

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

А. В. Гончаров, И. В. Пилецкий

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНEDЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА.
РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Методическиеуказания
для студентов по специальностям
«Ветеринарная медицина»,
«Ветеринарная санитария и экспертиза»,
«Ветеринарная фармация»

Витебск
ВГАВМ
2025

УДК 631.158:658.3450075.8

ББК 65.9(2)248я73

Г65

Рекомендовано к изданию методическими комиссиями
биотехнологического факультета от 18 июня 2025 г. (протокол № 6)

и факультета ветеринарной медицины

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины» от 19 июня 2025 г. (протокол № 4)

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *A. B. Гончаров*;

кандидат технических наук, доцент *I. B. Пилецкий*

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *B. B. Линьков*;

кандидат ветеринарных наук, доцент *A. M. Курилович*

Гончаров, А. В.

Г65 Безопасность жизнедеятельности человека. Расчет и контроль освещенности производственных помещений: методические указания для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза», «Ветеринарная фармация» / А. В. Гончаров, И. В. Пилецкий. – Витебск : ВГАВМ, 2025. – 36 с.

ISBN978-985-591-264-5.

Методические указания подготовлены в соответствии с учебной программой для проведения практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности человека» для студентов высших с.-х. учебных заведений по специальностям: 7-07-0841-01 «Ветеринарная медицина», 6-05-0841-01 «Ветеринарная санитария и экспертиза», 6-05-0841-02 «Ветеринарная фармация». В указаниях изложены основные сведения о контроле и расчете освещенности производственных помещений в животноводстве.

**УДК 631.158:658.3450075.8
ББК 65.9(2)248 я73**

ISBN 978-985-591-264-5

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕМА: РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ	4
1. Теоретические сведения по теме	4
1.1. Основные термины и определения	4
1.2. Общие гигиенические требования к производственному освещению	6
1.3. Системы и виды производственного освещения	8
2. Источники искусственного освещения	10
3. Производственные светильники	20
4. Определение освещенности животноводческих помещений	23
4.1. Нормирование и порядок расчета освещения производственных помещений	24
4.2. Расчет и методика проверки освещенности в производственных условиях	25
4.2.1. Инструментальный контроль освещенности	26
4.2.2. Контроль освещения рабочих мест	27
4.2.3. Порядок проведения работы по исследованию освещенности рабочих мест	28
Указания по выполнению работы студентами	29
Литература	31
Приложения	32

ТЕМА: РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

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 сельскохозяйственного профиля по вопросам гигиенической оценки параметров производственного освещения, проведения лабораторных измерений, разработки мероприятий по улучшению световой среды при осуществлении санитарного контроля.

Цель работы: ознакомиться с нормативными требованиями, предъявляемыми к естественному и искусственно освещению на рабочих местах, научиться проводить оценку освещенности рабочих мест и производить ее расчет.

Материальное обеспечение: методические указания по изучению темы, люксметр «ТКА-ЛЮКС», светильники, рулетка, плакаты.

Содержание работы:

1. Усвоить основные понятия по освещению, источники освещения, нормирование освещения на рабочих местах, порядок контроля и расчета освещения.

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

3. Выполнить исследования естественного и искусственного освещения в лабораторных условиях, произвести расчет освещения.

4. Оформить отчет по изученной теме.

Время изучения: 2 часа

1. Теоретические сведения по теме

1.1. 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.

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 естественному освещению добавляется искусственное.

Коэффициент запаса (К_з) – 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.

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).

Объект различия – 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.

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.

Световой поток – физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения; измеряется в люменах (лм).

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 различия, 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) α составляет менее 0,2, средним – при α от 0,2 до 0,4, светлым – при α более 0,4.

1.2. 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 рисунке 1. Световой поток (Φ) – 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 (Ω , стерadian), 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 , m^2), к ее площади ($E = \Phi / S$), измеряется в люксах

(лк). Яркость (L) поверхности под углом α к нормали – это отношение силы света (J_α), 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 $\text{кд}/\text{м}^2$.

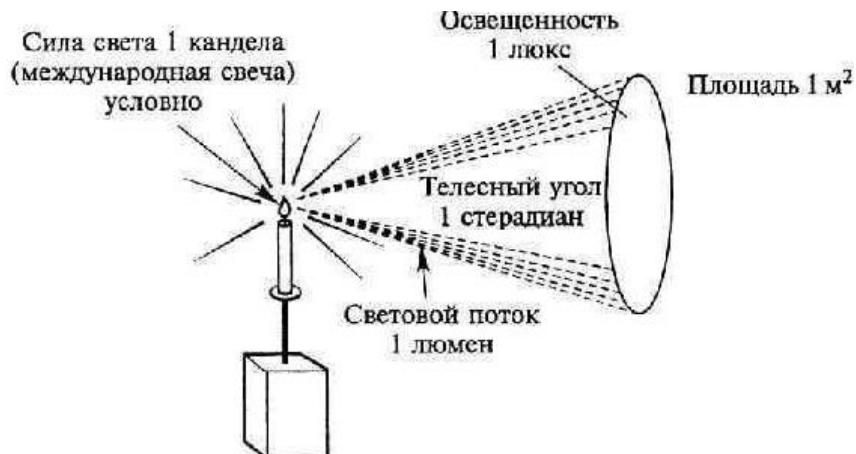


Рисунок 1 –Основные световые величины⁴

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 различия мелких деталей);
- скорость различия 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).

1.3. 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), 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 свето-климатических 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 яких 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;

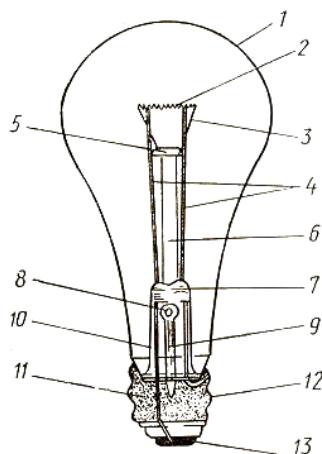
– экономического обоснования (первоначальных затрат на электроэнергию).

