

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

"Тихоокеанский государственный университет"

Исследование искусственного освещения

Методические указания к лабораторной работе
для студентов всех специальностей

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2009

УДК 613.645: 621.32 (07)

Исследование искусственного освещения: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов всех специальностей / сост. Л.Ф. Юрасова, И.С. Горбунова, Е. М. Потапчук. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009.- 24 с.

Методические указания разработаны на кафедре «Экология, ресурсопользование и безопасность жизнедеятельности». В данной работе изложены общие теоретические сведения по искусственному освещению, методика измерения и оценки его основных параметров.

Печатаются в соответствии с решениями кафедры «Экология, ресурсопользование и безопасность жизнедеятельности» и методического совета ДВЛТИ.

Цель работы:

1. изучение измерительной аппаратуры и методики измерения освещенности;
2. оценка освещенности на рабочих местах (в помещениях);
3. оценка энергетической эффективности источников света;
4. оценка коэффициента использования (КПД) осветительной установки.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий зрительного восприятия окружающего мира.

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играющим важную роль в обеспечении безопасности, сохранении здоровья и высокой работоспособности. До 80 - 90 % информации об окружающем мире человек получает через зрительное восприятие.

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой и обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Достаточное освещение обеспечивает психологический комфорт, предупреждает развитие зрительного и общего утомления, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности, стимулирует обменные и иммунобиологические процессы, оказывает влияние на формирование суточного ритма физиологических функций организма, способствует повышению работоспособности. Недостаточное освещение вызывает быстрое утомление, раздражительность, снижает продуктивность работы, повышает потенциальную опасность ошибочных действий и несчастных случаев, может привести к профессиональным заболеваниям (миопия, спазм аккомодации и др.)

Свет представляет собой видимые глазом электромагнитные волны оптического диапазона длиной 380-760 нм, воспринимаемые сетчатой оболочкой зрительного анализатора.

В видимой области излучения каждой длине волны соответствует определенный цвет от фиолетового (380-450 нм) до красного (620-760 нм). На практике чаще всего приходится иметь дело со светом сложного спектрального состава, состоящим из волн различной длины (белый свет). Глаз человека наиболее чувствителен к желто-зеленому цвету.

1.1 Виды освещения

В зависимости от источника света освещение может быть естественным (солнечный свет), искусственным и совмещенным (недостаток естественного света дополняется искусственным).

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток или при недостаточности естественного освещения, как составляющая совмещенного освещения. Создается оно искусственными источниками света (лампами). Искусственное освещение проектируется в виде двух

систем: общее (равномерное и локализованное) и комбинированное. В последнем случае к общему освещению добавляется местное. Доля света от общего освещения в системе комбинированного освещения должна составлять не менее 10 %. Применение только местного освещения запрещается. При общем равномерном освещении помещение освещается однотипными светильниками, равномерно расположенными над поверхностью освещаемого объекта, и снабженными лампами одинаковой мощности. При общем локализованном освещении распределение светового потока осуществляется с учетом расположения рабочих мест. По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, дежурное, охранное, специальное (эритемное, архитектурное, витринное, рекламное и др).

Рабочее освещение проектируется для обеспечения зрительных условий при выполнении рабочего процесса. Аварийное освещение предусматривается для обеспечения минимальной освещенности на случай внезапного отключения рабочего освещения, когда недопустимо прекращение работ.

Эвакуационное освещение предназначено для безопасной эвакуации людей при аварийном отключении рабочего освещения.

Дежурное освещение – освещение в нерабочее время.

Охранное освещение предусматривается на объектах, охраняемых в ночное время.

Эритемное освещение применяется в помещениях, где недостаточно естественного света, включает источники света с ультрафиолетовым излучением.

1.2 Источники искусственного света

В качестве источников искусственного освещения применяются электрические лампы накаливания (ЛН) и газоразрядные лампы (ГР).

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения (излучение от раскаленной вольфрамовой нити). Эти лампы дают непрерывный спектр излучения с повышенной интенсивностью в желто-красной области спектра. По конструкции лампы накаливания бывают вакуумные, газонаполненные, бесспиральные (галогенные). Они удобны в эксплуатации, легко монтируются, дешевы, работают в широком диапазоне температур окружающей среды, однако имеют низкую световую отдачу 10...20 лм/Вт (в идеальных условиях 1 Вт соответствует 683 лм), небольшой срок службы до 2500ч (в среднем 2000 ч), спектральный состав, сильно отличающийся от естественного света, нарушают правильную цветопередачу.

В газоразрядных лампах излучение света возникает в результате электрического разряда в атмосфере паров металлов (ртуть, натрий), галогенов (йод, фтор) и инертных газов, а также явления люминесценции (преобразование люминофором излучений газовых разрядов в видимое световое излучение).

Производятся газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления. В зависимости от состава люминофора люминесцентные лампы обладают различной цветностью: дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодно-белого (ЛХБ), тепло-белого (ЛТБ), белого све-

та(ЛБ), естественного света (ЛЕ) и другие. Эти лампы рекомендуется применять в помещениях с высотой подвеса не более 6 м.

