Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)

Отчёт по лабораторной работе №4  
«Исследование эффективности и качества искусственного освещения»  
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Выполнили студенты гр. 430-1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Горкольцева Д.Е.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Иванин В.А.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кошелев Л.Р.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Хабиров Р.И.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Проверил ассистент каф. РЭТЭМ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Нуриев Д.К.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Томск 2022

Оглавление

[Введение 3](#__RefHeading___Toc310_2691480195)

[1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 4](#__RefHeading___Toc312_2691480195)

[1.1 Общие сведения 4](#__RefHeading___Toc314_2691480195)

[1.2 Светотехнические характеристики освещения 4](#__RefHeading___Toc316_2691480195)

[1.3 Виды производственного освещения 5](#__RefHeading___Toc316_26914801951)

[1.4 Нормирование искусственного освещения 7](#__RefHeading___Toc316_269148019511)

[1.5 Коэффициент использования осветительной установки 8](#__RefHeading___Toc316_2691480195111)

[1.6 Измерительные приборы для выполнения лабораторной работы 9](#__RefHeading___Toc316_26914801951111)

[2 ХОД РАБОТЫ 11](#__RefHeading___Toc312_26914801951)

[2.1 Порядок проведения лабораторной работы 11](#__RefHeading___Toc316_269148019511111)

[2.2 Освещённость внутри макета производственного помещения 12](#__RefHeading___Toc1131_3191357202)

[2.3 Коэффициенты пульсации в учебной аудитории 14](#__RefHeading___Toc1133_3191357202)

[Заключение 16](#__RefHeading___Toc324_2691480195)

# Введение

***Цель работы****:* изучение количественных и качественных характеристик освещения, оценка влияния типа светильника и цветовой отделки интерьера помещения на освещённость и коэффициент использования светового потока.

***Оборудование:*** лабораторная установка, состоящая из макета производственного помещения, оборудованного различными источниками искусственного освещения, и люксметра-пульсметра для измерения значений освещённости и коэффициента её пульсаций.

***План работы:***

* изучение теоретической части;
* ознакомление с правилами эксплуатации прибора;
* выполнение экспериментальной части;
* оформление полученных результатов.

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Общие сведения

Качество информации, получаемой человеком через зрительный аппарат, во многом зависит от освещения. Неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение напрягает зрение и вызывает утомление организма в целом. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещённые опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещения ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта.

## Светотехнические характеристики освещения

При оптических измерениях для гигиенической оценки освещения необходимо учитывать неодинаковую чувствительность глаза к энергии различных длин волн (видимое излучение — человеческий глаз воспринимает колебания в диапазоне от 380 до 770 нм).

Основной световой единицей в системе СИ является кандела (кд) — **сила света** () в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540∙1012 Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/ср.

**Световой поток** () — мощность оптического излучения, оцениваемая по производимому его зрительному ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм) — световой поток, испускаемый точечным источником силой света кд внутри телесного угла в 1 ср (1 лм = 1 кр).

**Освещённость** () — величина, равная отношению светового потока , падающего на поверхность к площади этой поверхности:

| , | (1.1) |
| --- | --- |

Единица измерения освещённости — люкс (лк) (1 лк = 1 лм/м2).

**Яркость** () — поверхностная плотность силы света в заданном направлении. Яркость является характеристикой светящихся тел, она равна отношению силы света в каком-либо направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к этому направлению.

| , | (1.2) |
| --- | --- |

где — угол между направлением излучения и плоскостью, град.

Единицей измерения яркости является кд/м2, это яркость такой плоскости поверхности, которая в перпендикулярном направлении излучает силу света в 1 кд с площади 1 м2.

## Виды производственного освещения

Так как изучаемая дисциплина предполагает защиту человека в техносфере от негативных воздействий, мы рассмотрим виды производственного освещения. На рисунке 1.1 изображена схема видов производственного освещения.