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.

2. Источники искусственного освещения

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 свето-климатических условиях. Поэтому для обеспечения жизнедеятельности и трудовой деятельности человека необходимо использовать искусственные источники света.

Для искусственного освещения производственных помещений используются лампы накаливания, газоразрядные 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 (рисунок 2). Для улучшения свойств выпускают несколько типов таких ламп (вакуумная, газонаполненная (аргоновая), биспиральная аргоновая, биспиральная криптоновая и др.)



1 – колба; 2 – тело накала; 3 – крючки-держатели; 4 – электроды; 5 – линза; 6 – штабик; 7 – лопаточка; 8 – откачное отверстие; 9 – штенгель; 10 – полый цилиндр; 11 – мастика; 12 – цоколь; 13 – контактная шайба

Рисунок 2 – Устройство лампы накаливания⁵

Наполнение колбы определяет величину рабочей температуры тела накала. У вакуумных ламп воздух откачен до остаточного давления $1,33 \times 10^{-3}$ Па, рабочая температура тела накала 2400-2500 К. У газонаполненных ламп колба заполнена смесью аргона, криптона или ксенона с азотом. Наличие в колбе тяжелых инертных газов и более высокое давление позволяют повысить температуру тела накала до 2700 К (аргон) и 2890 К (криптон) без увеличения распыла

материала тела накала. Азот служит изолятором – исключает электрический пробой между витками спирали. Аргон, криpton, ксенон снижают потери энергии на нагревание газов и колбы. Чем инертнее газ, тем он более эффективен как теплоизолатор.

В зависимости от конструктивного исполнения лампы накаливания общепромышленного назначения обозначают: В – вакуумная; Г – газонаполненная моноспиральная; Б – газонаполненная биспиральная; К – наполненная криptonоксеноновой смесью; МТ – матированная; З – зеркальная и др. После букв через дефисы следуют цифры, определяющие: номинальное напряжение или диапазон напряжения питания в вольтах; номинальную мощность в ваттах и порядковый номер разработки.

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 и, 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 **газоразрядные лампы**. Принцип действия газоразрядных 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-криptonовой смесью (рисунок 3). Подбирая состав люминофоров, можно создать излучение любого спектра. Существенным недостатком ЛЛ является пульсация светового потока при питании переменным электрическим током.

Для включения газоразрядных ламп низкого давления в электрическую сеть применяют специальные пускорегулирующие аппараты (ПРА), обеспечивающие зажигание, разгорание и стабилизацию режима электрического разряда, подавление радиопомех, возникающих при работе, повышение коэффициента мощности и снижение пульсации светового потока. В зависимости от ре-

жима зажигания, ПРА бывают: импульсного зажигания с предварительным подогревом электродов; горячего зажигания с постоянным подогревом электродов; мгновенного зажигания при холодных электродах лампы.

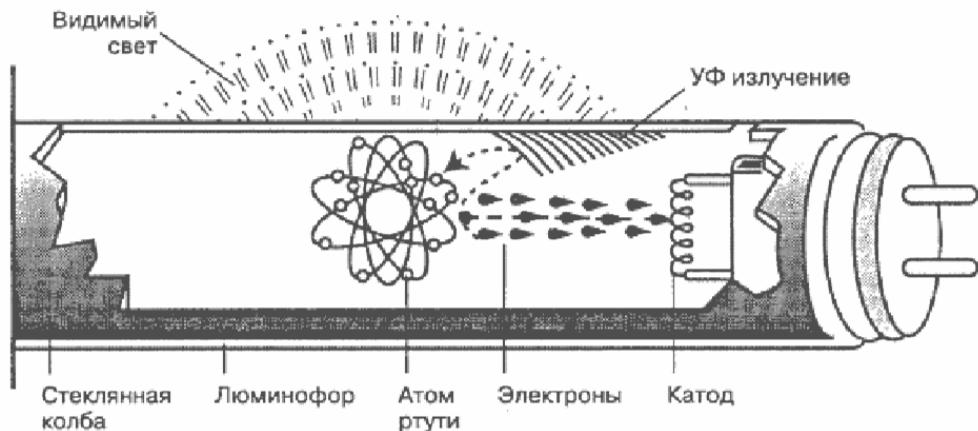
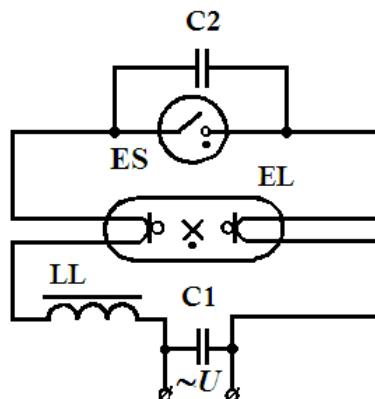


Рисунок 3 – Устройство люминесцентной лампы⁶

Основными элементами классической схемы импульсного зажигания с предварительным подогревом электродов являются люминесцентная лампа, дроссель в качестве балластного сопротивления и стартер (рисунок 4). Стартер тлеющего разряда представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу с биметаллическими электродами, заполненную смесью аргона, неона и гелия. Стеклянная колба лампы стартера помещена в металлический корпус цилиндрической формы. Присоединение стартера к схеме осуществляется контактными электродами.



LL – дроссель; EL – люминесцентная лампа; C1 и C2 – конденсаторы; ES – стартер

**Рисунок 4 – Схема включения люминесцентной лампы
с использованием стартера тлеющего разряда**

Напряжение зажигания разряда в лампе стартера составляет не менее 70 В для стартера 20С-127, 130 В – для стартера 80С-220 и 140 В – для стартера 65С-220. Обозначение стартера включает: С – стартер; 20 и 80 – предельные значения мощности люминесцентных ламп, для которых предназначен стартер; 127 и 220 В – номинальное напряжение сети 120 и 230 В соответственно.

