

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

**И. П. СЕМЁНОВ, В. П. ФИЛОНОВ**

# **ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2019

УДК 613.645(075.8)  
ББК 51.24я73  
С30

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
учебно-методического пособия 21.06.2019 г., протокол № 10

Рецензенты: каф. гигиены детей и подростков Белорусского государственного  
медицинского университета; канд. мед. наук, доц., зав. каф. гигиены и медицинской экологи-  
и Белорусской медицинской академии последипломного образования Е. О. Гузик

**Семёнов, И. П.**

С30 Производственное освещение : учебно-методическое пособие / И. П. Семёнов,  
В. П. Филонов. – Минск : БГМУ, 2019. – 32 с.

ISBN 978-985-21-0396-1.

Изложены основные гигиенические требования к рациональному производственному освещению  
и организации лабораторных измерений нормируемых параметров.

Предназначено для студентов 5–6-го курсов медико-профилактического факультета.

УДК 613.645(075.8)  
ББК 51.24я73

ISBN 978-985-21-0396-1

© Семёнов И. П., Филонов В. П., 2019  
© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2019

## МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Создание рационального производственного освещения способствует сохранению здоровья работающих, профилактике производственного травматизма, повышению качества выпускаемой продукции, производительности труда и поддержанию высокой работоспособности работников.

Производственное освещение является неотъемлемым фактором производственной среды, имеющим особое гигиеническое значение. Это требует высокой теоретической и практической подготовки студентов и субординаторов медико-профилактического профиля по вопросам гигиенической оценки параметров производственного освещения, проведения лабораторных измерений, разработки мероприятий по нормализации световой среды при осуществлении государственного санитарного надзора.

**Цель занятия:** освоить методические подходы к гигиенической оценке производственного освещения и разработке мероприятий по созданию рационального освещения.

### **Задачи занятия:**

1. Усвоить основные термины и определения, используемые в практике государственного санитарного надзора за производственным освещением.

2. Изучить гигиенические требования к естественному, совмещенному и искусственному производственному освещению при выполнении зрительных работ различной точности.

3. Научиться проводить лабораторные измерения нормируемых параметров производственного освещения и давать гигиеническую оценку результатам измерения.

4. Научиться разрабатывать мероприятия по созданию рационального производственного освещения.

**Требования к исходному уровню знаний.** Для полного усвоения темы студентам необходимо знать:

– из курса медицинской физики — оптическую систему глаза, аккомодацию;

– курса нормальной анатомии — строение глаза;

– курса нормальной физиологии — основные зрительные функции зрительного анализатора;

– курса общей гигиены — средства измерения, используемые для оценки освещения;

– курса коммунальной гигиены — классификации освещения и гигиенические характеристики основных видов освещения.

### **Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Природа света, шкала электромагнитных излучений.

2. Оптическая система глаза, сущность зрительного процесса.

3. Строение и основные функции зрительного анализатора.

4. Физические основные параметры освещения (сила света, световой поток, освещенность, яркость, блескость; коэффициенты отражения, светопропускания, поглощения).

5. Социально-гигиеническое значение рационального освещения.

#### **Контрольные вопросы по теме:**

1. Виды и системы производственного освещения.
2. Общие гигиенические требования к производственному освещению.
3. Гигиеническая характеристика и требования к естественному производственному освещению.
4. Гигиеническая характеристика искусственных источников света (лампы накаливания, люминесцентные, светодиодные).
5. Гигиеническая характеристика и требования к совмещенному производственному освещению.
6. Гигиеническая характеристика и требования к искусственному производственному освещению.
7. Мероприятия по ограничению прямой, отраженной и периферической блескости.
8. Нормируемые параметры производственного освещения и принципы гигиенической оценки результатов измерений.
9. Требования к проведению измерений естественного, совмещенного и искусственного освещения.
10. Оформление результатов измерений, их гигиеническая оценка.
11. Мероприятия по нормализации световой среды производственных помещений.

#### **Задание для самостоятельной работы студентов:**

1. Изучить основные положения действующих нормативных правовых и иных актов, предъявляемые гигиенические требования к производственному освещению.
2. Ознакомиться и записать в рабочей тетради содержание этапов работы при выполнении методов гигиенической оценки искусственной световой среды.
3. Изучить технику работы с люксметром.
4. Решить ситуационные задачи и оформить санитарно-гигиеническое заключение (прил.).
5. Изучить основные направления нормализации световой обстановки в производственных помещениях, на рабочих местах.

### **ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Аварийное освещение** — освещение, позволяющее продолжать работу (освещение безопасности, резервное освещение) или обеспечивать эвакуацию людей (эвакуационное освещение) при аварийном отключении рабочего освещения.

**Акцентирующее освещение** — выделение светом отдельных деталей на менее освещенном фоне.

**Блескость** — повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т. е. ухудшение видимости объектов. Выделяют отраженную блескость (возникает от «зеркальной» рабочей поверхности в направлении глаз работающего, снижает контраст между объектом и фоном), прямую блескость (создается открытыми источниками света и осветительными приборами, находящимися в поле зрения), периферическую блескость (от светящихся поверхностей, расположенных вдали от направления зрения).

**Боковое естественное освещение** — естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах.

**Верхнее естественное освещение** — естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания.

**Видимый диапазон** электромагнитного излучения (видимое излучение) — электромагнитное излучение с длиной волны от 400 нм до 760 нм.

**Гигиеническая оценка** — определение соответствия показателей факторов среды обитания человека санитарно-эпидемиологическим требованиям, санитарным нормам, правилам и гигиеническим нормативам.

**Дежурное освещение** — энергосберегающее освещение, используемое в нерабочее время.

**Дополнительное искусственное освещение** — освещение, которое используется в течение рабочего дня в зонах с недостаточным естественным освещением.

**Естественное освещение** — освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

**Зона зрительной работы** — условная окружность на рассматриваемой рабочей поверхности, центр которой совпадает с точкой наблюдения (наиболее частого фиксирования взгляда) работающего при выполнении зрительной работы на рабочей поверхности.

**Искусственное освещение** — освещение, создаваемое искусственными источниками света.

**Комбинированное естественное освещение** — сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

**Комбинированное освещение** — освещение, при котором к общему освещению добавляется местное.

**Контраст объекта различения с фоном (К)** — отношение абсолютной величины разности между яркостью фона и объекта 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).

**Коэффициент запаса ( $K_3$ )** — расчетный коэффициент, учитывающий снижение коэффициента естественного освещения и освещенности в процессе эксплуатации вследствие загрязнения и старения светопрозрачных заполнений в световых проемах, источников света (ламп) и светильников, а также снижение отражающих свойств поверхностей помещения.

**Коэффициент естественной освещенности (КЕО, %)** — отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным и после отражений от внутренних поверхностей помещения), к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода.

