

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Дата подписания: 12.12.2024 09:46:08

Уникальный программный код:

528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f735a12

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Саратовский государственный аграрный**  
**университет имени Н.И. Вавилова»**

Методические указания  
по выполнению курсовой работы по дисциплине  
**«Производственная санитария и  
гигиена труда»**

Направление подготовки  
**20.03.01 Техносферная безопасность**

Направленность (профиль)  
**Пожарная безопасность и охрана труда**

**Саратов, 2021**

**Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Сост.: Г.П. Надежкина // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2021. – 48 с.**

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность содержат информацию по структуре и последовательности по выполнению курсовой работы. Приведены нормативные требования по содержанию и оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части курсовой работы. Материал ориентирован на вопросы профессиональных компетенций будущих бакалавров.

## ВВЕДЕНИЕ

Производственной (промышленной) санитарией называется система технических мероприятий, разрабатываемых на основе гигиены труда и предусматривающим устройство специальных производственных и гигиенических бытовых помещений, установку соответствующего оборудования, обеспечивающих безопасные пределы содержания в воздухе производственных помещений пыли, газов, паров, температуры и влажности воздуха, интенсивности и уровня шума, искусственного освещения и т. п.

Производственное освещение – это тип освещения, являющийся обязательным для всех производственных помещений и предназначенный для обеспечения нормального выполнения какой-либо деятельности, прохода людей, движения транспорта.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей. По данным международной комиссии по освещению, благодаря улучшению освещенности помещений можно увеличить эффективность работы сотрудников на 3-11%. Оптимально спроектированное и рационально выполненное промышленное освещение повышает эффективность профессиональной деятельности, работоспособность и безопасность труда. Производственное освещение бывает естественным и искусственным.

В данных методических указаниях приведены основные светотехнические понятия и единицы, виды и системы освещения, основные источники света и осветительные приборы, и их характеристики, представлены примеры расчета системы искусственного освещения.

## 1. ОСНОВНЫЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ЕДИНИЦЫ

Для гигиенической оценки условий труда используются светотехнические единицы, принятые в физике [1].

Световой поток ( $\Phi$ ) – мощность лучистой энергии, оцениваемая по произвольному ею световому ощущению. Единица – люмен (лм) имеет размерность  $\text{кд} \times \text{ср}$ .

Сила света  $I$  – отношение светового потока к телесному углу, в котором он излучается. Единица – кандела (кд)

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1)$$

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 направления, в котором поверхность рассматривается.

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (2)$$

Яркость ( $L$ ) – отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскости перпендикулярную данному направлению. Единица яркости – кандела на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ )

$$L = \frac{dI}{dS \cos \alpha} \quad (3)$$

## 2. ВИДЫ И СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

Искусственное освещение подразделяется на:

- рабочие (для обеспечения нормальной световой обстановки на рабочих местах);
- аварийное (на случай выхода из строя рабочего освещения);

- эвакуационное (для обеспечения эвакуации людей при аварийном отключении рабочего освещения);
- охранное (для освещения территории, которая охраняется).

Различают два вида аварийного освещения:

для продолжения работы;

для безопасной эвакуации людей.

Устройство рабочего освещения обязательно во всех случаях независимо от наличия аварийного освещения [2].

Аварийное освещение необходимо в помещениях и на открытых площадках, если прекращение нормальной работы из-за отсутствия рабочего освещения может вызвать взрыв, пожар, отравление людей; длительное нарушение технологического процесса, опасность травматизма в местах массового скопления людей.

Искусственное освещение может быть общим (равномерным или локальным), комбинированным, состоящим из общего освещения рабочих поверхностей. Устройство в помещениях только местного освещения запрещено.

Временное местное освещение, осуществляемое преимущественно ручными светильниками, считается переносным [3].

### 3. ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Для искусственного освещения промышленных предприятий в настоящее время в основном применяются лампы накаливания и газоразрядные.

Лампа накаливания – это электрический источник света, который излучает световой поток в результате накала проводника из тугоплавкого металла (вольфрама) (см. рисунок 1).

Достоинства:

невысокая стоимость;

мгновенное зажигание при включении;

небольшие габаритные размеры;



широкий диапазон мощностей.

Достоинства:

невысокая стоимость;

мгновенное зажигание при включении;

небольшие габаритные размеры;

широкий диапазон мощностей.

Недостатки:

большая яркость (негативно воздействует на зрение);

Р и с. 1 Лампа

небольшой срок службы – до 1000 часов;

накаливания

низкий КПД. (только десятая часть потребляемой лампой электрической энергии преобразуется в видимый световой поток) остальная энергия преобразуется в тепловую.

Таблица 1

**Технические характеристики ламп накаливания**

Технические характеристики	Лампы накаливания
Срок службы источника света	1 000 часов
Световая эффективность	10 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	высокое
Виброустойчивость	низкая
Устойчивость к перепадам напряжения	низкая
Чувствительность к частым включениям	есть
Допустимая температура окружающей среды	- 60 С <sup>0</sup> +100 С <sup>0</sup>
Перезажигание лампы	мгновенное
Пульсации излучения	мало заметные
Цветовая температура, К	2700
Индекс цветопередачи	100
Специальная утилизация	не требуется
КПД светильника	50-80%
Средняя стоимость	низкая

Газоразрядные лампы- лампы, в которых свет возникает в результате электрического разряда в газе, парах металлов или в смеси газа с парами. К ним относятся лампы люминесцентные, дуговые ртутные (ДРЛ), дуговые ртутные с йодами металлов (ДРИ), ксеноновые и др. (см. рисунок 2).



Р и с. 2 Газоразрядные лампы

Достоинства:

высокий КПД;

длительный срок службы по сравнению с лампами накаливания;

экономичность;

высокая степень цветопередачи;

хорошая стабильность цвета;

хорошие характеристики светового потока в течение всего срока службы.

Недостатки:

высокая стоимость;

необходимость пускорегулирующей аппаратуры;

долгий выход на рабочий режим;

высокая чувствительность;

наличие токсичных компонентов и как следствие необходимость в инфраструктуре по сбору и утилизации;

невозможность работы на любом роде тока;

невозможность изготовления ламп на самое разное напряжение (от долей вольта до сотен вольт);

наличие мерцания и гудения при работе на переменном токе промышленной частоты;

прерывистый спектр излучения;

непривычный в быту спектр.

Люминесцентные лампы, называемые еще, лампами дневного света, представляют собой запаянную с обоих концов стеклянную трубку, изнутри покрытую тонким слоем люминофора.



Р и с. 3 Люминесцентная лампа

Достоинства:

хорошая светоотдача и более высокий КПД (в сравнении с лампами накаливания);

разнообразие оттенков света;

рассеянный свет;

длительный срок службы (2000 -20000 часов в отличие от 1000 у ламп накаливания), при соблюдении определенных условий.

Недостатки:

химическая опасность (ЛЛ содержат ртуть в количестве от 10 мг до 1 г);

неравномерный, неприятный для глаз, иногда вызывающий искажения цвета, освещённых предметов (существуют лампы с люминофором спектра, близкого к сплошному, но имеющие меньшую светоотдачу);

со временем люминофор срабатывается, что приводит к изменению

спектра, уменьшению светоотдачи и как следствие понижению КПД ЛЛ;

мерцание лампы с удвоенной частотой питающей сети;

наличие дополнительного приспособления для пуска лампы – пуско-регулирующего аппарата (громоздкий дроссель с ненадёжным стартером);

очень низкий коэффициент мощности ламп – такие лампы являются неудачной для электросети нагрузкой (проблема решается с применением вспомогательных устройств).

Таблица 2

**Технические характеристики люминесцентных ламп**

Технические характеристики	Люминесцентные лампы
Срок службы источника света	8-12 000 часов
Световая эффективность	80 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	низкое
Виброустойчивость	средняя
Устойчивость к перепадам напряжения	горизонтальное
Чувствительность к частым включениям	есть
Допустимая температура окружающей среды	+5 С <sup>0</sup> +55 С <sup>0</sup>
Перезажигание лампы	мгновенное
Пульсации излучения	нет
Цветовая температура, К	2000-6500
Индекс цветопередачи	80
Специальная утилизация	требуется
КПД светильника	45-75%
Средняя стоимость	средняя

По спектральному составу излучение лампы ДРЛ значительно отличаются от люминесцентного и ламп накаливания. При освещении ламп ДРЛ усиливается интенсивность зеленых и голубых тонов, а также резко искажается цветопередача ряда других тонов. В связи с этим лампы ДРЛ можно применять только для наружного освещения

и в таких производственных помещениях, в которых выполняемая работа не требует правильной цветопередачи и не связана с различием цветов, например, в высоких цехах (от 12 до 18 м) машиностроительной, металлургической промышленности, судостроении и т.п.

