

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО

ПО ВЫБОРУ И РАСЧЁТУ ЭЛЕКТРООСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА И ОПАСНОЙ ЗОНЫ ПРИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Кемерово

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Восточный научно-исследовательский институт
по безопасности работ в горной промышленности
ВостНИИ

УТВЕРЖДЕНО

Министерством угольной
промышленности СССР
II июня 1985 г.

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО

ПО ВЫБОРУ И РАСЧЁТУ ЭЛЕКТРООСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА И ОПАСНОЙ ЗОНЫ ПРИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Кемерово 1986

УДК (628.971:622.012.3)083.96

Настоящее руководство является нормативно-методическим и справочным по выбору и расчету электроосветительных установок при производстве буровзрывных работ на угольных разрезах.

"Временное руководство по выбору и расчету электроосветительных установок для освещения рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах" предназначено для специалистов угольной промышленности, занимающихся проектированием и эксплуатацией электроосветительных установок на открытых горных работах.

В настоящем руководстве, разработанном с учетом требований "Временных норм освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах" (ВостНИИ), приведена методика расчета светотехнических параметров электроосветительных установок, схемы электроснабжения и выбора средств защиты и управления, а также включены вопросы, связанные с обеспечением безопасных условий труда.

Руководство разработано на основе действующих нормативных документов, литературных источников, а также проведенных экспериментальных исследований.

Исполнители данной работы инж. Баскаков В.И., канд. техн. наук Тыртышный П.И., инж. Шевченко Н.Д.

Ответственный за выпуск канд.техн.наук П.И.Тыртышный

Редактор Г.А.Олейникова, корректор Т.И.Разумова
Технолог Л.В.Шутова

Подписано в печать 20.02.86 ОП 05288

Объем 3,8 уч.-изд.л. Тираж 500 экз. Заказ № 43. 1986 г.
Цена 27 коп.
Кемерово. Ротапринт ВостНИИ.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее руководство распространяется на электроосветительные установки, находящиеся в эксплуатации на угольных разрезах.

I.2. При проектировании, устройстве и эксплуатации электроосветительных установок следует соблюдать требования "Правил технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом" (ПТЭ), "Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом" (ЕПБ), "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ) и других действующих нормативных документов, утвержденных или согласованных с Минуглепромом СССР.

I.3. Климатическое исполнение, степень защиты электроосветительного оборудования от соприкосновения с токоведущими частями, а также защиты от попадания внутрь оболочек твердых тел и воды должны удовлетворять конкретным условиям его эксплуатации и окружающей среды.

I.4. По условиям эксплуатации электроосветительные установки при выполнении буровзрывных работ на угольных разрезах подразделяются на стационарные и передвижные.

I.5. Нормированные минимальные значения освещенности, которые должны приниматься в расчетах при проектировании освещения, приведены во "Временных нормах освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах", утвержденных Минуглепромом СССР в 1984 г.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРООСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В методике рассматриваются вопросы расчета светотехнических параметров электроосветительной установки, выбора и размещения световых приборов в зависимости от нормированного уровня освещенности, характера выполняемой зрительной работы, климатических условий, применяемого технологического оборудования и горно-геологических условий. Термины и пояснения к ним приведены в приложении I.

Расчет освещенности может быть выполнен точечным методом, методом коэффициента использования электроосветительной установки, а также для приближенных расчетов может быть использован метод удельной мощности.

2.I. Выбор и размещение световых приборов

2.I.I. Для освещения участков, подготавливаемых к взрыванию, и опасной зоны выбор электроосветительных установок следует производить с учетом внешних условий окружающей среды, размеров рабочего пространства, места размещения световых приборов и их характера светораспределения, а также вида применяемой механизации, времени работы электроосветительной установки, удобства эксплуатации и монтажа.

2.I.2. Для освещения рабочего пространства и опасной зоны могут быть применены как светильники, так и прожекторы. При этом светильники с лампами накаливания рекомендуются для освещения на небольшие расстояния, не превышающие 20-30 м, прожекторы с лампами накаливания - до 150 м, светильники прожекторного типа с ксеноновыми лампами - до 350 м.

2.I.3. По основным светотехническим характеристикам светильники классифицируются по классам светораспределения и типу кривой силы света (КСС).

2.I.3.I. Класс светораспределения светильника характеризует распределение его светового потока в пространстве.

Светильники рекомендуется применять при производстве буровзрывных работ с классами светораспределения П, Н, Р в соответствии с ГОСТ I7677-82, приведенными в табл. 2.I.

Таблица 2.I

Классы светильников по светораспределению

Класс светильника по светораспределению		Доля светового потока, направляемого в нижнюю полусферу, от всего светового потока светильника, %
Обозначение	Наименование	
П (I)	Прямого света	Св. 80
Н (II)	Преимущественно прямого света	" 60 до 80 включ.
Р (III)	Рассеянного света	" 40 " 60 "

Примечание. В скобках указано обозначение по СТ СЭВ 3182-81.

2.I.3.2. Типы КСС светильников, характеризующих светораспределение в любой меридиональной плоскости в нижней полусфере и которые рекомендуются для использования, приведены в соответствии с ГОСТ I7677-82 в табл. 2.2 и на рис. 2.I и 2.2. КСС светильников со специальным светораспределением, т.е. отличным от ГОСТ I7677-82, приведены на рис. П.2.I - П.2.6 приложения 2.

Таблица 2.2

Типы кривых силы света светильников по ГОСТ I7677-82

Обозначение	Наименование	Зона направлений максимальной силы света
К (α)	Концентрированная	0^0 - 15^0
Д (c)	Косинусная	0^0 - 35^0
Л (d)	Полуширокая	35^0 - 55^0
Ш (e)	Широкая	55^0 - 85^0
М (f)	Равномерная	0^0 - 90^0

Примечания: I. В скобках указано обозначение по СТ СЭВ 3182-8I.
2. За начало отсчета направлений силы света принимается оптическая ось светильника.

2.I.3.3. Типы КСС светильников для наружного освещения в горизонтальной плоскости, показанные на рис. 2.3, в соответствии с ГОСТ 8045-82 (СТ СЭВ I72-75) следующие:

круглосимметричная;

боковая;

осевая;

четырехсторонняя.

2.I.3.4. Класс светораспределения и тип КСС светильников указываются в стандартах или технических условиях на конкретные типы светильников.

Для круглосимметричных светильников не указывается меридиональная плоскость, для которой дана КСС.

Для светильников, имеющих две плоскости симметрии, указывается форма КСС в поперечной и продольной плоскостях. Если в продольной плоскости КСС является косинусной, то КСС может быть показана только в поперечной плоскости.

Для светильников местного освещения в нормативно-технической документации может быть указано только светораспределение.

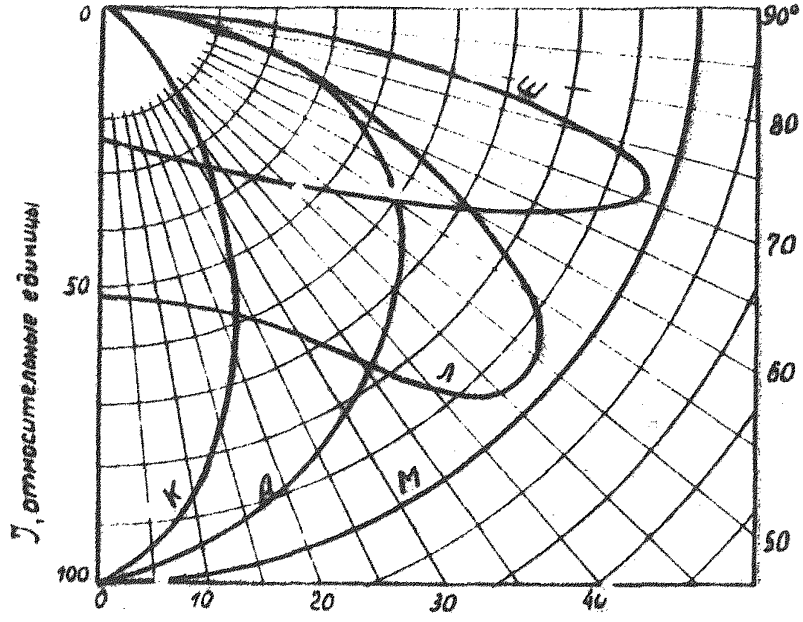


Рис. 2.1. Типы кривых силы света светильников (в относительных единицах)

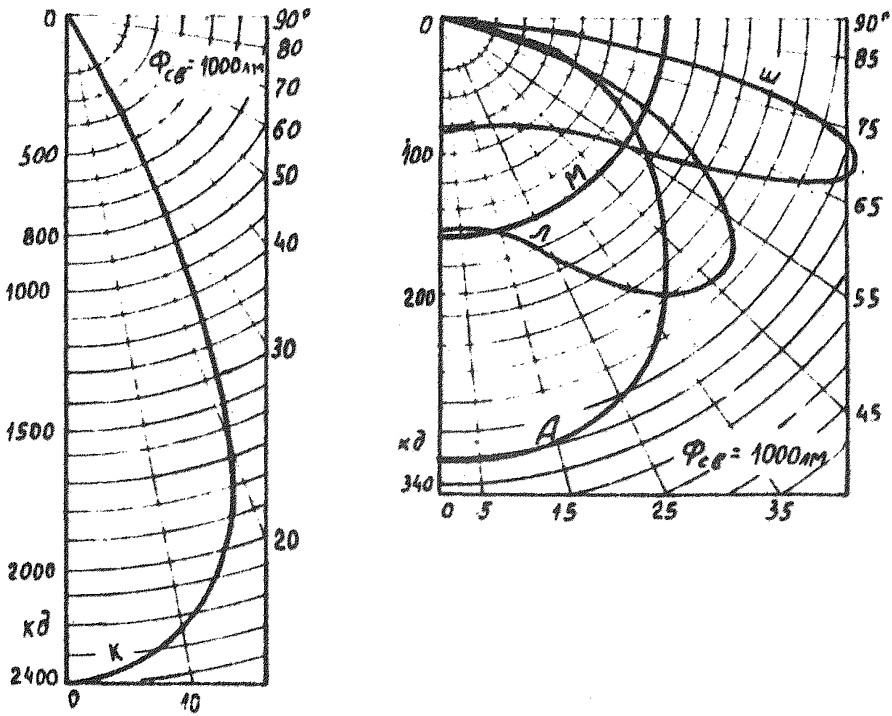


Рис. 2.2. Типы кривых силы света светильников
(в канделах, для светового потока светильника $\Phi_{св}$ = 1000 лм)

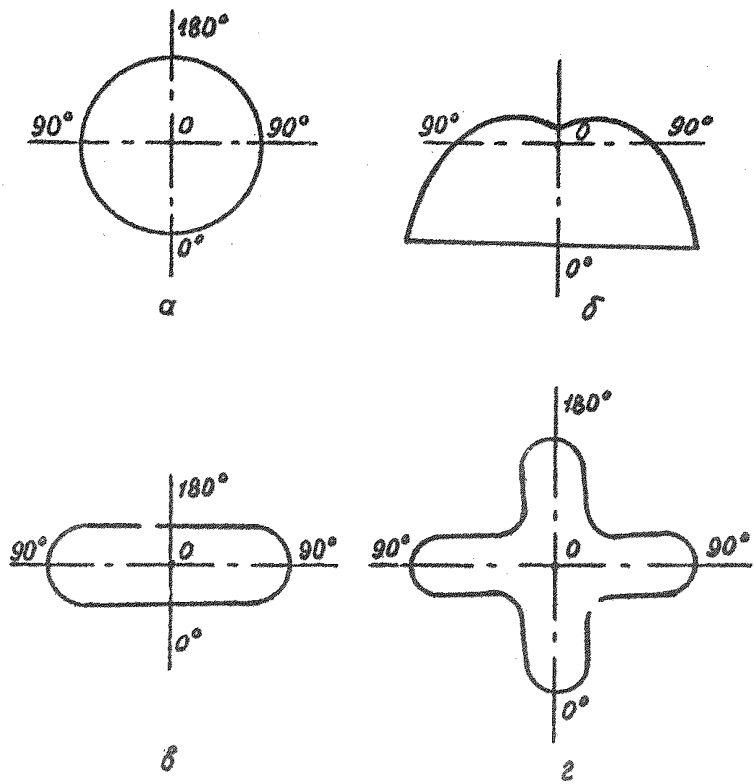


Рис. 2.3. Типы кривых силы света светильников в горизонтальной плоскости: а - круглосимметричная, б - боковая, в - осевая и г - четырехсторонняя; точка 0 - проекция светового центра светильника на горизонтальную плоскость

2.I.3.5. Светотехническая характеристика светильников, применение которых наиболее целесообразно для наружного освещения буровых станков и рабочего пространства, приведена в приложении 2.

2.I.4. Светораспределение прожекторов по ОСТ I6 0.535.073-82 характеризуется видом симметрии и типом КСС.

2.I.4.I. По виду симметрии прожекторы делятся на прожекторы с осевой (О), одноплоскостной (П1) и двухплоскостной (П2) симметрией.

2.I.4.2. Типы КСС прожекторов приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Типы кривых силы света прожекторов

Обозначение	Наименование	Угол рассеяния прожектора $2\alpha_{01}$
У	Узкая	$2\alpha_{01} < 10^0$
С	Средняя	$10^0 \leqslant 2\alpha_{01} \leqslant 25^0$
Ш	Широкая	$2\alpha_{01} > 25^0$

Способы изображения КСС прожекторов могут быть следующие:

в полярной системе координат; при этом определение значения силы света, численно равной длине радиусов-векторов в данном направлении, исходящих из светового центра источника света до КСС, затруднительно и для прожекторов с малыми углами рассеяния не используется;

в прямоугольной системе координат; при этом направление осевой силы света прожектора совпадает с осью ординат, а по оси абсцисс откладываются значения углов в горизонтальной или вертикальной плоскости;

на условной плоскости, перпендикулярной направлению оптической оси прожектора, кривыми одинаковой силы света (изоканделами); по осям координат откладываются значения углов в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Графики КСС в прямоугольной системе координат и изоканделы приведены в приложении 3 для прожекторов ПЗС-35, ПЗМ-35, ПЗС-45, ПСМ-50 и ПКН-I500.

2.I.4.3. Светотехническая характеристика прожекторов, рекомендуемых для применения, приведена в приложении 3.

2.I.5. Каждый типоразмер прожектора предназначен для ламп определенного типа и мощности, которая является предельной для конкретного изделия. При замене в прожекторе установленной лампы другим типом лампы может быть резко искажена форма КСС из-за изменения расположения светового центра лампы.

2.I.6. Светотехническая характеристика источников света, с которыми необходимо поставлять светильники и прожекторы, приведена в приложениях 4 и 5.

Тип, масса, габаритные размеры и цена световых приборов приведены в приложении 6, которые в процессе разработки и освоения производством изделий могут изменяться.

Общий вид световых приборов показан в приложении 7.

2.I.7. Применение открытых незащищенных газоразрядных ламп и ламп накаливания для освещения рабочего пространства и опасной зоны при ведении буровзрывных работ не допускается.

2.I.8. Световые приборы, предназначенные для освещения рабочих мест, расположенных в зоне действия бурового станка, как правило, должны размещаться непосредственно на буровом станке.

2.I.9. Освещение рабочих мест и опасной зоны при выполнении работ по подготовке участка (блока) к взрыванию должно осуществляться, как правило, за счет прожекторных установок с использованием переносных прожекторных мачт и опор или естественных возвышенностей, например бортов вышележащих уступов и пр.

Для установки прожекторов рекомендуются переносные опоры, приведенные в альбоме "Типовые конструкции 3-403-7. Прожекторные опоры переносного типа для освещения карьеров и отвалов", разработанные институтом Гипроруда Минчермета СССР.

2.I.I0. Высота установки световых приборов над уровнем рабочей поверхности должна выбираться в зависимости от защитного угла и мощности источника света.

Для ограничения слепящего действия световых приборов высоту их установки необходимо принимать в соответствии с требованиями "Временных норм освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах".

При окончательном выборе высоты установки световых приборов необходимо учитывать местные условия, а также условия тенеобразования и площади освещаемого пространства.

2.I.II. Степень защиты от внешней среды и исполнение световых приборов должны выбираться в зависимости от конкретных эксплуа-

тационных условий.

2.2. Расчет освещенности от светильников с круглосимметричным светораспределением

Для открытых пространств расчет освещенности выполняем точечным методом, используя закон квадратов расстояний или графики пространственных изолюкс. Оптическая ось светильника, совпадающая с его осью симметрии, расположена перпендикулярно к горизонтальной плоскости.

2.2.1. Освещенность в расчетной точке А (рис. 2.4), принадлежащей горизонтальной плоскости Р, для точечного круглосимметричного излучателя рассчитывается (без учета коэффициента запаса) по формуле /13/

$$E_z = \frac{I_\alpha \cdot \cos\alpha}{z^2} \qquad (2.1)$$

или, подставляя в формулу (2.1) значение $z = \frac{h}{\cos\alpha}$,

$$E_z = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3\alpha}{h^2}, \qquad (2.1а)$$

где E_z – горизонтальная освещенность в точке А, лк;

I_α – сила света светильника по направлению к точке А, кд;

α – угол между осью симметрии светильника OO′ и направлением силы света I_α, град;

$$\alpha = arc\,tg\frac{d}{h};$$

z – расстояние от светильника до точки А, м;

h – расчетная высота светильника, м;

d – расстояние от точки А до проекции светильника на горизонтальную плоскость, м.