**Коэффициент пульсации освещенности ( $K_{п}$ , %)** — критерий оценки относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света. Рассчитывается по формуле

$$K_{п} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{ср}}},$$

где  $E_{\max}$  и  $E_{\min}$  — соответственно максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;  $E_{\text{ср}}$  — среднее значение освещенности за этот же период, лк.

**Местное освещение** — освещение, дополнительное к общему, создаваемое светильниками, расположенными на высоте до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находится рабочее место, и концентрирующими световой поток преимущественно на рабочей поверхности.

**Неравномерность естественного освещения** — отношение среднего значения к минимальному значению КЕО в пределах характерного разреза помещения (при верхнем и комбинированном естественном освещении) и отношение максимального значения к минимальному значению КЕО в пределах характерного разреза помещения (при боковом освещении).

**Общее освещение** — освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно (общее равномерное освещение) или применительно к расположению оборудования (общее локализованное освещение).

**Объединенный показатель дискомфорта (unified glare rating, UGR)** — международный критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения.

**Объект различения** — рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

**Освещенность ( $E$ , лк)** — отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади этого элемента.

**Показатель дискомфорта (М)** — критерий оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения.

**Показатель ослепленности (Р)** — критерий оценки слепящего действия осветительной установки. Показатель ослепленности определяется формулой

$$P = (S - 1) \cdot 1000,$$

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

**Рабочая поверхность** — поверхность в пределах рабочего места, на которой производится зрительная работа, измеряются, оцениваются и нормируются показатели световой среды.

**Рабочее освещение** — освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

**Совмещенное освещение** — освещение, при котором недостаточное по нормативным значениям освещенности естественное освещение дополняется искусственным в течение рабочего дня для обеспечения нормативных значений освещенности рабочей поверхности.

**Стробоскопический эффект** — явление искажения зрительного восприятия вращающихся, движущихся или сменяющихся объектов в мелькающем свете, возникающее при совпадении кратности частотных характеристик движения объектов и изменения светового потока во времени в осветительных установках с газоразрядными источниками света, питаемыми переменным током.

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

**Фон** — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается темным, если коэффициент отражения поверхности (отношение светового потока видимого излучения, отраженного поверхностью, к световому потоку, падающему на данную поверхность)  $\rho$  составляет менее 0,2, средним при  $\rho$  от 0,2 до 0,4, светлым при  $\rho$  более 0,4.

## **ОБЩИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ОСВЕЩЕНИЮ**

Освещение — это использование световой энергии солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира. Весь воспринимаемый глазом человека предметный мир образуется излучением, сосредоточенным в узкой полосе электромагнитных волн длиной от 400 до 760 нм, составляющих видимую область спектра. Глаз человека является

селективным приемником света с определенной спектральной чувствительностью, в то время как видимая часть спектра в целом воспринимается как белый свет. Волны различной длины вызывают различное цветовое ощущение. В частности, глаз человека наиболее чувствителен к видимому излучению с длиной волны 555 нм — желто-зеленый цвет.

До 90 % всей информации о внешнем мире человек получает зрительным путем, поэтому главной задачей производственного освещения является создание наилучших условий для видения.

Видимое излучение характеризуют такие величины как световой поток, сила света, освещенность и яркость, связь между которыми показана на рис. 1. Световой поток ( $\Phi$ ) — часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения, измеряется в люменах (лм). Сила света ( $J$ ) — пространственная плотность светового потока, определяемая как отношение светового потока, исходящего от источника и равномерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла ( $\Omega$ , стерадиан), к величине этого угла ( $J = \Phi / \Omega$ ), измеряется в канделах (кд). С точки зрения гигиены труда основной светотехнической характеристикой является освещенность ( $E$ ) — поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока, равномерно падающего на освещаемую поверхность ( $S$ , м<sup>2</sup>), к ее площади ( $E = \Phi / S$ ), измеряется в люксах (лк). Яркость ( $L$ ) поверхности под углом  $\alpha$  к нормали — это отношение силы света ( $J_\alpha$ ), излучаемой освещаемой или светящейся поверхностью в этом направлении, к площади  $S$  проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную к этому направлению ( $L = J_\alpha / (S \cos \alpha)$ ), измеряется в кд · м<sup>2</sup>.

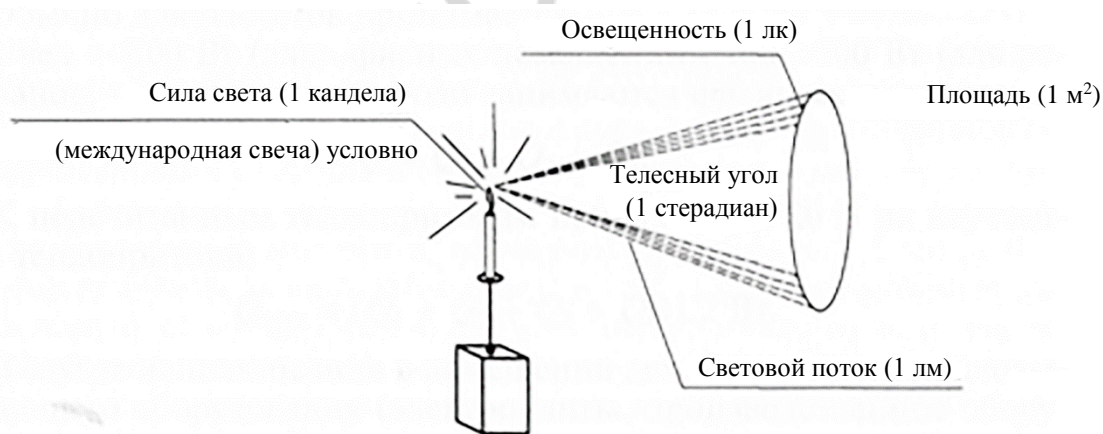


Рис. 1. Основные световые величины

Требуемый уровень освещенности определяется степенью точности зрительных работ. Для рациональной организации освещения необходимо не только обеспечить достаточную освещенность рабочих поверхностей, но и создать соответствующие качественные показатели освещения. К качественным характеристикам освещения относятся равномерность распределения светового потока, блескость, фон, контраст объекта с фоном и т. д.



Одно из важнейших гигиенических требований к освещенности рабочих мест производственных помещений — обеспечение функций зрения человека, которое находится в прямой зависимости от степени освещенности рассматриваемого предмета. Основными свойствами зрительного анализатора являются:

- контрастная чувствительность (способность глаза отличать яркость смежных поверхностей, предмет от фона);
- цветоощущение;
- острота зрения (степень различения мелких деталей);
- скорость различения деталей;
- устойчивость ясного видения (способность фиксировать детали предмета).

