

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина»

О.А. Косицын

СВЕТОТЕХНИКА

*Задания для контрольных работ
и методические рекомендации по их выполнению
студентами факультета заочного образования*

Москва 2003

УДК 628.953:63

Рецензент:
Доктор технических наук, профессор, зав. Кафедрой
«Автоматизированный электропривод» Московского государственного
агроинженерного университета им. В.П. Горячкина
А.И. Учеватки

Автор: Косицын О.А.

Светотехника. Задания для контрольных работ и методические
рекомендации по их выполнению студентами факультета заочного образования. –
М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2003. – 16 с.

Методические рекомендации составлены в соответствии с программой
дисциплины «Светотехника и электротехнология» и удовлетворяют требованиям
Государственного образовательного стандарта высшего профессионального
образования по направлению подготовки дипломированного специалиста 660300
«Агроинженерия».

В методических рекомендациях приведены основные положения из
нормативных документов для проектирования осветительных установок,
изложены правила размещения светильников и методы светотехнического
расчета, представлены варианты индивидуальных заданий.

УДК 628.953:63

© ФГОУ ВПО МГАУ, 2003

1. Общие положения проектирования осветительных установок

1.1. Классификация и основные характеристики светильников.

Конструкция электрических источников излучения, за исключением имеющих внутренний отражатель, такова, что поток излучения распределяется почти по всем направлениям пространства. В практике требуется направить излучение определенным образом. Сами же лампы могут подвергаться разрушающему действию неблагоприятных факторов окружающей среды. По этим причинам электрические источники излучения используют в совокупности с устройством, предназначенным для их крепления, включения в сеть, перераспределения потока излучения, защиты от механических повреждений и неблагоприятных факторов окружающей среды. Такой прибор называется световым.

Светильник – световой прибор, перераспределяющий световой поток лампы внутри значительных телесных углов (до 4л). Проектор – прибор, перераспределяющий свет лампы внутри малых телесных углов.

Светильники классифицируют (ГОСТ 17677 – 82) по следующим основным признакам: светораспределению, основному назначению и условиям эксплуатации.

По светораспределению светильники подразделяют на пять классов и семь типов. Класс светильника определяют относительным значением потока Φ_{λ} , излучаемого в нижнюю полусферу, к световому потоку всего светильника $\Phi_{\text{св}}$ (поток в нижнюю полусферу – поток ниже горизонтальной плоскости).

Таблица 1

Классы светильников

$\Phi_{\lambda}, \%$	> 80	80...60	60...40	40...20	< 20
Класс	прямого света	преимущественно прямого света	рассеянного света	преимущественно отраженного света	отраженного света
Условное обозначение	П	Н	Р	В	О

Подразделение светильников по форме кривых сил света (КСС) представлено в относительных единицах на рисунке 1.

Для того чтобы можно было сравнивать КСС светильников неодинаковой мощности с различным числом ламп и спектром их излучения, кривые сил света строят для условной лампы (I_a^0) со световым потоком 1000 люменов (лм). Фактическую силу света I_a (кд) при использовании конкретной лампы световым потоком Φ_{λ} находят соотношения:

$$I_a = I_a^0 \cdot \Phi_{\lambda} / 1000. \quad (1)$$

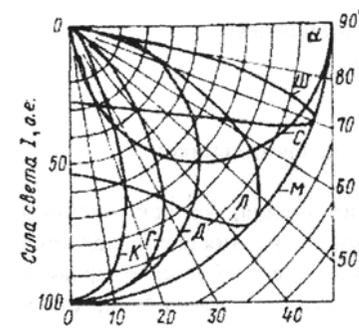


Рис. 1. Типы кривых силы света в относительных единицах

По назначению светильники подразделяют на производственные, транспортные, для общественных зданий, для освещения помещений, открытых пространств и др.

По условиям эксплуатации светильники классифицируют в зависимости от способа установки (подвесные, потолочные, встраиваемые, настольные, настенные и др.) и исполнения.

