

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»

***РАСЧЕТ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ
И ВЫБОР СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ***

Методические указания
к практической работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Электронное издание локального распространения

Энгельс 2024 г.

Цель работы: рассчитать количество светильников, ламп в светильниках и мощность осветительной установки для помещения с заданными габаритными размерами (выданный по варианту).

Нормативная база

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
2. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

В настоящее время 90 % информации человек получает с помощью органов зрения. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы, производительность, качество труда и безопасность в производственных условиях в значительной мере зависят от условий освещения. Нерациональное освещение на рабочем месте в цехе, в лаборатории, помещении ВЦ, офисе, дома при чтении приводит к повышенной утомляемости, снижению работоспособности, перенапряжению органов зрения и снижению его остроты. По конструктивному исполнению искусственное освещение может быть двух систем: *общее* – осуществляемое расположением светильников на потолке помещения; *комбинированное* – совокупность общего освещения и местных светильников, расположенных непосредственно на рабочих местах. Применение одного местного освещения внутри зданий не допускается. В качестве источников света в настоящее время применяются электрические лампы накаливания и газоразрядные лампы. Нормирование искусственного освещения проводят согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. При выборе нормируемой освещенности размер объекта различения регламентирует выбор зрительного разряда от 1 до 7 в таблице норм, которая содержит минимально допустимые значения освещенности на рабочих местах при использовании газоразрядных ламп. При проектировании осветительных установок стремятся обеспечить требования норм при минимальных затратах электроэнергии с сохранением равномерного распределения яркостей в поле зрения, исключая слепящее действие самих ламп. Для этого применяют светильники с рассеивающими экранами, матовыми стеклами, что приводит к частичной потере световой энергии (на 10 – 15%). Задачей светотехнического расчета является определение светотехнических параметров осветительной установки, необходимых для обеспечения нормируемых характеристик освещения. Обеспечение нормируемой освещенности осуществляется путем выбора количества источников света (кол-во светильников), необходимых для создания требуемого уровня освещенности.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном), с помощью табл. 1. определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемый уровень минимальности освещенности на рабочем месте.

Распределяют светильники и определяют их число.

Равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности достигается при определенных отношениях расстояния между центрами светильников L , м ($L = 1,75 \cdot H$) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p , м.

Число светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света,

$$N = S / LM, \quad (1.)$$

где S – площадь помещения, m^2 ; M – расстояние между параллельными рядами, м.

В соответствии с рекомендациями

$$M \geq 0,6 H_p$$

(2.)

Оптимальное значение $M = 2 \dots 3$ м.

Для достижения равномерной горизонтальной освещённости светильники с ЛЛ рекомендуется располагать сплошными рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Таблица 1 – Нормы проектирования искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, Лк	
						Комбинированное освещение всего	Общее освещение
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000 4500	
			б	» Средний	Средний Темный	4000 3500	1200 1000
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2000	750 600
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	1500 1250	400 300
Очень высокой точности	0,15 – 0,3	II	а	Малый	Темный	4000 3500	
			б	Средний »	Средний Темный	3000 2500	750 600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 1500	500 400
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний	1000 750	300 200
Высокой точности	0,3 – 0,5	III	а	Малый	Темный	2000 1500	500 400
			б	» Средний	Средний Темный	1000 750	300 200
			в	Малый Средний Большой	Светлый средний Темный	750 600	300 200
			г	Средний Большой »	Светлый » средний	400	200
Средней точности	0,5-1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200
			б	» Средний	Средний Темный	500	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200
			г	Средний Большой »	Светлый » Средний		200

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с ЛЛ.

$$\Phi_{л. расч.} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot \eta, \quad (3.)$$

где E_n – нормированная минимальная освещённость, лк; Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = E_{ср} / E_{мин}$, для ЛЛ $Z = 1,1$; K – коэффициент запаса; η – коэффициент использования светового потока ламп.

Показатель помещения

$$i = A \cdot B / H_p \cdot (A+B), \quad (4.)$$

где A и B – длина и ширина помещения, м.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением тепла $K = 2$, со средним $K = 1,8$, с малым $K = 1,5$.