При подаче напряжения в схему включения люминесцентной лампы ток не проходит через ее газоразрядный промежуток, так как он не ионизирован и является изолятором. В таком состоянии для его пробоя необходимо напряжение, превышающее в несколько раз значение напряжения сети. Однако в стартере при этом возникает тлеющий электрический разряд, сопровождающийся протеканием тока (20–50 мкА) в электрической цепи, образованной дросселем, нитями накала электродов люминесцентной лампы и самим стартером.

Под действием тлеющего электрического разряда биметаллические электроды стартера разогреваются, изгибаются, накоротко соединяются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы через дроссель на напряжение сети. Проходящий при этом ток, равный 0,9-2,0 номинального тока люминесцентной лампы, обеспечивает интенсивный разогрев ее электродов. За 1-2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 700-900 °C, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия, ионизируется газовый промежуток и облегчаются условия его пробоя. Электрический разряд в стартере прекращается, так как разность потенциалов на его электродах равна нулю.

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 °C.

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.

Люминесцентные лампы выпускают 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).

Это одна из распространенных конструкций электрических ламп. Принцип ее действия основан на явлении электрического разряда в газе, протекающем при большом давлении в колбе. Это позволяет получать источник излучения наподобие спирали в лампе накаливания. Но им является не раскаленная

вольфрамовая спираль, а яркий шнур светящихся паров ртути, который словно натянут между двумя электродами.

Такой источник света появляется только при достаточно большом давлении в колбе. Это самая настоящая вольтовая дуга, которая и определила первое слово названия лампы. Глядя на лампу, видно цоколь с резьбой и эллиптическую совершенно непрозрачную белую внешнюю колбу, внутри которой находится устройство, выполняющее все главные функции и не видимое снаружи.

Именно в ней появляется вольтова дуга. Электроды, между которыми она возникает, изготовлены из тугоплавкого сплава и расположены на концах трубы из кварца. Их качество и время жизни в основном и определяют ресурс лампы в целом. Горелки могут быть либо с двумя, либо с тремя — четырьмя электродами. Двухэлектродные горелки начинают свечение после подачи на электроды импульса напряжения, способного пробить искровой промежуток между ними.

Принцип действия лампы ДРЛ основан на преобразовании УФ-излучения ртутного разряда высокого давления при помощи люминофора в видимое излучение (рисунок 5).

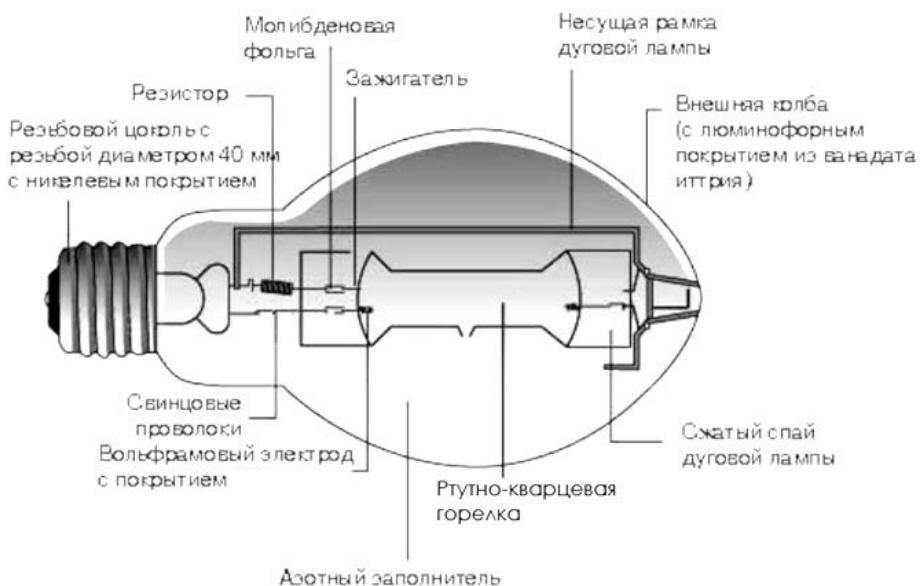


Рисунок 5–Устройство и принцип действия лампы ДРЛ⁷

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 промыш-

ленных 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 (рисунок 6).



**Рисунок 6 – Лампы газоразрядные металлогалогенные ДРИ
MH250A-Ellipse-400Вт-240В-Е40**

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 (рисунки 7, 8).



**Рисунок 7 – Лампа газоразрядная ксеноновая
ДНАТ HPS100A-Tube-100Вт-240В-Е27-КС**



Рисунок 8 - Лампа ДНАТ-HPS-Tube-1000Вт-380В-GP-K12/S30-КС

Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) – это газоразрядные энергосберегающие лампы низкого давления, имеющие меньшие размеры по сравнению с линейной лампой и меньшую чувствительность к повреждениям (рисунок 9).

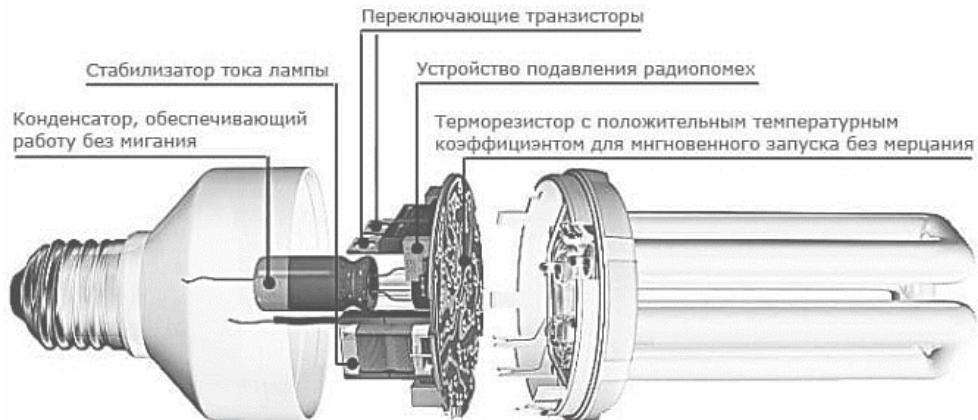


Рисунок 9 – Устройство и принцип действия ламп КЛЛ⁸

Принцип работы КЛЛ не отличается от обычной люминесцентной лампы. Колба в виде трубки наполнена парами ртути. В ее концах расположены нити накала. При работе внутри колбы происходит электрический разряд, излучающий в основном ультрафиолет. Для переизлучения его в видимый свет стенки трубки покрыты слоем люминофора. Запуск лампочки производится электронным ПРА, расположенным в пластмассовом корпусе.