В вертикальной плоскости освещенность в точке А определяется из выражения

$$E_в = E_z \cdot tg\alpha. \qquad (2.2)$$

Значения тригонометрических функций приведены в приложении 8.

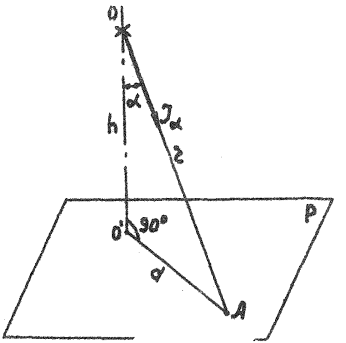


Рис. 2.4. Освещенность точки А на горизонтальной поверхности

Пример I. На высоте $h_1 = 3$ м от почвы установлен светильник ШД-I00 с лампой накаливания Б2I5-225-60. Определить освещенность в точке, расположенной на высоте $h_2 = I$ м от почвы и расстоянии $d = 2$ м.

Решение. Расчетная высота светильника составит $h = h_1 - h_2 = 2$ м. Направление I_α находим из рис. 2.4

$$tg\alpha = \frac{d}{h} = I,0 .$$

По таблице тригонометрических функций (приложение 8) $\alpha = 45^0$, $cos^3\alpha = 0,353$.

Сила света светильника ШД-I00 в направлении α по КСС для условного источника света со световым потоком $\Phi = I000$ лм (приложение 2) $I_{1000} = I60$ кд.

Для лампы Б2I5-225-60 (приложение 4) световой поток $\Phi_л = 7I5$ лм. Тогда

$$I_\alpha = I_{1000} \cdot \frac{\Phi_л}{\Phi} = I60 \frac{7I5}{I000} = II4,4 \text{ кд.}$$

По формуле (2.Ia) находим освещенность в расчетной точке

$$E = \frac{I_\alpha \cdot cos^3\alpha}{h^2} = \frac{II4,4 \cdot 0,353}{2^2} = I0,I \text{ лк.}$$

2.2.2. Расчет освещенности с помощью графиков пространственных изолюкс или иначе называемых кривыми равных значений горизонтальной освещенности заключается в определении условной или относительной освещенности для конкретных типов светильников и заданных значениях h и d (рис. 2.4) /I2, I4/.

Рассмотрим расчет освещенности в расчетной точке от одного и нескольких светильников, зная значение условной освещенности.

2.2.2.I. Освещенность в расчетной точке от одного светильника определяется по формуле

$$E \quad \frac{e \cdot \Phi_л \cdot z}{I000 \cdot K} , \qquad (2.3)$$

где E, e – освещенность соответственно в расчетной точке и условная, лк;

$\Phi_л$ – световой поток лампы светильника, лм;

ℓ – коэффициент полезного действия (КПД) светильника в нижнюю полусферу, который учитывается только в том случае, если сила света I_α принимается по типовой кривой;

1000 – световой поток условной лампы, лм;

K – коэффициент запаса.

Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности для конкретного типа светильника приводятся в справочной литературе по светотехнике /I2, I3/.

При отсутствии графика пространственных изолюкс на данный светильник для определения условной горизонтальной освещенности используем график пространственных изолюкс условной горизонтальной освещенности светильника с силой света по всем направлениям 100 кд и световым потоком Φ = 1000 лм /I2/, приведенный на рис. 2.5.

По заданным значениям h и d находим условную освещенность e_{100}; по радиальным лучам – значение α. Зная угол α, по графику КСС для данного светильника с Φ = 1000 лм определяем силу света I_α. Тогда условная освещенность

$$e = e_{100} \cdot \frac{I_\alpha}{100}. \qquad (2.4)$$

Подставляя значение e в формулу (2.3), находим E.

Пример 2. На высоте h = 3 м установлен светильник ПЛД-100 с лампой накаливания ($\Phi_л$ = 715 лм). Определить освещенность точки на расстоянии d = 2 м, считая K = 1,4.

Решение. Для h = 3 м и d = 2 м по рис. 2.5 находим e_{100} = 6 лк, $\alpha = 35^0$.

По КСС светильника ПЛД-100 (приложение 2) I_{35} = 175 кд (для светового потока лампы в светильнике Φ = 1000 лм).

Тогда

$$e = e_{100} \cdot \frac{I_\alpha}{100} = 6 \cdot \frac{175}{100} = 10{,}5 \text{ лк}$$

и

$$E = \frac{e \cdot \Phi_л}{1000 \cdot K} = \frac{10{,}5 \cdot 715}{1000 \cdot 1{,}4} = 5{,}4 \text{ лк}.$$

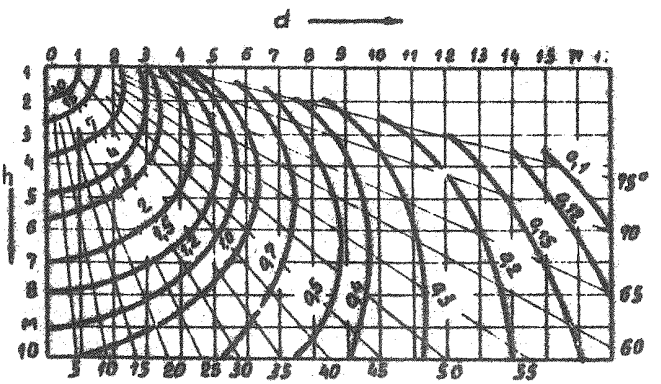


Рис. 2.5. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Сила света светильника по всем направлениям 100 кд

Пример 3. Светильник НПП03-I00 с лампой БК215-225-I00 установлен на высоте h = 3 м. Определить освещенность E в точке, расположенной на расстоянии d = I,5 м при K = I,4.

Решение. По графику (рис. 2.5) точке пересечения координат h = 3 м и d = I,5 м соответствует e_{100} = 7 лк, α = 28°.

Каталожные данные светильника с лампой (приложения 2 и 4): КСС типа Д по ГОСТ I7677-82, КПД светильника η = 0,70, световой поток лампы $\Phi_л$ = I450 лм.

По рис. 2.2 сила света светильника с Φ = I000 лм для типовой кривой Д в направлении α I_{28} = 245 кд. Условная освещенность

$$e = e_{100}\frac{I_\alpha}{100} = 7 \cdot \frac{245}{100} = 17{,}2 \text{ лк.}$$

Поскольку значение силы света I_α взято по типовой кривой, то освещенность E необходимо рассчитывать с учетом КПД светильника. Тогда

$$E = \frac{e \cdot \Phi_л \cdot \eta}{1000 \cdot K} = \frac{17{,}2 \cdot 1450 \cdot 0{,}70}{1000 \cdot 1{,}4} = 12{,}8 \text{ лк.}$$

2.2.2.2. При освещении поверхности несколькими светильниками в расчетной точке необходимо учитывать действие рядом расположенных светильников и приближенно действие более удаленных светильников. Тогда освещенность в расчетной точке

$$E = \frac{\Phi_л \cdot \mu \cdot \Sigma e}{1000 \cdot K}, \qquad (2.5)$$

где E, Σe – освещенность соответственно в расчетной точке и суммарная условная, лк;

$\Phi_л$ – световой поток лампы (ламп) в одном светильнике, лм;

μ – коэффициент дополнительной освещенности, μ = I при отсутствии влияния удаленных светильников;

K – коэффициент запаса.

Пример 4. Над рабочей поверхностью на высоте h = 3 м установлены два светильника ПЦ-I00 со световым потоком лампы $\Phi_л$ = 8I0 лм. Определить освещенность точки, расположенной между ними на расстоянии d_1 = I м, d_2 = 2,5 м при K = I,5.

Решение. По графику рис. 2.5 для первого светильника ($h = 3$ м, $d_1 = 1$ м) $e'_{100} = 10$ лк, $\alpha_1 = 20^0$; для второго светильника ($h = 3$ м, $d_2 = 2{,}5$ м) $e''_{100} = 5$ лк, $\alpha_2 = 40^0$.

По КСС светильника ППД-100 (приложение 2) $I_{20} = 190$ кд, $I_{40} = 165$ кд.

Суммарная условная освещенность

$$\Sigma e = e_1 + e_2 = e'_{100} \cdot \frac{I_{20}}{100} + e''_{100} \cdot \frac{I_{40}}{100} = 10 \cdot \frac{190}{100} + 5 \cdot \frac{165}{100} =$$

$= 27{,}25$ лк.

Освещенность в расчетной точке находим по формуле (2.5)

$$E = \frac{\Phi_л \cdot \mu \cdot \Sigma e}{1000 \cdot K} = \frac{810 \cdot 1 \cdot 27{,}25}{1000 \cdot 1{,}5} = 14{,}7 \text{ лк}.$$

2.3. Расчет освещенности от светильников с некруглосимметричным светораспределением

Расчет освещенности выполняем точечным методом, используя закон квадратов расстояний или графики кривых равной относительной освещенности (условные изолюксы) /12, 14/. Положение расчетной точки, расположенной на горизонтальной поверхности, относительно светильника определяется тремя параметрами, в качестве которых могут быть выбраны h, d и β или h, x и y (рис. 2.6). Направление координаты x принимаем совпадающим с направлением проекции плоскости симметрии светильника, а оптической оси светильника – с вертикальной осью.

2.3.1. Освещенность в расчетной точке A (рис. 2.6) определяется по формуле

$$E_z = \frac{I_\beta \cdot \cos^3 \alpha}{h^2 \cdot K}, \qquad (2.6)$$

где E_z – горизонтальная освещенность в расчетной точке, лк;

I_β – сила света светильника по направлению к расчетной точке, кд;

α – угол между направлением силы света в расчетную точку и осью светильника OO', град;

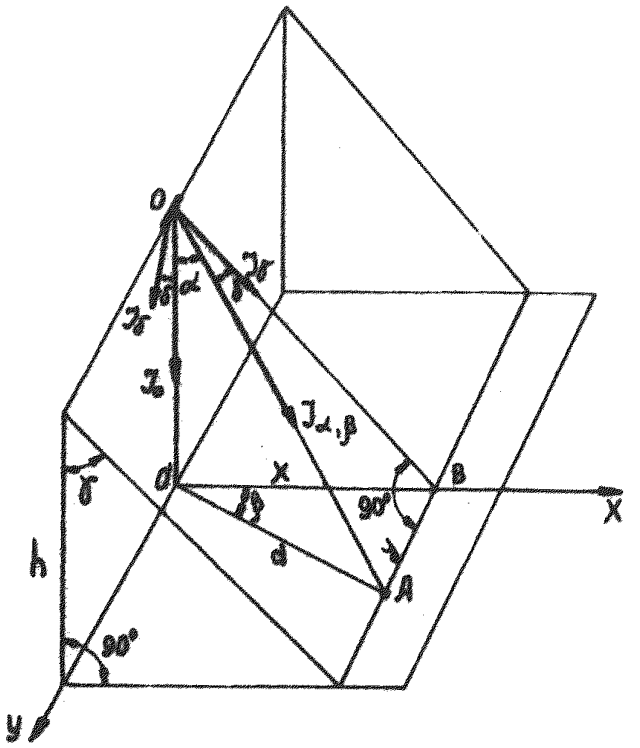


Рис. 2.6. Освещение расчетной точки А на горизонтальной плоскости светильником с некруглосимметричным светораспределением

h - расчетная высота светильника, м;

K - коэффициент запаса.

Для определения силы света $I_{\alpha\beta}$ необходимо знать значение силы света в поперечной и продольной плоскостях светильника, направление которых определяем графически. Из рис. 2.6 приводим формулы, необходимые для расчета

$$tg\alpha = \frac{O'A}{OO'} = \frac{d}{h} \quad ; \qquad (2.7)$$

$$\cos\beta = \frac{O'B}{O'A} = \frac{x}{d} \quad ; \qquad (2.8)$$

$$\sin\beta = \frac{AB}{O'A} = \frac{y}{d} \quad ; \qquad (2.9)$$

$$tg\gamma = \frac{O'B}{OO'} = \frac{x}{h} \quad ; \qquad (2.10)$$

$$tg\delta = \frac{AB}{OB} = \frac{y}{\sqrt{h^2 + x^2}} \qquad (2.11)$$

или

$$tg\delta = \frac{AB}{(OO'/\cos\gamma)} = \frac{y}{h} \cdot \cos\gamma \quad , \qquad (2.11а)$$

обозначим $y_o = y \cdot \cos\gamma$; (2.12)

$$\cos\alpha = \cos\delta \cdot \cos\gamma \quad ; \qquad (2.13)$$

$$I_{\alpha\beta} = \frac{I_\alpha \cdot I_\beta}{I_o} \quad , \qquad (2.14)$$

где d - расстояние от расчетной точки A до проекции светильника на горизонтальную плоскость, м;

β - угол между меридиональными плоскостями, при этом за начало отсчета принимается меридиональная плоскость, совпадающая с плоскостью симметрии светильника, которая для светильников с трубчатыми лампами является одновременно поперечной плоскостью, град;

γ, δ - угол соответственно в поперечной и продольной плоскостях, град;

x, y – координаты расчетной точки А на горизонтальной плоскости, м;

I_γ, I_δ, I_0 – сила света светильника соответственно в поперечной, продольной плоскостях и осевая, кд.

Характеристики светораспределения некруглосимметричных светильников по углу β даются в пределах $0 - 90^0$ при наличии двух плоскостей симметрии, в пределах $0 - 180^0$ при одной плоскости симметрии и $0 - 360^0$ при отсутствии плоскостей симметрии.

Пример 5. Определить освещенность в точке А (рис. 2.6) от светильника РКУ01-400 с лампой ДРЛ 400 при $h = 4$ м, $d = 10$ м, $\beta = 30^0$ и $K = 1{,}5$.

Решение. По формулам (2.7) – (2.12) и таблице тригонометрических функций (приложение 8) находим

$$tg\alpha = \frac{d}{h} = \frac{10}{4} = 2{,}5; \quad \alpha = 68^0;$$

$$\cos^3\alpha = \cos^3 68^\circ = 0{,}05;$$

$$x = d\cdot\cos\beta = 10\cdot\cos 30^\circ = 10 \cdot 0{,}866 = 8{,}66 \text{ м};$$

$$y = d\cdot\sin\beta = 10\cdot\sin 30^\circ = 10 \cdot 0{,}5 = 5 \text{ м};$$

$$tg\gamma = \frac{x}{h} = \frac{8{,}66}{4} = 2{,}16; \quad \gamma = 65^0;$$

$$y_0 = y\cdot\cos\gamma = 5\cdot\cos 65^\circ = 5 \cdot 0{,}42 = 2{,}1 \text{ м};$$

$$tg\delta = \frac{y_0}{h} = \frac{2{,}1}{4} = 0{,}525; \quad \delta = 27^0.$$

Световой поток лампы ДРЛ 400 (приложение 4) $\Phi_л = 20000$ лм.

По КСС светильника РКУ01-400, приведенным в приложении 2, для $\gamma = 65^0$ ($\beta = 0^0$) $I_\gamma = 50$ кд, $\delta = 27^0$ ($\beta = 90^0$) $I_\delta = 170$ кд и $I_0 = 160$ кд.

Тогда для условной лампы с $\Phi = 1000$ лм по формуле (2.14) сила света

$$I'_{\beta} = \frac{I_\gamma \cdot I_\delta}{I_0} = \frac{50 \cdot 170}{160} = 53 \text{ кд}.$$

Для светильника РКУ01-400 с лампой ДРЛ 400

$$I_{\alpha\beta} = I'_{\alpha\beta} \frac{\Phi_л}{\Phi} = 53 \cdot \frac{20000}{1000} = 1060 \text{ кд}.$$

Освещенность в расчетной точке находим по формуле (2.6) с учетом коэффициента запаса $K = 1{,}5$

$$E = \frac{I_{\alpha\beta} \cdot \cos^3\alpha}{h^2 \cdot K} = \frac{1060 \cdot 0{,}03}{4^2 \cdot 1{,}5} = \frac{3{,}31}{1{,}5} = 2{,}2 \text{ лк}.$$

Пример 6. Определить освещенность в точке А (рис. 2.6) при освещении светильником ЖУ02-400 с лампой ДНаТ-400, если дано: $h = 4$ м, $X = 4$ м, $y = 10$ м, $K = 1{,}5$.

Решение. По формулам (2.10) – (2.13) и таблице тригонометрических функций (приложение 8) находим

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{X}{h} = \frac{4}{4} = 1; \quad \gamma = 45^\circ;$$

$$y_0 = y \cdot \cos\gamma = 10 \cdot \cos 45^\circ = 7 \text{ м};$$

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{y_0}{h} = \frac{7}{4} = 1{,}75; \quad \delta = 60^\circ;$$

$$\cos\alpha = \cos\delta \cdot \cos\gamma = \cos 60^\circ \cdot \cos 45^\circ = 0{,}35; \quad \alpha = 70^\circ.$$

По КСС светильника ЖУ02-400 (приложение 2) в направлении $\gamma = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$ $I_\gamma = 80$ кд, в направлении $\delta = 60^\circ$, $\beta = 90^\circ$ $I_\delta = 260$ кд и $I_0 = 200$ кд.

Для условной лампы с $\Phi = 1000$ лм силу света находим по формуле (2.14)

$$I'_{\alpha\beta} = \frac{I_\gamma \cdot I_\delta}{I_0} = \frac{80 \cdot 260}{200} = 104 \text{ кд}.$$

Лампа ДНаТ-400 имеет световой поток $\Phi_л = 47000$ лм (приложение 5).

