



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физика»

Учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине

«Световые приборы»

Авторы
Осипенко И.А.,
Кудря А.П.,
Кунаков В.С.,
Холодова О.М.

Ростов-на-Дону, 2022

Аннотация

Указания содержат краткое изложение вопросов блескости источников света и отражающих поверхностей, приводящих к ухудшению условий зрительной работы. Приведены методы определения коэффициента блескости и показателя ослепленности от световых приборов с отражателем и без него.

Пособие предназначено для организации самостоятельной работы студентов направления 11.03.04 при подготовке и проведении учебного лабораторного эксперимента.

Авторы

к.ф.-м.н., доцент Осипенко И.А.,
доцент Кудря А.П.,
д.т.н., профессор Кунаков В.С.,
доцент Холодова О.М.



Оглавление

Методические указания к лабораторным работам 1 СП, 2СП, 3СП, 4СП, 5СП.....	4
Введение	4
Лабораторная работа №1 Определение кривой светораспределения лампы накаливания.....	10
Лабораторная работа №2 Определение кривой светораспределения светового прибора	13
Лабораторная работа №3 Определение КСС светильника с линейной люминесцентной лампой низкого давления.....	15
Лабораторная работа №4 Определение КСС светодиодного светильника	18
Лабораторная работа №5 Определение девиации угла свечения светодиодов.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ	26
Литература	27
Методические указания к лабораторным работам 6 СП, 7 СП.....	28
Введение	28
Лабораторная работа № 6 СП Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП без отражателя	31
Лабораторная работа № 7 СП Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП с эмалированным отражателем.....	35
Литература	40
ПРИЛОЖЕНИЕ	41

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ 1 СП, 2СП, 3СП, 4СП, 5СП

Введение

Светотехнические характеристики. Выходными параметрами светового прибора (СП), определяющими их технический уровень, являются светотехнические характеристики. К их числу относят кривые светораспределения: сила света и ее распределение в пространстве, освещенность и ее распределение по поверхности освещаемого объекта. Кроме того, светотехнические характеристики включают в себя: яркость светящей поверхности и ее распределение по поверхности СПУ и по разным направлениям пространства; коэффициент полезного действия (КПД), спектральный состав излучения и степень его поляризации.

Светотехнические характеристики являются главными функциональными характеристиками СП, поэтому разработка источника света и светоперераспределяющей части, их конструирование и технология должны быть подчинены основной цели — достижению высоких значений светотехнических параметров СП.

Сила света и ее распределение в пространстве. Световой прибор характеризуется силой света по выбранному направлению лишь для расстояний, для которых это понятие имеет смысл. Такое расстояние может быть значительно больше расстояния, равного десятикратному диаметру СП, считаемого некоторым расстоянием формирования силы света.

Наиболее полное представление о распределении силы света в пространстве дает фотометрическое тело, при построении которого начало радиусов-векторов силы света $I_{\alpha\beta}$ совмещают с началом полярных координат α, β (рис. 1). По виду

фотометрических тел СП делятся на: *круглосимметричные* — их фотометрические тела являются телами вращения; *симметричные* — их фотометрические тела имеют одну, две и более плоскостей симметрии; *несимметричные* — их фотометрические тела вовсе не имеют элементов симметрии.

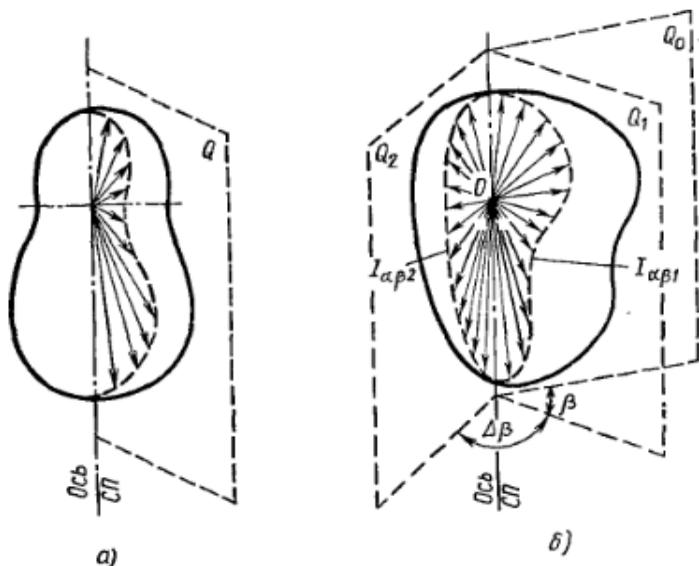


Рис. 1. Сечение фотометрического тела меридиональными плоскостями: а — круглосимметричного; б — несимметричного

Обычно распределение силы света СП изображается на плоскости. Для этого образуются сечения фотометрических тел в основном следующими поверхностями: меридиональной полуплоскостью, отсчитываемой от оси светового прибора; экваториальной плоскостью, перпендикулярной оси прибора; конической поверхностью с осью, являющейся осью прибора и вершиной в его световом центре.

Сечение фотометрического тела СП меридиональной полуплоскостью (рис. 1) образует след в виде *кривой силы света* (КСС) $I(a)$. В этом случае зависимость $I(a)$ можно построить в полярной системе координат — полярный угол a (изменяется от 0 до 180°) и радиус-вектор в линейном масштабе изображают силу света I_a . Количество кривых $I(a)$ при $\beta = \text{var}$ соответствует семейству секущих полуплоскостей Q .

Экваториальное сечение фотометрического тела характеризует распределение силы света по направлениям, составляющим с осью прибора постоянный угол $a = 90^\circ$. Поэтому след этого сечения является кривой, выражающей зависимость $I(\beta)$ при $a = \text{const} = 90^\circ$. Такие сечения применяются для характеристики светильника, имеющих угол излучения $a_{\text{из}} > 90^\circ$.

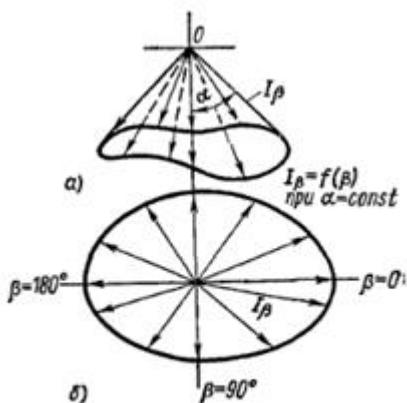


Рис. 2.. Построение КСС $I(\beta)$ при $\alpha = \text{const}$

При сечении фотометрического тела конической поверхностью с углом раствора α образуется след — кривая силы света, выражающая зависимость $I(\beta)$ при $\alpha = \text{const}$. Эта кривая не лежит в одной плоскости (рис. 2а). Поэтому для изображения такой кривой в полярной системе координат α, β каждый радиус-вектор силы света, лежащий на конической поверхности, откладывают в линейном масштабе на

экваториальной плоскости под тем же углом β , по направлению которого распространяется изображаемая сила света (рис. 2б). Соединив концы радиусов-векторов силы света, получают искомого $I(\beta)$. Такие кривые силы света, как и экваториальные, строят для симметричных и несимметричных приборов, для круглосимметричных они имеют форму окружности. Таким образом КСС могут быть двух типов. Зависимости $I(\alpha)$ и $I(\beta)$ могут строиться как в полярных и прямоугольных системах координат. Обычно КСС изображаются в полярных координатах (рис. 3а), однако для СП с очень малыми углами излучения иногда используется и прямоугольная система координат (рис. 3б).

