

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Производственная безопасность»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ  
«РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА СВЕТИЛЬНИКОВ  
ОСВЕЩЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ»

ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»  
(БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА)

Ростов-на-Дону  
ДГТУ  
2022

УДК 331.45

Составители: С.Л. Пушенко, С.Г. Демченко

Методические указания для выполнения практической работы  
«Расчет количества светильников освещения безопасности» по  
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» (безопасность труда) /  
сост. С.Л. Пушенко, С.Г. Демченко. – Ростов-на-Дону : Донской  
государственный технический университет, 2022. – 11 с.

Содержат общие сведения об освещении и порядке расчета освещения  
методом коэффициента использования.

Предназначены для обучающихся всех специальностей и направлений  
подготовки очной и заочной форм обучения.

УДК 331.45

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Донского государственного технического университета

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Производственная безопасность»  
д-р техн. наук, профессор С.Л. Пушенко

---

В печать 01.03.2022 г.

Формат 60×84/16. Объем 0,9 усл. п. л.

Тираж 100 экз. Заказ № 56

---

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:

344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Донской государственный  
технический университет, 2022

## 1. Общие требования к порядку выполнения и оформлению работы

Отчет по практической работе следует выполнять в отдельной тетради для практических работ, на титульном листе которой указываются: факультет; группа; фамилия, имя, отчество обучающихся, номер зачетной книжки. Каждая практическая работа должна начинаться с новой страницы.

Отчет по каждой работе должен содержать:

1. Наименование практической работы.
2. Цель работы.
3. Общие сведения (краткая теория вопроса, основные определения и понятия, нормативные требования, особенности расчета и др.).
4. Исходные данные согласно варианту. Номер варианта выбирается студентом **по указанию преподавателя**.
5. Расчетная часть (порядок расчета, необходимые таблицы и рисунки **уточняет преподаватель**).

**Расчетные формулы следует оформлять следующим образом:**

- рассчитываемый параметр, расчетная формула в символьном виде;
- подстановка численных значений, ответ, единицы измерения;
- с новой строки – расшифровка символов, входящих в формулу.

Например,

$$I_{\phi} = \frac{U_{\phi}}{R_{\phi}} = \frac{220}{1000} = 0,22 \text{ А},$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение на рассматриваемом участке сети, В;

$R_{\phi}$  – сопротивление тела человека, Ом.

6. Выводы о результатах полученных расчетных параметров.
7. Рекомендации (мероприятия по приведению расчетных параметров в соответствие с нормативными требованиями).

## 2. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о производственном освещении, видах осветительных приборов, нормативными требованиями. Приобретение навыков расчета количества светильников освещения безопасности методом коэффициента использования.

## 3. Общие сведения

**Освещенность** – поверхностная плотность светового потока, определяется как отношение светового потока  $dF$  к площади освещаемой поверхности  $dS$ , люкс (лк):

$$E = dF / dS. \quad (1)$$

Искусственное освещение бывает двух систем – общее и комбинированное.

**Общее освещение** обеспечивается светильниками, равномерно распределенными по площади помещения.

**Комбинированное освещение** устраивается в помещениях и на участках

производства работ в случаях, когда по техническим или экономическим причинам невозможно (нецелесообразно) обеспечивать нормативную освещенность. При комбинированном освещении к общему освещению добавляется местное освещение.

**Местное освещение** – освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, концентрирующими световой поток непосредственно на рабочих местах.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбинированного освещения.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

**Рабочее освещение** – освещение, обеспечивающее нормируемые световые условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и местах производства работ вне зданий.

**Аварийное освещение** – освещение, предусматриваемое в случае выхода из строя питания рабочего освещения. Аварийное освещение подразделяется на эвакуационное и резервное.

**Эвакуационное освещение** – вид аварийного освещения для эвакуации людей или завершения потенциально опасного процесса. Эвакуационное освещение бывает: освещение путей эвакуации, освещение зон повышенной опасности и антипаническое эвакуационное освещение. Для эвакуационного освещения могут использоваться необходимая часть светильников рабочего освещения.

