

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

институт

Кафедра техносферной и экологической безопасности

кафедра

ОТЧЕТ О ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1

по дисциплине

«Безопасность жизнедеятельности»

Определение полезной площади, объёма помещений

Кондиционеры в помещениях

Вентиляция

Задачи № 1-8, Вариант № 20

Преподаватель

подпись, дата

О. Н. Ледяева

инициалы, фамилия

Студент КИ23-16/16, 032322546

номер группы, зачётной книжки

подпись, дата

Е. А. Гуртякин

инициалы, фамилия

Красноярск 2025

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Цель работы

Изучить теоретический материал по предложенным темам. Выполнить поставленные задачи.

1.2 Задачи

В рамках данной практической работы необходимо выполнить следующие задачи:

- 1 изучить теоретический материал по предложенной теме;
- 2 выполнить задания;
- 3 предоставить отчёт преподавателю.

2 ХОД РАБОТЫ

2.1 Задание 1

2.1.1 Условия

Определить соответствия учебных помещений требованиям нормативных документов. Для выполнения задания использовать значения таблицы 1 по вариантам.

Таблица 1 – Вариант задания

№ варианта	Предназначение аудитории	a, м	b, м	h, м	l, м	Расположение окон	Количество студентов
0	Лекционная	15	8	3	1,8	юг	80

2.1.2 Решение

Рассчитаем площадь учебной аудитории S_{Π} по формуле:

$$S_{\Pi} = a \cdot b,$$

где a – длина, b – ширина аудитории, м.

Применим формулу:

$$S_{\Pi} = 15 \cdot 8 = 120 \text{ м}^2$$

Рассчитаем объём учебной аудитории V_{Π} по формуле:

$$V_{\Pi} = a \cdot b \cdot h,$$

где h – высота от пола до потолка аудитории, м.

Применим формулу:

$$V_{\Pi} = 15 \cdot 8 \cdot 3 = 360 \text{ м}^3$$

Рассчитать площадь и объём, приходящиеся на 1 студента можно по формулам:

$$S_{\Pi 1} = \frac{S_{\Pi}}{n},$$

$$V_{\Pi 1} = \frac{V_{\Pi}}{n},$$

где n – количество студентов в аудитории.

Применим данные формулы:

$$S_{п1} = \frac{120}{80} = 1,5 \text{ м}^2$$

$$V_{п1} = \frac{360}{80} = 4,5 \text{ м}^3$$

Согласно гигиеническим требованиям, в лекционной аудитории, рассчитанной на 100 человек, на одно место должно приходиться 1,3 м². Расстояние от экрана (или доски) до первого ряда аудиторных столов – не менее 2 м.

Требуемые данные и вычисленные указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение фактических и требуемых значений

Данные	Фактическое значение	Требуемое значение
$S_{п1}$	1,5 м ²	1,3 м ²
$V_{п1}$	4,5 м ³	не менее 4-5 м ³
l	1,8 м	не менее 2 м

Исходя из данных выше, делается вывод, что помещение соответствует нормативным документам по параметрам площади и объёма на одного студента, но не подходит по параметру расстояния до первого ряда аудиторных столов.

2.2 Задание 2

2.2.1 Условия

- 1 Обосновать необходимость применения кондиционера в рабочем помещении (таблица 1);
- 2 Рассчитать его мощность;
- 3 Подобрать конкретный кондиционер.

2.2.2 Решение

Ориентировочная мощность бытового кондиционера Q определяется по формуле:

$$Q = Q_{тп} + Q_{тв},$$

где $Q_{тп}$ – теплоприток, Вт

$$Q_{тп} = S \cdot h \cdot k,$$

где S – площадь помещения, м²;

h – высота помещения, м;

k – коэффициент, равный 30-40 Вт/м³: для помещения, в которое попадает много солнечного света, $k = 40$ Вт/м³; для затененного помещения $k = 30$ Вт/м³; при средней освещенности $k = 35$ Вт/м³;

$Q_{\text{ТВ}}$ – тепловыделения, Вт

$$Q_{\text{ТВ}} = q_{\text{л}} + q_{\text{пр}},$$

где $q_{\text{л}}$ – тепло, выделяемое людьми, в спокойном состоянии один человек выделяет 0,1 кВт тепла;

$q_{\text{пр}}$ – тепло, выделяемое электроприборами (компьютер или копировальный аппарат выделяют 0,3 кВт, для остальных приборов можно считать, что они выделяют в виде тепла 1/3 паспортной мощности).