Для удобства пользования в каталогах СП приводятся условные КСС, рассчитанные для источника света со световым

Световые приборы

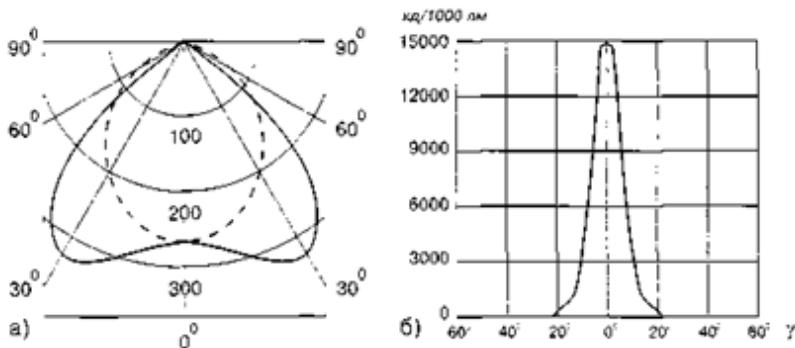


Рис. 3 Примеры кривых сил света в полярных (а) и прямоугольных (б) координатах

потоком 1000 лм. Реальная сила света СП определяется для любого источника света, установленного в данный прибор, с помощью простого соотношения: $I_{СП} = I_{СП\ 1000} \Phi_{ис} / 1000$.

Если ОП многоламповый, то $\Phi_{ис}$ — это сумма световых потоков всех ламп.

Кривые сил света СП с компактными одноцокольными источниками (лампы накаливания, ДРЛ), как правило, одинаковы во всех плоскостях, проходящих через оптическую ось прибора, то есть через условную прямую линию, проведенную через световой центр прибора перпендикулярно плоскости его выходного окна. А световой центр СП — это точка внутри прибора, в которой находится источник света, если его размеры малы по сравнению с размерами СП, или центр источника света, если он достаточно велик. В СП с двухцокольными источниками света (линейные люминесцентные лампы, линейные ГЛН, МГД софитного типа) или с одноцокольными источниками, имеющими вытянутую форму (КЛЛ, НЛВД и НЛНД, МГЛ) и расположенными не вдоль оси оптического прибора, КСС различны в разных плоскостях. В каталогах для таких СП даются две КСС — в главной продольной и главной поперечной плоскостях. Продольная плоскость — это плоскость, проходящая через продольную оптическую ось СП; поперечная плоскость — это плоскость, перпендикулярная продольной оптической оси СП. Очевидно, что таких плоскостей — множество, поэтому выделяют главные плоскости, которые проходят через центр источника света перпендикулярно выходному окну СП. Отсчет углов начинается от оптической оси СП.

При круглосимметричном светораспределении СП КСС одинаковы во всех плоскостях, поэтому в каталогах для таких СП

Световые приборы

приводится только одна кривая. Более подробная характеристика для симметричных СП – это семейство КСС, число которых в зависимости от степени симметрии может быть различным: с двумя плоскостями симметрии — 9 кривых, с одной плоскостью симметрии — 18 кривых; и, наконец, несимметричные — 36 кривых (при $\Delta\beta=10^\circ$). Как симметричные, так и несимметричные СП могут характеризоваться только двумя КСС: $I(\beta)$ для $\alpha=\text{const}$ и $I(\alpha)$ для плоскости ($\beta=\text{const}$) расположения максимальной силы света.

По характеру светораспределения в соответствии с ГОСТ Р 54350-2011 (ПРИБОРЫ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ Светотехнические требования и методы испытаний) СП делятся на пять классов: светильники прямого света (П),

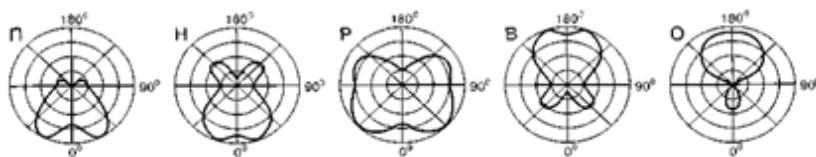


Рис. 4. Классы светораспределения

преимущественно прямого света (Н), рассеянного света (Р), преимущественно отраженного света (В) и отраженного света (О). Все СП прожекторного типа имеют только прямое светораспределение.

Светильники прямого светораспределения — это те, у которых не менее 80 % светового потока направлено в сторону выходного отверстия. Преимущественно прямым светораспределением называется такое, при котором в сторону выходного отверстия направлено от 60 до 80 % светового потока. Если свет направляется от светильника примерно поровну «вперед» (в сторону выходного отверстия) и «назад» (в обратную сторону), то такое светораспределение называется рассеянным. При преимущественно отраженном светораспределении доля светового потока, направляемого «вперед», составляет 20-40 %, а от 60 до 80 % направляется «назад». Если же «назад» направляется более 80 %, то такое светораспределение называется отраженным (рис. 4).

Световые приборы

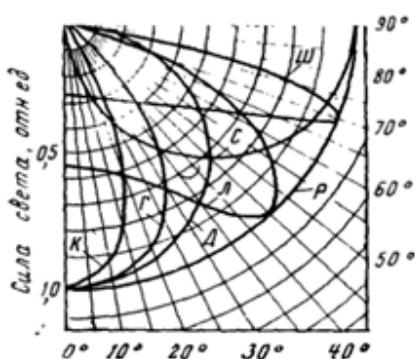


Рис. 5 Типы кривых силы света (в относительных единицах) по ГОСТ 13828-74.



Рис. 6. Пространственные кривые равных значений горизонтальной освещенности $E(l, h)$ для $\beta=0$

Российским ГОСТ Р 54350-2011 установлены семь типов КСС (рис. 5): концентрированная (К), глубокая (Г), косинусная или диффузная (Д), полуширокая (Л), широкая (Ш), синусная (С) и равномерная (М). У светильников с кривыми сил света КСС типа К, Г и Д направление максимальной силы света совпадает с оптической осью или близко к ней, у типа С — перпендикулярно оптической оси. При «широком» типе КСС максимальная сила света создается светильниками в направлениях, лежащих под углом от 55 до 85° к оптической оси, при «полушироком» — от 35 до 55°. Следует сказать, что КСС типов Ш, Л и Д могут быть «вывернутыми», поскольку они присущи светильникам не только с прямым или направленным характером светораспределения, но и с отраженным и преимущественно отраженным. В этих случаях направление максимальной силы света относительно оптической оси соответствует углам 180° (Д), 95- 125° (Ш) и 125- 145° (Л).

К светотехническим параметрам светильников относятся еще две величины: яркость видимых частей светильников и защитный угол.

Освещенность (облученность) и ее распределение по поверхности объекта. Представление о распределении освещенности могут дать тела, поверхности которых являются геометрическим местом точек (ГМТ) одинаковых ее значений. Они являются *телами равных значений освещенности* элементарных площадок, помещенных в различные точки пространства и одинаково ориентированных в нем (например, горизонтальных).

Сечение тел равных значений освещенности меридиональной (рис. 6) плоскостью дает следы в виде пространственных кривых равных освещенностей точек, соответствующих переменным значениям расстояний h и l при постоянном угле β .

Световые приборы

Часто распределение освещенности на плоскости P характеризуют кривыми $E(l)$ для $h=\text{const}$ и $\beta=\text{const}$, которые строятся в прямоугольной системе координат E, l и называются элементарными кривыми освещенности (рис. 2.18).

