

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра "Безопасность полетов и жизнедеятельности"

Т.Г. Феоктистова

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

РАСЧЕТ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Москва -2013

В данном методическом пособии изложены методы и порядок расчета естественного и искусственного освещения, приведены нормативные требования к организации производственного освещения.

Пособие предназначено для студентов всех направлений и специальностей, изучающих дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и «Производственная санитария и гигиена труда», а также может быть использовано при разработке вопросов безопасности производственных процессов в дипломных проектах.

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры "Безопасность полетов и жизнедеятельности" _____ 2013 г. и Методического совета специальности 280700 _____ 2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
2. РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ	6
2.1. Краткая теоретическая часть	6
2.2. Цель и порядок расчета естественного освещения.	9
2.3. Пример расчета	17
2.4. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 1	18
2.4.1. Варианты исходных данных для расчета	18
3. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ	22
3.1. Краткая теоретическая часть	22
3.2. Цель и методы расчета искусственного освещения	22
3.3. ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПО МЕТОДУ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА	23
3.3.1. Выбор системы освещения.	23
3.3.2. Выбор источников света и их характеристики	24
3.3.3. Выбор типа светильников общего назначения	25
3.3.4. Выбор величины нормируемой освещенности	27
3.3.5. Выбор коэффициента запаса	29
3.3.6. Размещение светильников	29
3.3.7. Выбор коэффициента неравномерности освещения.	29
3.3.8. Выбор коэффициента использования светового потока.	30
3.3.9. Определение количества ламп и светильников	30
3.3.10. Определение мощности осветительной установки	31
3.4. РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ (МЕТОД ВАТТА)	31
3.5. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ТОЧЕЧНОМУ МЕТОДУ	32
3.6. Примеры расчета	39
3.6.1. Пример расчета по методу коэффициента использования светового потока № 1	39
3.6.2. Пример расчета по методу коэффициента использования светового потока № 2	40
3.6.3. Пример расчета по точечному методу № 3	41
3.7. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 2	42
3.7.1. Варианты исходных данных для расчета	42
3.8. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 3	44
3.8.1. Варианты исходных данных для расчета	44
3.8.2. Порядок выполнения работы	46
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	46
ЛИТЕРАТУРА	47
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях (из СНиП23-05-95)	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Коэффициенты использования светового потока для светильников с люминесцентными лампами	52

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Коэффициенты использования светового потока для светильников с лампами накаливания	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Распределение люминесцентных светильников на группы с усредненными светотехническими характеристиками	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Эксплуатационные группы светильников. Группы твердости светотехнических материалов	57
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка	58
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Значения коэффициента запаса	59

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1.1. Естественное освещение - освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

1.2. Боковое естественное освещение - естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах.

1.3. Верхнее естественное освещение - естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания.

1.4. Комбинированное естественное освещение - сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

1.5. Световой климат - совокупность условий естественного освещения в той или иной местности за период более десяти лет.

1.6. Коэффициент светового климата m - коэффициент, учитывающий особенности светового климата.

1.7. Коэффициент естественного освещения (КЕО) - это отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или после отражения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода; выражается в процентах.

1.8. Неравномерность естественного освещения - отношение среднего значения КЕО к среднему значению в пределах характерного разреза помещения.

1.9. Площадь окон S_o - суммарная площадь световых проемов (в свету), находящихся в наружных стенах освещаемого помещения, m^2 .

1.10. Площадь фонарей S_{ϕ} - суммарная площадь световых проемов (в свету) всех фонарей, находящихся в покрытии над освещаемым помещением или пролетом, m^2 .

1.11. Относительная площадь световых проемов S_{ϕ}/S_n , S_o/S_n - отношение площади фонарей или окон к освещаемой площади пола помещения; выражается в процентах.

1.12. Рабочая поверхность - поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность.

1.13. Условная рабочая поверхность - условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола.

1.14. Характерный разрез помещения - поперечный разрез посередине помещения, плоскость которого перпендикулярна к плоскости остекления световых проемов (при боковом освещении) или к продольной оси пролетов помещения. В характерный разрез помещения должны попадать участки с наибольшим количеством рабочих мест, а также точки рабочей зоны, наиболее удаленные от световых проемов.

1.15. Объект различения - рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

1.16. Коэффициент запаса Кз - расчетный коэффициент, учитывающий снижение КЕО и освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, источников света (ламп) и светильников, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения.

1.17. Рабочее освещение - освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

1.18. Дежурное освещение - освещение в нерабочее время.

1.19. Аварийное освещение - освещение для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

1.20. Эвакуационное освещение - освещение для эвакуации людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения.

1.21. Общее освещение - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение).

1.22. Комбинированное освещение, при котором к общему освещению добавляется местное.

2. РАСЧЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

2.1. КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Источником естественного освещения является солнце. Условия освещения в помещении определяется в основном диффузным светом небосвода, а также отраженным светом, создаваемым излучением, отраженным от земной поверхности.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

Так как естественный свет непостоянен, может резко изменяться даже в течение нескольких минут, то естественное освещение нормируется не по освещенности, а по коэффициенту естественной освещенности (КЕО).

Коэффициент естественной освещенности E представляет собой отношение естественной освещенности в данной точке внутри помещения E_v к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности E_n , создаваемой светом полностью открытого небосвода. КЕО выражается формулой:

$$e = \frac{E_v}{E_n} \cdot 100, \% \quad (2.1)$$

Таким образом, коэффициент естественной освещенности показывает, какую долю наружной освещенности диффузного света небосвода составляет освещенность в расчетной точке внутри помещения.

Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95 устанавливают минимальные значения КЕО в зависимости от разряда зрительной работы, системы освещения (боковое, верхнее). Нормируемые значения КЕО определяют по таблице приложения 1.

Разряд зрительной работы определяется по наименьшему размеру объекта различения, например, толщина линии, нити, царапина и т.д.

При одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов.

При двухстороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке посередине помещения.

При верхнем и комбинированном естественном освещении нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности. Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1 м от поверхности стен или осей колонн.

Нормированное значение КЕО для зданий, расположенных в различных районах следует определять по формуле

$$e_N = e_n \cdot m_N, \quad (2.2)$$

где

- N - Номер группы обеспеченности естественным светом по табл. 2.2;
- e_n - Значение КЕО по таблице Приложения 1;
- m_N - Коэффициент светового климата по табл. 2.1.

Полученные по формуле значения следует округлить до десятых долей.

Упрощенный метод расчета площади световых проемов состоит в определении площади световых проемов, при которой обеспечивается нормированное значение КЕО.

Расчет производится по формулам:

а) при боковом освещении помещений

$$S_o = \frac{S_n \cdot e_N \cdot \kappa_3 \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_1} \cdot K_{30}; \quad (2.3)$$

б) при верхнем освещении

$$S_{\phi} = \frac{S_n \cdot e_N \cdot \kappa_3 \cdot \eta_{\phi}}{100 \cdot \tau_o \cdot r_2 \cdot \kappa_{\phi}}, \quad (2.4)$$

где

- S_o - площадь световых проемов при боковом освещении;
- S_n - площадь пола помещения;
- e_N - нормированное значение КЕО для зданий, расположенных в различных районах;
- κ_3 - коэффициент запаса выбирается по таблице Приложения 7;
- $\kappa_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями, выбирается по табл. 2.4;
- η_o - световая характеристика окна, определяемая по таблице 2.3;
- r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию, принимаемый по табл. 2.12;
- S_{ϕ} - площадь световых проемов при верхнем освещении;
- η_{ϕ} - световая характеристика фонаря, определяемая по табл. 2.11;
- r_2 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения, принимаемый по табл. 2.10;
- κ_{ϕ} - коэффициент, учитывающий тип фонаря, определяемый по табл. 2.8;
- τ_o - общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле

$$\tau_o = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4 * \tau_5, \quad (2.5)$$

где

- τ_1 - коэффициент светопропускания материала, определяемый по табл. 2.5;
- τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, определяемый по табл. 2.6;
- τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, определяемый по табл. 2.7 (при боковом освещении $\tau_3 = 1$);
- τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, для убирающихся регулируемых жалюзи и штор $\tau_4 = 1$;
- τ_5 - коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарем, принимается равным 0,9.

2.2. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Цель расчета естественного освещения - определение площади остекления, при которой будет обеспечена величина нормированного коэффициента естественной освещенности. При этом определяются тип переплетов (фонарей), положение остекления, количество световых проемов и др.

Порядок расчета:

2.2.1. Выбор системы естественного освещения.

Выбор производится в зависимости от назначения производственного помещения с учетом специфики технологического процесса.

Освещение может быть боковое (одностороннее или двустороннее), верхнее - через аэрационные фонари, комбинированное (верхнее и боковое).

2.2.2. Выбор нормированного значения коэффициента естественной освещенности производится по СНиП 23-05-95 или по таблице приложения 1. Для этого необходимо определить разряд зрительной работы в зависимости от наименьшего размера объекта различения.

Скорректировать значения E_n в зависимости от района расположения здания с учетом светового климата по формуле (2.2). При этом коэффициент светового климата определяют в зависимости от номера группы административных районов по ресурсам светового климата (табл. 2.2) по табл.2.1. Световые проемы ориентированы на север.

2.2.3. Выбор коэффициента запаса K_z , который учитывает снижение КЕО за счет загрязнения остекления, производится по таблице Приложения 7. Для этого необходимо установить категорию помещения по условиям загрязнения воздушной среды и расположение светопропускающего материала по отношению к горизонту.

2.2.4. Определение световой характеристики световых проемов производится:

а) при боковом освещении по табл. 2.3 в зависимости от величины отношения длины помещения L_n к его глубине B (L_n/B), а также величины отношения глубины помещения B к его высоте от уровня условной рабочей поверхности от верха окна h_1 (B/h_1);

б) при верхнем освещении по табл. 2.11 в зависимости от типа фонаря, а также величин отношений длины помещения к ширине (L_n/B) и высоты помещения к ширине (H/B).

2.2.5. Определение общего коэффициента светопропускания производится по формуле (2.5), а также с помощью табл. 2.5, 2.6, 2.7.

2.2.6. Определение коэффициентов:

а) τ_1 - для бокового освещения по табл. 2.12.

Для этого необходимо определить:

отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна - B/h_1 ;

отношение расстояния между расчетной точкой и наружной стеной к глубине помещения - L/B ;

отношение длины помещения к его глубине - L_n/B ;

величину средневзвешенного коэффициента отражения ρ_{cp} потолка, стен и пола, которая определяется по формуле:

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_1 \cdot S_1 + \rho_2 \cdot S_2 + \rho_3 \cdot S_3}{S_1 + S_2 + S_3}, \quad (2.6)$$

где

ρ_1, ρ_2, ρ_3 - Коэффициенты отражения потолка, стен и пола соответственно, определяемые по табл. 2.9;

S_1, S_2, S_3 - Площадь поверхности потолка, стен и пола соответственно.

б) τ_2 - для верхнего освещения по табл. 2.10.

Определяется в зависимости от величины отношения высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления к ширине помещения ($H\phi/B$), а также от средневзвешенного коэффициента отражения потолка, стен и пола ρ_{cp} , который рассчитывается по формуле (2.6).

2.2.7. Определение коэффициента Кзд, учитывающего затенение противостоящими зданиями, производится с помощью табл. 2.4 в зависимости от величины отношения расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданием к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна ($L_{зд}/H_{зд}$).

2.2.8. Величина коэффициента Кф выбирается по табл. 2.8 в зависимости от типа фонаря.

2.2.9. Определение площади световых проемов производится:

а) при боковом освещении по формуле (2.3);

б) при верхнем освещении по формуле (2.4).

Установленные расчетом размеры световых проемов допускается изменять на + 5%, -10 %.