Газоразрядные лампы высокого давления: ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные); галогеновые лампы ДРИ (дуговые ртутные с иодидами); ксеноновые лампы ЛКсТ (дуговые ксеноновые трубчатые), которые используют для освещения территорий предприятия, улиц, цехов с большой высотой (с высотой подвеса светильников более 6 м). Основные преимущества газоразрядных ламп: высокая световая отдача (ДРЛ - до 65 лм/Вт, люминесцентные – до 90 лм/Вт, ксеноновые и натриевые – 110...200 лм/Вт), большой срок службы 5000...20000 ч, близкий к естественному спектр излучения, низкая температура поверхности. К недостаткам газоразрядных ламп следует отнести наличие вредных для биосферы и человека паров ртути и натрия при их разгерметизации; радиопомехи; сложную и дорогостоящую пускорегулирующую арматуру, включающую в некоторых случаях стартер, дроссели, конденсаторы; длительный период выхода отдельных типов ламп на номинальный режим (для ламп ДРЛ 3-5 мин); невозможность быстрого вторичного включения лампы при кратковременном отключении питающего напряжения; пульсация светового потока, т.е. непостоянство освещения во времени. Пульсация приводит к быстрому утомлению зрения, вызывает головную боль, в некоторых случаях покраснение глаз. При пульсирующем освещении вращающихся объектов возникает иллюзия их вращения в противоположную сторону или полной остановки (стробоскопический эффект). Данный эффект на практике, провоцируя ошибочные действия операторов, приводит к авариям и травмам. Сглаживание пульсации достигается применением нескольких рядом работающих ламп со сдвигом фаз питающего напряжения или существенным повышением частоты переменного тока ($f > 1000$ Гц).

1.3 Светотехнические характеристики освещения

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями.

К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещенность, яркость, коэффициент отражения.

Световой поток F – мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое оно производит на человеческий глаз. За единицу светового потока принят люмен (лм).

Сила света I – пространственная плотность светового потока: $I = F/\omega$, где F – световой поток (лм), равномерно распространяющийся в пределах телесного угла ω . Единица измерения силы света – кандела (кд), равная световому потоку в 1 лм, распространяющемуся внутри телесного угла в 1 стерadian (кд=лм/стер).

Освещенность E - поверхностная плотность светового потока: $E = F/S$, где S - площадь поверхности (m^2), на которую падает световой поток F (лм). За единицу освещенности принят люкс (лк=лм/ m^2).

Яркость L – поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость – характеристика светящихся тел, равная отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению: $L = I_\alpha / (S \cos \alpha)$, где I_α - сила света, кд; S –

площадь излучающей поверхности, m^2 ; α – угол между направлением излучения и плоскостью, град. Единица измерения яркости- $кд/м^2$.

Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на неё световой поток: $\rho=(F_{отр}/F_{пад})100$, %, где $F_{отр}$ – световой поток, отражающийся от поверхности (лм), $F_{пад}$ - световой поток, падающий на поверхность (лм).

К качественным показателям, определяющим условия зрительной работы, относятся: равномерность распределения светового потока, фон, контраст объекта с фоном, коэффициент пульсации, видимость, показатель ослепленности, показатель дискомфорта и другие.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту, на котором он рассматривается, характеризуется коэффициентом отражения. При коэффициенте отражения поверхности (ρ) более 0,4 (40 %) фон считается светлым; от 0,2 до 0,4 (20-40 %) – средним; менее 0,2 (20 %) – темным.

Контраст объекта с фоном K характеризует соотношение яркостей рассматриваемого объекта и фона: $K=(|L_{ф} - L_{о}|)/L_{ф}$, где $L_{ф}$ и $L_{о}$ – яркость фона и объекта соответственно, $|L_{ф} - L_{о}|$ - абсолютная величина разности между яркостью фона и объекта. Контраст объекта с фоном считается большим при значениях K более 0,5 (объект и фон резко различаются по яркости), средним при значениях K от 0,2 до 0,5 и малым при K менее 0,2 (объект и фон мало различаются по яркости).

Лучшие зрительные условия обеспечиваются при различении объекта на светлом фоне с большой контрастностью.

Коэффициент пульсации освещенности $K_{п}$ – критерий оценки изменения освещенности вследствие периодического изменения во времени светового потока источника света: $K_{п}=100 (E_{max} - E_{min})/(2E_{cp})$, %, где E_{max} , E_{min} , E_{cp} – максимальное, минимальное и среднее значение освещенности за период её колебания соответственно.

Видимость V характеризует способность глаза воспринимать объект, оценивается числом пороговых контрастов $K_{пор}$, содержащихся в действительном $K_{д}$ контрасте: $V=K_{д}/K_{пор}$. Пороговый контраст – наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличимым.

Показатель ослепленности P – критерий оценки слепящего действия источников света: $P=(V_1/V_2 - 1)1000$, где V_1 – видимость объекта различения при экранированном источнике света, V_2 – видимость при разэкранированном источнике света.

Показатель дискомфорта M – критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающий неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, выражающийся формулой: $M = L_c \cdot w^{0,5} / (i \cdot L_{ад}^{0,5})$, где L_c – яркость блёского источника, $кд/м^2$, w -угловой размер блеского источника стер; i – индекс позиции блёского источника относительно линии здания; $L_{ад}$ – яркость адаптации, $кд/м^2$.

1.4 Нормирование искусственного освещения

Оценка искусственного освещения осуществляется в соответствии с действующими СНиП 23-05-95 (с изменениями и дополнениями 2003г.) и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 по минимальной освещенности рабочих поверхностей в люксах (количественному показателю), коэффициенту пульсации освещенности, %, показателю ослепленности или показателю дискомфорта и цилиндрической освещенности (качественным показателям).

Величина нормируемых показателей определяется с учетом назначения помещений, в которых размещены рабочие места, вида освещения, разряда (характеристики) зрительной работы, подразряда зрительной работы, типа ламп, длительности выполнения зрительных работ, опасности травматизма, возраста и других условий, указанных в п.1.4.9.

1.4.1 Нормируемую освещенность, допустимые сочетания показателей ослепленности и коэффициента пульсации освещенности в помещениях промышленных предприятий следует принимать по СНиП 23-05-95 (табл.1 с учетом требований пп. 7.5 и 7.6). Извлечения из СНиП 23-05-95 приведены в приложении, табл. I.