Круглосимметричные световые приборы характеризуются семейством элементарных кривых освещенности для различных h . Некруглосимметричные приборы для разных продольных плоскостей имеют разные кривые $E(l)$, поэтому для их характеристики следует иметь ряд графиков кривых освещенности для каждой меридиональной плоскости β .

Для СП, применяемых на малых расстояниях (проекторы, светильники для местного освещения рабочих поверхностей), понятие телесного угла не имеет смысла, так как его вершиной не может являться светоперераспределяющее устройство, имеющее большую угловую величину, освещенность является единственной характеристикой светораспределения.

Лабораторная работа №1 Определение кривой светораспределения лампы накаливания

Цель работы. 1. Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости (пластина с координатной сеткой).

2. Определение кривой светораспределения лампы накаливания.

Оборудование. Универсальный светотехнический стенд.

Выполнение работы

Задание 1. *Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости*

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

2. Установите кронштейн в верхнем ряду рамы с направляющими.

3. Вверните в патрон светильника лампу накаливания, с любой мощностью, и повесьте его на крючок кронштейна.

4. На рабочей поверхности (стол стенда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы лампа оказалась в ее центре (см. приложение, рис.1).

5. Собрать электрическую схему (см. приложение, рис. 2) и

Световые приборы

повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.

6. Включить люксметр согласно прилагаемой инструкции и измерить фоновую освещенность E_0 рабочей поверхности.

7. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор.

8. Рукояткой автотрансформатора установите напряжение 220 В.

9. Последовательно устанавливая датчик фотоприемника на каждое перекрестье координатной сетки и записывать показания люксметра E' .

10. Для каждого положения датчика определить истинную освещенность $E = E' - E_0$ и занести ее в таблицу 1.

Таблица 1

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

11. Отключите однофазный источник питания.

12. На миллиметровой бумаге построить линии одинаковой освещенности (изолюксы).

Задание 2. *Определение кривой силы света лампы накаливания*

1. На пластину с координатной сеткой установите транспортер.

Перемещая регулировочный винт крючка кронштейна и транспортер А7, расположите последний и светильник так, чтобы

Световые приборы

нить накала лампы, установленной в светильнике, расположилась на перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспортира, как это показано на рис. 2 приложения.

2. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспортира и включите согласно прилагаемой инструкции люксметр.

3. Перемещая каретку транспортира с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол φ его положения в диапазоне 0...170 град, и заносите значение угла φ и показания люксметра (освещенности E' и E_0 соответственно при включенном и отключенном светильнике) в таблицу 2.

Таблица 2

φ , град									
E' , лк									
E_0 , лк									
I , кд									

4. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

5. Используя данные таблицы 2, вычислите для каждого значения угла φ силу света I светильника по формуле **$I = (E' - E_0) \cdot r^2$**

где $r = 0,2$ м - расстояние от нити накала лампы до фотодатчика люксметра.

6. Используя данные таблицы 2 постройте в полярной системе координат искомую кривую светораспределения лампы $I=f(\varphi)$.

7. По выполненной работе сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение светотехническим характеристикам: световой поток; сила света; освещенность; яркость.
2. На какие типы СП делятся по виду фотометрических тел?
3. Что такое КСС? Приведите виды КСС.
4. В каких случаях КСС строятся в полярных координатах?

тах, а в каких в прямоугольных?

5. Что такое условная КСС и как определяется реальная сила света СП?

Лабораторная работа №2

Определение кривой светораспределения светового прибора

Цель работы. 1. Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости (пластина с координатной сеткой).

2. Определение КСС светильника (зонтичного, шаровидного, каплевидного).

Оборудование. Универсальный светотехнический стенд.

Выполнение работы

Задание 1. *Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости от светильника (зонтичного, шаровидного, каплевидного)*

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

2. Установите кронштейн в верхнем ряду рамы с направляющими.

3. По заданию преподавателя выберите светильник (зонтичный или шаровидный или каплевидный) и повесьте его на крючок кронштейна. В светильнике должна находиться лампа накаливания, использованная в лабораторной работе №1.

4. На рабочей поверхности (стол стенда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы светильник оказался в ее центре (рис.1 приложения).

5. Собрать электрическую схему (см. приложение, рис. 2) и повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.

6. Включить люксметр согласно прилагаемой инструкции и измерить фоновую освещенность E_0 рабочей поверхности.

7. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор - «Сеть».

8. Рукояткой автотрансформатора установите напряжение 220 В.

9. Последовательно устанавливая датчик фотоприемника на каждое перекрестье координатной сетки и записывать показания люксметра E' .

10. Для каждого положения датчика определить истинную

Световые приборы

освещенность $E = E' - E_0$ и занести ее в таблицу 1.

Таблица 1

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

11. Отключите однофазный источник питания.

12. Построить линии одинаковой освещенности (изолюксы) рабочей плоскости от светильника и от его лампы (см л.р.№1).

Задание 2. *Определение кривой силы света светильника*

1. На пластину с координатной сеткой установите транспор- тир.

Перемещая регулировочный винт крючка кронштейна и транспор- тир А7, расположите последний и светильник так, чтобы нить накала лампы, установленной в светильнике, расположилась на перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспортира, как это показано на рис. 2 приложения.

2. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспортира и включите согласно прилагаемой ин- струкции люксметр.

3. Перемещая каретку транспортира с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол φ его положения в диапазоне 0...170 град, и заносите значение угла φ и показания люксметра (освещенности E' и E_0 соответственно при включенном и отклю- ченном светильнике) в таблицу 2.

Таблица 2

φ , град									
E' , лк									
E_0 , лк									
I , кд									

4. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

5. Используя данные таблицы 2, вычислите для каждого значения угла φ силу света I светильника по формуле $I = (E' - E_0) \cdot r^2$

где $r = 0,2$ м - расстояние от нити накала лампы до фотодатчика люксметра.

6. Используя данные таблицы 2 постройте в полярной системе координат искомую кривую светораспределения светильника $I=f(\varphi)$ и его лампы (см. л.р. №1).

7. По выполненной работе сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение светотехническим характеристикам: световой поток; сила света; освещенность; яркость.
2. Какие бывают главные плоскости СП?
3. На какие классы по характеру светораспределения в соответствии с ГОСТ Р 54350-2011 делятся СП?
4. Какие типы КСС установлены российским ГОСТом?
5. К какому классу по характеру светораспределения относится Ваш светильник и к какому типу КСС принадлежит его КСС?

Лабораторная работа №3

Определение КСС светильника с линейной люминесцентной лампой низкого давления

Цель работы. 1. Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости (пластина с координатной сеткой).

2. Определение КСС светильника с линейной люминесцентной лампой низкого давления.

Оборудование. Универсальный светотехнический стенд.

Световые приборы

Выполнение работы

Задание 1. *Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости от светильника с линейной люминесцентной лампой низкого давления.*

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Повесьте на крючках кронштейна линейную люминесцентную лампу.
3. На рабочей поверхности (стол стенда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы светильник оказался в ее центре (рис.1 приложения).
4. Собрать электрическую схему (см. приложение, рис. 2) и повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.
5. Включить люксметр согласно прилагаемой инструкции и измерить фоновую освещенность E_0 рабочей поверхности.
6. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор- «Сеть».
7. Рукояткой автотрансформатора установите напряжение 220 В.
8. Последовательно устанавливайте датчик фотоприемника на каждое перекрестье координатной сетки и записывать показания люксметра E' .
9. Для каждого положения датчика определить истинную освещенность $E = E' - E_0$ и занести ее в таблицу 1.