2.2.10. Определить относительную площадь световых проемов:

а) при боковом освещении

$$\sigma_{\phi} = \frac{S_{\phi}}{S_n} \cdot 100, \%$$

б) при верхнем освещении

$$\sigma_v = \frac{S_{\phi}}{S_n} \cdot 100, \%$$

Таблица 2.1

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СВЕТОВОГО КЛИМАТА

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m_N				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З, В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С - Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ - ЮЗ ЮВ - СЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В - З	1	0,9	1,1	1,2	0,7
В фонарях типа "Шед"	С	1	0,9	1,2	1,2	0,7
В зенитных фонарях	-	1	0,9	1,2	1,2	0,75

Таблица 2.2

Группы административных районов по ресурсам светового климата

Номер группы	Административный район
1	2
1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Нижегородская, Свердловская, Пермская, Челябинская, Курганская, Новосибирская, Кемеровская области, Мордовия, Чувашия, Удмуртия, Башкортостан, Татарстан, Красноярский край (севернее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (севернее 63° с.ш.), Чукотский нац.округ, Хабаровский край (севернее 63° с.ш.)
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Пензенская, Самарская, Ульяновская, Оренбургская, Самарская, Волгоградская области, Республика Коми, Кабардино-Балкарская Республика, Северо-Осетинская Республика, Чеченская Республика, Ингушская Республика, Ханты-Мансийский нац. округ, Алтайский край, Красноярский край (южнее 63° с.ш.), Республика Саха (Якутия) (южнее 63° с.ш.), Республика Тува, Бурятская Республика, Читинская область, Хабаровский край (южнее 63° с.ш.), Магаданская область

1	2
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская, Ивановская, Ленинградская, Вологодская, Костромская, Кировская области, Карельская Республика, Ямало-Ненецкий нац. округ, Ненецкий нац. округ
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская Республика, Амурская область, Приморский край

Таблица 2.3

Значение световой характеристики η_0 окон при боковом освещении

Отношение длины помещения к его глубине Лп/В	Значение световой характеристики при отношении глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна В/н ₁							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1,0	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблица 2.4

Значения коэффициента Кзд, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями

Отношение расстояние между рассматриваемым и противостоящим зданием к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна (Лзд /Нзд)	Кзд
0,5	1,7
1,0	1,4
1,5	1,2
2,0	1,1
3 и более	1,0

Таблица 2.5

Значения коэффициента светопропускания τ_1

Вид светопропускающего материала	τ_1
Стекло оконное листовое:	
- одинарное	0,9
- двойное	0,8
- тройное	0,75
Стекло листовое армированное	0,6

Таблица 2.6

Значение коэффициента τ_2

Вид переплета	τ_2
Переплеты для окон и фонарей промышленных зданий:	
а) деревянные :	
- одинарные	0,75
- спаренные	0,7
- двойные отдельные	0,6
б) стальные:	
-одинарные открывающиеся	0,75
- двойные открывающиеся	0,6

Таблица 2.7

Значение коэффициента τ_3

Несущие конструкции покрытий	τ_3
Стальные фермы	0,9
Железобетонные и деревянные фермы и арки	0,8

Таблица 2.8

Значения коэффициента K_f

Тип фонаря	K_f
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапециевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением (Шеды)	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (Шеды)	1,4

Таблица 2.9

Приблизительные значения коэффициентов отражения

Характер отражающей поверхности	$\rho, \%$
Побеленный потолок; побеленные стены с завешенными окнами	70
Побеленные стены при не завешенных окнах; чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями	30
Красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями	10

Таблица 2.10

Значения коэффициента Γ_2

Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до нижней грани остекления, H_f к ширине B	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола		
	$\rho_{cp} = 0,5$	$\rho_{cp} = 0,4$	$\rho_{cp} = 0,3$
2	1,7	1,6	1,4
1	1,5	1,4	1,3
0,75	1,45	1,35	1,25
0,5	1,4	1,3	1,2
0,25	1,35	1,25	1,15

Таблица 2.11

Значение световой характеристики фонарей η_f

Тип фонарей	Отношение длины помещения L_p к ширине B								
	от 1 до 2			от 2 до 4			более 4		
	Отношение высоты помещения H к ширине B								
	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1,0	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1,0	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1,0
С вертикальным двусторонним остеклением (один пролет)	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
С наклонным двусторонним остеклением (один пролет)	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
С вертикальным односторонним остеклением (один пролет)	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
С наклонным односторонним остеклением (один пролет)	3,8	4,5	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9

Таблица 2.12

Значения коэффициента Γ_1

$\frac{B}{h_1}$	$\frac{L}{B}$	Значения Γ_1 при боковом освещении									Значения Γ_1 при боковом двустороннем освещении								
		Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{cp} потолка, стен и пола									Средневзвешенный коэффициент отражения ρ_{cp} потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения L_n к его глубине B									Отношение длины помещения L_n к его глубине B								
		0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
более 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9

2.3. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Рассчитать естественную освещенность в планово-экономическом отделе.

Определить необходимую площадь световых проемов (остекления).

Д а н о: Планово-экономический отдел авиапредприятия находится в Якутске. Геометрические размеры помещения: длина помещения $L_p = 10$ м; глубина $B = 12$ м; высота $H = 5$ м. Высота от рабочей поверхности до верха окна $h_1 = 4$ м. Расстояние от наружной стены до расчетной точки А - $L = 6$ м. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола: 50 %, 30%, 10 %. Противостоящее здание находится на расстоянии $L_{зд} = 30$ м; $H_{зд} = 30$ м.

Спроектировать боковое, одностороннее естественное освещение. Предусмотреть использование двойного оконного стекла в деревянных спаренных вертикально расположенных переплетах. Наименьший размер объекта различения - 4 мм.

Р е ш е н и е:

Определяем нормированное значение коэффициента естественной освещенности для района расположения : $e_N = e_H \cdot m_N$,

находим по таблице Приложения 1 $e_H = 1$.

Для Якутска при ориентации окон на север - $e_N = 1 * 1,1 = 1,1$

Коэффициент запаса по таблице Приложения 7 - $K_z = 1,6$.

Находим световую характеристику световых проемов по табл. 2.3

при $L_p/B = 10 : 12 = 0,8$; $B/h_1 = 12 : 4 = 3$ - $\eta_0 = 18$.

Определяем общий коэффициент светопропускания:

$$\tau_0 = \tau_1 * \tau_2 * \tau_3 * \tau_4,$$

по табл. 2.5 $\tau_1 = 0,8$; по табл. 2.6 $\tau_2 = 0,7$; $\tau_3 = 1$ (при боковом освещении); принимаем $\tau_4 = 1$.

$$\tau_0 = 0,8 * 0,7 * 1 * 1 = 0,56$$

Определяем коэффициент r_1 - для бокового освещения по табл. 2.12.

Для этого находим:

отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна - $B/h_1 = 12/4 = 3$;

отношение расстояния между расчетной точкой и наружной стеной к глубине помещения - $L/B = 6/12 = 0,5$;

отношение длины помещения к его глубине - $L_p/B = 10/12 = 0,8$;

величину средневзвешенного коэффициента отражения ρ_{cp} потолка, стен и пола, при площади потолка $S_1 = 10 * 12 = 120$ м²; площади стен $S_2 = 2 * 12 * 5 + 10 * 5 = 170$ м²; площади пола $S_3 = 10 * 12 = 120$ м²:

$$\rho_{cp} = (50 * 120 + 30 * 170 + 10 * 120) / (120 + 170 + 120) = 30 (\%).$$

$$r_1 = 1,15.$$

Находим коэффициент $K_{зд}$, учитывающий затенение противостоящим зданием по табл. 2.4 при отношении $L_{зд}/H_{зд} = 30/30 = 1$ и $\rho_{ср} = 30\%$ - $K_{зд} = 1,4$.

Определяем площадь световых проемов по формуле:

$$S_o = \frac{S_n \cdot e_H \cdot \kappa_3 \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_1} \cdot K_{зд} = \frac{120 \cdot 1,1 \cdot 1,5 \cdot 18 \cdot 1,4}{100 \cdot 0,56 \cdot 1,15} = 77,5 \text{ м}^2$$

Относительная площадь световых проемов:

$$\sigma_o = \frac{S_o}{S_n} \cdot 100 = \frac{77,5}{120} \cdot 100 = 64,6\%$$

2.4. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 1

2.4.1. ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА

Требуется рассчитать естественное освещение производственного помещения. Схемы производственных помещений с условными обозначениями приведены ниже (рис. 2.1).

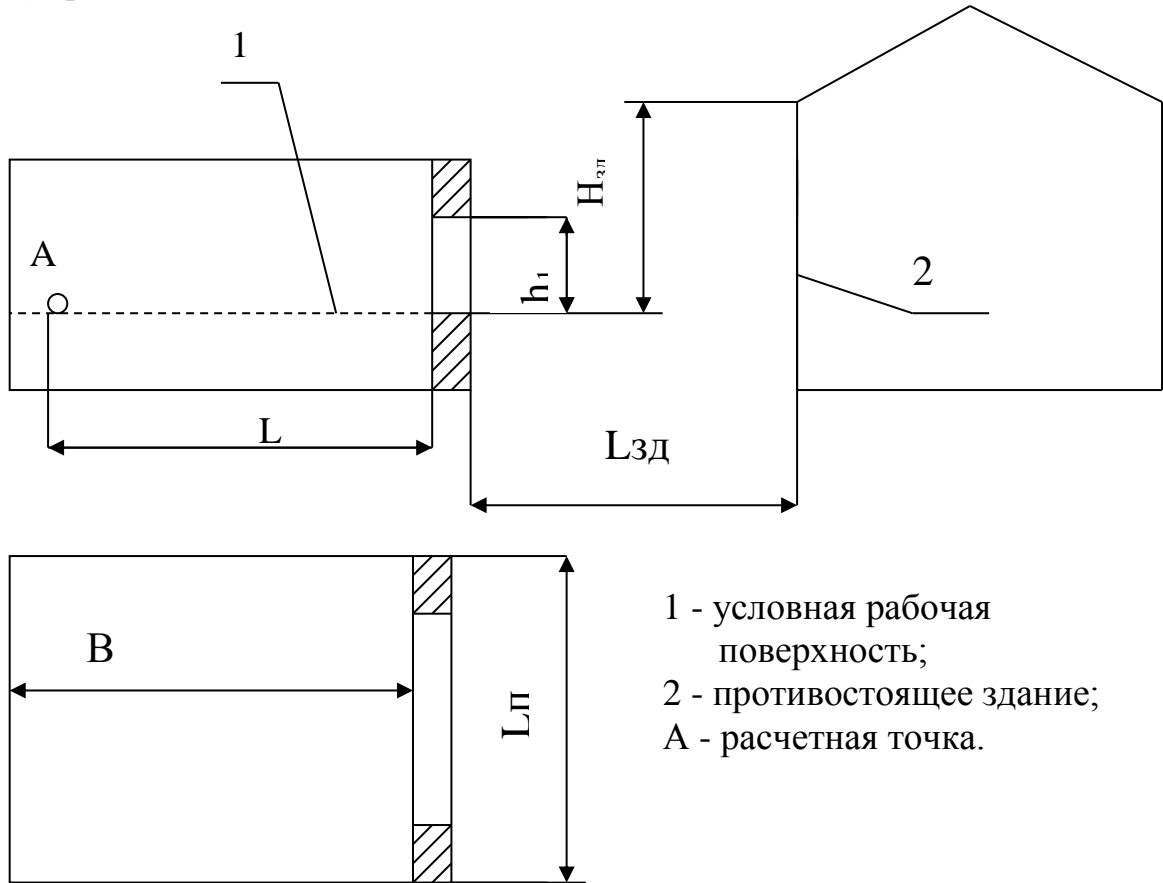
Выбор варианта исходных данных производится по таблице 2.13.

Например, требуется выполнить расчет естественного освещения по варианту №13 (номер варианта задает преподаватель). По табл. 2.13. определяем номера исходных данных: 1,5, 10, 14, 16, 18, 22, 24, 27, 29, 31, 37, 38, а по таблице 2.14. их значения.

Таким образом, исходные данные для расчета по варианту № 13, являются следующие:

- 1 - Система освещения - боковое одностороннее;
- 5 - Местонахождение авиапредприятия - г. Магадан;
- 10 - Наименьший размер объекта различения - 0,4 мм;
- 14 - Рассматриваемое помещение - планово-экономический отдел;
- 16 - Свето пропускающий материал - стекло оконное одинарное;
- 18 - Конструкция переплетов - деревянные спаренные вертикально расположенные;
- 22 - Длина помещения - 10 м;
- 24 - Глубина помещения - 12 м;
- 27 - Высота от рабочей поверхности до верха окна - 4 м;
- 29 - Расстояние от наружной стены до расчетной точки - 6 м;
- 31 - Высота помещения - 5 м;
- 37 - Коэффициенты отражения потолка, стен, пола - 70%, 50%, 30%;
- 38 - Размеры противостоящего здания - $L_{зд} = 50$ м; $H_{зд} = 10$ м.

а) при боковом освещении



б) при верхнем освещении

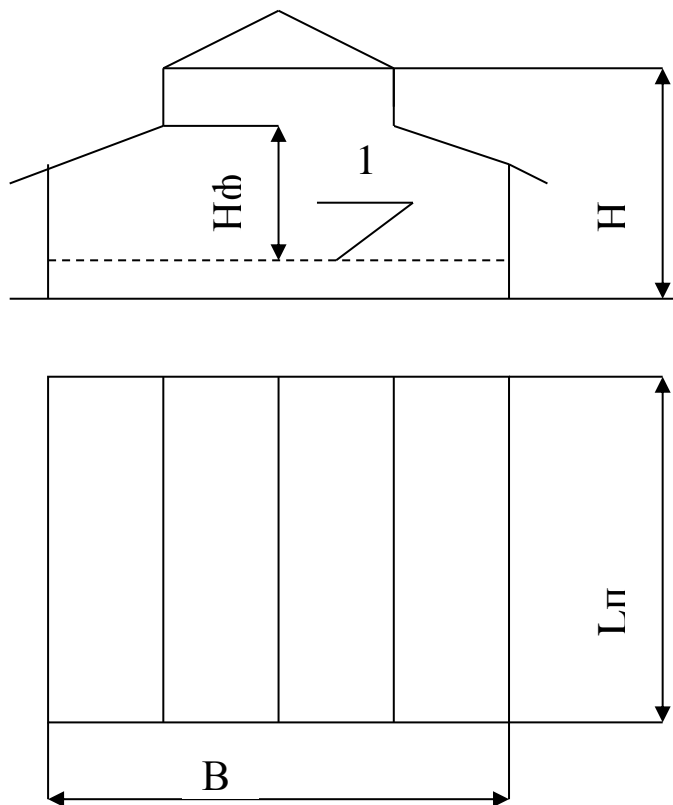


Рис.2.1.

