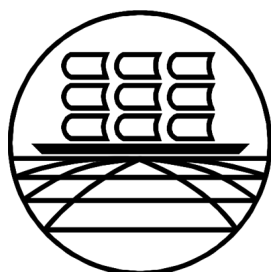


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра техносферной безопасности



ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания к расчетно-графическому заданию
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направления подготовки бакалавриата
09.03.03 Прикладная информатика

Мурманск
2021

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Мурманский государственный технический университет»

*Кафедра техносферной
безопасности*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания расчетно-графическому заданию
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов специальности
09.03.03 Прикладная информатика
направленность «Цифровизация предприятий и организаций»

Мурманск
2021

УДК 614.8(076.5)
ББК68.9я7

Составитель – Наталья Евгеньевна Подобед, канд. техн. наук, доцент кафедры
ТБ Мурманского государственного технического университета

Методические указания расчетно-графическому заданию № 1 по дисциплине
«Безопасность жизнедеятельности» для студентов направления подготовки 09.03.03
Прикладная информатика.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой _____ 2021 г.,
протокол № ____ .

Рецензент – Романовская Ю.В., канд. физ.-мат. наук, заведующая кафедрой

Печатается в авторской редакции

Электронная верстка

© Мурманский государственный технический
университет, 2021

© Н. Е. Подобед, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	7
Тема 1: Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности. Качество воздушной среды. Микроклимат помещений.....	8
Примеры решения задач.....	9
Пример 1.1.....	9
Пример 1.2.....	10
Пример 1.3.....	11
Тема 2: Производственный шум. Защита от шума.....	11
Примеры расчета.....	13
Пример 2.1.....	13
Пример 2.....	13
Тема 3: Производственное освещение. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.....	13
1. Выбор системы освещения.....	14
2. Выбор источников света.....	14
3. Выбор светильников и их размещение.....	16
3. Размещение светильников на плане помещения.....	20
4. Выбор нормируемой освещённости.....	22
5. Расчёт общего равномерного освещения.....	24
Порядок расчета.....	24
Светильники с лампами накаливания.....	28
Примеры решения задачи.....	29
Варианты заданий.....	33
Задача 1.1.....	33
Задача 1.2.....	34
Задача 1.3.....	34
Задача 2.1.....	35
Задача 3.1.....	35
Задача 3.2.....	35
Приложение.....	36

Предисловие

Методические указания к расчетно-графической работе содержат задачи по разделам курса, относящихся к обеспечению безопасности в условиях производства и реализуют формирование компетенций ФГОС «способность проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа» УК-8 – способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В методических указаниях приведены основные понятия, определения и термины безопасности жизнедеятельности. Рассматриваются вопросы поддержания оптимального состояния среды обитания человека в рабочих зонах. Анализируются вопросы охраны труда и пожарной безопасности.

**Тема 1: Обеспечение комфортных условий жизнедеятельности.
Качество воздушной среды. Микроклимат помещений**

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях. Температура, скорость движения воздуха, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха получили название *параметров микроклимата*.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. При температуре воздуха более 30⁰С работоспособность человека начинает падать. Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами.

Атмосферный воздух, попадая в производственные помещения, может изменять свой состав, загрязняясь примесями вредных веществ: газов, паров, пыли, образующихся в процессе производства. Попадая в организм человека при дыхании, а также через кожу или пищевод, такие вещества могут оказать вредное воздействие. Ухудшение здоровья человека, причиной которого является низкое качество воздуха помещений, может проявиться появлением большого набора острых и хронических симптомов в форме множества специфических заболеваний.

Поступление в воздух производственных помещений того или иного вредного вещества зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов.

Обеспечить полное отсутствие вредных веществ в воздухе рабочей зоны на современных предприятиях представляется нереальной задачей. Достижение подобного результата потребовало бы больших материальных затрат, вызванных трудностями технической реализации этого требования. В связи с этим большое значение приобретает необходимость обоснования безвредных для человеческого организма концентраций вредных веществ и разработки методов и средств контроля их содержания в воздухе рабочей зоны.

Потребный воздухообмен при выделении вредных веществ определяется по формуле:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{ПДК}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где G – количество выделяющегося вредного вещества.

Потребный воздухообмен L_Q для отвода избыточной теплоты определяется по формуле:

$$L_Q = \frac{Q_{\text{изб}}}{r_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{выт}} - t_{\text{прит}})}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

где $Q_{\text{изб}}$ – избыточное количество теплоты, Дж/ч или кал/ч;

$C_{\text{возд}}$ – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°C) или кал/(г·°C);

ρ – плотность воздуха, кг/м³ ($\rho = 1,29$ кг/м³);

$t_{\text{выт}}$ – температура вытяжного воздуха, удаляемого из помещения, °C;

$t_{\text{прит}}$ – температура приточного воздуха, °C.

Температура вытяжного воздуха $t_{\text{выт}}$ определяется по выражению:

$$t_{\text{выт}} = t_{\text{раб}} + \Delta t \cdot (H - 2) \quad (3)$$

где $t_{\text{раб}}$ – температура воздуха в рабочей зоне, °C;

Δt – температурный градиент по высоте, °C/м ($\Delta t = 1$ °C/м);

H – высота вытяжных отверстий над уровнем пола или рабочей площадки, м.

Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

Кратность воздухообмена – число, показывающее сколько раз в течение часа происходит полная замена воздуха в помещении, K , 1/ч. K рассчитывается по выражению:

$$K = \frac{L_{\phi}}{V} \quad (4)$$

где L_{ϕ} – фактический воздухообмен в помещении, м³/ч;

V – объем помещения, м³.

Кратность воздухообмена помещений обычно составляет от 1 до 10 (большие значения для помещений со значительными выделениями теплоты, вредных веществ или небольших по объему).

Примеры решения задач

Пример 1.1

№ вар.	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆	Q ₁	Q ₂	Q ₃	t ₁	t ₂	V ₁
0	24,5	103	6	99,5	25	15	2200	1850	1750	21	28	1600

Задача 1.1

Определить потребный воздухообмен L в помещении, если в результате технологического процесса выделяется монооксид углерода в количестве $G_1 = 24,5$ г/ч и избыточное тепло в количестве $Q_1 = 2200$ ккал/ч. Температура приточного воздуха равна 18 °, температура в рабочей зоне равна $t_1 = 21$ °C. Высота вытяжных отверстий над уровнем рабочей площадки H равна 3 м. В приточном воздухе монооксида углерода не содержится.

Примечания:

1) ПДК_{CO} = 20 мг/м³;

2) плотность воздуха $\rho_{\text{возд}} = 1,24$ кг/м³, удельная теплоемкость $C_{\text{возд.}} = 0,24$ кал/г.

Решение

1) Определим потребный воздухообмен при выделении вредных веществ:

$$L_{\text{ВВ}} = \frac{1000 \cdot G}{\text{ПДК}} = \frac{1000 \cdot 24,5}{20} = 1225, \text{ м}^3/\text{ч}$$

2) Определим потребный воздухообмен при выделении избыточного тепла.

$$t_{\text{выг}} = t_{\text{раб}} + \Delta t \cdot (H - 2) = 21 + 1 \cdot (3 - 2) = 22^\circ \text{C}$$

$$L_1 = \frac{Q_{\text{изб}}}{r_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{выг}} - t_{\text{прит}})} = \frac{2200}{1,24 \cdot 0,24 \cdot (22 - 18)} = 1848,12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Пример 1.2

Оценить пригодность цеха (т.е. соответствие потребного и фактического воздухообмена) объемом V_1 м³ для выполнения работ, в ходе которых выделяется G_1 г/ч CO, G_2 г/ч этилена, G_3 г/ч аммиака, G_4 г/ч диоксида серы, а также Q избыточного тепла. Вентиляционная система обеспечивает полную замену воздуха в цехе 5 раз в течение часа. Температура в рабочей зоне равна $t_{\text{рз}} = 31^\circ$, температура приточного воздуха равна 22° . Вытяжные отверстия находятся на высоте 5 м от рабочей площадки.

Примечания:

1) ПДК_{CO} = 20 мг/м³; ПДК_{C₂H₂} = 1 мг/м³; ПДК_{NH₃} = 20 мг/м³; ПДК_{SO₂} = 10 мг/м³;

2) аммиак и диоксид серы обладают эффектом суммации;

3) считать концентрацию каждой примеси в приточном воздухе равной нулю

Решение.

$$L_{\text{факт}} = k \cdot V = 5 \cdot 1600 = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$t_{\text{выг}} = t_{\text{раб}} + \Delta t \cdot (H - 2) = 28 + 1 \cdot (5 - 2) = 31^\circ \text{C}$$

$$L_1 = \frac{Q_{\text{изб}}}{r_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{прит}})} = \frac{1850}{1,24 \cdot 0,24 \cdot (31 - 22)} = 690,71 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_2 = \frac{1000 \cdot G_2}{\text{ПДК}_{\text{CO}}} = \frac{1000 \cdot 103}{20} = 5150 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_3 = \frac{1000 \cdot G_3}{\text{ПДК}_{\text{C}_2\text{H}_2}} = \frac{1000 \cdot 6}{1} = 6000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_4 = \frac{1000 \cdot G_4}{\text{ПДК}_{\text{NH}_3}} = \frac{1000 \cdot 99,5}{20} = 4975 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_5 = \frac{1000 \cdot G_5}{\text{ПДК}_{\text{SO}_2}} = \frac{1000 \cdot 25}{10} = 2500 \text{ м}^3/\text{ч}$$

L_4 и L_5 обладают эффектом суммации, следовательно, $L = 4975 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$L_{\text{норм}} = L_1 + L_2 + L_3 + L = 690,71 + 5150 + 6000 + 4975 = 16815,71 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: не соответствуют, т.к. $L_{\text{норм}} > L_{\text{факт}}$

Пример 1.3

Определить требуемый воздухообмен L в помещении, если в результате технологического процесса выделяется ацетон в количестве G_6 г/ч и избыточное тепло в количестве $Q_3 = 1750$ ккал/ч. Температура приточного воздуха равна 20° , температура в рабочей зоне равна 25° . Высота вытяжных отверстий над уровнем рабочей площадки равна 3 м.