В зависимости от источника света освещение может быть трёх видов: естественное, искусственное и совмещённое (смешанное).

Естественное освещение, в свою очередь, по расположению боковых проёмов разделяют на верхнее (здание освещается через проёмы, имеющиеся на участках перепада высоты строения), боковое (свет проникает через проёмы в наружных стенах) и комбинированное, где боковое может быть односторонним или двухсторонним.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях с недостатком естественного света, в также для освещения помещений в тёмное время суток. По принципу организации этот вид освещения делят на общее, местное и комбинированное. Общее освещение, в свою очередь, делится на равномерное (размещение по всей площади пространства) и локализованное (размещение в соответствии с расположением оборудования) и предназначено для освещения всего помещения.

Комбинированное искусственное освещение состоит из общего и местного. Местное освещение предназначено для освещения только рабочих поверхностей. Оно может быть стационарным и переносным.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяют на рабочее (обеспечивает нормируемые осветительные условия), аварийное (служит для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения), дежурное, охранное (предусматривается вдоль границ территории, охраняемой в ночное время) и эвакуационное.

Рисунок 1.1 — Виды производственного освещения

В качестве источников искусственного освещения применяются лампы накаливания и газоразрядные лампы.

## Нормирование искусственного освещения

Известны два подхода к нормированию освещённости рабочих поверхностей. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03» определяет наименьшую освещённость рабочих поверхностей в производственных помещениях в зависимости от вида производимой деятельности, а СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» — в зависимости от характеристики зрительной работы, определяемой минимальным размером объекта различения, контрастом объекта с фоном и свойствами фона. В этом документе используются следующие основные понятия:

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

**Фон** — поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается. Фон считается светлым при коэффициенте отражения светового потока поверхностью более 0,4; средне светлым при коэффициенте отражения от 0,2 до 0,4; тёмным при коэффициенте отражения менее 0,2.

**Контраст** объекта различения с фоном () определяется отношением абсолютной величины разности яркостей объекта и фона к наибольшей из этих двух яркостей.

| . | (1.3) |
| --- | --- |

Контраст считается большим при значениях более 0,5; средним — при значениях от 0,2 до 0,5; малым — при значениях менее 0,2.

В соответствие со СНиП 23-95-95 все виды работ в зависимости от размера объекта различения делятся на восемь разрядов (I-VIII), которые, в свою очередь, в зависимости от фона и контраста объекта с фоном делятся на четыре подразряда (а, б, в ,г).

Ещё одним важным параметром, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещённости :

| , | (1.4) |
| --- | --- |

где — максимальное значение пульсирующей освещённости на рабочей поверхности; — минимальное значение пульсирующей освещённости; — среднее значение освещённости.

Пульсации освещённости возникают из-за питания источников света переменным напряжением. Пульсации освещённости на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счёт появления стробоскопического эффекта.

**Стробоскопический эффект** — кажущееся изменение или прекращение движения объект, освещаемого светом, периодически изменяющимся с определённой частотой.

В соответствии со СНиП 23-05-95 коэффициент пульсации освещённости нормируется в зависимости от разряда зрительных работ.

## Коэффициент использования осветительной установки

Расчёт искусственного освещения предусматривает: выбор типа источника света, системы освещения и светильника, проведение светотехнических расчётов распределение светильников и определение потребляемой системой освещения мощности. Величина, характеризующая эффективность использования источников света, называется **коэффициентом использования светового потока** или коэффициентом использования осветительной установки () и определяется как отношение фактического светового потока () к суммарному световому потоку  
() используемых источников света, определённому по их номинальной мощности в соответствии с нормативной документацией:

| , | (1.5) |
| --- | --- |

Значение фактического светового потока можно определить по результатам измерений в помещении средней освещённости по формуле:

| , | (1.6) |
| --- | --- |

где — площадь помещения м2.