1.4.2 В помещениях жилых, общественных и административно-бытовых зданий нормируемая освещенность, цилиндрическая освещенность, показатель дискомфорта и коэффициент пульсации освещенности принимается по табл.2 СНиП 23-05-95 (с изм. 2003г.) или СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Извлечения из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 приведены в приложении, табл. II.

1.4.3 Для любых помещений предусмотрено отдельное нормирование при использовании общего и комбинированного освещения. В последнем случае нормируется также освещенность от общего освещения в системе комбинированного.

1.4.4 Нормируемые параметры устанавливаются с учетом разряда (характеристики) зрительной работы и подразряда, определяемого в производственных помещениях характеристикой фона и контрастом объекта с фоном.

1.4.5 В производственных помещениях установлено 8 разрядов см. приложение табл. I: I наивысшей точности, с наименьшим размером объекта различения (δ) менее 0,15 мм; II очень высокой точности δ от 0,15 до 0,3 мм; III высокой точности δ свыше 0,3 до 0,5 мм; IV средней точности δ свыше 0,5 до 1 мм; V малой точности δ свыше 1 до 5 мм; VI грубые работы δ более 5 мм; VII работы со светящимися материалами и изделиями, если δ более 0,5 мм. При размерах светящихся объектов различения 0,5 мм и менее освещенность выбирается в соответствии с размером объекта различения для подразряда в.

VIII разряд – общее наблюдение за процессом: VIIIа – постоянное, VIIIб – периодическое при постоянном пребывании людей в помещении; VIIIв – периодическое при периодическом пребывании людей в помещении; VIIIг – общее наблюдение за инженерными коммуникациями.

Подразряд а, б, в или г устанавливается в зависимости от фона и контраста объекта с фоном, причем один и тот же подразряд может определяться различными сочетаниями фона и контраста, создающими примерно равные зрительные условия (см. приложение табл. I).

1.4.6 В помещениях жилых, общественных и административно-бытовых зданий в соответствии со СНиП 23-05-95 разряды зрительных работ обозначаются

буквами русского алфавита: А – очень высокой точности, δ от 0,15 до 0,3 мм; Б – высокой точности, δ от 0,3 до 0,5 мм; В – средней точности, δ более 0,5 мм; Г – обзор окружающего пространства при кратковременном, эпизодическом различении объектов, независимо от размера объекта различения (δ), при высокой насыщенности помещений светом; Д – то же, что и в Г, но при нормальной насыщенности помещений светом; Е – то же, что и в Г, но при низкой насыщенности помещений светом; Ж – общая ориентировка в пространстве интерьера независимо от δ ; З – общая ориентировка в зонах передвижения независимо от δ .

Подразряды 1 или 2 устанавливаются с учетом продолжительности зрительной работы (1 - ≥ 70 %; 2 - < 70 %) или скопления людей (1 – при большом скоплении людей; 2 - при малом скоплении людей).

Рекомендации по определению разрядов и подразрядов в жилых, общественных и административно-бытовых помещениях приводятся в дополнении к СНиП 23-05-95 (с изм. 2003 г).

1.4.7 В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 значения нормируемых параметров (E_{min} , лк; Кп, %; М) указаны в зависимости от назначения помещения (см. приложение, табл. II).

1.4.8 Нормируемая освещенность, указанная в таблицах СНиП 23-05-95 и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 приведена для газоразрядных ламп (ГР). При использовании ламп накаливания (в т.ч. галогенных), указанные в таблицах значения освещенности следует снижать по шкале освещенности: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

- а) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
- б) на одну ступень при системе общего освещения для разрядов I-V, VII;
- в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI – VIII;
- г) на одну ступень в помещениях жилых и общественных зданий.

Допускается снижать нормы освещенности на одну ступень в жилых и общественных зданиях при использовании ламп улучшенной цветопередачи (индекс цветопередачи $R_a \geq 90$ %) только при сохранении норм по коэффициенту пульсации.

1.4.9 Нормы освещенности следует повышать на одну ступень шкалы освещенности (см. п.1.4.8.) в следующих случаях:

- а) при работах I-IV разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
- б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее;
- в) при специальных повышенных санитарных требованиях, если освещенность от системы общего освещения - 500 лк и менее;
- г) при производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения - 300 лк и менее;
- д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если $E_n^{общ} \leq 750$ лк;

е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью ≥ 500 об/мин, или объектов движущихся со скоростью $\geq 1,5$ м/мин;

ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером $\geq 0,1$ м²;

з) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более, чем на 1 ступень.

1.4.10 В помещениях, где выполняются работы IV-VI разрядов, нормы освещенности следует снижать на 1 ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

1.4.11 Для подразрядов от Ia до IIIв устанавливаются 2 набора нормируемых показателей.

Более жесткие требования к качественным показателям Кп и Р (снижение допустимых значений Р) позволяет снизить нормируемую освещенность (количественный показатель) и наоборот, увеличение показателя ослепленности Р приводит к повышению нормируемой минимальной освещенности (см. приложение табл. I).

1.4.12 Нормируется освещенность площадок предприятий, мест производства работ вне зданий, пешеходных и велосипедных дорожек, железнодорожных путей, улиц, дорог и др. объектов. Установлены нормы освещенности при аварийном, эвакуационном, дежурном, охранном и других видах освещения (см. СНиП 23-05-95).

1.5. Коэффициент использования осветительной установки

На освещенность рабочих поверхностей в производственном помещении влияют отражение и поглощение света стенами, потолком и другими поверхностями, расстояние от светильника до рабочей поверхности, состояние излучающей поверхности светильника, наличие рассеивателя света и т.д. Вследствие этого полезно используется лишь часть светового потока, излучаемого источником.

Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется коэффициентом использования осветительной установки (η) и определяется отношением фактического светового потока ($F_{\text{факт}}$) к суммарному стандартному световому потоку ($F_{\text{ламп}}$) используемых источников света, соответствующему их номинальной мощности: $\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{ламп}}$.