Примечание:

1) считать концентрацию примеси в приточном воздухе равной 0,3 ПДК.

2) $\text{ПДК}_{\text{ацетона}} = 200 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Решение.

$$t_{\text{выг}} = t_{\text{раб}} + \Delta t \cdot (H - 2) = 25 + 1 \cdot (3 - 2) = 26^\circ \text{C}$$

$$L_1 = \frac{Q_{\text{изб}}}{r_{\text{возд}} \cdot C_{\text{возд}} \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{прит}})} = \frac{1750}{1,24 \cdot 0,24 \cdot (26 - 20)} = 980 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_2 = \frac{1000 \cdot G}{\text{ПДК} - q_{\text{прит}}} = \frac{1000 \cdot 15}{200 - 200 \cdot 0,3} = 107,14 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: $L = 980 \text{ м}^3/\text{ч}$

Тема 2: Производственный шум. Защита от шума

Человек ощущает звук в широком диапазоне звуковых давлений $P_{\text{зв}}$ и интенсивностей I .

Стандартным порогом слышимости называют эффективное значение звукового давления (интенсивности), создаваемого гармоническим колебанием с частотой $f = 1000$ Гц, едва слышимым человеком со средней чувствительностью слуха.

Стандартному порогу слышимости соответствует звуковое давление $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па или интенсивность звука $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м². Верхний предел звуковых давлений, ощущаемых слуховым аппаратом человека, ограничивается болевым ощущением и принят равным $P_{\text{max}} = 20$ Па и $I_{\text{max}} = 1$ Вт/м².

Величина слухового ощущения L при превышении звуковым давлением $P_{зв}$ стандартного порога слышимости определяется по закону психофизики Вебера - Фехнера:

$$L = q \cdot \lg \left(\frac{P_{зв}}{P_0} \right) \quad (5)$$

где q – некоторая постоянная, зависящая от условий проведения эксперимента.

С учетом психофизического восприятия звука человеком для характеристики значений звукового давления $P_{зв}$ и интенсивности I были введены логарифмические величины:

уровни L (с соответствующим индексом), выраженные в безразмерных единицах–децибелах, дБ, названных в честь Грейма–Бела (увеличение интенсивности звука в 10 раз соответствует 1 Белу (Б) – 1Б = 10 дБ):

$$L_P = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (6a)$$

$$L_I = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0} \right)^2 \quad (6б)$$

Следует отметить, что при нормальных атмосферных условиях $L_P = L_I$.

По аналогии были введены также и уровни звуковой мощности

$$L_W = 10 \cdot \lg \left(\frac{W}{W_0} \right) \quad (6в)$$

где $W_0 = 10 \cdot S_0 = 10^{-12}$ Вт – пороговая звуковая мощность на частоте 1000 Гц, $S_0 = 1$ м².

Безразмерные величины L_P , L_I , L_W достаточно просто измеряются приборами, поэтому их полезно использовать для определения абсолютных значений P , I , W по обратным к (7) зависимостям

$$P^2 = P_0^2 \cdot 10^{0,1 \lg L_P} \quad (7a)$$

$$I = I_0 \cdot 10^{0,1 \lg L_I} \quad (7б)$$

$$W = W_0 \cdot 10^{0,1 \lg L_W} \quad (7в)$$

Уровень суммы нескольких величин определяется по их уровням L_i , $i = 1, 2, \dots, n$ соотношением

$$L_\Sigma = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \right) \quad (8)$$

где n – количество складываемых величин.

Если складываемые уровни одинаковы ($L_i = L$), то

$$L_{\Sigma} = L + 10 \lg n \quad (9)$$

Примеры расчета

Пример 2.1.

В помещении находятся 3 источника шума, создающие на рабочем месте интенсивность соответственно 60, 60 и 85 дБА.

Чему равен уровень шума в этом помещении, если все три источника работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)

Решение:

Согласно формуле 8 суммарный уровень шума определяется как

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} \right) = 10 \lg (2 \cdot 10^{0,1 \cdot 60} + 10^{0,1 \cdot 85}) = 60 + 25 = 85 \text{ дБа}$$

Ответ: 85 дБА.

Пример 2

Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в определенной точке помещения составит 60 дБА. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит 65 дБА.

Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?

Подсказка: воспользоваться формулой 9 и рассматривать само помещение как третий источник шума.

Ответ: 63 дБа.

Тема 3: Производственное освещение. Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Освещение рабочего места – важный фактор создания нормальных условий труда. Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую человеком посредством зрения, кроме того оно утомляет не только зрение, но вызывает утомление организма в целом, отрицательно сказывается на состоянии центральной нервной системы. Неправильное освещение может являться причиной производственного травматизма.

Свет влияет на состояние высших психических функций и физиологические процессы в организме. Хорошее освещение действует тонизирующее, создает хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности.

Согласно статистике в среднем при различных видах производственной деятельности число несчастных случаев, связанных с неудовлетворительным освещением, составляет 30...50% от общего количества. При зрительных работах, не требующих высокой точности, около 1,5% травм со смертельным исходом происходит по причине плохого освещения. Травматизм глаз при таких работах, непосредственно связанный с неудовлетворительным освещением, составляет от 18% до 25%. Причиной травматизма может быть как непосредственное ухудшение видимости в рабочей зоне, так и повышенное утомление работника вследствие работы в условиях неудовлетворительного освещения.

Кроме травматизма, неблагоприятные условия освещения могут вызывать утомление зрительного анализатора (при систематическом воздействии – развитие дефектов зрения), снижать работоспособность, приводить к профессиональным заболеваниям.

Помещения должны иметь как естественное, так и искусственное освещение.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой равномерного освещения.

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Освещенность на рабочем месте оператора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения. Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Коэффициент запаса (K_3) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,5.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

При проектировании искусственного освещения необходимо решить следующие задачи: выбрать систему освещения, тип источников света, тип светильников, расположить светильники, определить мощность источников света.

1. Выбор системы освещения

Для производственных помещений всех назначений применяются системы общего (равномерного или локализованного) и комбинированного (общего и местного) освещения. Выбор между равномерным и локализованным освещением проводится с учётом особенностей производственного процесса и размещения технологического оборудования. Система комбинированного освещения применяется для производственных помещений, в которых выполняются точные зрительные работы. Применение одного местного освещения на рабочих местах не допускается. В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение.

2. Выбор источников света

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. По спектральному составу видимого света различают лампы дневной (ЛД), холодно-белой (ЛХБ), тепло-белой (ЛТБ) и белой цветности (ЛБ). Наиболее широко применяются лампы типа ЛБ. При повышенных требованиях к передаче цветов освещением применяются лампы типа ЛХБ, ЛД. Лампа типа ЛТБ применяется для правильной цветопередачи человеческого лица. Характеристики люминесцентных ламп приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики люминесцентных ламп

Тип лампы	Световой поток, лм	Длина лампы, мм	Тип лампы	Световой поток, лм	Длина лампы, мм
ЛД 36-7	2300	1213,6	ЛД 65-7	3750	1514,2
ЛХБ 36-7	2700		ЛХБ 65-7	4400	
ЛБ 36-7	2800		ЛБ 65-7	4600	
ЛТБ 36-7	2800		ЛТБ 65-7	4600	
ЛД 40-7	2300	1213,6	ЛД 80-7	4250	1514,2
ЛХБ 40-7	2700		ЛХБ 80-7	5000	
ЛБ 40-7	2800		ЛБ 80-7	5200	
ЛТБ 40-7	2800		ЛТБ 80-7	5200	
ЛД 58-7	3750	1517,2	ЛД 90	4500	1512,8
ЛХБ 58-7	4400		ЛХБ 90	5300	
ЛБ 58-7	4600		ЛТБ 90	5000	
ЛТБ 58-7	4600				

Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления) для производственного освещения применяют газоразрядные лампы высокого давления, например, лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) и др., которые рекомендуется использовать для освещения более высоких помещений (6–10 м). Основные характеристики ламп ДРЛ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные характеристики ламп ДРЛ

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
ДРЛ 250	250	13000

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
ДРЛ 400	400	23000
ДРЛ 700	700	39000
ДРЛ 1000	1000	55000

По назначению лампы накаливания классифицируют на лампы общего назначения и лампы специального назначения (для сигнализации, транспортные, метрологические и др.). В маркировке ламп накаливания буква В обозначает вакуумные лампы, Г – газонаполненные, К – лампы с криптоновым наполнением, Б – биспиральные лампы, Р – различного назначения. Наибольшее распространение имеют лампы накаливания общего назначения, изготавливаемые на напряжения 127 и 220 В, мощностью от 15 до 1500 Вт. Выпускаются также лампы общего назначения, рассчитанные на напряжения 127-135 и 220-235 В. Разновидностью ламп накаливания являются галогенные лампы, в которых наряду с вольфрамовой нитью в колбе имеются пары галогена (например, йода), который повышает температуру накала и практически исключает испарение. Такие лампы имеют более продолжительный срок службы (до 3000 ч) и высокую светоотдачу (до 30 лм/Вт).

Применение ламп накаливания общего назначения для освещения ограничивается Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ. Не допускается применение для освещения ламп накаливания общего назначения мощностью 100 Вт и более.

Использование ламп накаливания допускается при производстве грубых работ или осуществлении общего надзора за эксплуатацией оборудования, особенно если эти помещения не предназначены для пребывания людей, а также в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных ламп. Во взрыво- и пожароопасных помещениях, сырых, пыльных, с химически активной средой, там, где температура воздуха может быть менее +10 °С и напряжение в сети падает ниже 90 % от номинального, следует отдавать предпочтение лампам накаливания. Характеристики ламп накаливания приведены в табл. 3.