Таблица 2.13

Варианты исходных данных

Номер варианта	Номера исходных данных												
	1	4	9	13	16	18	21	23	26	28	31	36	38
1	1	4	9	13	16	18	21	23	26	28	31	36	38
2	2	5	10	14	16	18	22	24	27	29	31	37	39
3	3	6	11	15	17	19	20	25	34	30	32	36	38
4	1	7	12	13	16	19	21	24	26	29	31	37	39
5	1	8	9	14	16	18	22	23	27	28	31	37	38
6	2	4	10	13	17	18	21	23	26	28	31	36	39
7	3	5	11	15	17	19	20	25	35	30	33	37	38
8	1	6	12	14	17	18	22	24	27	29	31	36	39
9	1	7	11	13	16	18	21	24	26	29	31	36	38
10	1	8	10	14	16	18	22	23	27	28	31	37	39
11	2	7	9	13	16	19	21	23	26	28	31	36	38
12	3	6	9	15	17	18	20	25	34	30	32	37	39
13	1	5	10	14	16	18	22	24	27	29	31	37	38
14	1	4	11	13	16	18	21	24	26	29	31	37	39
15	1	4	12	14	17	19	22	23	27	28	31	36	38
16	1	5	12	13	16	18	21	23	26	28	31	36	39
17	2	6	11	14	16	18	22	24	27	29	31	37	38
18	3	7	10	15	17	18	20	25	35	30	33	36	39
19	1	8	9	13	16	19	21	24	26	29	31	37	38
20	1	8	9	14	16	18	22	23	27	28	31	36	38

Таблица 2.14

Исходные данные для расчета

Номера исходных данных	Значения	
	1	2
	<i>Система освещения:</i>	
1	- боковое одностороннее;	
2	- боковое двухстороннее;	
3	- верхнее с двусторонним остеклением.	
	<i>Местонахождение авиапредприятия:</i>	
4	- Москва	
5	- Магадан	
6	- Воронеж	
7	- Новгород	
8	- Ростов-на -Дону	
	<i>Наименьший размер объекта различения</i>	
9	- 0,2 мм	
10	- 0,4 мм	

Продолжение таблицы 2.14

1	2
11	- 0,9 мм
12	- 4,0 мм
	<i>Характеристика помещения по степени загрязнения воздушной среды:</i>
13	- гальванический участок;
14	- планово-экономический отдел;
15	- механо-сборочный цех
	<i>Светопропускающий материал:</i>
16	- стекло оконное одинарное;
17	- стекло оконное двойное
	<i>Конструкция переплетов:</i>
18	- переплеты деревянные спаренные вертикально расположенные;
19	- переплеты стальные одинарные наклонно расположенные
	<i>Геометрические размеры помещения</i>
	<i>Длина помещения:</i>
20	- 40 м;
21	- 20 м;
22	- 10 м
	<i>Глубина помещения:</i>
23	- 6 м;
24	- 12 м;
25	- 18 м
	<i>Высота от рабочей поверхности до верха окна:</i>
26	- 3 м;
27	- 4 м
	<i>Расстояние от наружной стены до расчетной точки А:</i>
28	- 5 м;
29	- 6 м;
30	- 9 м
	<i>Высота помещения:</i>
31	- 5 м;
32	- 8 м;
33	- 12 м
	<i>Высота от рабочей поверхности до нижней грани остекления:</i>
34	- 9 м;
35	- 11 м
	<i>Коэффициенты отражения потолка, стен, пола:</i>
36	- 50 %, 30%, 10%
37	- 70 %, 50%, 30%
	<i>Размеры противостоящего здания (Лзд, Нзд):</i>
38	- 50 м; 10 м
39	- 30 м; 30 м

3. РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

3.1. КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Из всех видов энергии, которую люди могут использовать, свет является самой важной. Большую часть информации, которую получает человек через свои органы чувств, поступает через свет - примерно 80 %. Душевное состояние и степень усталости зависят от освещения и цвета окружающих предметов. С точки зрения безопасности труда зрительная способность и зрительный комфорт чрезвычайно важны. Это объясняется тем, что очень много несчастных случаев происходит из-за неудовлетворительного освещения или из-за ошибок, сделанных рабочим потому, что ему было трудно распознать тот или иной предмет или осознать степень риска, связанного с обслуживанием станков, транспортных средств и так далее.

Нарушения зрения, связанные с недостатками системы освещения, являются обычным явлением на рабочем месте.

Для того чтобы обеспечить условия, необходимые для зрительного комфорта, в системе освещения должны быть реализованы следующие предварительные требования:

- однородное освещение;
- оптимальная яркость;
- отсутствие бликов;
- соответствующая контрастность;
- правильная цветовая гамма;
- отсутствие стробоскопического эффекта или мерцания света.

Видами искусственного освещения являются: общее, когда осветительные устройства размещены таким образом, чтобы обеспечить достаточную освещенность в зоне работ, и комбинированную, когда кроме общего освещения, устанавливаются светильники местного освещения для создания более высоких уровней освещенности на рабочих местах, где выполняется напряженная зрительная работа. Устройство в помещениях только местного освещения запрещено.

3.2. ЦЕЛЬ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Расчет электрического освещения проводится с целью определения основных параметров осветительной установки:

количества и мощность источников света, типа и числа светильников, их размещение, при которых будет обеспечена нормируемая освещенность на рабочих местах.

Для расчета искусственного освещения используют следующие методы расчета:

- метод коэффициента использования светового потока;
- точечный метод;
- метод удельной мощности.

Метод коэффициента использования предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при отсутствии крупных затеняющих предметов. При расчете по этому методу учитывается как прямой, так и отраженный свет.

Точечный метод служит для расчета освещения как угодно расположенных поверхностей и при любом распределении освещенности. Поэтому при расчете общего локализованного освещения, освещения открытых пространств и местного освещения применяется точечный метод.

Для ориентировочного расчета освещенности может быть использован **метод удельной мощности**, который является упрощенной формой метода коэффициента использования.

3.3. ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПО МЕТОДУ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА

При расчете по методу коэффициента использования необходимый световой поток ламп в каждом светильнике Φ определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (3.1)$$

где

- E - минимальная нормируемая освещенность, лк;
- S - освещаемая площадь, м²;
- K₃ - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильников;
- Z - коэффициент неравномерности освещения (Z= E_{ср}/ E min)
- N - число ламп

Порядок расчета освещенности в рабочем помещении следующий:

3.3.1. Выбор системы освещения.

Освещение бывает общее и комбинированное.

Для организации только общего освещения необходимы следующие условия:

- a) Возможность выполнения работ однотипных по всему помещению;
- b) Высокая плотность рабочих мест;
- c) Высокая точность работ.

Предпосылками для устройства комбинированного освещения являются:

- a) Высокая точность работ;
- b) Необходимость определенного направления света;
- c) Ограниченная площадь рабочих поверхностей;
- d) Большая площадь помещения, приходящаяся на одно рабочее место;
- e) Возможность перестановки рабочих мест.

Следует отметить, что комбинированная система более экономична.

3.3.2. Выбор источников света и их характеристик.

Для освещения используются следующие источники света:

- Лампы накаливания;
- Газоразрядные лампы низкого давления (люминесцентные);
- Газоразрядные лампы высокого давления (ДРЛ);
- Металлогалоидные (лампы высокого давления с иодидами ДРИ);
- Дуговые ксеноновые лампы.

Характеристики основных типов люминесцентных ламп и ламп накаливания приведены в табл. 3.1, 3.2.

Таблица 3.1

Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Напряжение, В	Ток лампы, А	Световой поток, лм	Длина лампы, мм	Диаметр лампы, мм
1	2	3	4	5	6	7
ЛДЦ-20	20	57	0,37	820	604	40
ЛД-20	20	57	0,37	920	604	40
ЛХБ-20	20	57	0,37	935	604	40
ЛТБ-20	20	57	0,37	975	604	40
ЛБ-20	20	57	0,37	1180	604	40
ЛДЦ-30	30	104	0,36	1450	908	27
ЛД-30	30	104	0,36	1640	908	27
ЛХБ-30	30	104	0,36	1720	908	27
ЛТБ-30	30	104	0,36	1720	908	27
ЛБ-30	30	104	0,36	2100	908	27
ЛДЦ-40	40	103	0,43	2100	1213	40
ЛД-40	40	103	0,43	2340	1213	40
ЛХБ-40	40	103	0,43	2600	1213	40
ЛТБ-40	40	103	0,43	2580	1213	40
ЛБ-40	40	103	0,43	3000	1213	40
ЛДЦ-65	65	110	0,67	3050	1514	40
ЛД-65	65	110	0,67	3570	1514	40
ЛХБ-65	65	110	0,67	3820	1514	40
ЛТБ-65	65	110	0,67	3980	1514	40
ЛБ-65	65	110	0,67	4550	1514	40
ЛДЦ-80	80	102	0,86	3560	1514	40
ЛД-80	80	102	0,86	4070	1514	40
ЛХБ-80	80	102	0,86	4440	1514	40
ЛТБ-80	80	102	0,86	4440	1514	40
ЛБ-80	80	102	0,86	5220	1514	40

Таблица 3.2

Значения светового потока ламп накаливания

Мощность лампы, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм
40	220	336
60	220	540
100	220	1000
150	220	1710
200	220	2510
300	220	4100
500	220	7560
750	220	12230
1000	220	17200

Таблица 3.3

Освещенность $E_{ср}$ при равномерном размещении приборов общего освещения

Мощность лампы, Вт	Освещенность $E_{ср}$, лк при напряжении сети 220 В
40	4,9
60	5,5
100	6,0
150	6,9
200	7,2
300	7,6
500	8,2
750	8,7
1000	9,1

Для осветительных приборов рассеянного света значения освещенности нужно умножить на коэффициент 0,87.

3.3.3. Выбор типа светильников общего назначения

Основными показателями, определяющими выбор светильника при проектировании осветительной установки, следует считать:

- конструктивное исполнение светильника;
- светораспределение светильника;
- блескость светильника;
- экономичность светильника.

Светильники классифицируются по следующим признакам:

1. По характеру распределения светового потока:
 - прямого света
 - рассеянного света
 - отраженного света.
2. По конструкции:
 - открытые

- закрытые
- влагозащищенные
- пыленепроницаемые
- для химической активной среды
- взрывозащищенные для пожароопасных и взрывоопасных помещений.

Условия среды освещаемого помещения существенно влияют на выбор типа светильника. К светильникам, устанавливаемым в помещениях с нормальными условиями среды (сухие отапливаемые помещения), не предъявляется специальных требований (ЛД, ЛСП01, ЛСП02, ЛСП06). Во влажных и сырых помещениях исполнение светильника также может быть любым, но патрон должен иметь корпус из изоляционных влагостойких материалов. В особо сырых помещениях светильник должен иметь брызгозащищенное исполнение (ПВЛМ). В помещениях с химически активной средой конструктивные элементы светильника должны выбираться с учетом их стойкости к выделяющимся химическим веществам. В пыльных помещениях целесообразно применение пылезащищенного или пыленепроницаемого исполнения светильников. В пожароопасных помещениях в зависимости от степени пожароопасности применяются светильники ПВЛП, ЛСП08, ЛПП01, ВЛВ, УВЛ и др. Основные типы светильников приведены на рис. 3.1 и 3.2.

Характеристика светильников с разбивкой на группы приведена в Приложении 4.

