

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ.

### Цель работы:

1. Ознакомиться с гигиенической значимостью производственного освещения.
2. Изучить методику и особенности оценки зрительных условий труда при естественном, искусственном и совмещенном освещении.
3. Оценить с точки зрения охраны труда производственное освещение в помещении лаборатории и при заданных условиях.
4. Предложить рекомендации по улучшению (нормализации) зрительных условий труда в помещении и при заданных видах работ.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Гигиеническая значимость производственного освещения

Свет является естественным условием жизнедеятельности человека, играющим важную роль в сохранении здоровья и высокой работоспособности. Он оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние, обмен веществ, центральную нервную систему, работу сердца и кровообращение.

Зрительный анализатор человека является одним из главных источников информации, получаемой им о внешнем мире.

Являясь важнейшим показателем гигиены труда, производственное освещение предназначено для следующего: улучшения условий зрительной работы и снижения утомления; повышения безопасности труда и снижения профессиональной заболеваемости; повышения производительности труда и качества продукции.

Свет представляет собой часть электромагнитного спектра видимого излучения ( $\lambda = 0,38.. 0,77$  мкм). Чувствительность глаза на разных участках видимого спектра неодинакова. В сумерках и ночное время суток она максимальна в зеленой области спектра при длине волны, равной  $\lambda = 0,47.. 0,55$  мкм, а днём - при  $\lambda =$

0,55.0,59 мкм в жёлтой области спектра.

В зависимости от источника света производственное освещение может быть трех видов:

- естественное, создаваемое солнечными лучами и диффузно-рассеянным светом небесного свода, поступающим в помещение через светопроемы (окна или фонари);
- искусственное, создаваемое внутри производственного помещения осветительными установками, в которых применяются электрические источники света (лампы накаливания или газоразрядные лампы);
- совмещенное, когда естественное освещение дополняется искусственным.

В спектре солнечного света значительно больше необходимых для человека ультрафиолетовых лучей; для него характерна высокая диффузность (рассеянность), весьма благоприятная для зрительных условий работы. Естественное освещение обеспечивает хороший зрительный контакт с внешней средой, устраняет монотонность световой обстановки в помещениях, вызывающую преждевременное утомление нервной системы.

Учитывая высокую биологическую и гигиеническую ценность и положительное психофизиологическое воздействие естественного освещения, на практике стремятся к максимально возможному его использованию при проектировании производственного освещения. Поэтому помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

По конструктивным особенностям естественное освещение может быть: боковым, когда свет проникает в помещение через световые проемы в наружных стенах (окна); верхним - через верхние световые проемы (фонари); комбинированным - при сочетании бокового и верхнего освещения.

В зависимости от сложности и характера зрительных работ искусственное освещение может быть в виде системы общего или комбинированного освещения.

Общее искусственное освещение применяется для помещений, в которых выполняется зрительная работа невысокой точности, в административных и вспомогательных помещениях. Общее искусственное освещение может выполняться равномерно или локализовано размещенными светильниками.

Локализованное размещение светильников используется для освещения вертикально расположенных рабочих поверхностей и при наличии оборудования, установленного в линии с рядами однотипно расположенных рабочих мест (конвейеров, конвейерных поточных сборок, узлов и механизмов).

Комбинированное искусственное освещение состоит из общего и местного, которое создается местными светильниками, обеспечивающими направленность светового потока на объект зрительной работы и высокий уровень освещенности рабочего места. Применение на производстве одного местного освещения запрещено.

Систему комбинированного освещения применяют при выполнении точных и особо точных работ, при необходимости различения объемных объектов наблюдения, для создания на них благоприятного микрораспределения яркости при работах с блестящими поверхностями, когда устройство местного освещения позволяет снизить или исключить отраженную блеклость. Такая система является обычно более эффективной по энергетическим и материальным затратам.

## **1.2. Гигиеническая оценка производственного освещения**

Гигиеническая оценка зрительных условий труда заключается в сравнении измеренных значений нормируемых количественных характеристик естественного, искусственного и совмещенного освещения в контрольных точках рабочего помещения на уровне рабочей поверхности с гигиеническими нормами, установленными нормативным документом.

Нормируемой количественной характеристикой естественного освещения является коэффициент естественной освещенности (КЕО или  $e$ ), поскольку его уровень может резко меняться в течение короткого времени.

Коэффициент естественной освещенности представляет собой отношение естественной освещенности в контрольной точке внутри помещения ( $E_{в}$ ), которая выбирается в зависимости от конструктивного исполнения естественного освещения, к одновременно измеренному значению наружной горизонтальной освещенности ( $E_{н}$ ), создаваемой светом полного открытого небосвода.