Лампы ДРЛ можно с успехом применять для освещения горячих цехов, для цехов, где выполняются работы, требующие общего наблюдения за ходом технологического процесса, при грубых работах, а также при работах средней точности, не требующих большого напряжения зрения.

Лампы ДРИ называют также металлогалогенными лампами (МГЛ) или ртутно-галогенными. Они характеризуются высокой светоотдачей (до 100 лм/Вт) и значительно лучшим составом света, но срок эксплуатации существенно меньше, чем ламп ДРЛ.

Металлогалогенные лампы (МГЛ / НМЛ) являются одним из видов газоразрядных ламп (ГРЛ) высокого давления. От других ГРЛ отличаются тем, что для коррекции спектральной характеристики дугового разряда в парах ртути, в горелку МГЛ дозируются специальные излучающие добавки (ИД), представляющие собой галогениды некоторых металлов (см. рисунок 4).

Достоинства:

светоотдача в 10 раз больше, чем у ламп накаливания.

компактный источник света

надежная работа при низких температурах и различных условиях эксплуатации;

возможность применять лампы разной цветности.

Недостатки:

время разгорания 30-50 секунд, после отключения не включаются пока не остынут;

высокая стоимость.



Р и с. 4 Металлогалогенные лампы

## Технические характеристики металлогалогенных лампы

Технические характеристики	Металлогалогенные лампы
Срок службы источника света	10 000 часов
Световая эффективность	70 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	есть
Виброустойчивость	определенное
Устойчивость к перепадам напряжения	низкая
Чувствительность к частым включениям	есть
Допустимая температура окружающей среды	- 40 С <sup>0</sup> +40 С <sup>0</sup>
Перезажигание лампы	5-7 минут
Пульсации излучения	мало заметные
Цветовая температура, К	2000-6500
Индекс цветопередачи	60-90
Специальная утилизация	требуется
КПД светильника	50-75%
Средняя стоимость	Высокая

Лампы ДРЛ (Дуговые Ртутно Люминесцентные) имеют очень высокую световую отдачу (до 60 лм/Вт) и относятся к ртутным разрядным лампам высокого давления с исправленной цветностью. ДРЛ лампа состоит из кварцевой трубки (горелки), находящейся в стеклянной колбе, внутренняя поверхность которой покрыта тонким слоем люминофора, он в свою очередь преобразовывает ультрафиолетовое излучение, возникающее в следствии дугового разряда в трубке, в видимый свет, который может улавливать человеческий глаз (см. рисунок 5).

Достоинства:

- хорошая световая отдача (до 55 лм/Вт);
- большой срок службы (10000 ч);
- компактность;

—неприхотливость к условиям окружающей среды (кроме сверх-  
низких температур).

Недостатки:

преобладание в спектре лучей сине-зеленой части, ведущее к плохой  
цветопередаче, что исключает применение ламп, когда объектами,  
которые необходимо осветить, являются лица людей или окрашенные  
поверхности;

возможность работы только на переменном токе;

необходимость включения через балластный дроссель;

длительность разгорания при включении (около 7 минут) и долгое на-  
чало повторного зажигания (около 10 мин).

пульсации светового потока, большие чем у люминесцентных ламп;

уменьшение светового потока к концу службы.



Р и с. 5 Дуговые Ртутно Люминесцентные лампы

Таблица 4

**Технические характеристики дуговых Ртутно Люминесцентных ламп**

Технические характеристики	Дуговые ртутные люми- несцентные лампы
1	2
Срок службы источника света	до 10 000 часов
Световая эффективность	40 Лм/Вт
Выделение тепла при горении	есть
Виброустойчивость	есть
Устойчивость к перепадам напряжения	нет
Чувствительность к частым включениям	средняя
Допустимая температура окружающей среды	низкая
Перезажигание лампы	заметные
Пульсации излучения	6000

1	2
Цветовая температура, К	100
Индекс цветопередачи	требуется
Специальная утилизация	45-70%
КПД светильника	низкая
Средняя стоимость	до 10 000 часов

Ксеноновые лампы применяются для наружного архитектурного освещения зданий и площадей, для освещения проездов, территорий промышленных предприятий и т.д.

Ксеноновая лампа – это источник света, представляющий собой устройство, состоящее из колбы с газом (ксеноном) в котором светится электрическая дуга, которая возникает вследствие подачи напряжения на электроды лампы. Ксеноновая лампа дает яркий белый свет, близкий по спектру к дневному. Ксеноновые лампы обеспечивают интенсивный свет, яркость которого в 3 раза выше света, чем у галогеновых ламп (см. рисунок б).



Р и с. 6 Ксеноновая  
лампа

Достоинства:  
интенсивный яркий свет;  
надежность и высокий срок службы (3000 часов);  
высокая экономичность;  
малый нагрев.  
Недостатки:  
высокая стоимость;  
необходимость применения «блока розжига».

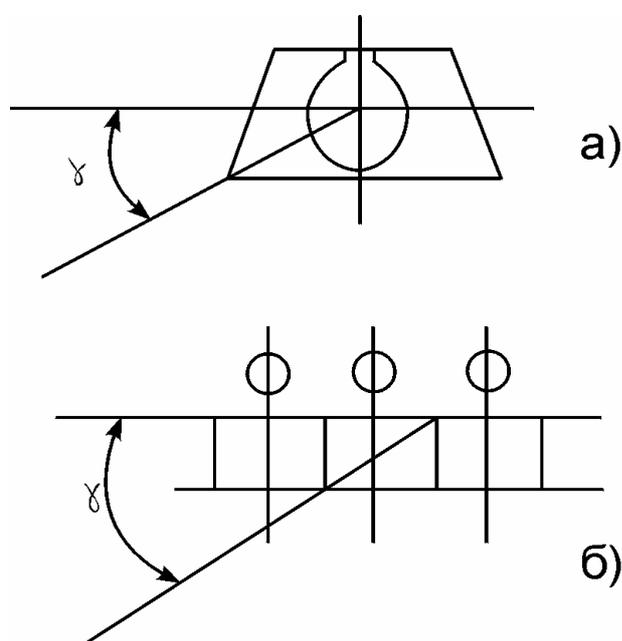
Выбор источника света определяется комплексом факторов, основные из которых – характер работы, условия среды и размеры помещения в соответствии с СП 52.13330.2011 [4].

## 4. ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Светильником принято считать осветительный прибор, осуществляющий перераспределение светового потока внутри значительных телесных углов.

Светильник состоит из лампы и арматуры.

Светотехническими характеристиками светильников являются их кривые силы света, соотношение потоков, излучаемых в нижнюю и верхнюю полусферы, коэффициент полезного действия и защитные углы (см. рисунок 7).