Значение фактического светового потока определяется по результатам измерений средней освещенности $E_{\text{ср}}$ по формуле: $F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S$, где S – площадь помещения.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Задание:

1. Измерить освещенность (Е, лк) и дать санитарно-гигиеническую оценку количественной характеристики искусственного освещения (см. п.2.3.1 – 2.3.7). Замеры выполняются бригадой, оценка индивидуально в соответствии с вариантом (см. табл. 1).
2. Оценить коэффициент использования осветительной установки (см. п. 2.3.8-2.3.9).
3. Оценить энергетическую эффективность источников света (обобщение результатов измерений в группе, см. п. 2.3.10 – 2.3.12).

2.1 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка состоит из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и люксметра Ю116 для измерения значений освещенности.

Внешний вид макета представлен на рис. 1. Макет имеет каркас 1 из алюминиевого профиля, пол 2, потолок 3, боковые стенки 4, заднюю стенку и переднюю стенку 5. Задняя и боковые стенки являются съемными и могут устанавливаться с любой из двух сторон внутрь макета помещения, фиксируясь в проемах каркаса с помощью магнитных защелок. Одна сторона стенок окрашена в светлые тона, другая – в темные тона, при этом нижняя окрашенная половина стенки темнее верхней.

Передняя стенка 5 жестко вмонтирована в каркас и выполнена из тонированного прозрачного стекла.

В передней нижней части каркаса 1 предусмотрено окно для установки измерительной головки – фотоэлемента 6 люксметра 7 внутрь каркаса.

На полу 2 размещен вентилятор 8 для наблюдения стробоскопического эффекта и охлаждения ламп в процессе работы.

На потолке 3 размещены 7 патронов, в которых установлены две лампы накаливания 9, три люминесцентные лампы 10 типа КЛ9, галогенная лампа 11 и люминесцентная лампа 12 типа СКЛЭН с высокочастотным преобразователем. Вертикальная проекция ламп отмечена на полу 2 цифрами, соответствующими номерам ламп на лицевой панели макета.

Включение электропитания установки производится автоматом защиты, находящимся на задней панели каркаса, и регистрируется сигнальной лампой, расположенной на передней панели каркаса.

На передней панели каркаса (рис.2) расположены органы управления и контроля, в том числе:

- лампа индикации включения напряжения сети;
- переключатель для включения вентилятора;
- ручка регулирования частоты вращения вентилятора;
- переключатели (1-7) для включения ламп.

Электропитание ламп накаливания и люминесцентных ламп осуществляется от разных фаз. Схема позволяет включать отдельно каждую лампу с помощью соответствующих переключателей, расположенных на передней панели каркаса (рис. 2).

На задней панели каркаса расположен автомат защиты сети и двойная розетка с напряжением 220 В для подключения измерительных приборов.