Тогда

$$I_{\alpha\beta} = I'_{\alpha\beta}\frac{\Phi_л}{\Phi} = 104 \cdot \frac{47000}{1000} = 4888 \text{ кд.}$$

Освещенность в расчетной точке по формуле (2.6):

$$E = \frac{I_{\alpha\beta}\cdot\cos^3\alpha}{h^2\cdot K} = \frac{4888\cdot\cos^3 70^\circ}{4^2\cdot 1{,}5} = \frac{12{,}22}{1{,}5} = 8{,}15 \text{ лк.}$$

2.3.2. Графики кривых равной относительной освещенности (условные изолюксы) рассчитываются для конкретных типов светильников по данным об их светораспределении при потоке ламп $\Phi = 1000$ лм на условной плоскости с координатами $\xi = x/h$ и $\zeta = y/h$. В настоящем руководстве приведены графики для светильников ИСУ-2000 и СКсН-10000 (приложение 9). При этом осевые линии светильников расположены перпендикулярно к расчетной плоскости.

По графикам определяется значение относительной освещенности ε в расчетной точке, создаваемой каждым светильником, на высоте $h = 1$ м. Освещенность с учетом реального значения h определяется формулой:

$$E = \frac{\Phi_л\cdot\mu\cdot\Sigma\varepsilon}{1000\cdot K\cdot h^2}, \qquad (2.15)$$

где $E, \Sigma\varepsilon$ – освещенность соответственно в расчетной точке и суммарная относительная, лк;

$\Phi_л$ – световой поток лампы (ламп) в одном светильнике, лм;

μ – коэффициент дополнительной освещенности;

K – коэффициент запаса;

h – расчетная высота, м.

Пример 7. Светильник ИСУ-2000 с лампой КГ220-2000 установлен на высоте $h = 15$ м. Определить освещенность на расстоянии $x = 3$ м и $y = 15$ м от светильника при $K = 1{,}4$. Световой поток лампы $\Phi_л = 44000$ лм (приложение 4).

Решение. Относительную освещенность определяем по графику условных изолюкс светильника ИСУ-2000. Для этого находим координаты расчетной точки на условной плоскости:

$$\xi = \frac{x}{h} = \frac{3}{15} = 0{,}2;$$

$$\zeta = \frac{y}{h} = \frac{15}{15} = 1{,}0.$$

Координатам $\xi = 0{,}2$ и $\zeta = 1{,}0$ соответствует относительная освещенность $\varepsilon = 1000$ лк.

Тогда по формуле (2.15) при $\mu = 1$ и $\Sigma\varepsilon = \varepsilon$

$$E = \frac{\Phi_л \cdot \mu \cdot \Sigma\varepsilon}{1000 \cdot K \cdot h^2} = \frac{44000 \cdot 1 \cdot 1000}{1000 \cdot 1{,}4 \cdot 15^2} = 140 \text{ лк.}$$

2.4. Расчет прожекторного освещения

2.4.1. Выбор высоты установки прожекторов

Выбор высоты установки прожекторов над освещаемой поверхностью производится по условиям ограничения слепящего действия в соответствии с требованиями "Временных норм освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах" и определяется по формуле.

$$H = \sqrt{\frac{J_{макс}}{C}}, \qquad (2.16)$$

где H – высота установки прожектора, м;

$J_{макс}$ – осевая сила света прожектора, кд;

C – параметр, зависящий от нормированной освещенности, значение которого приведено в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Значение параметра C

Нормируемая освещенность, лк	10	30	50
C	700	2100	3500

Если несколько прожекторов имеют совпадение направлений осевой силы света, то значение параметра C следует разделить на число этих прожекторов.

Максимальная сила света $J_{макс}$ прожекторов приведена в приложении 3.

Рассчитанные значения минимально допустимых высот установки прожекторов и светильников прожекторного типа приведены в приложении 10. Минимальная высота установки световых приборов с ксеноновыми лампами ДКсТ 1000 должна приниматься не менее 15 м в целях исключения воздействия ультрафиолетовой радиации на работающих.

При обеспечении освещенности 30 и 50 лк установка прожекторов в системах локализованного освещения, исходя из требований правил по технике безопасности и ПУЭ, ниже 3 м не допускается.

2.4.2. Выбор угла наклона прожекторов

При изменении угла наклона прожекторов изменяются освещенность, форма и площадь светового пятна.

Угол наклона прожекторов выбираем таким образом, чтобы весь световой поток прожектора в пределах угла рассеяния попадал на освещаемую поверхность. При ведении подготовительных взрывных работ выбор угла наклона прожекторов зависит от заданного расстояния между прожекторной мачтой или опорой и освещаемым взрывным блоком, а также практически возможной высоты установки прожекторов.

Вблизи основания прожекторных мачт (опор) и буровых станков, на которых устанавливаются прожекторы, часто образуется "мертвое пространство". Если его необходимо освещать, то устанавливаются дополнительно светильники или сильно наклоненные прожекторы.

При освещении вертикальных поверхностей, например мачты бурового станка, значение наивыгоднейшего угла наклона прожектора рекомендуется рассчитывать по формуле /15/

$$\theta = arc\,ctg\sqrt{\frac{J_0}{eH^2}}\,, \qquad (2.17)$$

где θ – угол наклона прожектора, град;

J_0 – осевая сила света, кд;

e – освещенность изолюксы, внутри которой размещается вся освещаемая поверхность и равная расчетной освещенности $E = E_н \cdot K$, лк;

$E_н$ - нормированная освещенность, лк;
K - коэффициент запаса;
H - расчетная высота, м.

Если заданы место установки и радиус действия прожекторов, то угол наклона θ выбираем в зависимости от этих величин.

Пример 8. Определить наивыгоднейший угол наклона прожектора ПЗС-35 с лампой накаливания Г215-225-500, установленного на буровом станке, если на высоте H = 10 м необходимо обеспечить нормированную освещенность в вертикальной плоскости $E_н$ = 10 лк при коэффициенте запаса K = 1,4.

Решение. По каталожным данным прожектора ПЗС-35 J_0 = 46 кнд (приложение 3).

Освещенность изолюксы

$$e = E_н \cdot K = 10 \cdot 1{,}4 = 14 \text{ лк}.$$

Наивыгоднейший угол наклона прожектора находим по формуле (2.17):

$$\theta = arctg\sqrt{\frac{J_0}{eH^2}} = arctg\sqrt{\frac{46000}{14 \cdot 10^2}} = arctg\,5{,}7 = 80°.$$

Чтобы освещаемая вертикальная поверхность вся охватывалась изолюксой освещенности e, прожектор необходимо установить от нее на расстоянии

$$l = H \cdot ctg\,\theta = H \cdot tg(90° - \theta) = 10 \cdot tg\,10° = 1{,}8 \text{ м}.$$

2.4.3. Расчет освещения методом удельной мощности

Необходимое число прожекторов и мощность прожекторной установки приближенно можно определить по методу удельной мощности.

Удельная мощность прожекторного освещения рассчитывается по формуле

$$P_y = \frac{n \cdot P_л}{S} \qquad (2.18)$$

или

$$P_y = \frac{E_н \cdot K \cdot P_л}{\Phi_л \cdot u}, \qquad (2.19)$$

где P_y – удельная мощность, Вт/м^2;
n – число прожекторов;
$P_л$ – мощность лампы прожектора, Вт;
S – освещаемая площадь, м^2;
$E_н$ – нормированная освещенность, лк;
K – коэффициент запаса;
$\Phi_л$ – световой поток лампы, лм;
η – КПД прожектора в долях единицы;
u – коэффициент использования светового потока прожектора;
z – коэффициент неравномерности освещения, равный отношению минимальной освещенности к средней ($E_{мин}/E_{ср}$).

Формулу (2.19) можно представить в упрощенном виде:

$$P_y = m \cdot E_н \cdot K \quad , \qquad (2.20)$$

где $m = \frac{1}{t \cdot 2 \cdot u \cdot z}$; $t = \frac{\Phi_л}{P_л}$ – световая отдача применяемого источника света, лм/Вт.

Ориентировочное значение коэффициента m приводится в /12/ и /15/ и для прожекторов с лампами накаливания принимается 0,20 – 0,25, с лампами ДРЛ и галогенными лампами накаливания – равным 0,16 – 0,33.

Необходимое число прожекторов для создания на расчетной площади заданной освещенности можно определить из формулы (2.18), подставив в нее значение удельной мощности

$$n = \frac{P_y \cdot S}{P_л} ; \qquad (2.21)$$

$$n = \frac{E_н \cdot K \cdot S}{\Phi_л \cdot 2 \cdot u \cdot z} \qquad (2.22)$$

или

$$n = \frac{m \cdot E_н \cdot K \cdot S}{P_л} \quad . \qquad (2.22а)$$

Пример 9. Определить необходимое число прожекторов с лампами накаливания мощностью 500 Вт для освещения взрывного блока длиной

a = 50 м, шириной b = 30 м. Нормированная освещенность $E_н$ = 30 лк, коэффициент запаса K = I,4.

Решение. Освещаемая площадь $S = a \cdot b = 50 \cdot 30 = 1500$ м^2. Необходимое число прожекторов по формуле (2.22а)

$$n = \frac{m \cdot E_н \cdot K \cdot S}{\rho_л} = \frac{0{,}20 \cdot 30 \cdot 1{,}4 \cdot 1500}{500} = 25 \text{ шт.}$$

2.4.4. Расчет освещенности от одиночного прожектора

Расчет освещенности от одиночного прожектора можно выполнять двумя методами: методом, основанным на применении кривых относительных изолюкс и вспомогательных расчетных таблиц и методом кривых изокандел прожекторов и расчетных графиков. В обоих случаях рекомендуется пользоваться альбомами с построенными изолюксами прожекторов.

2.4.4.I. Метод, основанный на применении кривых относительных изолюкс и вспомогательных расчетных таблиц, разработан Р.А.Сапожниковым и Г.М.Кнорринг ом /I2, I4/. Кривые относительных изолюкс прожекторов являются кривыми равной освещенности на условной плоскости, перпендикулярной оптической оси и расположенной на расстоянии I м от прожектора. Координаты x, y расчетной точки А на горизонтальной поверхности, имеющей освещенность E, и координаты ξ, ζ этой же точки на условной плоскости с освещенностью ε (рис. 2.7) связаны соотношениями:

$$\xi = \frac{\cos\theta - \frac{x}{H}\sin\theta}{\rho}; \qquad (2.23)$$

$$\zeta = \frac{y}{\rho H}, \qquad (2.24)$$

где ξ, ζ – координаты расчетной точки на условной плоскости, м;

x, y – координаты расчетной точки на горизонтальной плоскости, м;

θ – угол наклона прожектора, град;

H – высота установки прожектора, м;

ρ – вспомогательный коэффициент, $\rho = \sin\theta + \frac{x}{H}\cos\theta$.

Вспомогательная расчетная таблица (табл. 2.5) значений ξ, ρ при различных x/H и θ приведена в сокращенном виде.

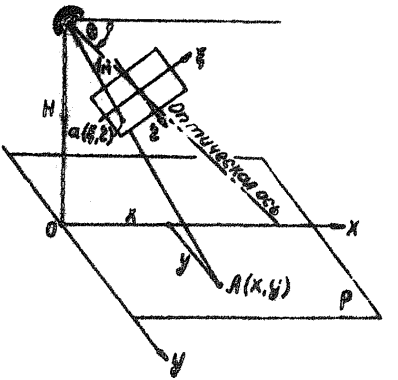


Рис. 2.7. Освещение расчетной точки А прожектором

Таблица 2.5

Значения ξ, ρ и ρ^3 для расчета прожекторного освещения

θ, град	Параметр	Значение x/H									
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
8	ξ	0,75	0,49	0,34	0,25	0,19	0,14	0,11	0,08	0,06	0,03
	ρ	1,13	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	6,1
	ρ^3	1,42	4,2	9,5	18	30	46	68	97	132	225
10	ξ	0,7	0,44	0,30	0,21	0,15	0,11	0,07	0,05	0,03	0,01
	ρ	1,16	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	6,1
	ρ^3	1,54	4,5	9,8	18	30	48	69	98	132	225
12	ξ	0,63	0,40	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,01	0,01	0,05
	ρ	1,19	1,7	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	6,1
	ρ^3	1,66	4,7	10	19	31	48	70	98	132	225
14	ξ	0,6	0,35	0,23	0,14	0,08	0,04	0	0,03	0,05	0,08
	ρ	1,21	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	6,1
	ρ^3	1,77	4,9	10	19	31	48	70	98	132	222
16	ξ	0,56	0,32	0,13	0,10	0,04	0	0,04	0,06	0,09	0,12
	ρ	1,24	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	6,0
	ρ^3	1,89	5,1	11	19	32	48	70	97	130	220
18	ξ	0,51	0,28	0,15	0,07	0,01	0,04	0,07	0,10	0,12	0,15
	ρ	1,26	1,7	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	6,0
	ρ^3	2,0	5,2	11	1,9	32	48	69	97	130	216
20	ξ	0,47	0,25	0,12	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,15	0,19
	ρ	1,28	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,0	6,0
	ρ^3	2,1	5,3	11	19	32	48	68	95	128	213

Примечание. Левее жирной линии значение ξ относится к нижнему квадрату, что учитывается в случаях, когда светораспределение прожектора вверх и вниз от оси неодинаково.

Горизонтальная освещенность в расчетной точке А:

$$E_z = \frac{\varepsilon}{H^2 \cdot \rho^3}, \qquad (2.25)$$

где ε – относительная освещенность, лк.

Вертикальная освещенность в расчетной точке А определяется по формуле (2.2)

$$E_в = E_z \cdot tg\alpha .$$

Относительная освещенность ε находится по графикам равных значений освещенности (изолюксам) на условной плоскости конкретных типов прожекторов при известных значениях ξ и i.

В настоящем руководстве приведены в приложении II изолюксы на условной плоскости прожекторов ПСМ-50-I, ПСМ-40-I, ПЗС-45, ПЗС-35, ПКН-1000-1, ПКН-1000-2, ПКН-1500-I и ПКН-1500-2.

Пример 10. Определить освещенность на горизонтальной поверхности в точке А от прожектора ПЗС-35 с лампой Г220-500, установленного на высоте H = 4 м, при $\theta = 20^0$, x = 7 м, y = 5 м.

Решение. Отношение $x/H = 7/4 = 2{,}75$. По табл. 2.5 при $\theta = 20^0$ и $x/H = 2{,}75$ находим $\xi = 0{,}04$, $\rho = 3{,}0$, $\rho^3 = 27$.

По формуле (2.24),

$$i = \frac{y}{\rho \cdot H} = \frac{5}{3{,}0 \cdot 4} = 0{,}4.$$

Координатам $\xi = 0{,}04$ и $i = 0{,}4$ на графике изолюкс на условной плоскости прожектора ПЗС-35 (приложение II) соответствует $\varepsilon = 2{,}2$ клк.

По формуле (2.25) освещенность

$$E_z = \frac{\varepsilon}{H^2 \cdot \rho^3} = \frac{2200}{4^2 \cdot 27} = 5{,}1 \text{ лк}.$$

Пример 11. Прожектор ПКН-1500-2 установлен на высоте H = 6 м с углом наклона $\theta = 20^0$. Определить координаты точек x, y, в которых обеспечивается нормированная освещенность $E_н$ = 30 лк при коэффициенте запаса K = 1,4.

Решение. Определение координат x, y по заданным E и H сводится к построению изолюкс на горизонтальной плоскости. Расчетная освещенность $E = E_н \cdot K = 30 \cdot 1,4 = 42$ лк.

Задаем значения координате x, кратные H, т.е. $x/H = 0,5, 2, 3, 4, 5$.

По табл. 2.5 для заданных значений x/H и $\theta = 20^0$ находим коэффициенты ξ, ρ и ρ^3, а по формуле (2.25) для E = 42 лк и H = 6 м определяем относительную освещенность

$$\varepsilon = EH^2 \cdot \rho = 42 \cdot 6^2 \cdot \rho^3 = 1,5 \cdot \rho^3 \text{ клк.}$$

Для каждого значения ξ, ε по графику изолюкс на условной плоскости прожектора ПКН -1500-2 (приложение II) находим координату z, затем по формуле (2.24) вычисляем координату y.

$$y = z \cdot \rho \cdot H = 6 \cdot z \cdot \rho.$$

Результаты расчета записаны в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Расчетная таблица к примеру II

x/H	x	ξ	ρ	ρ^3	ε	z	y
0,5	3	0,87	0,81	0,53	0,8	0,2	1,0
1,0	6	0,47	1,28	2,1	3,15	0,35	3,0
1,5	9	0,25	1,8	5,3	9,0	0,40	4,15
2,0	12	0,12	2,2	11	16,5	0,45	6,0
2,5	15	0,04	2,7	19	28,5	0,38	6,15
3,0	18	0,03	3,2	32	48,0	0	0
4,0	24	0,11	4,1	68	102,0	Изолюксы нет	
5,0	30	0,15	5,0	128	192,0		

По найденным координатам x и y для освещенности E = 42 лк на рис 2.8 построена кривая изолюкс.

