

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»

# **ОХРАНА ТРУДА**

Методические рекомендации  
по выполнению лабораторной работы  
для студентов инженерных специальностей

Барановичи  
БарГУ  
2018

УДК 331.45 (076.5) (075.8)

ББК 65.247973

О-92

Разработал  
П. П. Дегтеров

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой механизации и энергообеспечения  
производства учреждения образования «Барановичский государственный университет»

*А. К. Гавриленя;*

кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и автоматизации производства  
учреждения образования «Барановичский государственный университет» *В. Ф. Барышич*

**О-92** **Охрана труда** : метод. рекомендации по выполнению лаб. работы для студентов инженер. специальностей / сост. П. П. Дегтеров ; М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т. — Барановичи : БарГУ, 2018. — 36 с. — 35 экз. ISBN 978-985-498-804-7.

Изложены общие сведения о действии на организм человека естественного и искусственного освещения, количественные и качественные показатели освещения, нормирование освещенности при разных системах освещения, приборы для контроля освещенности, зависимость освещенности от конкретных факторов.

Адресовано студентам инженерного факультета БарГУ.

УДК 331.45 (076.5) (075.8)

ББК 65.247973

0+

*Учебное издание*

## **ОХРАНА ТРУДА**

Методические рекомендации  
по выполнению лабораторной работы  
для студентов инженерных специальностей

Разработал  
**Дегтеров** Петр Павлович

Ответственный за выпуск С. А. Березнюк  
Технический редактор Е. И. Березич  
Компьютерная верстка С. М. Глушак  
Корректор Н. Н. Колодко

Подписано в печать 23.05.2018. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага ксероксная.

Отпечатано на копировально-множительной технике. Усл. печ. л. 1,90.

Уч.-изд. л. 1,20. Тираж 35 экз. Заказ 234.

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий от 2017 г. № 1/424 от 09. 09. 2016

Ул. Войкова, 21, 21225404, г. Барановичи. Тел. 8 (0163) 45 46 28, e-mail: rio@barsu.by

ISBN 978-985-498-804-7

© БарГУ, 2018

## ***ПРЕДИСЛОВИЕ***

Освещенность на рабочих местах должна соответствовать требованиям, указанным в нормативном документе ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение».

Отклонение от нормативных значений при проектировании и производстве может стать причиной различных заболеваний органов зрения, случаев производственного травматизма.

Будущий специалист структурного подразделения на производстве должен обладать необходимыми теоретическими знаниями и практическими навыками по обеспечению здоровых и безопасных условий труда.

С этой целью разработаны методические рекомендации для выполнения лабораторной работы «Исследование освещенности на рабочих местах».

Репозиторий БарГУ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

**Цели работы:** освоение методик измерения освещенности; приобретение практических навыков в оценке естественного и искусственного освещения.

### **Ход работы:**

1. Внимательно изучить теоретические сведения.
2. Ознакомиться с основными терминами и понятиями.
3. Выполнить практическую часть и ответить на контрольные вопросы.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Свет обеспечивает связь организма с внешней средой, обладает высоким биологическим и тонизирующим действием. Зрение — главный «информатор» человека: около 90% всей информации о внешнем мире поступает в наш мозг через глаза.

Рациональное освещение является одним из существенных показателей условий труда, охраны здоровья человека. При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаза снижается, могут появиться головные боли, резь в глазах, близорукость, катаракта, поэтому немаловажное значение должно придаваться созданию хорошей освещенности рабочего места.

Производственное освещение, правильно спроектированное и выполненное, улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работника, повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

### **Количественные и качественные показатели освещения**

Часть электромагнитного спектра с длинами волн 340 000...10 нм называется оптической областью спектра, которая делится на инфракрасное излучение с длинами волн 340 000...770 нм, видимое

излучение — 770...380 нм, ультрафиолетовое излучение — 380...10 нм. В пределах видимой части спектра излучения различной длины волны вызывают различные световые и цветовые ощущения: от фиолетового ( $\chi = 400$  нм) до красного ( $\chi = 750$  нм) цветов. Чувствительность зрения максимальна к излучению с длиной волны 555 нм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Совершенство производственного освещения характеризуется количественными и качественными показателями. К *количественным* показателям относятся: световой поток, сила света, яркость, освещенность, коэффициент отражения, а к *качественным* — фон, контраст объекта с фоном, видимость, показатель ослепленности, коэффициент пульсации освещенности, показатель дискомфорта.

Основной величиной, характеризующей искусственное освещение, является *световой поток*  $\Phi$ , определяемый как мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению человеческого глаза. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток в 1 лм излучает платиновый излучатель площадью 0,5305 мм<sup>2</sup> в момент затвердевания платины, т. е. при 2 042 К.

*Сила света*  $I$  — это величина пространственной плотности светового потока, которая определяется как отношение светового потока  $d\Phi$ , исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла  $d\Omega$ , к величине этого угла:  $I = d\Phi/d\Omega$ .