В связи с изложенным к освещению рабочих мест предъявляются следующие общие гигиенические требования:

- величина освещенности должна быть достаточной для обеспечения функций зрительного анализатора;
- необходимо равномерное распределение освещенности на поверхности рабочего места;
- между рабочим местом и фоном должны отсутствовать резкие тени;
- источник света не должен оказывать слепящего действия;
- при использовании искусственного источника света спектральный состав его должен быть близок к дневному в пределах максимального видения (550–555 нм).

## **СИСТЕМЫ И ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

По принципу организации производственное освещение подразделяется:

- на естественное — освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях;
- искусственное — освещение, создаваемое искусственными источниками света, т. е. устройствами, предназначенными для превращения какого-либо вида энергии в оптическое излучение;
- совмещенное — освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

В расположенных на надземных этажах зданий и сооружений помещениях с постоянным пребыванием людей должно быть обеспечено естественное или совмещенное, а также искусственное освещение, а на подземных этажах — искусственное освещение. В расположенных на надземных этажах зданий и сооружений помещениях, в которых по условиям осуществления

технологических процессов исключена возможность устройства естественного освещения, должно быть обеспечено достаточное искусственное освещение.

**Естественное** освещение по конструктивному исполнению может быть:

– боковым (одно- и двустороннее), 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 производственного здания;

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

– климатических и светоклиматических особенностей места (территории) расположения предприятия;

– экономичности естественного освещения.

Верхнее и комбинированное естественное освещение в основном применяется в производственных одноэтажных многопролетных зданиях, в одноэтажных общественных зданиях большой площади с крупногабаритными технологическими объектами и объемами, в частности на производственных транспортных предприятиях, предназначенных для ввода подвижного состава, на крытых рынках, стадионах и т. п.

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 не превышает определенной величины (как правило, не более 8).

Важное значение для освещения и инсоляции производственного помещения имеет ориентация оконных проемов (окон) по сторонам света. Резко снижает освещенность внутри помещения и затрудняет доступ в него прямых солнечных лучей близкое расположение соседних производственных зданий, нерациональное озеленение территории промышленного предприятия. Поэтому производственные здания рекомендуется располагать на достаточном расстоянии друг от друга. Расстояние между фасадами зданий не должно быть менее двойной высоты наиболее высокого из них.

Интенсивность освещения в помещении находится в прямой зависимости от числа, формы и размеров окон. С гигиенической точки зрения более выгодны окна прямоугольной формы, а не с закругленным верхним краем.

Чем меньше расстояние верхнего края окна до потолка, тем лучше будет освещено производственное помещение. Чтобы освещение было равномерным, ширина простенков между окнами не должна превышать полуторную ширину окна. Важное значение имеет содержание оконных стекол в чистоте, так как загрязненные стекла (например, за счет выделения производственной пыли или сажи) поглощают до 50 % света.

**Искусственное** освещение конструктивно может быть двух систем: общее и комбинированное. Общее освещение предназначено для освещения всего помещения и может быть равномерным или локализованным. Общее равномерное освещение (светильники равномерно располагаются в пространстве) создает условия для выполнения зрительной работы в любом месте освещаемого производственного помещения. При общем локализованном освещении светильники размещают в соответствии с расположением оборудования, что позволяет создать большую освещенность на рабочих местах.

Комбинированное искусственное освещение состоит из общего и местного. Его целесообразно устраивать при работах высокой точности, а также при необходимости создания определенного или изменяемого в процессе работы направления света. Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей и не создает необходимой освещенности на прилегающих к ним площадях. Оно может быть стационарным и переносным. Применение только местного освещения в производственных помещениях не допускается из-за дискомфортной блескости, возникающей при наличии темных окружающих поверхностей и ярких пятен в поле зрения.

Реальный выбор системы искусственного освещения осуществляется исходя:

- из необходимости соблюдения гигиенических нормативов освещенности и требований равномерности освещения;
- размещения оборудования и рабочих мест;
- экономического обоснования (первоначальных затрат на электроэнергию).

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на следующие виды: рабочее, аварийное, охранное, дежурное и др. Рабочее освещение — освещение, обеспечивающее нормируемые осветительные условия (освещенность, качество освещения) в помещениях и в местах производства работ вне зданий.

## **ИСТОЧНИКИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Самым мощным источником естественного света является свет солнца. Его видимая часть излучения используется для естественного освещения, которое может быть обеспечено в светлое время суток, а также при определенных погодных и светоклиматических условиях. Поэтому для обеспечения

жизнедеятельности и трудовой деятельности человека необходимо использовать искусственные источники света.

Для искусственного освещения производственных помещений используются лампы накаливания, разрядные лампы, светодиодные лампы.

В лампах накаливания свечение возникает в результате преобразования электрической энергии в световую за счет нагревания нити накала лампы (тугоплавкой вольфрамовой спирали) до температуры свечения. Для улучшения свойств выпускают несколько типов таких ламп (вакуумная, газонаполненная (аргоновая), биспиральная аргоновая, биспиральная криптоновая и т. д.)

Применение до настоящего времени ламп накаливания обусловлено их следующими достоинствами: невысокая стоимость, мгновенное зажигание при включении, небольшие габаритные размеры, широкий диапазон мощностей, простота конструкции и монтажа. Однако лампы накаливания имеют низкую световую отдачу — 7–20 лм/Вт (это тепловые источники света, соответственно, у них низкий КПД — около 10 % потребляемой лампой электрической энергии преобразуется в видимый световой поток, остальная энергия преобразуется в тепловую), небольшой срок службы (около 1500 ч), в их спектре преобладают желтовато-красные лучи, которые искажают цветовое восприятие, а также у них слепящая яркость нити накала. В силу перечисленных недостатков лампы накаливания в настоящее время имеют все более ограниченное применение на производстве.

Более широкое распространение в настоящее время в промышленности нашли **разрядные лампы**. Принцип действия разрядных ламп основан на электрическом разряде между двумя электродами, запаянными в прозрачную для оптического излучения колбу той или иной формы. Внутреннее пространство колбы после удаления воздуха наполняется определенным газом, чаще всего инертным, до заданного давления или инертным газом и небольшим количеством металла (с высокой упругостью паров), например ртутью, натрием или парами других металлов. К ним относятся люминесцентные, газоразрядные (неоновые, ксеноновые, гелиевые), ртутные лампы высокого давления, паросветные (ртутные, натриевые).

Широкое применение находят люминесцентные лампы (ЛЛ). Они представляют собой разрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) ртутного разряда преобразуется люминофором в видимое излучение. Колба лампы заполнена инертным газом или аргон-криптоновой смесью. Подбирая состав люминофоров можно создать излучение любого спектра. Существенным недостатком ЛЛ является пульсация светового потока при питании переменным электрическим током. На работе ЛЛ сказываются колебания напряжения в питающей сети и температура окружающей среды. Снижение напряжения в сети более чем на 10 % приводит к отказу в зажигании ЛЛ. Для большинства ЛЛ рабочий диапазон температуры составляет 5–50 °С. К недостаткам следует отнести также усложнение конструкции светильника в связи с необходимостью применения

специальных пускорегулирующих аппаратов (конденсаторов, резисторов и др.), поскольку напряжение зажигания больше рабочего напряжения. Достоинством ЛЛ является значительная светоотдача (75–85 лм/Вт), экономичность, длительный срок службы (достигает 12 000 ч), благоприятный спектральный состав испускаемого света, близкий к естественному, а также равномерность светового потока и сравнительно невысокая яркость.