Просуммировав все тепловыделения и теплопритоки, получают требуемую мощность охлаждения:

$$Q = S \cdot h \cdot k + q_{\text{л}} + q_{\text{пр}}$$

Исходя из результата, выбирают близкую по мощности модель кондиционера из стандартного ряда. Следует отметить, что на маркировке кондиционеров большинства производителей указана мощность не в привычных киловаттах, а в БТЕ/ч, где БТЕ – это британская тепловая единица. 1 БТЕ/ч = 0,3 Вт.

Установка кондиционера может быть обоснована требованиями к соблюдению норм санпин.

Считаем, что лекционная аудитория укомплектована одним компьютером.

Коэффициент k был подобран исходя из южного расположения окон.

Пользуясь формулами выше, посчитаем требуемую мощность охлаждения:

$$\begin{aligned} Q &= 120 \cdot 3 \cdot 30 + 100 \cdot 80 + 300 = \\ &= 10800 + 8000 + 300 = \\ &= 19100 \text{ Вт} \\ &= 19,1 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Наиболее подходящим кондиционером для данного помещения является колонный кондиционер Midea MFS2-48ARN1 (14,07 кВт). Стоит отметить, что мощность целевого кондиционера не достигает необходимой мощности, что может привести к повышенному износу техники.

2.3 Задание 3

2.3.1 Условия

Определить производительность общеобменной вентиляции L , $\text{м}^3/\text{ч}$, обеспечивающей в холодный период года удаление теплоизбытков $Q_{\text{изб}}$, Вт из производственного помещения и поддержание минимально допустимой температуры воздуха в рабочей зоне $t_{\text{р.з.}}$ на постоянных рабочих местах с легкой физической работой категории Ib, которая согласно санитарным нормам равна 20°C . Тепловыделения в помещении от технологического оборудования равны $Q_{\text{об}}$, Вт, а теплопотери через наружные ограждения составляют $Q_{\text{н.о.}}$, Вт. Плотность воздуха при расчетах принимать равной $1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Таблица 3 – Варианты параметров тепловыделения

Параметры	Варианты исходных данных
	0
$Q_{\text{об}}$, Вт	100000
$Q_{\text{н.о.}}$, Вт	60000

2.3.2 Решение

Общее количество воздуха L , которое должно подаваться общеобменной вентиляцией в производственное помещение для обеспечения в рабочей зоне предельно допустимой концентрации вредных газов, паров и пыли, рассчитывается по формуле, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$L = \frac{M \cdot 10^6}{K \cdot (C_{\text{пдк}} - C_0)} ,$$

где M – интенсивность выделения рассматриваемого вредного вещества в помещении, $\text{кг}/\text{ч}$;

K – безразмерный коэффициент равномерности распределения вентиляционного воздуха в помещении;

$C_{\text{пдк}}$, C_0 – предельно допустимая концентрация в рабочей зоне помещения, $\text{мг}/\text{м}^3$ и его концентрация в поступающем для проветривания помещения воздухе.

Кратность воздухообмена $K_{\text{об}}$ в помещении определяется по формуле:

$$K_{\text{об}} = \frac{L}{V} ,$$

где V – объем проветриваемого помещения, м^3 .

Воздухообмен, необходимый для обеспечения установленной санитарными нормами температуры воздуха в рабочей зоне производственных помещений, рассчитывается по формуле, м³/ч:

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{изб}}{c \cdot \rho \cdot (t_{выт} - t_{пр})},$$

где $Q_{изб}$ – избыточное явное тепло, выделяемое в помещении, Вт;

c – удельная теплоемкость воздуха (в расчетах можно принять $c = 1$ кДж/(кг·град));

ρ – плотность наружного (приточного) воздуха при рассматриваемой температуре, кг/м³;

$t_{выт}$, $t_{пр}$ – температура соответственно вытяжного и приточного воздуха, °С;

$$Q_{изб} = Q_{об} - Q,$$

где $Q_{об}$ – тепловыделения в помещении от технологического оборудования, Вт;

Q – выделение тепла от других источников (плюс) или его потери (минус), Вт, для теплого и холодного периодов года

$$t_{выт} = t_{рз} + 3,$$

где $t_{рз}$ – температура воздуха в рабочей зоне по санитарным нормам, °С;

$t_{пр} = t_{жнм}$, °С – для теплого периода года, $t_{пр} = t_{рз} - 5$, °С – для холодного периода года;

где $t_{жнм}$ – средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца в районе расположения предприятия, °С.