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Значения коэффициента использования светового потока

Показатель помещения	1	2	3	4	5
Коэффициент использования светового потока η	0,28...0,46	0,34...0,57	0,37...0,62	0,39...0,65	0,40...0,66

По полученному значению светового потока с помощью табл. 3. подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть больше одной лампы, т. е. n может быть равно 2 или 4. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в 2 или 4 раза.

Таблица 3 – Характеристика люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
ЛБ 20	20	1200
ЛХБ 20	20	935
ЛТБ 20	20	975
ЛД 20	20	920
ЛДЦ 20	20	820
ЛЕЦ 20	20	865
ЛБ 30	30	2100
ЛХБ 30	30	1720
ЛТБ 30	30	1720
ЛД 30	30	1640
ЛДЦ 30	30	1450
ЛЕЦ 30	30	1400
ЛБ 40	40	3200
ЛБ 36	36	3050
ЛХБ 40	40	2600
ЛТБ 40	40	2580
ЛД 40	40	2340
ЛДЦ 40	40	2200
ЛДЦ 36	36	2200
ЛЕЦ 40	40	2190
ЛЕЦ 36	36	2150
ЛБ 65	65	4800
ЛХБ 65	65	3820
ЛТБ 65	65	3980

ЛД 65	65	3570
ЛДЦ 65	65	3050
ЛЕЦ 65	65	3400
ЛБ 80	80	5220
ЛХБ 80	80	440
ЛТБ 80	80	4440
ЛД 80	80	4070
ЛДЦ 80	80	3560

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению

$$\Phi_{\text{л.расч.}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{\text{л.табл.}}, \quad (5.)$$

где $\Phi_{\text{л.расч.}}$ – расчётный световой поток, лм.; $\Phi_{\text{л.табл.}}$ – световой поток, определённый по табл. 3., лм.

Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки

$$P = p \cdot N \cdot n, \quad (6.)$$

где p – мощность лампы, Вт; N – число светильников, шт; n – число ламп в светильнике, для ЛЛ $n = 2, 4$.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.

1. Ознакомиться с методикой расчёта.
2. Определить разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте, используя данные варианта (у преподавателя.) и нормы освещённости.
3. Рассчитать число светильников.
4. Распределить светильники общего освещения с ЛЛ по площади производственного помещения.
5. Определить световой поток группы ламп в системе общего освещения, используя данные варианта и формулу (3.).
6. Подобрать лампу по данным табл. 3. и проверить выполнение условия соответствия $\Phi_{\text{л.расч.}}$ и $\Phi_{\text{л.табл.}}$.
7. Определить мощность, потребляемую осветительной установкой.
8. Ответить на вопросы: – Назовите виды освещения. – Как нормируется общее освещение, т.е. какими показателями? – К каким последствиям может привести недостаток освещения на рабочем месте? Какие источники света применяются для искусственного освещения помещений? – По каким признакам подразделяются светильники? – Какие мероприятия позволяют улучшать освещённость на рабочих местах?
8. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

Таблица 4 – ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант	Производственное помещение	Габаритные размеры помещения, м:			Наименьший объект различения	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Характеристика помещения по условиям среды
		Длина А (3)	Ширина В (4)	Высота Н (5)				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
01	Вычислительный центр, машинный зал	60	30	5	0,55	малый	светлый	Небольшая запылённость
02	Вычислительный центр, машинный зал	40	20	5	0,65	средний	средний	Небольшая запылённость
03	Дисплейный зал	35	20	5	0,35	малый	средний	Небольшая запылённость
04	Дисплейный зал	20	15	5	0,32	большой	тёмный	Небольшая запылённость
05	Архив хранения носителей информации	25	10	5	0,8	средний	светлый	Небольшая запылённость
06	Лаборатория технического обслуживания ЭВМ	25	12	5	0,3	средний	средний	Небольшая запылённость
07	Аналитическая лаборатория	20	10	5	0,48	средний	средний	Небольшая запылённость
08	Оптическое производство; участок подготовки шихты	36	12	5	0,15	большой	средний	Большая запылённость
09	Участок варки стекла	60	24	8	0,2	средний	светлый	Небольшая запылённость
10	Механизированный участок получения заготовок	46	24	8	0,29	средний	светлый	Небольшая запылённость
11	Участок шлифовальных станков	40	18	6	0,4	большой	светлый	Небольшая запылённость, высокая влажность
12	Участок полировальных станков	50	24	6	0,38	средний	светлый	Небольшая запылённость, высокая влажность
13	Механический цех, металлорежущие станки	90	24	6	0,28	средний	светлый	Небольшая запылённость
14	Прецизионные металлообрабатывающие станки	36	18	5	0,25	средний	светлый	Небольшая запылённость
15	Прецизионные металлообрабатывающие станки	54	12	5	0,35	большой	средний	Небольшая запылённость
16	Станки с ЧПУ	60	24	5	0,2	средний	светлый	Небольшая

