

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра химии и охраны окружающей среды

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧИХ МЕСТ**

*Методические указания  
для выполнения лабораторной работы  
студентами всех специальностей*

Иваново 2009

Составитель М.В. Торопова

УДК 628.9:331.434 (076)

**Исследование освещенности рабочих мест:** Методические указания для выполнения лабораторной работы студентами всех специальностей / Иван. гос. архит.-строит. ун-т; Сост. М.В. Торопова. – Иваново, 2009. – 16 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». Изложены основные теоретические вопросы, знание которых является необходимым для выполнения лабораторной работы, а также приведена методика аттестации рабочего места по показателю освещенности.

*Рецензент*

***Т.В. Чеснокова*** – кандидат биологических наук, доцент  
(кафедра химии и охраны окружающей среды ИГАСУ)

**Составитель Торопова Мария Владиевна**

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат бумаги 60x84 1/16.  
Печать ризографическая. Печ. л. \_\_\_\_\_. Тираж 50 экз. Заказ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный архитектурно-строительный университет»  
153037, г. Иваново, ул. 8 Марта, 20

## Цель работы

1. Определить параметры естественного и искусственного освещения рабочего места.
2. Составить протокол аттестации рабочего места по показателю освещенности.
3. Установить, к какой категории по условия зрительной работы относится помещение.

## Теоретическое введение

### 1. Термины и определения

Свет как неотъемлемый элемент жизненной среды человека влияет па здоровье людей любого возраста, любой этнической группы, при любых видах и условиях работы, занятий и отдыха. Изучать это явление начали еще в Древней Греции. Например, Эмпедокл из Агригента (492-432 г. до н.э.) утверждал, что изображение предмета в глазах возникает при пересечении тончайших истечений из глаза и от предмета. Евклид (300 г. до н.э.) оставил сочинения «Оптика» и «Катоптрика». В этих книгах есть важные утверждения о зависимости кажущейся величины предмета от угла зрения, о прямолинейности хода лучей, выходящих из глаза, о равенстве углов падения и отражения от зеркал. Два последних утверждения легли в основу оптики.

В современных условиях установлено, что воздействие света на человека определяется, с одной стороны, количественными и качественными параметрами световой среды, с другой – закономерностями физиологической оптики, возрастной анатомии, психофизиологии зрения и фотобиологии [1]. Учет влияния света на здоровье человека является главной задачей специальной отрасли профилактической медицины, называемой гигиена освещения, научно обоснованные рекомендации которой направлены на оптимизацию световой среды в местах обитания человека. Рассмотрим некоторые определения данной отрасли научных знаний, чтобы лучше представлять процессы, исследуемые в лабораторной работе,

Световой поток ( $\Phi$ , лм) – мощность лучистой энергии, оцениваемая по световому ощущению, которое она производит на средний человеческий глаз. Единицей измерения светового потока является люмен (лм), определяемый государственным световым эталоном. Международным светотехническим словарём единица СИ светового потока определена как «световой поток, излучаемый в

единичном телесном угле (стерадиан) равномерным точечным источником с силой света в 1 канделу».

Освещенность ( $E$ , лк) - отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, содержащий данную точку, к площади этого элемента. Единица измерения освещённости носит название люкс (лк)  
 $1 \text{ лк} = 1 \text{ лм/м}^2$

Коэффициент естественной освещенности (КЕО, %) – отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба ( $E_{p.m.}$ ), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода ( $E_n$ ):

$$KEO = \frac{E_{p.m.}}{E_n} 100 \% \quad (1)$$

Сила света ( $J$ , к) – отношение светового потока  $d\Phi$ , исходящего от источника и распространяющегося внутри элементарного телесного угла  $d\omega$ , содержащего заданное направление к этому элементарному углу.

Единица измерения силы света получила название кандела (к). В системе СИ за канделу принимается сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении  $1/600000$  квадратного метра поверхности чёрного тела при температуре затвердевания платины ( $T=2045^\circ \text{ K}$ ) и давлении  $101325 \text{ Па}$ .