За единицу силы света принята кандела (кд). Одна кандела — сила света, испускаемого с поверхности площадью 1/6 000 000 м<sup>2</sup> полного излучателя (государственный световой эталон) в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания платины (2 046,65 К) при давлении 101 325 Па. Сила света в одну канделу обеспечивается световым потоком в один люмен, заключенном в единичном угле в один стерадиан.

*Освещенность*  $E$  — плотность светового потока  $d\Phi$  на освещаемой поверхности:  $dS : E = d\Phi/dS$ .

За единицу освещенности принят люкс (лк). Люкс — освещенность поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> при световом потоке падающего на него излучения, равном 1 лм.

*Яркость*  $L$  элемента поверхности измеряется в кд/м<sup>2</sup>. Кандела на квадратный метр — это яркость равномерно светящейся плоской поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> в перпендикулярном к ней направлении

при силе света 1 кд. Определяющее уравнение для яркости света:  $L = I/S \cdot \cos \varphi$ , где  $\varphi$  — угол, образованный направлением светового потока с нормалью к площадке светящейся поверхности.

*Коэффициент отражения  $r$*  характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток. Определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока  $\Phi_{\text{отр}}$  к падающему на нее световому потоку  $\Phi_{\text{пад}}$ .

*Показатель дискомфорта  $M$*  — критерий оценки дискомфорта и блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркости в поле зрения:  $M = L_c \Omega^{0,5} / \varphi_0 L_{\text{ад}}^{0,5}$ , где  $L_c$  — яркость блеского источника, кд / м<sup>2</sup>;  $\Omega$  — угловой размер блеского источника, стер;  $\varphi_0$  — индекс позиции блеского источника относительно линии зрения;  $L_{\text{ад}}$  — яркость адаптации, кд / м<sup>2</sup>.

*Показатель ослепленности  $P$*  — критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением  $P = (S - 1) \cdot 1000$ , где  $S$  — коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

*Коэффициент пульсации освещенности  $K_{\text{п}}$*  — критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока газоразрядных ламп при питании их переменным током, определяемый по формуле  $K_{\text{п}} = \left( (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) / 2E_{\text{cp}} \right) \cdot 100\%$ , где  $E_{\text{max}}$  и  $E_{\text{min}}$  — максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания соответственно, лк;  $E_{\text{cp}}$  — среднее значение освещенности за этот же период, лк [2].

## **Виды и системы освещения и их характеристика**

В зависимости от источника света производственное освещение может быть естественным, искусственным и совмещенным (ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение», утвержденный приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 14.10.2009 № 338). Настоящий технический кодекс установившейся практики распространяется на естественное

и искусственное освещение помещений вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения, мест производства работ вне зданий, площадок промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожных путей, площадок предприятий, наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов и устанавливает строительные нормы их проектирования. Проектирование устройств местного освещения, поставляемых комплектно со станками, машинами и производственной мебелью, следует также осуществлять в соответствии с настоящими нормами.

На основе технического кодекса могут разрабатываться отраслевые нормы освещения, учитывающие специфические особенности технологических процессов и строительных решений зданий и сооружений.

**Естественное освещение** — это освещение помещений дневным светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. По конструктивному исполнению подразделяется на *боковое* (одно- и двухстороннее — через проемы в наружных стенах), *верхнее* (через светоаэрационные фонари, световые проемы в перекрытиях, а также через проемы в местах перепада высот здания) и *комбинированное* (представляет собой сочетание верхнего и бокового освещения). Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены строительными нормами на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений.

**Искусственное освещение** по функциональному назначению подразделяется на *рабочее, аварийное, охранное и дежурное*. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности (предусматривается, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов могут вызвать взрыв, пожар, отравление людей, травму или гибель; длительное нарушение технологического процесса; нарушение работы таких объектов, как электрические станции, диспетчерские пункты, установки вентиляции для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ) и эвакуационное (предназначено для безопасной эвакуации людей). При искусственном освещении по месту расположения светильников используются две системы: *общая* и *комбинированная*. При *общем* освещении светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное) или группируются

с учетом расположения оборудования (общее локализованное). Система *комбинированного* освещения включает общее и местное освещение. Применение одного местного освещения (без общего) внутри помещений не допускается.

*Рабочее освещение* следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон. При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

*Освещение безопасности* должно создавать на рабочих поверхностях в общественных зданиях, производственных помещениях и на территориях предприятий, требующих обслуживания при отключении рабочего освещения, наименьшую освещенность в размере 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения от общего освещения, но не менее 2 лк внутри зданий и не менее 1 лк для территорий предприятий. При этом создавать наименьшую освещенность внутри зданий более 30 лк при разрядных лампах и более 10 лк при лампах накаливания допускается только при наличии соответствующих обоснований (например, для безопасного продолжения работ).

*Эвакуационное освещение* должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов (или на земле) и на ступенях лестниц: в помещениях — 0,5 лк, на открытых территориях — 0,2 лк. Неравномерность эвакуационного освещения (отношение максимальной освещенности к минимальной) по оси эвакуационных проходов должна быть не более 40 : 1.