Светильники характеризуются следующими основными светотехническими показателями: светораспределением, коэффициентом полезного действия и защитным углом.

КПД светильника – отношение светового потока светильника $\Phi_{\text{св}}$ к световому потоку всех ламп $\Sigma\Phi_{\lambda}$ в этом светильнике:

$$\eta_{\text{св}} = \Phi_{\text{св}} / \Sigma\Phi_{\lambda} \quad (2)$$

В процессе эксплуатации светильников КПД снижается из-за их загрязнения и старения светотехнических материалов. В результате запыления светильников после годовой эксплуатации без чистки уровень освещенности может снизиться до 30 % от первоначального.

Защитный угол светильника характеризует зону, в пределах которой глаз наблюдателя защищен от прямого излучения лампы. Его значение определяется углом, заключенным между горизонталью и линией, соединяющей крайнюю точку излучающего тела с противоположным краем отражателя или рассеивателя, ослабляющего яркость.

1.2. Виды, системы электрического освещения и его нормирование.

Основной вид освещения – **рабочее**, обеспечивающее надлежащие условия видения в помещениях или на открытых пространствах. В сельскохозяйственных производственных помещениях предусматривают рабочее освещение двух разновидностей: **технологическое** и **дежурное**.

Технологическое освещение обеспечивает нужную продуктивность животных и птицы, а также надлежащие условия видения для выполнения обслуживающим персоналом производственных операций. Дежурное освещение предназначено для наблюдения за животными в ночное время.

В случаях отказа рабочего освещения применяют **аварийное**. Различают аварийное освещение для продолжения работ и для эвакуации. Первое устраивают, если отключение освещения может привести к травматизму или отравлению людей, длительному нарушению технологического процесса или работы жизненно важных объектов (неотложная медицинская помощь, пожарная

служба и т.п.).

На сельскохозяйственных объектах аварийное освещение для продолжения работ необходимо проектировать на инкубаторных станциях, электрических станциях и подстанциях, ветеринарных пунктах, зернопунктах, имеющих протравливатели, на сушильных установках.

Для аварийного освещения в соответствии с ПУЭ можно применять только лампы накаливания. Допускается использовать люминесцентные лампы при их питании во всех режимах переменным током напряжением не ниже 90 % номинального.

Источники света объединяют в определенную систему. В **системе общего освещения** светильники размещают над всей площадью помещения, включая рабочие места, вспомогательную площадь и площадь, занятую оборудованием. В **системе местного освещения** – только над рабочими местами.

В производственных помещениях использовать только одно местное освещение **запрещается**.

Система комбинированного освещения – совокупность общего и местного.

Общее освещение может быть равномерным и локализованным в зависимости от распределения освещенности в пределах рабочих и прилегающих площадей. Локализованное освещение создает требуемую освещенность в пределах определенной группы рабочих мест или определенной площади помещения.

При одинаковых качественных показателях локализованное освещение экономичнее общего и потому предпочтительнее.

Система комбинированного освещения более экономична в помещениях с высоким уровнем освещенности.

Нормирование искусственного освещения предусматривает определение количественных и качественных показателей, значения которых обеспечивают необходимые условия для зрительной работы человека, а в сельском хозяйстве также требуемую продуктивность животных и птицы.

Количественные показатели освещения – это его продолжительность и уровень освещенности. Качество освещения характеризуется распределением излучения по спектру, в пространстве и во времени. Нормирование тех или иных показателей зависит не только от характера производства, но и от зрительного напряжения.

Численное значение освещенности задают в конкретной точке или на определенной площади рабочей поверхности. В соответствии со **СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»** нормируется **минимальная освещенность**, которая должна быть обеспечена в наихудших точках освещаемой поверхности перед очередной чисткой светильников.