Посчитаем $Q_{изб}$:

$$Q_{изб} = 100000 - 60000 = 40000 \text{ Вт}$$

Следующим шагом посчитаем $t_{выт}$ и $t_{пр}$:

$$t_{выт} = 20 + 3 = 23 \text{ °С},$$

$$t_{пр} = 20 - 5 = 15 \text{ °С}$$

Удельная теплоёмкость и плотность воздуха даны следующие:

$$c = 1 \text{ кДж/(кг·град)},$$

$$= 1,25 \text{ кг/м}^3$$

Подставим значения в формулу:

$$L = \frac{3,6 \cdot 40000}{1000 \cdot 1,25 \cdot (23 - 15)} = \frac{144000}{10000} = 14,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.4 Задание 4

2.4.1 Условия

Определить производительность общеобменной вентиляции L , $\text{м}^3/\text{ч}$, обеспечивающей в теплый период года удаление теплоизбытков $Q_{\text{изб}}$, Вт, из производственного помещения и поддержание максимально допустимой температуры воздуха в рабочей зоне $t_{\text{р.з.}}$ на непостоянных рабочих местах с физической работой средней тяжести категории Па, которая согласно санитарным нормам равна 29°C . Тепловыделения в помещении от технологического оборудования равны $Q_{\text{об}}$, Вт, от электродвигателей – $Q_{\text{э.д.}}$, Вт, и приток тепла от солнечной инсоляции – $Q_{\text{с}}$ (Вт).

Средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца $t_{\text{жнм}}$, $^\circ\text{C}$. Плотность воздуха при расчетах принимать равной $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Таблица 4 – Исходные данные по вариантам

Параметры	Варианты исходных данных
	5; 0
$Q_{\text{об}}$, Вт	120000
$Q_{\text{э.д.}}$, Вт	8000
$Q_{\text{с}}$, Вт	20000
$t_{\text{н}}^{\text{ж.м}}$	20

2.4.2 Решение

Воспользуемся формулами из решения задания 3.

Вычислим $Q_{\text{изб}}$:

$$Q_{\text{изб}} = 120000 + 8000 + 20000 = 148000 \text{ Вт}$$

Теперь вычислим $t_{\text{выт}}$ и $t_{\text{пр}}$:

$$t_{\text{выт}} = 29 + 3 = 32^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{пр}} = 20^\circ\text{C}$$

Удельная теплоёмкость и плотность воздуха даны следующие:

$$c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град}),$$

$$= 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Подставим значения в формулу тем самым найдя результат:

$$L = \frac{3,6 \cdot 148000}{1000 \cdot 1,2 \cdot (32 - 20)} = \frac{532800}{14400} \approx 37 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.5 Задание 5

2.5.1 Условия

Рассчитать во сколько раз должна быть увеличена производительность общеобменной вентиляции в теплый период года по сравнению с холодным для удаления избыточного тепла из помещения при следующих условиях: приток тепла от технологического оборудования – $Q_{об}$, Вт, от солнечной инсоляции в теплый период Q_c , Вт, потери тепла через наружные ограждения в холодный период – $Q_{н.о.}$, Вт, средняя температура наружного воздуха в 13 ч наиболее жаркого месяца $t_{жнм}$; его плотность в теплый период – $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$; а в холодный – $1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$; температура в рабочей зоне в теплый период – 28°C , в холодный – 24°C .

Таблица 5 – Варианты задания

Параметры	Варианты исходных данных
	5; 0
$Q_{об}$, Вт	160000
Q_c , Вт	160000
$Q_{н.о.}$, Вт	60000
$t_{жнм}$, $^\circ\text{C}$	20

2.5.2 Решение

Воспользуемся формулами из решения задания 3.

Сначала вычислим L для холодного периода.