Светильники освещения безопасности в помещениях могут использоваться для эвакуационного освещения.

Для аварийного освещения (освещения безопасности и эвакуационного) следует применять лампы накаливания; люминесцентные лампы — в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее +10°C и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90% номинального; разрядные лампы высокого давления — при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения питающего напряжения, так и в холодном состоянии. Светильники аварийного освещения допускается предусматривать горящими, включаемыми

одновременно с осветительными приборами общего освещения, и не горящими, автоматически включаемыми при прекращении питания общего освещения. Светильники аварийного освещения должны отличаться от светильников рабочего освещения (например, нанесением буквы «А» красного цвета).

*Охранное освещение* (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время. Освещенность должна быть не менее 0,5 лк на уровне земли в горизонтальной плоскости или на уровне 0,5 м от земли на одной стороне вертикальной плоскости, перпендикулярной к линии границы. Для охранного освещения могут использоваться любые источники света, за исключением случаев, когда охранное освещение нормально не горит и автоматически включается от действия охранной сигнализации или других технических средств. В таких случаях должны применяться лампы накаливания.

При *совмещенном освещении* недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным. Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать: для производственных помещений, в которых выполняются работы I—III разрядов; для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение коэффициента естественной освещенности (далее — КЕО) (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.); в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности.

Совмещенное освещение помещений жилых и общественных зданий, административных и бытовых зданий предприятий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных решений. В учебных и учебно-производственных помещениях школ, учреждениях среднего специального и высшего образования следует предусматривать совмещенное освещение при глубине их более 6 м. Исключением являются жилые комнаты домов, общежитий, гостиные и номера гостиниц, спальные помещения санаториев и домов отдыха, групповые и игровые комнаты дошкольных учреждений, палаты лечебно-профилактических учреждений.

Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение производственных помещений, предназначенных для постоянного пребывания людей, должно обеспечиваться разрядными источниками света.

Выбор источников света следует производить в соответствии с приложением Е ТКП 45-2.04-153-2009. Применение ламп накаливания допускается в отдельных случаях, когда по условиям технологии, среды или требований оформления интерьера использование разрядных источников света невозможно или нецелесообразно [2].

### **Основные требования к производственному освещению**

Основная задача освещения на производстве — создание наилучших зрительных условий труда, которую возможно решить только с помощью осветительной системы, отвечающей следующим требованиям.

*Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими параметрами: объектом различения, фоном и контрастом объекта с фоном.* Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности почти не дает эффекта, поэтому необходимо улучшить качественные характеристики освещения.

*Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.* Если в поле зрения находятся поверхности, значительно отличающиеся между собой по яркости, то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден перестраиваться, что ведет к утомлению зрения. Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механосборочных) осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

*На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени.* Наличие резких теней создает неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомляемость.

*В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость.* Блескость — повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов. Прямая блескость связана с источниками света, отраженная возникает на поверхности с большим коэффициентом отражения или отражением по направлению к глазу. Ослепленность приводит к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Прямую блескость ограничивают уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников. Отраженную блескость ослабляют правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности.

*Величина освещенности должна быть постоянной во времени.* Колебания освещенности, вызванные резким изменением напряжения в сети, имеют большую амплитуду, каждый раз вызывая переадаптацию глаза, значительное утомление. Пульсация освещенности связана также с особенностью работы газоразрядных ламп.

*Необходимо выбирать оптимальную направленность светового потока,* что позволяет, в одних случаях, рассмотреть внутренние поверхности деталей, в других — различить рельефность элементов рабочей поверхности. Наибольшая видимость достигается при падении света на рабочую поверхность под углом  $60^\circ$  к её нормали, а наихудшая — при  $0^\circ$ .

*Следует выбирать необходимый спектральный состав света.* Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях — для усиления цветовых контрастов.

Все элементы осветительных установок должны быть достаточно долговечными, удобными и простыми в эксплуатации, электробезопасными, пожаробезопасными, не являться источником шума и тепловыделений, отвечать требованиям эстетики [2].

## **Нормирование освещения**

При выборе требуемого минимального уровня освещенности рабочего места необходимо установить разряд (характер) выполняемой зрительной работы. Его определяют по наименьшему размеру объекта различения (мм). Объект различения — это рассматри-

ваемый предмет, отдельная его часть или дефект. В соответствии с ТКП 45-2.04-153-2009, все зрительные работы, проводимые в производственных помещениях, делятся на восемь разрядов (табл. 1) [2; 3].

### **Нормирование естественного освещения**

Непостоянство естественного света вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя — КЕО, т. е. отношения естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения  $E_{\text{вн}}$  светом неба (непосредственным и после отражений от внутренних поверхностей помещения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:  $\text{КЕО} (e) = (E_{\text{вн}} / E_{\text{нар}}) \cdot 100$ .

Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным освещением не должна превышать 3 : 1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза должно быть не менее нормированного значения при боковом освещении для работ соответствующих разрядов.