Яркость ( $L$ , кд/м<sup>2</sup>) – отношение силы света  $dJ_a$ , излучаемого элементом светящей поверхности в данном направлении, к площади проекции этой поверхности  $dS \cos \alpha$ , т.е.

$$L_a = \frac{dJ_a \cdot dS}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Условная рабочая поверхность – условно принятая горизонтальная поверхность, расположенная на высоте  $0,8 \text{ м}$  от пола.

Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается:

- светлым при коэффициенте отражения поверхности более  $0,4$ ;
- средним – то же, от  $0,2$  до  $0,4$ ;
- темным – то же, менее  $0,2$ .

Показатель дискомфорта ( $M$   $15 \dots 90$ ) – критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения.

Отраженная блескость – характеристика отражения светового потока от рабочей поверхности в направлении глаз работающего,

определяющая снижение видимости вследствие чрезмерного увеличения яркости рабочей поверхности и вуалирующего действия, снижающего контраст между объектом и фоном.

Контраст объекта различения с фоном ( $K$ ) определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона. Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим при  $K$  более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним при  $K$  от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым при  $K$  менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Показатель ослепленности ( $P$  20...40) – критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением

$$P = (S - 1) \cdot 1000 \quad (3)$$

где  $S$  – коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

В соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

Совмещенное освещение – освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

## **2. Роль освещения в процессах жизнедеятельности человека.**

Естественное освещение. Освещение должно обеспечивать такие условия световой среды, которые будут оказывать благоприятное влияние на физическое и психическое здоровье человека, исключая излишнее напряжение зрения и нервной системы, уменьшая общее и зрительное утомление от выполняемой зрительной работы и обеспечивая при этом достаточно высокий уровень зрительной работоспособности. В настоящее время во всем мире признана

гигиеническая и энергетическая роль естественного света. В чем она заключается?

Во-первых, опыт работы в помещениях без световых проемов [2] показал, что зрительное отключение человека от внешней среды угнетающе сказывается на его психике и уменьшает производительность труда. Наличие окон в помещении позволяет человеку получать информацию из внешней среды, позволяет избежать ощущения замкнутого пространства. Однако в больших помещениях, таких как производственные цеха, выставочные залы и т.п. внутренней информации вполне достаточно, чтобы избежать клаустрофобии. Кроме того, большое психофизиологическое влияние на человека оказывает динамика естественного света как в дневном и годовом цикле, так и в течение коротких промежутков времени. Смена солнечного и диффузного освещения в зависимости от состояния облачности, смена спектрального состава естественного света, положительное воздействие непрерывного спектра естественного света оказывают благоприятное воздействие на психологическое и физиологическое состояние человека, снижают наличие мелатонина (гормон сна) при повышении освещенности и увеличивают уровень кортизола, способствующего активности и бодрости.

Во-вторых, наиболее существенным для человека участком оптического спектра является видимый свет, т.е. излучения с длинами волн от 380 нм до 780 нм. Видимый свет обеспечивает возможность зрительного восприятия, дающего до 90% информации об окружающем мире, влияет на тонус центральной и периферической нервной системы, на обмен веществ в организме, его иммунные и аллергические реакции, на работоспособность и самочувствие человека.

В-третьих, длительное пребывание в условиях дефицита естественного света приводит к нарушению физиологического равновесия в организме человека и к развитию патологического состояния, получившего название «световое голодание» или «солнечное голодание». Оно проявляется нарушением углеводного, белкового и особенно минерального обмена веществ, с ухудшением состояния костно-мышечной системы, ослаблением иммунитета к воздействию любых болезнетворных факторов бактериологической (вирусной, бактериальной, грибковой), химической, радиационной и иной природы, а также снижением общего тонуса организма, быстрой утомляемостью, повышением количества брака в работе и в общем ухудшении самочувствия.

Явления светового голодания, наблюдающиеся ярче всего у жителей Севера и Заполярья, распространены в средних широтах у людей, частично или полностью лишенных в дневные часы естественного света – у работающих на подземных объектах, в наземных безоконных зданиях и в зданиях с недостаточным естественным освещением рабочих мест, а зачастую у многих жителей больших промышленных городов, где из-за загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта велики потери солнечной радиации (преимущественно коротковолнового диапазона), усугубляющиеся затенением зданий и придомовых территорий при современной плотной городской застройке многоэтажными зданиями, а также из-за специфического образа жизни горожан, которые все большую часть времени проводят в закрытых помещениях, не только служебных, но и досуговых, торговых, спортивных и в закрытых объемах транспортных средств, сводя к минимуму время пребывания под открытым небом.