Таблица 1

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Световые приборы

10. Отключите однофазный источник питания.
11. На миллиметровой бумаге построить линии одинаковой освещенности (изолюксы).

Задание 2. *Определение кривой силы света светильника*

1. На пластину с координатной сеткой установите транспор- тир на середину светильника с люминесцентной лампой.

2. Перемещая регулировочные винты крючков кронштейна и транспортир, расположите его и светильник так, чтобы сечение люминесцентной лампы, установленной в светильнике, располо- жилось на перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспортира, как это показано на рис. 2 приложения.

3. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспортира и включите согласно прилагаемой ин- струкции люксметр.

4. Перемещая каретку транспортира с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол φ его положения в диапазоне 0...170 град, и заносите в таблицу 2 значение угла φ и показания люксметра E_0 при отключенном светильнике.

5. Повторите измерения освещенности E' , аналогичные п.4, при включенном светильнике.

Таблица 2

φ , град									
E' , лк									
E_0 , лк									
E , лк									

6. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействован- ных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

7. Используя данные таблицы 2, вычислите для каждого значения угла φ истинную освещенность датчика люксметра по формуле **$E = E' - E_0$** .

8. Используя данные таблицы 2 постройте в полярной си- стеме координат зависимость освещенности от угла $E=f(\varphi)$ на расстоянии $r = 0,2$ м от светильника в плоскости, расположенной перпендикулярно оси светильника и проходящей через ее сере- дину.

9. По выполненной работе сде- лать вывод.

Световые приборы

Контрольные вопросы

1. Дайте определение светотехническим характеристикам.
2. Для каких СП освещенность является единственной характеристикой светораспределения?
3. Что такое пространственные кривые равных освещенностей?
4. Что такое элементарные кривые освещенности?
5. Каким количеством элементарных кривых освещенности характеризуются некруглосимметричные СП?

Лабораторная работа №4**Определение КСС светодиодного светильника**

- Цель работы. 1. Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости (пластина с координатной сеткой).
2. Определение КСС светодиодного светильника
- Оборудование. Универсальный светотехнический стенд.

Выполнение работы

Задание 1. *Определение линий одинаковой освещенности на рабочей плоскости от светодиодного светильника*

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Повесьте на крючках кронштейна светодиодный светильник.
3. На рабочей поверхности (стол стенда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы светильник оказался в ее центре (рис.1 приложения).
4. Собрать электрическую схему (см. приложение, рис.2) и повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.
5. Включить люксметр согласно прилагаемой инструкции и измерить фоновую освещенность E_0 рабочей поверхности.
6. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор - «Сеть».
7. Рукояткой автотрансформатора установите напряжение 220 В.
8. Последовательно устанавливайте датчик фотоприемника на каждое перекрестье координатной сетки и записывать показания люксметра E' .

Световые приборы

9. Для каждого положения датчика определить истинную освещенность $E = E' - E_0$ и занести ее в таблицу 1.

Таблица 1

x \ y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

10. Отключите однофазный источник питания.

11. На миллиметровой бумаге построить линии одинаковой освещенности (изолюксы).

Задание 2. *Определение кривой силы света светильника*

1. На пластину с координатной сеткой установите транспор- тир.

2. Перемещая регулировочные винты крючков кронштейна и транспортир А7, расположите последний и светильник так, что- бы светодиоды, установленной в светильнике, расположилась на перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспорта, как это показано на рис. 2 приложения.

3. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспорта и включите согласно прилагаемой ин- струкции люксметр.

4. Перемещая каретку транспорта с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол φ его положения в диапазоне 0...170 град, и заносите в таблицу 2 значение угла φ и показания люксметра E_0 при отключенном светильнике.

5. Повторите измерения освещенности E' , аналогичные п.4, при включенном светильнике.

Световые приборы

Таблица 2

φ, град									
E', лк									
E ₀ , лк									
I, кд									

6. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

7. Используя данные таблицы 2, вычислите для каждого значения угла φ силу света I светильника по формуле $I = (E' - E_0) \cdot r^2$

где r = 0,2 м - расстояние от светодиодов до фотодатчика люксметра.

6. Используя данные таблицы 2 постройте в полярной системе координат искомую кривую светораспределения светодиодного светильника I=f(φ).

7. По выполненной работе сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение светотехническим характеристикам.
2. Как устроен светодиод? За счет чего возникает свечение в области p-n –перехода?
3. Чем определяется белый цвет, излучаемого светодиодом?
4. Что даёт наиболее полное представление о распределении силы света в пространстве?
5. На какие типы СП делятся по виду фотометрических тел?
6. В каких плоскостях обычно изображается распределение силы света создаваемой СП?
7. К какому типу можно отнести КСС светодиодного светильника?

Лабораторная работа №5

Определение девиации угла свечения светодиодов

Цель работы. Определение девиации угла свечения гониометрическим методом.

Оборудование. Гониометр, люксметр, светодиод, источник

постоянного тока.

Краткая теория

Девиацией угла свечения называют угловое расстояние между оптической осью эмиссии светодиода и его механической осью (рис.1). Традиционно девиацию угла свечения измеряют с помощью гониометра. Суть гониометрического метода основана

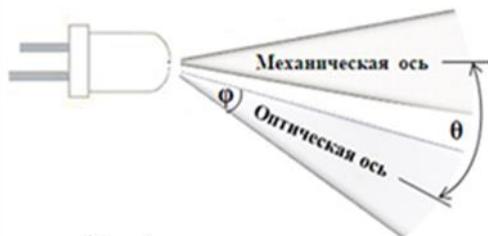


Рис. 1

на пошаговой фиксации значений силы света светодиода при его повороте на известный угол, что может быть реализовано перемещением датчика вокруг светодиода или наклонами светодиода относительно неподвижного датчика. Несколько измерений выхода света делается для каждого угла, при выполнении вращения от 0° до 180° . В результате в полярной системе координат получают профиль излучения в одной плоскости. Так как большинство светодиодов имеет круг-

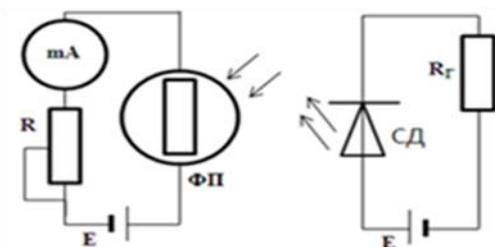


Рис. 2

лую форму линзы, то чаще всего диаграмма направленности излучения (индикатриса) является симметричной. Многие производители светодиодов предоставляют именно такую диаграмму в качестве гра-

фического представления угла свечения

светодиода. Но отклонения в геометрии и погрешности, внесённые в ходе производства светодиодов, приводят к девиации угла свечения, что существенно изменяет их оптические свойства. Оптическая ось нередко отклонена на $\theta \geq 5^\circ$ от механической. Наибольшая девиация свечения характерна для многоцветных светодиодов, так как излучающие кристаллы расположены вне механического центра. Для светодиодов с углом свечения в $\varphi \geq 40^\circ$, это не является особой проблемой. Но для светодиодов с узким углом свечения результат может различаться на значительную величину.

Для получения полной информации о световом поле све-

Световые приборы

одиода необходимо выполнить дополнительные сканирования и сделать измерения в различных плоскостях. Кроме того, некоторые светодиоды специфических форм (овальных или эллиптических) имеют две диаграммы направленности ($30^\circ \times 70^\circ$, например), поэтому необходимо сканирование в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Для снятия данных для индикатрисы используют гониометр (оптическая схема приведена на рабочем столе), на предметный столик 7 которого устанавливают свето-диод СД (рис.2), а на объектив 9 зрительной трубы 12 насадку, в центре которой установлен фото-приемник ФП. В качестве фотоприемника используется фоторезистор. Принцип действия фоторезистора основан на внутреннем фотоэффекте.