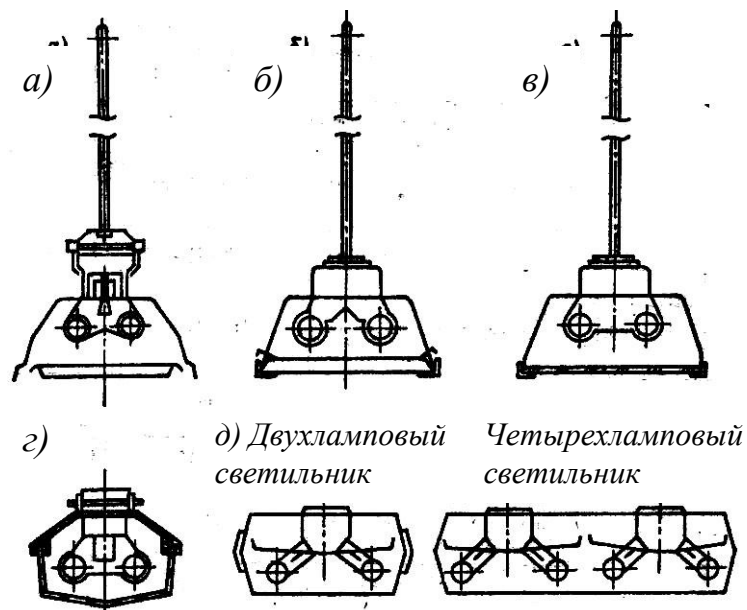


Рис. 3.1. Светильники с люминесцентными лампами

а - ПВЛМ, ЛД, ЛОУ1П; б - ЛСП02, ЛСП06; в - ЛСП04; г - ПВЛП; д - ЛПП01

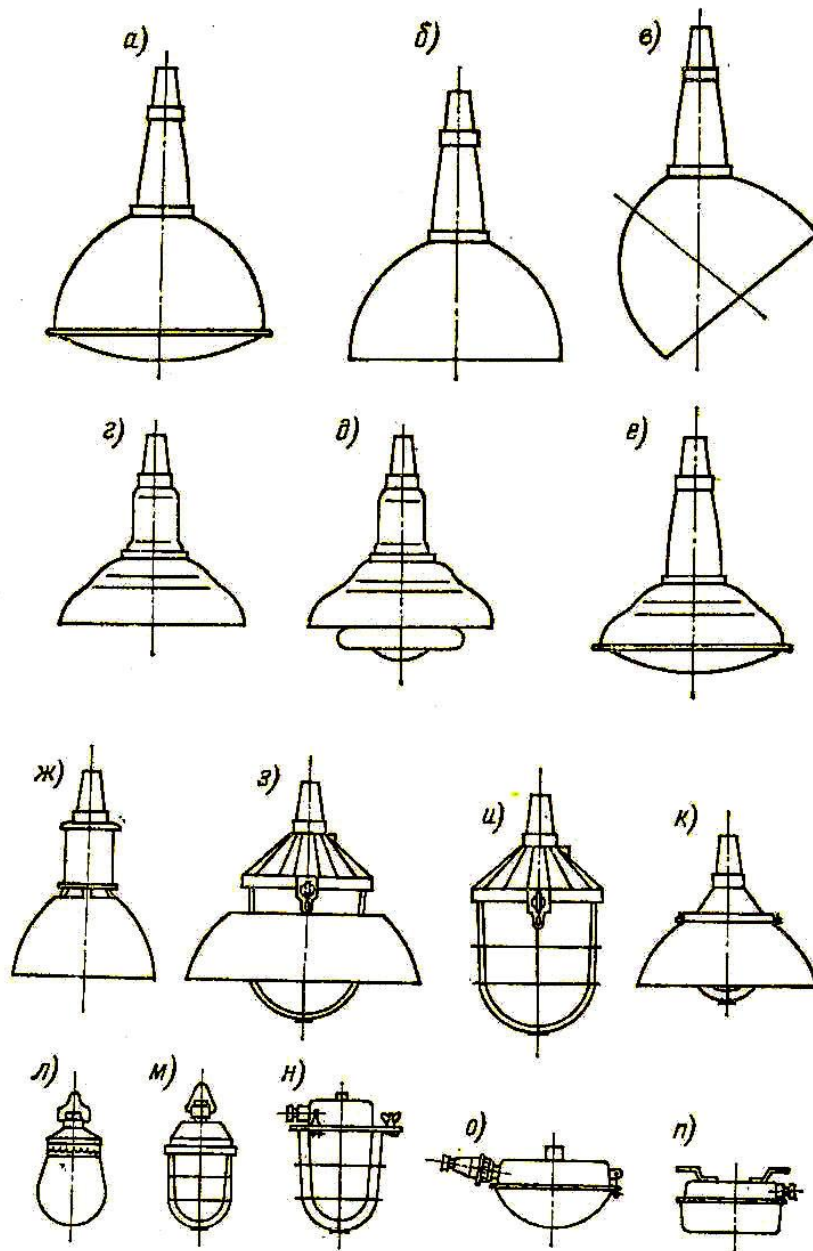


Рис. 3.2. Светильники с лампами накаливания

a - ППД2, "Астра-32"; *б* - УПД, Гс-М, "Астра-1", "Астра-11", "Астра-12";
в - УПС, "Астра-2", "Астра-22", "Астра-23"; *г* - УПМ-15; *д* - У-15; *е* - УП-24;
ж - НСПО7; *з* - ППД-500; *и* - ППР-500; *к* - ППД-100, ППД-200; *л* - НСПО3;
м - НСПО2, ППР-100, ППР-200; *н* - НСР01, НСП09; *о* - НПП01; *п* - артикул
 135 (ПСХ)

3.3.4. Выбор величины нормируемой освещенности

Уровень освещенности на рабочей поверхности по действующим СНиП 23-05-95 устанавливается в зависимости от размера объекта различения, контраста объекта с фоном и коэффициента отражения фона.

Наряду с этими основными параметрами, при выборе освещенности необходимо учитывать повышенную опасность травматизма и длительность пребывания людей в помещении.

Выбору освещенности в каждом конкретном случае должно предшествовать детальное знакомство с технологией производственного процесса и особенности зрительной работы.

Наиболее сложными вопросами, возникающими при выборе уровня освещенности, является определение контраста объекта с фоном и характеристики фона.

Фон считается светлым при $\rho > 0,4$, средним при $\rho = 0,2 \dots 0,4$, темным при $\rho < 0,2$. Контраст объекта различения с фоном считается большим при $K > 0,5$, средним при $K = 0,2 \dots 0,5$, малым при $K < 0,2$.

Для освещения помещений следует использовать наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

Для местного освещения кроме разрядных источников света следует использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

Нормы освещенности приведены в таблице Приложения 1.

Нормы освещенности следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- a) при работах I-IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- b) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее;
- c) при специальных повышенных санитарных требованиях, если освещенность от системы общего освещения - 500 лк и менее;
- d) при работе при производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения - 300 лк и менее;
- e) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения - 750 лк и менее;
- f) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- g) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м² и более;
- h) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При выполнении в помещениях работ I-III, IV а, IV б, IV в, V а разрядов следует применять систему комбинированного освещения.

3.3.5. Выбор коэффициента запаса

В процессе эксплуатации осветительной установки освещенность на рабочих поверхностях будет снижаться за счет уменьшения светового потока источников света, загрязнения ламп и осветительной арматуры, а также загрязнения стен и потолка освещаемого помещения. Поэтому при определении мощности осветительной установки вводится коэффициент запаса. Коэффициент запаса зависит от степени загрязнения воздуха пылью, дымом, копотью и др. и выбирается по таблице Приложения 7.

3.3.6. Размещение светильников

Существует два способа размещения светильников общего освещения: равномерное и локализованное. При локализованном размещении выбор места светильников зависит от размещения производственного оборудования. Равномерное размещение светильников общего освещения предназначено для создания равномерного освещения по всей площади помещения в целом. Основными требованиями при выборе расположения светильников являются: равномерность и экономичность освещения, а также доступность обслуживания. Размещение светильников в помещении, при котором удовлетворяются указанные условия, является наивыгоднейшим и обеспечивается при определенных значениях величин

$$\lambda = \frac{L}{h} \quad (3.2)$$

где L - Расстояние между соседними светильниками или рядами люминесцентных светильников;
 h - Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Светильники с люминесцентными лампами рекомендуется устанавливать рядами параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами.

При использовании светильников с люминесцентными лампами $\lambda = 1,3 \dots 1,5$.

При размещении светильников общего освещения для сокращения равномерности распределения освещенности по помещению необходимо регламентировать расстояние от крайнего ряда светильников до стен. В производственных помещениях это расстояние не должно превышать $(0,25 \dots 0,3) L$.

3.3.7. Выбор коэффициента неравномерности освещения.

Коэффициент Z , характеризующий неравномерность освещения, является функцией многих переменных и в наибольшей степени зависит от отношения расстояния между светильниками к расчетной высоте подвеса светильников (L/h) , с увеличением которого сверх рекомендуемых значений Z резко возрастает. При λ не превышающем рекомендуемых значений, можно принимать:

$Z = 1,15$ - для ламп накаливания и ДРЛ;

$Z = 1,1$ - для люминесцентных ламп.

3.3.8. Выбор коэффициента использования светового потока.

Коэффициент использования осветительной установки η - это отношение светового потока, падающего на рабочую поверхность, к световому потоку, испускаемому источником.

Коэффициент использования зависит от типа светильника, геометрических размеров помещения и коэффициентов отражения поверхностей.

Для определения коэффициента использования η необходимо определить индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (3.3.)$$

где A и B - длина и глубина (ширина) помещения;
 h - высота подвеса светильников.

Кроме того необходимо ориентировочно оценить коэффициенты отражения помещения: потолка - $\rho_{\text{п}}$; стен - $\rho_{\text{с}}$; рабочей поверхности - $\rho_{\text{р}}$.

Приблизительные значения коэффициентов отражения определяют по таблице Приложения 6.

Так как количество типов светильников велико, невозможно давать для каждого светильника отдельную таблицу для определения коэффициента использования. Светильники со сходными светотехническими характеристиками объединены в группы (см. Приложение 4). Значения коэффициентов использования светового потока для некоторых групп светильников приведены в Приложениях 2, 3 .

3.3.9. Определение количества ламп и светильников

Для определения количества ламп используем формулу (3.1):

$$N_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot K_{\text{з}} \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta}$$

Входящие в формулу величины определяются в соответствии с пунктами 3.3.1-3.3.8.

Количество светильников определяется по формуле:

$$N_{\text{с}} = \frac{N_{\text{л}}}{n} ,$$

где n - количество ламп в светильнике.

3.3.10. Определение мощности осветительной установки

Суммарная потребляемая мощность осветительной установки:

$$P = P_{л} \cdot N_{л} , \text{ Вт} \quad (3.4)$$

где $P_{л}$ - мощность одной лампы, Вт.

3.4. РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ (МЕТОД ВАТТА)

Расчет начинается с выбора типа светильников, мощности ламп, напряжения сети питания, согласно методике, изложенной в п. 3.3.

3.4.1. При расчете освещения по методу Ватта определяют необходимую мощность осветительной установки при условии создания нормированной освещенности по формуле:

$$W = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot k}{E_{\text{ср}}} , \quad (3.5)$$

где

W - электрическая мощность установки, Вт;

E_{\min} - нормируемая минимальная освещенность (Приложение 1), лк;

S - площадь поверхности пола в помещении, м²;

k - коэффициент запаса (Приложение 7);

$E_{\text{ср}}$ - средняя горизонтальная освещенность при расходе 1 Вт/м² (табл. 3.3), лк.

3.4.2. Необходимое количество ламп выбранной мощности определяется по формуле: $N = \frac{W}{W_{л}}$, (3.6)

где N - необходимое количество ламп, шт.;

$W_{л}$ - электрическая мощность одной лампы, Вт;

W - электрическая мощность установки, Вт.

3.4.3. После определения числа светильников N составляют схему размещения их симметрично потолку помещения.

При использовании люминесцентных ламп, если отсутствуют точные данные для характеристики освещения в зависимости от удельной мощности вышеуказанных ламп, можно применять следующие ориентировочные данные: освещенность в 100 лк соответствует удельной мощности 10 Вт/м².

3.5. РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ПО ТОЧЕЧНОМУ МЕТОДУ

Световой поток при расчете по точечному методу определяется по

формуле:
$$\Phi = \frac{1000 \cdot E \cdot k}{\mu \cdot \sum e}, \quad (3.7)$$

где

E - нормированная освещенность, находится по Приложению 1;

k - коэффициент запаса (Приложение 7);

μ - коэффициент, учитывающий действие более далеких светильников и отраженную составляющую. Значения μ можно принимать в пределах 1,1...1,2;

$\sum e$ - суммарная условная освещенность в расчетной точке.

Условная освещенность – это освещенность, создаваемая световым потоком (при многоламповых светильниках - суммарный поток ламп) равным в каждом светильнике 1000 лм, обозначается - " e ".

Величина условной освещенности зависит от светораспределения светильника и геометрических размеров d и h (рис. 3.3).

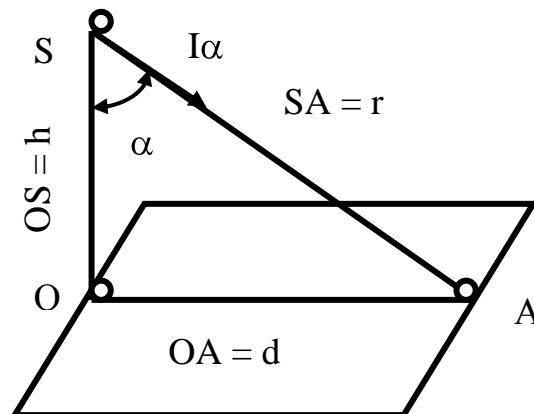


Рис. 3.3.

S - светильник; A - расчетная точка.

Для определения условной освещенности e служат пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности (рис. 3.5 - 3.13), на которых находится точка с заданными d и h . Условная освещенность определяется путем интерполяции между значениями, указанными у ближайших изолюкс.

Если заданные d и h выходят за пределы шкал, возможно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в n раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, и определенное по графику значение e увеличить (уменьшить) в n^2 раз.

Аналогичные графики, но построенные по данным измерений, могут применяться для расчета местного освещения.

При отсутствии изолюкс для данного светильника можно воспользоваться графиком для излучателя, имеющего по всем направлениям силу света 100 кд (рис.3.13). Значение условной освещенности e_{100} определяется, как указано выше. Одновременно по радиальным лучам находится значение α и по кривой силы света светильника определяется I_α , после чего рассчитывается

$$e = e_{100} \frac{I_\alpha}{100} \quad (3.8)$$

По рассчитанному по формуле (3.7) световому потоку подбирается ближайшая по значению стандартная лампа.

Формула (3.7) может использоваться также для определения освещенности (E) при известном световом потоке (Φ).

В качестве контрольных точек выбираются те точки освещаемой площади, в которых Σe имеет наименьшее значение.

Характерные контрольные точки для случая общего равномерного освещения показаны на рис. 3.4.

При расположении светильников рядами контрольная точка выбирается между рядами на расстоянии от торцевой стены, примерно равном расчетной высоте.

Трудно точно определить, какие светильники следует считать "ближайшими" и учитывать в Σe . Приближенно можно считать, что это светильники с трех наименьших расстояний d . На рис. 3.4 контрольные точки соединены с теми светильниками, от которых, обычно, определяются значения условной освещенности e .