При проектировании освещения для оценки светового потока , используется формула:

| , | (1.7) |
| --- | --- |

где — нормируемая освещённость, лм; — коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников (обычно = 1,3 для ламп накаливания и 1,5 для люминесцентных ламп); — коэффициент неравномерности освещения (обычно = 1,1 — 1,2).

## Измерительные приборы для выполнения лабораторной работы

В качестве средств измерения в лабораторной работе могут быть использованы различные приборы (люксметры, пульсметры, яркометры и др.).

***Люксметр-пульсметр Аргус 07.*** Предназначен для измерения освещённости, создаваемой естественным светом и различными источниками искусственного освещения, и коэффициента пульсаций излучения искусственного освещения. При этом источники освещения могут быть расположены произвольно относительно люксметра. Показание коэффициента пульсаций индицируется в процентах, при этом прибор определяет максимальное, минимальное и среднее значение освещённости пульсирующего излучения и рассчитывает значение коэффициента пульсаций. Отсчёт освещённости и коэффициента пульсации ведётся одновременно по индикаторной шкале.

***Люксметр/яркометр ТКА-09.*** Цифровой фотометр предназначен для измерения освещённости (лк) и яркости протяжённых самосветящихся объектов (кд/м2) в видимой области спектра.

# ХОД РАБОТЫ

## Порядок проведения лабораторной работы

1. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в тёмные тона, были обращены внутрь помещения.
2. Включить установку.
3. Включить лампы.
4. Произвести измерения освещённости с помощью люксметра-пульсметра не менее, чем в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещённости .
5. Установить стенки макета производственного помещения таким образом, чтобы стороны, окрашенные в светлые тона,были обращены внутрь помещения.
6. Произвести измерение освещённости не менее, чем в пяти точках макета производственного помещения, определить среднее значение освещённости.
7. Сравнить полученные в результате измерений по п.п. 4 и 6 значения освещённости с допустимыми значениями освещённости.
8. По результатам измерений освещённости для варианта с тёмной и светлой окраской стен вычислить значение фактического светового потока по формуле (2.1):

| , | (2.1) |
| --- | --- |

где — среднее значение освещённости; — площадь макета помещения, м2.

1. Вычислить коэффициент использования осветительной установки для варианта с тёмной и светлой окраской стен по формуле 1.5. Суммарный световой поток выбрать по номинальной мощности для каждого типа ламп по таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Световой поток различных источников света

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип ламп | Номинальная мощность, Вт | Номинальный световой поток, лм |
| Лампа накаливания | 60 | 730 |
| Лампа люминесцентная КЛ9 | 9 | 600 |
| Лампа люминесцентная СКЛЭН | 11 | 700 |
| Лампа галогенная | 50 | 850 |
| Лампа светодиодная | 1,1 | 53 |

1. Повторить измерения для другого типа ламп.
2. Сравнить значения коэффициентов использования осветительных установок, полученных для случаев с использованием различных источников света и различной окраской стен.
3. С помощью люксметра-пульсметра измерить коэффициент пульсации освещённости при включении одной лампы накаливания, а затем одной люминесцентной лампы на 9 Вт.
4. Измерить и сравнить между собой коэффициенты пульсации освещённости на рабочем месте в учебной аудитории при включении одной фазы, затем двух и трёх фаз.
5. Включить люминесцентную лампу на 9 Вт в центре установки и вентилятор. Вращая ручку «Частота», регулирующую скорость вращения лопастей вентилятора, подобрать такую частоту, при которой возникает стробоскопический эффект.

## Освещённость внутри макета производственного помещения

Мы сняли все необходимые показатели люксметра-пульсметра в пяти разных точках, установив стенки макета производственного помещения сначала тёмной стороной вовнутрь, а затем и светлой в пяти разных точках. Во время выполнения лабораторной работы мы использовали три типа ламп: накаливания, светодиодную и люминесцентную КЛ 9. Все вычисления приведены в таблице 2.2.

Согласно пункту 2.1 данного отчёта, мы вычислили средние значения освещённости, значения фактического светового потока и коэффициенты использования осветительной установки.