**Освещение путей эвакуации** – вид эвакуационного освещения для надежного определения и безопасного использования путей эвакуации.

**Освещение зон повышенной опасности** – вид эвакуационного освещения для безопасного завершения потенциально опасного рабочего процесса.

**Антипаническое освещение** – вид эвакуационного освещения для предотвращения паники и безопасного подхода к путям эвакуации.

Проектирование производственного искусственного освещения принято делить на три части: светотехническую, электрическую и сметно-экономическую. Основными задачами светотехнической части являются выбор системы и вида освещения, светильников и источников света, определение их рационального количества, мощности, светораспределения и размещения на строительной площадке и в помещениях производственных зданий.

**Нормативные параметры освещенности** для помещений производственного назначения установлены СП 52.13330.2016 [1] в зависимости от разряда (I – VIII) и подразряда зрительной работы (а, б, в, г).

Электрическое освещение строительных площадок регламентировано ГОСТ 12.1.046-2014 [2]. Нормы освещенности (10 – 150 лк) установлены для участков различных видов строительных и строительно-монтажных работ.

### 3.1. Виды источников света и осветительных приборов

Основные типы источников света и осветительных приборов, рекомендуемых для использования в строительстве, приведены в табл. 1.

Технические данные ламп накаливания и дуговых ртутных ламп приведены в табл. 2, 3.

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на газоразрядные и лампы накаливания. В лампах накаливания видимое излучение получается за счет нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В газоразрядных лампах свечение люминофора возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов и паров металлов.

Лампы накаливания имеют широкое распространение в промышленности. Они просты в изготовлении, удобны в эксплуатации, надежны при колебаниях напряжения и метеорологических условий. Их недостатками являются низкая светоотдача (7 -20 лм/Вт), малый срок службы (до 2,5 тыс. ч), в их спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличается от солнечного света.

В последние годы широко распространены галогеновые лампы – лампы накаливания с йодным циклом, светоотдачей до 40 лм/Вт. Пары вольфрама, испаряющиеся с нити накала, соединяются с йодом, превращаясь в йодистый вольфрам, вновь оседают на вольфрамовую спираль, восстанавливают ее, увеличивая срок службы до 3 тыс. ч. Спектр галогеновых ламп близок к естественному. Газоразрядные лампы бывают низкого давления - люминесцентные и высокого давления. По спектральному составу различают лампы дневного света (ЛД), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛГБ), белого (ЛБ), дневного света с улучшенной светоотдачей (ЛДЦ).

Основным недостатком газоразрядных ламп является пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта - искажения зрительного восприятия, когда вместо одного предмета видны несколько. К недостаткам газоразрядных ламп относят длительный период их разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, зависимость работоспособности от температуры окружающей среды.

Газоразрядные лампы высокого давления: ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные); ДРИ (дуговые ртутные с йодидами); ЛКсТ (дуговые ксеноновые трубчатые) - в основном применяются для освещения территорий предприятий; ДНсТ (дуговые натриевые трубчатые) используются для освещения высоких цехов.

При проектировании осветительных приборов вводят в расчет коэффициент запаса, полученный из предположения очистки светильников не реже двух раз в год (табл.4).

Образцы светильников для ЛН и ДРЛ показаны в табл. 5.