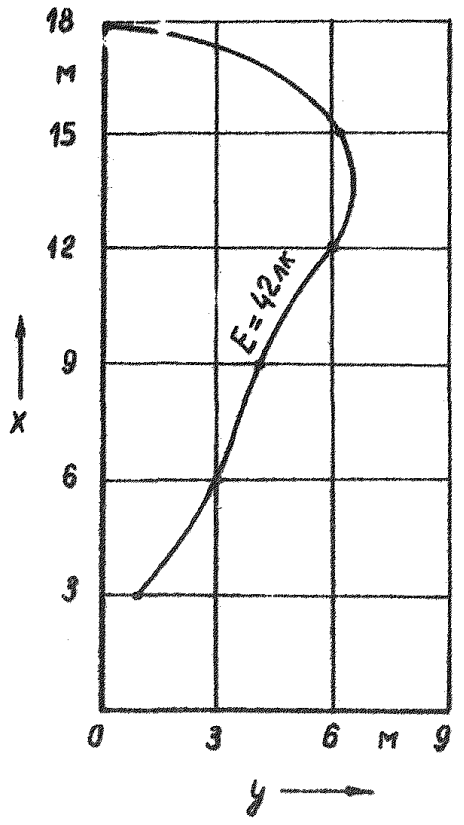


Рис. 2.8. Построение изолюксы (к примеру 11)

2.4.4.2. Метод кривых изокандел прожекторов и расчетных графиков /15/ заключается в определении освещенности в расчетной точке с использованием графиков КСС прожекторов.

Освещенность в расчетной точке А (рис. 2.9)

$$E_z = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3\alpha}{H^2}; \qquad (2.26)$$

$$E_в = E_z \cdot tg\alpha, \qquad (2.27)$$

где E_z, $E_в$ – горизонтальная и вертикальная освещенность в расчетной точке А, лк;

I_α – сила света прожектора по направлению к расчетной точке А, кд;

H – высота установки прожектора над освещаемой поверхностью, м.

Сила света I_α определяется по графикам КСС конкретных типов прожекторов по значениям углов β_z и $\beta_в$ в горизонтальной и вертикальной плоскостях, характеризующих отклонение силы света I_α от направления оптической оси прожектора. Значения углов находятся из рис. 2.9

$$tg\beta_z = \frac{y}{x} \cdot \sin\alpha_o; \qquad (2.28)$$

$$tg\alpha_o = \frac{x}{H}; \qquad (2.29)$$

$$\beta_в = \theta + \alpha_o - 90°. \qquad (2.30)$$

Пример 12. Определить освещенность на горизонтальной плоскости при освещении прожектором ПКН-1500-2, установленным на высоте $H = 10$ м с углом наклона $\theta = 20°$, в точке А с координатами $X = 30$ м, $Y = 10$ м (рис. 2.9).

Решение. Вначале определяем направление силы света. Из рис. 2.9

$$tg\alpha = \frac{\ell}{H} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{H} = \frac{\sqrt{30^2 + 10^2}}{10} = 3{,}16, \quad \alpha = 72°30'.$$

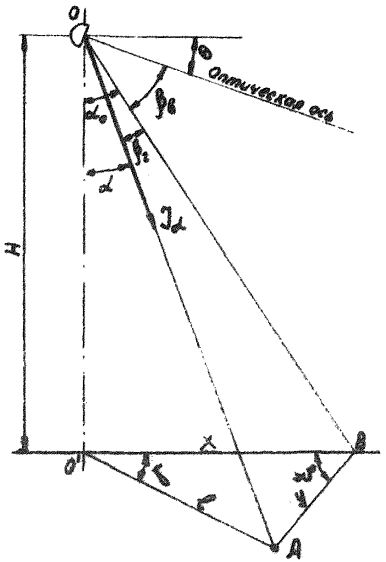


Рис. 2.9. Расположение расчетной точки А
на освещаемой поверхности

По формулам (2.28) – (2.30) находим

$$tg\alpha_0 = \frac{K}{H} = \frac{30}{10} = 3{,}0,\ \alpha_0 = 72^0;$$

$$tg\beta_2 = \frac{L}{K}\cdot\sin\alpha_0 = \frac{10}{30}\cdot\sin 72^0 = 0{,}317,\ \beta_2 = 17^0 30';$$

$$\beta_в = \theta + \alpha_0 - 90^0 = 20^0 + 72^0 - 90^0 = 2^0.$$

По графику кривых изокандел прожектора ПКН-1500-2 (приложение 3) при $\beta_2 = 17^0 30'$ и $\beta_в = 2^0$ сила света $I_\alpha = 50$ ккд.

Тогда по формуле (2.26) освещенность в расчетной точке А

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3\alpha}{H^2} = \frac{50000 \cdot \cos^3 72^0 30'}{10^2} = 13{,}5 \text{ лк}.$$

2.4.5. Расчет освещения от группы прожекторов /14, 15/

При значительных размерах освещаемого вершинного блока недостаточно установки одного прожектора. Поэтому для создания нормированной освещенности необходимо устанавливать несколько прожекторов, располагая их группами. Равномерность освещения может быть достигнута путем установки на прожекторной мачте одной или более групп прожекторов. В каждой группе прожекторы имеют одинаковый угол наклона θ, и оптические оси смежно расположенных прожекторов смещены на одинаковый угол τ (рис. 2.10). При $\tau \leq 20^0$ неравномерность освещенности почти неощутима.

Расчет освещения сводится к определению параметров электроосветительной установки, обеспечивающих получение нормированной освещенности $E_н$ при коэффициенте запаса К. Высоту установки H, угол наклона θ и количество прожекторов можно определить путем построения и компоновки изолюкс или с помощью графиков изолюкс для группы прожекторов. К построению изолюкс следует прибегать только при отсутствии альбомов изолюкс прожекторов.

2.4.5.1. Компоновку изолюкс рекомендуется выполнять по следующим схемам:

на всей освещаемой поверхности компонуются в один слой изолюксы освещенности $E = (E_н \cdot K)/2$ (рис. 2.11). В точках касания или пересечения изолюкс (А, В) освещенность получаем $E_н \cdot K$,

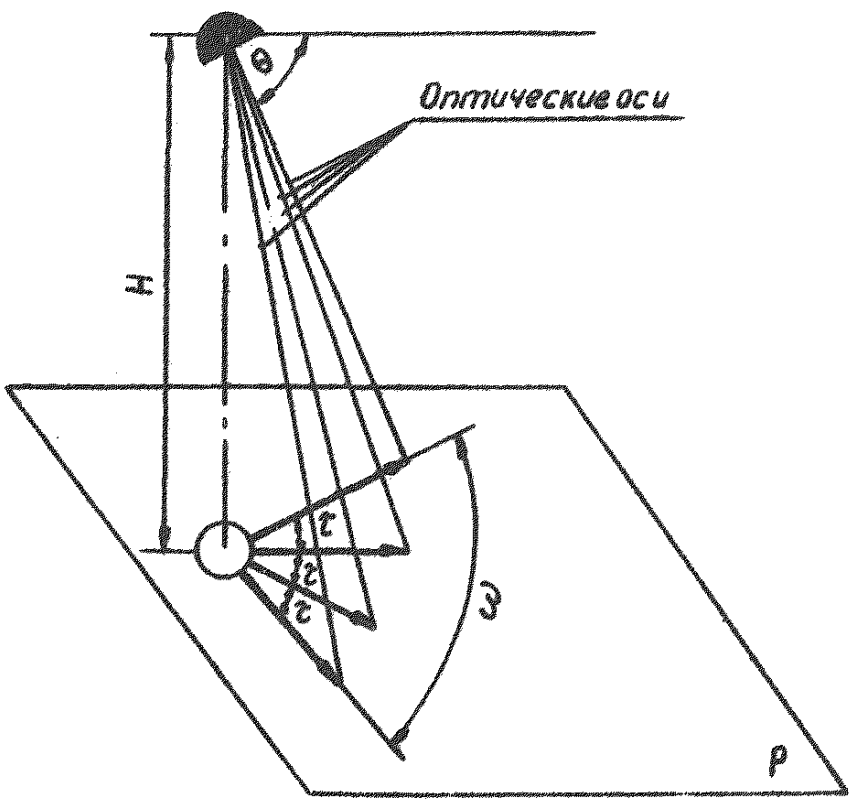


Рис. 2.10. Группа прожекторов

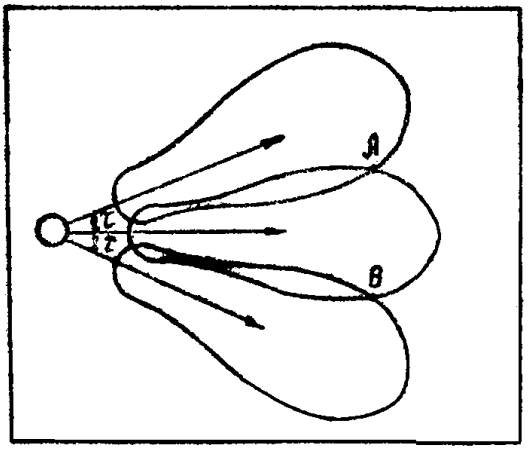


Рис. 2.11. Однослойная компоновка изолюкс

внутри изолюкс значение освещенности больше, чем $E_н \cdot K$;

кс шоновка изолюкс в два слоя, когда в каждую точку на освещаемой поверхности направляются не один, а два прожектора. В этом случае каждый слой компонуется изолюксами освещенности $E = (E_н \cdot K)/5$.

Последовательность расчета и построения изолюксы освещенности E изложена в примере II.

В приложении I2 приведены уже построенные кривые изолюкс для прожекторов ПЗС-45 и ПКН-1500 с различными углами наклона θ. В отличие от ранее приводимых графиков изолюкс освещенности для светильников на этих графиках нанесены значения EH^2 прожекторов с конкретной лампой на горизонтальной плоскости с координатными осями x/H и y/H. Для нахождения освещенности E необходимо найденное по графику значение EH^2 разделить на H^2.

Пример I3. Путем однослойной компоновки изолюкс прожектора ПЗС-45 с лампой 1000 Вт необходимо получить освещенность $E_н = 30$ лк при $K = 1{,}4$ и $H = 10$ м. Определить угол наклона и необходимое количество прожекторов для освещения горизонтальной поверхности длиной $\ell = 30$ м, шириной $b = 20$ м.

Решение. Изолюксе освещенности $E = (E_н \cdot K)/2 = (30 \cdot 1{,}4)/2 = 21$ лк соответствует значение $EH^2 = 21 \cdot 10^2 = 2100$ лк $\cdot$ м^2.

По кривым изолюкс прожектора ПЗС-45 (приложение I2) находим, что значение $EH^2 = 2100$ лк $\cdot$м^2 можно получить при $\theta_1 = 15^0$ и $\theta_2 = 20^0$. Поскольку при длине $\ell = 30$ м точка, расположенная в средней части изолюксы, имеет координату $x/H = (\ell/2)/H = (30/2)/10 = 1{,}5$, то выбираем угол наклона $\theta = 20^0$.

По значениям $x/H = 1{,}5$ и $EH^2 = 2100$ лк м^2 для $\theta = 20^0$ на графике находим

$$\frac{y}{H} = 0{,}25, \quad y = 0{,}25 \cdot H = 2{,}5 \text{ м}.$$

Приближенно необходимое количество прожекторов находим делением ширины b на ширину изолюксы $2y$:

$$n = \frac{b}{2y} = \frac{20}{2 \cdot 2{,}5} = 4.$$

Место установки и количество прожекторов уточняются при наложении шаблонов изолюкс на план.

2.4.5.2. В том случае, когда значение EH^2 велико и на графиках кривых изолюкс прожекторов (приложение I2) данная изолюкса отсутствует или слишком близко расположена к мачте, расчет освещения следует выполнять, используя графики для определения освещенности от группы прожекторов (приложение I3).

В приложении I3 приведены графики для определения освещенности от группы прожекторов ПЗС-35 и ПСМ-40-I с любым углом наклона θ и различной высотой установки группы прожекторов для $\hat{\tau} = I^0$.

Освещенность при любом значении $\hat{\tau}$ определяется по формуле

$$E = \frac{E_{\hat{\tau}=1^0}}{\hat{\tau}}, \qquad (2.31)$$

где E, $E_{\hat{\tau}=1^0}$ – освещенность соответственно при любом значении $\hat{\tau}$ и при $\hat{\tau} = I^0$, лк;

$\hat{\tau}$ – угол между проекциями оптических осей на горизонтальную плоскость смежно расположенных прожекторов (рис. 2.I0), град.

Необходимое количество прожекторов в группе определяется по формуле.

$$n = \frac{\omega}{\hat{\tau}}, \qquad (2.32)$$

где ω – необходимый угол действия прожекторной группы (рис. 2.I0), град.

Пример I4. Определить необходимое количество прожекторов ПЗС-35 с лампами накаливания 500 Вт, 220 В для освещения взрывного блока длиной $a = 30$ м, шириной $b = 20$ м для создания освещенности $E_н = 30$ лк при коэффициенте запаса $K = I,4$. Прожекторы устанавливаются на высоте $H = I0$ м на расстоянии $\ell = I0$ м от взрывного блока (рис. 2.I2).

Решение. Прожекторы предусматриваем располагать группами в два слоя изолюкс. Тогда освещенность, которую необходимо создать от одной группы прожекторов, $E = E_н K/5 = 30 \cdot I,4/5 = 8,4$ лк.

Намечаем несколько контрольных точек: точка А – точка в средней части изолюксы освещенности $E = 8,4$ лк, точки В, С и Д – на границах освещаемого блока.

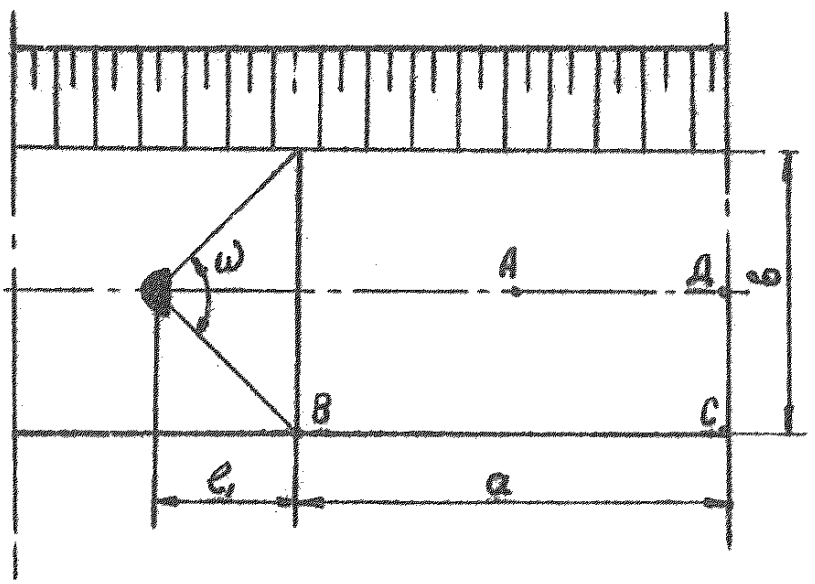


Рис. 2.12. К решению примера 14

По плану (рис. 2.12) определяем расстояние ℓ от прожекторов до расчетных точек и по графику (рис. П.13.1 приложения 13) для группы прожекторов ПЗС-35 при значениях ℓ/H для каждой расчетной точки выбираем наиболее рациональный угол наклона θ, которому соответствуют определенные значения $(EH^2)_{\tau=1^\circ}$ и освещенности $E_{\tau=1^\circ}$. Результаты расчета записаны в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Расчетная таблица к примеру 14

Высота H, м	Точка	Расстояние ℓ, м: расчетная формула	Расстояние ℓ, м: значение	ℓ/H	θ, град	$(EH^2)_{\tau=1^\circ}$, лк.м^2	$E_{\tau=1^\circ}$, лк
10	А	$\ell_1 + \frac{a}{2}$	25	2,5	20	33000	330
	В	$\sqrt{\ell_1^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$	14	1,4	20	35000	350
	С	$\sqrt{(\ell_1 + a)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2}$	41	4,1	12	7500	75
	Д	$\ell_1 + a$	40	4,0	12	7400	74

Освещенность в расчетных точках А, В, С и Д при $\theta = 12^\circ$ и $\theta = 20^\circ$ будет иметь значения, приведенные в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Освещенность в расчетных точках

Точка	ℓ/H	$\theta = 12^\circ$: $(EH^2)_{\tau=1^\circ}$, лк.м^2	$\theta = 12^\circ$: $E_{\tau=1^\circ}$, лк	$\theta = 20^\circ$: $(EH^2)_{\tau=1^\circ}$, лк.м^2	$\theta = 20^\circ$: $E_{\tau=1^\circ}$, лк
А	2,5	12500	125	33000	330
В	1,4	9000	90	35000	350
С	4,1	7500	75	4500	45
Д	4,0	7400	74	5000	50

Как видно из табл. 2.8, наилучшее распределение освещенности при угле наклона $\theta = 12^\circ$, значение которого и принимаем.

Подставляя в формулу (2.31) минимальное значение освещенности из табл. 2.8 при $\tau = 1^\circ$ $E_{\tau=1^\circ} = 74$ лк, определяем необходимое

значение угла τ для создания освещенности E = 8,4 лк.

$$\tau = \frac{E\tau\,1^{\circ}}{E} = \frac{74}{8,4} = 9^{\circ}.$$

Угол действия прожекторной группы находим из рис. 2.I2:

$$tg\frac{\omega}{2} = \frac{в}{2 \cdot e_1} = \frac{20}{2 \cdot I0} = I, \qquad \omega = 90^{\circ}.$$

Количество прожекторов в группе

$$n = \frac{\omega}{\tau} = \frac{90}{9} = I0 \text{ шт.}$$

Всего в двух группах должно быть установлено 2 . I0 = 20 прожекторов, общая мощность 500 . 20 = I0 кВт.