Таблица 3

Основные характеристики ламп накаливания

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
V215-225-15-1	15	120
V215-225-25	25	220
V215-225-40-1	40	430
V215-225-60-1	60	730
V215-225-75-1	75	960
V215-225-100-1	100	1380
V215-225-150	150	2220
V215-225-200	200	3150
Г215-225-300-2	300	4850
Г215-225-500-1	500	8400
Г215-225-750	750	13100
Г215-225-1000-2	10000	18800
PH 220-230-200-1	200	2950
PH 220-230-300	300	3350

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
PH 230-240-300	300	4800
PH 215-225-500	500	8400

3. Выбор светильников и их размещение

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

Таблица 4

Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами

Серия, тип	Число, шт; мощность, Вт	Исполнение, характеристика помещения, модификация	Длина, мм	
ЛСП02	2 × 36 2 × 58	Общее освещение производственных зданий, с решеткой, подвесной	1240 1540	
ЛСП24	1 × 40, 2 × 40 2 × 36, 2 × 58	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий, с решеткой, подвесной	1290 1590	
ЛСП40	2 × 40	Общее освещение пыльных и влажных производственных зданий, с рассеивателем, подвесной	1279	
ЛСП44	1 × 40, 2 × 40	Общее освещение сырых и пыльных промышленных зданий, помещений с химически агрессивными средами, складских помещений, для пожароопасных помещений; корпус и рассеиватель из поликарбоната, подвесной	1279	
ЛПО46	2 × 36	Общее освещение производственных зданий, с рассеивателем, потолочный	1235	
ОД – 2-30	2 × 30	Освещение производственных помещений с нормальными условиями среды	933	
ОД – 2-40	2 × 40		1230	
ОД – 2-80	2 × 80		1531	
ОД – 2-125	2 × 125		1528	
ОДО – 2-40	2 × 40		1230	
ОДОР-2-30	2 × 30		925	
ОДОР-2-40	2 × 40		1227	
АОД -2-30	2 × 30		945	
АОД -2-40	2 × 40		1241	
ШОД -2-40	2 × 40		1228	
ШОД -2-80	2 × 80		1530	
Л71Б03	10 × 30		1096	
ПВЛ			Для пожароопасных помещений с пыле- и влаговыведениями	Аналогично ОД

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются:

Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости.

Светильник ПВЛ – является пылевлагозащищённым, пригоден для некоторых пожароопасных помещений: мощность ламп 2×40Вт.

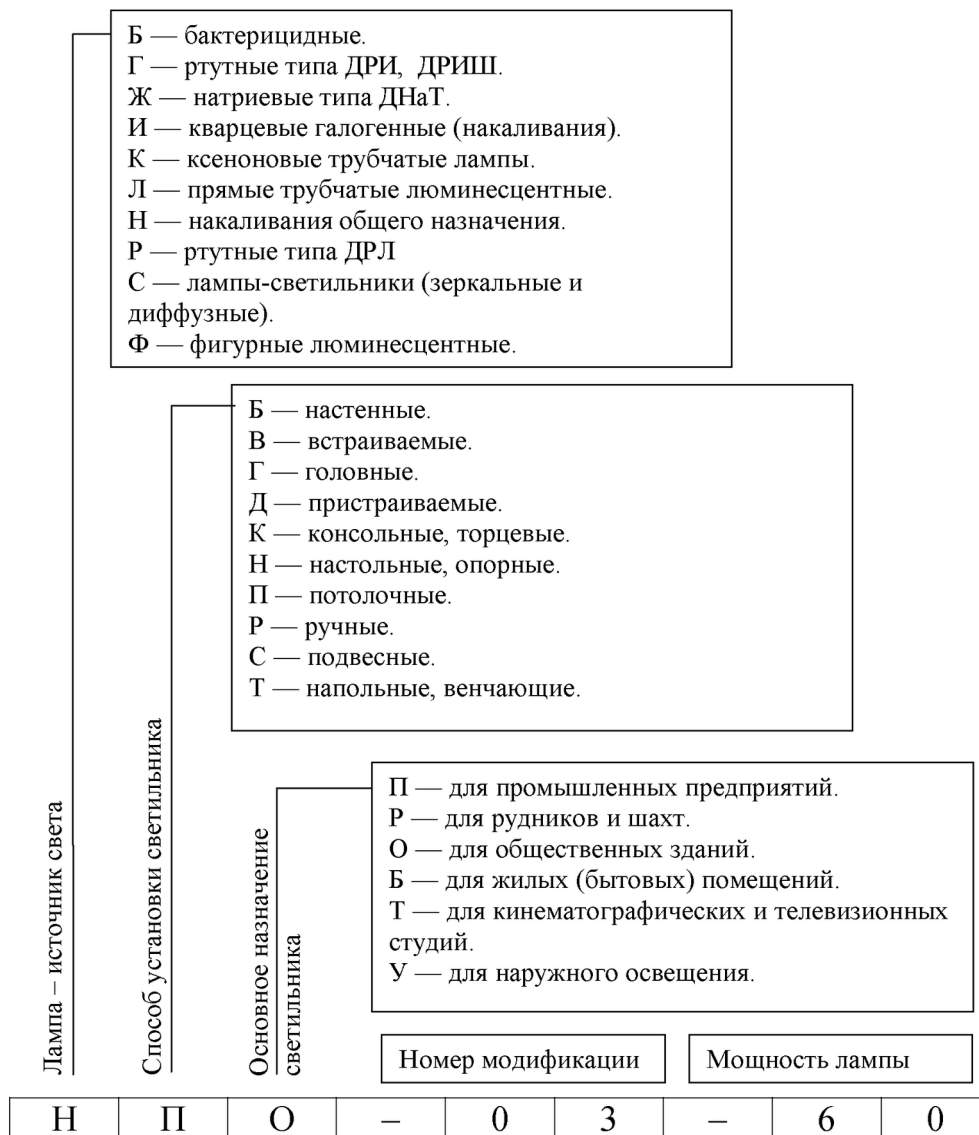
Плафоны потолочные для общего освещения закрытых сухих помещений:

Л71Б03 – мощность ламп 10×30Вт;

Л71Б84 – мощность ламп 8×40Вт.

Основные характеристики светильников с люминесцентными лампами приведены в табл. 4.

Маркировка светильников



Для ламп накаливания и ламп ДРЛ применяются следующие типы светильников:

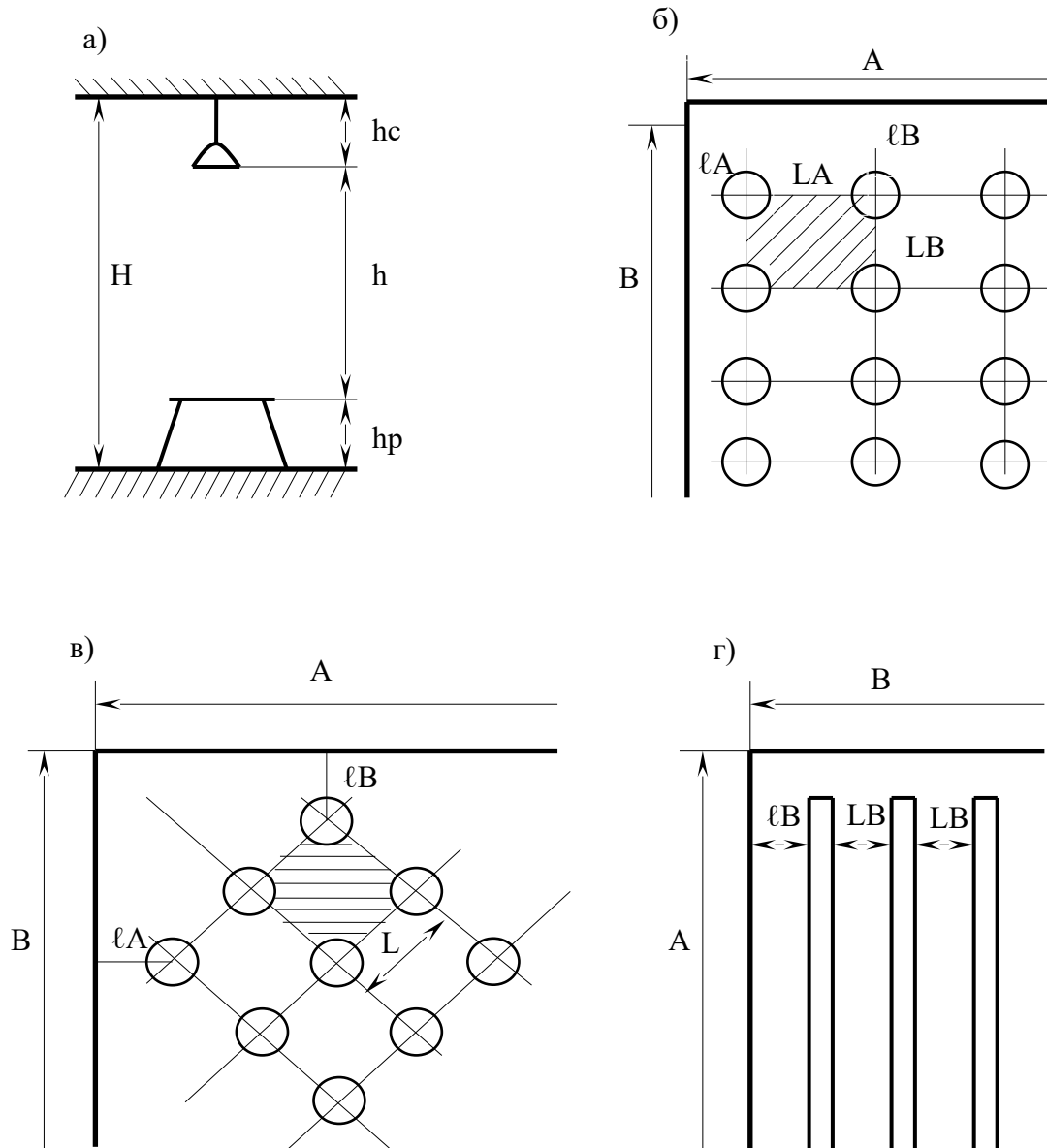
«Универсаль» (У) – для ламп до 500 Вт; применим для общего и местного освещения в нормальных условиях.

Шар молочного стекла (ШМ) – для ламп до 1000 Вт; предназначен для нормальных помещений с большим отражением потолков и стен (помещения точной сборки, конструкторские).