ЛЛ выпускаются нескольких типов:

- лампы дневного света с голубоватым цветом излучения излучают свет пасмурного неба;
- лампы белого света, имеющие несколько желтоватый оттенок;
- лампы холодного и теплого белого света, занимающие по спектру излучения промежуточное положение между лампами белого света и дневного света;
- лампы дневного света с улучшенной цветопередачей, которые применяются главным образом в помещениях жилых и общественных зданий.

Для производственных целей широко используются также ртутные лампы высокого давления, такие как дуговые ртутные люминесцентные (ДРЛ) и дуговые ртутные лампы с излучающими добавками (йодида натрия, индия, таллия) (ДРИ). Принцип действия лампы ДРЛ основан на преобразовании УФ-излучения ртутного разряда высокого давления при помощи люминофора в видимое излучение. Лампы ДРЛ могут использоваться без люминофора, поскольку в спектре более 50 % излучения составляет видимое излучение, около 40 % — УФ-излучение. Однако это приводит к сильному искажению цвета предметов, особенно человеческой кожи, вследствие отсутствия излучения в оранжево-красной части спектра. Недостатком ламп ДРЛ является присутствие в спектре некоторой доли УФ-излучения, что может неблагоприятно сказаться на состоянии здоровья работающих. Качество цветопередачи ламп типа ДРЛ намного хуже, чем у ЛЛ. Световая отдача составляет 50–60 лм/Вт. Кроме того, лампы ДРЛ вызывают большую пульсацию светового потока (63–74 %). На их зажигание также влияет температура окружающей среды и снижение напряжения сети. Основные области применения: наружное освещение, освещение промышленных предприятий высотой 3–5 м, не требующих высокого качества цветопередачи.

Металлогалогенные лампы типа ДРИ — это газоразрядные дуговые ртутные лампы высокого давления с йодидами металлов, которые применяются для освещения производственных помещений, а также улиц, площадей, закрытых и открытых спортивных сооружений и др. Эти лампы обладают высокой световой отдачей, улучшенной цветопередачей, сравнительно небольшими габаритными размерами, большой единичной мощностью. Дуговые металлогалогенные лампы ДРИ имеют высокий КПД и высокую удельную мощность.

В ксеноновых лампах используется разряд в ксеноне при высоких и сверхвысоких давлениях. Наибольшее распространение нашли лампы типа

ДКсТ — дуговая ксеноновая трубчатая. Дает яркий белый свет, близкий по спектру к дневному.

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) — это газоразрядные энергосберегающие лампы низкого давления, имеющие меньшие размеры по сравнению с линейной лампой и меньшую чувствительность к повреждениям. КЛЛ состоят из колбы, наполненной парами ртути и аргоном, и пускорегулирующего устройства. На внутреннюю поверхность колбы нанесен люминофор. Эти лампы предназначены для установки в стандартный патрон для ламп накаливания с диаметром цоколя 14 и 27 мм. Преимущества энергосберегающих ламп:

- длительный срок службы (по сравнению с традиционными лампами накаливания КЛЛ служат в 5–15 раз дольше);
- экономия электроэнергии (световая отдача примерно в 5 раз выше, чем у лампы накаливания, и экономия электроэнергии составляет до 80 % в зависимости от модели);
- слабая нагреваемость (КЛЛ выделяют очень мало теплоты, поскольку практически вся электроэнергия преобразуется в световой поток);
- возможность выбора цвета (КЛЛ имеют различные цвета светового потока: дневной свет, холодный белый, теплый белый, розовый в зависимости от оттенка люминофора).

К недостаткам энергосберегающих ламп относят:

- содержание значительного количества ртути (использованные лампы являются отходами 1-го класса опасности, что выдвигает особые требования к утилизации и делает ее значительно дороже — требуется специальная система сбора, транспортировки, переработки и т. д.);
- длительный разогрев (до 2 мин), нежелательно эти лампы использовать там, где требуется их частое включение-выключение;
- ограниченный температурный диапазон использования (большинство КЛЛ не работают при низких температурах — от  $-15^{\circ}\text{C}$  и ниже);
- жесткие требования к напряжению в сети (в случае снижения питающего напряжения на 10 % и более КЛЛ не зажигаются);
- высокую стоимость по сравнению с лампами накаливания.

В последние годы все более широкое применение в самых различных областях находят **светодиодные лампы (СДЛ)**: автомобильная светотехника, рекламные вывески, светодиодные фонари, светодиодные панели и индикаторы, бегущие строки, светофоры, освещение помещений (производственных, бытовых, жилых) и т. д.

СДЛ в качестве источника света используют светодиоды. Принцип их действия основан на способности некоторых полупроводниковых кристаллов светиться при прохождении электрического тока. Движение электронов через полупроводниковый материал происходит во время подачи электрического тока. Часть из них начинает переходить в более низкое энергетическое состо-

яние. Энергия, отданная электронами, выделяется в виде света. От полупроводникового материала зависит длина волны, определяющая цвет освещения. В настоящее время преимущества СДЛ вытесняют при использовании другие виды ламп. К преимуществам СДЛ относятся:

- в первую очередь низкое энергопотребление (в 10 раз меньше, чем у ламп накаливания, и в 2 раза меньше, чем у КЛЛ);
- долгий срок службы (около 25 000 ч);
- отсутствие вредных веществ (ртуть);
- простота установки.

К недостаткам, ограничивающим использование, следует отнести в настоящее время их относительно высокую стоимость, направленный свет (слепящее действие), монохроматичность излучения (преобладание определенной длины волны). Учитывая, что СДЛ являются относительно новым изобретением, их действие на орган зрения до конца не изучено. Считается, что в спектре СДЛ может присутствовать коротковолновое синее и фиолетовое излучение; они пагубно действуют на сетчатку вплоть до гибели клеток, что может приводить к макулодистрофии; могут нарушать секрецию мелатонина (сбивается цикл дня и ночи); иногда в **незначительных количествах** могут содержать токсичные элементы (свинец, мышьяк и др.); имеются противоречивые сведения об их канцерогенном действии в отдельных научных публикациях. Все это требует более широкого и всестороннего изучения действия СДЛ на организм человека и совершенствования их конструкции для более благоприятного в физиологическом отношении светоиспускания и решения гигиенических вопросов при использовании.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ

Создание в производственных помещениях качественного и экономичного освещения обеспечивается применением рациональных светильников.