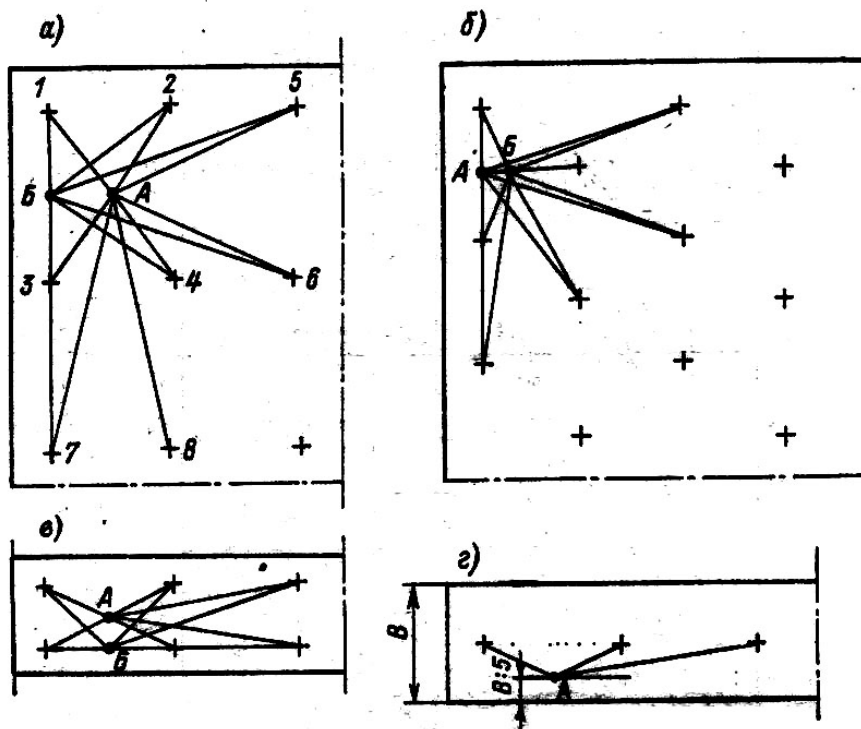


Рис. 3.4. Контрольные точки

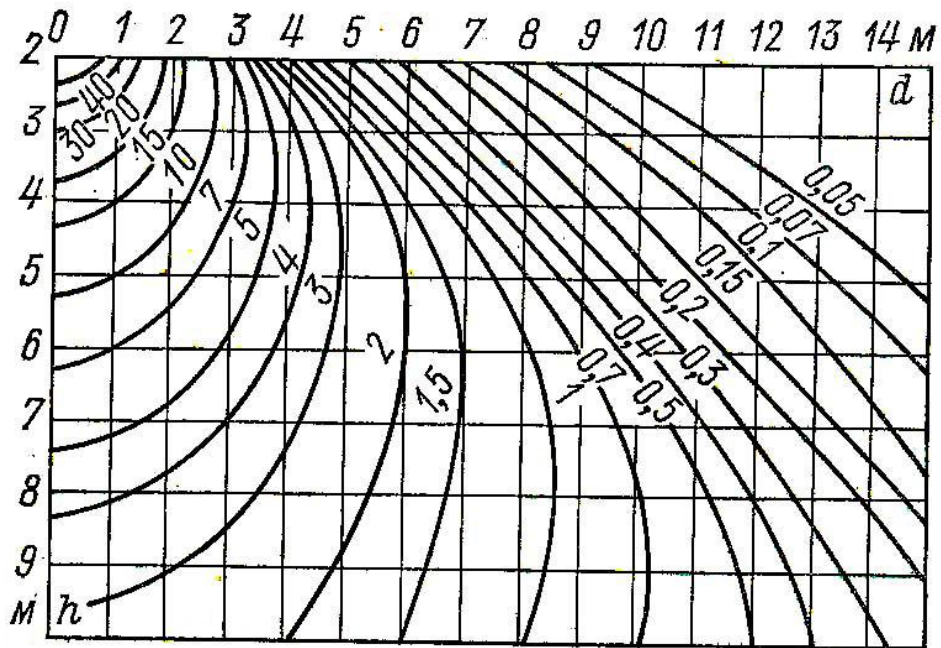


Рис. 3.5. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник УПД.

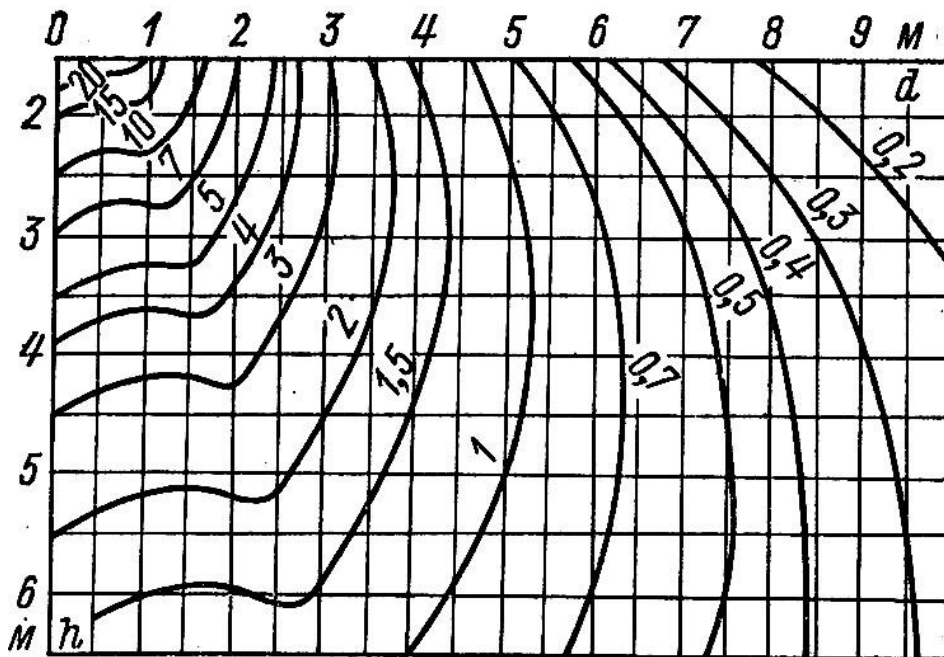


Рис.3.6. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники НСП02, НСП03.

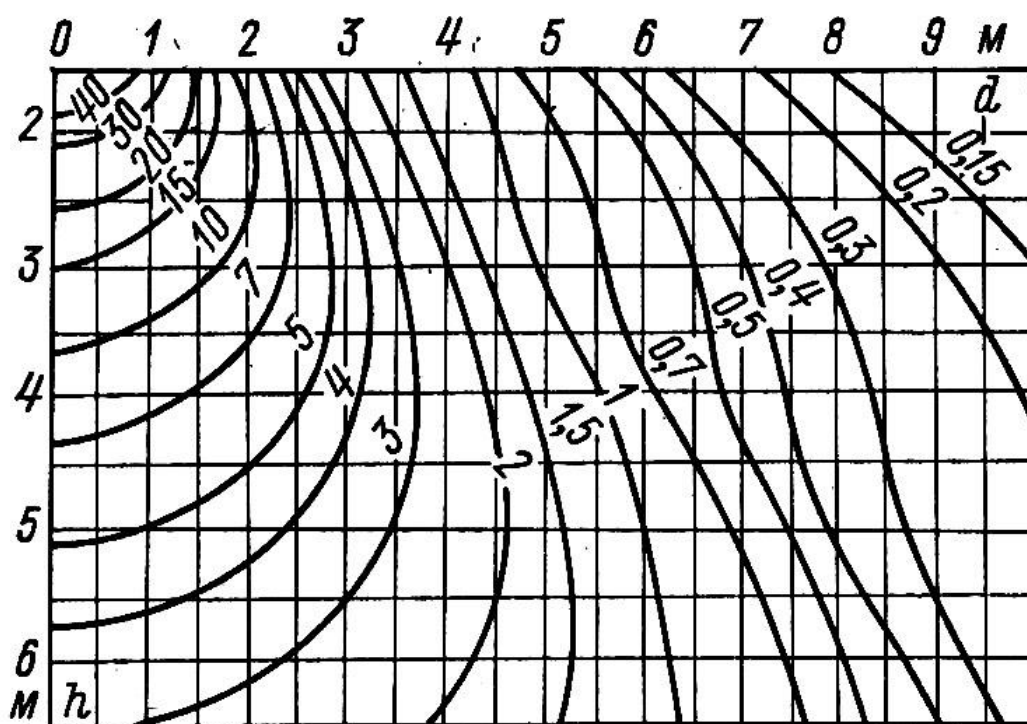


Рис. 3.7. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник ПО-21.

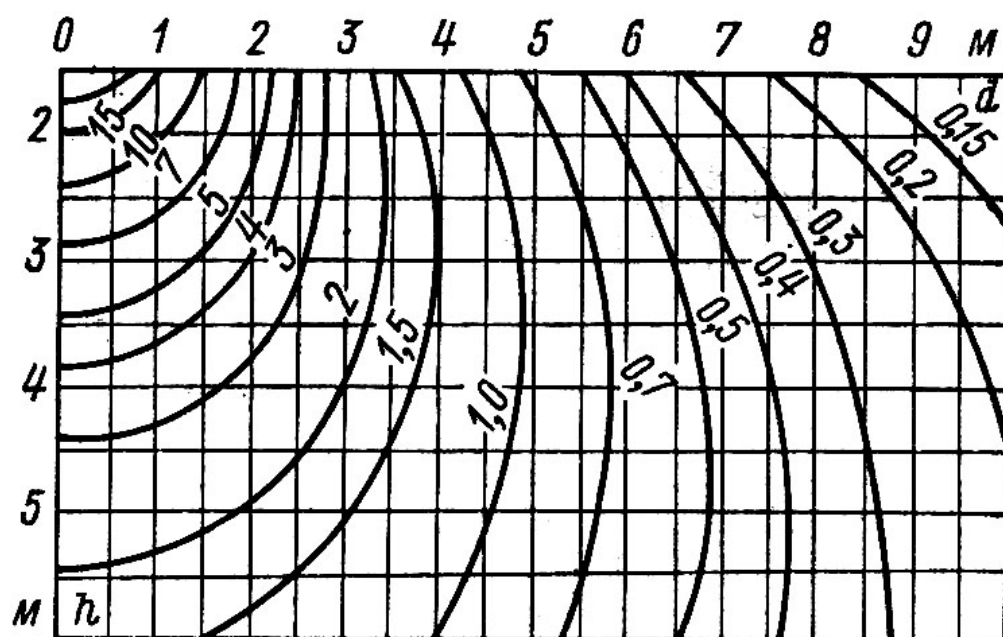


Рис. 3.8. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Плафон одноламповый.

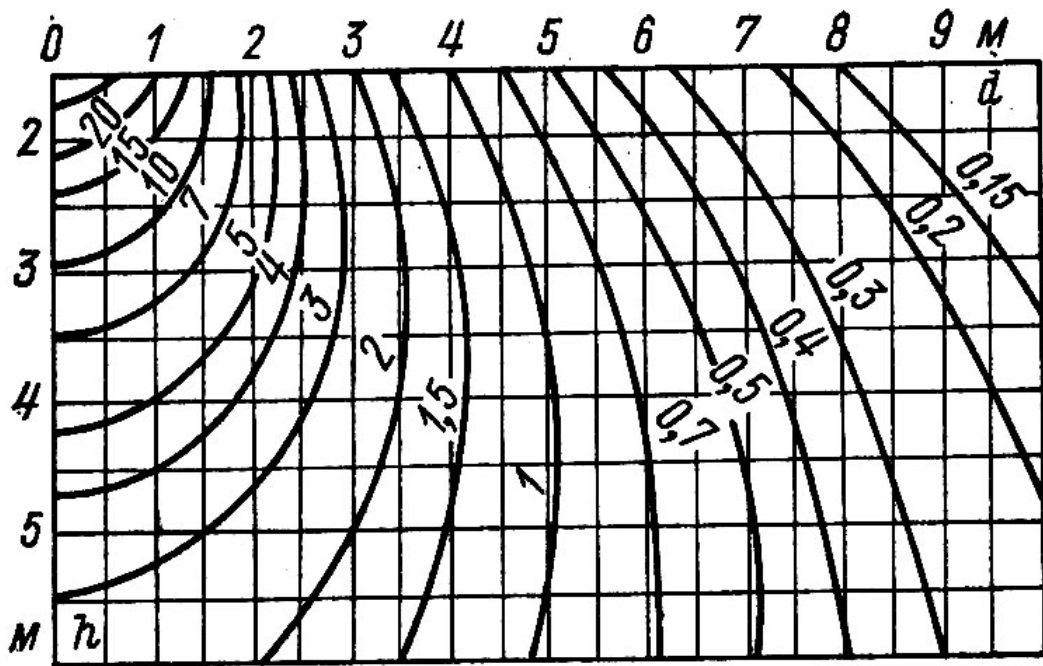


Рис. 3.9. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Плафон двухламповый.

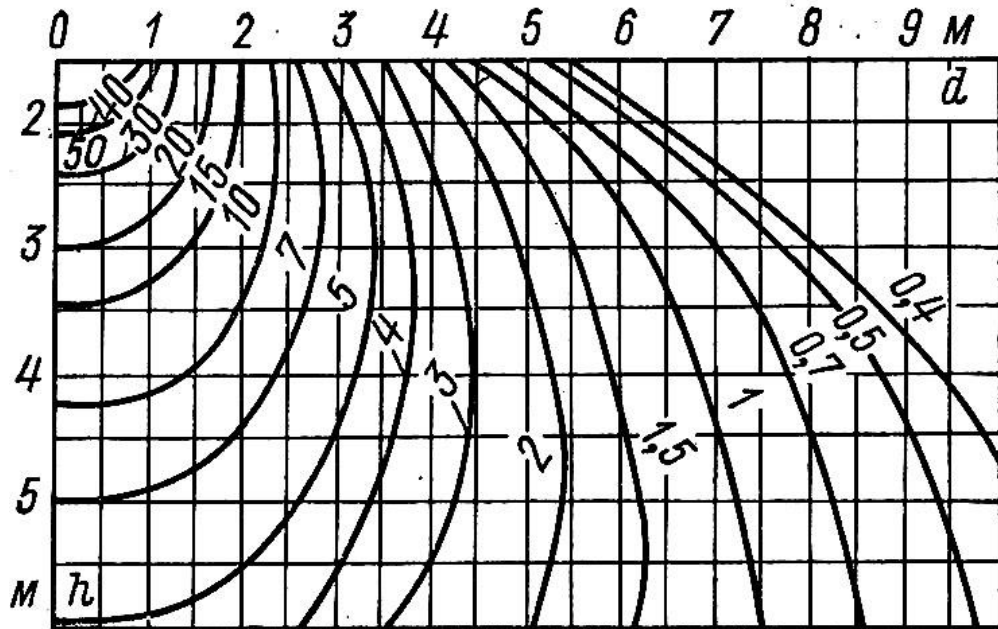


Рис. 3.10. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники ППД100, ППД200.