Более высокому уровню освещенности соответствует большая производительность труда и меньшая зрительная утомляемость, но до определенного предела, начиная с которого утомление растет и увеличивается количество ошибок (брак). Поэтому **не следует существенно превышать установленные нормы без достаточных обоснований**.

Особенность излучения разрядных ртутных ламп заключается в повышении нижней границы зрительного комфорта, за пределами которой освещение воспринимается как недостаточное. Для ламп накаливания эта граница соответствует освещенности 30...50 лк, для люминесцентных белого света ЛБ – 150...200 лк, а для ламп дневного света ЛД – 300...500 лк. Возникновение «эффекта сумеречности» при низких уровнях освещенности в установках с ртутными лампами (в особенности ДРЛ) свидетельствует о нецелесообразности их применения для освещения грубых зрительных работ. При высоких же уровнях освещенности нецелесообразно использовать лампы накаливания в связи с ухудшением, экономических показателей освещения.

Из качественных показателей в сельском хозяйстве нормируют уровень слепящего действия и пульсацию освещенности. В некоторых случаях предъявляются повышенные требования к цветопередаче, т.е. к спектральному составу излучения источника.

Равномерность освещения устанавливают только для улиц и дорог. Однако это не означает, что в помещениях освещенность может распределяться как угодно по поверхности. Чем хуже равномерность, тем большая мощность потребуется, чтобы обеспечить заданную освещенность в наихудшей точке рабочей поверхности.

Таблица 2

Коэффициенты пульсации освещенности

Тип лампы	K _п , % при включении светильника		
	на 1 фазу	на 2 фазы	на 3 фазы
ЛБ	24	10	3
ЛД	41	17	5
ДРЛ	65	31	7
ДКсТ	130	60	15

Пульсации освещенности нормируют по коэффициенту K_п, численное значение которого зависит от разности максимальной E_{max} и минимальной E_{min} освещенностей по отношению к средней E_{cp} за период колебания:

$$K_p = 100(E_{max} - E_{min}) / 2 E_{cp} \quad (3)$$

Для большинства зрительных работ в сельскохозяйственном производстве коэффициент пульсации ограничивается значением в 20 %, что требует установки разрядных ламп с соответствующими пускорегулирующими аппаратами (схема с «расщепленной фазой») или включения ламп в светильнике на разные фазы питающей электрической сети (таблица 2).

Нормируемые значения освещенности в люксах принимают в зависимости от точности зрительной работы по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5; 7; 10; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

2. Общие принципы расчета осветительных установок

Под осветительной установкой понимают совокупность вспомогательных технических средств и светотехнических приборов, генерирующих неполяризованное видимое излучение.

Все многообразие применяемых способов светотехнического расчета осветительных установок основано на двух принципиально отличающихся методах – точечном и коэффициента использования светового потока.

2.1. Методы светотехнического расчета.

В основу точечного метода светотехнического расчета положено основное уравнение светотехники:

$$E = I_a f(\beta) / l^2, \quad (4)$$

где I_a – сила света в направлении приемника излучения, кд; $f(\beta)$ – пространственная характеристика приемника излучения, отн. ед.; l – расстояние от приемника излучения до источника, м; β – угол падения излучения на приемник.

Уравнение позволяет рассчитать освещенность в любой точке пространства на как угодно ориентированной поверхности (именно поэтому метод называют точечным), но **только от прямого излучения источника**.

Осветительные установки рассчитывают точечным методом на основе выражения (4) с учетом того обстоятельства, что освещенность нормируется, как правило, в горизонтальной плоскости. В этом случае $f(\beta) = \cos\beta$, а углы α и β равны (см. рис. 2).