Светильник — это устройство, содержащее источник света (лампу) и светотехническую арматуру. Светотехническая арматура выполняет некоторые технические и гигиенические функции: перераспределяет испускаемый свет от источника света (лампы) в пространстве или преобразует его свойства (изменяет спектральный состав излучения или поляризует его). Наряду с этим светотехническая арматура выполняет функции защиты лампы от воздействия окружающей среды, механических повреждений, обеспечивает крепление лампы и подключение к источнику питания.

С учетом перераспределения светового потока различают светильники прямого, преимущественно прямого, рассеянного, преимущественно рассеянного и отраженного света.

Светильники прямого света способствуют концентрации большей части светового потока на рабочих поверхностях. Такие светильники рекомендуются

применять в производственных цехах высотой 4–10 м при невысоких коэффициентах отражения стен.

Светильники отраженного света основную часть светового потока направляют вверх. Их рационально применять в тех помещениях, где в воздух рабочей зоны не выделяется производственная пыль, а стены и потолок окрашены в светлые тона. Освещение такими светильниками получается мягкое, без резких теней. Оно рекомендуется для чертежно-конструкторских бюро и других помещений, где необходимо особо равномерное распределение яркости по помещению, а также для работ с блестящими поверхностями (металл, стекло).

Светильники рассеянного света распределяют световой поток более или менее равномерно в обе полусферы. Их плафоны изготавливают из молочного или матового стекла, и также светильники рассеянного света применяют в помещениях со светлым потолком и стенами, где требуется с гигиенических позиций большая равномерность освещения.

С экономической точки зрения установки со светильниками рассеянного и отраженного света являются менее выгодными из-за значительных потерь световой энергии, однако в гигиеническом отношении они более целесообразны.

Назначение светильника состоит также в защите глаз работающих от воздействия чрезмерно больших яркостей источников света. Применяющиеся источники света имеют яркость колбы лампы, в десятки и сотни раз превышающую допустимую яркость в поле зрения. Степень возможного ограничения слепящего действия источника света определяется защитным углом светильника.

Защитный угол — это угол между горизонталью и линией, соединяющей поверхность лампы с противоположным краем отражателя (рис. 2). Защитные свойства светильника тем лучше, чем больше его защитный угол. Светильники местного освещения должны обеспечивать защитный угол не менее  $30^\circ$ , светильники общего освещения — не менее  $15^\circ$ .

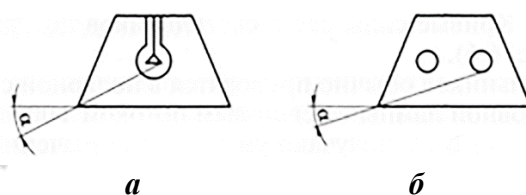


Рис. 2. Защитный угол светильника:

*а* — с лампой накаливания; *б* — с люминесцентной лампой



## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Возможность отрицательного воздействия условий производственного освещения на работников определяется:

- отсутствием или недостаточностью естественного света;
- пониженной освещенностью;
- повышенной яркостью;
- прямой, отраженной или периферической блескостью;
- повышенной пульсацией освещенности;
- повышенным уровнем ультрафиолетового излучения (при работах на открытых участках и территориях).

Свет является необходимым условием существования человека. Рациональное и достаточное освещение действует тонизирующе, создает хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности.

Наиболее значительное влияние освещение оказывает на зрительный анализатор и опосредованно через него на производительность труда. Рациональное освещение играет важную роль в профилактике производственного травматизма, причиной которого может быть как непосредственное ухудшение видимости в рабочей зоне, так и повышенное утомление работников вследствие работы в условиях неудовлетворительного освещения.

Неблагоприятные условия освещения могут вызывать утомление зрительного анализатора (при систематическом воздействии — нарушения и развитие дефектов зрения), снижать работоспособность, приводить к профессиональным заболеваниям.

В зависимости от спектрального состава свет может оказывать возбуждающее действие и субъективно усиливать чувство тепла (оранжево-красный), или, наоборот, оказывать успокаивающее действие (желто-зеленый), или усиливать тормозные процессы (сине-фиолетовый). Это используется при эстетическом оформлении производственных помещений, окраске оборудования и стен: холодные тона — при высоких температурах и наличии источников тепловыделений, в жарком климате; теплые тона — в случае пониженных температур, необходимости тонизирующего влияния производственной среды на работающих. Наиболее широко используется зеленый цвет, оказывающий благоприятное психологическое воздействие. Основные спектральные цвета и волновые характеристики видимого света представлены в табл. 1.

При организации производственного освещения необходимо обеспечить равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах. Перевод взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность вынуждает глаз переадаптироваться, что ведет к утомлению зрительного анализатора и соответственно к снижению производительности труда. Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов осуществ-

ляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и оборудования способствует равномерному распределению яркостей в поле зрения работающего. Для повышения равномерности распределения яркостей в поле зрения потолка и стены рекомендуется окрашивать в светлые тона: салатовый, светло-желтый, кремовый, светло-зеленый или бирюзовый.

Таблица 1

**Волновые характеристики излучения спектральных цветов**

Цвет	Длина волны, нм
Фиолетовый	380–440
Синий	440–485
Голубой	485–500
Зеленый	500–565
Желтый	565–590
Оранжевый	590–625
Красный	625–740

Производственное оборудование рекомендуется окрашивать в светло-зеленые тона, движущиеся части — в светло-желтые, а открытые механизмы — в ярко-красный цвет.

С отсутствием естественного света связано явление «светового голодания» — это состояние организма, обусловленное дефицитом УФ-излучения и проявляющееся нарушением обмена веществ и снижением сопротивляемости организма. Продолжительная работа в помещении без естественного света может оказывать неблагоприятное психофизиологическое воздействие на рабочий персонал из-за отсутствия связи с внешним миром, ощущения замкнутости пространства.

В производственных помещениях без естественного света для освещения применяются разрядные источники света со спектральным составом, близким к естественному, а также используются специальные объемно-планировочные и архитектурные приемы, имитирующие естественное освещение: витражи, ложные окна и т. п.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Так, при выполнении отдельных операций на главном конвейере сборки автомобилей при повышении освещенности с 30 до 75 лк производительность труда повысилась на 8 %. При дальнейшем повышении до 100 лк — на 28 %. Дальнейшее повышение освещенности не приводит к росту производительности.

Любая работа (например, чтение) может выполняться в очень большом диапазоне значений освещенности, однако ее эффективность (скорость чтения) может значительно меняться. Так, до некоторого уровня освещенности работа выполняться не может (текст не виден, скорость чтения равна нулю),

затем эффективность зрительной работы возрастает и в некоторой точке достигает максимума. Дальнейший рост освещенности не приводит к увеличению эффективности (скорость чтения не меняется). Освещенность, соответствующую этому значению, называют оптимальной освещенностью.