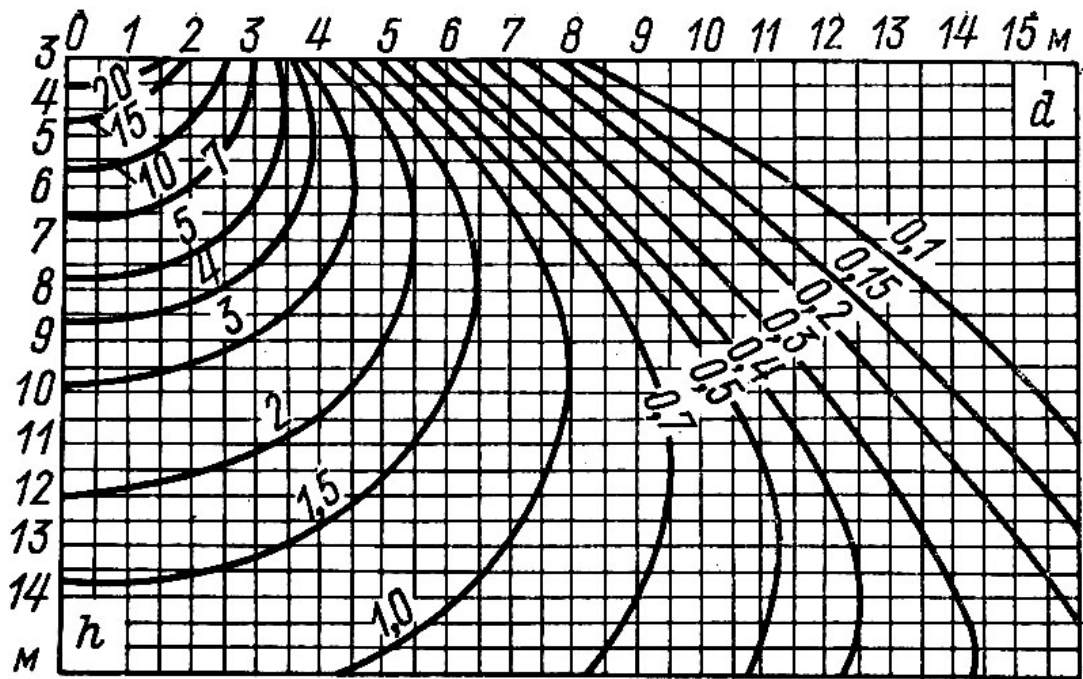


Рис. 3.11. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильник ППД2.

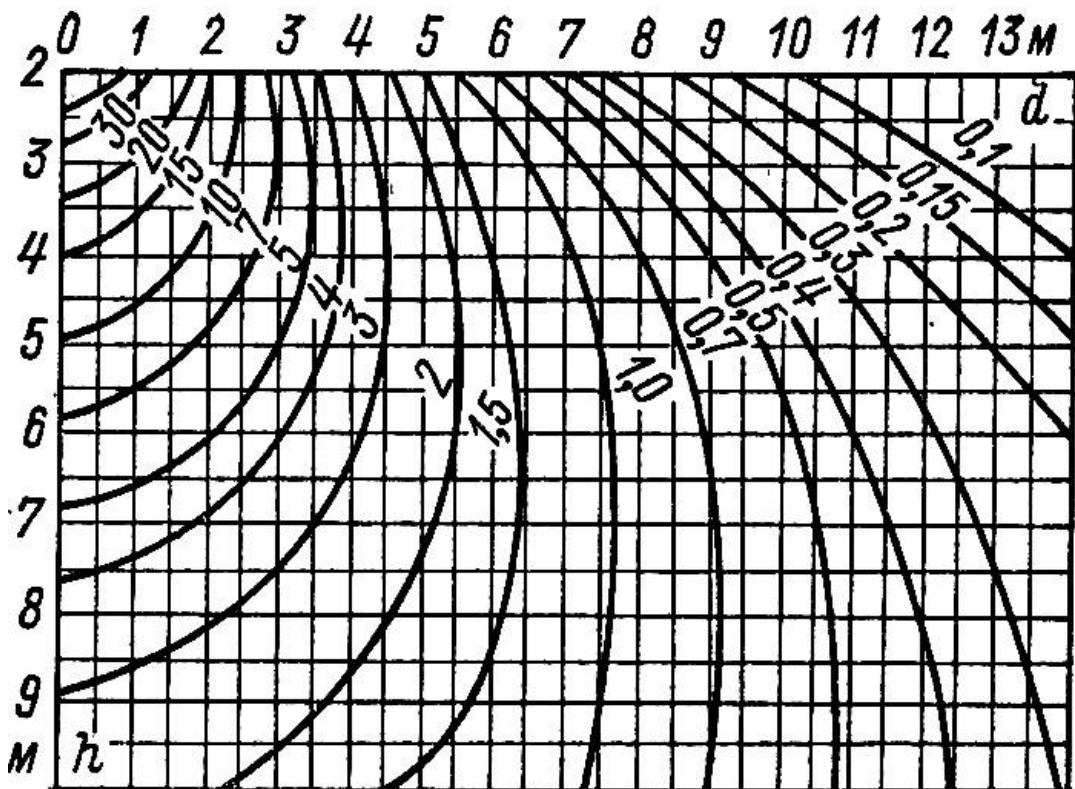


Рис. 3.12. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Светильники У, УПМ15, УП-24, "Астра-1, 11, 12".

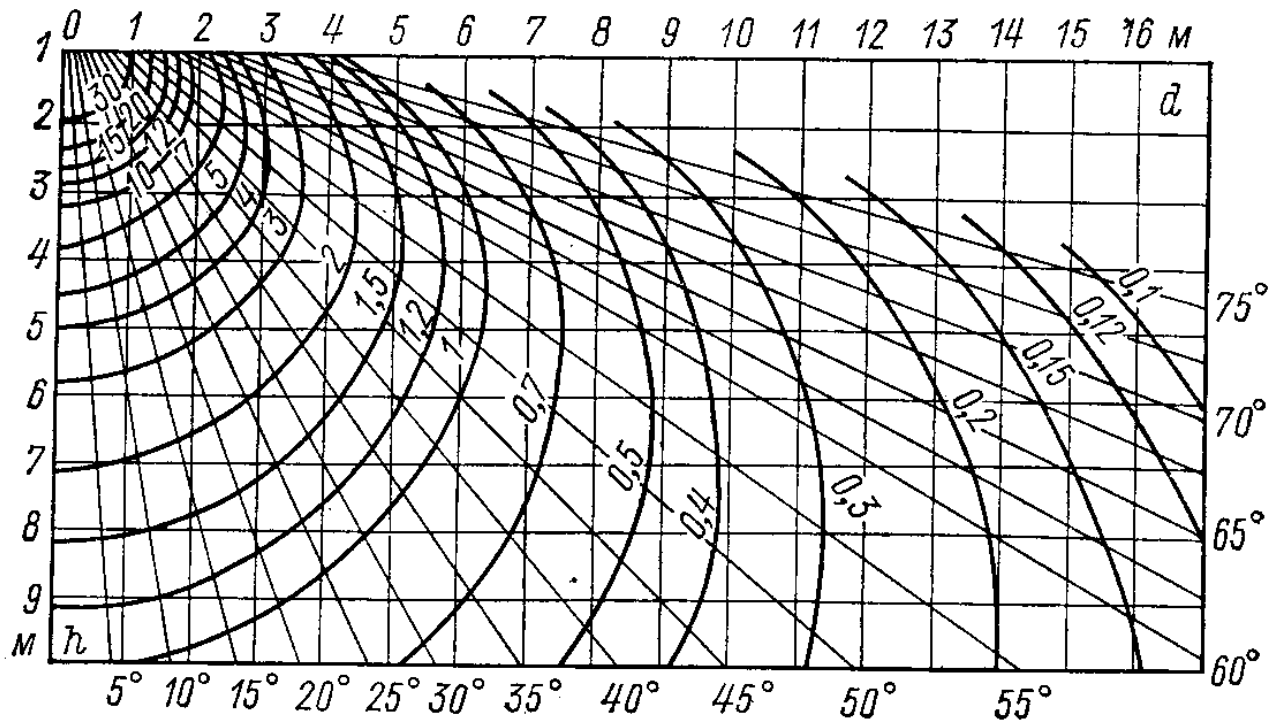


Рис. 3.13. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности. Сила света светильника по всем направлениям 100 кд..

3.6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

3.6.1 Пример расчета по методу коэффициента использования светового потока № 1

Определить электрическую мощность осветительной установки W , количество светильников N , высоту подвеса светильников H_p , схему размещения светильников по потолку для создания общего равномерного освещения в аппаратном зале электростанции.

Дано: Длина аппаратного зала $A = 20$ м, ширина $B = 10$ м, высота $h = 5$ м. Потолок побелен, стены окрашены голубой краской. Зрительная работа - грубая (очень малой точности).

Решение. Выбираем напряжение питающей сети $U = 220$ В, лампы накаливания мощностью $W_l = 300$ Вт и светильники типа НСП03.

Расчет проводим по методу коэффициента использования. Необходимое количество светильников для создания требуемого нормированного общего освещения в помещении определяется по формуле:

$$N_{л} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_l \cdot \eta}$$

где K_z - коэффициент запаса.

Для помещений, где отсутствует выделение пыли $K_z = 1,5$ (Приложение 7).

$$S = A \cdot B = 20 \cdot 10 = 200 \text{ м}^2;$$

$E_{\min} = 200$ лк для ламп накаливания.

$\Phi_{\text{л}}$ - световой поток, создаваемый одной лампой, лм, определяется из таблицы 3.2. Для ламп накаливания мощностью $W_{\text{л}} = 300$ Вт световой поток равен $\Phi_{\text{л}} = 4100$ лм.

Z - коэффициент неравномерности освещения принимаем равным 1,15.

η - коэффициент использования светового потока определяется по Приложению 3.

Значение коэффициента использования η зависит от индекса помещения i , коэффициентов отражения $\rho_{\text{ст}}$ стен и потолка $\rho_{\text{п}}$ помещения, а также высоты подвеса светильников H_p . Коэффициенты отражения стен и потолка определяются из Приложения 6 $\rho_{\text{ст}} = 0,5$ и $\rho_{\text{п}} = 0,7$. Высота подвеса светильников определяется как расстояние между уровнем рабочей горизонтальной поверхности и светильником.

В данном случае: $H_p = h - (h_{\text{раб.}} + h_{\text{св.}})$,

где

h - высота помещения, $h = 5$ м;

$h_{\text{раб.}}$ - уровень (высота) рабочей поверхности, $h_{\text{раб.}} = 1,5$ м;

$h_{\text{св.}}$ - расстояние между светильником и потолком, $h_{\text{св.}} = 0,5$ м.

Тогда: $H_p = 5 - (1,5 + 0,5) = 3$ м.

Индекс помещения i , определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{20 \cdot 10}{3 \cdot (20 + 10)} = 1,9$$

Из Приложения 3 находим $\eta = 0,56$.

Таким образом, количество светильников равно:

$$N = \frac{200 \cdot 200 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{4100 \cdot 0,56} = 30 \text{ шт.}$$

Разместим светильники симметрично по потолку аппаратного зала, тремя рядами по десять светильников в каждом ряду.

Электрическая мощность осветительной установки для создания общего освещения равна:

$$W = W_{\text{л}} \cdot n = 300 \cdot 30 = 9 \text{ кВт.}$$

3.6.2. Пример расчета по методу коэффициента использования светового потока № 2

Определить электрическую мощность осветительной установки, количество светильников, высоту подвеса светильников и схему размещения светильников по потолку для создания общего освещения в аппаратном зале телеграфа. Выбрать тип светильника.

Д а н о: Длина аппаратного зала $A = 20$ м, ширина $B = 10$ м, высота $h = 5$ м. Потолок побелен, стены окрашены голубой краской. Напряжение 220 В. Минимальный размер объекта различения 0,5 мм, контраст объекта с фоном средний, фон средний.

Расчет вести по методу светового потока, использовать люминесцентные лампы.

Решение:

Выбираем светильник типа ПВЛП, в котором применяются две лампы типа ЛБ-30.

Необходимое количество светильников равно:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot k \cdot z}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta}$$

где

E_{\min} - минимальная, нормируемая общая освещенность в зале, определяется по табл. Приложения 1 $E_{\min} = 300$ лк;

S - площадь пола $S = A \cdot B = 20 \cdot 10 = 200$ м²;

k - коэффициент запаса. Для помещений, где отсутствует выделение пыли $k = 1,5$ (Приложение 7);

$\Phi_{\text{л}}$ - световой поток, создаваемый одной лампой, лм, определяется из таблицы 3.1. Для ламп типа ЛБ-30 световой поток равен $\Phi_{\text{л}} = 1740$ лм;

Z - коэффициент неравномерности освещения. $Z = 1,1$

η - коэффициент использования светового потока определяется по Приложению 2. Значение коэффициента использования η зависит от индекса помещения i , коэффициентов отражения $\rho_{\text{ст}}$ стен и потолка $\rho_{\text{п}}$ помещения, а также высоты подвеса светильников $H_{\text{р}}$. Коэффициенты отражения стен и потолка определяются из Приложения 6. $\rho_{\text{ст}} = 0,5$, $\rho_{\text{п}} = 0,7$ и $\rho_{\text{р}} = 0,3$

Высота подвеса светильников определяется как расстояние между уровнем рабочей горизонтальной поверхности и светильником.