Также нами было произведено вычисление площади макета производственного помещения. Согласно вычислениям, ширина установки составила 0,555 м, а длина — 0,835 м. Тогда площадь поверхности данного макета будет составлять примерно 0,463 м2.

Таблица 2.2 — Значения освещённости разных типов ламп

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ламп | Фон | Номер точки | Осве-щён-ность, лк | Коэффи­циент пульса­ции, % | Среднее значение освещён­ности, лк | Значение фактиче­ского светового потока, лм | Коэффициент использования осветительной установки |
| Свето­диодная | Тёмный | 1 | 260 | 60 | 163,8 | 75,84 | 1,43 |
| 2 | 111 | 67 |
| 3 | 230 | 57 |
| 4 | 70 | 51 |
| 5 | 148 | 30,7 |
| Светлый | 1 | 324 | 66 | 228,2 | 105,66 | 1,99 |
| 2 | 196 | 72,1 |
| 3 | 281 | 64,6 |
| 4 | 134 | 62,2 |
| 5 | 206 | 42,7 |
| Накалива­ния | Тёмный | 1 | 389 | 13,2 | 334,4 | 154,83 | 0,21 |
| 2 | 200 | 12,2 |
| 3 | 520 | 13 |
| 4 | 202 | 12,6 |
| 5 | 361 | 13,8 |
| Светлый | 1 | 600 | 13,6 | 564,2 | 261,22 | 0,36 |
| 2 | 442 | 13,7 |
| 3 | 720 | 13,5 |
| 4 | 441 | 13,6 |
| 5 | 618 | 12,9 |
| Люминес­центная | Тёмный | 1 | 367 | 31,7 | 316,4 | 146,49 | 0,24 |
| 2 | 333 | 34,4 |
| 3 | 392 | 29,6 |
| 4 | 220 | 32,6 |
| 5 | 270 | 26,7 |
| Светлый | 1 | 681 | 31,2 | 642,2 | 297,34 | 0,5 |
| 2 | 715 | 35,8 |
| 3 | 713 | 33,3 |
| 4 | 556 | 35 |
| 5 | 546 | 31,5 |

Исходя из таблицы 2.2, можно сказать, что коэффициенты использования осветительной установки наибольшего значения достигает в случае с использованием светодиодной лампы, а наименьшего — накаливания. Также, согласно таблице 2.2,

коэффициенты пульсации освещённости в различных точках будут выше при использовании светлого фона.

Чтобы понять, соответствуют ли полученные значения освещённости СНиП 23-05-95, необходимо установить разряд зрительной работы и характеристику фона. Сравнения мы проводим для 5 разряда зрительных работ на светлом и тёмном фоне для искусственного общего освещения. Согласно СНиП 23-05-95 освещённость при таких заданных характеристиках должна быть равной 100 лк. По нашим измерениям видно, что все средние значения освещённости будут больше нормированного значения.

## Коэффициенты пульсации в учебной аудитории

Коэффициент пульсации освещённости при использовании люминесцентных ламп на рабочем месте в учебной аудитории при включении одной фазы составляет 31,3%, при включении двух фаз — 19,1%, а при включении трёх — 6,4%. Таким образом, становится понятно, что при увеличении количества фаз, уменьшается коэффициент пульсации освещённости, что положительно влияет на напряжении глаз при зрительной работе.

# Заключение

В ходе выполнения данной лабораторной работы мы изучили предоставленные теоретические материалы и провели небольшое исследование по освещённости производственных помещений.

Нами были произведены измерения освещённости, создаваемой различными источниками света, внутри макета производственного помещения двумя различными характеристиками фона. Также мы сравнили полученные результаты с допустимыми значениями освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении, согласно СНиП 23-05-95. Помимо этого, мы выяснили коэффициенты пульсации в учебной аудитории при включении разного количества фаз и наблюдали стробоскопический эффект внутри макета производственного помещения.