КЕО показывает, какую часть наружной освещенности составляет освещенность в определенной точке внутри помещения:

$$KEO(e) = \frac{E_{в}}{E_{н}} \cdot 100\%.$$

Искусственное рабочее освещение общее (равномерное и локализованное) и комбинированное оценивается величиной освещенности ( $E$ , лк).

Совмещенное освещение оценивается коэффициентом естественной освещенности при отключении источников искусственного света.

Нормированное значение естественного освещения ( $e_{н}$ ) устанавливается в зависимости от следующих данных:

- характеристики зрительной работы (наименьшего размера объекта различения, т.е. разряда зрительной работы);
- конструктивного исполнения (верхнее, или верхнее и боковое, или только боковое).

Нормированное значение искусственного производственного освещения ( $E_{н}$ ) устанавливается в зависимости от следующих данных:

- характеристики зрительной работы - наименьшего размера объекта различения (разряда и подразряда зрительной работы);
- светлости фона (поверхности, прилегающей непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается);
- величины контраста объекта с фоном.

Светлость фона характеризуется коэффициентом отражения ( $\rho$ ), равным

отношению светового потока, отраженного от поверхности ( $F_o$ ), к световому потоку, падающему на поверхность ( $F$ ):

$$\rho = \frac{F_o}{F}$$

Фон принято считать светлым при  $\rho > 0,4$ , средним при  $0,2 < \rho < 0,4$  и темным при  $\rho < 0,2$ . Контраст объекта с фоном ( $K$ ) определяется различием между их яркостями ( $B$ ) или коэффициентами отражения ( $\rho$ ):

$$K = \frac{(B_o - B_\phi)}{B_\phi}, \quad K = \frac{(\rho_o - \rho_\phi)}{\rho_\phi}$$

где  $B_o$  и  $B_\phi$  - соответственно яркости объекта и фона;

$\rho_o$  и  $\rho_\phi$  — соответственно коэффициенты отражения объекта и фона.

Контраст считается большим при  $K > 0,5$ , средним - при  $0,2 < K < 0,5$  и малым - при  $K < 0,2$ .

Гигиенические нормы естественного, совмещенного и искусственного освещения представлены соответственно в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Гигиенические нормы естественного и совмещенного освещения

КЕО, %	Разряд зрительной работы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
При боковом естественном освещении	3,5	2,5	2,0	1,5	1	1	1	1
При естественном и искусственном освещении (совмещенном)	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6

Таблица 1.2

Нормативные значения освещенности для искусственного  
производственного освещения

Показатель зрительных работ $E_n$ , лк		Разряд зрительной работы							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
При общем освещении и подзареде зрительных работ	а	1500	1250	400	300	300			
	б	1000	600	200	200	200			
	в	600	400	200	200	200	200	200	200
	г	300	200	200	200	200			
При комбинированном освещении и подразряде зрительных работ	а	4500	3500	1500	750	400			
	б	3500	2500	750	500				
	в	2000	1500	600	400				
	г	1250	750	400	—				

В табл. 1.3 и 1.4 соответственно представлены разряды работ в зависимости от наименьшего размера объекта различения ( $d$ ) и подразряды зрительных работ в зависимости от светлости фона ( $p$ ) и величины контраста объекта с фоном ( $K$ ).

Таблица 1.3

Разряды зрительных работ

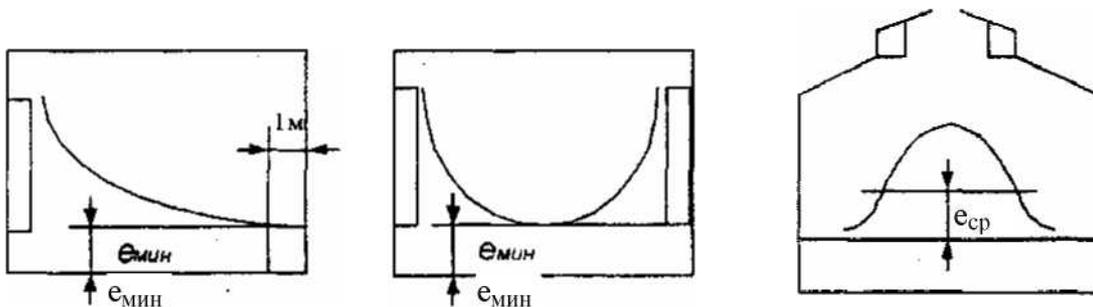
Показатель зрительных работ	Разряд зрительных работ							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Наименьший размер объекта различения $d$ , мм	Менее 0,15	От 0,15 до 0,3	От 0,3 до 0,5	От 0,5 до 1,0	От 1,0 до 5,0	Более 5,0	Более 0,5	Общее наблюдение за ходом произв. процесса
Для объектов, расположенных на расстоянии более 0,5 м от глаз работающего	Менее 0,3	От 0,3 до 0,6	От 0,6 до 1,0	От 1,0 до 2,0	От 2,0 до 10	Более 10		