Неблагоприятные условия для зрительных работ возникают не только при пониженной, но и при чрезмерно высокой освещенности. При очень больших освещенностях поверхностей и высоком коэффициенте отражения в результате повышенной яркости могут возникать слепящее действие, состояние зрительного дискомфорта. При чрезмерной яркости свет может вызвать фотоожоги глаз и кожи, катаракту. Предотвращению отрицательного воздействия повышенной яркости способствует правильное устройство осветительных установок, соблюдение требуемых значений освещенности.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов, их различение и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травмам. Тени необходимо смягчать, применяя, например, светильники со светорассеивающими молочными стеклами, при естественном освещении используя солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки, маркизы и др.).

Кроме освещенности на эффективность зрительной работы влияют также показатели качества освещения. Так, работа в условиях освещения пульсирующим светом снижает работоспособность органа зрения, вызывает повышенное утомление, головные боли и т. д. Наличие в поле зрения движущихся или вращающихся предметов, даже при низких значениях коэффициента пульсации, может вызвать стробоскопический эффект и привести к производственному травматизму.

Стробоскопический эффект — это кажущееся изменение или прекращение движения предмета, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определенной частотой. Например, если вращающийся белый диск с черным сектором освещать вспышками, то сектор будет казаться неподвижным при равенстве частоты вращения диска и частоты вспышки; медленно движущимся в обратную сторону при частоте вспышки больше частоты вращения диска и медленно движущимся в ту же сторону при частоте вспышки меньше частоты вращения диска. Устранение стробоскопического эффекта осуществляется ограничением коэффициента пульсации, которое достигается:

- включением ламп по схемам, обеспечивающим питание части ламп в светильнике отстающим током, части ламп — опережающим током, что заключается в использовании различных типов пускорегулирующих аппаратов (светотехнических изделий, с помощью которых осуществляется питание ламп от электрической сети);

- поочередным присоединением соседних светильников в ряду к разным фазам;

- питанием различных ламп в многоламповых светильниках от разных фаз;
- использованием в светильниках высокочастотных пускорегулирующих аппаратов;
- отдельным устройством силовых линий электропитания для осветительных установок и производственного оборудования.

Не должно быть резких колебаний освещенности на рабочем месте, вызванных, например, резким изменением напряжения в электросети. Колебания приводят к переадаптации глаза (световой, темновой) и значительному утомлению. Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией плавающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения разрядных ламп.

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ**

Принципы гигиенической оценки естественного и совмещенного производственного освещения:

1. Нормируемым показателем естественного и совмещенного производственного освещения является КЕО, измеряемый в %.
2. Гигиеническим нормативом для нормируемых параметров является минимальное нормативное значение КЕО.
3. Минимальное нормативное значение КЕО устанавливается для производственного естественного и совмещенного освещения с учетом:
  - разряда зрительных работ;
  - вида естественного освещения.
4. Фактические значения КЕО на рабочем месте должны быть равны или выше минимальных нормируемых значений, установленных действующими нормативными правовыми актами.

При естественном двустороннем боковом освещении помещений любого назначения от симметрично расположенных световых проемов нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в центре помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза и рабочей поверхности. В крупногабаритных производственных помещениях глубиной более 6 м при боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке на условной рабочей поверхности, удаленной от световых проемов:

- на 1,5 высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ I–IV разрядов;
- на 2 высоты от пола до верха световых проемов — для зрительных работ V–VII разрядов;
- на 3 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 м от поверхности стен (перегородок) или осей колонн.

При естественном освещении допускается деление помещений на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Гигиеническая оценка и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо друг от друга.

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, которые применяются для зрительных работ I–III разрядов, составляют соответственно 10 %, 7 %, 5 %.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

- для производственных помещений, в которых выполняются зрительные 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 КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т. п.), а также в случаях, когда технико-экономическая целесообразность совмещенного освещения по сравнению с естественным подтверждена соответствующими расчетами;

- в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденных в установленном порядке.

Совмещенное освещение административных и бытовых зданий предприятий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных решений.

Принципы гигиенической оценки искусственного производственного освещения:

1. Нормируемыми показателями искусственного освещения являются:

- освещенность;

- сочетание показателя ослепленности и коэффициента пульсации.

2. Гигиеническим нормативом для освещенности является минимальное значение освещенности (лк).

3. Минимальное нормативное значение освещенности устанавливается с учетом:

- разряда зрительных работ (который определяется с учетом размера объекта различения);
- подразряда зрительных работ (устанавливается с учетом сочетания характеристики фона и контраста объекта с фоном);
- системы искусственного освещения (общая или комбинированная).

4. Фактические значения освещенности на рабочем месте должны быть равны или выше минимальных нормируемых значений, установленных действующими нормативными правовыми актами.

Рабочее искусственное 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.

Установленные гигиенические нормы освещенности следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- при зрительных работах I–IV разрядов, если они выполняются более половины рабочего дня;
- при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (например, работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т. п.);
- при специальных повышенных санитарных требованиях (например, на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения — 500 лк и менее;
- при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения — 300 лк и менее;
- при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения — 750 лк и менее;
- при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
- при зрительной работе, связанной с постоянным поиском объектов различения на поверхности размером 0,1 м и более;
- в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

При наличии одновременно нескольких указанных признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

При наличии в одном помещении рабочих зон с постоянным и кратковременным пребыванием людей следует предусматривать локализованное общее

освещение. Освещение зон с постоянным пребыванием людей должно соответствовать разряду выполняемых работ. Освещение зон с кратковременным пребыванием людей должно соответствовать разряду VIII подразряду а.

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.

Производственные помещения без естественного света могут проектироваться только исходя из технологических требований (работа со светочувствительными материалами и т. д.). 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 не должно превышать для зрительных работ:

- I–III разрядов: при люминесцентных лампах — 1,3 и при других источниках света — 1,5;
- IV–VII разрядов: при люминесцентных лампах — 1,5 и при других источниках света — 2.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3 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 % от установленной минимальной нормативной освещенности, создаваемой светильниками общего освещения, но не менее 75 лк — при разрядных лампах и не менее 30 лк — при лампах накаливания.

## **МЕТОДЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ИСКУССТВЕННОЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ**

Гигиеническая оценка показателей искусственной световой среды проводится на основании требований и положений, действующих нормативных правовых и иных актов по данному разделу работы, которые приведены в списке использованной литературы [3–9]. При проведении лабораторных исследований в рамках государственного санитарного надзора при гигиенической оценке искусственной световой среды используются 2 метода:

- метод гигиенической оценки количественных показателей световой среды (искусственной освещенности);

– метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта).

Оба метода включают следующие этапы:

1) определение условий, влияющих на гигиеническую оценку показателей искусственной световой среды;

2) определение характеристик зрительных работ, выполняемых на оцениваемом рабочем месте;

3) измерение и определение значений количественных и качественных показателей искусственной световой среды;

4) соотношение фактических значений количественных и качественных показателей искусственной световой среды с их нормативными значениями.