Посчитаем $Q_{изб}$:

$$Q_{изб} = 160000 - 60000 = 100000 \text{ Вт}$$

Следующим шагом посчитаем $t_{выт}$ и $t_{пр}$:

$$t_{выт} = 24 + 3 = 27^\circ\text{C},$$

$$t_{\text{пр}} = 24 - 5 = 19 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Удельная теплоёмкость и плотность воздуха даны следующие:

$$c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{град}),$$

$$= 1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Вычислим производительность общеобменной вентиляции в холодный период $L_{\text{хол}}$:

$$L_{\text{хол}} = \frac{3,6 \cdot 100000}{1000 \cdot 1,25 \cdot (27 - 19)} = \frac{360000}{10000} = 36 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Теперь вычислим L для тёплого периода:

Посчитаем $Q_{\text{изб}}$:

$$Q_{\text{изб}} = 160000 + 160000 = 320000 \text{ Вт}$$

Следующим шагом посчитаем $t_{\text{выт}}$ и $t_{\text{пр}}$:

$$t_{\text{выт}} = 28 + 3 = 31 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{пр}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Удельная теплоёмкость и плотность воздуха даны следующие:

$$c = 1 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{град}),$$

$$= 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Вычислим производительность общеобменной вентиляции в тёплый период $L_{\text{тёп}}$:

$$L_{\text{тёп}} = \frac{3,6 \cdot 320000}{1000 \cdot 1,2 \cdot (31 - 19)} = \frac{1152000}{14400} = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Итоговое отношение равно:

$$\frac{L_{\text{тёп}}}{L_{\text{хол}}} = \frac{80}{36} \approx 2,2$$

Именно во столько раз должна быть увеличена производительность общеобменной вентиляции в теплый период года.

2.6 Задание 6

2.6.1 Условия

Нужно ли осушать или увлажнять воздух, поступающий с улицы в приточную вентиляционную систему, если относительная влажность воздуха на улице φ_n (%) при $+11^\circ\text{C}$, а относительная влажность воздуха в цехе должна быть равной $\varphi_{ц}$ (%) при температуре $+22^\circ\text{C}$? (Максимальная влажность воздуха при $+22^\circ\text{C}$ в 2 раза выше, чем при $+11^\circ\text{C}$).

Таблица 6 – Исходные данные

Параметры	Варианты исходных данных
	5; 0
φ_n , %	70
$\varphi_{ц}$, %	50

2.6.2 Решение

Относительная влажность воздуха (%) показывает степень насыщения воздуха водяными парами. Она выражает отношение абсолютной влажности воздуха e при данном состоянии к максимальной влажности, т.е. абсолютной влажности воздуха при полном его насыщении при тех же значениях температуры и давления e_{max} .

$$= \frac{e}{e_{max}} \cdot 100\%$$

Относительная влажность может быть также выражена отношением парциального давления водяных паров при данном состоянии p к парциальному давлению этих паров при полном насыщении воздуха p_n (в %):

$$= \frac{p}{p_{max}} \cdot 100\%$$

При нагреве воздуха в системах вентиляции и кондиционирования его абсолютная влажность остается постоянной, а максимальная влажность увеличивается пропорционально изменению парциального давления водяных паров при полном насыщении воздуха (таблица 7).

Таблица 7 – Изменение парциального давления

Температура, °С	Давление насыщенного водяного пара, кПа, при температуре, °С									
	00	11	22	33	44	55	66	77	88	99
0	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,87	0,94	1,00	1,07	1,15
10	1,23	1,31	1,40	1,49	1,60	1,71	1,81	1,95	2,07	2,20
20	2,33	2,49	2,64	2,81	2,99	3,18	3,36	3,56	3,79	4,00
30	4,24	4,49	4,76	5,03	5,32	5,63	5,95	6,28	6,63	6,98

Из условия задания более явно выпишем, что нам известно:

$$T_H = + 11 \text{ }^{\circ}\text{C},$$

$$\varphi_H = 70 \text{ } \%,$$

$$T_{\text{ц}} = + 22,$$

$$\varphi_{\text{ц}} = 50 \text{ } \%,$$

$$e_{\text{ц},\text{max}} = 2 \cdot e_{H,\text{max}}$$

Из формул выразим e_H и $e_{\text{ц}}$:

$$e_H = \varphi_H \cdot \frac{e_{H,\text{max}}}{100\%}$$

$$e_{\text{ц}} = \varphi_{\text{ц}} \cdot \frac{e_{\text{ц},\text{max}}}{100\%}$$