Удельная мощность

$$\rho_y = \frac{P}{a \cdot в} = \frac{I0000}{30 \cdot 20} = I6,7 \text{ Вт/м}^2.$$

Типовые варианты устройства общего прожекторного освещения приведены в СНВI-80, которые применимы для освещения опасной зоны при ведении взрывных работ.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

3.I. Система электроснабжения электроосветительных установок должна быть выполнена в соответствии с требованиями главы 8 ПТЭ и раздела УIII ЕПБ.

При расчете нагрузок потери мощности в ПРА для ламп ДРЛ, ДРИ МГЛ и ГЛВД рекомендуется принимать в размере I0% для ламп мощностью до 400 Вт включительно и 5% для ламп мощностью более 400 Вт.

3.2. Допускается размещать электроосветительные установки и прокладывать питающий осветительную установку кабель непосредственно на территории блока. При этом взрывчатые материалы должны быть удалены от электроосветительного оборудования и кабеля на расстояние не менее I0 м.

Перед взрыванием все электроосветительное оборудование и кабель должны быть обесточены и вынесены в безопасное место.

3.3. Защита электрических осветительных сетей должна выполняться в соответствии с гл. 3.I и 6.3 ПУЭ.

Номинальные токи плавких вставок предохранителей и расцепителей автоматических выключателей должны выбираться по формулам, приведенным в табл. 3.I.

Таблица 3.I

Расчетные формулы для выбора защитных аппаратов в электрических осветительных сетях

Наименование защитного аппарата	Расчетные формулы	
	лампы накаливания	лампы ДРЛ, ДРИ, ДНаТ
Предохранитель (плавкая вставка)	$I_{вс} \geq I_{макс}$	$I_{вс} \geq 1,2\, I_{макс}$
Автоматический выключатель	$I_{р} \geq I_{макс}$	$I_{р} \geq 1,3\, I_{макс}$

Примечание. $I_{вс}$ – номинальный ток плавкой вставки предохранителя, А; $I_{р}$ – номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя автоматического выключателя, А; $I_{макс}$ – расчетный ток нагрузки, А.

Каждый световой прибор мощностью более I0 кВт должен защищаться самостоятельным двух- или трехполюсным автоматическим выключателем или двумя плавкими предохранителями, установленными в каждой фазе.

Для защиты осветительных сетей могут использоваться трехполюсные автоматические выключатели с комбинированными расцепителями типа АЕ20I0 до I0 А, АЕ2030 до 25 А, АП50 до 50 А, АЕ20-40 до 63 А, АЕ2050 до I00 А (номинальные токи расцепителей принимаются в соответствии с каталожными данными автоматических выключателей) и ящики однофидерные с плавкими предохранителями ЯВ3 на 200 и 300 А со степенью защиты IP54, ЯРВ-6I24 на 200 А со степенью защиты IP54.

3.4. Сечения проводов и кабелей должны выбираться в соответствии с гл. I.3 ПУЭ по условию допустимого нагрева длительным расчетным током нагрузки в нормальном и аварийном режимах.

Провода и кабели должны быть проверены по потере напряжения и соответствию току выбранного аппарата защиты и условиям окружающей среды. При этом проверку следует проводить в соответствии с требованиями гл. 3.I и 6.I ПУЭ.

3.5. Управление электроосветительных установок рекомендуется предусматривать дистанционное и местное.

Схема управления освещением световыми приборами, установленными на мачтах, должна обеспечивать возможность включения и отключения всех световых приборов и каждого в отдельности.

Охранное освещение должно иметь самостоятельное управление.

Управление освещением буровых станков рекомендуется предусматривать в отдельности каждым световым прибором в тех случаях, когда это требуется по условиям эксплуатации.

4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.I. Электроосветительные установки должны иметь доступ к световым приборам во время их эксплуатации для замены источника света, чистки, а также изменения угла наклона.

4.2. Для передвижных электроосветительных установок рекомендуется монтировать светильники и прожекторы небольшой мощности группами на мачтах, смонтированных на колесном или санном основании.

4.3. Каждый прожектор должен быть установлен с определенным углом наклона, а также углом поворота в плане.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.I. Заземление электроосветительных установок следует выполнять в соответствии с требованиями гл. 6.I ПУЭ, а также дополнительными требованиями, приведенными в гл. 7 раздела УII ПТЭ.

5.2. Выбор световых приборов, электрооборудования и электроустановочных устройств предусматривать со степенью защиты не ниже требуемой для данных условий окружающей среды и в соответствии с местными горно-геологическими условиями.

5.3. Световые приборы, установленные в непосредственной близости от места ведения взрывных работ, должны быть защищены от действия взрывной волны и разлета кусков породы.

5.4. При размещении электроосветительной установки и прокладке питающего осветительную установку кабеля непосредственно на территории блока взрывчатые материалы должны быть удалены от электроосветительного оборудования и кабеля на расстояние не менее 10 м.

5.5. Перед взрыванием электроосветительное оборудование и кабель должны быть обесточены и вынесены в безопасное место.

5.6. Чистку и замену перегоревших ламп в светильниках и прожекторах производить при снятом напряжении.

6. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ОСВЕЩЕННОСТИ

6.1. Измерение освещенности производить в контрольных точках люксметрами по ГОСТ 14841-80 и методом, указанным в ГОСТ 24940-81 "Здания и сооружения. Метод измерения освещенности".

6.2. Контрольные точки для измерения освещенности следует принимать в соответствии с "Временными нормами освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах".

6.3. Контроль уровня освещенности на рабочих местах должен производиться при:

вводе в эксплуатацию оборудования;

изменении места расположения световых приборов;

замене одного типа светильника, прожектора или источника света другим.

6.4. Нормированные значения освещенности рабочих мест в контрольных точках на период выполнения технологических операций, маневровых и ремонтных работ могут обеспечиваться стационарными и нестационарными (переносными, передвижными) электроосветительными установками, включенными в электрическую сеть или имеющими автономный источник питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации при разработке угольных и сланцевых месторождений открытым способом.- М.: Недра, 1972. - 144 с.

2. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М.: Недра, 1972. - 96 с.

3. Единые правила безопасности при взрывных работах. Изд. 2, перераб и доп. - М.: Недра, 1976. - 240 с.

4. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 640 с.

5. Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок. СН 81-80/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1980. - 24 с.

6. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1980. - 49 с.

7. ГОСТ 17677-82 (СТ СЭВ 3182-81). Светильники. Общие технические условия.

8. ОСТ 16 0.535.073-82. Прожекторы общего назначения. Типы и основные параметры. Типаж.

9. ОСТ 16 0.535.025-77. Прожекторы общего назначения. Технические условия.

10. ГОСТ 6047-75. Прожекторы общего назначения. Общие технические условия.

11. Временные нормы освещенности рабочего пространства и опасной зоны при буровзрывных работах на угольных разрезах/ ВостНИИ. - Кемерово, 1984. - 16 с.

12. Справочная книга для проектирования электрического освещения/ Под ред. Г.М.Кнорринга. - Л.: Энергия, 1976. - 384 с.

13. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю.Б.Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 472 с.

14. Кнорринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения. - Л.: Энергия, 1973. - 200 с.

15. Дадиомов М.С. Прожекторное освещение. - М. - Л.: Госэнергоиздат, 1978. - 169 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Термины и определения

Термин	Определение
Светильник	Световой прибор, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри больших телесных углов и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления не более 30 для круглосимметричных и не более 15 для симметричных приборов - ГОСТ 16703-79
Прожектор	Световой прибор, перераспределяющий свет лампы (ламп) внутри малых телесных углов и обеспечивающий угловую концентрацию светового потока с коэффициентом усиления более 30 для круглосимметричных и более 15 для симметричных приборов - ГОСТ 16703-79
Коэффициент усиления светового прибора	Величина, характеризующая усиление световым прибором силы света лампы (ламп) в данном направлении - ГОСТ 16703-79
Нижняя полусфера пространства	Часть пространства, которая лежит ниже горизонтальной плоскости, проходящей через световой центр светового прибора - ГОСТ 16703-79
Световой центр светового прибора	Условная точка во внутренней области оптической системы светового прибора, при совмещении в которую светового центра лампы или при заданном расположении относительно которой ламп в многоламповом световом приборе светораспределение последнего в наименьшей степени отличается от расчетного - ГОСТ 16703-79
Фотометрическое тело светового прибора	Область пространства, ограниченная поверхностью, являющейся геометрическим местом концов радиусов-векторов, выходящих из светового центра светового прибора, длина которых пропорциональна силе света све-

Продолжение приложения I

Термин	Определение
	тового прибора в соответствующем направлении - ГОСТ 16703-79
Оптическая ось светового прибора	Условная прямая, проходящая через световой центр или фокус оптической системы светового прибора, и принимается за начало отсчета угловых координат. Для круглосимметричных световых приборов оптической осью является их ось симметрии. Оптическая ось прожектора проходит через фокус прожектора и совпадает с направлением максимальной силы света - ГОСТ 16703-79, ГОСТ 6047-75
Продольная ось светового прибора	Условная прямая, проходящая через световой центр светового прибора с трубчатыми лампами (лампой) параллельно оси лампы (ламп) - ГОСТ 16703-79
Меридиональная плоскость светового прибора	Плоскость, проходящая через оптическую ось светового прибора - ГОСТ 16703-79
Экваториальная плоскость светового прибора	Плоскость, перпендикулярная оптической оси светового прибора - ГОСТ 16703-79
Защитный угол светового прибора	Угол, характеризующий зону, в пределах которой глаз наблюдателя защищен от прямого действия лампы. Защитный угол светильника определяется углом, заключенным между горизонталью и линией, касательной к светящемуся телу лампы и краю отражателя или непрозрачного экрана - ГОСТ 16703-79
Нормальное положение прожектора	Положение прожектора, при котором его оптическая ось параллельна горизонтальной плоскости - ГОСТ 6047-75
Угол наклона прожектора	Угол между направлением оптической оси прожектора и горизонтом
Осевая сила света светового прибора	Сила света светового прибора в направлении оптической оси - ГОСТ 16703-79

Окончание приложения I

Термин	Определение
Угол рассеяния $\alpha_{0,1}$ прожектора	Угол излучения, в пределах которого сила света прожектора снижается до 0,1 от максимальной силы света - ГОСТ 16703-79
Относительная освещенность светового прибора	Освещенность для светового прибора с лампой со световым потоком 1000 лм при расстоянии от светового прибора до освещаемой поверхности 1 м - ГОСТ 16703-79
Условная освещенность светового прибора	Освещенность для светового прибора с лампой со световым потоком 1000 лм на определенном расстоянии освещаемой поверхности от светового прибора - ГОСТ 16703-79
Кривая равной освещенности	Геометрическое место точек поверхности, в которых освещенность одинакова - ГОСТ 16703-79
Кривая равных значений горизонтальной освещенности	Геометрическое место точек на освещаемой горизонтальной плоскости, освещенность в которых одинакова - ГОСТ 8045-82
Максимальный коэффициент использования светового потока по освещенности	Отношение светового потока, падающего на горизонтальную полосу бесконечной длины шириной, равной пятикратной высоте подвеса, при расположении светильника на границе освещаемого участка, к световому потоку установленной в светильнике лампы - ГОСТ 8045-82

Примечание. Чертежи плоскостей, осей и защитных углов световых приборов показаны на рис. П.1.

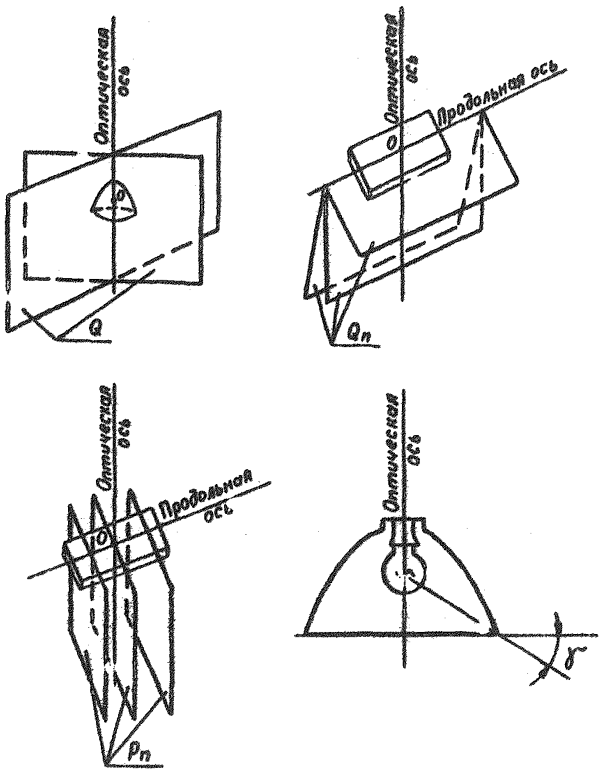


Рис. П.1. Чертежи плоскостей, осей и защитных углов световых приборов: Q – меридиональные плоскости; Q_n – продольные плоскости; P_n – поперечные плоскости; γ – защитный угол

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Светотехнические данные светильников

Тип	Источник света	Класс светораспределения	КСС	КПД, %	Степень защиты
ПСХ-60	Лампа накаливания МО36-60	Ш по ГОСТ I7677-82	Д по ГОСТ I7677-82	65	Р54
ППД-I00	Лампа накаливания дс 60 Вт	П по ГОСТ I7677-82	Косинусная рис. П.2.I	65	Р63
НПП03-I00-00IУ3	БI27-I00, Б220-I00	П по ГОСТ I7677-82	Д по ГОСТ I7677-82	72	Р64
РКУ0I-400-006-УI, РКУ0I-400-0I0-УI	ДРЛ 400	Прямого света симметричного широкого бокового светораспределения	Рис. П.2.2	70	Р23
ЖКУ0I-400-002-УI	ДНаТ-400ХЛ2	То же	Рис. П.2.3	70	Р53
ЖКУ02-400-0[illegible]I-УI	ДНаТ-400ХЛ2	"	Рис. П.2 4	60	Р53
ИСУ0[illegible]-2000/002УI	КГ220-2000-4	Несимметричное осевое светораспределение	Концентрированная, рис. П.2.5	65	Р64
ИСУ02-[illegible]000/К23-0IУI	КГ220-5000-I	То же	Концентрированная, рис. П.2.6	63	Р23