КЛЛ состоят из колбы, наполненной парами ртути и аргоном, и пускорегулирующего устройства. На внутреннюю поверхность колбы нанесен люминофор (рисунок 10). Эти лампы предназначены для установки в стандартный патрон для ламп накаливания с диаметром цоколя 14 и 27 мм.



Рисунок 10 – Формы трубок компактных люминесцентных ламп⁸

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 °С 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 др. СДЛ в качестве источника света используют светодиоды (рисунок 11).

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 состояние. 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.

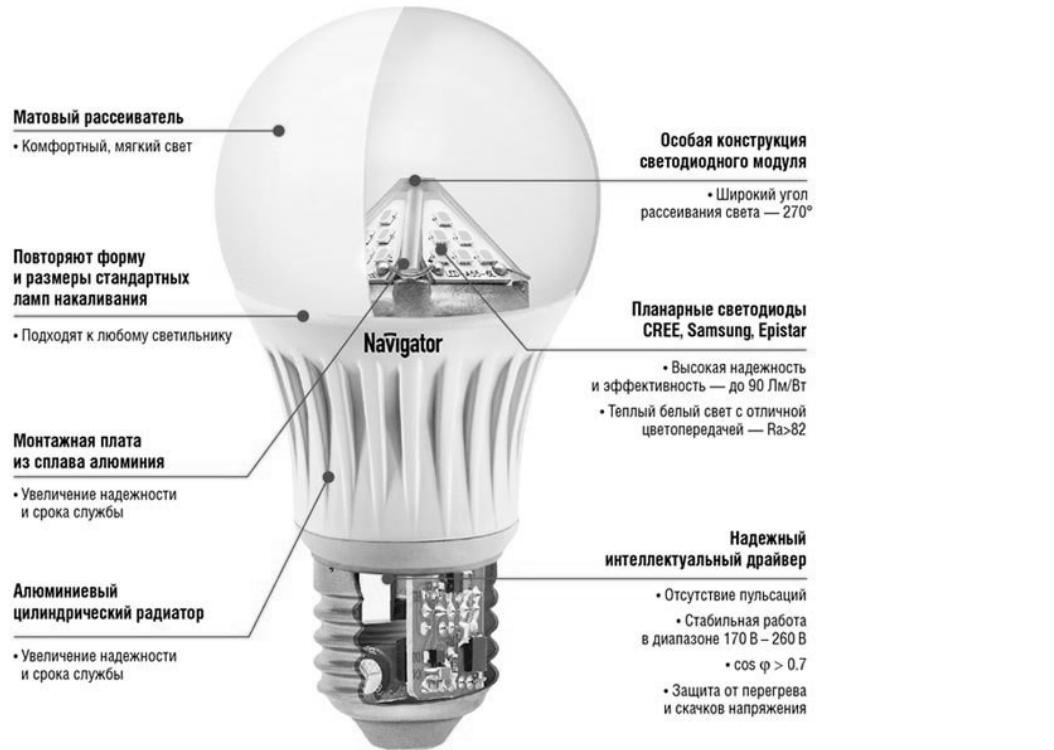


Рисунок 11 – Устройство и принцип действия ламп СДЛ⁹

К недостаткам СДЛ, ограничивающим использование, следует отнести в настоящее время их относительную 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.

Благодаря экономичной и качественной работе, led-лампы все чаще вытесняют люминесцентные аналоги и лампы накаливания. Установка светодиодных ламп – процесс нетрудоемкий, при правильной подготовке с ним может справиться каждый.

Конструктивные особенности светодиодных ламп

Светодиодные лампы работают от сети с напряжением 220 В и частотой тока 50 Гц. Несмотря на различные варианты конфигурации, led-лампы устроены одинаково. Цоколь устройства выполнен из пластика. Материал не подвер-

жен коррозии, что обеспечивает сохранение контакта с патроном при работе светильника.

Полимерное основание цокольной части предназначено для защиты корпуса от опасного напряжения. Контроль параметров входящего тока выполняется драйвером. Устройство преобразует переменный ток в постоянный. При скачках напряжения в диапазоне 160-270 В стабилитроны драйвера сохраняют непрерывную работу полупроводникового прибора. Led-драйвер – важная часть светодиодов.

Нижняя часть корпуса led-лампы имеет вентиляционные отверстия, благодаря которым обеспечивается качественное охлаждение устройства. Отсутствие перегрева продлевает срок эксплуатации лампы.

Радиатор изготовлен из анодированного алюминиевого сплава. Материал препятствует перегреву элементов осветительного прибора.

За счет светодиодных чипов обеспечивается высокая стабильность работы led-лампы. Монтажная плата, на которой закреплены светодиоды, выполнена из алюминия. Поверхность, обращенная к радиатору, покрыта термопастой. Специальный состав покрытия позволяет эффективно отводить тепло.

Рассеиватель света представляет собой полусферу из матового пластика. Такая конструкция позволяет равномерно рассеивать световой поток от диодов. Нагрев практически отсутствует.

Преимущества и недостатки led-ламп перед люминесцентными

Плюсы, имеющие значение для системы освещения:

- низкое потребление электроэнергии;
- долгий срок эксплуатации (до 11 лет непрерывной работы);
- яркое свечение;
- возможность подобрать светодиодный источник любого цветового тона;
- устойчивость к температурным перепадам и повреждениям;
- безвредность для окружающей среды.