Особо неблагоприятно световое голодание для организма детей и подростков, нарушение иммунитета и минерального (фосфорно-кальциевого) обмена у которых может привести к повышенной заболеваемости и к стойкому деформированию костной системы (конечностей, ребер, позвоночника и др.), то есть к ранним и поздним проявлениям рахита из-за нехватки витамина D, для фотохимического биосинтеза которого из провитамина необходимо достаточное и регулярное воздействие на кожу ультрафиолетовой радиации – неотъемлемой составляющей солнечного света. С целью компенсации дефицита естественного света и предупреждения светового голодания рекомендуется профилактическое ультрафиолетовое облучение с использованием искусственных УФ-источников разного типа.

В целом, свет является действенным лечебным фактором. Уже в древности в таких странах с развитой медициной, как Греция, Ассирия и Египет, практиковались терапевтические солнечные ванны, в том числе в специальных залах с модификацией цветности света для лечения различных болезненных состояний человека. Гелиотерапия широко используется в курортном лечении как средство, повышающее иммунитет, исправляющее нарушения минерального обмена и содействующее общему укреплению здоровья у взрослых и детей, больных тяжелыми формами туберкулеза.

Искусственное освещение обеспечивает возможность ориентации в пространстве, определенный уровень зрительной работоспособности и психофизиологической активности, предупреждает бытовой, производственный и уличный травматизм.

Искусственный свет достаточно легко регулируется по интенсивности, направленности, цветности, позволяя создавать комфортную световую среду для работы или для отдыха. Искусственное освещение в зависимости от функционального назначения подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

*Рабочее освещение* – освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий. Так освещенность кабины водителя транспортного средства, создаваемая светильниками общего освещения, должна составлять не менее 10 лк на уровне щитка приборов; освещенность шкалы приборов должна быть не менее 1,2 лк.

*Аварийное освещение* разделяется на освещение безопасности и эвакуационное. Освещение безопасности следует предусматривать в случаях, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей; а также длительное нарушение технологического процесса.

Эвакуационное освещение в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел.;
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 чел.;
- в лестничных метках жилых зданий высотой 6 этажей и более;
- в помещениях общественных и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещениях могут одновременно находиться более 100 чел.;
- в производственных помещениях без естественного света.

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.

*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.

*Дежурное освещение* – освещение в нерабочее время.

В международной практике для каждого вида освещения существуют свои нормированные значения освещенности.

Таблица 1

Нормируемые значения освещенности (лк) основных  
помещений общественных зданий

<b>Помещения</b>	<b>СНиП 23-05-95</b>	<b>Европейский стандарт EN 12464-1: 2002</b>
Кабинеты и рабочие комнаты	300-400	500
Проектные залы, конструкторские и чертежные бюро	500-600	750
Читальные залы библиотек	400-500	500
Комнаты для читательских каталогов	200	200
Комнаты для работы с дисплеями и видеотерминалами, дисплейные залы: На экране На столах	200-400 500	500-750
Конференц-залы, залы заседаний	300-500	500
Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты На доске На рабочих местах	500 400	500 300-500
Вестибюли, гардеробные	30-150	200
Лестницы	50-100	150

### 3. Категории зрительных работ

Нормативные значения искусственной освещенности при рабочем освещении устанавливаются в зависимости от точности и сложности зрительной работы. Точность зрительной работы определяется размером  $\alpha$  и контрастом с фоном  $k$  тест-объекта (объекта различения). Размер объекта различения в нормативах определяется в угловых единицах (в градусах или стерadiansах). Сложность зрительной работы при одинаковой точности определяется ее продолжительностью, степенью разрешения зрительной задачи (обнаружение или различение), количеством объектов различения в поле зрения, необходимостью их поиска, ограничением времени обнаружения, а также возрастом работающих.

Объектом различения принято называть деталь рассматриваемого предмета, которую требуется различать в процессе работы, например элемент резьбового соединения, нить ткани, волос человека, отрезок проволоки, риску прибора или инструмента,

раковину или трещину на обрабатываемой поверхности, точку на печатном листе, линию на чертеже и пр.