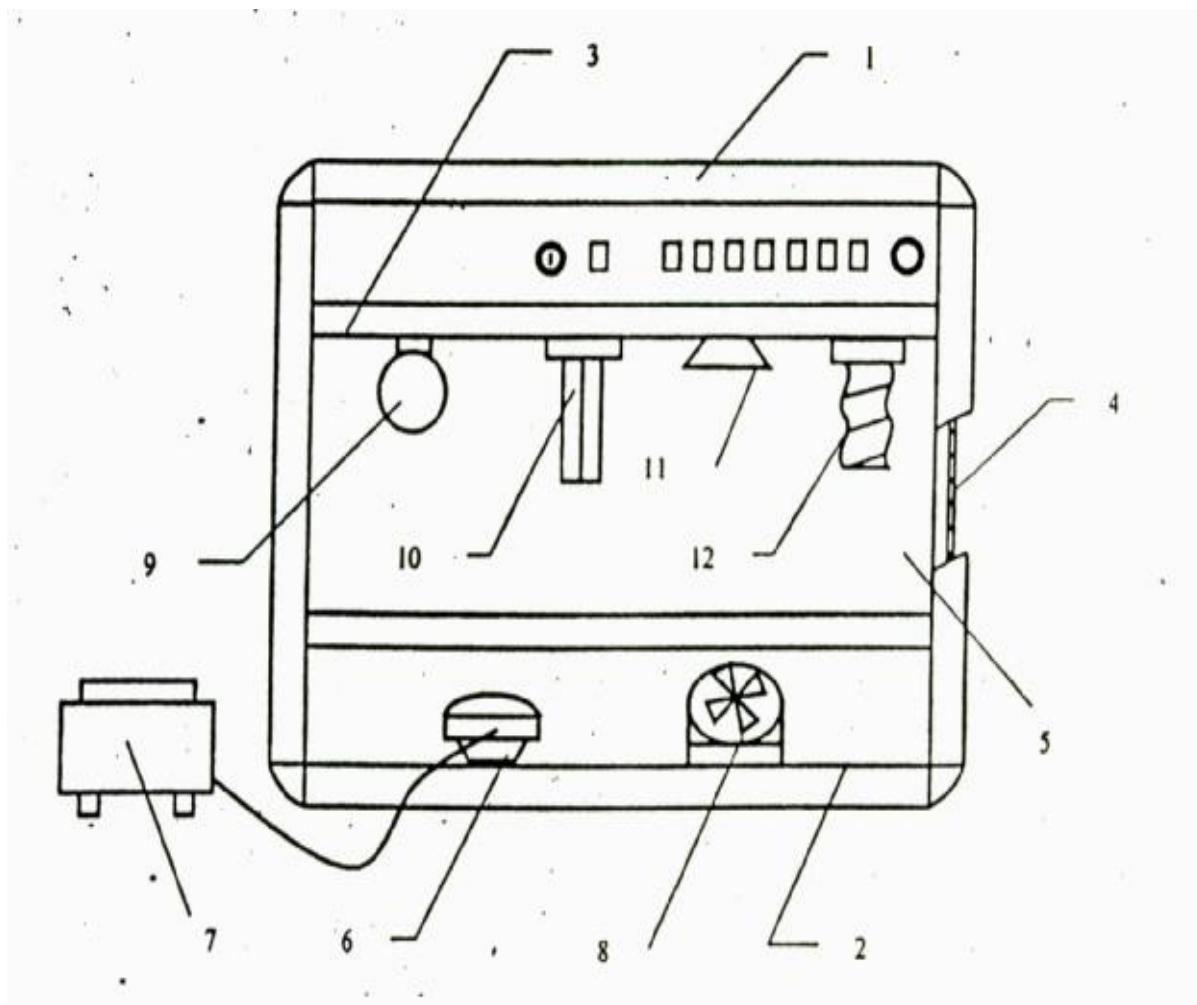


Рис. 1 Макет лабораторной установки

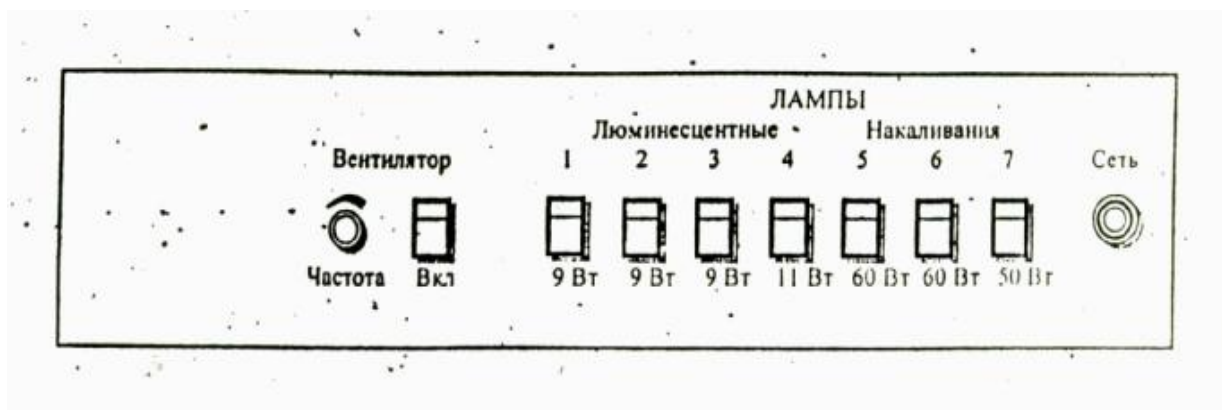


Рис. 2. Передняя панель каркаса

Люксметр Ю116 состоит из измерителя люксметра 1 и фотозлемента 2 с насадками 8 (рис. 3).

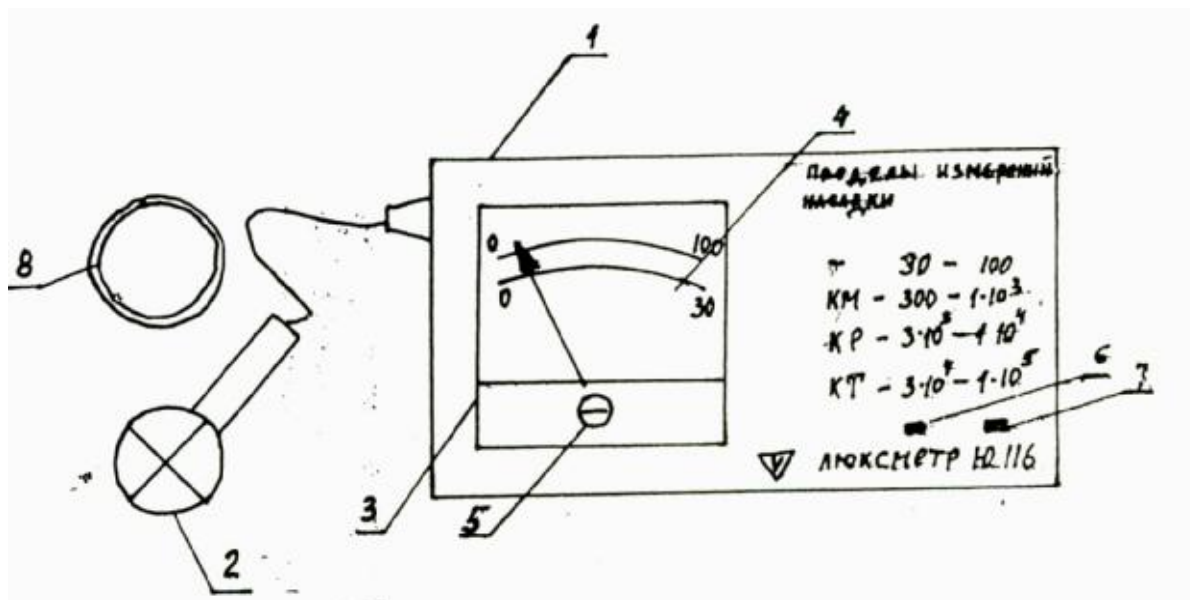


Рис. 3. Люксметр Ю-116

Прибор магнитоэлектрической системы, на лицевой панели которого расположен стрелочный индикатор 3, имеет две шкалы измерения 4: 0 – 100 и 0 – 30 лк, корректор для установки стрелки в нулевое положение 5, переключатели диапазонов измерений 6, 7. При включении переключателя 6 показания считываются по шкале 0 – 30, переключателя 7 по шкале 0 – 100.

Люксметр Ю116 позволяет измерять освещенность в диапазоне от 5 до 100000 лк.