Таблица 1

## Типы источников света и осветительных приборов

Место работы	Вид освещения	Ширина стройплощадки, м	Тип осветительного прибора
Производство наружных строительно-монтажных работ	Общее равномерное	До 20 До 150 150...300	Светильник ЛН то же, ДРЛ Прожекторы ЛН, ДРЛ, ДРИ Светильники ДКсТ, ДНаТ
Производство строительно-монтажных работ внутри здания	Общее равномерное Общее локализованное	Ширина помещений здания 15 м и менее от мест производства работ	Светильники ЛН Светильники ДРЛ, прожекторы ДРЛ, ЛН
Производство строительных и монтажных работ снаружи и внутри зданий	Местное	15 м и менее от мест производства работ	Инвентарные стоки со светильниками и прожекторами ЛН, переносные светильники ЛН
Производство ЖБИ, строительных материалов в заводских зданиях	Общее равномерное и локализованное		Светильники ЛЛ (ЛН, ДРЛ)

Примечание. ЛН — лампа накаливания; ЛЛ — люминесцентная лампа; ДРЛ — дуговая ртутная лампа высокого давления; ДРИ — дуговая ртутная лампа с йодидами; ДКсТ — дуговая ксеноновая трубчатая лампа высокого давления; ДНаТ — дуговая натриевая трубчатая лампа высокого давления

Таблица 2

## Технические данные ламп накаливания общего назначения

Мощность,	Тип ламп	Световой поток,	Мощность,	Тип ламп	Световой поток,
15	В	105	150	Г	2000
25	В	220	150	Б	2100
40	Б	400	200	Г	2800
40	БК	460	200	Б	2920
60	Б	715	300	Г	4600
60	БК	790	500	Г	8300
100	Б	1350	750	Г	13100
100	БК	1450	1000	Г	18600

Таблица 3

## Технические данные ртутных дуговых ламп

Тип лампы	Мощность,	Напряжени е на лампе,	Светово й поток,
ДРЛ125	125	125	5600
ДРЛ250	250	130	11000
ДРЛ400	400	135	19000
ДРЛ700	700	140	35000
ДРЛ1000	1000	145	50000

Таблица 4

## Значения коэффициентов запаса

Осветительные приборы	Коэффициент запаса для	
	ЛН	Газоразрядных ламп
Прожекторы и другие осветительные приборы с усилением силы света 5 и более:	1,5	1,7
Светильники:	1,3	1,5

Таблица 5

## Технические данные светильников для производственных помещений

Тип светильника	Номинальная мощность лампы, Вт	Габариты, мм	Защитный угол, °	Масса, кг
С лампой накаливания ЛН:				
«Астра-1» ПСПО1х100/ДОЗ-01	1	208х3	3	1,4
ППД-100	0	15	0	1,7
УПД-500	0	170х3		1,9
С дуговой ртутной лампой ДРЛ:				
«Астра-3» РСПО1х125/ДОЗ-07	1	310х34	3	7
УПДРЛ-250	2	0	0	13

## 3.2. Расчет электрического освещения методом коэффициента использования

Метод коэффициента использования позволяет обеспечить среднюю освещенность поверхности с учетом всех падающих на нее потоков, как прямых, так и отраженных. Его применяют для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Потребный световой поток лампы равен

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_n A k z}{\mu N}, \text{ лм}, \quad (2)$$

где  $E_n$  – нормативное значение освещенности, лк;

$k$  – коэффициент запаса;

$A$  – освещаемая площадь, м<sup>2</sup>;

$N$  – число светильников;

$\mu$  – коэффициент использования светильников, определяют по индексу помещения  $i_n$  и коэффициентам отражения потолка ( $\rho_n$ ), стен ( $\rho_c$ ), пола ( $\rho_p$ );

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, определяют из отношения:

$$z = E_{\text{ср}} / E_{\text{min}}, \quad (3)$$

где  $E_{\text{ср}}$  – среднее значение освещенности в помещении, лк;

$E_{\text{min}}$  – минимальное значение освещенности в помещении, лк;

Приближенно при расчете освещения в помещении светильниками с лампами накаливания, расположенными по вершинам квадратных полей можно принимать  $Z = 1,15$ ; при освещении люминисцентными светильниками -  $Z = 1,1$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i_n = A B / [h (A+B)], \quad (4)$$

где  $A$  – длина помещения, м;

$B$  – ширина помещения, м;

$h$  – высота установки светильников над рабочей поверхностью, м.