«Люцетта» (ЛЦ) – для ламп до 300 Вт; предназначен для тех же помещений, что и ШМ.

Глубокоизлучатель со средней концентрацией потока (ГС) – для ламп 500, 1000 Вт; устойчив в условиях сырости и среды с повышенной химической активностью.

Размещение светильников в помещении определяется следующими



параметрами, м (рис. 1):

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_{\text{п}} = H - h_{\text{св}}$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_{\text{рп}}$ – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_{\text{п}} - h_{\text{рп}}$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

а) – в разрезе; б, в, г) – плане помещения;

б) – по углам прямоугольников; в) – по вершинам ромба; г) – в линию для светильников с люминесцентными лампами

Рис. 1. Пояснение к расчету высоты подвеса светильника над рабочей поверхностью

Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом (табл. 5 и 6);

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B),

$L_{1(2)}$ – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние $L_{1(2)}$ от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Таблица 5

Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом h_n , м
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непрерывных рядах из одиночных светильников	3,5
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	4,0
Двухламповые светильники ШЛД, ШОД	2,5
Двухламповые уплотнённые светильники ПВЛ	3,0

Таблица 6

Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с лампами накаливания

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом h_n , м		
	В матированной колбе до 150 Вт	В прозрачной колбе ≤ 200 Вт	В прозрачной колбе > 200 Вт
У	2,5	3	4
ШМ	–	2,5	3
ЛЦ	2,5	3	4
ГС	2,5	3	4

3. Размещение светильников на плане помещения

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости.

Наибольшая равномерность светораспределения достигается при расположении прямоугольником, если для ламп накаливания выполняется соотношение

$$\frac{L}{h} \leq \lambda, \lambda \in [1,4 \div 2] \quad (10)$$

где λ – оптимальное отношение расстояния между светильниками L к высоте их подвеса h_n ; при расположении светильников прямоугольником может быть принято равным 1,4–2,0, а при шахматном расположении – 1,7–2,5. При прямоугольных полях расположения светильников расстояние между светильниками по длине помещения должно удовлетворять условию $L_d/L_e \leq 1,5$

L – расстояние между светильниками;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Значения λ для разных светильников с люминесцентными лампами приведены в таблице 7.

Таблица 7

Оптимальные значения соотношения расстояний (λ) между светильниками с люминесцентными лампами и высоты их подвеса над рабочей поверхностью

№	Тип светильника	Расположение светильников	
		однорядное	многорядное
1	Светильники ЛСП02, ЛСП24	1,35 (1,7)	1,8 (2,3)
2	Светильники ЛСП40, ЛСП44	1,25 (1,5)	1,5
3	Светильники ЛПО46	1,4 (1,7)	1,6 (1,8)

Примечание: в скобках указаны максимальные допустимые значения λ .

Наилучшими вариантами равномерного размещения светильников являются шахматное размещение и по сторонам квадрата (расстояния между светильниками в ряду и между рядами светильников равны) (рис. 2).

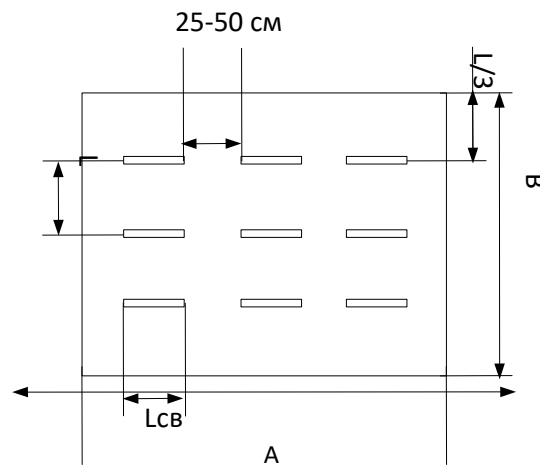
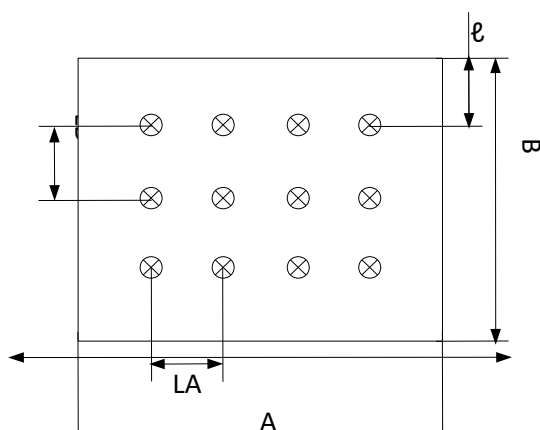


Рис. 2. Схема размещения светильников в помещении для ламп накаливания. Рис. 3. Схема размещения светильников в помещении

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования (рис. 3). При высоких уровнях нормированной освещённости люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

Расстояние от крайнего светильника (ряда светильников) $\ell_{1(2)}$ до стены помещения вычисляют по следующим формулам:

а) если рабочие места расположены у стен –

$$\ell_1 = (0,25 \div 0,3) \cdot L, \text{ м} \quad (11)$$

б) если у стен расположены проходы –

$$\ell_2 = (0,4 \div 0,5) \cdot L, \text{ м} \quad (12)$$

Количество рядов, которые можно разместить в помещении можно рассчитать по формуле:

$$2\ell_{1(2)} + L \cdot (n_p - 1) \leq b, \text{ м}$$

откуда

$$n_p \leq \frac{b - 2\ell_{1(2)}}{L} + 1, \quad (13)$$

где n_p – количество рядов в помещении;

b – ширина помещения, м.

Количество люминесцентных светильников в ряду, учитывая, что сумма расстояний от светильников до стен и длины светильников должна быть меньше длины помещения, рассчитывают по формуле

$$2\ell_{1(2)} + L_{cb} \cdot n_{cb} \leq a, \text{ м} \quad (14)$$

откуда

$$n_{\text{св}} \leq \frac{(a - 2 \ell_{1(2)})}{L_{\text{св}}} \quad (14a)$$

где $n_{\text{св}}$ – количество светильников в ряду;
 a – длина помещения, м;
 $L_{\text{св}}$ – длина светильника, м.

4. Выбор нормируемой освещённости

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение (СНиП 23-05-95). Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

Таблица 8

Нормированная освещенность ЕН (выписка из СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»)

E_n в соотв. с вариантом	Характеристика зрительной работы	Разряд	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк
1.	Очень высокой точности (от 0,15 до 0,30 мм)	II	б	малый	средний	750
2.				средний	темный	600
3.				малый	светлый	500
4.				большой	темный	400
5.				средний	светлый	300
6.				большой	средний	200
7.	Высокой точности (от 0,30 до 0,50 мм)	III	а	малый	темный	400
8.	Высокой точности (от 0,30 до 0,50 мм)	III	б	малый	средний	300
9.				средний	темный	200
10.			в	малый	светлый	300
11.				большой	темный	200
12.				средний	светлый	200
13.				г	средний	светлый
14.	Средней	IV	а	малый	темный	300
15.	точности (от 0,5 до 1,0 мм)	IV	б	малый	средний	200
16.			в	средний	средний	200
17.			г	большой	светлый	200
18.	Малой точности	V	а	малый	темный	300

E_n в соотв. с вариантом	Характеристика зрительной работы	Разряд	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк
19.	(от 1,0 до 5,0 мм)		б	малый	средний	200
20.			в	малый	светлый	200
21.			г	средний	светлый	200
22.	Грубая (очень малой точности) (более 5 мм)	VI	-	независимо	независимо	200
23.	Работа со светящимися материалами, изделиями в горячих цехах	VII	-	независимо	независимо	200

Значение коэффициентов отражения потолка и стен

Состояние потолка	$\rho_n, \%$	Состояние стен	$\rho_{ст}, \%$
Свежепобеленный	70	Свежепобеленные с окнами, закрытыми	70
Побеленный, в сырых помещениях	50	шторами	
Чистый бетонный	50	Свежепобеленные с окнами без штор	50
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Бетонные с окнами	30
Бетонный грязный	30	Оклеенные светлыми обоями	30
Деревянный неокрашенный	30	Грязные или кирпичные неоштукатуренные	10
Грязный (кузницы, склады)	10	С темными обоями	10

5. Расчёт общего равномерного освещения

Основной задачей светотехнических расчетов при искусственном освещении является определение потребной мощности электрической осветительной установки. Наиболее известными методами, применяемыми при расчете искусственного освещения являются:

- метод коэффициента использования светового потока,
- точечный метод,
- метод удельной мощности (метод Ватт).

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии затемняющего оборудования.

Порядок расчета

– определяют норму освещенности на рабочих поверхностях в зависимости от разряда зрительной работы;

- выбирают типы источника света и светильников, определяют их расположение и число;
 - определяют коэффициенты отражения потолка и стен;
 - определяют индекс помещения i и коэффициент использования светового потока η ;
 - определяют коэффициенты запаса K_3 и минимальной освещенности Z ;
 - рассчитывают требуемый световой поток источника света в светильнике;
 - подбирают по таблицам выпускаемых промышленностью ламп выбранного типа ближайшую по световому потоку; если ближайшие стандартные лампы имеют световой поток, отличающийся от расчетного более чем на $-10...+20\%$, то выбирают лампу с большим световым потоком, подставляют его значение в расчетную формулу (10) и решают ее относительно числа светильников N , корректируют схему расположения светильников;
 - определяют суммарную мощность осветительной установки.
- Основное уравнение метода:

$$F = \frac{100 \cdot E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (15)$$

где F – световой поток лампы, лм;

E_H – минимальная нормируемая освещенность, таблица 8 (определяется по СНиП 23-05-95 (2016) «Естественное и искусственное освещение»);

S – площадь помещения, m^2 ;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности вследствие старения ламп, запыления и загрязнения светильников ($K=1,2...1,5$);

$Z = 1,1$ – при освещении люминесцентными лампами для работ I – III разрядов;
 $Z = 1,16$ – то же для работ IV – VII разрядов;

$Z = 1,15$ – при освещении лампами накаливания и ДРЛ для работ I – III разрядов;
 $Z = 1,4$ – то же для работ IV – VII разрядов;

N – число светильников, шт.;

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока (в процентах %), т.е. отношение потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп.