Таблица 1.4  
Подразряды зрительных работ

Фон	Контраст		
	малый $K < 0,2$	средний $K = 0,2... 0,5$	большой $K > 0,5$
Темный $< 0,2$	а	б	В
Средний $= 0,2... 0,4$	б	в	Г
Светлый $> 0,4$	в	г	Г

При гигиенической оценке естественного освещения оценивается (сравнивается с нормативом) минимальное значение коэффициента естественной освещенности  $e_{мин}$ , имеющее место:

- при одностороннем боковом освещении на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов (рис. 1.1, а);
- при двустороннем боковом освещении - в точке посередине помещения (рис. 1.1, б);
- при верхнем и боковом освещении - среднее значение КЕО в точках на рас-



стоянии 1 м от стен или перегородок (рис 1.1, в).

Рис. 1.1. К гигиенической оценке естественного освещения

Гигиеническая оценка искусственного освещения состоит в сравнении измеренной освещенности на рабочих местах ( $E_p$ ) с нормативным ее значением ( $E_n$ , см. табл. 1.2).

Освещенность рабочей поверхности, создаваемой светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составить 10% от нормируемой

для комбинированного освещения, при этом наибольшее и наименьшее значения освещенности от светильников общего освещения должны составлять соответственно 500 и 150 лк для газоразрядных ламп и 100 и 50 лк для ламп накаливания.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Ознакомившись с гигиенической значимостью производственного освещения и изучив методику и особенности оценки зрительных условий труда при естественном, искусственном и совмещенном освещении, оцените с точки зрения условий труда освещение в помещении лаборатории на момент выполнения лабораторной работы при выполнении здесь зрительных работ, относящихся ко второму разряду (подразряд б).

Для измерения освещенности следует использовать люксметр Ю-116, руководствуясь инструкцией по его эксплуатации (прил. 1).

Полученные в результате выполнения п. 2.1 данные занести в табл. 1.5. (ВНИМАНИЕ! фактическое значение КЕО или Е в помещении лаборатории взять произвольно или из документов по аттестации рабочих мест предприятия, где работает студент)

Таблица 1.5

Результаты измерений

Вид освещения в помещении лаборатории на момент выполнения лабораторной работы	Фактическое значение КЕО, %, или Е, лк, в контрольной точке лаборатории	Нормативное значение КЕО <sub>н</sub> или Е <sub>н</sub> для зрительных работ 2-го разряда (подразряд б)	Выводы (результат оценки)
1. Естественное, боковое			
2. Совмещенное			
3. Искусственное: а) комбинированное б) общее (локализованное или нет)			

2.2. В зависимости от вида и системы освещения в лаборатории определить

нормативные значения КЕО, %, или Е, лк, которые как минимум необходимо здесь обеспечить для зрительных работ с заданными характеристиками (табл. 1.6).

Определить достаточность освещения в лаборатории для выполнения этих работ, используя ранее полученные данные о фактических значениях КЕО или Е (см. табл. 1.5).

Результат выполнения п. 2.2 занести в табл. 1.6.

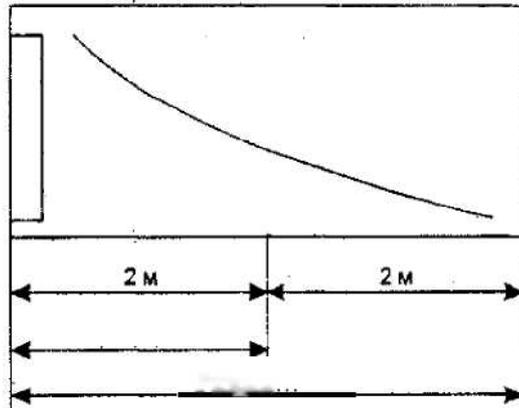
Таблица 1.6

Результаты расчетов

№ варианта	Характеристики зрительных работ, выполняемых в лаборатории	Нормативные значения КЕО, %, или Е, лк	Фактическое значение КЕО или Е в помещении лаборатории	Выводы о достаточности освещения в лаборатории
1,6,7	а) Размер объекта различения 0,5 мм б) Коэффициенты отражения $p = 0,3$ в) Контраст объекта с фоном $K = 2$			
2,8,9	а) 1,2 б) $p = 0,2$ в) $K = 0,45$			
3,10,11	а) 0,8 б) $p = 0,4$ в) $K = 0,3$			
4,12,14	а) 1,3 б) $p = 0,3$ в) $K = 0,6$			
5,13,15	а) 0,5 б) $p = 0,7$ в) $K = 0,55$			

2.3. При наличии в помещении лаборатории естественного освещения построить график зависимости КЕО от глубины помещения (рис. 1.2), на котором выделить зоны шириной 2 м для работ с большим уровнем зрительного напряжения и указать их разряды на рис. 1.2 и табл. 1.7.

