники	32
3-1. Определения, классификация и маркировка	—
3-2. Выбор светильников	34
3-3. Общая характеристика сортамента светильников	38
3-4. Светильники для ламп накаливания	43
3-5. Светильники для ламп типа ДРЛ	52
3-6. Светильники для люминесцентных ламп	57
3-7. Светильники, встраиваемые в подвесные потолки	71
3-8. Взрывозащищенные светильники	76
3-9. Светильники местного освещения	83
3-10. Светильники для прочих ламп	—
Глава четвертая. Нормирование и устройство освещения	84
4-1. Виды освещения	—
4-2. Системы освещения	85
4-3. Выбор освещенности	—
4-4. Качество освещения	92
4-5. Расположение и установка светильников	122
Глава пятая. Расчет освещения по методу коэффициента использования и удельной мощности	124
5-1. Выбор метода расчета	—
5-2. Метод коэффициента использования	—
5-3. Упрощенные формы метода коэффициента использования	146
Глава шестая. Расчет освещения по точечному методу	176
6-1. Круглосимметричные точечные излучатели	—
6-2. Некруглосимметричные точечные излучатели	195
6-3. Светящие линии	196

6-4. Освещение наклонных поверхностей и освещение наклонными светильниками	208
6-5. Учет отраженной составляющей освещенности	211
Глава седьмая. Составление расчетно-вспомогательных материалов и специальные случаи светотехнических расчетов	212
7-1. Составление расчетных таблиц и графиков	—
7-2. Общий случай расчета освещения по методу коэффициента использования	215
7-3. Общий случай точечного метода	221
7-4. Основные рекомендации по устройству освещения световыми карнизами и потолками	224
7-5. Примеры расчета	225
Глава восьмая. Расчет качественных характеристик освещения	228
8-1. Цилиндрическая освещенность	—
8-2. Коэффициент пульсации	230
8-3. Показатель дискомфорта	234
Глава девятая. Наружное освещение	240
9-1. Общие указания по проектированию наружного освещения	—
9-2. Освещение светильниками	241
9-3. Прожекторное-освещение	249
Глава десятая. Проектирование электрической осветительной сети	267
10-1. Выбор напряжения и источников питания	—
10-2. Характерные схемы питания осветительных установок	272
10-3. Групповые осветительные сети	276
10-4. Защита осветительных сетей	278
10-5. Управление освещением	281
10-6. Заземление в осветительных установках	288
Глава одиннадцатая. Выполнение электрической осветительной сети	291
11-1. Сортамент и характеристики проводов, кабелей, шинпроводов	—
11-2. Выбор способа выполнения осветительных сетей	—
11-3. Требования к осветительным сетям в пожаро- и взрывоопасных установках	301
11-4. Электрооборудование	303
11-5. Электроустановочные изделия	323
11-6. Трубы	327
11-7. Электромонтажные изделия	332
Глава двенадцатая. Расчет электрической осветительной сети	336
12-1. Расчетные нагрузки	—
12-2. Выбор сечений проводников и тросов по механической прочности	—
12-3. Выбор сечений проводников по нагреву	—
12-4. Расчет осветительной сети по потере напряжения	343
12-5. Особенности расчета сетей с газоразрядными лампами	361
12-6. Расчет сетей дистанционного управления	365
12-7. Выбор сечения проводников по условиям срабатывания защитного аппарата при коротком замыкании	367
12-8. Выбор сечений нулевых проводников	368
Глава тринадцатая. Методика проектирования	370
13-1. Стадии проектирования и задания	—
13-2. Технический проект	371
13-3. Рабочие чертежи и технорабочие проекты	372
13-4. Методика технико-экономических сопоставлений	380

Глеб Михайлович Кнорринг,
Юрий Борисович Оболенцев,
Рахиль Иосифовна Берим,
Виктор Михайлович Крючков

**СПРАВОЧНАЯ КНИГА
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Редактор В. Н. Миханкова
Художественный редактор Б. П. Кузнецов
Технические редакторы В. И. Ботикова, О. С. Житникова
Корректор З. В. Лобова
Переплет художника Н. И. Абрамова

Сдано в набор 12/XI 1975 г. Подписано к печати 12/IV 1976 г.
М-22974. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Печ. л. 24.
Уч.-изд. л. 28,6. Тираж 70 000 экз. Заказ № 275. Цена 1 р. 64 к.

Ленинградское отделение издательства «Энергия». 192041,
Ленинград, Марсово поле, 1

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Гатчинская ул., 26.