Определение коэффициента использования светового потока. На величину коэффициента использования светового потока η оказывают влияние отражающая способность потолка, стен, рабочей поверхности, пола, индекс помещения, геометрические размеры помещения и тип светильника.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Фактическое значение этих коэффициентов определить трудно, поэтому рекомендуется применять ориентировочные значения, руководствуясь оценками состояния отражающих поверхностей, приведенными в табл.9-10.

Таблица 9

Коэффициенты использования светового потока.
Светильники с люминесцентными лампами

Тип светильника	ЛСП02 2×36 2×58					ЛПО46 2×36					ЛСП24 1×40 2×40 2×36 2×58					ЛСП44 1×40 2×40					ЛПО40 2×40				
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρп, %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρс, %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
ρ, %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициент использования η, %																								
0,5	28	27	21	18	16	30	28	20	16	14	22	18	13	11	9	28	27	20	13	11	27	26	21	16	15
0,6	33	32	25	22	20	34	32	24	20	18	25	23	17	14	12	33	32	22	17	14	30	30	24	20	18
0,7	38	36	30	26	24	38	36	29	24	22	28	27	20	16	15	38	36	27	20	17	40	37	31	27	25
0,8	42	39	33	29	28	42	40	32	27	24	31	29	23	19	17	42	40	30	23	20	40	37	31	27	25
0,9	46	42	37	32	31	47	43	36	30	28	34	32	26	21	19	47	44	34	26	22	44	40	34	30	28
1,0	49	45	40	35	34	50	46	39	33	30	37	34	28	23	21	51	47	37	29	25	47	43	37	32	30
1,1	52	48	42	38	36	53	49	41	35	32	39	36	30	25	23	54	50	39	31	27	49	45	39	34	32
1,25	55	50	45	40	39	56	52	44	38	35	42	38	32	27	25	57	53	42	34	29	52	48	42	37	34
1,5	60	54	49	45	44	61	56	48	42	39	46	42	36	30	28	63	57	47	38	33	56	51	46	41	38
1,75	63	57	52	48	47	65	59	52	46	42	49	44	38	33	30	67	61	50	42	36	59	54	49	44	41
2,0	65	59	55	51	49	68	61	54	48	44	51	46	40	35	32	70	63	53	44	38	62	56	50	46	43
2,25	68	62	57	53	52	70	64	56	50	46	53	48	42	37	34	73	66	55	47	40	61	58	52	48	45
2,5	70	63	58	55	54	73	66	58	52	48	55	50	43	39	35	76	68	57	49	42	69	63	53	47	44
3,0	73	65	61	58	56	76	68	60	55	50	58	52	45	31	37	80	71	60	52	44	68	62	56	52	48
3,5	75	67	62	60	58	78	69	62	57	52	60	53	47	43	39	82	73	62	54	46	70	63	57	53	50

Тип светильника	ЛСП02 2×36 2×58					ЛПО46 2×36					ЛСП24 1×40 2×40 2×36 2×58					ЛСП44 1×40 2×40					ЛПО40 2×40				
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρп, %	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
ρс, %	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
ρ, %	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициент использования η, %																								
4,0	77	68	64	61	59	80	71	64	59	53	61	54	48	44	40	85	75	64	56	48	72	64	58	55	5 1
4,5	78	69	65	63	60	82	72	65	60	54	63	55	49	46	41	87	77	66	58	50	74	65	59	56	5 2
5,0	80	70	67	65	62	84	74	67	62	56	65	57	51	48	43	90	79	69	61	52	76	66	61	58	5 3

Таблица 10

Значения коэффициента использования.
Светового потока светильников с лампами накаливания

Тип светильника	Для производственных помещений										Для административных, санитарно-бытовых и иных вспомогательных помещений														
	прямого света					рассеянного света					шар				плафон цилиндрический одноламповый				плафон двухламповый						
потолка, ρп, %	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	
стен, ρс, %	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	
пола (рабочей поверхности), ρр.п., %	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	
Индекс помещения	Значение коэффициента использования, η, %																								
0,5	24	22	20	17	19	18	12	9	16	15	13	8	16	15	12	10	15	14	12	9	15	14	12	9	
0,6	34	32	26	23	24	23	15	11	20	19	16	12	20	19	16	13	19	18	16	13	19	18	16	13	
0,7	42	39	34	30	29	27	19	15	24	23	20	16	24	23	20	16	23	22	20	16	23	22	20	16	
0,8	46	44	38	34	33	31	23	18	27	26	22	18	28	26	22	19	25	24	22	18	25	24	22	18	
0,9	49	47	41	37	35	33	25	19	30	28	24	20	30	28	24	20	28	26	24	20	28	26	24	20	
1,0	51	49	43	39	37	35	26	20	32	30	26	22	32	30	26	22	29	27	25	21	29	27	25	21	
1,1	53	50	45	41	40	37	28	22	34	32	27	23	34	32	27	24	31	29	26	22	31	29	26	22	
1,25	56	52	47	43	43	40	30	24	36	34	29	24	37	34	29	25	33	30	28	24	33	30	28	24	
1,5	60	55	50	46	46	42	32	25	40	36	31	26	40	36	31	27	35	33	30	26	35	33	30	26	
1,75	63	58	53	48	49	45	35	27	42	38	33	28	42	39	33	29	38	34	32	28	38	34	32	28	
2,0	66	60	55	51	52	47	37	29	44	40	35	30	44	40	35	31	39	36	33	29	39	36	33	29	

Тип светильника	Для производственных помещений								Для административных, санитарно-бытовых и иных вспомогательных помещений											
	прямого света				рассеянного света				шар				плафон цилиндрический и одноламповый				плафон двухламповый			
потолка, ρ_p , %	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30
стен, ρ_c , %	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10
пола (рабочей поверхности), $\rho_{p.н.}$, %	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10
2,25	68	62	57	53	54	49	39	31	46	42	36	31	46	42	36	33	41	37	34	31
2,5	70	64	59	55	56	50	40	32	48	43	38	33	48	44	38	34	42	38	35	32
3,0	73	66	62	58	60	53	43	35	51	45	40	36	51	46	40	36	44	40	37	33
3,5	76	68	64	61	62	55	45	36	53	48	41	38	54	48	42	38	46	42	38	35
4,0	78	70	66	62	64	57	47	38	55	49	43	40	56	50	44	40	48	43	39	36
5,0	81	73	69	64	67	59	49	40	59	52	46	43	60	53	47	44	50	44	41	38

Индекс помещения i определяется по выражению:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (16)$$

где a и b – основные размеры (длина и ширина) помещения, м.

h – расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м, определяется по формуле:

$$h = H - h_c - h_n \quad (17)$$

где H – геометрическая высота помещения, м;

h_c – свес светильника, м;

h_n – высота рабочей поверхности, м (рисунок 1)

Полученные расчетом значения i округляют до 0,5 если $i < 0,5$ и до 5, если $i > 5$.

Выбор ближайшей стандартной лампы осуществляется по полученному в результате расчета требуемому световому потоку.

Допускается отклонение Δ светового потока лампы не более чем на (-10%) - (+20%).

Для этого выполняется проверка по формуле

$$\Delta = \frac{F_{\text{станд}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{расч}}} \cdot 100, \% \quad (18)$$

При невозможности выбора лампы с таким приближением корректируют количество светильников.

Светильники с лампами накаливания

Светильники с лампами накаливания в системе общего равномерного и общего в системе комбинированного освещения обычно располагают в шахматном порядке или по углам прямоугольника (квадрата).

Расстояние между светильниками или рядами светильников (точнее – между центральными точками соседних светильников) L , м, и расстояние от стены до ближайшего светильника ℓ , м, определяют по формулам

Расстояние между светильниками L определяется из условия обеспечения равномерного распределения освещённости (для светильников типа «Универсаль»):

$$\lambda = \frac{L}{h} = 1,5 \quad (19)$$

где h – расстояние от оси лампы до рабочей освещаемой поверхности (расчетная высота подвеса светильников)

$$h = H - h_c - h_{n, м.}$$

Тогда расстояние между светильниками

$$L = 1,5 \cdot h \quad (20)$$

Число рядов светильников в помещении можно вычислить по формуле

$$n_b = \frac{b}{L} \quad (21)$$

Число светильников в ряду

$$n_a = \frac{a}{L} \quad (22)$$

Полученные значения округляют до ближайших целых.

Общее число светильников

$$n_{св} = n_a \cdot n_b \quad (23)$$

Расстояние от крайнего ряда до стены

$$\ell_1 = \frac{b - (n_b - 1) \cdot L}{2}, \quad (24)$$

где b – ширина помещения, м, а расстояние от крайнего светильника до стены

$$\ell_2 = \frac{a - (n_a - 1) \cdot L}{2}, \quad (25)$$

где a – длина помещения.



Рис. 4. Светильник типа «Универсаль»

При этом расстояние от крайних светильников до стены должно удовлетворять условию

$$\ell_{1(2)} = (0,3 \dots 0,5) \cdot L. \quad (26)$$

При наличии прохода у стены принимают

$$\ell_{1(2)} = 0,5 \cdot L. \quad (27)$$

Далее вычисляют световой поток лампы светильника по формуле (15): предварительно вычислив индекс помещения i по формуле (16).

Используя найденное значение светового потока, выбирают из табл. 3 тип лампы, её мощность, световой поток $F_{л. таб}$ и проверяют его отклонение Δ от рассчитанного $F_{расч.}$. Отклонение должно составлять $(-10 \dots +20)$ %. При несоответствии отклонения указанному интервалу расчёт повторяют, изменяя расстояние между светильниками, высоту подвеса светильника.