Планируя электромонтаж, следует учитывать и минусы изделия:

- высокая стоимость;
- низкое качество аналогов китайского производства;
- использование понижающего преобразователя для выравнивания напряжения приводит к повышению себестоимости изделия;
- нейтральные и холодные тона излучаемого света подавляют синтез мелатонина, что отрицательно сказывается на организме человека;
- со временем кристаллы теряют яркость и деградируют.

Основные разновидности светодиодных моделей

Для декоративных конструкций часто используют led-лампы в виде свечи, кукурузы. Излюбленные варианты световых устройств – модели, в которых патроны смотрят вверх. Для плафонов выбирают шарообразные и грушевидные образцы. Встроенные рефлекторы помогают точечно осветить важные элементы интерьера.

Наиболее востребованный вид цоколя – винтовой или резьбовой (рисунок 12). Маркируется литерой Е. Популярные модели:

- E40 – предназначены для мощных световых установок (освещение цехов, дорог);
- E14 – используются в приборах мощностью до 3 Вт – бра в коридорах, мини-люстры;
- E27 – устанавливаются в обычных настенных или потолочных люстрах, настольных лампах.

Цоколи штырькового типа маркируются литерой G. Популярные варианты:

- G13 – применяют для освещения промышленных помещений, торговых прилавков, устройства обычно вставляют в потолочный светильник Armstrong;

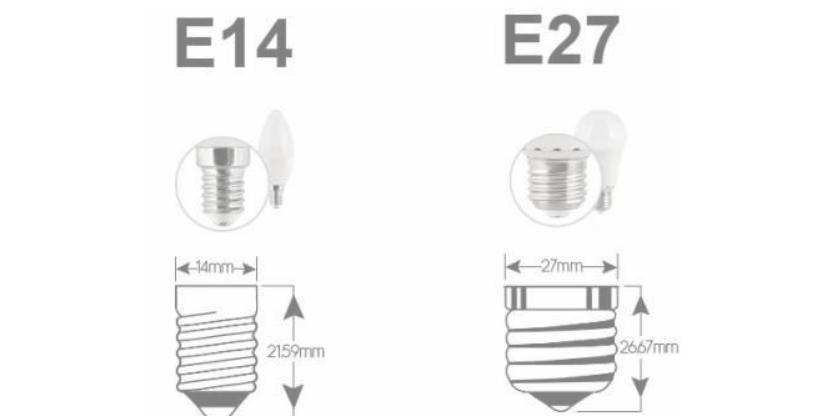


Рисунок 12–Виды цоколей светодиодных ламп⁹

- GX53 – используют в потолочной подсветке небольших по размерам помещений, в плоских осветительных установках;
- GU10 – устанавливают в приборах, подверженных постоянной вибрации, за счет утолщений на контактах модуль может поворачиваться в патроне;
- G4 – применяют в светодиодных лентах, точечных светильниках, имеет миниатюрный держатель;
- GU3 – устанавливается во встраиваемых осветительных системах.

3. 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 рассеян-

ного и отраженного света. Светильники прямого света способствуют концентрации большой части светового потока на рабочих поверхностях. Такие светильники рекомендуется 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, но 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.

Требования к светильникам животноводческих ферм. Требования к освещению животноводческой фермы существенно отличается от птицеферм и других помещений животноводческого комплекса. Под этим подразумеваем:

- защита от пыли и влаги – одно из обязательных условий, кроме того, светильники должны иметь высокую устойчивость к химически агрессивным средам. Это требование связано со спецификой эксплуатации помещений, а также санитарными обработками спецпрепаратами;

- особенности конструкции светильников обязаны предусматривать наружную очистку от пыли и грязи мытьем под давлением, без демонтажа источника света;
- защита светильников от многократного включения и выключения, что дает возможность установки в системе автоматического управления светом;
- возможность диммирования светильников, для управления ночных режимом с более экономным потреблением электроэнергии.

На рисунке 13 представлена конструкция светильника светодиодного ЛСП серии Standart.

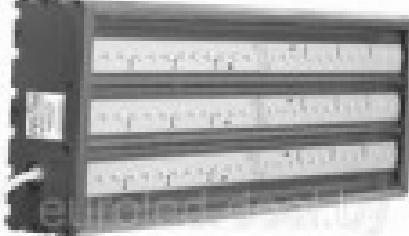


Рисунок 13– Конструкция светильника светодиодного ЛСП серии Standart¹⁰

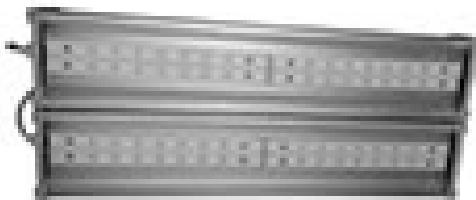
Светодиодные светильники Сфера ТЕХНОсвета серии ДКУ полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к светильникам. На рисунке 14 представлены наиболее часто используемые светильники этой серии на животноводческих фермах.



Серия ДКУ 002



Серия ДКУ 001



Серия ДКУ 003

Рисунок 14 - Светодиодные светильники Сфера ТЕХНОсвета серии ДКУ¹¹

На рисунке 15 представлен светильник светодиодный GeniledKolokol100 Вт 5000К Линза 60°. Они надежны, практичны для создания качественной системы освещения. Geniled Kolokol пришел на замену устаревших светильников с лампами ДРЛ или ДНАТ. Предназначен для освещения: производственных це-

хов; складских помещений; спортивных комплексов; торговых предприятий; промышленных объектов; аэропортов.



**Рисунок 15 – Светильник светодиодный Geniled Kolokol
100 Вт 5000К Линза 60°¹²**

На рисунке 16 представлен светильник светодиодный Geniled ЛСП 2x36 1200 IP65 60 Вт 36В. Такие светильники имеют очень высокую степень защиты от пыли и влаги. Промышленные светильники Geniled ЛСП используются для освещения производственных помещений, сельскохозяйственных и животноводческих комплексов, парковок, сервис-центров, автомоек и других мест с агрессивной средой.