В данном случае: $H_{\text{р}} = h - (h_{\text{раб}} + h_{\text{св}})$,

где

h - высота помещения, $h = 5$ м;

$h_{\text{раб}} = 1,5$ м;

$h_{\text{св.}} = 0,4$ м.

Тогда: $H_{\text{р}} = 5 - (1,5 + 0,4) = 3,1$ м.

Индекс помещения i , определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{р}} \cdot (A + B)} = \frac{20 \cdot 10}{3,1 \cdot (20 + 10)} = 2,1$$

По приложению 4 определяем группу светильника – 5. Из Приложения 2 находим $\eta = 0,66$.

Таким образом, количество ламп равно:

$$N = \frac{100 \cdot 200 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{740 \cdot 0,66} = 86 \text{ шт.}$$

Количество светильников $N_{\text{св}} = 86/2 = 43$ шт.

Электрическая мощность осветительной установки для создания общего освещения равна:

$$W = W_{\text{л}} \cdot n = 86 \cdot 30 = 2580 \text{ Вт.}$$

3.6.3. Пример расчета по точечному методу № 3

В помещении, часть которого показана на рис. 3.3 а), требуется обеспечить $E = 50$ лк при $k=1,3$. Светильники УПД подвешены на высоте 3 м. Размеры полей 6 х 4 м.

Расстояние d определяем обмером по масштабному плану. Значение e определяем по графику рис. 3.5. Расчеты сводим в таблицу.

Точка	Номера светильников	Расстояние d , м	Условная освещенность, лк	
			От одного светильника	От всех светильников
А	1, 2, 3, 4	3,6	5,6	22,4
	5, 6	6,7	0,4	0,8
	7, 8	9,2	0,1	0,2
				$\Sigma e = 23,4$
Б	1, 3	3	8,0	16
	2, 4	5	1,8	3,6
	5, 6	8,5	0,15	0,3
	7	9	0,1	0,1
				$\Sigma e = 20,0$

Наихудшей оказывается точка Б, по освещенности которой определяем необходимый световой поток. При этом принимаем $\mu = 1,1$:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 20,0} = 2950 \text{ лм}$$

По табл. 3.2 выбираем лампу 200 Вт.

3.7. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 2

3.7.1. ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА

Требуется рассчитать общее равномерное освещение производственного помещения с использованием люминесцентных ламп. Выбор варианта исходных данных производится по таблице 3.4. Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.5.

Расчет выполняется методом коэффициента использования.

Таблица 3.4.

Номер варианта	Номера исходных данных								
	1	5	9	13	16	19	22	24	26
1.	1	5	9	13	16	19	22	24	26
2.	2	6	10	14	17	20	23	25	27
3.	3	7	11	15	18	21	23	25	27
4.	4	8	12	15	18	21	22	24	26
5.	1	5	12	14	17	20	22	24	26
6.	2	6	11	13	16	19	23	25	27
7.	3	7	10	13	16	19	22	25	27
8.	4	8	9	14	17	20	23	24	26
9.	1	7	11	15	18	21	22	24	26
10.	2	6	10	14	18	21	23	25	26
11.	3	5	12	13	17	20	22	25	27
12.	4	8	12	14	16	19	23	24	26
13.	1	7	11	15	17	20	22	24	27
14.	2	6	11	13	18	21	23	25	26
15.	3	5	10	14	17	20	22	25	27
16.	4	8	10	14	16	19	23	24	26
17.	1	7	9	15	18	20	22	24	26
18.	2	6	9	14	17	21	23	25	27
19.	3	5	10	13	16	21	22	25	26
20.	4	8	11	13	16	20	23	24	27

Таблица 3.5.

Исходные данные для расчета

Номера исходных данных	Значения
1	2
	<i>Источник света:</i>
1	ЛБ-40
2	ЛДЦ-65
3	ЛД-80
4	ЛХБ-40

Продолжение таблицы 3.6.

1	2
	<i>Тип светильника:</i>
5	Подвесной диффузный светильник без отражателя, с решеткой ПВЛМ-Р (габариты 1325x190), двухламповый
6	Подвесной диффузный светильник без перфорации и решетки ЛСП-02 (габариты 1237x276), двухламповый
7	Подвесной пылеводозащищенный светильник, с обычными лампами с рассеивающим светом ПВЛП (габариты 1350x230), двухламповый
8	Встроенный потолочный светильник, излучающий часть светового потока в верхнюю полусферу, с рассеивателем ЛПП 01 (габариты 1310x442), четырехламповый
	<i>Наименьший размер объекта различения:</i>
9	0,2 мм
10	0,4 мм
11	0,8 мм
12	2,0 мм
	<i>Контраст объекта различения с фоном:</i>
13	0,3
14	0,1
15	0,6
	<i>Коэффициент отражения фона:</i>
16	0,1
17	0,3
18	0,7
	<i>Характеристика помещения по условиям загруженности воздушной среды:</i>
19	Концентрация пыли 0,8 мг/м ³
20	Концентрация пыли 8 мг/м ³
21	Концентрация пыли 3 мг/м ³
	<i>Высота подвеса светильников:</i>
22	3 м
23	4 м
	<i>Габариты помещения:</i>
24	Длина 12 м; ширина 6 м
25	Длина 24 м; ширина 12 м
	<i>Коэффициент отражения потолка, стен, рабочих поверхностей:</i>
26	70 %, 50 %, 30 %
27	50 %, 30 %, 10 %

Например, требуется выполнить расчет электрического освещения по варианту № 13 (номер варианта задает преподаватель). По табл. 3.4 определяем номера исходных данных: 1, 7, 11, 15, 17, 20, 22, 24, 27, а по табл. 3.5 - их

значения. Таким образом, исходные данные для расчета по варианту № 13, являются следующие:

- 1 - Источник света - люминесцентная лампа ЛБ-40;
- 7 - Тип светильника - подвесной пылеводозащищенный ПВЛП (габариты 1350x230), двухламповый;
- 11 - Наименьший размер объекта различения - 0,8 мм;
- 15 - Контраст объекта различения с фоном - 0,6;
- 17 - Коэффициент отражения фона - 0,3;
- 20 - Концентрация пыли 8 мг/м³
- 22 - Высота подвеса светильника - 3 м;
- 24 - Длина помещения 12 м; ширина - 6 м;
- 27 - Коэффициент отражения поверхностей - 50 %, 30 %, 10 %.

Далее следует выполнить расчет согласно п. 3.3 настоящего пособия.

3.8. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА № 3

3.8.1. ВАРИАНТЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА

В помещении, указанном для каждого варианта, требуется провести расчет общего освещения и подобрать лампы накаливания.

Расчет выполняется по точечному методу согласно п. 3.5.

Таблица 3.6.

Варианты исходных данных

Номер варианта	Номер исходных данных							
	1	4	7	11	14	17	20	22
1.	1	4	7	11	14	17	20	22
2.	2	5	8	12	15	18	21	23
3.	3	6	9	13	16	19	20	24
4.	1	5	10	11	16	17	21	25
5.	2	6	7	12	14	18	20	26
6.	3	4	8	13	15	19	21	22
7.	1	6	9	11	15	17	20	23
8.	2	4	10	12	16	18	21	24
9.	3	5	7	13	14	19	20	25
10.	1	4	8	11	14	17	21	26
11.	2	5	9	12	15	18	20	22
12.	3	6	10	13	16	19	21	23
13.	1	5	7	11	16	17	20	24
14.	2	6	8	12	14	18	21	25
15.	3	4	9	13	15	19	20	26
16.	1	6	10	11	15	17	21	22
17.	2	4	7	12	16	18	20	23
18.	3	5	8	13	14	19	21	24
19.	1	4	9	11	16	17	20	25
20.	2	6	10	12	15	19	21	26

Таблица 3.7

Исходные данные для расчета

Номера исходных данных	Значения
1	2
	<i>Размер помещения</i>
1	- длина 10 м, ширина 6 м
2	- длина 6 м, ширина 3 м
3	- длина 5 м, ширина 5 м
	<i>Тип светильника</i>
4	- ПО-21
5	- ППД100
6	- Астра-1
	<i>Наименьший размер объекта различения</i>
7	- 0,2 мм
8	- 0,4 мм
9	- 1,5 мм
10	- 4,0 мм
	<i>Контраст объекта различения с фоном</i>
11	- 0,3
12	- 0,1
13	- 0,7
	<i>Коэффициент отражения фона</i>
14	- 0,6
15	- 0,3
16	- 0,1
	<i>Характеристика помещения по условиям загруженности воздушной среды</i>
17	- Участок сборки точных приборов с концентрацией пыли 0,8 мг/м ³
18	- Помещение с концентрацией пыли 6 мг/м ³
19	- Учебная аудитория
	<i>Высота подвеса светильников</i>
20	- 3 м
21	- 4 м
	<i>Количество светильников</i>
22	- 20
23	- 8
24	- 16
25	- 24
26	- 32

3.8.2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.8.2.1. Выбрать вариант исходных данных по таблице 3.7.

3.8.2.2. Выбрать исходные данные по таблице 3.8.

3.8.2.3. Начертить план помещения в масштабе и расположить светильники согласно п. 3.3.6.

3.8.2.4. Определяем точки с наихудшей освещенностью (см. пример расчета). При этом расстояние "d" определяется обмером по масштабному плану.

3.8.2.5. Находим значение условной освещенности "e" по графикам рис. 3.3 - 3.11.

3.8.2.6. По освещенности наихудшей точки определяем необходимый световой поток по формуле

3.8.2.7. По табл. 3.3 выбираем мощность лампы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Системы естественного освещения.
2. Понятие светового климата.
3. Каким показателем оценивается естественное освещение? Дайте определение.
4. Что учитывает коэффициент запаса?
5. Виды производственного освещения.
6. Как определяется разряд зрительной работы?
7. Особенности нормирования естественного освещения.
8. Цель расчета естественного освещения.
9. Как осуществляется выбор нормативного коэффициента естественного освещения?
10. Какие требования предъявляются к системе искусственного освещения?
11. Какие методы используются для расчета искусственного освещения и в каких случаях?
12. От каких факторов зависит освещенность рабочего места?
13. Системы и виды искусственного освещения.
14. Источники света, применяемые в промышленности, и их характеристики.
15. Классификация светильников.
16. Нормирование искусственного освещения. Нормируемая характеристика освещения, и от каких факторов зависит ее выбор?
17. Что такое контраст объекта с фоном и как он определяется?
18. Дайте объяснение коэффициенту использования светового потока.
19. Порядок расчета освещения по методу удельной мощности.
20. В каких случаях для расчета освещения применяется точечный метод?
21. Что такое «условная освещенность»?
22. От каких факторов зависит условная освещенность?
23. Что такое изолюксы и для чего они используются?

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. - М.: Минстрой России, 1995.
2. Справочник по гигиене труда./Под ред. Б.Д.Карпова, В.Е.Ковшило. - М.: Медицина, 1976.
3. Навроцкий В.К. Гигиена труда. - М.: Медицина, 1974.
4. Справочная книга для проектирования электрического освещения./Под ред. Г.М.Кнорринга. -Л.: Энергия, 1976.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

НОРМЫ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ (ИЗ СНИП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение				
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации						КЕО, Ен, %	
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения			всего	В том числе от общего	Р	Кп, %	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении
						7	8		9	10						
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Темный	5000	500	-	20	10	-	-	6,0	2,0		
						4500	500	-	10	10						
			б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10						
				Средний	Темный	3500	400	1000	10	10						
			в	Малый	Светлый	2500	300	750	20	10						
				Средний	Средний											
				Большой	Темный	2000	200	600	10	10						
			г	Средний	Светлый	1500	200	400	20	10						
	Большой	Светлый														
	Большой	Средний	1250	200	300	10	10									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Малой точности	Св. 1,0 до 5	V	a	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый	Средний	-	-	200	40	20				
				Средний	Темный									
			в	Малый	Светлый	-	-	200	40	20				
				Средний	Средний									
				Большой	Темный									
			г	Средний	Светлый									
				Большой	Светлый	-	-	200	40	20				
				Большой	Средний									
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: Постоянное		VIII	a	"-"		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Периодическое при постоянном пребывании людей в помещении			б	-"		-	-	75	-	-	1	0,3	0,7	0,2
Периодическое при периодическом пребывании людей в помещении			в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
Общее наблюдение за инженерными коммуникациями			г	То же		-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ С ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМИ ЛАМПАМИ