Т а б л и ц а 1 — Нормы проектирования естественного и искусственного освещения ТКП 45-2.04-153-2009

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	Р	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
Наивысшей точности	менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5 000	500	—	20	10	—	—	6,0	2,0
						4 500	500	—	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Темный	4 000	400	1 250	20	10				
						3 500	400	1 000	10	10				
			в	Малый Средний	Светлый Средний	2 500	300	750	20	10				
						2 000	200	600	10	10				
			г	Средний Большой	Светлый Светлый	1 500	200	400	20	10				
						1 500	200	300	10	10				

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	Р	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении
						всего	в том числе от общего							
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30 включительно	II	а	Малый	Темный	4 000	400	—	20	10	—	—	4,2	1,5
						3 500	400	—	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Темный	3 000	300	750	20	10				
						2 500	300	600	10	10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2 000	200	500	20	10				
						1 500	200	400	10	10				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1 000	200	300	20	10				
						750	200	200	10	10				

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	P	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
Высокой точности	от 0,30 до 0,50 включительно	III	а	Малый	Темный	2 000	200	500	40	15	—	—	3,0	1,2
					Средний	1 500	200	400	20	15				
				Средний	Средний	1 000	200	300	40	15				
					Темный	750	200	200	20	15				
Большой	Светлый	750	200	300	40	15								
	Средний	600	200	200	20	15								
Большой	Средний	400	200	200	40	15								
	Большой	Средний												

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	P	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
Средней точности	от 0,50 до 1,0 включительно	IV	a	Малый	Темный	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	—	—	—	40	20				

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	P	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
Малой точности	свыше 1 до 5 включительно	V	a	Малый	Темный	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малый Средний	Средний Темный	—	—	200	40	20				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	—	—	200	40	20				
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	—	—	200	40	20				

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение			Естественное освещение	Совмещенное освещение			
						Освещенность, лк		При системе общего освещения	Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, еН, %		
						При системе комбинированного освещения			P	КП, %			
						всего	в том числе от общего	при верхнем или комбинированном освещении			при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Грубая (очень малой точности)	более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объектов 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

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	P	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
Общие наблюдения за ходом производственного процесса: постоянное периодическое при постоянном пребывании людей в помещении	VIII	a	Независимо от характеристик фона и контраста объектов с фоном	—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6		
		b	То же	—	—	—	—	—	1	0,3	0,7	0,2		
		b	То же	—	—	—	—	—	0,7	0,2	0,5	0,2		

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подряд зрительной работы	Контраст объекта различения 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	P	КП, %	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего							
периодическое при периодическом пребывании людей в помещении														
Общие наблюдения за инженерными коммуникациями	г	То же			—	—	—	—	0,3	0,1	0,2	0,1		

Т а б л и ц а 2 — Значения коэффициента светового климата [1]

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, $m$	
		Брестская область Гомельская область	Остальная территория Республики Беларусь
В наружных стенах зданий	С	0,9	1
	СВ, СЗ	0,9	1
	З, В	0,9	1
	ЮВ, ЮЗ	0,85	1
	Ю	0,85	0,95
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С-Ю	0,9	1
	СВ-ЮЗ ЮВ-СЗ	0,9	1
	В-З	0,85	1
В фонарях типа «Шед»	С	0,9	1
В зенитных фонарях	—	1	1
<i>Примечание.</i> С — северная, СВ — северо-восточная, СЗ — северо-западная, В — восточная, З — западная, Ю — южная, ЮЗ — юго-западная, С-Ю — север—юг, В-З — восток—запад,			

Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением, для производственных помещений, в которых выполняются зрительные работы VII и VIII разрядов, при верхнем и боковом освещении вспомогательных помещений и помещений общественных зданий, в которых выполняются зрительные работы разрядов Г и Д.

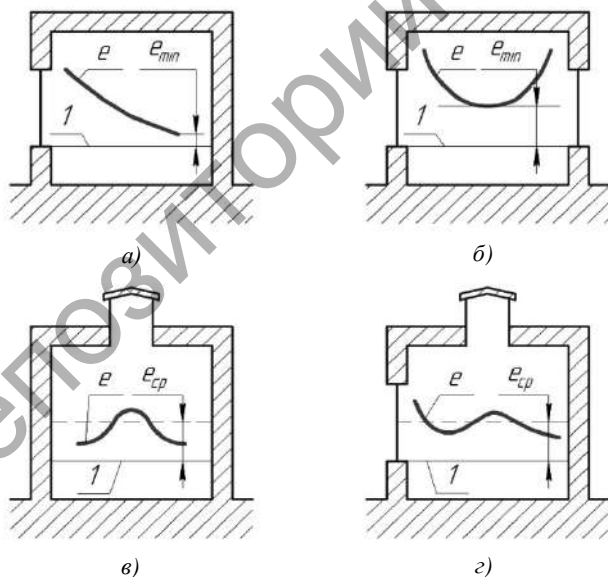
Для зданий, расположенных в различных районах местности, нормированные значения КЕО( $e_N$ ) определяют по формуле  $e_N = e_H m$ , где  $e_N$  — значения КЕО, приведенные в таблице 1;  $m$  — коэффициент светового климата (табл. 2). Полученные значения  $e_N$  следует округлять до десятых долей.