Вычислим e_H и $e_{\text{ц}}$:

$$e_H = 0,70 \cdot 1,31 = 1,1135 \text{ кПа}$$

$$e_{\text{ц}} = 0,50 \cdot 2,64 = 1,98 \text{ кПа}$$

Видим, что внутренняя нужная влажность значительно превышает наружную влажность даже после подогрева наружного воздуха до температуры цеха. Исходя из того, что $e_{\text{ц}} > e_H$, необходимо увлажнять поступающий воздух перед подачей внутрь цеха.

2.7 Задание 7

2.7.1 Условия

1. Определить площадь световых проемов и количество окон для помещений, используя данные табл.1 и формулы;
2. Подсчитать световой коэффициент по формуле;
3. Определить коэффициент заглубления по формуле;
4. Сделать вывод о соответствии полученных коэффициентов санитарно-гигиеническим нормам, учитывая, что *световой коэффициент для учебного помещения должен составлять не менее 1/6; коэффициент заглубления – не менее 1/2.*

Таблица 8 – Исходные данные

№ варианта	Предназначение аудитории	a, м	b, м	h, м	l, м	Расположение окон	Количество студентов
0	Лекционная	15	8	3	1,8	юг	80

2.7.2 Решение

Как правило, дневное естественное освещение в помещении происходит за счет одностороннего поступления бокового света из окон, расположенных на одной стене.

В этом случае нормируется минимальное значение коэффициента естественного освещения (КЕО) в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от светового проема, на пересечении вертикальной плоскости и условной рабочей поверхности столов (или пола).

Предварительный расчет площади световых проемов производится по формуле:

$$\frac{S_o}{S_n} \cdot 100\% = \frac{e_n \cdot \eta_o \cdot K_{зд}}{\tau_o \cdot r_1} \quad (4.1)$$

где S_o – площадь световых проемов при естественном боковом освещении;

S_n – площадь пола помещения;

e_n – нормированное значение КЕО с учетом характеристики зрительной работы (для ПИ СФУ $e_n = 0,6 \%$);

η_o – световая характеристика окон (для ПИ СФУ $\eta_o = 31$);

$K_{зд}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (если напротив нет зданий, то $K_{зд} = 1$);

τ_o – общий коэффициент светопропускания:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (4.2)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 – коэффициент, определяющий потери света в переплетах светопроема, для двойных деревянных переплетов, $\tau_2 = 0,65$;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении, $\tau_3 = 1$;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, для убирающихся штор, $\tau_4 = 1$;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отражаемому от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (для аудиторий ПИ СФУ, $r_1 = 1,9$).

Из формулы (4.1) получаем необходимую площадь светового проема, m^2 :

$$S_0 = \frac{e_n \cdot \eta_0 \cdot K_{зд} \cdot S_n}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100} \quad (4.3)$$

В зависимости от общей площади световых проемов и типа помещения рассчитывают необходимое количество окон стандартных размеров. Например, если в результате получено, что общая площадь световых проемов равна $8 m^2$, это означает, что размеры окон выбирают исходя из архитектурных особенностей здания, например, для помещения необходимы два окна площадью по $4 m^2$ каждое.

Следует учитывать отражающую способность окрашенных поверхностей стен. Она составляет для белой поверхности 80 %, для светло-желтой – 60 %, для светло-зеленой – 40 %, для светло-голубой – 30 %, для темно-голубой – 6 %. Загрязненные стены отражают в 2 раза меньше света, чем только что выкрашенные или вымытые.

Для характеристики естественной освещенности помещений используют световой коэффициент, который определяют по формуле

$$CK = \frac{S_0}{S_n} \quad (4.4)$$

где S_0 – площадь застекленной части окон;

S_n – площадь пола,

и коэффициент заглубления – по формуле

$$K_з = \frac{h_1}{b} \quad (4.5)$$

где h_1 – высота верхнего края окна над полом (принять по реальному расположению окна в помещении);

b – глубина (ширина) помещения, м.