Тип све- тиль- ника	Светильники группы 1					Светильники группы 2					Светильники группы 3					Светильники группы 4				
	$\rho_{п}, \%$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30
$\rho_{ст}, \%$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{р}, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициенты использования, %																			
0,5	28	27	21	18	16	30	28	20	16	14	26	24	20	17	16	25	25	19	14	12
0,6	33	32	25	22	20	34	32	24	20	18	32	31	25	21	20	31	29	22	18	16
0,7	38	36	30	26	24	38	36	29	24	22	37	35	29	26	24	36	33	26	22	20
0,8	42	39	33	29	28	42	40	32	27	24	41	38	32	28	27	39	36	30	25	22
0,9	46	42	37	32	31	47	43	36	30	28	45	41	36	32	30	43	40	33	28	25
1,0	49	45	40	35	34	50	46	39	33	30	48	44	39	35	33	46	43	36	30	28
1,1	52	48	42	38	36	53	49	41	35	32	50	46	41	37	36	49	45	38	32	30
1,25	55	50	45	40	39	56	52	44	38	35	53	48	43	39	38	52	47	40	35	32
1,5	60	54	49	45	44	61	56	48	42	39	57	52	48	44	42	56	51	44	38	35
1,75	63	57	52	48	47	65	59	52	46	42	60	55	51	47	45	59	54	47	42	38
2	65	59	55	51	49	68	61	54	48	44	63	57	53	49	48	62	56	49	44	40
2,25	68	62	57	53	52	70	64	56	50	46	65	59	55	51	50	64	58	51	46	42
2,5	70	63	58	55	54	73	66	58	52	48	67	60	56	53	51	66	60	53	48	43
3	73	65	61	58	56	76	68	60	55	50	70	62	58	55	54	69	62	55	50	45
3,5	75	67	62	60	58	78	69	62	57	52	71	64	60	57	55	71	63	56	51	46
4	77	68	64	61	59	80	71	64	59	53	73	65	61	59	57	73	64	58	53	48
5	80	70	67	65	62	84	74	67	62	56	77	67	64	62	60	77	67	60	56	50
$\Phi_{н.сф}, \%$	74					66					66					59				
$\Phi_{в.сф}, \%$	0					16					0					16				

Продолжение приложения 2

Тип светильника	Светильники группы 5					Светильники группы 7					Светильники группы 8					Светильники группы 9				
	$\rho_{п}, \%$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30
$\rho_{ст}, \%$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{р}, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициенты использования, %																			
0,5	22	18	13	11	9	19	19	14	11	8	23	20	20	17	10	21	19	19	16	11
0,6	25	23	17	14	12	23	22	18	15	10	28	26	24	20	14	24	23	22	18	14
0,7	28	27	20	16	15	26	25	21	18	11	32	30	28	24	17	28	26	25	21	18
0,8	31	29	23	19	17	29	27	23	20	13	35	33	30	26	19	30	28	27	24	20
0,9	34	32	26	21	19	32	30	25	22	14	38	35	33	29	21	33	30	30	26	22
1,0	37	34	28	23	21	34	32	27	24	15	41	38	35	31	23	35	32	32	28	24
1,1	39	36	30	25	23	36	34	28	26	16	43	40	37	33	25	37	34	33	30	26
1,25	42	38	32	27	25	38	36	30	28	17	45	41	38	35	27	39	36	35	32	28
1,5	46	42	36	30	28	42	38	32	30	19	49	45	42	38	30	42	38	38	35	31
1,75	49	44	38	33	30	45	41	34	32	20	52	47	44	41	32	45	41	40	37	33
2	51	46	40	39	32	47	42	36	34	21	54	49	45	42	33	46	42	41	39	35
2,25	53	48	42	37	34	49	44	37	35	22	56	51	47	44	35	48	44	42	40	36
2,5	55	50	43	39	35	50	45	39	36	23	58	52	48	46	36	50	45	44	41	38
3	58	52	45	41	37	53	47	40	38	24	60	54	50	48	38	52	46	45	43	40
3,5	60	53	47	43	39	54	48	41	39	24	62	55	51	49	39	53	47	46	44	41
4	61	54	48	44	40	56	49	42	40	25	64	56	52	50	40	54	48	47	45	42
5	65	57	51	48	43	59	51	44	42	26	67	59	54	53	43	57	50	49	47	44
$\Phi_{н.сф}, \%$	55					31					53					53				
$\Phi_{в.сф}, \%$	10					34					14					0				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ДЛЯ СВЕТИЛЬНИКОВ С ЛАМПАМИ НАКАЛИВАНИЯ

Тип све- тиль- ника	У; УПМ-15; "Астра-1, 11, 12"					ППД-100; ППД-200					ППД-2					ПО-21				
	$\rho_{п}, \%$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30
$\rho_{ст}, \%$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{р}, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициенты использования, %																			
0,5	24	22	20	17	16	25	24	20	17	16	36	33	29	26	24	24	23	20	17	11
0,6	34	32	26	23	21	31	30	24	20	19	41	38	33	30	29	30	28	25	20	14
0,7	42	39	34	30	29	39	36	30	26	25	48	44	39	35	35	35	31	29	25	17
0,8	46	44	38	34	33	43	41	36	32	31	53	48	43	39	38	40	38	34	30	22
0,9	49	47	41	37	36	45	43	38	34	33	56	52	47	43	42	42	39	36	33	23
1,0	51	49	43	39	37	47	44	39	36	34	59	55	50	47	46	44	42	38	34	24
1,1	53	50	45	41	39	49	45	41	38	36	61	56	51	48	47	46	43	39	35	25
1,25	56	52	47	43	41	51	47	42	39	37	63	58	53	50	49	50	46	41	37	26
1,5	60	55	50	46	44	55	51	45	42	40	67	61	56	53	52	53	49	44	39	27
1,75	63	58	53	48	46	58	53	49	45	43	70	63	59	55	54	56	52	46	41	29
2	66	60	55	51	49	61	55	51	47	45	72	65	61	57	56	59	54	48	44	30
2,25	68	62	57	53	51	63	57	53	49	47	74	66	62	59	57	61	56	50	45	31
2,5	70	64	59	55	53	65	58	54	51	49	76	67	63	60	58	63	58	51	47	33
3	73	66	62	58	56	68	61	56	54	52	78	69	65	63	61	67	60	53	50	35
3,5	76	68	64	61	59	70	63	58	56	54	79	70	67	64	62	70	62	56	52	37
4	78	70	66	62	60	72	64	60	57	56	81	72	68	65	63	72	63	57	53	38
5	81	73	69	64	62	74	65	62	58	57	83	73	69	66	64	74	65	58	56	39
$\Phi_{н.сф}, \%$	75					68					70					52				
$\Phi_{в.сф}, \%$	0					0					0					28				

Продолжение приложения 3

Тип све- тиль- ника	НСП02, 03					Шар					Плафон одноламповый					Плафон двухламповый				
	$\rho_{п}, \%$	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30
$\rho_{ст}, \%$	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
$\rho_{р}, \%$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
i	Коэффициенты использования, %																			
0,5	12	10	7	5	3	16	15	13	8	3	16	15	12	10	4	15	14	12	9	3
0,6	16	15	10	7	6	20	19	16	12	7	20	19	16	13	6	19	18	16	13	8
0,7	20	19	14	10	9	24	23	20	16	10	24	23	20	16	9	23	22	20	16	11
0,8	23	21	16	12	11	27	26	22	18	11	28	26	22	19	10	25	24	22	18	13
0,9	26	24	18	15	13	30	28	24	20	12	30	28	24	20	11	28	26	24	20	14
1,0	28	26	20	17	15	32	30	26	22	13	32	30	26	22	12	29	27	25	21	15
1,1	29	27	21	18	16	34	32	27	23	14	34	32	27	24	13	31	29	26	22	16
1,25	31	28	23	19	17	36	34	29	24	15	37	34	29	25	14	33	30	28	24	17
1,5	35	31	25	21	19	40	36	31	26	16	40	36	31	27	16	35	33	30	26	19
1,75	37	33	27	22	20	42	38	33	28	17	42	39	33	29	17	38	34	32	28	20
2	39	35	29	23	20	44	40	35	30	18	44	40	35	31	18	39	36	33	29	21
2,25	42	37	30	25	21	46	42	36	31	19	46	42	36	33	19	41	37	34	31	22
2,5	44	39	32	27	22	48	43	38	33	20	48	44	38	34	20	42	38	35	32	23
3	48	43	35	29	24	51	45	40	36	21	51	46	40	36	22	44	40	37	33	24
3,5	51	45	37	31	25	53	48	41	38	23	54	48	42	38	24	46	42	38	35	26
4	53	47	39	32	26	55	49	43	40	25	56	50	44	40	25	48	43	39	36	27
5	57	50	42	35	29	59	52	46	43	27	60	53	47	44	28	50	44	41	38	28
$\Phi_{н.сф}, \%$	42					38					39					39				
$\Phi_{в.сф}, \%$	28					29					29					16				

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Распределение люминесцентных светильников на группы
с усредненными светотехническими характеристиками

Характеристика светильников	Светильники, относящиеся к данной группе	Номер группы
1	2	3
Подвесные диффузные светильники для производственных помещений:		
▪ без перфорации и решетки	ПВЛМ-9, ЛД, ЛСП06, ЛСП02	1
▪ с перфорацией без решетки	ПВЛМ-ДО, ЛДО, ЛСП13	2
▪ без перфорации с решеткой	ПВЛМ-ДР, ЛДР, ЛСП07	3
▪ с перфорацией и решеткой	ПВЛМ-ДОР, ЛДОР, ЛСП15	4
Подвесные пылеводо-защищенные светильники с рассеивающим стеклом	ПВЛП, ПВЛ1	5
Подвесные взрывозащищенные светильники с отражателем	НОГЛ, НОДЛ	6
Подвесные светильники рассеянного света с решетками	ЛС002	7
Встроенные и потолочные светильники,	ЛПП01, ЛПП02	8
Излучающие часть светового потока в верхнюю полусферу с рассеивателями	Л201Б440-18М, Л201Б420-02М	9
	Л201Г220-26, Л201Г240-26	10
	ЛВ031, ЛВ001	11
Встроенные потолочные светильники, не имеющие излучения в верхней полусфере:	УСП3, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31 (двухламповые)	12
	УСП3, УСП5, УСП11, УСП18, УСП31 (четырёх- и шестиламповые)	13
С рассеивателями	ОВЛ, УВЛН1, УВЛВ1, УВЛН2, УВЛВ2	14
С решетками	УСП2, УСП4, УСП9, АВ031	15
Одноламповые настенные или потолочные светильники	ОЛС1, ОЛС4, ЛПО03 (01) ВЛ-1, ЛП003(03), ЛП002(01)	20 21
Встроенные и потолочные светильники с зеркальными отражателями с решеткой	ЛВОВ(01), ЛП013(01)	22
Подвесные светильники с зеркальными отражателями	ЛСПО1-2x80(01) ЛСПО1-2x150(09)	23
С решеткой и перфорацией	ЛСПО1-2x80(03), ЛСПО1-2x150(11)	24
С перфорацией без решетки	ЛСПО1-2x80(04), ЛСПО1-2x150(12)	25
Без решетки с перфорацией	ЛСПО1-2x80(02), ЛСПО1-2x150(10)	26

Эксплуатационные группы светильников

Конструктивно-светотехнические схемы светильников		<i>I</i>			<i>II</i>			<i>III</i>			<i>IV</i>		<i>V</i>		<i>VI</i>		<i>VII</i>
С лампами накаливания и ГЛВД	<i>A</i>																
С люминесцентными лампами	<i>B1</i>																
Группа твердости светотехнических материалов (покрытий)		<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>M</i>	<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>M</i>	<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>M</i>	<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>T</i>	<i>CT</i>	<i>T</i>
Эксплуатационная группа светильников		<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>7</i>

Группы твердости светотехнических материалов

Вид материала или покрытия	Материалы (или покрытия) отражателей или рассеивателей	
	Отражающие свет	Пропускающие свет
Т - твердые	Покрытые силикатной эмалью	Силикатное стекло
СТ - средней твердости	<ol style="list-style-type: none"> 1. Эпоксидно-порошковое покрытие 2. Покрытие нитроэмалью НЦ-25 3. Эмалевое покрытие МЛ-12 4. Альзак-алюминий, защищенный слоем жидкого стекла 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поликарбонат 2. Полиметилметакрилат 3. Поливинилхлоридная жесткая пленка типа "Санлоид"
М - мягкие	<ol style="list-style-type: none"> 1. Эмалевое покрытие МЛ-242 2. Эмалевое покрытие АК-11022 3. Покрытие акриловой эмалью 4. Алюминий, распыленный в вакууме, с защитой лаком УВЛ-3 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полиэтилен высокого давления 2. Полистирол

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Приблизительные значения коэффициентов
отражения стен и потолка

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при не завешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями	10

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА

Помещения и территории	Примеры помещений	Искусственное освещение			Естественное освещение			
		Коэффициент запаса Кз			Коэффициент запаса Кз			
		Эксплуатационная группа светильников			Угол наклона свето-пропускающего материала к горизонту, градусы			
		1-4	5-6	7	0-15	16-45	46-75	76-90
1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне: а) св. 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов	2,0	1,7	1,6	2,0	1,8	1,7	1,5
б) от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сборного железобетона	1,8	1,6	1,6	1,8	1,6	1,5	1,4
в) менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, пошивочные	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5	1,4	1,3

1	2	3	4	5	6	7	8	
г) значительные концентрации паров, кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозивирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений, цехи гальванических покрытий и различных отраслей промышленности с применением электролиза	1,8	1,6	1,6	2,0	1,8	1,7	1,5
2. Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:								
а) с технического этажа		1,3						
б) снизу из помещения		1,4						
3. Помещения общественных и жилых зданий:								
а) пыльные, жаркие и сырые	Горячие цехи предприятий общественного питания, охлаждаемые камеры, помещения для приготовления растворов в прачечных, душевые и т.д.	1,7	1,6	1,6	2,0	1,8	1,7	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	
б) с нормальными условиями среды	Кабинеты и рабочие помещения, жилые комнаты, учебные помещения, лаборатории, читальные залы, залы совещаний, торговые залы и т.д.	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2
4. Территории с воздушной средой, содержащей:								
а) большое количество пыли (более 1 мг/м ³)	Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций и прилегающих к ним улиц и дорог	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-
б) малое количество пыли (менее 1 мг/м ³)	Территории промышленных предприятий, кроме указанных в подпункте "а" и общественных зданий	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-