Излучение светодиода, падающее на приемную поверхность фоторезистора, частично поглощается в его объеме, взаимодействуя с атомами кристаллической решетки или примесей. Поглощение фотонов сопровождается увеличением концентрации электронов и дырок, что приводит к увеличению фотопроводимости фоторезистора и увеличению тока в его цепи. Величину тока измеряют миллиамперметром мА. При настройке схемы максимальную величину тока устанавливают реостатом R. Схемы электропитания светодиода и фотоприемника приведены на рисунке 2.

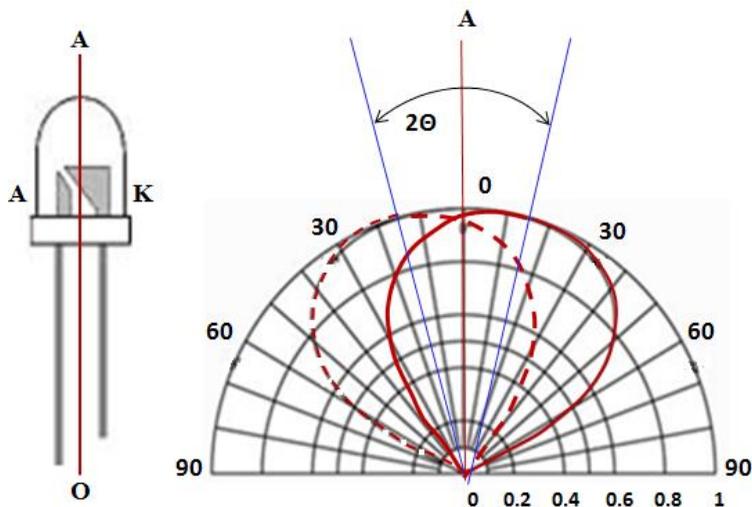


Рис. 3

Для определения девиации угла свечения необходимо светодиод расположить на предметном столике гониометра так,

Световые приборы

чтобы плоскость, в которой находятся катод и анод (рис.3) была параллельна столику, а механическая ось OA совпадала с началом отсчета.

Выполнение работы

Задание 1. Исследование пространственного распределения излучения одноцветного светодиода

1. Познакомьтесь с устройством гониометра и произведите его настройку.

2. На объектив 9 зрительной трубы 12 установите насадку, в которой установлен фотоприемник ФП, а в держатель объектов предметного столика 7 – светодиод СД.

3. Фотоприемник установить на осевой линии светодиода и включить его источник питания.

4. Подать на светодиод напряжение и установить с помощью реостата R максимальное значение тока I_{max} по миллиамперметру. Записать в табл.1 показание миллиамперметра.

5. Закрыть светодиод непрозрачным экраном и измерить темновой ток i_0 .

6. Открыть светодиод и в его световом поле перемещать фотоприемник вправо пошагово через $\varphi=2-3^0$ и фиксировать показания миллиамперметра. Перемещение фотоприемника продолжать до тех пор, пока показания миллиамперметра не упадут до значения темнового тока.

7. Установить ФП в исходное положение, т.е. на осевую линию светодиода, и повторить операции пункта 6 для пошагового перемещения фотоприемника влево.

8. Все показания миллиамперметра разделить на максимальное значение тока. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.

φ , гр.	21	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	21
i , мА															
i/i_{max}															
i , мА															
i/i_{max}															

9. Развернуть светодиод на 180^0 относительно его механи-

Световые приборы

ческой оси и повторить пункты 6-8.

10. Полагая, что относительная величина силы света $I/I_{\max} = i/i_{\max}$ построить в полярной системе координат диаграммы направленности излучения (индикатрисы) светодиода (см. рис.3).

11. По индикатрисе определить девиацию угла свечения θ и угол свечения светодиода φ (см. рис.1).

12. Развернуть светодиод относительно его механической оси так, чтобы плоскость, в которой находятся катод и анод (рис.3) была перпендикулярна поверхности предметного столика.

13. Повторить пункты 6 – 11 и сделайте вывод о пространственном излучении светодиода.

Задание 3. Исследование пространственного распределения излучения трехцветного светодиода.

1. В держатель объектов 6 предметного столика 12 вместо одноцветного светодиода СД установить трехцветный.

2. Повторить пункты 3-8 предыдущего задания отдельно для красного, зеленого, синего свечения кристаллов, а так же для одновременного свечения трех кристаллов. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 2.

3. Полагая, что относительная величина силы света $I/I_{\max} = i/i_{\max}$ построить в полярной системе координат диаграмму направленности излучения (индикатрису) светодиода для красного, зеленого, синего и белого света.

4. Для каждого цвета определить угол свечения φ светодиода и девиацию угла свечения θ .

5. По выполненному заданию сделать вывод.

Таблица 2

цвет	φ , град																			
красный	i , mA																			
	i/i_{\max}																			
зеленый	i , mA																			
	i/i_{\max}																			
синий	i , mA																			
	i/i_{\max}																			
белый	i , mA																			
	i/i_{\max}																			

Световые приборы

Контрольные вопросы

1. Что такое светодиод? Какие преимущества имеют светодиоды перед другими источниками света?
2. Как устроен светодиод? Каковы функции каждого элемента светодиода?
3. За счет чего возникает свечение в области р-п – перехода? Чем определяется цвет, излучаемого светодиодом света?
4. Каков физический смысл фотометрических величин: освещенность, световой поток, сила света? В каких единицах они измеряются?
5. Как с помощью гониометра измеряют пространственное распределение силы света светодиода?
6. Что называется девиацией угла свечения?
7. Приведите электрическую схему, с помощью которой снимают данные для индикатрисы.
8. Из каких основных узлов состоит гониометр и как с его помощью измеряют угловые перемещения?