По полученным данным необходимо изобразить в масштабе план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Примеры решения задачи

Пример 2.1

Рассчитать общее равномерное искусственное освещение люминесцентными лампами для производственного помещения. Длина помещения 11 м, ширина – 5,5 м, высота – 3 м. В помещении проводятся работы высокой точности разряда Ша. Содержание в воздушной среде рабочей зоны пыли, дыма и копоти составляет менее 1 мг/м³ (нормальные воздушные условия). Коэффициенты отражения от потолка – 50%; от стен – 30%, от рабочей поверхности – 10%. Рабочие места расположены у стен. Высота рабочей поверхности 0,8 м. Светильники потолочные.

Решение.

Для помещения с нормальными воздушными условиями выберем светильник типа ЛПО46 (таблица 4). Длина светильника 1235 мм.

Определим расчетную высоту подвеса светильника h по (17) в соответствии с рисунком 1:

$$h = H - h_c - h_p = 3 - 0 - 0,8 = 2,2 \text{ м.}$$

Рассчитаем расстояния между рядами L и расстояния от стен до крайних рядов ℓ_1 , т.к. рабочие места расположены у стен.

$$L = \lambda \cdot h_n = 1,5 \cdot 2,2 = 3,52 \text{ , м}$$

$$\ell_1 = 0,25 \cdot 3,52 = 0,88 \text{ , м}$$

Количество рядов, которые можно разместить в помещении рассчитываем по формуле (13):

$$n_p = \frac{b - 2 \ell_{1(2)}}{L} + 1 = \frac{5,5 - 2 \cdot 0,88}{3,52} + 1 = 2,06$$

где n_p – количество рядов в помещении;

b – ширина помещения, м.

Таким образом, светильники располагаем в два ряда, рабочие места у стен.

Определим количество светильников в ряду.

$$n_a = (11 - 2 \cdot 0,88) - 1,240 = 8$$

Таким образом, в одном ряду можно разместить 8 светильников.

Индекс помещения i по (16) равен:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{11 \cdot 5,5}{2,2 \cdot (11 + 5,5)} = 1,7$$

где a и b – основные размеры (длина и ширина) помещения, м.

h_n – расчетная высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м (см. выше).

Коэффициент использования светового потока η равен 51 % (табл. 9).

Рассчитаем световой поток лампы. Для этого определим нормируемую минимальную освещенность по таблице 8. Согласно характеристике выполняемых работ в помещении E_{\min} равно 400 лк.

$$F = \frac{100 \cdot E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n_{\text{св}} \cdot n \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 400 \cdot 11 \cdot 5,5 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{8 \cdot 2 \cdot 51} = 4240 \text{ лм}$$

где F – световой поток лампы, лм;

E_H – минимальная нормируемая освещенность (определяется по СНиП 23-05-95 (2016) «Естественное и искусственное освещение»);

S – площадь помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности вследствие старения ламп, запыления и загрязнения светильников ($K=1,2 \dots 1,5$);

$Z = 1,1$ – отношение средней освещенности к минимальной $n_{\text{св}}$ – число светильников, шт.;

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока (в процентах %), т.е. отношение потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп.

По полученному в результате расчета требуемому световому потоку выбираем ближайшую стандартную лампу. Из приложения 2 выбираем лампу ЛХБ мощностью 40 Вт и световым потоком 2700 лм.

Допускается отклонение Δ светового потока лампы не более чем на (-10%) - (+20%). Для этого выполняется проверка по формуле (18).

$$\Delta = \frac{F_{\text{станд}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{расч}}} \cdot 100 = \frac{2700 - 2283}{2283} \cdot 100 = 15\%$$

Таким образом, отклонение составило 15%, что является допустимым.

Значит, в помещении размерами 11 метров длиной и шириной 5,5 метра можно разместить два ряда светильников по восемь светильников в ряду. Тип светильника ЛПО46 длиной 1,235 метра, люминесцентная лампа к нему ЛХБ 36-7 световым потоком 2700 лм, длиной 1,213 метра. С условием, рабочие места расположены у стен.

Покажем размещение светильников на плане помещения рис. 5.

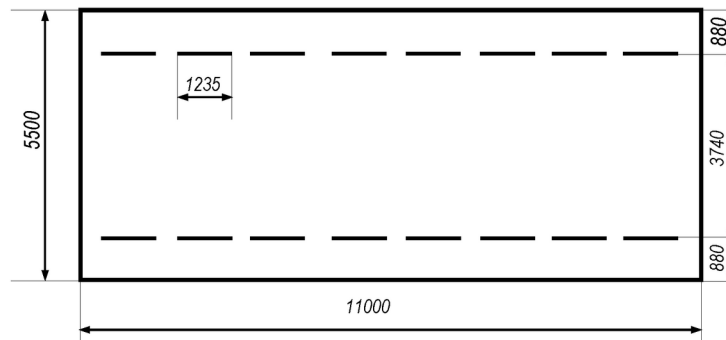


Рис. 5 Расположение светильников на плане помещения

Пример 2.2

Рассчитать электрическое освещение светильниками с лампами накаливания столярного участка мастерской, относящегося по пожарной к категории В, по электробезопасности – к помещениям с повышенной опасностью. Размеры помещения $a \times b \times H = 11 \times 9 \times 4,5$ м. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола соответственно: $\rho_{\text{п}} = 0,5$; $\rho_{\text{ст}} = 0,3$; $\rho = 0,1$. Высота рабочей поверхности над уровнем пола – 0,8 м, высота подвеса светильника 1,7. Рабочие места расположены у стен.

Решение.

В соответствии с условиями внутренней среды и характеристикой зрительной работы выберем светильники «Астра» без затенителя в пылезащищенном исполнении, оснащенные лампами накаливания. Применение в цехе светильников с люминесцентными лампами недопустимо, поскольку в нем установлены станки с вращающимися деталями.

По наименьшим размерам объектов, контрасту объекта различения с фоном и характеристике фона назначим общую систему освещения. Примем минимальную

освещенность $E_n = 150$ лк, коэффициент запаса, характеризующий запыленность и задымленность помещения, $K_3 = 1,3$.

При нахождении рабочей поверхности на расстоянии $0,8$ м от пола примем высоту расположения светильников над уровнем рабочей поверхности $h = 2$ м.

Определим расстояния между светильниками (рядами светильников) L по формуле (14):

$$L = \lambda \cdot h_n,$$

где $\lambda = 1,5$ – оптимальное отношение расстояния между светильниками L к высоте их подвеса h_n .

$$L = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ м}$$

Расстояние ℓ_1 от стены до первого ряда светильников при условии, что рабочие места расположены у стен находим по формуле (21):

$$\ell_1 = 0,5 \cdot L = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ м};$$

Расстояние между крайними рядами светильников по ширине помещения:

$$L_{ш} = b - 2 \ell_1 = 9 - 2 \cdot 1,5 = 6 \text{ м.}$$

где b – ширина помещения, м.

Число рядов светильников, которые можно расположить между крайними рядами по ширине помещения:

$$n_{св.ш.} = \frac{L_{ш}}{L} - 1 = \frac{6}{3} - 1 = 1$$

Общее число рядов светильников по ширине:

$$n_{св.ш.об.} = n_{св.ш.} + 2 = 1 + 2 = 3$$

Расстояние между крайними рядами светильников по длине помещения:

$$L_{д} = a - 2 \ell_1 = 12 - 2 \cdot 1,5 = 9 \text{ м.}$$

где a – длина помещения, м.

Число рядов светильников, которые можно расположить между крайними рядами по длине помещения

$$n_{св.д.} = \frac{L_{д}}{L} - 1 = \frac{9}{3} - 1 = 2$$

Общее число рядов светильников по длине:

$$n_{св.д.о.2} = n_{св.д.} + 2 = 2 + 2 = 4$$

Общее число устанавливаемых в помещении светильников:

$$n_{св} = n_{св.ш.о.2} \cdot n_{св.д.о.} = 3 \cdot 4 = 12$$

Определим индекс помещения из выражения

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{11 \cdot 9}{2 \cdot (11 + 9)} = 2,5$$

Учитывая коэффициенты отражения потолка, стен и пола, определим для выбранного светильника по таблице 10 коэффициент использования светового потока: $\eta = 59\%$.

Выберем коэффициент неравномерности освещенности $Z = 1,0$ и рассчитаем световой поток одной лампы:

$$F_{л} = \frac{100 \cdot E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n_{св} \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 150 \cdot 99 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{12 \cdot 59} = 2999 \text{ лм.}$$

Ближайшее к расчетному значение светового потока равно $F_{л} = 3150$ лм при напряжении питающей сети $U_c = 220$ В. При этом мощность одной лампы $P_{л} = 200$ Вт.

Тогда действительная освещенность столярного участка:

$$E_{\text{факт}} = \frac{F_{л} \cdot n_{св} \cdot \eta}{K_3 \cdot Z \cdot S} = \frac{2999 \cdot 12 \cdot 0,59}{1,3 \cdot 1 \cdot 99} = 158 \text{ лк}$$

Выполним проверку по формуле (13)

$$\Delta = \frac{F_{\text{станд}} - F_{\text{расч}}}{F_{\text{расч}}} \cdot 100 = \frac{3150 - 2999}{2999} \cdot 100 = 5 \%$$

Следовательно, фактическая освещенность удовлетворяет установленным требованиям.

Тема 4. Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Классификация зданий и помещений по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара.

Классификация наружных установок по пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара на наружных установках.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д, а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории АН, БН, ВН, ГН и ДН.

Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Категории наружных установок определяются, исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.).

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро- опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1—В4 пожароопасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б
Г умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
Примечания	
1 Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А. 2 Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1–В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б СП 12.13130.2009.	

Определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице 1, от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

Категории зданий по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммарной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной площади всех помещений или 200 м².

Здание не относится к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Здание не относится к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

7. Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

Здание не относится к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

Пример расчетов

Пример 4.1

Производственное восьмиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S=40000$ м². В здании отсутствуют помещения категорий А и Б. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $S_B = 8000$ м².

Определить категорию здания.

Решение

Определим какой процент от общей площади помещений здания составляет площадь помещений категорий В1 - В3.

$$\frac{8000}{40000} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Таким образом, суммарная площадь помещений категорий В1 - В3 составляет 20 % площади всех помещений здания, что менее 25 %. Следовательно, здание не относится к категории Б.

Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений. Следовательно по п.5, здание относится к категории В.

Пример 4.2

Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 12000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $S_{А, Б} = 180 \text{ м}^2$, категорий В1-В3 – $S_{В} = 5000 \text{ м}^2$.

Решение

Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1-В3

$$S_{А, Б, В} = 180 + 5000 = 5180, \text{ м}^2.$$

Суммарная площадь помещений категорий А и Б составляет

$$\frac{180}{12000} = 0,015$$

1,5 % площади всех помещений здания и не превышает 200 м². Следовательно, по п.3 здание не относится к категории А или Б.

Суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3 составляет

$$\frac{5180}{12000} = 0,4317$$

т.е. 43,17 % площади всех помещений здания, что более 5 %. Следовательно, здание относится к категории В.

Варианты заданий

Задача 1.1

Определить потребный воздухообмен L в помещении, если в результате технологического процесса выделяется монооксид углерода в количестве G , г/ч и избыточное тепло в количестве Q , ккал/ч. Температура приточного воздуха равна $t_{\text{прит}}$, температура в рабочей зоне равна $t_{\text{рз}}$, °С. Высота вытяжных отверстий над уровнем рабочей площадки H , м. В приточном воздухе монооксида углерода не содержится.

Примечания:

1) ПДК_{СО} = 20 мг/м³;

2) плотность воздуха $\rho_{\text{возд}} = 1,24 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость $C_{\text{возд}} = 0,24 \text{ кал/г}$.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
G	24	23,5	24,5	24	23,5	24,5	24	23,5	24,5	24	23,5	24
Q	2220	2240	2260	2280	2300	2320	2340	2360	2380	2200	2220	2240
t_{pz}	22	23	21	22	23	21	22	23	21	22	18	19
$t_{прит}$	18,5	19	19,5	18	18,5	19	19,5	18	18,5	19	19,5	17
$H, м$	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
ПДК ₁	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$\rho_{возд}, кг/м^3$	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
$C_{возд}, кал/г$	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

Задача 1.2

Оценить пригодность цеха (т.е. соответствие потребного и фактического воздухообмена) объемом $V, м^3$ для выполнения работ, в ходе которых выделяется G_1 г/ч CO , G_2 г/ч этилена, G_3 г/ч аммиака, G_4 г/ч диоксида серы, а также Q избыточного тепла. Вентиляционная система обеспечивает полную замену воздуха в цехе K раз в течение часа. Температура в рабочей зоне равна t_{pz}° , температура приточного воздуха равна $t^{\circ}_{прит}$. Вытяжные отверстия находятся на высоте H м от рабочей площадки.

ПДК_{CO}=20 мг/м³; ПДК_{C₂H₂} = 1 мг/м³; ПДК_{NH₃}=20 мг/м³; ПДК_{SO₂}=10 мг/м³; аммиак и диоксид серы обладают эффектом суммации; считать концентрацию каждой примеси в приточном воздухе равной нулю.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	1870	2140	2410	2680	2950	3220	1600	1870	2140	2410	2680	2950
G_1	101	99	97	95	93	91	103	101	99	97	95	93
G_2	5,5	5	4,5	4	3,5	3	6	5,5	5	4,5	4	3,5
G_3	99	98,5	98	97,5	97	96,5	99,5	99	98,5	98	97,5	97
G_4	24	23	22	21	20	19	25	24	23	22	21	20
Q	1800	1750	1700	1650	1600	1550	1850	1800	1750	1700	1650	1600
K	4	3	6	5	4	3	6	5	4	3	6	5
t_{pz}	29	27	25	23	21	19	31	29	27	25	23	21
$t_{прит}$	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
$H, м$	4	3	2	1	0	-1	5	4	3	2	1	0

Задача 1.3

Определить потребный воздухообмен L в помещении объема V , если в результате технологического процесса выделяется ацетон в количестве G , г/ч и избыточное тепло в количестве Q , ккал/ч. Температура приточного воздуха равна $t_{прит}$, температура в рабочей зоне равна t_{pz} . Высота вытяжных отверстий над уровнем рабочей площадки равна H м. ПДК_{ацетона} = 200 мг/м³.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V	1870	2140	2410	2680	2950	3220	1600	1870	2140	2410	2680	2950
$G_{ацет}$	16	17	18	14	13	15	16	17	18	14	13	15

Q	1800	1850	1900	1950	1750	1800	1850	1900	1750	1800	1850	1900
t_{прит}	21	22	23	20	21	22	23	20	21	22	23	20
t_{рз}	27	28	26	27	28	26	27	28	26	27	28	26
Н	4	5	3	4	5	3	4	5	3	4	5	3
Конц. прим. % от ПДК	35	40	45	25	30	35	40	45	25	40	45	25
ПДК ацет	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
ρ_{возд}, кг/м³	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
С_{возд}, кал/г	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24

Задача 2.1.

В помещении находятся 3 источника шума, создающие на рабочем месте интенсивность соответственно L_1 , L_2 и L_3 дБА.

Чему равен уровень шума в этом помещении, если все три источника работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L_1	60	55	56	57	58	59	75	76	62	63	80	65	66
L_2	60	70	69	68	67	66	65	64	74	81	61	70	59
L_3	85	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	76	78

Задача 3.1.

Произвести расчет искусственного общего (люминесцентного) освещения методом коэффициента использования светового потока в помещении, подобрав люминесцентную лампу и светильник, если длина помещения A м, ширина – B м, высота – H м. В помещении требуется организовать заданную освещенность $E_{\text{факт}}$. Коэффициенты отражения от потолка – $\rho_{\text{п}}$ %; от стен – $\rho_{\text{с}}$ %, от рабочей поверхности – ρ %. Рабочие места расположены у стен.

Принять $z = 1,1$, $\lambda = 1,6$.

Параметры	№ варианта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A , м	20	25	30	25	40	27	18	14	20	10,5	13,0	20
B , м	13	15	16	24	34	18	10	9	9	6	10	18
H , м	3,5	4,5	5,0	3,5	5,0	3,5	3,5	3,0	4,0	3,5	3,4	4
$h_{\text{п}}$, м	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8
$E_{\text{норм}}$, лк	400	300	200	350	300	300	300	400	300	300	300	300
Коэффициент отражения:												
$\rho_{\text{п}}$, %	70	70	50	70	70	70	50	30	70	70	50	30

$\rho_c, \%$	50	50	30	50	50	50	30	10	50	50	30	10
$\rho, \%$	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10
K_z	1,4	1,3	1,5	1,6	1,4	1,5	1,3	1,4	1,6	1,4	1,5	1,6

Задача 3.2

Рассчитать равномерное электрическое освещение светильниками с лампами накаливания производственного помещения, размерами $A \times B \times H$. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола соответственно: $\rho_{п}, \rho_{ст}; \rho$. Рабочие места расположены у стен. Коэффициент, учитывающий снижение освещенности вследствие старения ламп, запыления и загрязнения светильников – K_z , коэффициент неравномерности освещения Z , высота освещаемой поверхности, параметрический коэффициент, зависящий от типовой кривой силы света, полученной от светильника.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$A, м$	15	10	12	8	20	10	10	9	17	20	15	14
$B, м$	14	6,5	6	4,8	18	8	5,5	7	16	11,5	10	7,4
$H, м$	4	3,5	4	3	4	3,5	3,5	3,6	3,5	4	3,5	3,6
$h_c, м$	1,4	1,3	1,4	1,2	1,0	1,4	1,3	1,4	1,2	1,1	1,2	1,4
$\rho_{п}$	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7
$\rho_{ст}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5
ρ	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,3
$E_n, Лк$	250	300	150	250	100	200	250	150	100	150	150	250
K_z	1,2	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4
h_p	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	0,8	0,8	0,8
λ	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Z	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Задача 4

Вариант 1. Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 9000 \text{ м}^2$. В здании находятся помещения категории А суммарной площадью $S_A = 400 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 2. Определить категорию производственного трехэтажного здания. Общая площадь помещений здания $S = 20000 \text{ м}^2$. В здании находятся помещения категории А суммарной площадью $S_A = 2000 \text{ м}^2$. Эти помещения оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Вариант 3. Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 32000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категории А составляет $S_A = 150 \text{ м}^2$, категории Б – $S_B = 400 \text{ м}^2$, суммарная категорий А и Б – $S_{A,B} = 550 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 4. Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 15000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категории А составляет $S_A = 800 \text{ м}^2$, категории Б – $S_B = 600 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий А и Б – $S_{A,B} = 1400 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Определить категорию здания.

Вариант 5. Производственное восьмиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 40000 \text{ м}^2$. В здании отсутствуют помещения категорий А и Б. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $S_B = 8000 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 6. Производственное трехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 12000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $S_{A,B} = 180 \text{ м}^2$, категорий В1 - В3 – $S_B = 5000 \text{ м}^2$, суммарная площадь категорий А, Б, В1-В3 – $S_{A,B,B} = 5180 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 7. Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 20000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $S_{A,B} = 900 \text{ м}^2$, категорий В1 - В3 – $S_B = 4000 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1 - В3 – $S_{A,B,B} = 4900 \text{ м}^2$. Помещения категории А, Б, В1-В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Определить категорию здания.

Вариант 8. Производственное шестиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 30000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категории В1-В3 составляет $S_B = 1500 \text{ м}^2$, категории Г – $S_G = 2000 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий В1 - В3, Г – $S_B = 3800 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 9. Производственное четырехэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 16000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $S_{A,B} = 800 \text{ м}^2$, помещений категорий В1-В3 – $S_B = 1500 \text{ м}^2$, помещений категории Г – $S_G = 3000 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1-В3 – $S_{A,B,B} = 2300 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1-В3, Г – $S_{A,B,B,G} = 5300 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1 – В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Определить категорию здания.