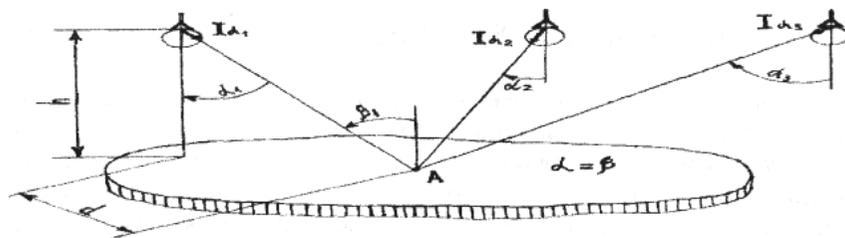


Рис. 2. К расчету осветительной установки точечным методом

С учетом уравнения (4) и равенства углов горизонтальная освещенность E_r в точке А примет иное аналитическое выражение:

$$E_r = I_a \cos^3 \alpha / h^2. \quad (5)$$

Запишем слагаемые горизонтальной освещенности в точке А:

$$E_a = (I_{a1} \cos^3 \alpha_1 / h^2) + (I_{a2} \cos^3 \alpha_2 / h^2) + \dots + (I_{an} \cos^3 \alpha_n / h^2).$$

Однако в действительности рассчитать освещенность в точке А невозможно, так как поток ламп в светильниках неизвестен и именно его предстоит вычислить. Чтобы выполнить расчет, принимают условный поток лампы в каждом светильнике 1000 лм.

Фактическая сила света светильника I_a и приведенная к световому потоку 1000 лм сила света I_a^0 пропорциональны соответственно фактическому Φ_l и условному потокам и связаны выражением (1), с учетом которого освещенность в точке А составит:

$$E_a = \Sigma e \cdot \Phi_l / 1000, \quad (6)$$

где Σe – суммарная условная освещенность (лк) в контрольной точке (точка А) при световом потоке ламп в светильнике 1000 лм.

Введем: корректирующие коэффициенты K_z – коэффициент запаса, μ – коэффициент добавочной освещенности, в котором учтены отраженные потоки и потоки удаленных светильников, а также нормированную освещенность E_n для точки А. Из формулы (6) выразим расчетный световой поток каждой лампы:

$$\Phi_l = 1000 \cdot E_n \cdot K_z / (\mu \cdot \Sigma e). \quad (7)$$

Формула (7) – частный случай точечного метода, в котором освещенность нормируется на горизонтальной рабочей поверхности.

В установках с люминесцентными лампами, объединенными в светящие линии, расчет точечным методом выполняют с учетом высоты расположения ламп h , длины линии l_l и количества ламп в линии n :

$$\Phi_l = 1000 \cdot E_n \cdot K_z \cdot h \cdot l_l / (n \cdot \mu \cdot \Sigma e), \quad (8)$$

где Φ_l – световой поток каждой люминесцентной лампы в линии, лм; 1000 – условный световой поток элемента линии длиной 1м, лм/м; Σe – суммарная условная освещенность в контрольной точке горизонтальной поверхности при высоте расположения светящей линии 1м и условном потоке элемента линии – 1000 лм/м.

Уравнение (8) чаще всего решают относительно количества ламп n , так как тип ламп и их мощность и, следовательно, световой поток выбирают до выполнения расчетов.

Условную освещенность e находят по графикам изолюкс, приведенным для различных типов светильников в справочнике.

Метод коэффициента использования потока излучения источников основан на расчете средней освещенности E_{cp} с учетом прямых и отраженных потоков, падающих на освещаемую поверхность площадью S :

$$E_{cp} = \Phi_{pn} / S, \quad (9)$$

где Φ_{pn} – поток, падающий на рабочую поверхность.

Та часть потока излучения источников, которая достигает рабочей поверхности, характеризуется коэффициентом использования η_n :

$$\eta_n = \Phi_{pn} / (\Phi_{\lambda} \cdot n), \quad (10)$$

где Φ_{λ} – поток, излучаемый одним источником; n – число источников излучения.

