

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 03.02.2021 18:32:19  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



### ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ

Методические указания к проведению лабораторной работы по  
дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очной и  
заочной формы обучения всех специальностей и направлений

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, В.В. Протасов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *П.Н. Северенчук*

**Гигиеническая оценка естественной освещенности рабочих мест:** методические указания к проведению лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М.Попов, Л.В.Шульга, В.В.Протасов. Курск, 2012. 18с.: ил. 2, табл. 2. Библиогр.: с. 11.

Излагаются методические рекомендации по изучению, исследованию и измерению основных показателей естественной освещенности рабочих мест.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения всех специальностей и направлений.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *А.В.03* Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 1,04. Уч.-изд.л. 0,95. Тираж 50 экз. Заказ *454*. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель лабораторной работы: ознакомиться с гигиеническими требованиями и правилами оценки состояния естественной освещенности рабочих помещений, показателями для их оценки; освоить расчетные методы оценки освещенности; научиться определять состояние освещенности рабочих мест и её соответствие санитарным нормам.

### Общие положения

Видимая часть солнечного спектра играет важную роль в жизни человека. Дневной свет оказывает благоприятное влияние на психическое состояние человека. Под его воздействием усиливается обмен веществ в организме, осуществляется синтез некоторых витаминов, улучшаются процессы кроветворения, работа желез внутренней секреции и т.д. Режим освещенности играет существенную роль в регуляции биологических ритмов. Нерациональное освещение вызывает утомление зрительного анализатора, ухудшает координацию движений, снижает производительность труда и может привести к развитию близорукости.

Освещенность рабочих поверхностей представляет собой поверхностную плотность светового потока в данной точке. За единицу освещенности принят люкс (лк), равный освещенности, создаваемой световым потоком в 1 лм (люмен), равномерно распределенным по площади в 1 м<sup>2</sup>.

В зависимости от источника света различаются естественное, искусственное и совмещенное освещения, нормирование которых осуществляется в соответствии со СНиП - 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".

В соответствии с общепринятыми подходами к организации освещения производственных помещений естественное освещение может быть:

боковым, при котором освещение помещения естественным светом осуществляется через световые проемы в наружных стенах; верхним — естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания; комбинированным — сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Система естественного освещения (боковое, верхнее или комбинированное) выбирается с учетом следующих факторов:

назначения и принятого архитектурно-планировочного, объемно-пространственного и конструктивного решения зданий;

требований к естественному освещению помещений, учитывающих особенности технологии и характера зрительной работы;

климатических и светоклиматических особенностей места строительства;

экономичности естественного освещения.

Верхнее и комбинированное естественное освещение в основном применяется в производственных одноэтажных многопролетных зданиях, в одноэтажных общественных зданиях большой площади (крытые рынки, стадионы и т.п.), а также в зданиях с крупногабаритными технологическими объемами, в частности, производственных транспортных предприятиях, предназначенных для ввода подвижного состава.

Боковое естественное освещение применяется в многоэтажных производственных, общественных и жилых зданиях, а также в одноэтажных общественных и производственных зданиях, в которых отношение глубины помещения к высоте окон над условной рабочей поверхностью (горизонтальная поверхность, расположенная на высоте 0,8 м от пола) не превышает 8.

Естественное освещение помещений зависит от светового климата, который состоит из общих климатических условий местности, степени прозрачности атмосферы, а также отражающих способностей окружающей среды. Важное значение имеет также ориентация окон по сторонам света, определяющая инсоляционный режим помещений. В зависимости от ориентации различают три типа инсоляционного режима (табл. 1).

При западной ориентации создается смешанный инсоляционный режим. По продолжительности он соответствует умеренному, по нагреванию воздуха — максимальному инсоляционному режиму. Инсоляционный режим помещений

Таблица 1. Типы инсоляционного режима помещений

Инсоляционный режим	Ориентация по сторонам света	Время инсоляции, ч	Инсолируемая площадь пола помещений, %
Максимальный	ЮВ, ЮЗ	5-6	80
Умеренный	Ю, В	3- 5	40-50

Минимальный	СВ, СЗ	Менее 3	Менее 30
-------------	--------	---------	----------

следует учитывать при строительстве производственных, учебных и других зданий, а также при размещении производственного оборудования.