Содержание работы при выполнении этапов представлено в табл. 2.



Таблица 2

## Содержание работы при гигиенической оценке показателей искусственной среды в помещении

Этапы	Метод гигиенической оценки количественных показателей световой среды (показателей искусственной освещенности)	Метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта)
1 этап: определение условий, влияющих на гигиеническую оценку показателей искусственной световой среды	Реализуется с учетом информации об особенностях условий труда, технологического процесса и факторах, формирующих световую среду в помещении: система искусственного освещения (общее, комбинированное); тип источников света (лампы накаливания, разрядные, светодиодные); общее количество светильников в помещении и количество неисправных светильников, наличие или отсутствие естественного освещения; данные о продолжительности технологических операций, характеризирующихся выполнением зрительной работы разной точности, полученные на основании хронометража рабочего времени; возраст работающих (работа или производственное обучение подростков (лиц от 14 до 18 лет) и доля работающих в возрасте старше 40 лет); необходимость в ходе выполнения работы наблюдения за деталями, вращающимися с частотой, равной или более 500 об/мин, или за объектами, движущимися со скоростью, равной или более 1,5 м/мин; площадь рабочих поверхностей, на которых проводится гигиеническая оценка показателей искусственной световой среды. Измерения показателей следует проводить после стабилизации светового потока источников света, применяемых для освещения помещения, в котором находится оцениваемое рабочее место (время стабилизации устанавливается с учетом вида ламп)	Метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта)
2 этап: определение характеристик зрительных работ, выполняемых на оцениваемом рабочем месте	На рабочих местах определяются разряд и подразряд зрительных работ, выполняемых работающим (работником). Разряд зрительной работы устанавливается на основе оценки следующих характеристик: точность зрительной работы, продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, выполнение работ со светящимися материалами и изделиями (в горячих цехах), способ наблюдения (постоянное (более 50 % рабочего времени или более 2 ч непрерывно), периодически) за объектами различения, ходом производственного процесса или инженерными коммуникациями. Точность зрительной работы определяется на основании данных о размере объекта различения в миллиметрах. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительных работ устанавливаются при условии расположения объектов различения на расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего. При расстоянии до глаз работающего более 0,5 м разряды зрительных работ определяются отношением минимального размера объекта различения (d, м) к расстоянию от данного объекта до глаз работающего (L, м). Подразряд зрительной работы определяется на основании данных о контрасте объекта различения с фоном и характеристике фона	Метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта)
3 этап: измерение и определение количественных и качественных показателей искусственной световой среды	Измерения следует проводить, когда отношение естественной освещенности к искусственной в точке измерения <b>составляет не более 0,1</b> . Количество точек измерения на рабочей поверхности должно быть не менее 5, при этом точки измерения следует располагать методом «конверта». Измерения проводятся в радиусе рабочей зоны 0,5 м для рабочей позы сидя, 1 м для рабочей позы стоя. В случаях, когда площадь рабочей поверхности превышает площадь зоны зрительной работы, рабочую поверхность необходимо разделить на несколько зон зрительной работы. При наличии на рабочем месте протяженных рабочих поверхностей (конвейер, технологические линии и т. п.) определяются зоны зрительной работы, в которых выполняются зрительные работы разной точности. При выполнении работ на нескольких рабочих поверхностях в течение смены показатели измеряются на каждой из них  При измерениях искусственной освещенности в дневное время допускается затенение световых проемов для обеспечения вышесказанного отношения естественной освещенности к искусственной в точке измерения (не более 0,1).	Метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта)

Этапы	Метод гигиенической оценки количественных показателей световой среды (показателей искусственной освещенности)	Метод гигиенической оценки качественных показателей световой среды (коэффициента пульсации искусственной освещенности и объединенного показателя дискомфорта)
3 этап: измерение и определение значений количественных и качественных показателей искусственной световой среды	Если выполнение данного условия не представляется возможным, определяют искусственную освещенность на рабочей поверхности в следующем порядке: сначала измеряется совмещенная освещенность в оцениваемой точке, затем измеряется естественная освещенность в той же точке при выключенном искусственном освещении в оцениваемом помещении. Далее необходимо вычесть из значения освещенности, создаваемой при совмещенном освещении, значение естественной освещенности. Полученный результат (оцениваемая искусственная освещенность) сравнивается с гигиеническим нормативом. Указанный метод применим при естественном освещении, исключаящем попадание на рабочую поверхность прямых солнечных лучей. При комбинированной системе освещения рабочей поверхности измеряется суммарная освещенность от светильников общего и местного освещения, затем — создаваемая общим освещением	При совмещенном освещении помещений гигиеническая оценка коэффициента пульсации искусственной освещенности выполняется при условии, когда коэффициент пульсации естественной освещенности составляет не более 1 %. Во время проведения измерений пульсации освещенности фотометрический датчик средства измерений должен быть неподвижно установлен в точке измерения. Для целей гигиенической оценки пульсации искусственной освещенности при комбинированной системе освещения коэффициент пульсации освещенности на рабочей поверхности измеряется сначала при одновременном включении светильников общего и местного освещения, затем — от общего освещения. Объединенный показатель дискомфорта связан с показателем дискомфорта по математической формуле
4 этап: соотношение фактических значений количественных и качественных показателей искусственной световой среды с их нормативными значениями	Гигиеническая оценка освещенности выполняется отдельно для каждой зоны зрительной работы. При выполнении работ на нескольких рабочих поверхностях в течение смены освещенность оценивается на каждой из них. При комбинированной системе освещения рабочей поверхности гигиенической оценке подлежит искусственная освещенность, создаваемая комбинированной системой освещения и общим освещением в системе комбинированного освещения. Гигиеническая оценка освещенности, создаваемой системой комбинированного освещения на рабочей поверхности, осуществляется с учетом типа источника света, применяемого для местного освещения. При этом гигиеническая оценка общей освещенности в системе комбинированного освещения осуществляется с учетом типа источника света, применяемого для общего освещения	Гигиеническая оценка коэффициента пульсации освещенности выполняется только при применении в системе освещения разрядных и светодиодных источников света. Гигиеническая оценка коэффициента пульсации освещенности выполняется отдельно для каждой зоны зрительной работы. При выполнении работ на нескольких рабочих поверхностях в течение смены коэффициент пульсации освещенности измеряется на каждой из них. При комбинированной системе освещения рабочей поверхности оценке на соответствие гигиеническим нормативам подлежит коэффициент пульсации освещенности, создаваемый комбинированной системой освещения, а также общим освещением в системе комбинированного освещения. Коэффициенты пульсации освещенности на рабочем месте от общего и комбинированного освещения соответствуют гигиеническому нормативу, если их оцениваемые значения не превышают нормативные. Объединенный показатель дискомфорта общего искусственного освещения помещения оценивается в случае наличия жалоб работающих на присутствии ярких источников света в поле зрения. Объединенный показатель дискомфорта в помещениях зданий и сооружений для общей системы искусственного освещения соответствует гигиеническому нормативу, если его рассчитанные значения не превышают нормативные значения