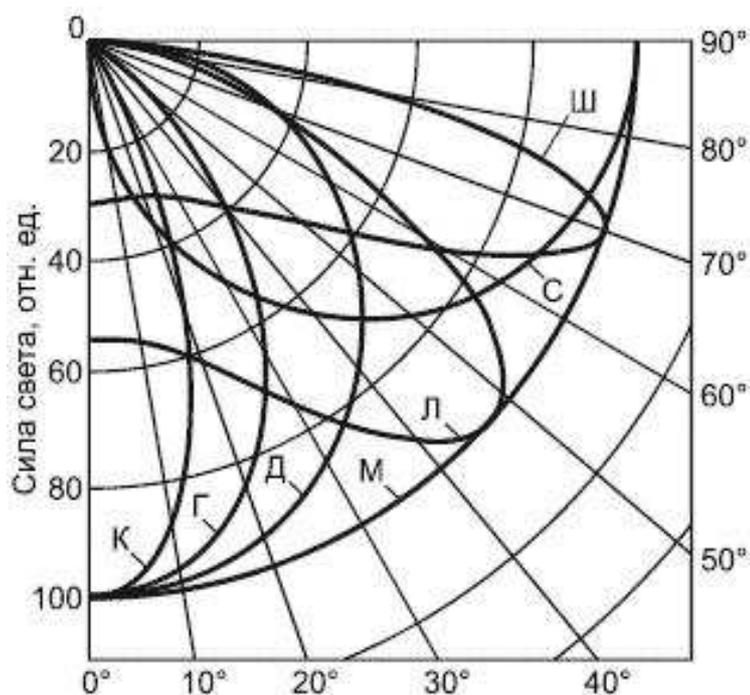


Р и с.7. Защитный угол, создаваемый отражателем (а) и экранирующей решеткой (б)

ГОСТ Р 54350-2015 подразделяет светильники по классам светораспределения в зависимости от доли светового потока в нижнюю полусферу и по типу кривой силы света в одной или нескольких характерных меридиональных плоскостях в нижней и/или верхней полусферах, в зависимости от коэффициента формы кривой силы света. Класс светораспределения составляет поток 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) – 24-40% и отражающего света (О) – до 20% включительно. Светильники классифицируются также по степени защиты от пыли, воды и взрыва [5].

Для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 К до 6800 К [4]. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м<sup>2</sup>. Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается. Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице П.1.1.



Р и с. 8. Типы кривых силы света

Световые приборы для общего и местного освещения со светодиодами должны иметь защитные углы или рассеиватели, исключающие попадание в поле зрения работающего прямого излучения.

Нормы освещенности, приведенные в таблице П.1.2, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- а) при работах I – IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 200 лк и менее;
- в) при специальных повышенных санитарных требованиях (на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения 500 лк и менее;
- г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения 300 лк и менее;
- д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения 750 лк и менее;
- е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м<sup>2</sup> и более;
- з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет. При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы IV – VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При выполнении в помещениях работ I – III, IVа, IVб, IVв, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения. При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при лю-

бой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разряду VШа.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10 % нормируемой для комбинированного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 1200 лк допускается только при наличии обоснований. В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Яркость рабочей поверхности не должна превышать значений, указанных в таблице П.1.3.

Коэффициент пульсации освещенности на рабочих поверхностях не должен превышать значений, указанных в таблице П.1.2. Коэффициент пульсации не ограничивается для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в них условий для возникновения стробоскопического эффекта. В помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта, коэффициент пульсации освещенности должен быть менее 10 % за счет применения источников света со специальными устройствами питания (светодиоды постоянного тока, люминесцентные лампы с электронными пускорегулирующими устройствами), включения соседних разрядных источников света в три фазы питающего напряжения.

Выбор светильников производится на основе учета светотехнических, экономических, в том числе энергетических, связанных с условиями среды, и эстетических требований.

Светильники прямого света применяют в высоких цехах, при плохо отражающих потолках и в тех случаях, когда не требуется освещение оборудования, расположенного на уровне светильников или выше их. При ограниченной высоте и достаточно хорошо отражающих перекрытиях, а также при необходимости освещения высоко расположен-

ных поверхностей используют светильники преимущественно прямого и рассеянного света. Для административно-конторских помещений выбирают светильники от преимущественно прямого до рассеянного и преимущественно отраженного света.

В станкостроительной и инструментальной промышленности в помещениях высотой 12-18 м используются светильники концентрированного распределения с лампами ДРЛ.

Для освещения невысоких помещений 6-8 м рационально использовать диффузные светильники типа ЛД. Для длинных и сплошных светящихся линий можно применять осветительные устройства ЛОУ. Конструкция подвесных потолков и условия технологии термоконтактных цехов прецизионного станкостроения требуют использование для их освещения встроенных светильников типа ВЛО [3].

В основных металлургических цехах целесообразны светильники глубокого, а иногда и концентрированного светораспределения. Во вспомогательных цехах применяют светильники глубокого, косинусного или полуширокого светораспределения.

В высоких сталеплавильных, прокатных, электролизных и литейных цехах применяют глубокоизлучатели различных типов [3].

При малой высоте и тяжелых условиях среды рекомендуются светильники ПВЛМ, ПВЛП.

При выборе светильников по условиям среды обязательны требования к исполнению их в пожароопасных и взрывоопасных помещениях.

## **5. ВЫБОР РАСПОЛОЖЕНИЯ И УСТАНОВКИ СВЕТИЛЬНИКОВ**

Размещение светильников в плане и разрезе помещения определяется следующими размерами:

$H$  – высота помещения,  $h_c$  – расстояние светильника от перекрытия;  
 $h_{п}$  – высота светильника под полом;  $h_p$  – высота расчетной поверхно-

сти над полом, принимается равной 0,8-1 м;  $h = h_{\text{п}} - h_{\text{р}}$  – расчетная высота ;  $L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами люминесцентных светильников (если по длине и по ширине помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_a$  и  $L_b$ );  $l$  – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены [1].

Основные требования при выборе расположения светильников - доступность их для обслуживания.

Обслуживание с приставных лестниц или стремянок разрешается при  $h_{\text{п}} \leq 5,0$  м. Для некоторых случаев практикой рекомендуются следующие  $h_{\text{п}}$ : 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.

Свет светильников колеблется от 0,4 до 2 м, например, для светильников типа ПВЛМ, ЛД, ПВЛП –  $h_c = 0,4$  м; ЛСПО2 –  $h_c = 0,5 \dots 1$  м; ЛОУШ –  $h_c = 0,5 \dots 1 \dots 2$  м.

Для ограничения слепящего действия промышленных осветительных установок рекомендуется подвешивать светильники на минимально допустимую высоту в зависимости от их защитного угла (табл. П.1.4, П.1.5).

При размещении светильников учитывают удобство обслуживания, ограничения слепящего действия, экономичность, равномерность освещения и направление света.

Поскольку нормы предусматривают наименьшую (а не среднюю) освещенность, большое значение имеет отношение расстояния между светильниками  $L$  к высоте их установки над освещаемой поверхностью  $h$ .

Светильники с люминесцентными лампами в основном располагают рядами. При большой освещенности и высоте устраивают вдвойные или строенные ряды светильников. Ряды следует ориентировать параллельно продольной оси помещения, а в помещениях с боковым ес-

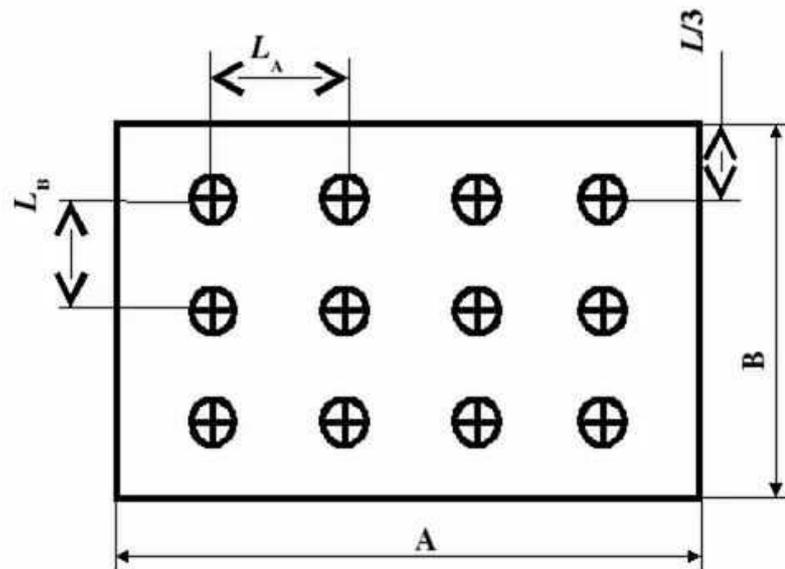
тественном свете – параллельно стене с окнами (под  $L$  в данном случае понимается расстояние между рядами светильников).

Рекомендуются пределы отношения  $\frac{L}{h}$  (табл. П.1.6).