Состояние естественного освещения зависит от расстояния между зданиями, их высоты и близости зеленых насаждений. Для гигиенической оценки достаточности естественного освещения помещений служат геометрический и светотехнический методы исследований.

Существенными факторами, влияющими на интенсивность и продолжительность естественного освещения помещений, являются величина и форма расположения окон, что и учитывается в таких геометрических показателях, как световой коэффициент (СК) и коэффициент заглибления (КЗ).

Световой коэффициент — это отношение площади застекленной части окон к площади пола данного помещения. Вычисляется СК путем деления величины застекленной поверхности на площадь пола. При этом числитель дроби приводится к единице, для чего и числитель, и знаменатель делят на величину числителя.

$$СК = \frac{S_{\text{окон}}(m^2)}{S_{\text{пола}}(m^2)}$$

Световой коэффициент в детских дошкольных учреждениях должен составлять 1 : 5 — 1 : 6, в учебных помещениях — 1 : 4 — 1 : 5.

Коэффициент заглибления — это отношение расстояния от пола до верхнего края окна к глубине помещения, т.е. к расстоянию от светонесущей до противоположной стены. При вычислении КЗ и числитель, и знаменатель тоже делят на величину числителя. Коэффициент заглибления не должен превышать 2,5, что обеспечивается шириной притоки (20 — 30 см) и глубиной помещения (6 м).

$$КЗ = \frac{h \text{ (высота от пола до верхнего края окна)}(m)}{H \text{ (глубина помещения)}(m)}$$

Однако ни световой коэффициент, ни коэффициент заглубления не учитывают затемнение окон противостоящими зданиями, поэтому дополнительно определяют угол падения и угол отверстия.

Угол падения показывает, под каким углом лучи света падают на горизонтальную рабочую поверхность. Он должен быть равен не менее  $27^\circ$ . Угол падения образуется исходящими из точки измерения (рабочего места) двумя линиями, одна из которых направлена от рабочего места горизонтально в направлении к окну (BC), и линией, проведенной от рабочего места к верхнему краю окна (BA) (рис. 1).

Угол отверстия дает представление о величине видимой части небосвода, освещающего рабочее место. Он должен быть равен не менее  $5^\circ$ .

Угол отверстия — это угол между двумя линиями (рис. 1): линией, проведенной от рабочего места к верхнему краю окна (BA), и воображаемой линией, проведенной от рабочего места к верхней точке противоположного здания (BD), видимого через окно.

Оценка углов падения и отверстия должна проводиться по отношению к самым удаленным от окна рабочим местам.

При светотехническом методе оценки освещения определяют коэффициент естественной освещенности (КЕО) — это выраженное в процентах отношение величины естественной освещенности горизонтальной рабочей поверхности внутри помещения к определенной в тот же самый момент освещенности под открытым небосводом при рассеянном освещении. Освещенность определяется с помощью люксметра (люксметр Ю-116).

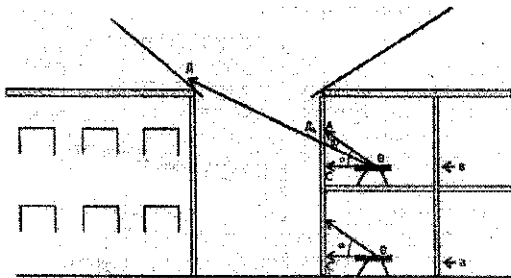


Рис. 1. Углы освещенности (угол падения —  $\alpha$ , угол отверстия  $\beta$ )

Нормируемое значение КЕО устанавливается в зависимости от разряда зрительных работ и вида освещения (Приложение 1).

Достаточность естественного освещения в помещении регламентируется: минимальным значением КЕО при системе бокового освещения; средним значением КЕО при системах верхнего и комбинированного освещения.

Для зрительных работ I-III разрядов СНиП 23-05-95 допускает устраивать только совмещенное освещение.

В России в ряде пунктов ведутся систематические измерения наружной освещенности. На основании многолетних наблюдений составлены таблицы и рисунки светового климата для разных светоклиматических районов.