С учетом выражения (10) формула средней освещенности примет вид, одинаково пригодный для установок как с точечными, так и с линейными излучателями:

$$E_{cp} = n \cdot \Phi_{\lambda} \cdot \eta_n / S. \quad (11)$$

Коэффициент использования – функция многих переменных. Его численное значение тем больше, чем ниже над рабочей поверхностью расположены излучатели, больше площадь рабочей поверхности и ближе ее форма к квадрату, лучше отражающие свойства окружающих поверхностей, больше сконцентрировано излучение источников на рабочей поверхности, выше кпд светового прибора.

Ориентировочные значения коэффициентов отражения поверхностей ρ можно найти в справочнике или в таблице 2 приложения.

Размеры и форму помещения оценивают комплексным параметром, называемым индексом помещения i_n :

$$i_n = S / h \cdot (A+B), \quad (12)$$

где h – высота расположения светильников над рабочей поверхностью; S , A , B , – площадь, длина и ширина освещаемой поверхности.

Если не известно значение η_n конкретного светового прибора, то допустимо пользоваться унифицированными коэффициентами использования η_{ny} , полученными для типовых кривых силы излучения (см. таблицу 1 приложения). Применяя таблицы, необходимо помнить, что значения η_{ny} приведены для светильников с кпд $\eta_{cb} = 100\%$. Поэтому:

$$\eta_n = \eta_{ny} \cdot \eta_{cb} \quad (13)$$

Метод коэффициента использования основан на расчете средней освещенности и не позволяет судить об освещенности в каждой конкретной точке. Следовательно, область применения метода ограничивается теми случаями, когда неравномерность освещения рабочей поверхности невелика или не принимается в расчет.

Осветительные установки рассчитывают методом коэффициента

использования на основе выражения (11) после введения корректирующих коэффициентов K_3 и $Z = E_{cp} / E_n$ (Z – коэффициент минимальной освещенности, так как $E_n = E_{min}$):

$$\Phi_{\lambda} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3 / n \cdot \eta_n. \quad (14)$$

Установленная мощность всех ламп P_{vct} определяет важнейший энергетический показатель осветительной установки – ее удельную мощность:

$$P_{vd} = P_{vct} / S. \quad (15)$$

Полученное в расчетах значение P_{vd} (Вт/м) необходимо сравнить с табличными данными в справочнике.

2.2. Расположение светильников в помещении.

Взаимное расположение светильников – один из главных конструктивных параметров светотехнической установки, влияющих на качество освещения.

Основные параметры расположения светильников в помещении изображены на рисунке 3: h_n – высота помещения; h_c – высота свеса светильников; h_p – высота рабочей поверхности; h – расчетная высота; L – расстояние между светильниками в ряду или между рядами в плане помещения; l – расстояние крайних рядов светильников от стены; l_p – расстояние между светильниками вдоль излучающей линии (длина разрыва).

Высоту свеса выбирают от 0 (встроенные в потолок светильники) до 1,5 м. При больших значениях h_c необходим жесткий подвес, исключающий раскачивание светильника потоками воздуха.

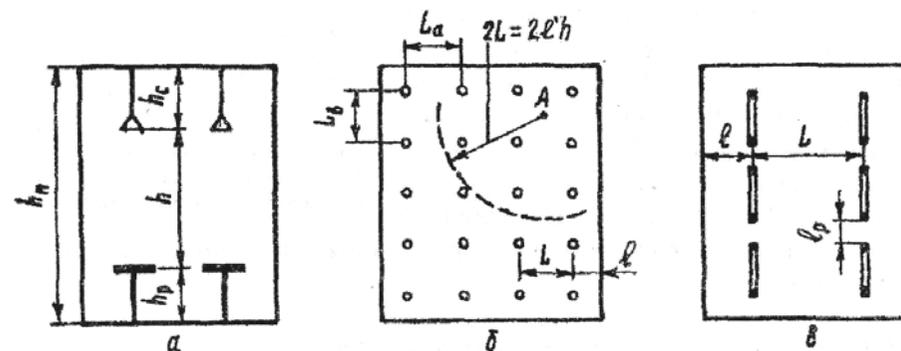


Рис.3. Расположение световых приборов: а – разрез помещения; б и в – план помещения соответственно с точечными и линейными излучателями.