В производственных помещениях глубиной до 6,0 м при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,0 м от стены или линии заглубления зоны, наиболее удаленной от световых проемов.

В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6,0 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 м высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ I—IV разрядов;
- на 2,0 м высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ V—VII разрядов;
- на 3,0 м высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ VIII разряда.

При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение КЕО в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или плоскости пола). Первая и последняя точки принимаются на расстоянии 1,0 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.



*a* — одностороннее боковое освещение; *б* — двухстороннее боковое освещение; *в* — верхнее освещение; *г* — комбинированное освещение; *1* — уровень рабочей плоскости

Рисунок 1 — Схема распределения КЕО по разрезу помещения

Допускается деление помещений на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производится независимо друг от друга.

Характерный разрез помещения (рис. 1) — 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.

Условная рабочая поверхность — условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола [1].

### Нормирование искусственного освещения

В соответствии с ТКП 45-2.04-153-2009 искусственное освещение оценивается непосредственно по освещенности рабочей поверхности ( $E$ , лк). Рабочей считается поверхность, на которой производится работа и нормируется или измеряется освещенность. При выборе нормы освещенности кроме характера (разряда) зрительной работы необходимо также учесть контраст объекта различения с фоном и характеристику фона, на котором рассматривается этот объект, т. е. определить подразряд зрительной работы (а, б, в или г).

При расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м разряд зрительных работ (табл. 3) следует устанавливать с учетом углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения  $d$  к расстоянию от этого объекта до глаз работающего.

Т а б л и ц а 3 — Определение разряда зрительных работ при расстоянии от объекта различения до глаз работающего более 0,5 м [1]

Пределы отношения $d / l$	Разряд зрительной работы
Менее $0,3 \times 10^{-3}$	I
От $0,3 \times 10^{-3}$ до $0,6 \times 10^{-3}$ включительно	II
Св. $0,6 \times 10^{-3}$ до $1 \times 10^{-3}$ включительно	III
Св. $1 \times 10^{-3}$ до $2 \times 10^{-3}$ включительно	IV
Св. $2 \times 10^{-3}$ до $10 \times 10^{-3}$ включительно	V
Св. $10 \times 10^{-3}$	VI

При выполнении в помещениях работ I—III, IVa, IVб, IVв, Va разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения. В темное время суток использовать только местное освещение (без общего) категорически запрещено.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при разрядных лампах и более 150 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемую светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Отношение максимальной освещенности к минимальной для зрительных работ I—III разрядов при люминесцентных лампах не должно превышать 1,3; при других источниках света — 1,5; IV—VII разрядов — 1,5 и 2,0 соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк — при лампах накаливания.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Показатель ослепленности от светильников общего освещения (независимо от системы освещения) не должен превышать значений, указанных в ТКП. Показатель ослепленности не ограничивается для помещений, длина которых не превышает двойной высоты подвеса светильников над полом, а также для помещений с временным пребыванием людей и для площадок, предназначенных для прохода или обслуживания оборудования.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах. Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения [2].

### **Нормирование совмещенного освещения**

В производственных помещениях со зрительными работами I—III разрядов следует применять совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в большепролетных сборочных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях и различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО применяются для I—III разрядов зрительных работ 10, 7, 5% соответственно. При оценке и нормировании совмещенного освещения необходимо выбрать нормативную величину КЕО (табл. 4) для выполняемого разряда зрительной работы и конструктивного исполнения естественного освещения. Освещенность от системы общего искусственного освещения (при совмещенном освещении) принимается по таблице 1 для соответствующего разряда и подразряда зрительной работы с повышением на одну ступень по шкале освещенности (кроме разрядов Ib, Iv, IIb). При этом освещенность рабочей поверхности в любом случае должна составлять не менее 200 лк при разрядных лампах и 100 лк при лампах накаливания. При использовании комбинированного искусственного освещения (в системе совмещенного) нормативная освещенность от светильников общего освещения повышается на одну ступень по шкале освещенности для всех разрядов, кроме Ia, Ib, IIa.

Для производственных помещений допускается нормированные значения КЕО принимать в соответствии с таблицей 4:

а) в помещениях с боковым освещением, глубина которых по условиям технологии или выбору рациональных объемно-планировочных решений не позволяет обеспечить нормированное значение КЕО, указанное в таблице 1 для совмещенного освещения;

б) в помещениях, в которых выполняются зрительные работы I—III разрядов [3].