ПРИЛОЖЕНИЕ

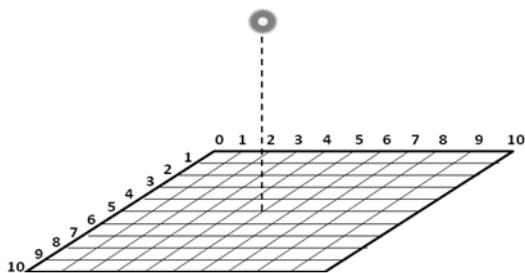


Рис. 1 Положение светового прибора над координатной сеткой

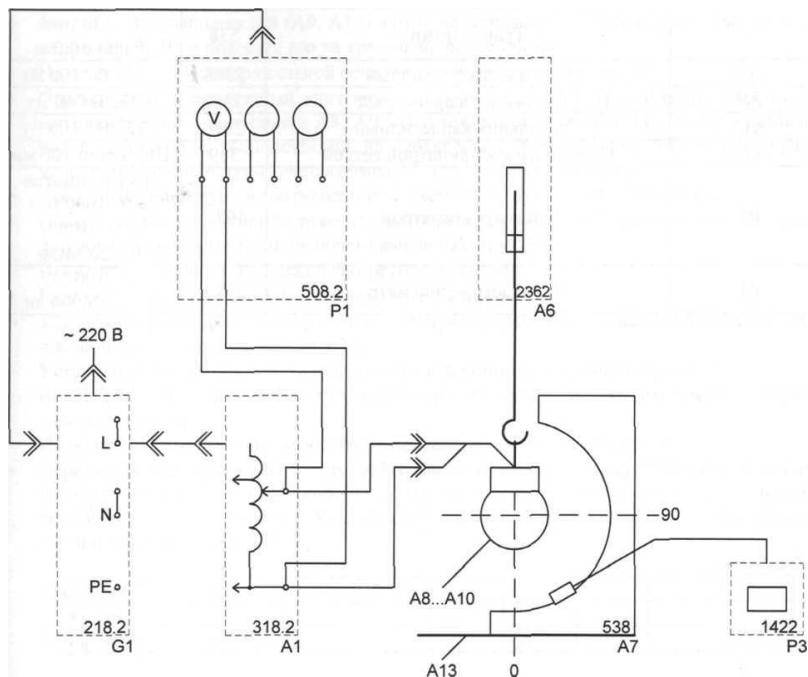


Рис. 2. Расположение СП относительно транспорта и электрическая схема эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б.Айзенберга, М: Знак. 2006.
2. Основы светотехники. В.В.Мешков, М: Энергия. 1979.
3. В.В.Трембач Световые приборы, М: Высшая школа. 1990

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ 6 СП, 7 СП

Введение

Действие побочных световых раздражителей, приводящее к усилению или ослаблению эффекта прямого раздражителя, называется индукцией. Усиление светового эффекта прямого раздражителя – положительная индукция, ослабление светового эффекта прямого раздражителя – отрицательная индукция. Наиболее характерным примером отрицательной зрительной индукции является снижение функции зрения при неравномерном распределении яркости в поле зрения, а также при наличии в поле зрения ярких источников излучения.

Особенно резкое снижение видимости наблюдается при появлении в поле зрения рабочих пятен большой яркости, которыми являются незащищенные источники света или светильники с высокой яркостью. Чрезмерно яркие части источников света и светильников (прямое действие), а также их зеркальные отражения (отраженное действие), попадающие в поле зрения работающих, вызывают ухудшение условий работы зрения. Это свойство источников света и светильников называют *блескостью*. Вызываемое блескостью состояние зрения, связанное с ухудшением его нормальной работы, принято называть *ослепленностью*.

При выборе количественного критерия ослепленности принято ориентироваться на изменение наиболее уязвимой функции зрения. Такой наиболее уязвимой функцией является *контрастная чувствительность*. В связи с этим количественную оценку индуктивного действия блескости принято определять отношением пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии источника блескости в поле зрения наблюдателя. Это отношение, равное или большее единицы, названо *коэффициентом ослепленности*.

$$S = \frac{(\Delta L_{\text{пор}})_S}{\Delta L_{\text{пор}}}, \quad (1)$$

где $\Delta L_{\text{пор}}$ – пороговая разность яркости объекта и фона при обнаружении объекта на фоне равномерной яркости: $(\Delta L_{\text{пор}})_S$ – то же при наличии в поле зрения блеского источника.

Блескость осветительных установок определяется: 1) яркостью видимых источников света и светящихся частей светильников; 2) силой света блеского источника в направлении к глазу наблюдателя; 3) раз-

Световые приборы

мерами светящихся частей блестящих источников.

Однако слепящее действие прямой блескости зависит и от других факторов, а именно: 1) от расположения светильников в поле зрения, определяемого углом, зависящим от высоты подвеса светильника и его защитного угла; 2) яркости фона, на котором виден блестящий источник; 3) освещенности на зрачке, создаваемой светильниками.

На основании исследований были предложены следующие формулы для определения *коэффициента блескости*.

$$\text{для яркости } 5 \cdot 10^3 < L \leq 10^6 \text{ кд/м}^2 \quad g_\alpha = (3 \lg L - 8,54) I_{\alpha\beta} A; \quad (2)$$

$$\text{для яркости } L > 10^6 \text{ кд/м}^2 \quad g_\alpha = 9,46 I_{\alpha\beta}$$

где α – меридиональный угол, β – экваториальный угол, L – яркость светового прибора (СП) по направлению к глазу наблюдателя; $I_{\alpha\beta}$ – сила света СП по тому же направлению, A – коэффициент неэквивалентности, учитывающий влияние спектрального состава излучения блестящего источника, значения которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип ИС	ЛН	ЛЛ					РЛ ВД		
		ЛТБ	ЛБ, ЛБЦТ	ЛЕ	ЛХБ, ЛТБЦ	ЛДЦ	ДНаТ	ДРИ, ДРЛ (10)	ДРЛ (6)
А	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	0,9	1,2	1,3

Тогда на основе формул (2) для каждого СП можно построить кривые блескости (см. рис. 1). Блескость является функцией направления и характеризуется кривой $g(\alpha)$ в системе полярных координат.

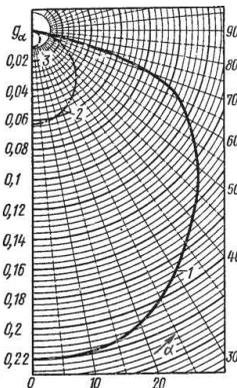


Рис. 1. Кривые блескости светильника с эмалированным отражателем (1 – без рассеивателя, 2 – с матированным рассеивателем, 3 – с диффузным рассеивателем)

Световые приборы

В России для регламентации слепящего действия светильников в промышленных осветительных установках (ОУ) используется показатель ослепленности (см. [1] стр. 349). Тогда, с учётом введённого нами понятия коэффициента блескости, *показатель ослеплённости* P создаваемый одним СП можно определить следующим образом

$$P = \frac{1000 \cdot g_{\alpha} \cdot \sin \alpha}{L_{\text{СП}} \cdot R^2 \cdot (90 - \alpha)}, \quad (3)$$

где g_{α} – коэффициент блескости, зависящий от яркости и спектрального состава источника блескости, а также направления определяемого меридиональным углом СП, α – меридиональный угол (в градусах), R – расстояние от источника блескости до глаза наблюдателя, $L_{\text{СП}}$ – яркость рабочей поверхности.

В СНиП 23-05-95 в требованиях к освещению помещений промышленных предприятий согласно характеристике зрительной работы все помещения разбиты на семь разрядов зрительной работы. Согласно, СНиП 23-05-95 показатель ослеплённости должен меняться в пределах от 40 до 10 и менее. Таким образом, коэффициент блескости СП имеет важное значение для определения подходит ли данный СП для определенной зрительной работы в помещениях промышленных предприятий.

Во всех правилах и нормах искусственного освещения предусматриваются меры для ограничения блескости. Наиболее простой путь для ограничения блескости – это установление отражателя или рассеивателя на СП.

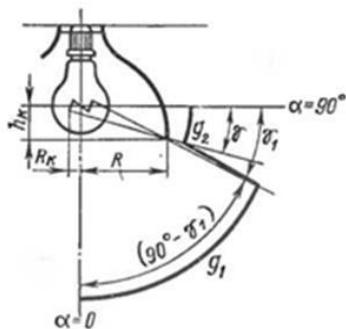


Рис. 2. Определение защитного угла светильника

Из рис. 2 очевидно, что в зоне угла γ блескость резко снижается и глаз защищен от ее действия. Угол γ называется защитным углом и рассчитывается в меридиональной плоскости по формуле

$$\gamma = \arctg \left[\frac{h_x}{R + R_x} \right], \quad (4)$$

где h_k — расстояние от плоскости светового отверстия до точки касания к световому телу (СТ); R — радиус светового отверстия отражателя; R_k — расстояние от оси источника до точки касания СТ (см. рис. 2).