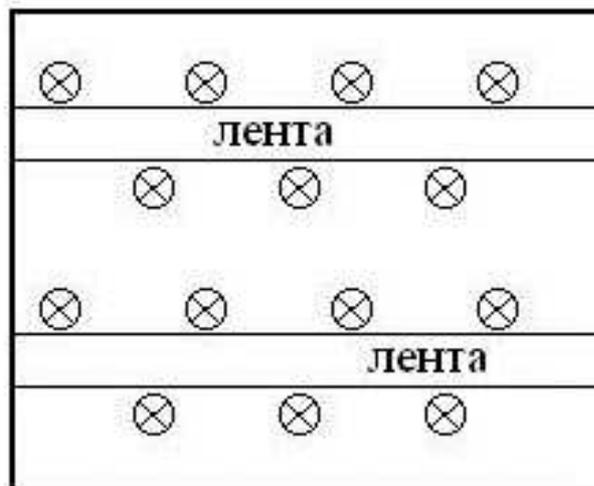
Увеличивать эти отношения сверх указанных значений не следует. Уменьшение их может оказаться обязательным по условиям размещения светильников в том или ином помещении, а также в случаях, когда для получения заданной освещенности необходима лампа несоответственно большой мощности.

В конкретных условиях светильники располагаются с учетом всех обстоятельств. В галереях транспортеров (см. рис. 10) светильники размещают в каждом проходе, но не над лентами. Светильники соседских рядов располагаются в шахматном порядке.

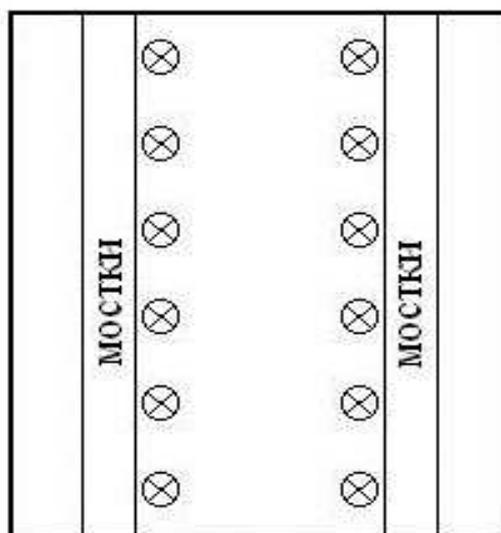
В производственных помещениях большой высоты рекомендуется: в случаях, когда при отношении  $L:h$  расчетная мощность лампы превышает возможную, взамен частого расположения светильников устанавливать в одной точке по несколько светильников; при наличии ферм при устройстве вдоль цеха мостков обслуживания по возможности сокращать число рядов светильников, уменьшая расстояние между последними в рядах и, следя, чтобы расстояния  $L$  между рядами не превышали допустимых значений. Размер принимается в пределах  $0,3-0,5 L$  в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест (см. рисунок 11).



Р и с. 9 Равномерное размещение люминесцентных светильников



Р и с. 10 Схема размещения светильников в галереях транспортеров



Р и с. 11 Размещение светильников вдоль мостков обслуживания



Р и с. 12 Схема размещения светильников в цехах электролиза алюминия

В электрощитовых помещениях люминесцентные светильники (ОДР, ШОД, ШЛП) располагаются перед фасадом щита так, чтобы зеркально отраженный от приборов свет не падал в глаза монтера.

В цехах электролиза целесообразно трехрядное размещение светильников (см. рисунок 12).

## **6. НОРМИРОВАНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ**

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях, нормы освещенности вспомогательных предприятий даны в СП 52.13330.2011.

Требования к освещению помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий (КЕО, нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, объединенный показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности) следует принимать по таблице П.1.2. Во всех случаях выбранная по нормам освещенность умножается на коэффициент запаса (таб. П.1.7).

## **7. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Для расчета освещения используют два основных метода: точечный и метод коэффициента использования.

Точечный метод применяется в основном для нахождения освещенности в определенных точках и, следовательно, наиболее приспособлен для обеспечения минимальной освещенности. Метод коэффициента использования предназначен для определения средней освещенности и при расчете по этому методу минимальная освещенность оценивается лишь приближенно и без выделения точек, в которых она имеет место.

Применение метода коэффициента использования целесообразно во всех случаях, когда расчет ведется на среднюю освещенность, для расчета общего равномерного освещения при отсутствии затенений, требующих учета.

Метод удельной мощности является произвольным от метода коэффициента использования, он более прост, но менее точен. Широко распространены упрощенные формы метода коэффициента использо-

вания: таблицы удельной мощности [1]. Под удельной мощностью  $\eta$

понимается отношение установленной мощности источника света (Вт) к освещаемой площадке ( $\text{м}^2$ ).

Таблицы предназначены только для расчета общего равномерного освещения помещения в случаях, когда не требуется учета затенений и в пределах тех паспортных данных, для которых составлены таблицы. К паспортным данным таблиц удельной мощности и к учитываемым ими 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 (табл. 10) для светильников прямого света. (Таблицы рассчитаны для  $p_{\text{п}} = 50\%$ ;  $p_{\text{с}} = 30$ ;  $p = 10\%$  и для них допускается при более светлых поверхностях

уменьшать, а при более темных – увеличивать значения  $\eta$  на 10%);

- значение расчетной высоты;
- площадь помещения.

В таблицах учтен коэффициент  $Z$ , характеризующий неравномерность освещения. При  $L:h$  не превышающих рекомендуемых значений, можно принять  $Z$  равным 1,15 для ламп и ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп при расположении светильников в виде светящихся линий.

Для люминесцентных ламп сохраняет силу все вышесказанное, но со следующими отличиями: таблицы приводятся только для освещенности 100 лк, а как в данном случае имеет место прямая пропорцио-

нальность между  $E$  и  $\tau$ ; в качестве одного из паспортных данных

принят тип и мощность ламп и соответствующая ему световая отдача. Таблицы удельной мощности для ламп типа ДРЛ составлены также для освещенности 100 лк (с пропорциональным пересчетом при других освещенностях).

При составлении таблиц удельной мощности не учитывается форма помещения и  $\tau$  определяется по формуле

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

достаточно точной  $A:B \leq 2,5$ .

При использовании таблицами для удлиненных помещений следует

определить значение  $\tau$  для условной площади  $2 \text{ м}^2$  и распространить

его на всю площадь помещения.

### **7.1 Порядок определения единичной мощности при лампах накаливания и лампы типа ДРЛ**

1. Нахождение нормированной освещенности для данного вида помещения по табл. П.1.2, СП 52.13330.2011.

2. Определение по табл. П.1.7 коэффициента запаса; по табл. П.1.8 коэффициента отображения поверхностей помещения.

3. Выбор типа светильника по табл. П.1.9, П.1.10.

4. Подсчет значения расчетной высоты светильника над рабочей поверхностью (п. 5).

5. Определение расстояния между светильниками по табл. П.1.6 и общего количества светильников  $N$ , площади помещения  $S$ . (по соответствующей таблице находится удельная мощность (табл. П.1.11-П.1.12)).

6. Определение единичной мощности лампы по формуле:

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

Сделать выбор лампы по единичной мощности, провести проверочный расчет, принять решение:

$$E_p = E \frac{\omega}{\omega_p} \quad (6)$$

где  $E$  – освещенность с учетом коэффициента запаса;  $\omega$  – по таблице

мощности лампы;

$\omega_p$  – расчетная мощность осветительной установки

Допускается отклонение расчетной освещенности от нормированной на  $\pm 10\%$ .

## **7.2 Порядок определения единичной мощности при люминесцентных лампах**

1. Провести выбор всех решений по освещению помещений, включая число рядов светильников и спектральный тип лампы.

2. По соответствующей таблице П.1.12-П.1.14 найти значение удель-

ной мощности  $\omega$  для ламп данной мощности.

### 3. Определить необходимое число светильников в ряду делением $\frac{S}{P}$

на мощность одного светильника и осуществить компоновку ряда, как рассмотрено выше

#### Пример 1

Требуется рассчитать электрическое освещение, осуществляемое лампами накаливания одного из пролетов цеха. Исходные данные, где выполняются работы по разряду  $\nu_B$ , длину цеха  $l_{\text{ц}} = 72\text{м}$ , ширина  $l_1 = 18\text{м}$ , высота  $H = 12,6$  В цехе имеется мостовой кран, шаг колонн, на которые опираются фермы, равен 12 метров [4].