### Правила проведения измерений естественной освещенности

Для измерения освещенности следует использовать люкметры с измерительными преобразователями излучения, имеющими спектральную погрешность не более 10 %, определяемую как интегральное отклонение относительной кривой спектральной чувствительности измерительного преобразователя излучения от кривой относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения  $V(\lambda)$  по ГОСТ 8.332-78.

Люкметры должны иметь свидетельства о метрологической аттестации и поверке. Аттестация люкметров проводится в соответствии с ГОСТ 8.326-89, поверка — в соответствии с ГОСТ 8.014-72 и ГОСТ 8.023-90.

Измерение КЕО проводят в помещениях, свободных от мебели и оборудования, не затеняемых озеленением и деревьями, при вымытых и исправных светопрозрачных заполнениях в светопроемах. Измерение КЕО может также производиться при наличии мебели, затенении деревьями и неисправных или невымытых светопрозрачных заполнениях, что должно быть зафиксировано при оформлении результатов измерений.

Для измерения КЕО выбирают дни со сплошной равномерной десятибалльной облачностью, покрывающей весь небосвод. В районах, расположенных южнее  $48^\circ$  с. ш., измерения КЕО допускается проводить без учета балльности в дни сплошной облачности,

покрывающей весь небосвод. Электрический свет в помещениях на период измерений выключается.

Перед измерениями выбирают и наносят контрольные точки для измерения освещенности на план помещения, сооружения или освещаемого участка.

Контрольные точки размещают на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности (или пола). Первую и последнюю точки принимают на расстоянии 1 м от поверхности наружных стен и внутренних перегородок (или оси колонн).

Число контрольных точек должно быть не менее 5. В число контрольных точек должна входить точка, в которой нормируется освещенность согласно действующим нормам.

При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности в контрольных точках внутри помещений  $E_{вн}$  и наружной освещенности  $E_{нар}$  на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (например, снаружи на кровле здания или на другом возвышенном месте). При этом фотоэлемент люксметра следует располагать не ближе 10 м от здания. Результаты измерений заносят в протокол.

Коэффициент естественной освещенности  $e$ , %, определяют по формуле

$$e = (E_{вн} / E_{нар}) \cdot 100$$

где  $E_{вн}$  - значение естественной освещенности внутри помещения, лк;

$E_{нар}$  - значение естественной освещенности вне помещения, лк.

Естественное освещение помещений соответствует норме, если в точке нормирования коэффициент естественной освещенности  $e \geq e_n$ , где  $e_n$  - нормированное значение КЕО.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### Задание 1. Исследование естественной освещенности в лаборатории

Исследование естественной освещенности в лаборатории проводится с целью определения величины КЕО в зависимости от расстояния до светового проема в наружной стене здания.

Для исключения влияния на КЕО изменения во времени наружной освещенности исследования целесообразно проводить с помощью двух люксметров. Один люксметр устанавливается снаружи здания для измерения  $E_n$ , а другой - внутри помещения для измерения  $E_{вн}$ . Одновременность измерений в каждой точке достигается по сверенным часам.

При наличии одного люксметра измерение освещенности следует проводить в следующей последовательности:

выключить искусственное освещение в помещении;

установить люксметр снаружи здания и измерить освещенность, создаваемую небосводом ( $E_n$ );

измерить освещенность внутри помещения ( $E_{вн}$ ) в нескольких точках, начиная с расстояния 1 м от внутренней стены комнаты. Результаты занести в таблицу 2;

рассчитать КЕО для каждой точки измерения.

На основании полученных значений КЕО построить график зависимости  $e = f(R)$ .

Таблица 2

Результаты исследования естественной освещенности

№ п/п	Расстояние от светового проема, м	$E_{нар}$ , лк	$E_{вн}$ , лк	КЕО, %	Разряд зрительной работы	Нормируемое значение КЕО
1						
2						
3						
...						

По СНиП 23-05-95 определить разряд работы и наименьший размер объекта различения, который приходится наблюдать студенту в ходе учебных занятий. Оценить соответствие установленных значений естественной освещенности в точках контроля предъявляемым требованиям (Приложение 2).