**Рисунок 16 – Светильник светодиодный Geniled ЛСП 2x36 1200 IP65 60 Вт
36В 5000К, прозрачный**

Подвесные светодиодные светильники Philips и Galad являются основой при создании систем освещения в любых больших помещениях (рисунок 17). Как правило, светильники подвесного типа, которые подвешиваются при помощи специального троса или даже цепи, используются в том случае, когда нет возможности использовать, при монтаже системы освещения помещения, осветительные приборы другого потолочного типа.



Рисунок 17 – Подвесные потолочные светодиодные LED IP40-IP54 светильники от фирм Philips и Galad¹³

4. Определение освещенности животноводческих помещений

Свет представляет видимую часть излучения с длиной волны от 380 до 760 нм, которое вызывает зрительное ощущение, позволяет видеть окружающие предметы и ориентироваться в пространстве. Он оказывает тепловое, химическое и электрическое воздействие на организм животных. Для освещения животноводческих помещений используется два основных источника света: естественный (видимая часть солнечного спектра) и искусственный – электрический свет.

Для оценки естественного освещения животноводческих помещений применяют геометрический и светотехнический методы.

4.1.Нормирование и порядок расчета освещения производственных помещений

Задачей расчета является определение необходимой мощности электрической осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности или, при известном числе и мощности ламп, определение ожидаемой освещенности на рабочей поверхности.

При выборе требуемого минимального уровня освещенности рабочего места необходимо установить характер (разряд) выполняемой работы. Его определяют по наименьшему размеру объекта различия (мм).

Объект различия – это рассматриваемый предмет, отдельная часть его, которые требуют различия в процессе работы.

В соответствии с СПБ 2 04.05-68 все зрительные работы делятся на восемь разрядов (см. приложение 1).

Непостоянство естественного света даже в течение короткого промежутка времени вызвало необходимость нормировать естественное освещение с помощью относительного показателя – коэффициента естественной освещенности.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) определяется как отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах (1):

$$\text{КЕО (e)} = \frac{E_{\text{вн.}}}{E_{\text{нар.}}} \times 100, \quad (1)$$

где Е_{вн.} – внутренняя освещенность, лк;
Е_{нар.} – наружная освещенность, лк.

При боковом одно- и двухстороннем естественном освещении нормируется минимальное значение КЕО; при боковом одностороннем – на расстоянии 1 м от стены в точке, наиболее удаленной от световых проемов, и на высоте 0,8 м от пола (уровень условной рабочей поверхности), при боковом двухстороннем – в точке посередине помещения.

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

Нормативные значения КЕО представлены в приложении 1.

Основной задачей расчета освещения является определение необходимой мощности осветительной установки для создания в производственном помещении заданной освещенности.

Можно выделить следующие основные этапы проектирования осветительной установки:

- *Выбор типа источника света.* Используют преимущественно газоразрядные лампы, лишь при низких температурах – лампы накала.
- *Выбор системы освещения.* В зависимости от назначения производственного помещения – общее или комбинированное.
- *Выбор типа светильника.* Проводится в соответствии с учетом загрязнения и агрессивности воздушной среды, а также в соответствии с требованиями яркости, пожаробезопасности.
- Определение количества и распределение светильников.
- Определение нормируемой освещенности на рабочем месте.

4.2. Расчет и методика проверки освещенности в производственных условиях

В процессе эксплуатации осветительных установок освещение рабочих мест контролируют, проверяя все качественные и количественные характеристики освещения. Установленные отклонения от норм освещенности устраняют путем изменения типа ламп, их мощности, перераспределением светильников и др.

4.2.1.Инструментальный контроль освещенности

Фотометрия. Под фотометрией понимается измерение силы света, естественной и искусственной освещенности и яркости. Приборы, употребляемые для этой цели, называются фотометрами или люксметрами. В настоящее время для измерения освещенности в люксах пользуются объективным люксметром типа «ТКМ-ПМ».

Они нашли широкое применение на промышленных предприятиях и организациях (службы охраны труда и техники безопасности, службы главного энергетика), учебных заведениях, научных центрах, музеях, библиотеках и архивах, предприятиях транспорта и связи, центрах метрологии и сертификации, медицинских учреждениях, центрах Госсанэпиднадзора, сельском хозяйстве, при аттестации рабочих мест.

Для измерения освещенности, создаваемой различными источниками, расположенными в пространстве, произвольно применяют люксметры «ТКА-ЛЮКС» (рисунок 18). Основные технические параметры люксметра «ТКА-ЛЮКС» представлены в таблице 1.



1 – блок обработки сигнала (слева); 2 – фотометрическая головка (справа)

Рисунок18 –Общий вид люксметра ТКА-ЛЮКС¹⁴

Принцип работы люксметра заключается в преобразовании фотоприемным устройством излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индексацией числовых значений освещенности в люксах.

Таблица 1 – Основные технические параметры люксметра «ТКА-ЛЮКС»

Основные показатели	Техническая характеристика
Диапазон измерений освещенности, лк	1,0–200000
Предел допустимого значения основной относительной погрешности измерения освещенности, %	6,0
Время непрерывной работы, ч, не менее	8,0
Рабочие условия эксплуатации прибора: – температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	от 0 до 40
– атмосферное давление, кПа	86-107
– относительная влажность воздуха при температуре окружающего воздуха $25\ ^{\circ}\text{C}$, %	65 ± 15
Источник питания	Батарея типа «Крона» ТУ16-729.060-91
Масса прибора, кг (не более)	0,4
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	2000

4.2.2. Контроль освещения рабочих мест

Порядок работы:

1. Отсчетным устройством является жидкокристаллический индикатор со значениями от 0 до 1999.
2. Включить прибор. Определить темповую ошибку, закрыв окно фотометрической головки. Темповую ошибку впоследствии вычитают из измеренных показаний.
3. Произвести измерения, расположив прибор параллельно плоскости измерения, не допуская попадания теней от оператора или предметов. При появлении символа «1» – изменить диапазон измерений.