Выбираем норму освещенности по таблице П.1.1 СП 52.13330.2011 и коэффициент запаса по табл. П.1.7 Согласно санитарным нормам общее освещение равно 100лк;  $K_3 = 1,3$ ;  $E = 100 \cdot 1,3 = 130$  лк.

Мы берем освещенность, равную 130лк. Выбираем тип светильника. В производственных помещениях, в которых стены, потолок и пол плохо отражают свет (такими помещениями являются механические цеха), применяются светильники прямого света. Выбираем светильник  $\Gamma_c$ .

Подсчитываем значение расчётной высоты светильника, при  $h_c = 0,4$  м,  $h_p = 0,8$  м

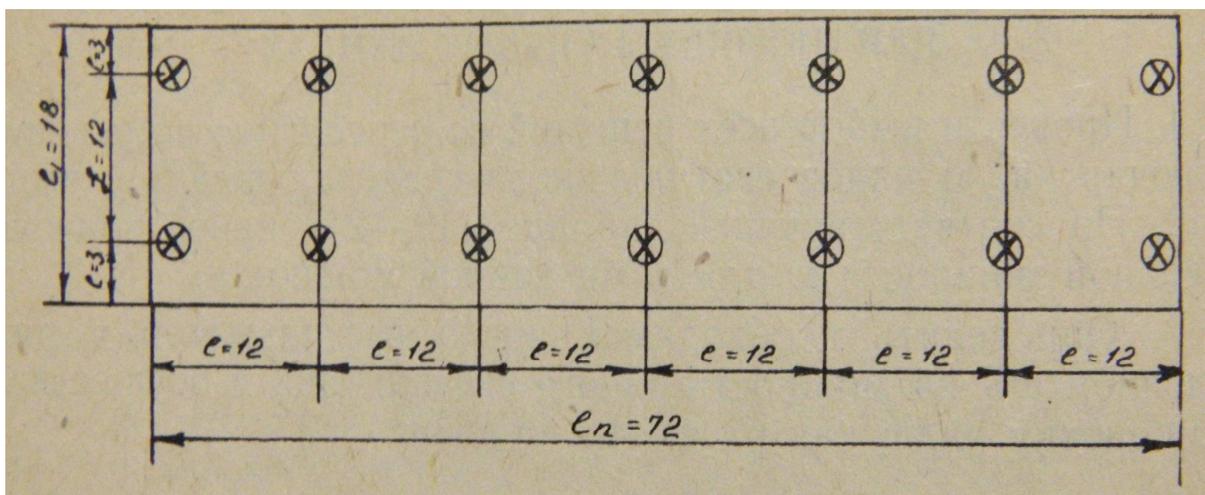
$$h = H - h_c - h_p = 11,4 \text{ м.}$$

Выбираем расстояния между светильниками  $L = 11,4$  м. Определяем общее число светильников. Останавливаем 5 рядов светильников на фермах и два на кронштейнах у торцевых стен (рис.13). В каждом ряду расположен по два светильника на расстоянии от стены, равном 3 метрам и между рядами, равным 12 м. Подсчитываем площадь помещения, она равна  $1296 \text{ м}^2$ . По табл. 17 определяем, что при  $h = 11,4$ ;  $S = 1296 \text{ м}^2$ ;  $K_3 = 1,3$ ;  $Z = 1,15$ ;  $E = 100$  лк, удельная мощность состав-

ляет  $11,2 \text{ Вт/м}^2$  (по табл. П.1.12), освещенность с учетом  $K_3 = 1,3$  равна  $130 \text{ лк}$ , поэтому  $\Phi = 14,6 \text{ Вт/м}^2$ .

Определяем единичную мощность лампы по формуле (5)

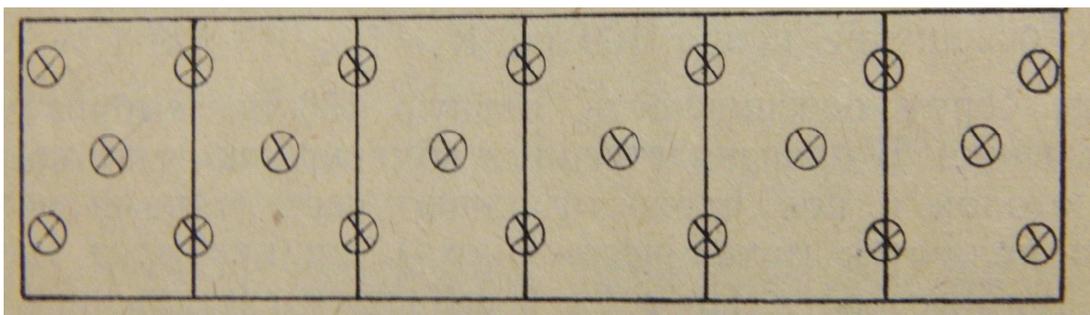
$$P = \frac{14,6 \cdot 1296}{14} = 1300 \text{ Вт}$$



Р и с. 13. Расположение светильников,

Но светильник  $\Gamma_c$ , рассчитан на лампы мощностью до 1000 Вт, поэтому увеличиваем число светильников до 20, разместив 6 светильников между фермами по середине пролета (рис. 14), тогда единичная мощность лампы будет равна

$$P = \frac{14,6 \cdot 1296}{20} = 1300 \text{ Вт}$$



Р и с. 14. Расположение светильников после увеличения количества ламп

Расчетная мощность всех ламп

$$P = 994 \times 20 = 18880 \text{ Вт}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу накаливания мощность лампы 1000 Вт.

Мощность осветительной установки равна

$$20 \times 1000 = 20000 \text{ Вт}$$

Расчетную освещенность находим из выражения (6)

$$E_p = 130 \cdot \frac{20000}{18880} = 138 \text{ лк}$$

Полученные расчетные значения освещенность больше нормируемого, что допустимо, так как расхождение между этими значениями равна 6%.

## Пример 2

Рассчитать электрическое освещение одного из пролетов завода, где освещённость по нормам не должна превышать 200 лк. Исходные данные: длина цеха 72 метра, ширина 18 метров, высота 7,2. Применяется система общего освещения.

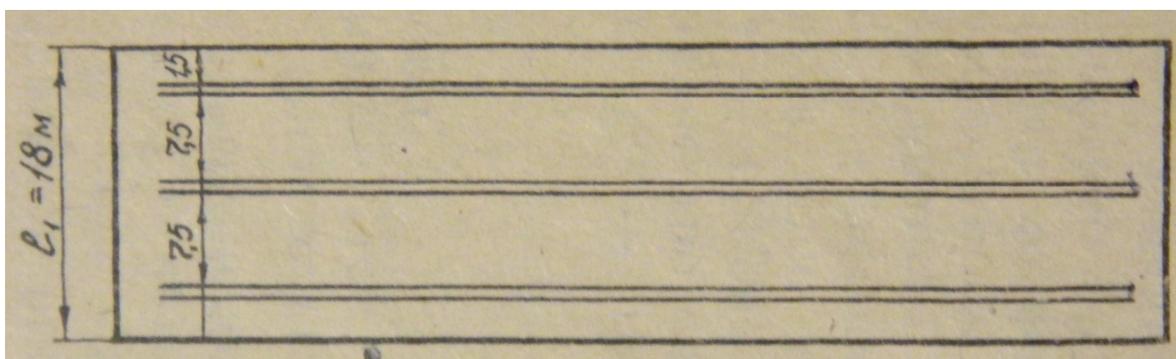
Коэффициент запаса согласно табл. П.1.7 равен 1,5, следовательно, для данного помещения расчетная освещенность равна 300 лк. Поскольку к правильной цветопередаче не предусмотрено особых требований, то для освещения выбираем люминесцентную лампу (табл.П.1.17) ЛБ80-4. Для освещения цеха применяем светильники прямого света типа ЛД2×80 (табл. П.1.10) с отверстиями в отражателе, с решеткой (гр.4).

Вычисляем значения расчетной высоты светильника при  $h_c = 0,4 \text{ м}$ ;  $h_p = 0,8 \text{ м}$ ;  $h = 7,2 - 0,4 - 0,8 = 6 \text{ м}$ .