Выбор диапазона измерения определяется насадками и включением переключателей 6 или 7. Применение насадок КМ, КР и КТ создает ослабление освещенности в 10, 100 и 1000 раз соответственно. Следовательно считываемые по шкалам 0 – 30 (переключатель 6) или 0 – 100 (переключатель 7) значения умножаются соответственно на 10, 100, 1000.

Отметка (точкой) «5» шкалы 0 – 30 и «20» шкалы 0 – 100 соответствуют начальным диапазонам измерений. В основном диапазоне измерений 5 – 30 лк и 20 – 100 лк (без насадок) погрешность $\pm 10\%$ от измеренной освещенности.

Увеличение допускаемой погрешности при установке насадок не превышает $\pm 5\%$ от значения измеряемой освещенности.

Люксметр предназначен для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -10 до $+35^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности до 80 %.

Фотоэлемент люксметра имеет спектральную чувствительность совмещенную со спектром ламп накаливания (ЛН), поэтому при измерениях освещенности ЛН осуществляется прямой отсчет по шкале прибора. При измерениях освещенности люминесцентными лампами КЛ9 вводится поправочный коэффициент 0,95; СКЛЭН – 1,1; галогенной – 1,2.

2.2 Требования безопасности при выполнении лабораторной работы

2.2.1 К работе допускаются студенты, ознакомленные с устройством лабораторной установки и работой люксметра Ю116, принципом действия и мерами безопасности при проведении лабораторной работы.

2.2.2 Для предотвращения перегрева установки при длительной работе ламп необходимо включить вентилятор. Для предупреждения электротравм и ожогов студентам запрещено касаться ламп.

2.2.3 После проведения лабораторной работы отключить электропитание стенда.

2.3 Порядок выполнения работы

2.3.1 Установить стенки макета, чтобы они были обращены светлыми сторонами внутрь помещения.

2.3.2 Включить установку в сеть, а также тумблер автомата защиты, находящийся на задней панели каркаса.

2.3.3 Подготовить люксметр Ю116 к работе: установить насадки К и М на фотоэлемент. (При измерениях с галогенной лампой насадки К и Р). Установить диапазон измерения 0 – 1000 (для галогенной лампы 0 – 10000), нажав переключатель 7. Прогреть 5 минут.

2.3.4 Включить вентилятор для исключения перегрева (регулятор на передней панели макета)

2.3.5 Включить лампу в соответствии с вариантом задания (см. табл. 1).

2.3.6 Произвести измерения освещенности с помощью люксметра Ю116 в 5 точках помещения макета. Один замер (первый E_1) должен быть сделан в точке с номером, соответствующим выключателю лампы, 4 других по углам помещения. Учитывая поправочный коэффициент: $E_{\text{факт}} = k \cdot E_{\text{изм}}$ (см. табл. 1).

2.3.7 Результаты измерения вписать в протокол 1 (табл.2), графа 9. Выполнить оценку освещенности помещения, индивидуально согласно варианту задания (см. табл. 1). Минимальное значение фактической освещенности должно быть $\geq E_{\text{норм}}$. Повторение (совпадение) вариантов не допускается.

2.3.8 Внести результаты измерения освещенности в протокол 2 (табл.3).

Определить среднее значение освещенности $E_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^5 E_i / 5$. Результаты занести в протокол 2.

2.3.9 Принимая во внимание, что площадь пола макета помещения $S_{\text{п}}=0,44 \text{ м}^2$, определить коэффициент использования осветительной установки $\eta = F_{\text{факт}} / F_{\text{лампы}}$, где $F_{\text{факт}}$ - фактический световой поток $F_{\text{факт}} = E_{\text{ср}} \cdot S_{\text{п}}$; $F_{\text{лампы}}$ – световой поток лампы, выбирается по номинальной мощности для каждого типа лампы по табл. III приложения. Результаты внести в протокол 2. Сделайте вывод.

2.3.10 Заполнить протокол 3 (табл. 4), используя результаты замеров всех бригад группы. Принимаются значения освещенности, замеренные под лампой (первый замер в точке с номером выключателя лампы). Условия работы раз-

личных ламп в модели помещения считать практически одинаковыми. При недостающих данных ставить прочерк.

2.3.11 Определить для каждой лампы величину удельной освещенности: $E_{уд} = E_{факт} / W_{л}$ (лк/Вт). Мощность ламп указана в табл. III приложения. Результаты занести в протокол 3. Оценить эффективность ламп.

2.3.12 Оценить светоотдачу ламп $J = F_{л} / W_{л}$ (лм/Вт), где $F_{л}$ - световой поток лампы, лм; $W_{л}$ – мощность лампы, Вт. $F_{л}$ и $W_{л}$ указаны в табл. III приложения. Внести результаты расчетов в протокол 3. Сделать вывод.

2.3.13 Сделать общий вывод (оценить эффективность системы освещения). Дать рекомендации.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды искусственного освещения
2. Источники искусственного света. Преимущества и недостатки газоразрядных ламп, ламп накаливания.
3. Количественные и качественные характеристики освещения.
4. Нормируемые параметры искусственного освещения.
5. Факторы, влияющие на величину нормируемых параметров.
6. Как определяются разряд и подразряд зрительной работы. Характеристика зрительных работ.
7. Почему при использовании ламп накаливания снижается нормируемая освещенность?
8. Какие поправочные коэффициенты вводятся при измерении освещенности люксметром Ю116? Почему?
9. Как определяется светоотдача ламп? Какие лампы более эффективны?
10. Как можно увеличить коэффициент использования осветительной установки?
11. Чем обусловлено наличие 2-х наборов нормируемых показателей в искусственном освещении для подразрядов от Ia до IIIв.

4. ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда. – М.: Медицина, 1998. – 576с.
2. Денисенко Г.Ф. Охрана труда: Учебное пособие для инж.-эконом. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 319с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность производственных процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пособие для вузов/П.П. Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – 2-е изд. испр. и доп – М.: Высш. шк., 2002. – 319с.
4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Госстрой России, 2001. – 36 с.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. - М.: Медицина, 2005.