Определим площадь световых проемов и количество окон для помещения.
Для начала рассчитаем площадь пола помещения:

$$S_n = a \cdot b = 15 \cdot 6 = 120 \text{ м}$$

Затем рассчитаем τ_0 :

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 = 0,52$$

Подставим все известные значения в формулу и найдём необходимую площадь светового проёма окон:

$$S_0 = \frac{e_n \cdot \eta_0 \cdot K_{зд} \cdot S_n}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100} = \frac{0,6 \cdot 31 \cdot 1 \cdot 120}{0,52 \cdot 1,9 \cdot 100} = \frac{2232}{98,8} \approx 22,6 \text{ м}^2$$

Следующим шагом посчитаем световой коэффициент:

$$СК = \frac{22,6}{120} = 0,188$$

Теперь определим коэффициент заглубления:

$$h_1 = h - 0,2 = 3 - 0,2 = 2,8 \text{ м}$$

$$K_з = \frac{h_1}{b} = \frac{2,8}{8} \approx 0,35$$

Фактические данные и нормативные представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнение фактических и требуемых значений

Данные	Фактическое значение	Требуемое значение
СК	0,188	Не менее 0,17
Кз	0,35	Не менее 0,5

Исходя из данных выше аудитория не соответствует санитарно-гигиеническим нормам по пункту коэффициента заглубления.

2.8 Задание 8

2.8.1 Условия

Используя данные табл. 10 по параметрам помещения рассчитать и подобрать необходимое количество ламп.

Таблица 10 – Исходные данные

№ варианта	Предназначение аудитории	a, м	b, м	h, м	l, м	Расположение окон	Количество студентов
0	Лекционная	15	8	3	1,8	юг	80

2.8.2 Решение

Необходимый световой поток каждой лампы, лм, вычисляется по формуле

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

где E – нормативная минимальная освещенность рабочих поверхностей для определенного разряда зрительных работ, люкс (лк, справочные данные); принимаем $E = 300$ лк;

S – освещаемая площадь, м²;

k – коэффициент запаса ламп, учитывающий их запыление и износ в процессе эксплуатации, принимаем $k = 1,4$;

z – коэффициент минимальной освещенности, $z = 1,1–1,5$ (при оптимальных отношениях расстояния между светильниками к расчетной высоте для люминесцентных ламп $z=1,1$);

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Освещаемая площадь помещения S , м², определяется по формуле:

$$S = a \cdot b, \quad (5.2)$$

где a – длина помещения, м;

b – ширина помещения, м.

Далее рассчитывается количество ламп N для установки в помещении:

$$N = \frac{S}{L^2} \quad (5.3)$$

где L – расстояние между светильниками, м.

Размещение светильников в помещении при системе общего освещения зависит от рассчитанной высоты их подвеса h , которая обычно задается размерами помещений. Наиболее выгодное соотношение расстояния между светильниками к расчетной высоте подвеса:

$$\lambda = \frac{L}{h} \quad (5.4)$$

где λ – соотношение расстояния между светильниками к расчетной высоте подвеса, определяется из таблиц нормативных документов в зависимости от кривой силы света лампы. Для люминесцентных ламп при косинусоидальной типовой кривой $\lambda = 1,4$.

H – рассчитанная высота подвеса ламп в светильниках, м.

Из формулы следует, что

$$L = \lambda \cdot h, \quad (5.5)$$

Следует найти расчетную высоту подвеса над уровнем рабочего стола h по формуле:

$$h = H - h_{\text{св}} - h_{\text{р}}, \quad (5.6)$$

где H – высота помещения, м;

$h_{\text{св}}$ – расстояние от потолка до нижней кромки светильника (свес), где находится лампа (лампы), м. Величину $h_{\text{св}}$ следует учитывать при использовании компактных люминесцентных ламп или ламп накаливания в люстрах. Современные светильники с лампами, имеющими трубчатую форму, совмещены с уровнем потолка, поэтому для них $h_{\text{св}} = 0$;

$h_{\text{р}}$ – высота рабочей поверхности столов над полом, м. Обычно она равна 0,8 м

Для определения коэффициента использования светового потока η нужно найти индекс помещения i , а также коэффициенты отражения света от стен $\rho_{\text{с}}$ и потолка $\rho_{\text{п}}$.