Выбираем расстояния между рядами светильников, для светильника этого типа  $\frac{L}{h} = 1,4$ . Расстояние между рядами должно быть не более  $6 \times 1,4 = 8,4$  м.

Примем для освещения пролета 3 полосы светильников с расстояниями между рядами 7,5 м, а между колоннами и рядами 1,5 м (рис. 15). Удельная мощность для получения освещенности 300 лк лампами ЛБ-80 и светильниками ЛД2×80 равна  $5,9 \times 3 = 17,7$  Вт/м<sup>2</sup>. (табл. П.1.14). Потребная мощность лампы равна

$$1296 \times 17,7 = 22939 \text{ Вт.}$$



Р и с. 15. Освещение пролета

Определяем необходимое количество ламп

$$22939 : 80 = 284 \text{ лампы.}$$

У нас 3 ряда ламп, следовательно, в каждом ряду будет установлено  $284 : 3 = 93$  лампы или 47 светильников с 2 лампами

Делаем проверочные расчёты

$$E = 300 \cdot \frac{30047 \cdot 3 \cdot 160}{22939} = 294 \text{ лк}$$

Полученное расчётное значение меньше нормируемого, но расхождение не превышает 2%, что вполне допускается.

### Задание для самостоятельной работы студентов

1. Рассчитать электрическое освещение, осуществляемое лампами накаливания одного из пролетов цеха, где выполняются работы по  $V_6$

разряду, длина цеха  $l$ , м, ширина  $b$ , м, высота  $h$ , м. В цехе имеется мостовой кран, шаг колонн на который опираются фермы равен 12 м. (табл.П.1.20)

2. Рассчитать электрическое освещение одного из пролетов цеха, где освещенность должна составлять не менее 200 лк, если длина цеха  $l$ , м, ширина  $b$ , м, высота  $h$ , м. Применяется система общего освещения (табл.П.1.21).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Методические указания разработаны на основании рабочей программы по дисциплине «Производственная санитария и гигиена труда» для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Технологическая безопасность, направленность (профиль) «Пожарная безопасность и охрана труда» очной формы обучения. Методические указания содержат задачи к выполнению курсовой работы.

При написании курсовой работы обучающийся должен проявлять способность работать самостоятельно и применять на практике навыки расчетов системы искусственного освещения, обрабатывать полученные результаты, планировать мероприятия по улучшению освещенности на рабочих местах.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Утробина, А.Т. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие / Утробина, А.Т. – Кемерово: КемГУ, 2022. – 136 с. – ISBN 978-5-8353-2873-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/233381>

2. Широков, Ю.А. Производственная санитария и гигиена труда: учебник для вузов / Ю.А. Широков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 564 с. – ISBN 978-5-8114-5172-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/147315>

3. Панова, З.Н. Производственная санитария и гигиена труда: учебное пособие / З.Н. Панова. – Красноярск: КрасГАУ, 2015. – 304 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/103820>

4. Иванов, Ю.И. Производственная санитария и гигиена труда / Ю.И. Иванов, Е.А. Попова. – Кемерово: КемГУ, 2014. – 163 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60192>

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Основные светотехнические понятия и единицы.....	4
2. Виды и системы освещения.....	5
3. Источники света.....	5
4. Осветительные приборы.....	14
5. Выбор расположения и установки светильников.....	18
6. Нормирование освещения.....	23
7. Расчет искусственного освещения.....	23
7.1. Порядок определения единичной мощности при лампах накаливания и лампы типа ДРЛ.....	25
7.2. Порядок определение единичной мощности при люминесцентных лампах.....	26
Заключение.....	31
Библиографический список.....	32
Содержание.....	33
Приложения.....	34

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П.1.1

### Минимально допустимые световые отдачи источников света для общего искусственного освещения помещений

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи $R_a$			
	$R_a \geq 80$	$R_a \geq 60$	$R_a \geq 45$	$R_a \geq 25$
Дуговые ртутные лампы	-	-	55	-
Компактные люминесцентные лампы	70	-	-	-
Люминесцентные лампы	65	75	-	-
Металлогалогенные лампы	75	90	-	-
Натриевые лампы высокого давления	-	75	-	100
Светодиодные лампы	60	65	-	-
Светодиодные модули	70	80	-	-

Таблица П.1.2

### Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное	Совмещенное освещение			
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателей освещенности и коэффициента пульсации	КЕО %						
						при системно-комбинированного освещения	при системе общего освещения		При верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении			
													все-го	в том числе от общего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	-	20	10	-	-	6,0	2,0	
						4500	500		10	10					
						4000	400		1250	20					10
			б	"	Средний	4000	400	1250	20	10					
				"	Темный	4000	400	1250	10	10					
				"	Средний	1250	200	300	10	10					
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	20	10	-	-	4,2	1,5	
						3500	400		10	10					
						3000	300		750	20					10
						2500	300		600	10					10
						2000	200		500	20					10
						1500	200		400	10					10
		б	"	Средний	3000	300	750	20	10						
				"	Темный	2500	300	600	10	10					
			в	Малый	Светлый	2000	200	500	20	10					
				Большой	Темный	1500	200	400	10	10					
			г	Средний	Светлый	1000	200	300	20	10					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15	-	-	3,0	1,2
			б	"	Средний	1000	200	300	40	15				
				Средний	Темный	750	200	200	20	15				
			в	Малый	Светлый	750	200	300	40	15				
			Большой	Темный	600	200	200	20	15					
			г	Средний	Светлый	400	200	200	40	15				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6
			б	"	Средний	-	-	200	40	20				
			в	Малый	Светлый	-	-	200	40	20				
			г	Средний	Светлый	-	-	200	40	20				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	То же		-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6	
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении тоже, при периодическом общем наблюдении за инженерными коммуникациями		VII	а	"	-	-	200	40	20	3,0	1,0	1,8	0,6	
			б	"	-	-	75	-	-	1,0	0,3	0,7	0,2	
			в	"	-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2	
			г	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1	

Таблица П.1.3

**Наибольшая допустимая яркость рабочих поверхностей по условиям отраженной блескости**

Площадь рабочей поверхности, м <sup>2</sup>	Наибольшая допустимая яркость, кд/м <sup>2</sup>
Менее 0,0001	2000
От 0,0001 до 0,001	1500
" 0,001 " 0,01	1000
" 0,01 " 0,1	750
Более 0,1	500

Таблица П.1.4

**Наименьшая высота подвеса над полом светильников общего освещения с лампами накаливания**

Характеристика светильников	При лампах менее 95 Вт, наименьшая высота подвеса, м
Светильники с диффузными отражателями с защитным углом в пределах от 10 до 30°, без рассеивателей	3
То же с защитным углом более 30°	Не ограничивается
Светильники с диффузными отражателями, снабженные рассеивателями, а также светильники без отражателей с рассеивателями: с коэффициентом пропускания до 80% в зоне 0-90°, с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 60-90°	3
с коэффициентом пропускания до 55% в зоне 0-90°	2,5
Светильники с зеркальными отражателями: глубокого излучения	2,5
широкого излучения	4
Открытые лампы с колбой из матированного стекла	4

Таблица П.1.5

**Наименьшая высота подвеса над полом светильников общего освещения с люминесцентными лампами**

Характеристика светильника	Защитный угол светильника в поперечной и продольной плоскостях	Наименьшая высота подвеса (м) при количестве ламп в светильнике или светящейся полосе	
		4 и менее	более 4
Светильники прямого света с диффузными отражателями	15-25°	4	4,5
	25-40°	3	3,5
	Более 40°	Не ограничивается	
Светильники рассеянного света с коэффициентом пропускания рассеивателей менее 55%	-	2,0	4,0
	от 55 до 80%	3,5	3,2