Сделать общий вывод о соответствии уровня естественной освещенности учебной аудитории предъявляемым гигиеническим

требованиям. В случае её несоответствия требованиям сформулировать предложения по оптимизации условий учебной деятельности.

## Задание 2. Определение расчетных показателей естественной освещенности аудитории

Определить следующие косвенные показатели естественной освещенности, сравнить полученные величины с нормативами и сделать вывод о характере освещенности в аудитории:

- световой коэффициент (СК);
- коэффициент заложения (КЗ);
- угол падения;
- угол отверстия.

Для определения светового коэффициента при помощи мерной ленты измерить площадь остекленной части всех окон (без оконных переплетов) и суммировать полученные величины ( $s$ ). Затем измерить площадь пола ( $S$ ) и рассчитать СК.

С помощью рулетки измерить расстояние от своего рабочего места горизонтально до окна и расстояние от рабочего места до верхнего края окна, т. е. определить стороны треугольника ABC (рис. 1) и с помощью таблицы натуральных значений тангенсов определить угол падения света ( $\alpha$ , или ABC).

Для определения угла отверстия на каждом рабочем месте с помощью рулетки измерить расстояния:

BC — от исследуемой точки рабочего места до окна;

ВД<sub>1</sub> — от исследуемой точки рабочего места до точки пересечения на стекле линии, мысленно проведенной от той же точки рабочего места до наивысшей точки противоположного здания;

АД<sub>1</sub> — расстояние от горизонтальной проекции исследуемой точки рабочего места на стекле до верхнего края окна.

Затем, по таблице натуральных значений тангенсов (Приложение 3), определяется угол Д<sub>1</sub>BC и рассчитывается угол отверстия АВД<sub>1</sub> ( $\beta$ ).

### Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Краткое описание методики исследований

4. Результаты экспериментальных данных и их обработку.
5. Выводы

### Контрольные вопросы

1. Какая ориентация окон является наиболее неблагоприятной для учебных помещений? Почему?
2. Какие показатели дают возможность оценить условия естественного освещения помещений в целом?
3. Какие показатели характеризуют уровень естественного освещения на рабочем месте? Дайте их определения.
4. Дайте определение светотехнического показателя естественного освещения помещения.
5. Каким прибором измеряют уровень освещения?

### Библиографический список

1. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»
2. ГОСТ 24940-96. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
3. ГОСТ 8.014-72 ГСИ. Методы и средства поверки фотоэлектрических люкметров
4. ГОСТ 8.023-90 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений
5. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений
6. ГОСТ 8.332-78 ГСИ. Световые измерения значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения
7. Глебова Е.В. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. Пособие для вузов./ Е.В.Глебова. – М.: Высш. Шк., 2005. – 383 с.
8. Занько Н.Г., Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / Н.Г.Занько, В.М.Ретнев. – М.: Изд. Центр «Академия», 2005. – 256 с.
9. Пивоваров Ю.П. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека: Учеб. Пособие для студ. Высш.

Учеб. Заведений / Ю.П.Пивоваров, В.В.Королик. – М.: Изд. Центр «Академия», 2006. – 512 с.

10. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль: Руководство. В 2-х т. / Н.Ф.Имеров, Г.А.Суворова, Н.А.Куралесин и др. Т. 1. – М.: Медицина, 1999. – 326 с.; Т. 2. – М.: Медицина, 1999. – 440 с.

11. Болыпшаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. – М.: Медицина, 2004. – 165 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Требования к освещению помещений промышленных предприятий (СниП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение		
						Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО $e_k$ , %				
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	всего			в том числе от общего	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
									$P$	$K_n$ , %					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Наивысшей точности	Менее 0,15		а	Малый	Темный	5000	500	-	20	10					
						4500	500	-	10	10					
		1	б	Малый	Средний	4000	400	1250	20	10			6,0	2,0	
					Средний	Темный	3500	400	1000	10					10
				в	Малый	Светлый	2500	300	750	20					10