6. Эффективность и качество освещения: методические указания по выполнению лабораторной работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности»./Сост. А.Н. Поленов. – М.: РНПО «Росучприбор», 2002. – 15 с.
7. Искусственное освещение: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»./Сост. С.Г. Смирнов. – М.: МГТУ им. н.э. Баумана., 2005. – 10с.

Таблица 1. Исходные данные для оценки искусственного освещения

Бригада	Вариант	Объект исследования (рабочее место, цех, помещение)	Минимальный размер объекта, δ, мм	Фон*	Контраст, (%)	Лампа (выключатель)	Поправочный коэффициент при измер.
I	1	Механический цех	0,25	Серый	30	ЛН Галогенная (7)	1,2
	2	Читальный зал	—	Светлый	большой		
	3	ОТК	0,1 (визуальн. контроль 70% смены)	Темно-серый	15		
	4	Зал ксерокопирования	—	Белый	большой		
	5	Сварочный цех	0,6	Темно-серый	20		
II	6 (1)	Железобетонный цех	Постоянное наблюд. за процессом	—	—	ЛНкр (5)	1
	7 (2)	Лесопильный цех	0,7	дерево неокрашенное	малый		
	8 (3)	КБ	—	белый	70		
	9 (4)	Читательские каталоги	—	желто-белый	50		
	10 (5)	Прессовый цех	4	черный	10		
III	11 (1)	Экран ЭВМ	—	Голубой	Средний	люминесцентная КЛ9 (1)	0,95
	12 (2)	Раскройный цех	0,4	Темный	Малый		
	13 (3)	Сборочный цех	2	Грязно-серый	10		
	14 (4)	Аналит. лаборатория	—	Светлый	Большой		
	15 (5)	Инкассаторная	—	Средний	Средний		
IV	16 (1)	Сварочный цех	0,7	Серый	30	люминесцентная СКЛЭН (4)	1,1
	17 (2)	Швейный цех	0,2	Средний	15		
	18 (3)	Мастерская	0,3	Светло-зеленый	25		
	19 (4)	Фойе театра	—	—	—		
	20 (5)	Аудитория ВУЗа	—	—	—		
V	21 (1)	Шлифовальный цех	0,2-0,3	Светлый	30	ЛН (6)	1
	22 (2)	Операцион. зал банка	—	Средний	средний		
	23 (3)	Фасовочный участок	0,5	Светлый	средний		
	24 (4)	Малярный участок	1	Синий	30		
	25 (5)	Препараторская ВУЗа	—	Светлый	средний		
VI	26 (1)	Конференц зал	—	Светлый	Большой	КЛ9 (2)	0,95
	27 (2)	ОТК	0,4 (визуальный контроль 60 % смены)	Черный	18		
	28 (3)	Биллиардная	—	Зеленый	30		
	29 (4)	Раскройный участок	0,6	Коричневый	35		
	30 (5)	Сверильный участок	0,2	Серый	средний		

*коэффициенты отражения поверхностей приведены в табл. IV приложения

Таблица 2. Протокол 1 – Санитарно-гигиеническая оценка общего искусственного освещения

Объект исследования (цех, помещение, рабочее место)	Минимальный размер объекта различения, δ , мм	Хар-ка фона	Контраст объекта с фоном	Разряд и подразряд зрительных работ	Тип ламп	Условия, повышающие или понижающие нормируемую E	Освещенность E , лк					
							нормируемая	измеренная E_1 E_2 E_3 E_4 E_5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9				

Вывод:

Таблица 3. Протокол 2 – Оценка коэффициента использования (КПД) осветительной установки с лампой при светлой окраске стен.

(см. вариант заданий)

Освещенность E , лк						Коэффициент использования, η
E_1 (под лампой)	E_2	E_3	E_4	E_5	E_{cp}	

Вывод:

Таблица 4. Протокол 3 – Оценка энергетической эффективности источников света

Тип лампы	Накаливания			Газоразрядная	
	Криптоновая (5)	Вакуумная (6)	Галогенная (7)	КЛ9(1-3)	СКЛЭН (4)
Освещенность $E_{факт}$, лк (E_1)					
Удельная освещенность, $E_{уд}$, лк/Вт					
Светоотдача ламп J , лм/Вт					

Вывод:

Заключение:

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица I. Нормируемые значения характеристик искусственного освещения производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение							
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин: показателя ослепленности и коэффициента пульсации				
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения					
						всего	в т.ч. от общего		Р	К _п , %			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	—	20	10			
						4500	500	—	10	10			
						б	Малый Средний	Средний Темный	4000	400	1250	20	10
									3500	400	1000	10	10
в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500	300	750	20	10						
			2000	200	600	10	10						
г	Средний Большой «	Светлый « Средний	1500	200	400	20	10						
			1250	200	300	10	10						
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	—	20	10			
						3500	400	—	10	10			
						б	Малый Средний	Средний Темный	3000	300	750	20	10
									2500	300	600	10	10
в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	200	500	20	10						
			1500	200	400	10	10						
г	Средний Большой «	Светлый Светлый Средний	1000	200	300	20	10						
			750	200	200	10	10						
Высокой точности	От 0,30 до 0,50		а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15			
						1500	200	400	20	15			