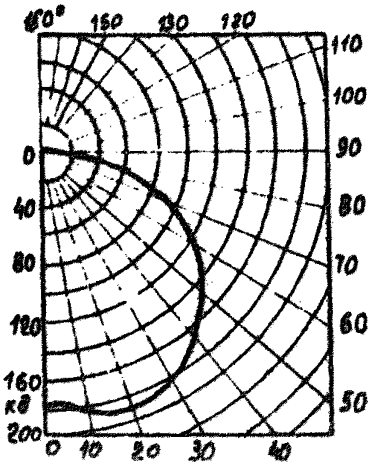


Рис. П.2.1. Кривая силы света светильника ШД-100

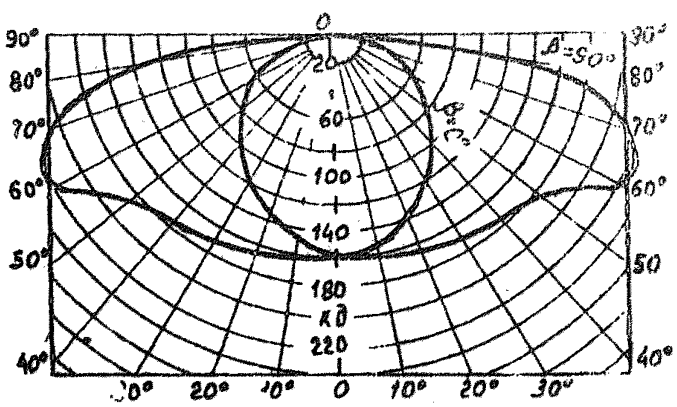


Рис. П.2.2. Кривые силы света светильника РКУОІ-400

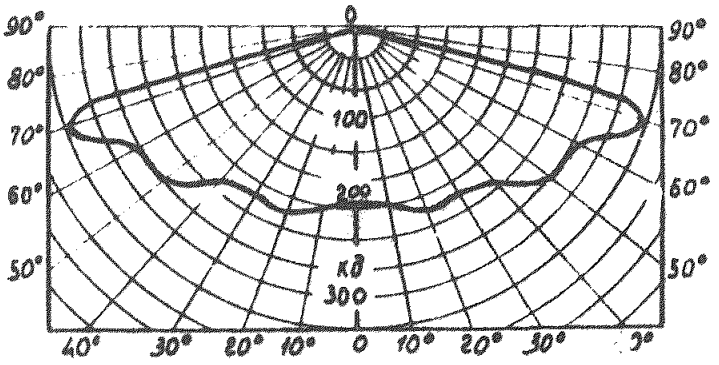


Рис. П.2.3. Кривая силы света светильника ЖКУ01-400

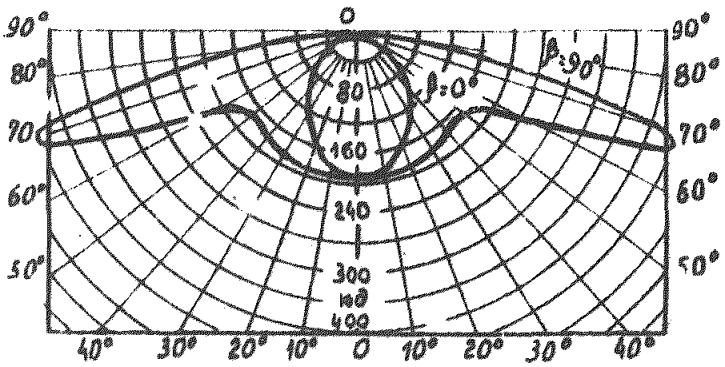


Рис. П.2.4. Кривые силы света светильника ЖКУ02-400

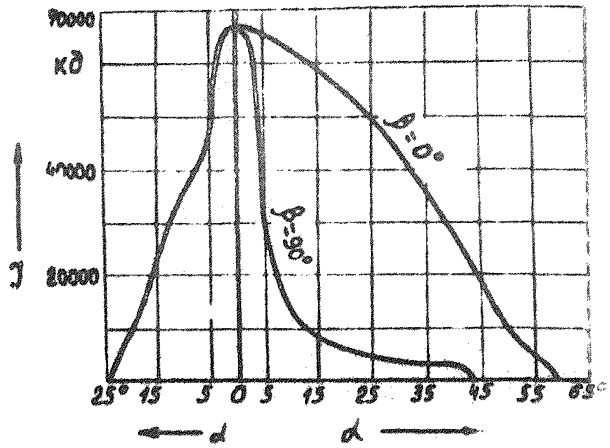


Рис. П.2.5. Кривые силы света светильника ИСУ01-2000

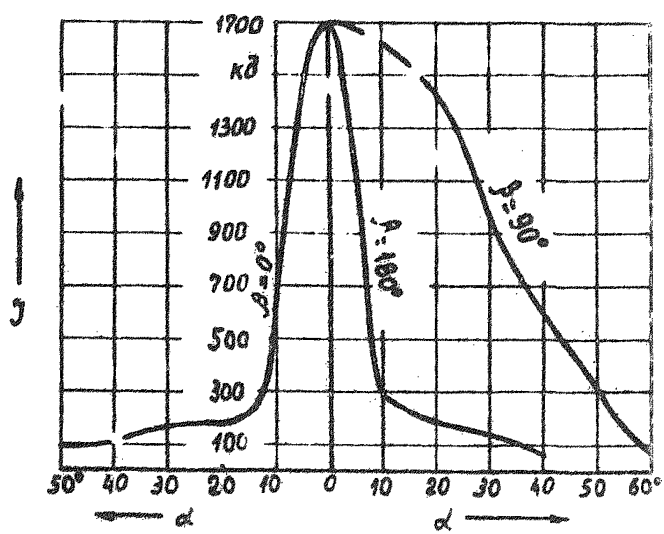


Рис. П.2.6. Кривые силы света светильника ИСУ02-5000

Светотехнические данные прожекторов

Тип прожектора	Характеристика свет распределения по ОСТ16 0.535.073-82			Источник света	Максимальная сила света, ккд	Угол рассеяния $2\alpha_{0,1}$, град в плоскости		КПД, %
	Вид симметрии	Тип КСС для плоскости				горизонтальной	вертикальной	
		горизонтальной	вертикальной					
ПЗМ-35АУ1	О	С	С	ГИ25-135-500 Г2И5-225-500	76 37	24 26	И3 И6	-
ПЗС-35-У1	О	С	С	ГИ25-135-500 Г2И5-225-500	76 46	И6 И7	И4 И5	20 20
ПЗС-4[illegible]А-У1	О	С	С	ГИ25-135-1000 Г2И5-225-1000	И80 И20	20 24	И7 22	20 20
ПЗС-35А-2-У1	III	С	С	ПЖ220-400	25	И2	23	-
ПЗС-35А-3-У1	III	С	III вверх, С вниз	ПЖ220-600	55	9	И8 вверх, 9 вниз	-
ПЗС-35А-4-У1	П2	III	У	ПЖ220-400	30	36	4	-
ПСМ-40А-1-У1	О	С	С	Г2И5-225-500-1	65	И9	И9	40
ПСМ-40А-2-У2	О	У	У	ПЖ220-600	250	8	8	35
ПСМ-50А-1-У1	О	С	С	Г2[illegible]0-1000	И00	И8	И8	40
ПКН-1000А	П2	III	С	КГ220-1000-5	60	80	И2	-

Тип прожектора	Характеристика светораспределения по ОСТ 16 0.535.073-82			Источник света	Максимальная сила света, кКд	Угол рассеяния $2\alpha_{0,1}$, град в плоскости		КПД, %
	Вид симметрии	Тип КСС для плоскости				горизонтальной	вертикальной	
		горизонтальной	вертикальной					
ПКН-1000-2-УХЛ	П2	Ш	Ш	КГ220-1000-5	30	85	35	-
ПКН-1500-1-УХЛ	П2	Ш	С	КГ220-1500	100	95	12	45
ПКН-1500-2-УХЛ	П2	Ш	Ш	КГ220-1500	45	100	35	45
ПГП-400УХЛ	О	С	С	ДРИ400-1	540	10	10	30
ПГП-1000УХЛ	О	С	С	ДРИ1000-1	1000	17	17	30
ПГЦ-400-1УХЛ	П2	Ш	С	ДРИ400-1	60	75	20	45
ПГЦ-1000-1УХЛ	П2	Ш	С	ДРИ1000-1	145	78	20	45
ПГЦ-1000-2УХЛ	П2	Ш	Ш	ДРИ1000-1	46	100	80	60
ПГЦ-2000-1УХЛ	П2	Ш	С	ДРИ2000-1	534	80	20	45
ПЗР-250	О	Ш	Ш	ДРЛ 250	11	60	60	-
ПЗР-400	О	Ш	Ш	ДРЛ 400	19	60	60	-

Примечания: 1. Степень защиты прожекторов типа ПЗС - Р44, остальных - Р54.

2. КСС прожекторов типа ПЗС и ПЗМ показаны на рис. П.3.1 - П.3.3 в прямоугольной системе координат. Кривые изокандел прожекторов показаны на рис. П.3.4 - П.3.8.

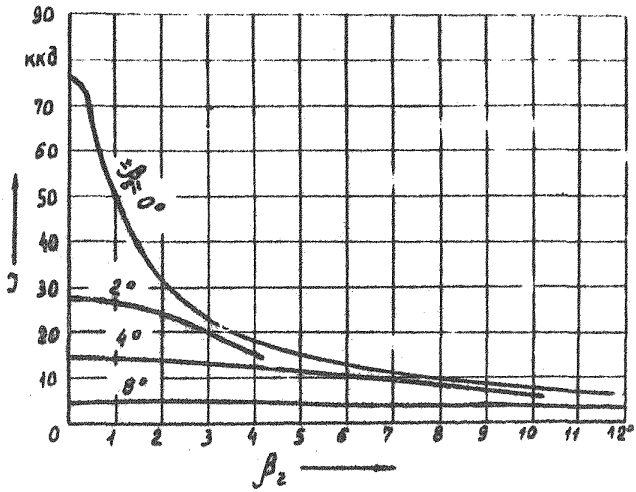


Рис. II.3.I. Кривые силы света прожек.оров ПЗМ-35 с лампой 500 Вт, 220 В

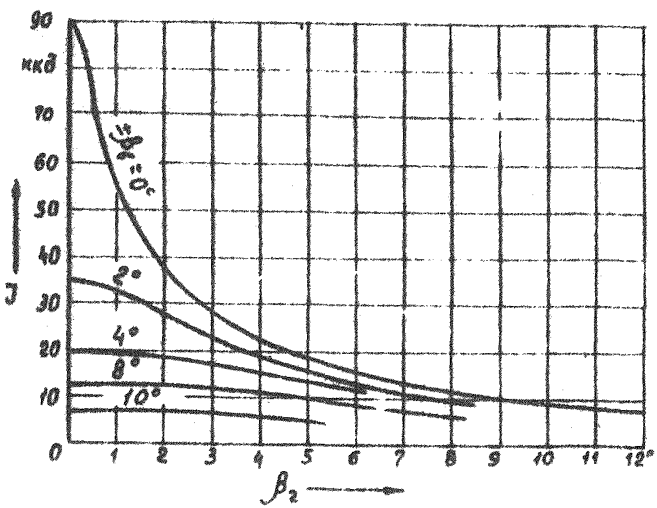


Рис. П.3.2. Кривые силы света прожекторов ПЗС-35 с лампой 500 Вт, 220 В

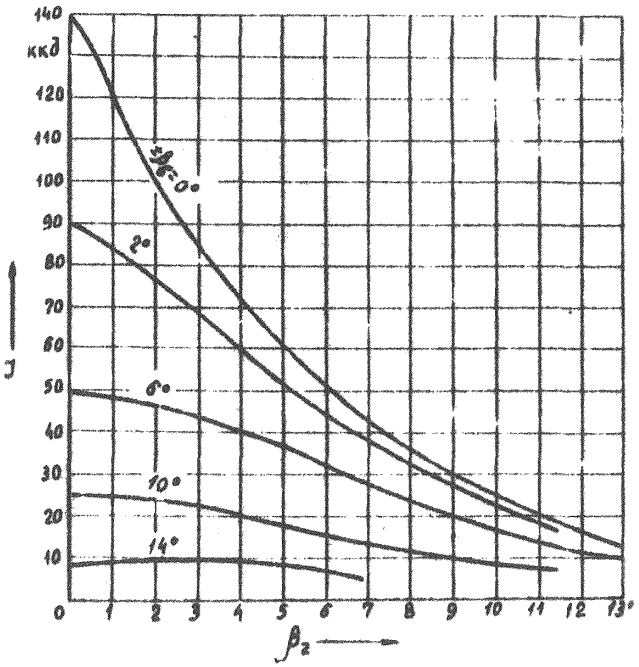


Рис. II.3.3. Кривые силы света прожекторов ГЭС-45 с лампой 1000 Вт, 220 В

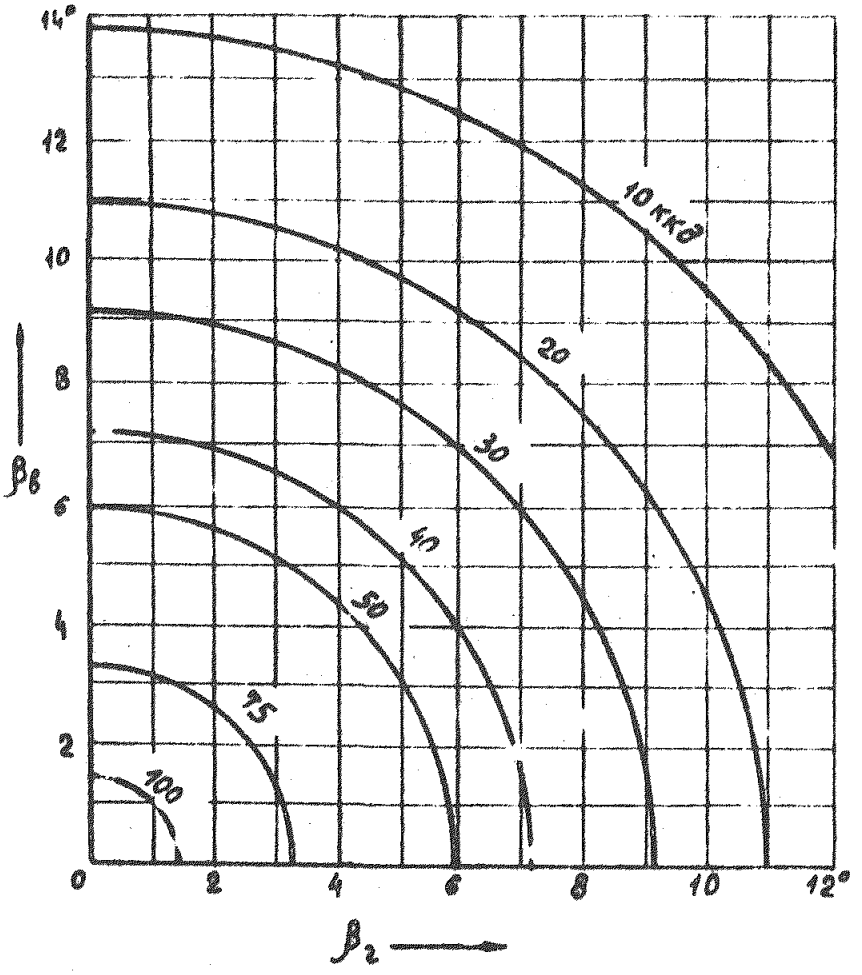


Рис. П.3.4. Кривые изокандел прожекторов ПЗС-45 с лампой 1000 Вт, 220 В

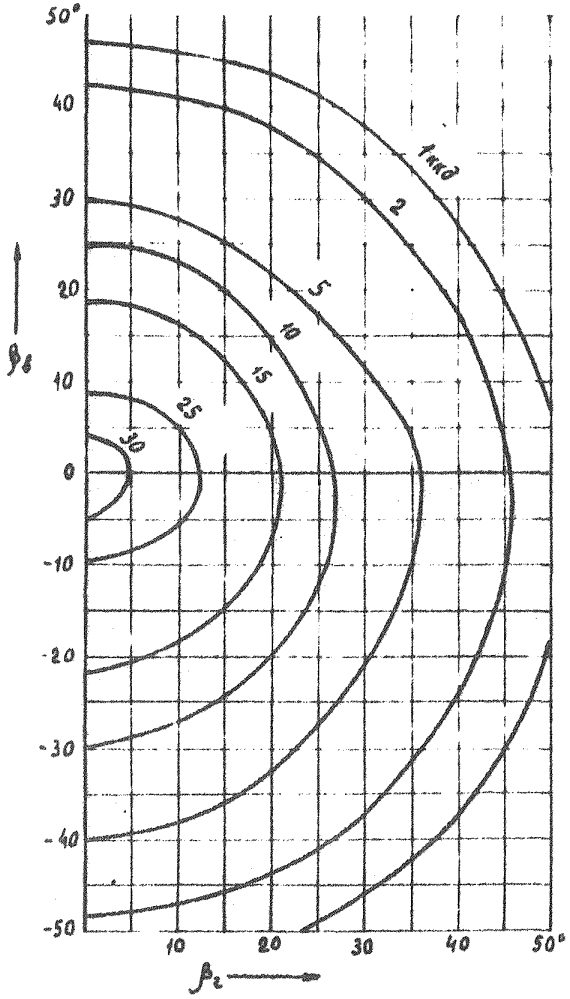


Рис. П.3.5. Кривые силы света прожекторов ПЗС-45 с лампой ДРЛ 700

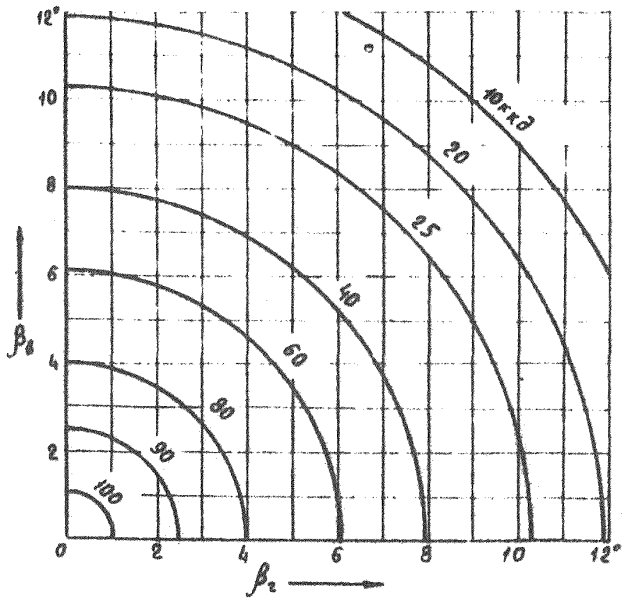


Рис. П.3.6. Кривые изокандел прожекторов ПСМ-50-I с лампой 1000 Вт, 220 В

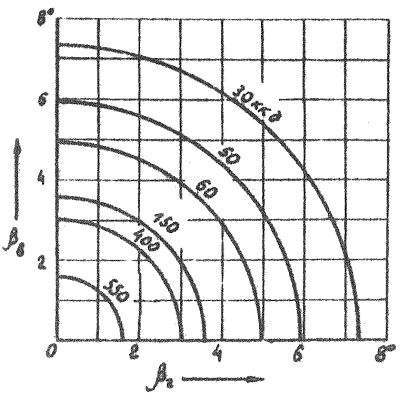
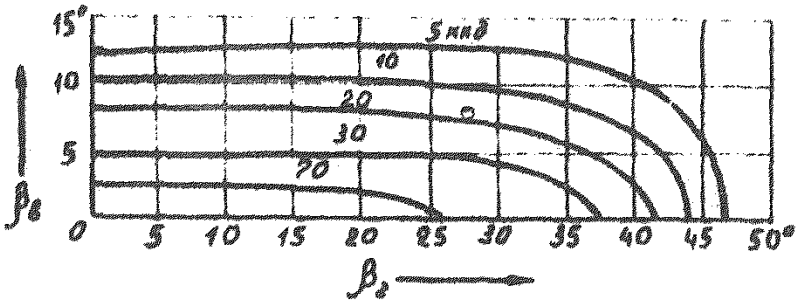
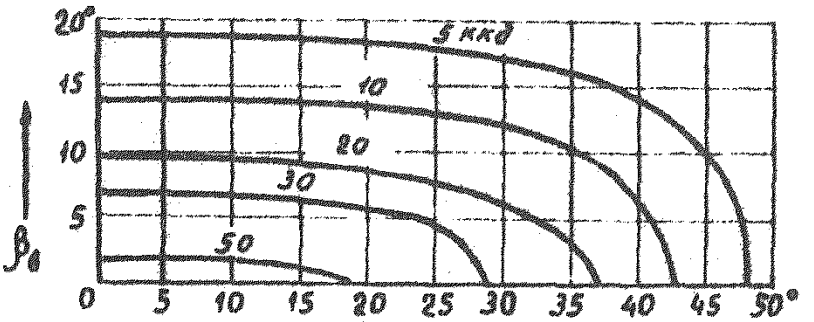


Рис. П.3.7. Кривые изокандел прожекторов ПСМ-50-2 с лампой ПЖ220-1000



а



б

Рис. П.3.8. Кривые изокандел прожекторов:
а – ПКН-1500-1; б – ПКН-1500-2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Светотехнические данные ламп накаливания

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
	Лампы накаливания общего назначения (по ГОСТ 2239-79)		
БІ25-І35-60	І30	60	810
Б215-225-60	220	60	715
Б220-230-60	225	60	715
БІ25-І35-І00	І30	І00	І540
БКІ25-І35-60	І30	60	875
БКІ25-І35-І00	І30	І00	І630
БК215-225-І00	220	І00	І450
ГІ25-І35-500	І30	500	8700
Г215-225-500	220	500	8300
ГІ25-І35-І000	І30	750	І9І00
Г215-225-І000	220	І000	І8600
	Лампы накаливания для местного освещения (по ГОСТ 1182-77)		
МОІ2-40	І2	40	620
М036-60	36	60	800
	Лампы накаливания кварцевые галогенные (по ТУ І6-535.253-74)		
КГ220-І000-5	220	І000	22000
КГ220-І500	220	І500	33000
КГ220-2000-4	220	2000	44000
	Лампы накаливания прожекторные (по ГОСТ 7874-76)		
ПЖ220-400	220	300	5000
ПЖ220-600	220	500	9300

Примечания: І. У ламп общего назначения мощностью до І00 Вт и для местного освещения цоколь Е27/27, мощностью 500 и І000 Вт поколь Е40/45, у ламп типа КГ - специальный, прожекторных - ІФ-С5І-І.