Т а б л и ц а 4 — Значения КЕО при совмещенном освещении

Разряд зрительных работ	Наименьшее нормированное значение КЕО $e_N$ , % при совмещенном освещении	
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
I	3,0	1,2
II	2,5	1,0
III	2,0	0,7
IV	1,5	0,5
V и VII	1,0	0,3
VI	0,7	0,2

### Электрические источники света

Источники света являются важнейшими составными частями осветительных установок промышленных предприятий. Правильный выбор типов и мощности ламп оказывает решающее влияние на эксплуатационные качества и экономическую эффективность осветительных установок, на соответствие искусственного освещения предъявляемым к нему требованиям.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 — Световая отдача источников света

Тип источника света	Световая отдача, лм / Вт, не менее при минимально допустимых индексах цветопередачи			
	≥ 80	≥ 60	≥ 45	≥ 25
Люминесцентные лампы	65	75	—	—
Компактные люминесцентные лампы	70	—	—	—
Металлогалогенные лампы	75	90	—	—
Дуговые ртутные лампы	—	—	55	—
Натриевые лампы высокого давления	—	75	—	100

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 рекомендуется использовать лампы накаливания, в том числе галогенные.

При сравнении источников света друг с другом и при их выборе пользуются следующими характеристиками: *электрическими* (номинальное напряжение в вольтах, электрическая мощность лампы в ваттах); *светотехническими* (световой поток, излучаемый лампой  $\Phi$ , в люменах); *эксплуатационными* (световая отдача лампы Ш в лм / Вт, срок службы); *конструктивными* (форма колбы лампы, форма тела накала, наличие и состав газа, заполняющего колбу лампы, давление газа).

В качестве источника света для освещения промышленных предприятий применяют газоразрядные лампы и лампы накаливания.

**Лампы накаливания** относятся к источникам света теплового излучения и пока еще являются распространенными источниками света. Это объясняется следующими их преимуществами: удобны в эксплуатации, не требуют дополнительных устройств для включения в сеть, просты в изготовлении. Однако они имеют и существенные недостатки: низкая световая отдача (7...20 лм / Вт), сравнительно малый срок службы (до 2 500 ч), в спектре преобладают желтые и красные лучи, что сильно отличает их спектральный состав от солнечного света. В осветительных установках используют лампы накаливания многих типов: вакуумные (НВ), газонаполненные биспиральные (НБ), биспиральные с криптоксеноновым наполнением (НБК), зеркальные с диффузноотражающим слоем, местного освещения и др.

В последние годы получают все большее распространение лампы накаливания с йодным циклом — галогенные лампы. Срок службы этих ламп — до 3 000 ч, световая отдача доходит до 40 лм / Вт, спектр излучения близок к естественному. Галогенные лампы (КГ) представляют собой трубку кварцевого стекла с нитью накала, размещенной по ее оси на поддерживающих крючках.

Основным преимуществом газоразрядных ламп перед лампами накаливания является большая световая отдача — 40...110 лм / Вт (натриевые — до 110, металлогалогенные — до 100, люминесцентные — до 75, ртутные — до 60, ксеноновые — до 40). Они имеют значительно больший срок службы (до 8 000...12 000 ч). От газоразрядных ламп можно получить световой поток практически в любой части спектра. Газоразрядные лампы имеют ряд существенных недостатков (пульсации светового потока, приводящие к возникновению стробоскопического эффекта; напряжение при зажигании значительно выше напряжения сети).

Самыми распространенными газоразрядными лампами являются *люминесцентные*, которые подразделяются на следующие типы: дневного света (ЛД), дневного света с улучшенной цветопередачей (ЛДЦ), холодного белого (ЛХБ), теплого белого (ЛТБ) и белого цвета (ЛБ). Лампы ДРЛ (*дуговые ртутные люминесцентные*) представляют собой ртутные лампы высокого давления с исправной цветностью. Лампа состоит из кварцевой колбы (пропускающей ультрафиолетовые лучи), которая заполнена парами ртути при давлении 0,2...0,4 МПа, с двумя электродами. *Галогенные лампы ДРИ* (дуговые ртутные с йодидами) по своей конструкции аналогичны лампам ДРЛ. Для заполнения колбы лампы применяют галогениды галлия, натрия, индия, лития и других редкоземельных элементов. *Ксеноновые лампы ДКСТ* (дуговые ксеноновые трубчатые) обладают стабилизированным разрядом и не нуждаются поэтому в балластном сопротивлении. Учитывая большую единичную мощность (5...50 кВт), чрезмерную долю ультрафиолетового излучения в спектре и высокое давление в колбе, эти лампы применяют только для освещения территорий предприятий. *Натриевые лампы ДНаТ* (дуговые натриевые трубчатые) обладают наивысшей эффективностью и удовлетворительной цветопередачей. Их применяют для освещения цехов с большой высотой.

**Энергосберегающие люминесцентные лампы.** Их отличительной особенностью является высокая световая отдача, т. е. величина светового потока, получаемого в расчете на 1 Вт мощности, потребляемой лампой. Если для ламп накаливания этот показатель составляет до 10...15 лм на 1 Вт, для галогенных — до 30, то для энергосберегающих — примерно 50...60 лм на 1 Вт. Таким образом, требуемую

освещенность можно получить, заменив, например, 100-ваттные лампы накаливания всего лишь 20-ваттными люминесцентными лампами.