Продолжение таблицы I

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	Р	К _п , %	
						всего	в т.ч. от общего				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		III	б	Малый	Средний	1000	200	300	40	15	
				Средний	Темный	750	200	200	20	15	
				Малый	Светлый	750	200	300	40	15	
				Средний	Средний	600	200	200	20	15	
			г	Большой	Темный	400	200	200	40	15	
				Средний	Светлый	«	Средний	«	Средний	«	Средний
				Большой	«	Средний	«	Средний	«	Средний	
				«	Средний	«	Средний	«	Средний		
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300	40	20	
				Малый	Средний	500	200	200	40	20	
				Средний	Темный	«	Средний	«	Средний		
				Большой	Светлый	400	200	200	40	20	
			г	Средний	Светлый	—	—	200	40	20	
				Большой	«	Средний	«	Средний			
				«	Средний	«	Средний				
				«	Средний	«	Средний				
Малой точности	Св. 1 до 5	V	а	Малый	Темный	400	200	300	40	20	
				Малый	Средний	—	—	200	40	20	
				Средний	Темный	«	Средний	«	Средний		
				Большой	Светлый	—	—	200	40	20	
			г	Средний	Светлый	—	—	200	40	20	
				Большой	«	Средний	«	Средний			
				«	Средний	«	Средний				
				«	Средний	«	Средний				
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200	40	20	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		—	—	200	40	20	

Продолжение таблицы I

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения	Р	К _п , %
						всего	в т.ч. от общего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Общее наблюдение за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении периодическое при периодическом пребывании людей в помещении общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	«	—	—	200	40	20	
			б	«	—	—	75	—	—	
			в	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном	—	—	50	—	—	
			г	То же	—	—	20	—	—	

Примечания

1 Для подразряда норм от Ia до IIIв может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в гр. 7—11.

2 Освещенность следует принимать с учетом пп. 1.4.9 и 1.4.10

3 Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с приложением Б СНиП 23-05-95. Для протяженных объектов различения эквивалентный размер выбирается по приложению В СНиП 23-05-95.

4 Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещенности:

а) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;

б) то же, общего освещения для разрядов I-V, VII;

в) на две ступени при системе общего освещения для разрядов VI и VIII.

5 Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в».

6 Показатель ослепленности регламентируется в гр. 10 только для общего освещения (при любой системе освещения).

7 Коэффициент пульсации К_п указан в гр. 10 для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения. К_п от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20 %.

8 Предусматривать систему общего освещения для разрядов I-III, IVa, IVб, IVв, Va допускается только при технической невозможности или экономической нецелесообразности применения системы комбинированного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации

Таблица II. Гигиенические требования к искусственному освещению жилых, общественных, административных зданий (извлечения из СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

Помещение	Рабочая поверхность	Искусственное				
		Освещенность, лк *)			Коэффициент пульсации, К _п , % не более	Показатель дискомфорта, М, не более
		При комбинированном освещении		При общем освещении		
		Всего	От общего			
1	2	3	4	5	6	7
1. Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г-0,8	400	200	300	15	40
2. Проектные залы, конструкторские чертежные бюро	Г-0,8	600	400	500	10	40
3. Читальные залы	Г-0,8	500	300	400	15	40
4. Читательские каталоги	В-1	—	—	200	20	60
5. помещения для ксерокопирования	Г-0,8	—	—	300	15	40
6. Конференц-залы, залы заседаний	Г-0,8	—	—	200	20	60
7. Аналитические лаборатории	Г-0,8	600	400	500	10	40
8. Препараторские лаборатории органической и неорганической химии	Г-0,8	500	300	400	10	40
9. Учебные кабинеты, аудитории ВУЗов	Г-0,8	—	—	400	10	40

Продолжение таблицы II.

Помещение	Рабочая поверхность	Искусственное					
		Освещенность, лк *)			При общем освещении	Коэффициент пульсации, К _п , % не более	Показатель дискомфорта, М, не более
		При комбинированном освещении		При общем освещении			
		Всего	От общего				
1	2	3	4	5	6	7	
10. Помещения перерасчета денег, операционный зал, кассовый зал банка	Г-0,8	500	300	40	10	15	
11. Инкассаторная, помещение отдела инкассации	Г-0,8	—	—	300	15	40	
12. Помещения для работы с дисплеями, ВДТ, залы ЭВМ	Г-0,8 Экран	500 —	300 —	400 200	10 —	15 —	
13. Биллиардная	Г-0,8	—	—	300	15	40	
14. Фойе театров, кинотеатров, клубов	Г-0,8	—	—	150	—	50	
15. Переплетно-брошюровочное помещение	Г-0,8	—	—	300	15	40	

*) нормируемые значения освещенности (лк) приведены для газоразрядных ламп. При использовании ламп накаливания допускается снижать нормируемую освещенность на одну ступень шкалы освещенности.

Таблица III. Характеристика ламп

Тип ламп	Номер выключателя на лицевой панели макета	Номинальная мощность, W, Вт	Номинальный световой поток, F, лм
Лампа накаливания:			
Вакуумная	6	60	730
Криптоновая	5	60	800
Галогенная (Германия)	7	50	1760
Лампа люминесцентная:			
КЛ9	1-3	9	600 (465*)
СКЛЭН	4	11	600

* после минимальной продолжительности горения 2000 часов.

Таблица IV. Коэффициент отражения поверхностей

Цвет поверхности	Коэффициент отражения, %
Белый: – побелка	60-70
– окраска (матовая)	75
– политура	84
Бежевый	70
Желто-белый	50
Светло-голубой	53
Светло-зеленый	42
Серый	30-40
Темно-серый	20
Грязно-серый	10-15
Синий	22
Коричневый	23
Дерево неокрашенное	30

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	3
2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ	9
3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	14
4. ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ	18
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	24

Главный редактор
Редактор
Компьютерная верстка

Лицензия на издательскую деятельность ЛР № от

Подписано в печать .Формат 60×84 1/16
Бумага писчая. Офсетная печать. Усл. печ. 1,9.
Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ

Издательство Тихоокеанского государственного университета.
680035. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства Тихоокеанского государственного университета.
680035. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

© Издательство Хабаровского
тихоокеанского университета, 2006