				Средний	Средний													
				Большой	Темный													
Очень высокой точности	высокой	От 0,15 до 0,30	II	г	Средний	Светлый	2000	200	600	10	10							
					Большой	"	1500	200	400	20	10							
				а	Малый	Темный	Средний	Средний	1250	200	300					10	10	
							Большой	"	4000	400	-					20	10	
				б	Малый	Средний	Средний	Темный	3000	300	750					20	10	
							Средний	Темный	2500	300	600					10	10	
			в	Малый	Светлый	Средний	Средний	2000	200	500	20	10						
						Большой	Темный	1500	200	400	10	10						
			г	Средний	Светлый	Средний	Светлый	1000	200	300	20	10						
						Большой	"	750	200	200	10	10						
						III	а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15				
										1500	200	400	20	15				
			III	б	Малый	Средний	1000	200	300	40	15			3,0	1,2			
							750	200	200	20	15							
			III	в	Малый	Светлый	750	200	300	40	15							

				Средний	Средний																	
				Большой	Темный																	
Средней точности	Св. 0,5 до 1,0	IV	г	Средний	Светлый	600	200	200	20	15												
				Большой	"	400	200	200	40	15												
			а	Малый	Темный	Средний	Средний	750	200	300					40	20						
						Большой	"	500	200	200					40	20						
			б	Малый	Средний	Средний	Темный	400	200	200					40	20						
						Большой	Темный	-	-	200					40	20						
			в	Малый	Светлый	Средний	Средний	-	-	200					40	20						
						Большой	"	-	-	200					40	20						
			г	Средний	Светлый	Средний	Светлый	-	-	200					40	20						
						Большой	"	-	-	200					40	20						
						V	а	Малый	Темный	400					200	300	40	20				
										3					1	1,8	0,6					
			V	б	Малый	Средний	-	-	200	40	20											
							Средний	Темный	-	-	200					40	20					
			V	в	Малый	Светлый	-	-	200	40	20											
							Средний	Средний	-	-	200					40	20					
			V		Большой	Темный																



			г	Средний	Светлый									
				Большой	"	-	-	200	40	20				
				"	Средний									
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII		То же		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса:  постоянное  периодическое при постоянном пребывании людей в помещении  периодическое при периодическом пребывании людей в помещении  Общее наблюдение за инженерными коммуникациями		VIII	а	"		-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	"		-	-	75	-	-	1	0,3	0,7	0,2
			в	"		-	-	50	-	-	0,7	0,2	0,5	0,2
		VIII	г	Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	20	-	-	0,3	0,1	0,2	0,1

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

## Нормируемые показатели освещения основных помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий

Помещения	Плоскость (Г - горизонтальная, В - вертикальная) нормирования освещенности и КЕО, высота плоскости над полом, м	Разряд и под-разряд зрительной работы	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			Освещенность рабочих поверхностей, лк					КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %	
			при комбинированном освещении	при общем освещении	Цилиндрическая освещенность, лк	Показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности %, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории в техникумах и высших учебных заведениях	Г-0,8 на рабочих столах и партах	А-2	-	400	-	40	10	3,5	1,2	2,1	0,7
Кабинеты информатики и вычислительной техники	В-1,0 (на экране дисплея)	Б-2	-	200	-	-	-	-	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Натуральные значения тангенсов

Градусы	Тангенсы	Градусы	Тангенсы	Градусы	Тангенсы
1	0,01	16	0,287	31	0,601
2	0,035	17	0,306	32	0,625
3	0,052	18	0,325	33	0,649
4	0,070	19	0,344	34	0,675
5	0,087	20	0,364	35	0,700
6	0,105	21	0,384	36	0,727
7	0,123	22	0,404	37	0,734
8	0,141	23	0,424	38	0,781
	0,158	24	0,445	38	0,810
10	0,176	25	0,466	40	0,839
11	0,194	26	0,488	41	0,869
12	0,213	27	0,510	42	0,900
13	0,231	28	0,532	43	0,933
14	0,249	29	0,554	44	0,966
15	0,268	30	0,577	45	1,000

Тангенсом острого угла в прямоугольном треугольнике называется отношение катета этого треугольника, лежащего против угла, к катету треугольника, прилежащего к углу.