								запылённость
17	Автоматические линии	80	36	5	0,34	большой	светлый	Небольшая запылённость
18	Инструментальный цех	60	18	5	0,18	средний	светлый	Небольшая запылённость
19	Инструментальный цех	76	24	6	0,23	большой	средний	Небольшая запылённость
20	Участок сборки	50	18	6	0,25	большой	светлый	Небольшая запылённость
21	Участок сборки	56	24	5	0,28	большой	светлый	Небольшая запылённость
22	Производство печатных плат, гальванический цех: ванны (травление, мойка, металлопокрытие)	65	18	8	0,45	большой	средний	Высокая влажность, небольшая запылённость
23	Автоматические линии металлопокрытий	60	24	8	0,48	средний	средний	Высокая влажность, небольшая запылённость
24	Участок контрольно-измерительных приборов	24	12	5	0,63	средний	светлый	Небольшая запылённость
25	Рабочие места ОТК с визуальным контролем качества изделий	30	12	5	0,2	большой	светлый	Небольшая запылённость
26	Участок сварки	40	12	7	0,4	средний	светлый	Средняя запылённость
27	Участок контроля сварных соединений	66	18	5	0,72	большой	средний	Небольшая запылённость
28	Участок импульсно-дуговой сварки	56	18	8	0,42	средний	светлый	Средняя запылённость
29	Участок автоматизированных установок	90	24	8	0,63	большой	средний	Средняя запылённость
30	Лаборатория для металлографических исследований	36	12	5	0,7	средний	средний	Небольшая запылённость

Вопросы для самопроверки

1. Какими качественными и количественными показателями характеризуется освещение?
2. На какие виды подразделяется производственное освещение?
3. Как нормируется естественное освещение?
4. Как нормируется искусственное освещение?
5. Как нормируется совмещенное освещение?
6. Какие методы предусмотрены для расчета искусственной системы освещения?
7. Назовите методы расчета естественного освещения?
8. Какие источники света применяются для искусственного освещения помещений?
9. Что такое светильник, по каким признакам подразделяются светильники?
10. Какие мероприятия позволяют улучшать освещенность на рабочих местах?

ЛИТЕРАТУРА

1. Обязательные издания

1. Борисова, Н. В. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46610-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/351905>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-0440-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124636.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под редакцией Э. А. Арустамова. — 21-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-394-02972-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105582>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 431 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7017>. — ЭБС «IPRbooks»

2. Дополнительные издания

1. Еременко В.Д. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еременко В.Д., Остапенко В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2016.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49600.html>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н.И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116363>

3. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Екимова И.А. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 192 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13876>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93587>

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 431 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7017>. — ЭБС «IPRbooks».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - М.: Стандартинформ, 2022. — 412 с.

3. Периодические издания

6. Журнал «Безопасность труда в промышленности»
https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8430

7. Журнал «Охрана и экономика труда»
https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32420

8. Журнал «Экология промышленного производства»
https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9263

4. Интернет-ресурсы

- 9.<http://www.tehdoc.ru>; <http://www.safety.ru> – нормативная документация по охране труда;
- 10.<http://www.mintrans.ru> – официальный сайт министерства транспорта РФ;
- 11.<http://www.minzdravsoc.ru> – официальный сайт Минздравсоцразвития;
- 12.<http://www.mchs.ru/> -официальный сайт МЧС;
- 13.<http://www.gks.ru/> -официальный сайт федеральной службы государственной статистики;
- 14.<http://www.novtex.ru> –научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;
- 15.<http://www.sci.aha.ru> –web атлас по БЖД.

5. Источники ИОС

16. Безопасность жизнедеятельности

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1>