Высота установки светильников определяется по формуле:

$$h = H - h_{\text{св}} - h_{\text{р.п.}}, \text{ м} \quad (5)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_{\text{св}}$  – высота свеса светильника, м;

$h_{\text{р.п.}}$  – высота рабочей поверхности, м.

#### 4. Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета приведены в табл. 6 и 7. Номер варианта выбирается обучающимся по указанию преподавателя. Будем считать, что потолок и стены в коридоре побеленные, пол – бетонный. Для рабочего освещения коридора приняты светильники «Астра-1».

#### 5. Расчетная часть

##### 5.1. Задание по работе

Запроектировать освещение путей эвакуации в коридоре на 2-м этаже деревообрабатывающего цеха, в котором осуществляется технологическое перемещение строительных материалов и движение рабочих к своим рабочим местам.

##### 5.2. Пример расчета количества светильников методом коэффициента использования

Размеры коридора (по варианту №1)  $A = 144$  м;  $B = 2$  м;  $H = 4,5$  м.

1. В соответствии с [1] принимаем для освещения путей эвакуации  $E_n = 2$  лк. Для установленных светильников типа «Астра-1» из табл. 5 определяем диаметр и высоту 208х316 мм, защитный угол  $= 30^\circ$ .

2. Из табл. 4 для светильников с лампами накаливания (ЛН) принимаем коэффициент запаса  $k = 1,3$ . Коэффициент минимальной освещенности для светильников с лампами ЛН приближенно принимаем равным  $z = 1,15$ .

3. По формуле (5) определяем высоту установки светильника  $h$  :

$$h = H - h_{\text{св}} - h_{\text{р.п.}}, = 4,5 - 0,5 - 0 = 4 \text{ м}, \quad (6)$$

где  $H$  – высота помещения, м;

$h_{\text{св}}$  – высота свеса светильника, м;

$h_{\text{р.п.}}$  – высота рабочей поверхности, м.

Поскольку в расчете мы решаем задачу с путями эвакуации, то нормативное значение установлено для пола коридора. В этом случае высота рабочей поверхности  $h_{\text{р.п.}} = 0$  м.

4. По формуле (4) определяем индекс помещения по формуле:

$$i = A B / [h (A+B)] = 144 \cdot 2 / 4 (144+2) = 0,49. \quad (7)$$

5. По табл.8 определяем усредненные значения коэффициентов отражения: для потолка  $\rho_n = 70\%$ , для стен  $\rho_c = 10\%$ , для пола  $\rho_p = 10\%$ .



Таблица 6

## Исходные данные

№ варианта	Размеры помещения, м			Коэффициент отражения, %		Коэффициент запаса, $K$	$\lambda = L/h$	$h_{\text{св}},$ м	$h_{\text{р.п.}},$ м	Освещенность, $E$ , лк	Светильник	
	$A$	$B$	$H$	$\rho_{\text{п}}$	$\rho_{\text{с}}$						тип	ИС
1	144	2	4,5	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
2	144	2	9	50	30	1,3	0,5	0,5	1,5	500	ЛСП02	ЛЛ
3	30	12	4,5	50	30	1,7	0,8	0,6	1,0	100	РСП05	ДРЛ
4	30	12	4,5	30	10	1,7	0,4	0,6	1,0	200	РСП05	ДРЛ
5	50	12	4,5	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
6	20	12	4,5	30	10	1,5	1	0,4	1,6	100	ПВЛМ	ЛЛ
7	30	12	4,5	70	50	1,3	0,5	0,5	1,5	200	ЛСП02	ЛЛ
8	30	12	9	50	30	1,7	0,9	0,6	1,4	200	РСП05	ДРЛ
9	50	12	9	30	10	1,3	1,2	0,8	1,2	100	ЛСП02	ЛЛ
10	20	12	9	50	30	1,3	0,5	0,7	1,3	150	ПВЛМ	ЛЛ