Для прямоугольных помещений:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (5.7)$$

где a и b – соответственно длина и ширина помещения, м;

h – расчетная высота подвеса светильников, м;

для квадратных помещений

$$i = \frac{0,5}{h} \sqrt{S} \quad (5.8)$$

для помещений большой длины:

$$i = \frac{b}{h} \quad (5.9)$$

Если при расчетах индекс i оказался больше 5, принимают $i = 5$, а если i при расчетах оказался меньше 0,5, принимают $i = 0,5$.

Коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка – $\rho_{\text{п}} = 70 \%$, стен – $\rho_{\text{с}} = 50 \%$, рабочей поверхности столов – $\rho_{\text{р}} = 30 \%$. Используя полученные значения i , $\rho_{\text{п}}$ и $\rho_{\text{ст}}$ по табл. П.2 прил. 1 определяют величину коэффициента использования светового потока η для выбранного типа ламп в долях единицы. Необходимо обратить внимание на то, что в табл. П.2 величина η дана в %, которые необходимо перевести в доли единиц, т.е. если получилась величина равная 45% (число взято для примера произвольно), то долей единиц будет 0,45. Эта число должно использоваться для дальнейшего расчета.

По формуле (4.1) определяют световой поток одной лампы в каждом светильнике. По табл. П.3, П.4, П.5 в зависимости от светового потока выбирают тип лампы. Необходимо помнить, что мощность одной компактной люминесцентной лампы (их называют энергосберегающими) можно приравнять к мощностям пяти ламп накаливания. Например, мощность лампы YPZ5-2U-3 составляет 15 Вт, что равнозначно 75 Вт лампы накаливания.

Если оказывается, что лампы с полученной при расчете величиной светового потока Φ отсутствуют, то выбирают подходящие для данной ситуации лампы, но затем перерасчетом уточняют количество ламп, необходимое для размещения в помещении, следующим образом:

$$N_{\text{ут}} = \frac{N \cdot \Phi}{\Phi_{\text{выбр}}} \quad (5.10)$$

где $N_{\text{ут}}$ – уточненное количество ламп;

N – предварительно рассчитанное количество ламп;

Φ – рассчитанный световой поток лампы, лм;

$\Phi_{\text{выбр}}$ – световой поток выбранной лампы, лм.

Выбранные лампы размещают в светильниках по одной, две, четыре и т. д. Тип и конструкция светильника зависят от конкретного предназначения помещения.

Для установки выберем лампы типа УПД с $\rho_{\text{п}} = 70 \%$ и $\rho_{\text{с}} = 50 \%$.

Рассчитаем расчетную высоту подвеса над уровнем рабочего стола h по формуле:

$$h = 3 - 0 - 0,8 = 2,2 \text{ м}$$

Для ламп накаливания $\lambda = 1$.

Вычислим расстояние между светильниками:

$$L = 1 \cdot 2,2 = 2,2 \text{ м}$$

Далее посчитаем количество ламп N для установки в помещении:

$$N = \frac{120}{2,2^2} \approx 54, 54 = 54 \text{ ед.}$$

Таким образом, для освещения лекционной аудитории понадобится 28 ламп.

Следующим шагом посчитаем индекс помещения для помещений большой длины:

$$i = \frac{8}{2,2} \approx 3,73$$

Согласно $i = 3,73$ величина коэффициента использования светового потока $\eta = 67\%$.

Посчитаем необходимый световой поток каждой лампы. Считаем, что для ламп накаливания $z = 1,3$.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 120 \cdot 1,4 \cdot 1,3}{54 \cdot 0,67} \approx 1811 \text{ лм}$$

Ламп накаливания с таким световым потоком нет. Выберем лампу типа НГ-150 и $\Phi_{\text{выбр}} = 2000$. Проведём перерасчёт количества ламп:

$$N_{\text{ум}} = \frac{54 \cdot 1811}{2000} \approx 48,8 \approx 49 \text{ ед}$$

Таким образом, потребуется 49 единицы для освещения помещения лампами типа УПД НГ-150.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам работы был изучен теоретический материал по теме. Все поставленные цели и задачи были выполнены. Задания были выполнены и помогли лучше усвоить пройденный материал.