Расстояние l рекомендуется принимать не более $0,3L$, при наличии около стен рабочих поверхностей и не более $0,5L$ при их отсутствии.

Светильники с точечными источниками излучения (лампами накаливания общего назначения, разрядными лампами типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и т.п.) могут располагаться по вершинам прямоугольников, квадратов, ромбов с острым углом 60° (шахматное расположение). Чаще всего светильники располагают по вершинам прямоугольников ($L_a / L_b \neq 1$, см. рис. 3). Чтобы значительно не ухудшить равномерность освещения рабочей поверхности, соотношение сторон прямоугольников не рекомендуется принимать более $1,5$.

От правильного выбора расстояния L существенно зависит равномерность освещения. Выбирают его в зависимости от типа кривой силы света (КСС). Каждому типу КСС соответствует определенное значение светотехнически выгодного относительного расстояния Γ_c (расстояние, приведенное к высоте подвеса светильников $1м$):

$$\Gamma_c = L / h, \quad (16)$$

откуда:

$$L = \Gamma_c \cdot h. \quad (17)$$

При отступлении от Γ_c и от расположения светильников по вершинам квадратов ухудшается равномерность освещения (рис. 4).

Необходимо отметить, что за счет незначительного увеличения расстояния между светильниками можно уменьшить их число при одновременном увеличении мощности каждой лампы. Когда более мощным лампам соответствует более высокая световая отдача, некоторое ухудшение равномерности компенсируется снижением установленной мощности и первоначальных затрат. Для таких случаев введено экономически выгодное относительное расстояние Γ_2 , которое целесообразно применять в установках с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДнаТ. В таблице 3 приведены рекомендуемые относительные расстояния в зависимости от типа кривой силы света.

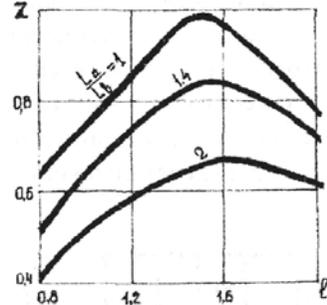


Рис.4. Влияние относительного расстояния между светильниками на равномерность освещения.

Таблица 3

Рекомендуемые относительные расстояния

Тип КСИ	К	Г	Д	Л	М
Γ_c	0,6	0,9	1,4	1,6	2,0
Γ_2	0,6	1,0	1,6	1,8	2,6

При расчете освещенности точечным методом в какой-либо точке рабочей поверхности необходимо учесть все светильники в радиусе $2L = 2 \Gamma_c \cdot h$ от контрольной точки (см. рис. 3, б). При этом для всех типов КСС освещенность в контрольной точке будет вычислена с точностью более 90 %. Действие остальных светильников учитывают приближенно в коэффициенте добавочной освещенности μ .

Линейные источники излучения, например люминесцентные лампы, обычно располагают в линию непрерывную или с некоторыми разрывами l_p (см. рис.3, в). При увеличении разрыва ухудшается равномерность распределения освещенности вдоль линии. Если принять допустимые отклонения освещенности от среднего значения в пределах 5 %, то для реальных установок длина разрыва должна удовлетворять условию

$$l_p \leq 0,5h. \quad (18)$$

При выполнении этого условия линию с разрывами можно принять за непрерывную.

2.3. Выбор метода светотехнического расчета и корректирующих коэффициентов.

Рассмотренные в разделе 3.1 два метода светотехнического расчета – точечный и коэффициента использования – принято считать равноправными. Упрощенный расчет осветительных установок по показателю удельной мощности самостоятельным методом не является.

Точечный метод в основном предназначен для нахождения освещенности в определенных точках пространства и наиболее приспособлен для расчета минимальной освещенности.