Механизм работы люминесцентной лампы следующий. Стеклообразная колба заполнена смесью инертных газов и паров ртути, а ее внутренняя поверхность покрыта специальным люминофором. Под действием высокого напряжения в колбе с поверхности катода вырываются высокоскоростные электроны. Сталкиваясь с атомами ртути, они отдают часть своей энергии электронам, входящим в состав атома, и переводят их в возбужденное состояние. Оно неустойчиво: в краткий промежуток времени возбужденный электрон возвращается на стабильную орбиту, а избыток энергии выделяется в виде ультрафиолетового излучения. Люминофорное покрытие преобразует ультрафиолет в видимый свет.

Сегодня имеется большое количество разнообразных моделей компактных люминесцентных ламп (КЛЛ) разных производителей: «Космос» и «Старт» (Россия), MEGAMAN (Китай), GENERAL ELECTRIC (Венгрия), PHILIPS (Нидерланды, Польша), OSRAM (Германия). Модели различаются по яркости, потребляемой мощности, конструкции цоколя, цветовой температуре, форме колбы, энергоэффективности.

**Цветовая температура.** Свет, излучаемый лампой, может иметь разный спектр. Он определяется как спектр излучения абсолютно черного тела, нагретого до определенной температуры, и обозначается в кельвинах (К). Наиболее распространены лампы со спектром 2 700 К (мягкий белый свет), 4 200 К (дневной), 6 500 К (холодный белый).

**Форма колбы.** Имеются лампы двух-, трех-, четырехдуговые, витые, или спиралевидные, грушевидные, шарообразные, свечеобразные, цилиндрические фигурные, с зеркальным отражением и др.

**Энергоэффективность.** Все люминесцентные лампы намного экономичнее ламп накаливания. Однако они могут существенно различаться между собой по уровню потребления электроэнергии. Для КЛЛ действует европейская классификация энергоэффективности, согласно которой все лампы подразделяются на семь классов — от *A* до *G* (класс указывается на упаковке). Самый энергоэффективный — класс *A*. Если лампе присвоен данный класс, это означает, что она позволяет сэкономить до 80% электроэнергии и в результате уменьшить счет за электричество примерно в 6 раз.

**Срок службы.** У КЛЛ он составляет 6...8 тыс. ч (стандартный). У некоторых моделей продолжительность службы доходит до 12 тыс. ч (серия «Максимум», «Космос») и даже 15 тыс. ч (модели OSRAM, GENERAL ELECTRIC, PHILIPS, MEGAMAN и др.) и превышает срок службы лампы накаливания в 6...15 раз.

## ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

В последнее время для измерения освещенности  $E$  (лк) используется электрический прибор «ТКА-ПКМ» (31) (люксметр).

Конструктивно прибор выполнен в виде двух функциональных блоков: блока обработки сигналов 1 и фотометрической головки 3, соединенных между собой кабелем связи 2 (рис. 2).

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений.

На обратной стороне корпуса расположена крышка батарейного отсека.

Область применения люксметра: санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

*Основные технические характеристики люксметра.* Диапазон измерения освещенности — 10...200 000 лк. Предел допускаемой основной относительной погрешности —  $\pm 8,0\%$ . Погрешность коррекции фотометрической головки — не более  $\pm 5,0\%$ . Время непрерывной работы прибора — не менее 8,0 ч. Источник питания — батарея (типоразмер «Крона», 9В).

Масса прибора — не более 0,4 кг. Габаритные размеры прибора — не более 130 × 70 × 30 мм.

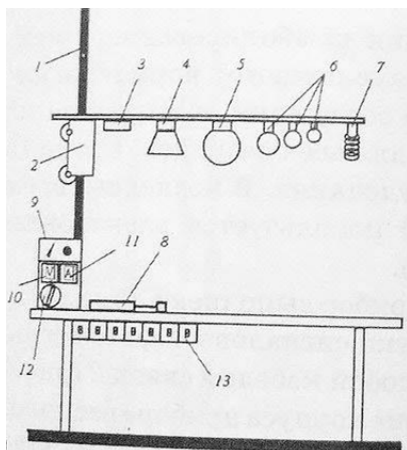


Рисунок 2 — Внешний вид люксметра «ТКА-ПКМ» (31)

### Порядок работы с прибором:

- 1) поместить прибор в зону измерений;
- 2) поворотом переключателя выбрать нужный параметр. Считать с дисплея измеренное значение;
- 3) если во время работы с прибором появится символ разряда батареи, заменить батарею на новую;
- 4) по окончании измерений выключить прибор.

Установка для включения искусственного освещения включает в себя светильник и лампы, высоту установки которых можно менять кареткой подъема и опускания, и регулятор напряжения, с помощью которого можно менять напряжение в сети (рис. 3).