Для построения графика необходимо произвести соответствующие измерения и расчеты КЕО на расстоянии 1, 2, 3 и т.д. метров от окна.



Результаты измерений и расчетов занести в табл. 1.7.

Таблица 1.7

Расстояние от окна до точки измерения, м	1	2	3	4
Освещенность в точке измерения $E_{вн}$ , лк				
Освещенность наружная $E_{вн}$ (непосредственно у окна), лк				
Разряд допустимых зрительных работ				

2.4. По проделанной работе подготовить файл ответа , в котором представить:

1. Наименование и цель работы, значение производственного освещения при выполнении условий охраны труда;

2. Описать порядок работы с люксметром.
3. Результаты экспериментальной части (табл. 1.5-1.7, рис. 1.2 с выводами), используя современные компьютерные программы ( дать ссылки)
4. Представить схемы расположения оконных проемов и расположения светильников .
5. Ответить на контрольные вопросы.

### **3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назовите системы производственного освещения и области их применения.
2. Какие показатели (количественные характеристики) используются при гигиенической оценке искусственного, естественного и совмещенного освещения?
3. Какие характеристики зрительной работы учитываются при гигиеническом нормировании искусственного освещения?
4. Какие характеристики зрительной работы учитываются при гигиеническом нормировании естественного и совмещенного освещения?
5. Что такое коэффициент естественной освещенности и как он определяется?
6. Как определить разряд и подразряд зрительной работы?
7. Какие современные приборы (1-3)используются при гигиенической оценке производственного освещения?
8. Как определить контраст объекта различения и фона зрительной работы?
9. Как осуществляется гигиеническая оценка зрительных условий труда при естественном освещении?

## ИНСТРУКЦИЯ

### по эксплуатации переносного фотоэлектрического люксметра Ю-16

Люксметр Ю-116 состоит из измерителя и отдельного фотоэлемента (ФЭ) с насадками, используемыми для ослабления падающего на ФЭ светового потока при высоких уровнях освещенности.

Измеритель имеет две шкалы: 0-100 и 0-30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0-100 точка начала находится под отметкой 20, на шкале 0—30 точка находится под отметкой 5. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение.

Насадка на ФЭ состоит из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы. Насадка помечена буквой «К», нанесенной на внутренней стороне. Эта насадка применяется не отдельно, а только совместно с одной из трех других насадок, имеющих обозначение «М», «Р», «Т». Каждая из этих насадок совместно с насадкой «К» образует поглотитель с коэффициентами ослабления соответственно 10 и 100, которые применяются для расширения диапазонов измерений.

Люксметр градуирован без насадок в диапазонах измерений 5-50 и 20-100 лк (когда измерение проводится без насадок с открытым ФЭ). При использовании поглотителя, состоящего из насадок «К» и «М», диапазоны измерений расширяются в 10 раз до 50-300 и 200-1000 лк соответственно; применение поглотителя, состоящего из насадок «К» и «Р», расширяет диапазоны измерений до 500-3000 и 2000-10 000 лк соответственно.

При подготовке прибора к измерению стрелка устанавливается на нулевое деление шкалы при отсоединенном ФЭ с помощью корректора.

Принцип отсчета значений измеряемой освещенности состоит в следующем.

Против нажатой кнопки определяется выбранное с помощью насадок (или без них) наибольшее значение диапазонов измерений. При нажатой правой кнопке,

против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратных 10, следует пользоваться для отсчета показаний шкалой 0-100. При нажатой левой кнопке, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратных 30, следует пользоваться шкалой 0-30. Показания прибора в делениях лк по соответствующей шкале умножают на коэффициент в зависимости от применяемых насадок и получают значение  $E_{изм}$  (лк).

Например, на ФЭ установлены насадки «К» и «М» ( $K = 10$ ) и нажата левая кнопка. Стрелка показывает 22 деления по шкале 0-30. Измеряемая освещенность равна  $22 \cdot 10 = 220$  лк.

Для ускорения поиска диапазона измерений рекомендуется сначала использовать насадку с большим коэффициентом ослабления, а затем переходить к насадке с меньшим ослаблением. При этом, работая с каждой насадкой, рекомендуется сначала нажимать правую, а затем левую кнопку.

Для получения правильной освещенности следует оберегать селеновый ФЭ от лишней освещенности, не соответствующей выбранным насадкам. Но при реальных условиях общего освещения в лабораторном помещении рекомендуется использовать насадки «К» и «М», а при малой освещенности измерение вести без насадок.