Метод коэффициента использования применяют для определения средней освещенности. При расчете по этому методу приближенно оценивают минимальную освещенность без выявления контрольных точек. Метод пригоден для расчета общего равномерного освещения вспомогательных, бытовых и административных помещений, для расчета общего равномерного освещения производственных помещений светильниками, не относящимися к классу прямого света (**Н, Р, В, О**).

Точечный метод целесообразно применять для расчета установок с повышенной неравномерностью освещения: локализованного освещения светильниками прямого света; наружного; местного; аварийного.

Общее равномерное освещение производственных помещений, выполненное светильниками прямого света или преимущественно прямого света (**П, Н**), может быть рассчитано с успехом любым из двух методов.

Таблицы удельной мощности электрического освещения предназначены для приближенного расчета только общего равномерного освещения помещений. Вместе с тем, проверка по таблицам удельной мощности помогает выявить ошибки, допущенные в подробном светотехническом расчете.

Некоторые погрешности, присущие методам светотехнического расчета могут быть учтены. Так, при определении мощности осветительной установки вводят коэффициент запаса K , повышающий расчетное значение освещенности по сравнению с нормируемым. В помещениях равной запыленности для установок с разрядными лампами коэффициент запаса принимается большего значения, чем для установок с лампами накаливания. Это обусловлено значительным спадом светового потока разрядных ламп в процессе эксплуатации – 30...40 % к концу номинального срока службы (против 20 % у ламп накаливания).

В методе коэффициента использования неравномерность освещения учитывается коэффициентом минимальной освещенности Z (см. выражение (14)) только при расчете общего равномерного освещения на минимальную освещенность.

В случае значительной неравномерности освещения расчет, основанный на рекомендованных значениях коэффициента Z , даст неверные результаты (потому лучше воспользоваться точечным методом).

При расположении светильников на расстоянии, близком к выгодному, в установках с точечными источниками излучения принимают $Z = 1,15$, с люминесцентными лампами, расположенными в линию, – $Z = 1,1$.

Коэффициент добавочной освещенности μ учитывает дополнительную освещенность, создаваемую удаленными светильниками и потоком, отраженным поверхностями помещения. В общем случае рекомендуется принимать $\mu = 1,1...1,15$.

3. Задания на выполнение расчетной работы.

В помещении длиной 36 м и шириной 15 м с наличием рабочих мест около стен выполнена установка для общего равномерного освещения на базе светильников с косинусным светораспределением. Потолок помещения побеленный чистый, стены светлые с незанавешенными окнами. Светильники подвешены на высоте 3 м над рабочей поверхностью – письменными столами с отделкой «под орех».

Таблица 4

Варианты расчетного задания

Первая цифра → варианта	Тип ламп в светильнике	Вторая цифра → варианта	$\eta_{\text{св}}$, %
0	2хЛБ 36	0	45
1	ДРЛ-50(15)	1	50
2	2хЛБ 58	2	55
3	ДРЛ-80(15)	3	60
4	ДРЛ-125(10)	4	65
5	ДРИ-125	5	70
6	ЛБ 65	6	75
7	ДнаГ-70	7	80
8	ДРИ-175	8	85
9	ДнаГ-100	9	90

Обоснуйте выбор метода расчета, корректирующих коэффициентов и рассчитайте:

- ~ размещение светильников на плане помещения;
- ~ освещенность на рабочей поверхности в начальный период эксплуатации осветительной установки;
- ~ удельную мощность осветительной установки.

Изобразите на плане расстояния между светильниками по длине и ширине помещения, удаление от стен крайнего ряда светильников.

Определите значение нормированной освещенности, по которой была спроектирована осветительная установка, для двух значений уровня запыленности помещения по выбору учащегося.

Сравните расчетное значение удельной мощности осветительной установки с табличным по справочнику.

Литература.

1. Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения.– СПб.: Энергоатомиздат, 1992.
2. Живописцев Е.Н., Косицын О.А. Электротехнология и электрическое освещение. –М.: Агропромиздат, 1990.
3. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. – М.: Агропромииздат, 1991.
4. Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. – М.: Агропромиздат, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Коэффициенты использования светового потока светильников, излучающих в нижнюю полусферу, с типовыми кривыми силы света

Типовая КСС	Равномерная М					Косинусная Д					Глубокая Г													
	70		50		30	0	70		50		30	0	70		50		30	0						
ρ_n	70		50		30	0	70		50		30	0	70		50		30	0						
ρ_c	50	30	50	30	10	0	50	30	50	30	10	0	50	30	50	30	10	0						
ρ_p	30	10	30	10	10	0	30	10	30	10	10	0	30	10	30	10	10	0						
Значение I_n :	Коэффициент использования, %																							
	0,5	28	28	21	21	25	19	15	13	36	35	30	30	34	28	25	22	58	57	55	53	57	53	49
0,6	35	34	27	26	31	24	18	17	43	42	35	34	40	33	28	27	68	65	62	60	64	60	57	56
0,7	44	39	32	31	39	31	25	24	48	47	41	38	45	38	33	31	74	69	68	64	69	64	61	60
0,8	49	46	38	36	43	36	29	28	54	51	45	43	49	43	37	36	78	73	72	69	72	69	66	64
0,9	51	48	40	39	46	39	31	30	57	55	48	46	52	46	41	39	81	76	75	72	75	72	70	67
1,0	54	50	43	41	48	41	34	32	60	57	52	50	55	49	45	42	84	78	78	75	77	74	72	70
1,1	56	52	46	43	50	43	35	33	64	60	55	52	58	51	47	44	87	81	80	77	79	76	74	72
1,25	59	55	49	46	53	45	38	35	69	63	60	56	61	55	50	48	90	83	84	79	82	79	76	75
1,5	64	59	53	50	56	49	42	39	75	69	67	62	67	61	55	53	94	86	88	83	85	82	79	78
1,75	68	62	57	53	60	53	45	42	79	72	71	66	70	65	60	57	97	88	92	85	86	85	82	80
2,0	73	65	61	56	63	56	48	45	83	75	75	69	73	68	64	61	99	90	95	88	88	87	84	82
2,25	76	68	65	60	66	59	51	48	86	77	79	73	76	71	66	64	101	92	97	90	90	88	85	83
2,5	79	70	68	63	68	61	54	51	89	80	82	75	78	73	69	66	103	93	99	91	91	89	87	85
3,0	83	75	73	67	72	65	58	55	93	83	86	79	81	77	73	71	105	94	102	92	93	91	89	86
3,5	87	78	77	70	75	68	61	59	96	86	90	82	83	80	76	73	107	95	104	94	94	93	90	88
4,0	91	80	81	73	78	72	65	62	99	88	93	84	85	83	79	76	109	96	105	94	94	94	91	89
5,0	95	83	86	77	80	75	69	65	105	90	98	88	88	85	81	79	111	97	108	96	96	95	92	90

Таблица 2.

Ориентировочные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Отражающая поверхности	Коэффициент отражения, %
Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незанавешенных 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 неоштукатуренный; стены с темными обоями	10

Задания для контрольных работ и методические рекомендации по их выполнению студентами факультета заочного образования

КОСИЦЫН Олег Алексеевич

СВЕТОТЕХНИКА

Редактор Сергованцева Т.В.

План 2003 г. п. 132
 Подписано к печати 11.11.03
 Формат 60 x 84/16
 Бумага офсетная
 Гарнитура «Таймс»
 Печать офсетная
 Уч.-изд. л. 1,0
 Тираж 200 экз.
 Заказ № 88.
 Цена 15р.
 Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии ФГОУ ВПО МГАУ 127550, Москва, Тимирязевская ул., дом 58