Угловые размеры объектов наблюдения, выраженные в угловых минутах, группируют по их линейным размерам, принимая расстояние от объекта до глаза наблюдателя равным 0,35-0,5 м, что позволяет линейный размер 0,1 мм принять эквивалентным угловому размеру – угловой минуте.

Объекты различения классифицируются по размерам на разряды, каждый из которых характеризует точность зрительной работы. К разряду наивысшей точности относятся все работы, при которых эквивалентный размер объектов различения менее 0,1-0,15 мм, что соответствует угловому размеру объекта наблюдения  $\alpha < 1'$  при расстоянии его от глаза наблюдателя  $l = 0,33$  м.

Таблица 2

Нормируемая освещенность для зрительных работ различной точности

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, угловые минуты	Россия	США	Великобритания	Международный стандарт (ISO 8995)
Наивысшей точности	Менее 1	1250-5000	3000-10000	1000-2000	Более 2000
Очень высокой точности	От 1 до 3	750-4000	3000-10000	750-2000	1000-2000
Высокой точности	Свыше 3 до 5	400-3000	1000-3000	500-2000	750-1500
Средней точности	Свыше 5 до 10	200-1500	1000	300-1500	500-1000
Малой точности	Свыше 10 до 50	200-750	500	200-1000	300-750
Грубая зрительная работа, постоянное пребывание людей в помещении	-	200-400	300	200-750	200-500
Временное пребывание работающих в помещении	-	50-150	100	100-500	100-200
Помещения, используемые		50-75	50	50-300	50-150

для прохода работающих					
Инженерные коммуникации, рабочие места вне зданий	-	20-30	30	20-50	20-50

Доказано, что освещение влияет на жизнедеятельность и самочувствие человека больше, чем любая другая деталь дизайна дома. Свет – важнейший фактор жизненной среды человека. Он обладает мощным потенциалом воздействия на физиологическое и психологическое состояние, на самочувствие и здоровье людей разного возраста в любых жизненных ситуациях. Поэтому, при проектировании световой среды рекомендуется руководствоваться несколькими критериями, в том числе:

- функциональность действия и улучшенный световой комфорт;
- обеспечение наилучших условий для зрительной работы;
- индивидуальное управление освещением рабочего места;
- возможность выбора требуемого освещения окружающего пространства с учетом освещения рабочего света и наличия дневного света;
- энергоэффективность;
- стоимостная оценка энергосбережения в период эксплуатации;
- минимизация ущерба окружающей среде.

## Методика проведения исследования

### 1. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям освещения

Аттестация рабочих мест по условиям освещения выполняется в несколько этапов.

- 1) Работа с нормативной документацией, которая заключается в определении нормативных требований к освещению аттестуемых рабочих мест.
- 2) Оценка соответствия исполнения применяемых в осветительной установке светильников требованиям по защите от воздействия среды в помещении. Проверка соответствия исполнения светильников требованиям по защите от воздействия среды в помещении обязательна, если аттестуемые рабочие места расположены в помещениях с тяжелыми условиями среды (взрывоопасных, пожароопасных, с химически активной средой и т. п.).

3) Обследование условий освещения рабочих мест – заключается в замерах, визуальной оценке или определении расчетным путем следующих показателей:

- коэффициента естественной освещенности;
- освещенности рабочей поверхности;
- показателя ослепленности;
- коэффициента пульсации освещенности;
- отраженной блескости (наличия эффективных мероприятий по ее ограничению).

4) Обработка результатов обследования и оформление протокола.

5) Проверка соответствия показателей освещения нормативным требованиям.

6) Оценка условий освещения по гигиеническим критериям в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

7) Анализ причин несоответствия условий освещения рабочих мест требованиям нормативных документов и разработка предложений по совершенствованию осветительных устройств с целью приведения условий освещения в соответствие с нормативной документацией.

## **2. Проведение измерений**

Для контроля и измерения освещённости, создаваемой естественным светом применяются объективные люкметры. Принцип действия люкметров этих типов основан на явлении фотоэлектрического эффекта (превращения световой энергии в электрическую), которое имеет место при попадании света на поверхность фотоэлемента, включенного в замкнутую цепь с электроизмерительным прибором. Величина возникающего в цепи тока, от которой зависит величина отклонения стрелки прибора, пропорциональна освещённости на рабочей поверхности фотоэлемента. Шкала прибора градуирована в единицах освещённости – люксах (лк). Люкметр Ю-116 представляет собой сочетание фотоэлемента и миллиамперметра (рис. 1).