Таблица П.1.6

**Рекомендуемые значения отношения  $L/h$  для светильников**

Тип светильника	Отношение $L/h$
Универсаль с затенителем и без него;	1,5-1,9
Глубокоизлучатель эмалированный	1,4-1,7
Глубокоизлучатель Гс, ГСУ	0,9-1,1
Глубокоизлучатель Гк	0,7
Зеркальная лампа	0,9
СО	1,4-1,7
Люцетта цельного стекла	1,4-1,6
Кольцевые светильники	1,5-1,7
Плафон одноламповый	2-2,8
Плафон двухламповый	1,7-2,1
Плафоны ПГТ и ПНП	1,7-2,1
Плафон ПСХ	2-2,5
Светильники ПУ, СХ, НЗБ, Н4Б, ВЗГ без отражателей	2-2,5
с отражателем	1,5-2
Светильники для ламп ДРЛ	
ГсРМ и ГсХР	0,9-1,0
ГкР	0,7
СД2РЛ	1,4-1,6
СЗ4ДРЛ	1,0-1,1
Светильники с люминесцентными лампами ОД, ОДР, ОДОР, ЛД, ЛОУ, ЛСПО1	1,4
ШОД, ШЛП	1,3
ПВЛ-1, ПВЛП, ПВМ	1,5
ВОД, ВЛН	1,5

Таблица П.1.7

## Коэффициенты запаса для естественного и искусственного освещения

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса $K_z$			Коэффициент запаса $K_z$			
		Количество чисток светильников в год			Количество чисток остекления светопроемов в год			
		Эксплуатационная группа светильников			Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
1	2	1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона Цехи инструментальные, сборочные, технические, механо-сборочные, пошивочные Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных	<u>2,0</u> 18	<u>1,7</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>2,0</u> 4	<u>1,8</u> 4	<u>1,7</u> 4	<u>1,5</u> 4
а) св. 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти								
б) от 1 до 5 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти								
в) менее 1 мг/м <sup>3</sup> пыли, дыма, копоти								
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих	<u>1,8</u> 6	<u>1,6</u> 4	<u>1,6</u> 2	<u>2,0</u> 3	<u>1,8</u> 3	<u>1,7</u> 3	<u>1,5</u> 3	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
большой коррозирующей способностью	отраслей промышленности с применением электролиза							
2 Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:								
а) с технического этажа		$\frac{1,3}{4}$	-	-	-	-	-	-
б) снизу из помещения		$\frac{1,4}{2}$	-	-	-	-	-	-
3 Помещения общественных и жилых зданий:								
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	$\frac{1,7}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{2,0}{3}$	$\frac{1,8}{3}$	$\frac{1,7}{3}$	$\frac{1,6}{3}$
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, офисные помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,4}{2}$	$\frac{1,3}{1}$	$\frac{1,2}{1}$

4 Территории с воздушной средой, содержащей: а) большое количество пыли (более 1 мг/м <sup>3</sup> )	Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	-	-	-	-
	б) малое количество пыли (менее 1 мг/м <sup>3</sup> )	Территории промышленных предприятий, кроме указанных в подп. "а" и общественных зданий	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	-	-	-
5 Населенные пункты	Улицы, площади, дороги, территории жилых районов, парки, бульвары, пешеходные тоннели, фасады зданий, памятники	$\frac{1,6}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{1}$	-	-	-	-
	транспортные тоннели	-	$\frac{1,7}{2}$	$\frac{1,7}{2}$	-	-	-	-

Примечания: 1 Значения коэффициента запаса, указанные в гр. 6-9, следует умножать: на 1,1 – при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армопленки и матированного стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации; на 0,9 – при применении органического стекла.

2 Значения коэффициентов запаса, указанные в гр. 3, следует снижать при односменной работе по поз.1б, 1г – на 0,2; по поз.1в – на 0,1; при двухсменной работе – по поз.1б, 1г – на 0,15.

3 Значения коэффициента запаса и количество чисток для транспортных тоннелей, указанные в гр. 2, приведены с учетом использования только светильников конструктивной светотехнической схемы IV таблицы Д.1 приложения Д.

Таблица П.1.8

**Приблизительные значения коэффициента отражения стен и потолка**

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при не завешенных 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

Таблица П.1.9

**Величина светового потока ламп накаливания**

Тип ламп	Мощность, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм
ЛДЦ-15	15	58	450
ЛХБ-15			600
ЛД-15			525
ЛБ-15			630
ЛТБ-15			600
ЛДЦ-15	20	60	620
ЛХБ-15			760
ЛД-15			900
ЛБ-15			980
ЛТБ-15			900
ЛДЦ-15	30	108	1100
ЛХБ-15			1380
ЛД-15			1500
ЛБ-15			1740
ЛХБ-15			1500
ЛДЦ-15	40	108	1520
ЛХБ-15			1960
ЛД-15			2200

ЛБ-15			2480
ЛТБ-15			2200
ЛДЦ-15	80	108	2720
ЛХБ-15			3440
ЛД-15			3840
ЛБ-15			4320
ЛТБ-15			3840

Таблица П.1.10

## Соответствия мощности ламп и светового потока

Тип ламп	Мощность, W	Световой поток, Lm	Тип ламп	Мощность, W	Световой поток, Lm
Лампы накаливания	25	250	Люминесцентные лампы, Т8	18	1200
	40	415		30	2100
	60	710		36	2850
	75	940		58	4600
	100	1340	Люминесцентные лампы, Т5	8	800
	150	2160		14	1200
	200	3040		21	1900
Галогенные лампы	5	60	Компактные люминесцентные лампы, PL-C, PL-T	28	2600
	10	130		35	3300
	20	320		54	4250
	35	600		10	600
	50	910	13	900	
	75	1450	18	1200	
	100	2200	26	800	
	150	3200	32	2400	
Металлогалогенные лампы	20	1860	42	3200	
	35	3300			
	70	6600			
	150	12700			

Таблица П.1.11

Удельная мощность общего равномерного освещения. Светильники Гс, ГсУ (учтены значения  $p_n=50\%$ ;  $p_c=30$ ;  $p=10\%$ ;  $K=1,3$ ;  $Z=1,15$ )

к м	5 м <sup>2</sup>	Удельная мощность (Вт/м <sup>2</sup> ) при освещенности (лк)					
		0 1	20	310	1 50	75	100
1	2	3	4	5	6	7	8
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

1	2	3	4	5	6	7	8
	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
	136-250	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
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 П.12

**Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. Светильники с лампами ДРЛ (учтены значения  $p_n = 50\%$ ;  $p_c = 30$ ;  $p = 10\%$ ;  $K = 1,3$ ;  $Z = 1,15$ )**

к м	5 м <sup>2</sup>	Удельная мощность для светильников (Вт/м типа)					
		УПЦ/ДРЛ	РСПО5/КОЗ С35/ДРЛ	РСПО8/ГОЗ РСПО8/Г53	РСПО8/ГОЗ С34/ДРЛ	РСПО7 РСПО8/ЛЮО РСПО8/Л50	РСПО5/ДОЗ; СД2РТС; РСПО8/ДОЗ; РСПО8Д53; СД2ДРЛ
1	2	3	4	5	6	7	8
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	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
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

Таблица П.13

**Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. Светильники с люминесцентными лампами (учтены значения  $p_n = 50\%$ ;  $p_c=30$ ;  $p = 10\%$ ;  $K = 1,5$ ;  $Z = 1,2$ )**

h, м	S, м <sup>2</sup>	Удельная мощность (Вт/м <sup>2</sup> ) для групп светильников и типов ламп							
		группа 1				группа 2			
		ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65 Л Б-80 ЛТБ-40, 65 ЛД-40	ЛХБ-80, ЛДЦ-40, ЛТБ-80, ЛД-65	ЛД-80, ЛДЦ-65, 80	ЛБ-40, 65	ЛД-40, Л Б-80, ЛХБ-40, 65, ЛТБ-40	ЛХБ-80, ЛТБ-80, ЛД-65, ЛДЦ-40	ЛД-80, ЛДЦ-65, 80
2-3	10-15	9,8	11,0	12,4	14,9	8,7	9,9	11,6	13,4
	15-25	7,8	8,7	9,7	11,2	7	8,1	9,2	10,7
	25-50	5,8	6,8	7,5	8,6	5,7	6,6	7,4	8,6
	50-150	4,4	5,4	6,0	6,9	4,5	5,3	6	6,9
	150-300	4,0	4,7	5,2	6,1	4	4,7	5,3	6,1
	>300	3,6	4,1	4,7	5,4	3,4	4	4,5	5,2
3-4	10-15	13	15,2	17,6	20	14,8	15,2	16,2	18,4
	15-20	11,6	13,6	15,5	18	11,3	12,5	14,2	15,9
	20-30	9,9	11,2	13,0	15,6	8,4	9,7	11,3	13,3
	30-50	7,7	8,6	10	12,1	6,8	7,9	9	10,3
	50-120	5,5	6,4	7,4	8,4	5,5	6,4	7,3	8,4
	120-300	4,4	5,2	5,9	6,7	4,5	5,2	5,9	6,8
>300	3,6	4,1	4,7	5,4	3,4	4	4,5	5,2	
4-6	10-17	15	17,3	20,1	22	18	18,6	19,7	22
	17-25	13,6	15,8	18,2	20	15,5	16,4	17,2	19,6
	25-35	12,4	14,4	16,5	18,5	12,7	13,7	15	16,8
	35-50	10,8	12,1	14,2	15,8	9,2	10,5	12,4	14,1
	50-80	8,5	9,5	10,5	11,8	7,4	8,6	9,8	11,2