Считать и записать измеренное значение, учитывая темповую ошибку прибора, в следующей последовательности:

- замеры производить, начиная от окна и далее через 1 м до противоположной стены;
- замеры производить на уровне рабочей поверхности;
- результаты замеров занести в протокол испытаний (см. образец);
- по данным протокола построить график зависимости освещенности от расстояния. Сделать анализ полученных результатов.

ПРОТОКОЛ исследований естественного освещения

№ п/п	Расстояние от окна	Естественное освещение		Коэффициент естественного освещения (КЕО)	
		Внутри помещения	Снаружи	фактический	нормативный

4.2.3. Порядок проведения работы по исследованию освещенности рабочих мест

Недостаточный или наоборот сильный свет сильно влияет на организм человека. Исследования в области влияния света на человека показали, что холодный свет снижает сонливость, лучше концентрирует внимание и больше подходит для производственных помещений для более качественной производительности и безопасности труда. Вечером, лучше подходит теплый желтый свет и предпочтителен для отдыха и расслабления. Разовые пренебрежения этих правил не повлекут серьезных последствий для здоровья человека. Однако если это повторяется постоянно, то возможны нарушения некоторых функций организма человека.

Свет кажется простым и чем-то обыденным, но не стоит пренебрегать его влиянием на повседневную нашу деятельность. Поэтому необходимо производить периодический контроль и проверку освещенности на рабочих местах и помещениях специальным оборудованием.

Для расчета искусственного освещения используют **метод светового потока**.

1. Световой поток лампы определяется по формуле 2:

$$F_l = \frac{E_n \cdot S \cdot K \cdot Z^1}{N \cdot \eta}, \quad (2)$$

где E_n – нормированная освещенность по разряду выполняемых работ, лк;

S – площадь освещаемого помещения, m^2 , в соответствии с заданием;

K – коэффициент запаса (согласно ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования), зависящий от количества выделяемой в помещении ныли и копоти, $K = 1,3-1,7$;

Z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению E_{cp}/E_{min} , принимаемый равным 1,15 для ламп накаливания и дуговых ртутных ДРЛ и 1,1 для люминесцентных ламп (при отраженном освещении $Z=1,0$);

N – количество светильников в помещении (согласно заданию), ед.;

η – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильников, коэффициента отражения светового потока от потолка, стен и рабочей поверхности, высоты подвеса светильников и размеров помещения (приложение4), определяются с помощью показателя помещения φ , который рассчитывается по формуле 3.

$$\varphi = \frac{A \times B}{h_p(A+B)}, \quad (3)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

h_p – расчетная высота установки светильника, м.

2. По рассчитанному световому потоку F_p подбирают тип и мощность ламп (см. приложения 2, 3) с учетом ранее полученных сведений об условиях применения тех или иных типов.

Инструментальный контроль комбинированной освещенности помещений. Измерение искусственной освещенности проводят в темное время суток, за исключением объектов без доступа естественного света.

Искусственная освещенность на рабочих местах измеряется на рабочей поверхности, обычно это на высоте 0,8 м. Измерения производятся в точках, находящихся на пересечении средних линий между рядами и между светильниками рядов. При невозможности произвести измерения в условиях отсутствия естественной освещенности вначале в этих точках производим измерение комбинированной освещенности, затем выключаем искусственную освещенность и измеряем естественную освещенность.

Разница между комбинированной и искусственной освещенностями представляет собой величину искусственной освещенности. Результаты показаний заносим в протокол исследований и сравниваем с нормативным значением искусственной освещенности. На основании полученных данных делаем заключение о соответствии освещенности данному рабочему помещению.

ПРОТОКОЛ исследований комбинированного освещения, лк

№ п/п	Общая освещенность помещения	Естественная освещенность	Искусственная освещенность	Нормированное значение искусственной освещенности

Указания по выполнению работы студентами

При выполнении индивидуального задания необходимо:

1. Привести краткие теоретические сведения по теме.
2. По теоретическому материалу рекомендуемой литературы, паспортам и натуральным образцам приборов изучить устройство, принцип действия, параметры и характеристики, правила и методику применения указанных преподавателем приборов. Их технические параметры представить по форме таблицы 3.
3. На основании изученного материала заполнить протокол исследований естественного освещения, начертить график изменения естественной освещенности в зависимости от удаления рабочего места от стены с окнами.
4. Произвести расчет искусственного освещения и выполнить графическую схему размещения светильников в конспекте (в масштабе) в соответствии с индивидуальным заданием.
5. Произвести исследование комбинированной освещенности помещения и определить соответствие искусственной освещенности гигиеническим нормам.
6. Сделать выводы по работе. Оформить отчет и подготовиться к его защите.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими количественными и качественными показателями характеризуется производственное освещение?
2. Дайте определение понятий:
 - световой поток;
 - освещенность.
3. Какие достоинства и недостатки основных видов и источников освещения, применяемых в производственных условиях?
4. Как нормируется естественное и искусственное освещение в зависимости от различных производственных условий?
5. Как производят контроль освещения рабочих мест?
6. Как производят расчет искусственного освещения?