Таблица 7

## Исходные данные

№ вари- анта	Размер помещения, м			Коэффициенты		$e_{\text{н}}, \%$	$\tau_1$	$\tau_2$	$\tau_3$	$r_1$	$\tau_{\text{об}}$	$\eta_0$	$\rho_1$	$\rho_2$	$\rho_3$
	$A$	$B$	$H$	$K_{\text{з}}$	$K_{\text{зд}}$										
1	144	2	4,5	1,3	1,5	4	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	1,1	0,6	0,4	0,2
2	144	2	9	1,5	1,7	3	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	1,2	0,6	0,4	0,2
3	30	12	4,5	1,5	1,7	2	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	1,7	0,6	0,4	0,2
4	30	12	4,5	1,5	1,7	1	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	3	0,6	0,4	0,2
5	50	12	4,5	1,5	1,7	0,5	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	7	0,6	0,4	0,2
6	20	12	4,5	1,5	1,7	0,2	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	17	0,6	0,4	0,2
7	30	12	4,5	1,5	1,7	0,3	0,9	0,7	0,6	1,05	0,378	12	0,6	0,4	0,2
8	30	12	9	1,5	1,7	0,1	0,9	0,7	0,8	1,15	0,504	20	0,6	0,4	0,2
9	50	12	9	1,4	1,4	4	0,6	0,7	0,8	1,15	0,336	1,2	0,6	0,4	0,2
10	20	12	9	1,4	1,4	3	0,6	0,7	0,8	1,15	0,336	1,5	0,6	0,4	0,2

Таблица 8

Усредненные значения коэффициентов отражения стен и потолка, %

Побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при не завешанных 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, стены с темными обоями	10

Таблица 9

### Значения коэффициента использования светильников $\eta$

[illegible]

6. Определяем по табл. 9 для уже известных (п.5) усредненных значений коэффициентов отражения для потолка  $\rho_{\text{п}} = 70\%$ , для стен  $\rho_{\text{с}} = 10\%$ , для пола  $\rho_{\text{р}} = 10\%$  и индекса помещения (п.4) определяем значение коэффициента использования светильников  $\mu = 22\%$ .

7. По формуле (2) определяем суммарный световой поток всех ламп светильника типа «Астра-1», которые предполагается использовать для освещения путей эвакуации в коридоре.

$$\Phi_{\text{л}} = 2 \cdot 288 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 0,22 = 3\,914 \text{ лм.}$$

8. Используя данные табл. 2 можем выбрать лампы В 220-15 со световым потоком 105 лм или лампы В 220-25 со световым потоком 220 лм. В случае выбора ламп В 220-15 их необходимое число составит  $3\,914 / 105 = 37$  штук. В случае выбора ламп В 220-25 —  $3\,914 / 220 = 18$  штук.

9. Проверяем условие экономичности сделанного выбора. Отклонение фактического светового потока всех ламп в первом случае составляет  $(105 \times 37 - 3914) / 3914 = 0,0007$  или 0,7 %, во втором случае —  $(220 \times 18 - 3914) / 3914 = 0,011$  или 1,1 %. Оба варианта удовлетворяют условию  $\Delta\Phi \leq 20\%$ . При этом первый случай предпочтительнее.

## **6. Выводы**

В выводах следует описать принятое для реализации решение по типу и количеству ламп (светильников) рекомендуемых для обеспечения требуемого освещения коридора — как пути эвакуации работников.

## **7. Рекомендации**

Поскольку принятое для реализации решение по типу и количеству ламп (светильников) рекомендуемых для обеспечения требуемого освещения коридора — как пути эвакуации работников удовлетворяет нормативным требованиям, то рекомендаций по уточнению расчета не требуется.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*.
2. ГОСТ 12.1.046-2014. Система стандартов безопасности труда. Нормы освещения строительных площадок.