Удельная мощность общего равномерного освещения при освещенности 100 лк. Светильники с люминесцентными лампами (учтены значения  $p_n = 50\%$ ;  $p_c=30$ ;  $p = 10\%$ ;  $K = 1,5$ ;  $Z = 1,2$ )

$h, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	Удельная мощность ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) для групп светильников и типов ламп							
		группа 1				группа 2			
		ЛБ-40, 65	ЛХБ-40, 65 Л Б-80 ЛТБ-40, 65 ЛД-40	ЛХБ-80, ЛДЦ-40, ЛТБ-80, ЛД-65	ЛД-80, ЛДЦ-65, 80	ЛБ-40, 65	ЛД-40, Л Б-80, ЛХБ-40, 65, ЛТБ-40	ЛХБ-80, ЛТБ-80, ЛД-65, ЛДЦ-40	ЛД-80, ЛДЦ-65, 80
2-3	10-15	8,8	10,3	11,6	13,3	9,6	10,9	12,5	14,6
	15-25	7,1	8,4	9,4	И	7,6	9	10	11,6
	25-50	5,7	6,7	8,7	8,9	6,1	7,2	8,1	9,4
	50-150	4,5	5,4	6,1	7	4,9	5,8	6,6	7,6
	150-300	4,1	4,8	5,5	6,3	4,4	5	5,7	6,6
	>300	3,9	4,5	5	5,7	3,9	4,5	5	5,9
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	5,3	7,8	8,8	10,2

Таблица П.1.15

Данные для расчета параметров осветительных установок механических и инструментальных цехов предприятий станкостроительной и инструментальной промышленности ( $E_n = 300$ лк,  $K_z = 1.5$ ,  $H_n = 8,0$ м, двухламповые светильники мощностью 2X80 Вт)

Модуль помещения, м	Количество рядов оборудования	Количество линий на пролет	Расстояние от стены до первого ряда светильников, м	Расстояние между 1 и 2 ряда светильников, м	Расстояние между 2,3,4 ряда светильников, м	Тип светильника					
						ЛДО, ОДО,		ЛОУ	ПУ-25, ЛСПС		
						Кол-во светильников в крайней линии	Кол-во светильников в центральной линии	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup>	Кол-во светильников в крайней линии	Кол-во светильников в центральной линии	Удельная мощность, Вт/м <sup>2</sup>
6X9	1 или 2	2	1,5	6,0		5,0		29,7	2,8		16,6
6X12	1 или 2	2	2,0	8,0		5,7	-	25,3	2,9		12,7
6X15	2	2	2,5	10,0		6,8	-	24,1	3,3	-	11,7
	3	3	2,0	5,5	5,5	5,2	3,0	23,7	2,75	1,5	12,4
6X18	2	2	3,5	11,0		6,9	-	20,4	4,0	-	12,0
	3	3	2,0	7,0	7,0	5,5	3,7	21,8	2,75	2,5	11,9
6X21	2	2	4,0	13,0		7,5	-	19,2	4,4	-	11,2
	3	3	2,5	8,0	8,0	6,5	3,7	21,4	3,3	2,6	11,7
	4	4	2,0	5,0	7,0	4,7	3,7	21,4			
6X24	3	3	3,0	9,0	9,0	7,5	3,7	20,8	3,7	1,9	10,4
	4	4	2,0	6,0	8,0	5,5	3,7	20,6	2,5	2,35	10,8
6X30	3	3	3,5	11,5	11,5				4,3	2,6	10,8
	4	4	3,0	7,0	10,0				3,5	1,6	9,1
	4	5	2,0	6,5	6,5				2,5	1,9	10,6

Таблица П.1.16

Рекомендуемое число линий люминесцентных светильников на пролет в механических и инструментальных цехах

	Высота подвеса светильника над полом, м	Количество светящихся линий									
		2	3	4	2	3	4	2	3	4	5
		освещенность, лк									
		300			400			500			
6X9	4	A			A			A			
	6	B			B			B			
	8	B			B			Г			
	10	B			B			Г			
6X12	4		A			A			A		
	6	B			B			Г			
	8	B			B			Г			
	10	B			Г			Г			
	12	B			Г			Г			

Окончание таблицы

	4		A			A			A		
	6		B			B			Г		
	8	A	B			B			Г		
6X15	10	B	Г		Г	Г		Г	Г		
	12	Г	Г		Г	Г		Г	Г		
	14	Г	Г		Г	Г			Г		
	6		B			B			Г		
	8	A	B			B			Г		
	10	B	B		Г	Г		Г	Г		
6X18	12	Г			Г	Г			Г		
	14	Г	Г		Г	Г	-		Г		
	16	Г	Г			Г			Г		
	18	Г	Г			Г			Г		
	6		A	A		A	A			A	
	8	A	B	B		Г	B		Г	Г	
	10	Г	B	B	Г	Г	Г		Г	Г	
6X21	12	Г	B	B	Г	Г	Г		Г	Г	
.	14	Г	Г	Г		Г	Г		Г	Г	
	16	Г	Г	Г		Г	Г			Г	
	18	Г	Г	Г		Г	Г			Г	
	6			A			A			Г	
	8		B	B		Г	B		Г	Г	
	10		Г	B		Г	Г			Г	
6X24	12		Г	B		Г	Г			Г	
	14		Г	Г		Г	Г			Г	
	16		Г	Г		Г	Г			Г	
	18		Г	Г		Г	Г			Г	
	12					Г	Г			Г	
	14					Г	Г			Г	Г
6X30	16						Г				Г
	18						Г				Г

Примечание: А – диффузные светильники типов ЛДО, ОДО, ЛОУ; Г – зеркальные светильники типов ПУ-25, ЛСП01; В – как диффузные, так и зеркальные светильники.

Таблица П.1.17

### 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	расчетное значение	без штырьков	со штырьками		
ЛДЦ65-4	65	110	0,67	3050	2745	2900	1500,0	1514,2	40	ГОСТ 6825-91
ЛД65-4				3570	3210	3390				
ЛХБ65-4				3820	3435	3630				
ЛТБ65-4				3980	3580	3780				
ЛБ65-4				4550	4095	4325				

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЛДЦ80-4	80	102	0,865	3560	3200	3380	1500,0	1514,2	40	ГОСТ 6825-91
ЛД80-4				4070	3660	3865				
ЛХБ80-4				4440	3995	4220				
ЛТБ80-4				4440	4165	4300				
ЛБ80-4				5220	4695	4960				

Таблица П.1.18

**Значения коэффициента  $K_p$**

Мощность лампы, Вт	40	65	80	150
$K_p$	1,74	1,16	1,0	0,65

Примечание. При помощи ламп 150 Вт используется лампа типа ЛХБ, так как лампа ЛБ данной мощности отсутствует.

Таблица П.1.19

**Значения коэффициента  $K_E$**

Освещенность, лк	300	400	500
$K_E$	1,0	1,33	1,67

Таблица П.1.20

**Вариант задания № 1**

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l, м$	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78
$b, м$	16	14	12	10	10	12	14	16	10	12
$h, м$	12,5					12				

Таблица П.1.21

**Вариант задания №2**

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l, м$	72	70	68	66	64	62	60	62	64	66
$b, м$	12	14	16	14	16	18	20	20	14	12
$h, м$	7,6					8				