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

### ЗАДАЧА 1

При проведении проверки сборочного цеха часового завода установлено, что технологический процесс сборки часов осуществляется по конвейерному типу. Сборщики выполняют укладку и фиксацию часового механизма в корпус часов, крепление часового стекла и пробный запуск часов. Зрительная работа выполняется в течение 75 % продолжительности смены, при этом минимальный размер фиксируемой детали составляет 0,7 мм, а деталь располагается на расстоянии 0,45 м от глаз работающего. Контраст объекта с фоном большой, коэффициент отражения рабочей поверхности  $\rho$  составляет 0,17. Освещение в сборочном цехе на момент проведения проверки цеха — совмещенное. При этом естественное представлено верхними и боковыми световыми проемами, искусственное — общее (светильники с разрядными лампами) и местное (светильники с лампами накаливания). Зона зрительной работы на конвейере освещена равномерно. Освещенность на рабочей поверхности конвейера при совмещенном освещении составила 400 лк, при этом освещенность снаружи производственного здания — 1700 лк. При затемнении естественных световых проемов была оценена искусственная освещенность, при этом освещенность при комбинированном искусственном освещении составила 300 лк, в том числе от общего — 250 лк.

**Задание:** дать гигиеническую оценку производственному освещению на рабочем месте сборщика (оформить санитарно-гигиеническое заключение).

### ЗАДАЧА 2

При обследовании системы производственного освещения окрасочного участка в темное время суток установлено, что освещение искусственное комбинированное, использованы лампы накаливания в светильниках общего и местного освещения. Освещенность на рабочих поверхностях окрасочных столов — 120 лк, при этом освещенность от светильников общего освещения — 20 лк. Лампы общего освещения не имеют защитной арматуры. Основные характеристики зрительной работы: величина объекта различения 0,6 мм, коэффициент отражения поверхности 0,3, контраст объекта различения с фоном 0,3. Зрительная работа выполняется в течение всей смены. Существует опасность производственного травматизма. Максимальная освещенность на рабочей поверхности 150 лк, минимальная — 110 лк.

В дневное время освещение в цехе совмещенное, естественное представлено комбинированным. Освещенность на открытом воздухе — 22 000 лк. Измеренная освещенность внутри помещения составила на рабочих местах маляров 150, 180, 190, 200, 185, 175, 190 лк.

**Задание:** дать гигиеническую оценку производственному освещению на рабочем месте маляров (оформить санитарно-гигиеническое заключение).

### Задача 3

При обследовании системы производственного освещения в сборочном отделении машиностроительного завода установлено, что в вечернее время (3-я смена) используется комбинированное искусственное освещение. Источники света — люминесцентные лампы. Освещенность на рабочих местах — 250 лк. Освещенность от светильников общего освещения — 80 лк. Основные характеристики зрительной работы: величина объекта различения 0,6 мм; коэффициент отражения поверхности на рабочих местах  $\rho$  0,3, контраст объекта различения с фоном 0,5. Минимальная освещенность на рабочих поверхностях 100 лк, максимальная — 500 лк.

В дневное время работники используют естественное боковое освещение. Освещенность на открытом воздухе 22 000 лк, измеренная освещенность внутри помещения на рабочих местах составила 300, 250, 195, 150, 145 лк.

**Задание:** дать гигиеническую оценку производственному освещению на рабочем месте в сборочном отделении машиностроительного завода (оформить санитарно-гигиеническое заключение).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гигиена труда* : учеб. / под ред. Н. Ф. Измерова, В. Ф. Кириллова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. 480 с.
2. *Глебова, Е. В.* Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие для вузов / Е. В. Глебова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 2007. 382 с.
3. *Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов* [Электронный ресурс] : сан. нормы и правила : утв. 08. 07. 2016 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья. Режим доступа : <https://uzmzscge.by/news/24072016.pdf>. Дата доступа : 05.05.2019.
4. *Измерения и гигиеническая оценка освещения рабочих мест* [Электронный ресурс] : метод. указания № 11.11.12-2002 : утв. главным гос. сан. врачом 27.12.2002 / Центр экол. услуг : орган по экол. сертификации фил. БНТУ «Науч.-исслед. политех. ин-т». Режим доступа : <http://iso14000.by/library/low/industry/418>. Дата доступа : 05.05.2019.
5. *Методы гигиенической оценки показателей искусственной световой среды в помещениях зданий и сооружений* [Электронный ресурс] : инструкция по применению № 007-1217 : утв. главным гос. сан. врачом 12.07.2018 / В. А. Коноплянко [и др.] ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены. Минск, 2018. Режим доступа : <http://med.by/methods/pdf/007-1217.pdf>. Дата доступа : 05.05.2019.
6. *Здания и сооружения. Методы измерения освещенности* [Электронный ресурс] : ГОСТ 24940-2016 ; введ. 01.04.2017 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200140599>. Дата доступа : 18.06.2019.
7. *Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности* [Электронный ресурс] : ГОСТ 33393-2015 : введ. 01.01.2017 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200140599>. Дата доступа : 05.05.2019.
8. *Здания и сооружения. Метод определения показателя дискомфорта при искусственном освещении помещений* [Электронный ресурс] : ГОСТ 33392-2015 ; введ. 01.04.2016 / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200140599>. Дата доступа : 05.05.2019.
9. *Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования* [Электронный ресурс] : ТКП 44-2.04-153-2009 (02250) : введ. 14.10.2009 (с отменой СНБ 2.04.05-98). Режим доступа : <http://evn.by/wp-content/uploads/2016/07/ТКП-45-2.04-153-200902250-Естественное-и-искусственное-освещение.pdf>. Дата доступа : 05.05.2019.
10. *Руководство для практических занятий по гигиене труда* : учеб. пособие / под ред. В. Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. 416 с.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Основные термины и определения .....	4
Общие гигиенические требования к производственному освещению.....	7
Системы и виды производственного освещения.....	9
Источники искусственного освещения .....	11
Производственные светильники .....	15
Физиологическое и гигиеническое значение производственного освещения .....	17
Гигиеническая оценка производственного освещения на рабочих местах ....	20
Методы гигиенической оценки искусственной световой среды .....	23
Ситуационные задачи .....	27
Список использованной литературы .....	29
Приложение .....	30

Учебное издание

**Семёнов** Игорь Павлович  
**Филонов** Валерий Петрович

# **ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск И. П. Семёнов  
Старший корректор А. В. Царь  
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 30.08.19. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,72. Тираж 65 экз. Заказ 536.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.