Литература

1. Охрана труда в животноводстве : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Зоотехния» / А. В. Гончаров, И. Н. Таркановский, А. М. Карпеня, Л. В. Шульга ; Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 252 с.
2. Об утверждении санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к организации технологических процессов и производственному оборудованию : Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 13.07.2010, № 93.
3. Об аттестации рабочих мест по условиям труда : Постановление Совета министров Республики Беларусь, 22.02.2008, № 28 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2008. – № 54. – 5/6866.
- 4.<https://studfile.net/preview/3497251/> (дата обращения: 03.03.2025).
- 5.<https://lampaexpert.ru/category/vidy-i-tipy-lamp>(дата обращения: 05.03.2025).
- 6.<https://elektro-tovars.ru/blog/stati-o-osveshchenii/lampy-lyuminestsentnye-nemnogo-istorii.html> (дата обращения: 07.03.2025).
- 7.Принцип работы лампы ДРЛ: расшифровка, устройство и технические характеристики. razvodka.com. (дата обращения: 15.03.2025).
- 8.<https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/lyuminestsentnaya/chem-horosha-lampa-kll>(дата обращения: 15.03.2025).
- 9.<https://www.7amper.by/articles/obzory-tovarov/skhemy-podklyucheniya-svetodiodnykh-lamp/>(дата обращения: 17.03.2025).
- 10.<https://geniled.by/product-category/geniled/seriya-lsp/>(дата обращения: 20.03.2025).
- 11.<https://minsvet.by/good/serija-dku-001-je/dku-01-108-001-je-3>(дата обращения: 20.03.2025).
- 12.<https://geniled.by/product-category/geniled/kolokol/> (дата обращения: 20.03.2025).
- 13.https://shop220.ru/podvesnye-svetodiodnye-svetilniki-led-philips.htm?srsltid=AfmBOorCZ1giGlxgEgAFpdiQ7DUdCxFHTcXzwgH9_ftRicC5Mszhgvdi (дата обращения: 23.03.2025).
- 14.<https://izm.by/tka-lyuks-lyuksmetr.html>(дата обращения: 25.03.2025).

Приложение 1

Показатели для нормирования естественной освещенности производственных помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, в мм	Разряд зрительной работы	Значение КЕО (e_h) в % при естественном освещении	
			естественное освещение	
			верхнем или комбинированном	при боковом
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	—	—
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,3	II	—	—
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	—	—
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV	4	1,5
Малой точности	От 1,0 до 5,0	V	3	1,0
Грубая (очень малой точности)	Более 5,0	VI	3	1,0
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	Более 0,5	VII	3	1,0
Общее наблюдение за ходом производственного процесса				
Постоянное	—	VIII а	3	1
периодическое при постоянном пребывании людей в помещение	—	VIII б	1	0,3
периодическое при периодическом пребывании людей в помещение	—	VIII в	0,7	0,2
общее наблюдение за инженерными сооружениями	—	VIII г	0,3	0,1

Приложение 2

Основные характеристики источников света

Тип источника света	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Средний срок службы, час	Индекс цветопередачи, Ra	Нижний предел температуры окружающей среды, С
Лампы накаливания общего назначения (ЛОН)	200–15000	15	1000	100	без ограничений
Галогенные лампы (кг)	2500–125000	25	2000	100	Без ограничений
Люминесцентные лампы (ЛЛ)	350–7000	90	12000	90	до -5
Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ)	250–4500	80	8000	85	до -20
Дуговые ртутные лампы (ДРЛ)	300–55000	55	20000	40	до -25
Натриевые лампы высокого давления (ДНаТ)	5000–120000	120	15000	25	без ограничений
Металлогалогенные лампы (ДРИ)	3000–300000	90	10000	70	без ограничений
Светодиодные излучатели	250–12600	50–70	до 90000	80–90	без ограничений

Приложение 3

Световая характеристика ламп

Тип лампы	Световой поток, лм
Лампы люминесцентные ртутные высокого давления	
ДРЛ – 125	4800
ДРЛ – 250	11000
ДРЛ – 400	19000
ДРЛ – 700	35000
Лампы люминесцентные ртутные, общего назначения	
ЛБ-40	2400
ЛБ-20	1200
Лампы накаливания общего назначения	
HB220 – 235 – 40	300
HB220 – 235 – 60	500
HB220 – 235 – 60	1000
Б251 – 225 – 60	715
Б251 – 225 – 75	1020
Б251 – 225 – 100	1350
Лампы светодиодные	
LED 2-3 Вт	250
LED 4-5Вт	400
LED 8-10Вт	700
LED10-12Вт	900
LED12-15Вт	1200
LED18-20Вт	1800

Приложение 4

Коэффициент использования светового потока

Показатель помещения (ϕ)	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,25	1,5	2	3	4
Коэффициент светового потока, (η)	0,16	0,21	0,26	0,29	0,31	0,34	0,37	0,41	0,47	0,5

Приложение 5

Задания для выполнения расчета

Номер варианта	Тип помещения	Высота установки светильника, м (hp)	Длина, м (A)	Ширина, м (B)	Число светильников, шт. (n)
1	Коровник, зона кормления	4,1	120	18	48
2	Коровник, зона доения	4,1	78	12	21
3	Родильное отделение	4,4	72	15	21
4	Телятник	4,4	66	12	15
5	Свинярник-маточник	4,4	72	21	29
6	Свинярник-откормочник	4,4	120	21	48
7	Конюшня	3,5	60	12	22
8	Звероферма	3,7	54	18	26
9	Доильный зал	4,1	30	25	17
10	Молочная	3,7	15	15	6
11	Кормоцех	3,7	18	20	10
12	Диагностический кабинет	2	15	12	17
13	Помещение для содержания больных животных	3,9	30	25	18
14	Помещение аптеки	3,5	6	5	6
15	Лаборатория	3,5	8	6	10
16	Операционная	3,2	5	4	10
17	Помещение для хранения лекарственных препаратов	3,2	6	4	8

Учебное издание

**Гончаров Александр Владимирович,
Пилецкий Иван Васильевич**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ЧЕЛОВЕКА.
РАСЧЕТ И КОНТРОЛЬ ОСВЕЩЕННОСТИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Методические указания

Ответственный за выпуск В. Н. Подрез
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор И. В. Пилецкий
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 21.10.2025. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,25. Уч.-изд. л. 1,53. Тираж 120 экз. Заказ 2598.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 48-17-70.

E-mail: rio@vsavm.by

<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-591-264-5



A standard linear barcode representing the ISBN number 978-985-591-264-5. The barcode is composed of vertical black bars of varying widths on a white background.

9 789855 912645