2. Средняя продолжительность горения ламп общего назначения и для местного освещения І000 ч, ламп типа КГ - 2000 ч и прожекторных - 400 ч.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Светотехнические данные ламп газоразрядных

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм	Цена, руб.
Лампы ртутные дуговые высокого давления с исправленной цветностью (по ГОСТ I6354-77)					
ДРЛ 400	400	I35	3,25	20000	7
ДРЛ 700	700	I40	5,45	36000	I0
ДРЛ1000	I000	I45	7,50	52000	I2
Лампы ртутные дуговые высокого давления с иодидами металлов (по ТУ I6-545.038-75)					
ДРИ 400	400	I30	3,40	34000	7
ДРИ 700	700	I20	6,50	59500	24
ДРИ1000	I000	I30	8,55	90000	27
ДРИ2000-2	2000	230	9,00	I90000	53
Лампы дуговые натриевые трубчатые (по ТУ I6-545.30I-80)					
ДНаТ 400-I	400	90	4,6	47000	42
Лампы газовые сверхвысокого давления (по ТУ I6-545.I24-77)					
ДКсТ I0000-3	I0000	220	47	260000	I32

Примечания: I. У всех ламп ДРЛ, а также ламп ДРИ 400 и ДНаТ 400-I цоколь Е40/45, у ламп ДРИ 700, I000 и 2000 - Е40/55х47, ламп ДКсТ - специальный.

2. Средняя продолжительность горения ламп ДРЛ I0000 ч, ламп ДРИ 400 - 6000 ч, ДРИ 700 - 5000 ч, ДРИ I000 - 3000 ч, ДРИ 2000-2 - I500 ч, ламп ДНаТ 400-I - I5000 ч, ламп ДКсТ - I350 ч.

3. Лампы предназначены для работы в сетях 220/380 В частотой 50 Гц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Технико-экономические данные световых приборов

Тип светового прибора	Масса, кг	Габаритные размеры, мм	Оптовая цена, руб.
ПСХ-60	I	235хI36хI33	-
ППД-I00	2	200х320	-
НПП03-I00-00У3	3	390х270хI50	9
РКУ0I-400-006-УI	I3	870х420х2I3	36
РКУ0I-400-0I0-УI	I5	944х420х2I3	26
ЖКУ0I-400-002-УI	I3	870х420х209	42
ЖКУ02-400-00I-УI	22	I000х406х380	64
ИСУ0I-2000/002УI	I3	252х600х440	32
ПЗМ-35АУI	8	3I0х455х5I0	8
ПЗС-35А-УI	I0	3I0х455х5I0	7
ПЗС-45А-УI	I4	370х575х675	I0
ПФС-35А-2-УI	22	450х500х620	38
ПФС-35А-3-УI	28	450х500х620	38
ПФС-35А-4-УI	28	450х500х620	38
ПСМ-40А-I-УI	7	435х530х630	40
ПСМ-40А-2-У2	7	435х530х630	4I
ПСМ-50А-I-УI	I0	545х640х650	53
ПКН-I000-I-УI	9	200х340х390	43
ПКН-I000-2-УI	9	200х340х390	43
ПКН-I500-I-УI	I0	230х4I0х4I5	54
ПКН-I500-2-УI	I0	230х4I0х4I5	54
ПГП-400УI	89	720х850х975	840
ПГП-I000УI	I08	720х850х975	885
ПГЦ-400	73	400х700х730	780
ПГЦ-I000	92	400х700х730	835
ПГЦ-2000-IУI	I06	460х840х885	895
ПЗР-250	I6	560х430х475	-
ПЗР-400	I8	570х535х575	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Общий вид световых приборов

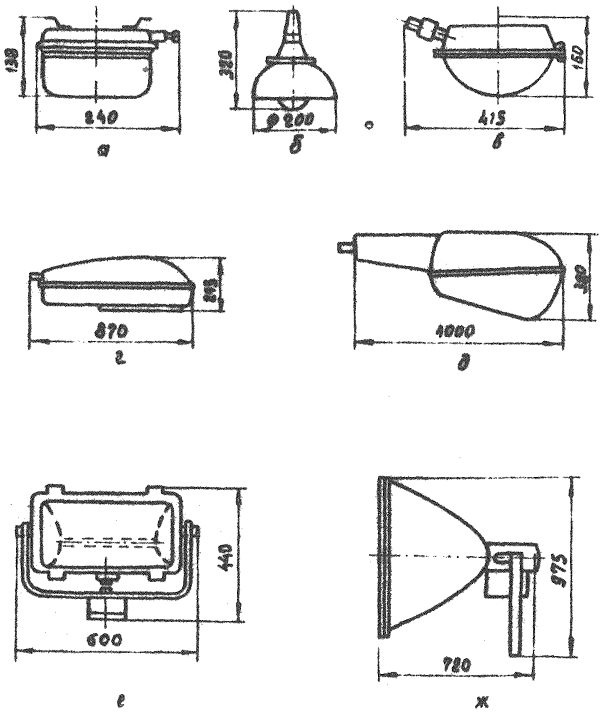


Рис. П.7. Световые приборы: а - ПСХ; б - ППД-100; в - НПП03-100; г - РКУ01-400; д - ЖКУ02-400; е - ИСУ01-2000; ж - ПГП-400 и ПГП-1000

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица тригонометрических функций

α, град	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\cos^2\alpha$	$\cos^3\alpha$	$tg\alpha$
0	0,000	I,000	I,000	I,000	0,000
5	0,087	0,996	0,992	0,989	0,087
I0	0,I74	0,985	0,970	0,955	0,I76
I5	0,259	0,966	0,933	0,90I	0,268
20	0,342	0,940	0,883	0,830	0,364
25	0,423	0,906	0,82I	0,744	0,466
30	0,500	0,866	0,750	0,650	0,577
35	0,574	0,8I9	0,67I	0,550	0,700
40	0,643	0,766	0,587	0.450	0,840
45	0,707	0,707	0,500	0,354	I,000
50	0,766	0,643	0,4I3	0,266	I,I9I
55	0,8I9	0,574	0,329	0,I89	I,428
60	0,866	0,500	0,250	0,I25	I,732
65	0,906	0,423	0,I79	0,076	2,I44
70	0,940	0,342	0,II7	0,040	2,747
75	0,966	0,259	0,067	0,0I7	3,732
80	0,985	0,I74	0,030	0,005	5,67I
85	0,996	0,087	0,0076	0,0007	II,430
90	I,000	0,000	0,000	0,000	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Графики кривых равной относительной освещенности (условные изолюксы) светильников

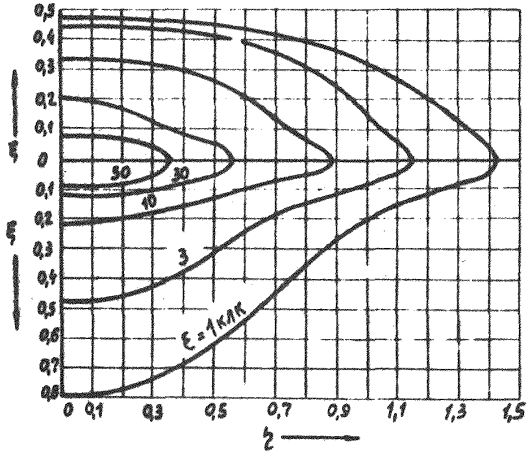


Рис. П.9.I. Условные изолюксы светильника ИСУ-2000

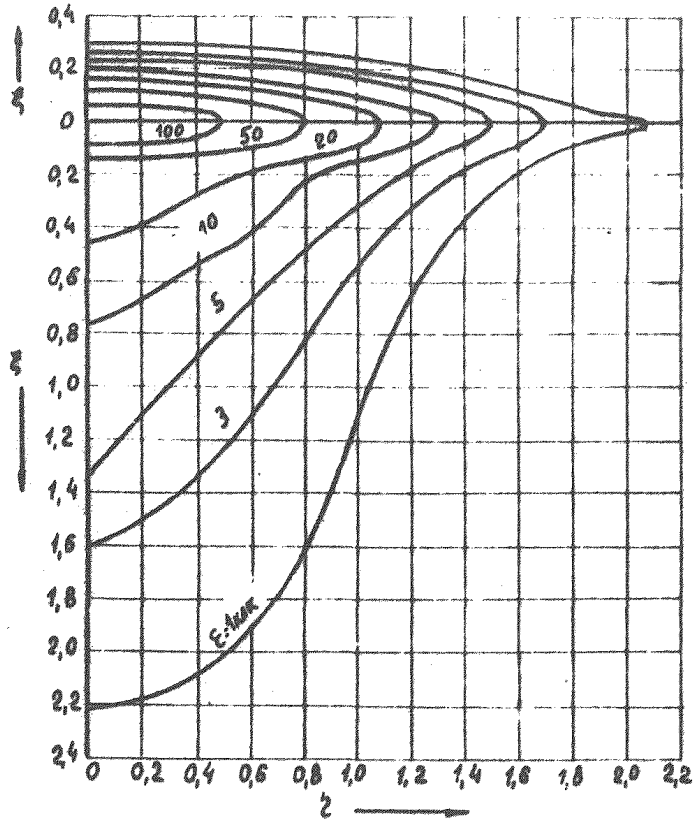


Рис. П.9.2. Условные изолюксы осветительного устройства СКсН-10000

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Минимально допустимая высота установки прожектора

Тип прожектора	Тип лампы	Минимально допустимая высота установки, м			
		Нормируемая освещенность, лк			
		0,5	10	30	50
ПЗМ-35	Г220-500	20	7	4	4
ПЗС-35	Г220-500	22	8	5	4
ПЗС-45	ДРИ700	75	30	16	13
ПЗС-45	ДРЛ700	17	6	4	3
ПЗС-45	ДРЛ400	12	4	3	3
ПЗС-45	Г220-1000	35	13	7	6
ПСМ-40-1	Г220-500	25	10	5	4
ПСМ-40-2	ПЖ220-600	50	20	11	9
ПСМ-50-1	ДРЛ700	23	8	5	4
ПСМ-50-1	ДРЛ400	14	5	3	3
ПСМ-50-1	Г220-1000	35	13	7	6
ПКН-1000-1	КГ220-1000-5	23	8	5	4
ПКН-1000-2	КГ220-1000-5	17	6	4	3
ПКН-1500-1	КГ220-1500	30	11	6	5
ПКН-1500-2	КГ220-1500	20	8	5	4
ПЗР-250	ДРЛ 250	10	4	3	3
ПЗР-400	ДРЛ 400	14	5	3	3

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Кривые относительных изолюкс прожекторов (изолюксы на условной плоскости)

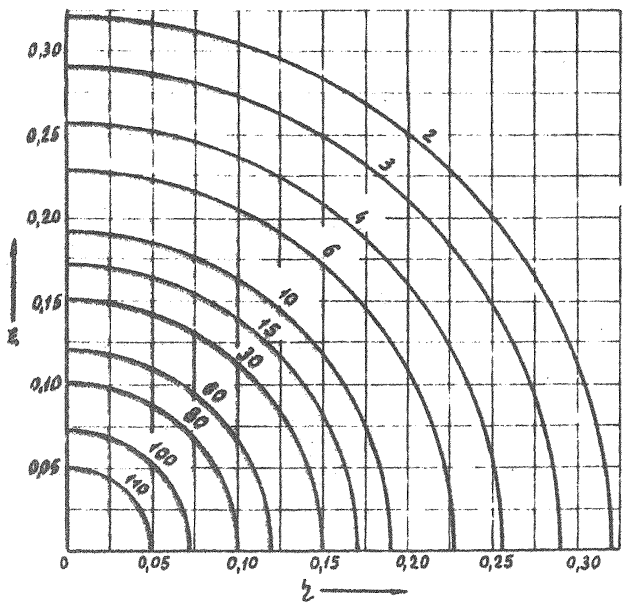


Рис. П.II.I. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПСМ-50-I с лампой Г220-1000

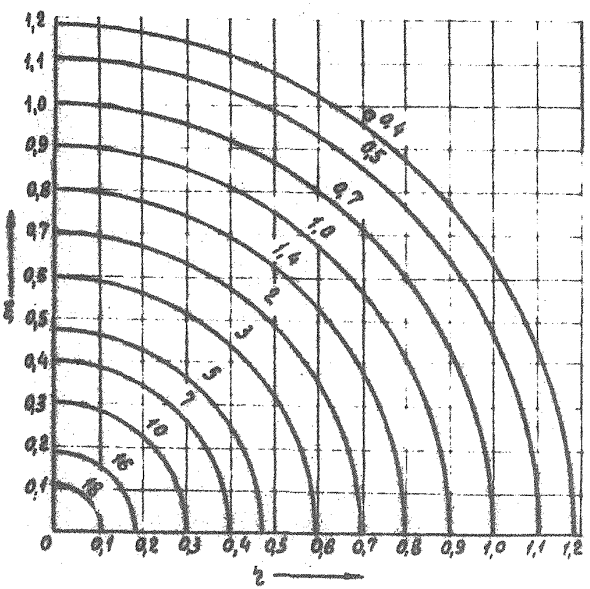


Рис. П.II.2. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПСМ-50-1 с лампой ДРЛ 700

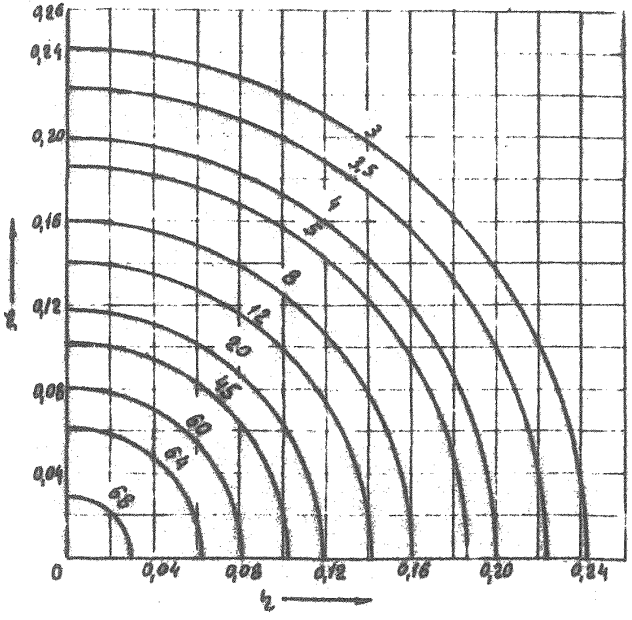


Рис. П.II.3. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПСМ-40-I с лампой Г220-500

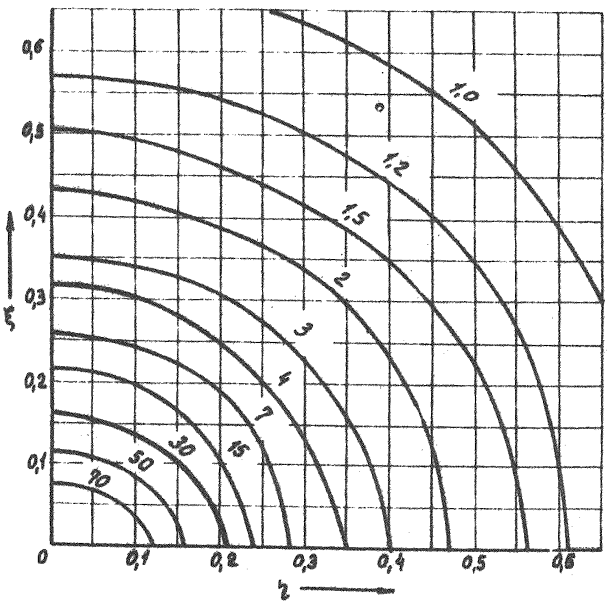


Рис. П.II.4. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПЗС-45 с лампой Г220-1000