Рис. 1. Люксметр Ю-116

Фотоэлемент имеет круглую форму и заключен в пластмассовый корпус с ручкой. Шкалы люксметра неравномерные, градуированы в люксах, одна шкала имеет 100 делений, вторая - 30 делений. Начальные значения диапазонов измерений на каждой шкале отмечены точкой. Для увеличения диапазона измерений применяются две специальные насадки (светофильтры), коэффициент ослабления светофильтров – поглотителей соответственно 10 и 100.

Таблица 3

Диапазон измерений люксметра Ю-116

Диапазон измерений, лк	Условное обозначение одновременно применяемых двух насадок на фотоэлементе	Коэффициент пересчета шкалы
5-30, 17-100	Без насадок, с открытым фотоэлементом	1
50-300, 170-1000	К,М	10
500-3000, 1700-10000	К,Р	100
5000-30000, 17000-100000	К,Т	10000

При эксплуатации люксметров необходимо:

- не допускать длительного воздействия на поверхность фотоэлемента освещённости, превышающей установленный на люксметре предел измерения;
- предохранять поверхность фотоэлемента от загрязнений, попадания брызг и прикосновения;
- на измерительный фотометрический датчик не должна падать тень от человека;
- измерительный прибор не должен располагаться вблизи сильных магнитных полей.

При определении коэффициента естественной освещенности проводят одновременные измерения освещенности в контрольных точках внутри помещений на рабочем месте  $E_{р.м.}$  и наружной освещенности  $E_n$  на горизонтальной площадке, освещаемой всем светом небосвода (например, снаружи на кровле здания или на другом возвышенном месте). Результаты измерений заносятся в протокол.

Среднюю освещенность определяют как среднеарифметическое значение измеренных освещенностей  $E_i$  в контрольных точках.

### 3. Протокол обследования условий освещения рабочего места

1. Наименование предприятия, подразделения, профессии \_\_\_\_\_
2. Дата проведения замеров \_\_\_\_\_
3. Средства и методы измерений, дата поверки приборов \_\_\_\_\_
4. Нормативная документация \_\_\_\_\_
5. Тип и высота подвеса светильников \_\_\_\_\_
6. Тип и мощность ламп \_\_\_\_\_
7. Число негорящих ламп, % \_\_\_\_\_
8. Разряд зрительных работ \_\_\_\_\_
9. Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

Наименование измеряемых параметров, оборудования, рабочей поверхности	Показания прибора	Фактическое значение	По нормам
КЕО, % Освещенность, лк: Р, отн.ед. Кп, % Отраженная блескость			

10. Эскиз помещения с указанием контрольных точек \_\_\_\_\_
11. Выводы \_\_\_\_\_
12. Организация, проводившая замеры \_\_\_\_\_

13. Должность, фамилия, инициалы, подпись лица, проводившего замеры и представителя администрации объекта, на котором проводились измерения \_\_\_\_\_

14. Подпись ответственного лица, печать организации (или ее подразделения), привлеченной к проведению измерений \_\_\_\_\_

### **Выполнение работы**

1. Ознакомьтесь с методикой проведения лабораторной работы.
2. Изучите устройство люксметра Ю-116.
3. Определите параметры естественного освещения рабочего места, найдите значений коэффициента естественного освещения.
4. Установите параметры искусственного освещения на рабочем месте, найдите среднее значение освещенности.
5. Составьте протокол аттестации рабочего места по показателю освещенности.
6. Сделайте вывод, к какой категории относится помещение по условиям зрительной работы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кроть Ц.И., Мясоедова Е.И., Терешкевич С.Г. Качество промышленного освещения. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 225 с.
2. Справочная книга по светотехнике. Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Знак. - 972 с: ил.
3. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение/Минстрой России - М.: ГП «Информрекламиздат», 1995. -35с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы .....	3
Теоретическое введение .....	3
Методика проведения исследования.....	11
Выполнение работы.....	14
Библиографический список .....	15