Вариант 10. Производственное одноэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 8000 \text{ м}^2$. Площадь помещений категорий А и Б составляет $S_{A,B} = 600 \text{ м}^2$, категорий В1-В3 – $S_B = 1000 \text{ м}^2$, категории Г – $S_G = 200 \text{ м}^2$, категорий В4 и Д – $S_{B4,Д} = 6200 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий А, Б, В1-В3 – $S_{A,B,B} = 1600 \text{ м}^2$, суммарная категорий А, Б, В1 - В3, Г – $S_{A,B,B,G} = 1800 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1-В3 оборудованы установками автоматического пожаротушения.

Определить категорию здания.

Вариант 11. Производственное пятиэтажное здание. Общая площадь помещений здания $S = 25000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А и Б в здании отсутствуют. Площадь помещений категорий В1 - В3 составляет $S_{В} = 1000 \text{ м}^2$, категории Г – $S_{Г} = 200 \text{ м}^2$, категорий В4 и Д – $S_{В4,Д} = 23800 \text{ м}^2$, суммарная площадь помещений категорий В1- В3, Г – $S_{В,Г} = 1200 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Вариант 12. Производственное двухэтажное здание. Общая площадь помещений $S = 10000 \text{ м}^2$. Помещения категорий А, Б, В1-В3 и Г отсутствуют. Площадь помещений категории В4 составляет $S_{В4} = 2000 \text{ м}^2$, категории Д – $S_{Д} = 300 \text{ м}^2$.

Определить категорию здания.

Приложение

1. Буква обозначающая источник света

Лампа:

- Н - накаливания общего назначения
- Л - прямая трубчатая люминесцентная
- Э - эритемная люминесцентная
- Р - ртутная типа ДРЛ
- Г - ртутная типа ДРИ, ДРИШ
- Ж - натриевая типа ДНаТ
- Б - бактерицидная
- К - ксеноновая трубчатая

2. Буква обозначающая способ установки светильника:

- С - подвесной
- П - потолочный
- В - встраиваемый
- Д - пристраиваемый
- Б - настенный
- Н - настольный, опорный
- Т - напольный, венчающий
- К - консольный, торцевой
- Р - ручной
- Г - головной

3. Буква, обозначающая основное назначение светильника:

- П - для промышленных и производственных зданий
- О - для общественных зданий
- Б - для жилых (бытовых) помещений
- У - для наружного освещения
- Р - для рудников и шахт
- Т - для кинематографических и телевизионных студий

4. Двухзначное число (01-99), обозначающее номер серии

5. Цифра (цифры), обозначающие количество ламп в светильнике
6. Цифры, обозначающие мощность ламп, Вт
7. Трехзначная цифра (001 -999), обозначающая номер модификации
8. Буква и цифра, обозначающие климатическое исполнение и категорию размещения светильников.

РСП 05

Р - ртутные лампы типа ДРЛ;
С - подвесные;
П - промышленные;
05 - номер серии.

Первая цифра:

1. с независимым ПРА;
2. со встроенным ПРА.

Вторая цифра:

1. с держателем для ламп;
2. с защитной сеткой;
3. с защитным стеклом.

Третья цифра:

1. отражатель с вентиляционными отверстиями;
2. отражатель без вентиляционных отверстий;
3. сварной корпус, отражатель с вентиляционными отверстиями.

НСП 17

Н - лампы накаливания;
С - подвесные;
П - промышленные;
17 - номер серии.

Первая цифра:

1. степень защиты IP20;
2. степень защиты 5'0;
3. степень защиты 5'3;
4. степень защиты IP54.

Вторая цифра - конструктивное исполнение светильников:

1. открытые;
2. с защитной сеткой;
3. с защитным стеклом.

Третья цифра - тип кривой силы света (КСС):

2. косинусная "Д";
3. полуширокая "Л";
4. глубокая "Г";

- 5. концентрированная "К";
- 6. специальная.

НПП03

- Н - лампы накаливания;
- П - потолочные;
- П - для производственных зданий;
- 03 - номер серии.

Группа цифр:

- 001 - степень защиты IP65;
- 003 - с сеткой защитной, степень защиты IP65.

ЛБО46

- Л - прямые трубчатые люминесцентные лампы;
- Б - подвес на стену;
- О - для общественных помещений;
- 46 - номер серии.

Группа цифр:

- 001 - отражатель с зеркальной пластиной;
- 002 - отражатель без зеркальной пластины;
- 011 - с электронным аппаратом, отражатель с зеркальной пластиной;
- 012 - с электронным аппаратом, отражатель без зеркальной пластины.

ЖСП01

- Ж - натриевые лампы типа ДНаТ;
- С - подвесные;
- П - промышленные;
- 01 - номер серии

Первая цифра:

- 1. неуплотненные;
- 2. уплотненные

Вторая цифра:

- 1. открытые;
- 2. с держателем для ламп;
- 3. с защитной сеткой;
- 4. с защитным стеклом.

Третья цифра:

- 5. отражатель без вентиляционных отверстий, кривая "Г";
- 6. отражатель без вентиляционных отверстий, кривая "К";
- 7. отражатель с вентиляционными отверстиями, кривая "Г";
- 8. отражатель с вентиляционными отверстиями, кривая "К";

ЛСП22

- Л - прямые трубчатые люминесцентные лампы;
- С - подвесные;

П - для производственных помещений;
22 - номер серии.

Первая цифра:

1. без отражателя;
2. отражатель без отверстий;
3. отражатель с отверстиями.

Вторая цифра:

1. без экранирующей решетки;
2. с экранирующей решеткой.

Третья цифра:

1. подвес на стержнях;
2. подвес на горизонтальную поверхность.

ЛСП44

Л - прямые трубчатые люминесцентные лампы;
С - подвесные;
П - для производственных зданий;
44 - номер серии.

Группа цифр:

- 001 - корпус из поликарбоната, рассеиватель из полиметилметакрилата;
002 - корпус и рассеиватель из поликарбоната;
003 - корпус и рассеиватель из поликарбоната для пожароопасных помещений.

ПВЛМ-П

ПВ - пылевлагозащищенный;
Л - люминесцентные лампы;
М - модернизированный;
П - пластмассовый

Первая цифра:

1. базовое исполнение;
2. с отражателем;
3. с отражателем и окнами;
4. с отражателем, с решеткой;
5. с отражателем с окнами, с решеткой;
6. с трубой защитной;
7. с отражателем, с трубой защитной;
8. с отражателем с окнами, с трубой защитной;
9. с отражателем, с решеткой с трубой защитной;
10. с отражателем с окнами, с решеткой, с трубой защитной.

Вторая цифра:

1. электромагнитный ПРА;
2. электронный ПРА.

Третья цифра:

1. подвес на стержень;
2. установка на горизонтальную поверхность;
3. подвес на серьгу

ЛПО46

- Л - прямые трубчатые люминесцентные лампы;
П - потолочные;
О - для общественных зданий.

Первая цифра:

1. трубчатые люминесцентные лампы;
2. зеркальная решетка без внешних поперечных отражателей;
3. зеркальная решетка с 7-ю внутренними поперечными пластинами;
4. зеркальная решетка с 4-мя внутренними поперечными пластинами;
5. параболическая зеркальная решетка;
6. защитная сетка;
7. овальный рассеиватель;
8. прямоугольный рассеиватель;
9. подвес на сгораемую поверхность.

Вторая цифра:

1. электромагнитный ПРА;
2. электронный ПРА.

Третья цифра - тип рассеивателя или решетки:

1. без рассеивателя;
2. рассеиватель молочного цвета;
3. рассеиватель прозрачный;
4. рассеиватель молочный овальный;
5. рассеиватель прозрачный овальный;
6. зеркальная решетка, растр;
7. экструдированный рассеиватель прозрачный;
8. экструдированный рассеиватель прозрачный, замкнутый по контуру;
9. экструдированный молочный рассеиватель;
10. плоский рассеиватель.

ЛВО10

- Л - прямые трубчатые люминесцентные лампы;
В - встраиваемые;
О - для общественных зданий.

Трехзначные цифры означают:

- 004 - зеркальная решетка с 9-ю внутренними поперечными пластинами;
009 - рассеиватель из органического стекла;
014 - электронный ПРА и зеркальная решетка с 9-ю внутренними поперечными пластинами;
019 - электронный ПРА и рассеиватель из органического стекла;
104 - зеркальная решетка без внешних поперечных отражателей;

204 - зеркальная решетка с 7-ю внутренними поперечными пластинами;
304 - зеркальная решетка с 4-мя внутренними поперечными пластинами

НВО06

Н - лампы накаливания;
В - встраиваемые;
О - для общественных зданий

Трехзначные цифры означают:

001 - с отражателем;
003 - с отражателем и защитной сеткой;
004 - с меньшим диаметром выходного отверстия отражателя;
005 - с меньшим диаметром выходного отверстия отражателя и решеткой.

НПО21

Н - лампы накаливания;
П - потолочные;
О - для общественных зданий;
21 - номер серии.

Трехзначные цифры означают мощность и количество ламп:

003 - одна лампа мощностью 60 Вт;
004 - две лампы мощностью 40 Вт;
005 - одна лампа мощностью 100 Вт

НББ64

Н - лампы накаливания;
Б - настенные;
Б - для жилых помещений

Трехзначные цифры означают:

047 - стекло прозрачное рифленое

РТ(К)У НТ(К)У

Р - ртутные лампы;
Н - лампы накаливания;
Т - венчающие;
К - консольные
У - для наружного освещения (уличные)

Номер серии:

11, 17 - светильники с встроенными аппаратами;
15, 16 - светильники с независимыми аппаратами

Для РТУ11, РТУ15, НТУ15:

001 - с конусным рассеивателем;
004 - с шарообразным молочным рассеивателем;
006 - с рассеивателем четырехгранной формы, с элементами из оргстекла или силикатного стекла;
007 - с конусным молочным рассеивателем;

Для РТУ16, РТУ17:

002 - с рассеивателем шестигранной формы, с элементами из оргстекла или силикатного стекла.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93;
соответствует коду 95 3000

Издательство МГТУ. 183010 Мурманск, Спортивная, 13

Сдано в набор 06.06.2019. Подписано в печать 06.09.2019

Формат 64×84¹/₁₆ Бум. типографская. Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 1,19.

Заказ 110. Тираж 25 экз.