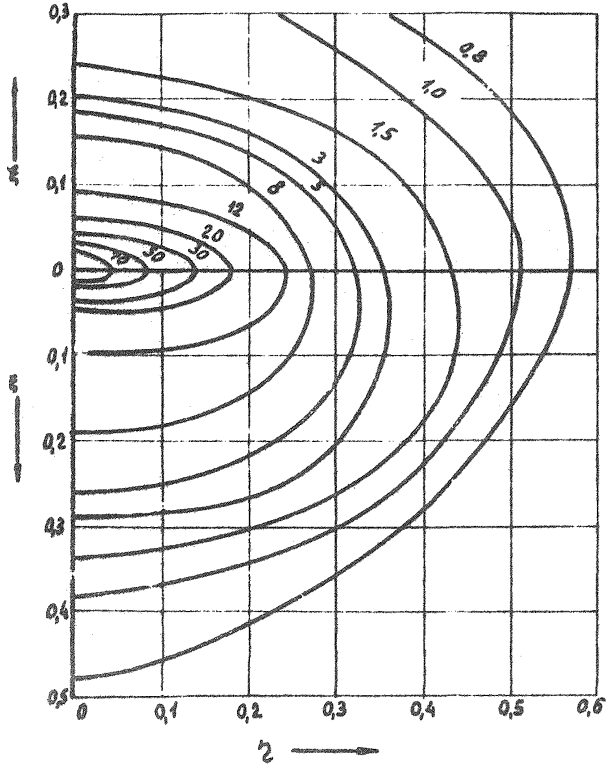


Рис. П.II.5. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПЗС-35 с лампой Г220-500

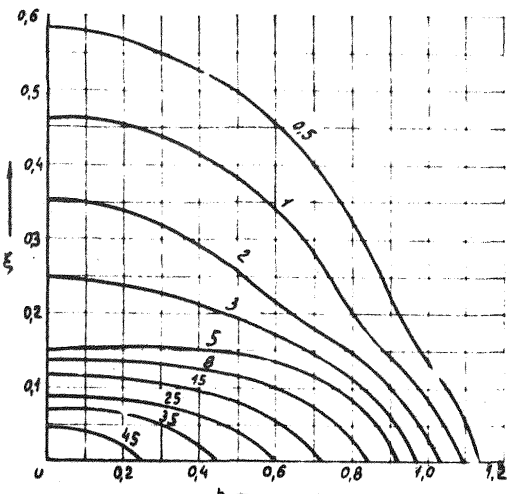


Рис. П.II.6. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПКН-1000-1

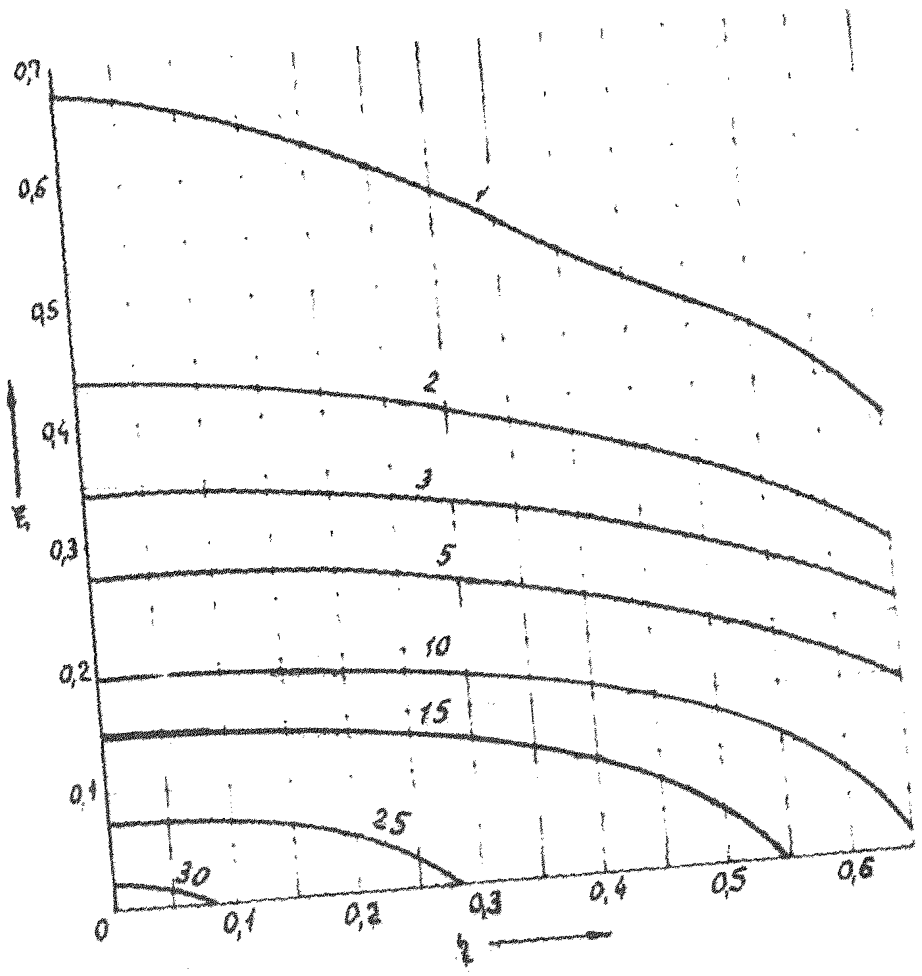


Рис. П.II.7. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПКН-1000-2

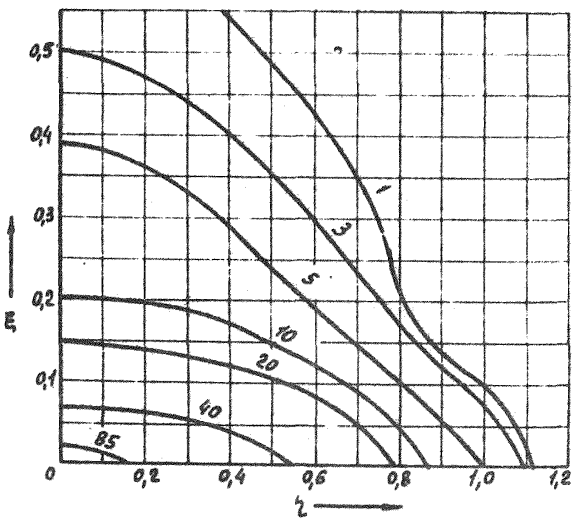


Рис. П.II.8. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПКН-1500-I

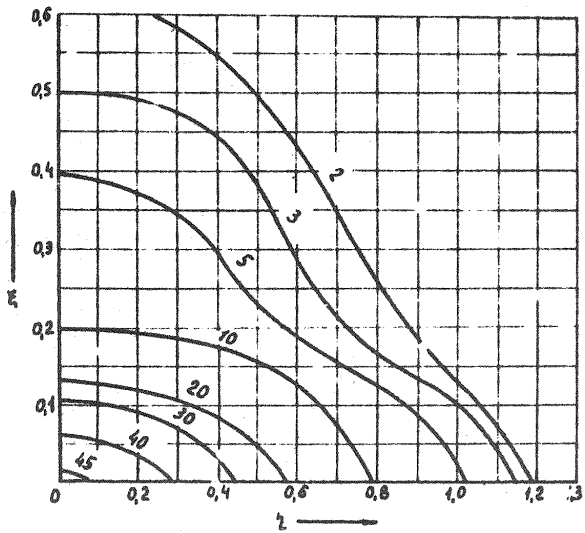


Рис. П.II.9. Изолюксы на условной плоскости (килолюксы) прожектора ПКН-1500-2

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Кривые изолюкс прожекторов
с различными углами наклона

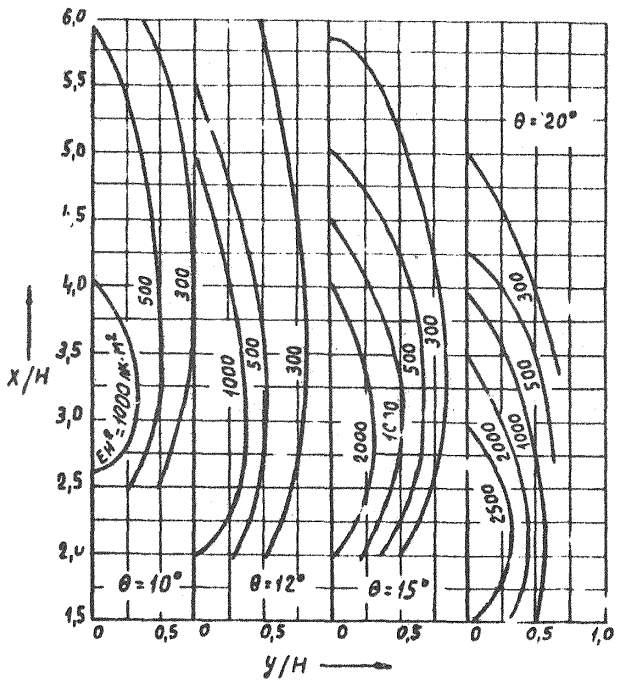


Рис. П.12.1. Кривые изолюкс прожектора ПЗС-45
с лампой 1000 Вт

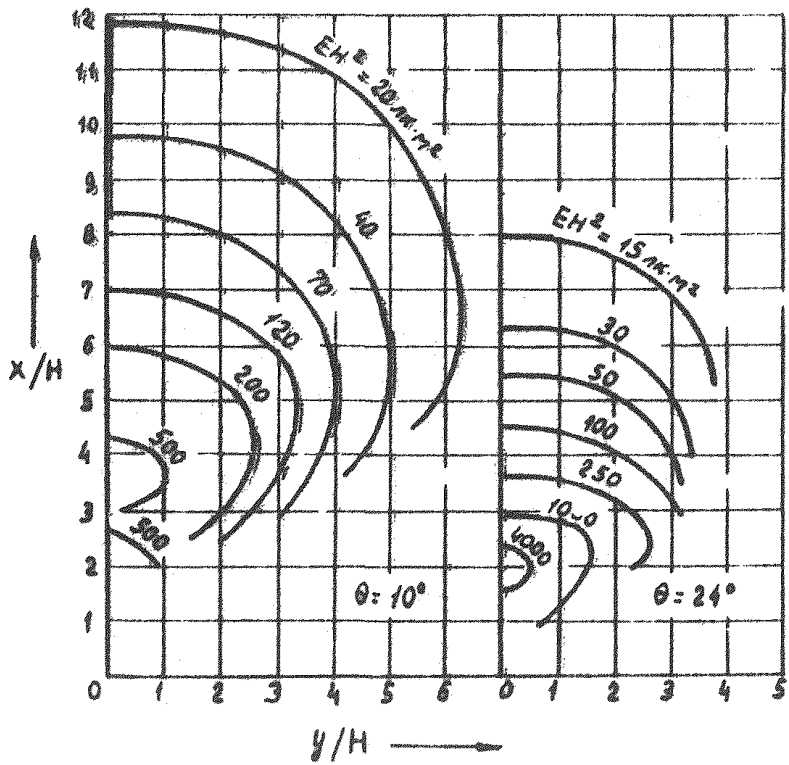


Рис. П.12.2. Кривые изолюкс прожектора ПКН-1500-1

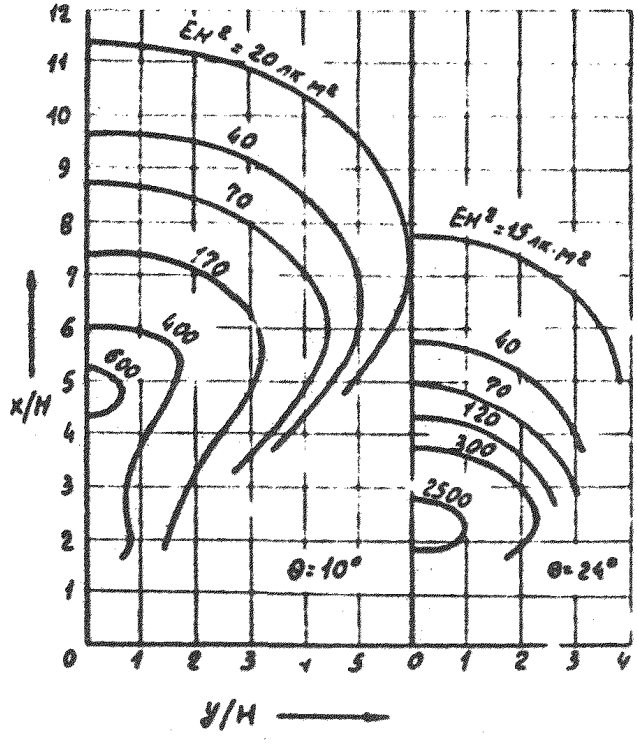


Рис. П.12.3. Кривые изолюкс прожектора ПКН-1500-2

ПРИЛОЖЕНИЕ I3

Графики для определения освещенности от групп прожекторов

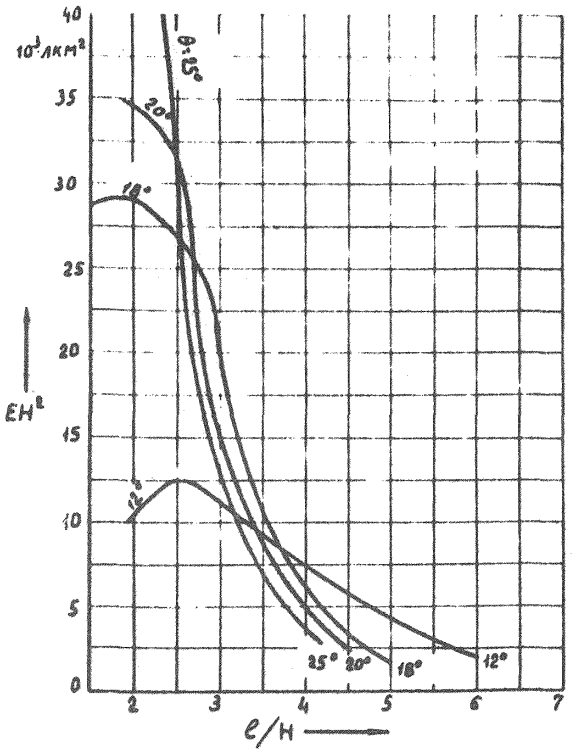


Рис. П.I3.I. График для определения освещенности от группы прожекторов ПЗС-35 с лампой 500 Вт, 220 В (для $\tau=1^0$)

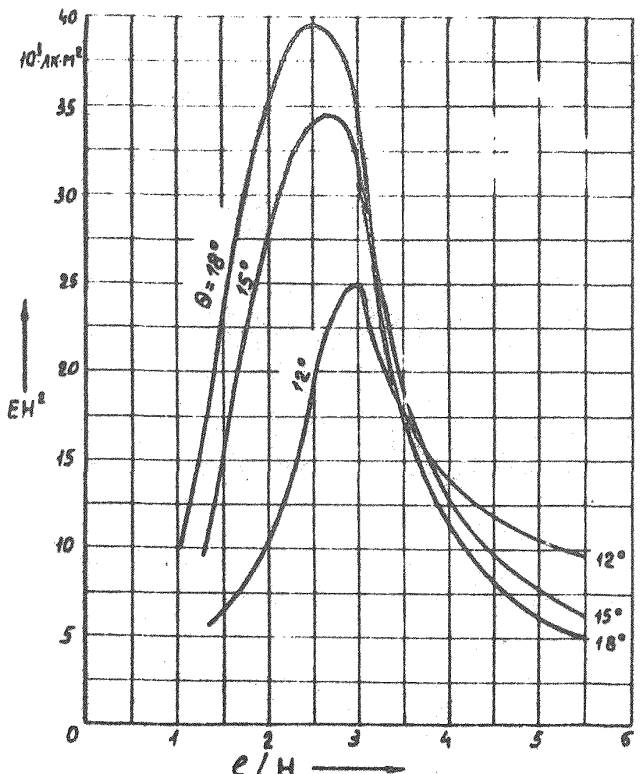


Рис. П.I3.2. График для определения освещенности от группы прожекторов ПСМ-40-I с лампой 500 Вт, 220 В (для $\hat{c}$ =I°)

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения	3
2. Методика расчета светотехнических параметров электроосветительной установки	3
2.I. Выбор и размещение световых приборов	4
2.2. Расчет освещенности от светильников с круглосимметричным светораспределением	II
2.3. Расчет освещенности от светильников с некруглосимметричным светораспределением	I7
2.4. Расчет прожекторного освещения	23
3. Требования к электротехнической части	42
4. Эксплуатационные требования	44
5. Требования безопасности	44
6. Методы измерения и контроля освещенности	45
Список использованной литературы	46
Приложение I. Термины и определения	47
Приложение 2. Светотехнические данные светильников	5I
Приложение 3. Светотехнические данные прожекторов	55
Приложение 4. Светотехнические данные ламп накаливания	65
Приложение 5. Светотехнические данные ламп газоразрядных	66
Приложение 6. Технико-экономические данные световых приборов	67
Приложение 7. Общий вид световых приборов	68
Приложение 8. Таблица тригонометрических функций	69
Приложение 9. Графики кривых равной относительной освещенности (условные изолюксы) светильников	70
Приложение I0. Минимально допустимая высота установки прожекторов	72
Приложение II. Кривые относительных изолюкс прожекторов (изолюксы на условной плоскости)	73
Приложение I2. Кривые изолюкс прожекторов с различными углами наклона	82
Приложение I3. Графики для определения освещенности от группы прожекторов	85

gost.e-ecolog.ru