Лабораторная работа № 6 СП Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП без отражателя

Цель работы. Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП без отражателя.

Оборудование. Универсальный светотехнический стенд, люксметр+пульсметр «ТКА-ПКМ», люксметр+яркомер «ТКА-ПКМ»

Подготовка к работе

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Установите кронштейн в верхнем ряду рамы с направляющими.
3. Взять светильник без отражателя, вернуть в патрон светильника лампу накаливания с прозрачной колбой и повесить светильник на крючок кронштейна.
4. На рабочей поверхности (стол стенда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы лампа оказалась в ее центре (см. Приложение, рис.1).
5. Собрать электрическую схему (см. Приложение, рис. 2) и повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.
6. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор.
7. Произведите полное затемнение помещения, чтобы исключить влияние посторонних источников света на эксперимент.
8. На пластину с координатной сеткой установите транспортир. Перемещая регулировочный винт крючка кронштейна и транспортир А7, расположите последний и светильник так, чтобы нить накала лампы, установленной в светильнике, расположилась на

Световые приборы

перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспорта, как это показано на рис. 2 Приложения. 9. Включите люксметр согласно прилагаемой инструкции.

Выполнение работы
Задание 1. *Определение коэффициента блескости*

1. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспорта.

2. С помощью автотрансформатора подайте на лампу накаливания напряжение 220 В.

3. Перемещая каретку транспорта с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол α его положения в диапазоне 0...90 град. через 10 град., и заносите значение угла α и показания люксметра E в таблицу 2.

Таблица 2

α , град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
E , лк										
I , кд										

4. Измерить расстояние r от нити накала лампы до фотодатчика люксметра, в м.

5. Используя данные таблицы 2, вычислите для каждого значения угла α силу света I светильника, по формуле $I = E \cdot r^2$. Результаты вычислений занесите в таблицу 2.

6. Выключить люксметр и включить яркомер на предел 100 кд/м².

7. Измерить яркость лампы накаливания накладным способом (расстояние 3-4 мм от колбы) по направлениям α от 0 до 90° с интервалом в 10° (ориентироваться приблизительно по транспорту). По каждому направлению сделайте по 5 замеров. Старайтесь измерения производить при одном и том же положении фотометрической головки яркомера. Продолжительность каждого измерения не менее 8 секунд.

8. Результаты эксперимента занесите в таблицу 3. Для каждого направления вычислите среднее арифметическое значение яркости $L(\alpha)_{\text{ср}}$.

Световые приборы

9. Используя данные таблиц 2 и 3 и формулы (2) определите коэффициент блескости g_{α} . Результаты занесите в таблицу 3.

Таблица 3

α , град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\chi)1, \text{д/м}^2$										
$\chi)2, \text{д/м}^2$										
$\chi)3, \text{д/м}^2$										
$\chi)4, \text{д/м}^2$										
$\chi)5, \text{д/м}^2$										
$\chi)_{\text{ср}}, \text{д/м}^2$										
$g_{\alpha}, \text{кд}$										

10. Используя данные таблицы 3, постройте в полярной системе координат кривую коэффициента блескости $g(\alpha)$ (см. рис. 1).

Задание 2. Определение показателя ослепленности

1. Для определения показателя ослепленности P (формула 3) в узле координатной сетки на оси СП (т. О на рис. 1 Приложения), необходимо: 1) мысленно расположить глаз работника в плоскости координатной сетки на расстоянии наилучшего зрения $l = 20$ см (т.В на рис.1 Приложения); 2) переключить яркомер на предел 10 кд/м^2 и несколько раз (3-5) измерить яркость $L_{\text{РП}}$ на оптической оси СП в т. О (*измерение фотометрической головкой яркомера производить, не закрывая ее свет, падающий от СП на РП при минимальном расстоянии от нее*); 2) вычислить среднее значение $L_{\text{РП}}$ и занести в таблицу 4.

2. Определить коэффициент блескости в т.В. Для этого необходимо: 1) измерить расстояние от СТ лампы до координатной сетки - h (рис. 3); 2) вычислить расстояние от СТ до искомой точки, по формуле $R = \sqrt{h^2 + l^2}$; 3) вычислить значение угла α , по формуле

Световые приборы

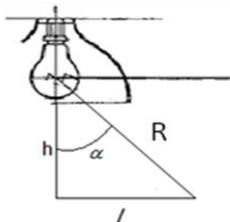


Рис. 3. Определение угла α по расстоянию h от СТ лампы и / расстоянию от оптической оси СП

$\alpha = \arctg(l/h)$; 4) полученный результат перевести из радиан в градусы; 5) по построенной в задании 1 кривой блескости $g(\alpha)$ определить коэффициент блескости для данного угла.

3. По формуле (3) вычислить показатель ослеплённости P в узле координатной сетки на оси СП (т.О).

4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 4.

Таблица 4

l , м	$\rho_{\text{П}}$, кД/м ²	h , м	R , м	α , град	g_{α}	P
0,2 м						
0,3 м						
0,4 м						

5. Для определения показателя ослеплённости P (формула 3) на расстоянии 10 см от оси СП (т. С на рис.1 Приложения), глаз работника будет находиться на расстоянии $l = 30$ см от оптической оси, т.е. в т. D (см. рис.1 Приложения).

6. Повторить измерения яркости в т. С (методика измерения аналогична п.1) и вычислить ее среднее значение.

7. Для известных h и $l=30$ см определить, как в пункте 2, угол α (рис.3), коэффициент блескости $g(\alpha)$ для данного угла, а по формуле (3) - показатель ослеплённости в точке С.

Световые приборы

8. Для определения показателя ослеплённости на расстоянии 20 см от оси СП (т. В на рис.1 Приложения), глаз работника будет находиться на расстоянии $l = 40$ см от оптической оси, т.е. в т. Е.

9. Повторить измерения яркости в т. В (методика измерения аналогична п.1) и вычислить ее среднее значение.

10. Для известных h и $l=40$ см определить, как в пункте 2, угол α (рис.3), коэффициент блескости $g(\alpha)$ для данного угла, а по формуле (3) - показатель ослеплённости в точке В.

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 4.

11. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

12. По выполненной работе сделать вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое положительная и отрицательная индукция?
2. Дайте определение блескости и ослепленности?
3. Дайте определение коэффициента ослепленности?
4. Какими факторами определяется блескость ОУ?
5. Объяснить формулы, определяющие коэффициент блескости [2].

Лабораторная работа № 7 СП **Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП с эмалированным отражателем**

Цель работы. Определение коэффициента блескости и показателя ослепленности от СП с эмалированным отражателем.

Оборудование. Универсальный светотехнический стенд. люкс-метр+пульсметр «ТКА-ПКМ», люксметр+яркомер «ТКА-ПКМ».

Подготовка к работе

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
2. Установите кронштейн в верхнем ряду рамы с направля-

ющими.

3. Взять светильник с эмалированным отражателем, вернуть в патрон светильника лампу накаливания с прозрачной колбой. Повесить светильник на крючок кронштейна.

4. На рабочей поверхности (стол станда) расположить пластину с координатной сеткой так, чтобы лампа оказалась в ее центре (см. приложение, рис.1).

5. Собрать электрическую схему (см. приложение, рис. 2) и повернуть рукоятку автотрансформатора против часовой стрелки до упора.

6. Последовательно включите: блок питания - G1; блок мультиметров - «Сеть»; автотрансформатор.

7. Произведите полное затемнение помещения, чтобы исключить влияние посторонних источников света на эксперимент.