1 — линейка; 2 — каретка подъема и спуска источников света; 3 — люминесцентная лампа  $2 \times 20$  Вт; 4 — светильник (глубокоизлучатель эмалированный с лампой накаливания мощностью 100 Вт); 5 — светильник (шар молочного стекла с лампой накаливания мощностью 100 Вт); 6 — лампы накаливания (100 Вт, 60 Вт, 40 Вт); 7 — энергосберегающая люминесцентная лампа (40 Вт); 8 — люксметр; 9 — пульт управления механизмом подъема и опускания; 10 — вольтметр; 11 — амперметр; 12 — регулятор напряжения; 13 — выключатели

Рисунок 3 — Схема лабораторной установки для исследований искусственного освещения

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Замерить люксметром естественную освещенность на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1, 2, 3, 4, 5 м от световых проемов при боковом освещении. Заполнить протокол (рис. 4), построить график изменения естественной освещенности в зависимости от расстояния до световых проемов  $L_{\Pi}$  (рис. 5).

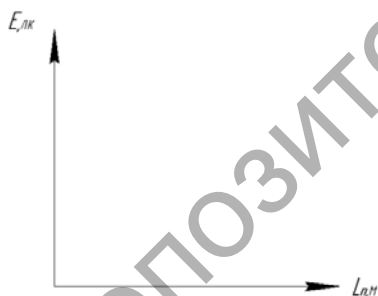
Т а б л и ц а \_\_\_ — Протокол измерений естественной освещенности в различных точках помещения

Расстояние от световых проемов $L_{\Pi}$ , м	1	2	3	4	5
Освещенность $E$ , лк					

Рисунок 4 — Образец таблицы для заполнения

2. Определить КЕО в наиболее удаленной от световых проемов точке на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности, заполнить протокол (рис. 6).

При определении КЕО необходимо замеры освещенности внутри и снаружи помещения производить одновременно двумя люксметрами и двумя наблюдателями. Замеры снаружи производить на открытом месте (например, на крыше здания), освещенном всем небосводом, затянутым облаками (рассеянным светом небосвода). Допускается прямые солнечные лучи, падающие на фотометрическую головку, перекрывать небольшими экранами. Число отсчетов освещенности — не менее десяти.



Т а б л и ц а \_\_\_ — Протокол определения КЕО

Помещение	$E_{\text{вн}}$ , лк	$E_{\text{н}}$ , лк	КЕО, %	Наименьший размер объекта различия, мм	Нормируемый КЕО, %

Рисунок 6 — Образец таблицы для заполнения

3. Руководствуясь нормами ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное освещение» и полученным значением КЕО, определить соответствие данного помещения по освещенности нормам.

4. Произвести измерения искусственной освещенности на рабочем месте для различных типов источника света на различных высотах подвески, заполнить протокол (рис. 7), построить график измерения освещенности  $E$  (рис. 8) в зависимости от высоты подвески  $H$  и вида источника света.

Т а б л и ц а \_\_\_ — Протокол измерений искусственной освещенности для различных типов источников света на различных высотах подвески

Источник	Тип источника света	Высота подвески $H$ , м		
1	Лампа накаливания мощностью 40 Вт			
2	Лампа накаливания мощностью 60 Вт			
3	Две лампы накаливания мощностью 60 и 40 Вт			
4	Лампа накаливания мощностью 100 Вт			
5	Светильник (шар молочного стекла с лампой накаливания мощностью 100 Вт)			
6	Светильник (глубокоизлучатель эмалированный с лампой накаливания мощностью 100 Вт)			
7	Светильник (люминесцентные лампы (2 × 20 Вт))			
8	Энергосберегающая люминесцентная лампа (40 Вт)			

Рисунок 7 — Образец таблицы для заполнения

5. Сделать выводы по результатам измерений с предложением мероприятий по нормализации параметров.

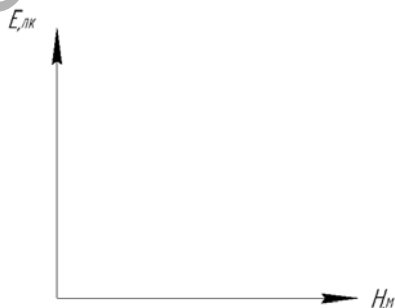


Рисунок 8 — График изменения освещенности в зависимости от высоты подвески и типа источника света

## **Выводы**

Выводы самостоятельно излагаются студентом.

### **Контрольные вопросы**

1. Как измеряется естественное освещение?
2. Как измеряется искусственное освещение?
3. Что такое коэффициент естественной освещенности?
4. Опишите устройство люксметра и изложите правила пользования им.
5. Охарактеризуйте нормирование освещенности.
6. Перечислите виды естественного освещения.
7. Перечислите виды искусственного освещения.
8. Что такое освещенность, в каких единицах она измеряется?

## Список использованной литературы

1. Естественное и искусственное освещение : ТКП 45-2.04-153-2009. — Минск, 2009. — 104 с.

2. Лазаренков, А. М. Основы производственной санитарии / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева // Охрана труда. — 2011. — № 12. — 150 с. — (Серия «Гигиена труда»).

3. Челноков, Д. А. Охрана труда : учеб. пособие / Д. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. — Минск : Высш. шк., 2007. — 463 с.

Репозиторий БарГУ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	3
Теоретические сведения .....	4
Приборы и оборудование .....	26
Порядок выполнения работы .....	28
<i>Список использованной литературы</i> .....	31

Репозиторий БарГУ