8. На пластину с координатной сеткой установите транспортир. Перемещая регулировочный винт крючка кронштейна и транспортир А7, расположите последний и светильник так, чтобы нить накала лампы, установленной в светильнике, расположилась на перекрестии ортогональных линий, проходящих через отметки 0 и 90 град транспортира, как это показано на рис. 2 приложения. 9. Включите люксметр согласно прилагаемой инструкции.

Выполнение работы

Задание 1. *Определение защитного угла светильника и коэффициента блескости*

1. Вставьте фотодатчик люксметра матовым стеклом вверх в каретку транспортира.

2. С помощью автотрансформатора подайте на лампу накаливания напряжение 220 В.

3. Перемещая каретку транспортира с фотодатчиком по направляющим, изменяйте угол α его положения в диапазоне

0...90 град. через 10 град., и заносите значение угла α и показания люксметра освещенность E в таблицу 5.

Таблица 5

α , град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
E , лк										
I , кд										

Световые приборы

4. Измерить расстояние r от нити накала лампы до фотодатчика люксметра, в м.

5. Используя данные таблицы 5, вычислите для каждого значения угла α силу света I светильника, по формуле $I = E \cdot r^2$. Результаты вычислений занесите в таблицу 5.

6. Рассчитать теоретическое значение защитного угла светильника γ по формуле (4) с учётом того, что $R_k=9$ см, $R=102,5$ см, $h_k=26,5$ см.

7. Выключить люксметр и включить яркомер на предел 100 кд/м².

8. Измерить яркость лампы накаливания накладным способом (расстояние 3-4 мм от колбы) по направлениям α от 0 до 90° с интервалом в 10° (ориентироваться приблизительно по транспортиру). По каждому направлению сделайте по 5 замеров. Старайтесь измерения производить при одном и том же положении фотометрической головки яркомера. Продолжительность каждого измерения не менее 8 секунд.

9. Результаты эксперимента занесите в таблицу 6. Для каждого направления вычислите среднее арифметическое значение яркости $L(\alpha)_{\text{ср}}$.

Таблица 6

α , град	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$L(\alpha)_1, \text{д/м}^2$										
$L(\alpha)_2, \text{д/м}^2$										
$L(\alpha)_3, \text{д/м}^2$										
$L(\alpha)_4, \text{д/м}^2$										
$L(\alpha)_5, \text{д/м}^2$										
$L(\alpha)_{\text{ср}}, \text{д/м}^2$										
$g_\alpha, \text{кд}$										

10. Используя данные из таблицы 5 и 6 и формулы (2) определить коэффициент блескости g_α . Результаты занести в таблицу 6.

11. Используя данные из таблицы 6, постройте в полярной системе координат кривую коэффициента блескости $g(\alpha)$ (см. рис. 1).

Задание 2. Определение показателя ослепленности

1. Для определения показателя ослепленности P (формула 3) в узле координатной сетки на оси СП (т.О на рис.1 Приложения), необходимо: 1) мысленно расположить глаз работника в плоскости координатной сетки на расстоянии наилучшего зрения $l = 20$ см (т.В на рис.1 Приложения); 2) переключить яркомер на предел 10 кд/м^2 и несколько раз (3-5) измерить яркость $L_{\text{рп}}$ на оптической оси СП в т. О (*измерение фотометрической головкой яркомера производить, не закрывая ею свет, падающий от СП на РП при минимальном расстоянии от нее*); 2) вычислить среднее значение $L_{\text{рп}}$ и занести в таблицу 7.

2. Определить коэффициент блескости в т.В. Для этого необходимо: 1) измерить расстояние от СТ лампы до координатной сетки - h (рис. 3); 2) вычислить расстояние от СТ до искомой точки, по формуле $R = \sqrt{h^2 + l^2}$; 3) вычислить значение угла α , по формуле $\alpha = \text{arctg}(l/h)$; 4) полученный результат перевести из радиан в градусы; 5) по построенной в задании 1 кривой блескости $g(\alpha)$ определить коэффициент блескости для данного угла.

3. По формуле (3) вычислить показатель ослепленности P в узле координатной сетки на оси СП (т.О).

4. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 7.

Таблица 7

$l, \text{ м}$	$L_{\text{рп}}, \text{ кд/м}^2$	$h, \text{ м}$	$R, \text{ м}$	$\alpha, \text{ град}$	P
0,2 м					
0,3 м					
0,4 м					

5. Для определения показателя ослепленности P (формула 3) на расстоянии 10 см от оси СП (т.С на рис.1 Приложения), глаз работника будет находиться на расстоянии $l = 30$ см от оптической оси, т.е. в т. D (см. рис.1 Приложения).

6. Повторить измерения яркости в т. С (методика измерения

Световые приборы

аналогична п.1) и вычислить ее среднее значение.

7. Для известных h и $l=30$ см определить, как в пункте 2, угол α (рис.3), коэффициент блескости $g(\alpha)$ для данного угла, а по формуле (3) - показатель ослеплённости в точке С. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 7.

8. Для определения показателя ослеплённости на расстоянии 20 см от оси СП (т. В на рис.1 Приложения), глаз работника будет находиться на расстоянии $l = 40$ см от оптической оси, т.е. в т. Е.

9. Повторить измерения яркости в т. В (методика измерения аналогична п.1) и вычислить ее среднее значение.

10. Для известных h и $l=40$ см определить, как в пункте 2, угол α (рис.3), коэффициент блескости $g(\alpha)$ для данного угла, а по формуле (3) - показатель ослеплённости в точке В. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 7.

9. Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Отключите однофазный источник питания G1.

10. По выполненной работе сделать вывод.

11. Сравните полученные результаты с результатами лабораторной работы №6 и сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Как определяется показатель ослепленности?
2. На сколько разрядов зрительной работы разбиты помещения по СНиП 23-05-95. Что это за разряды?
3. Какие значения может принимать показатель ослепленности для этих разрядов?
4. Что такое защитный угол светильника и как он определяется?

Световые приборы

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б.Айзенберга, М: Знак. 2006.
2. Основы светотехники. В.В.Мешков, М: Энергия. 1979.
3. В.В.Трембач Световые приборы, М: Высшая школа. 1990
4. СНиП 23-05-95, М: «Центр проектной продукции в строительстве». 2011.

ПРИЛОЖЕНИЕ

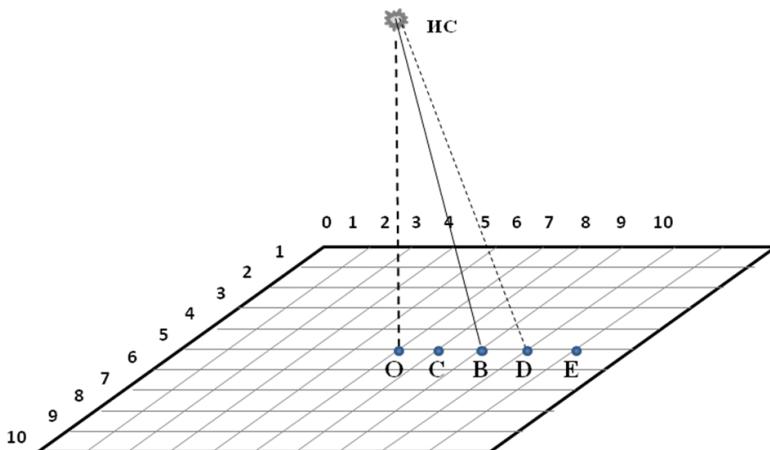


Рис. 1 Положение светового прибора над координатной сеткой

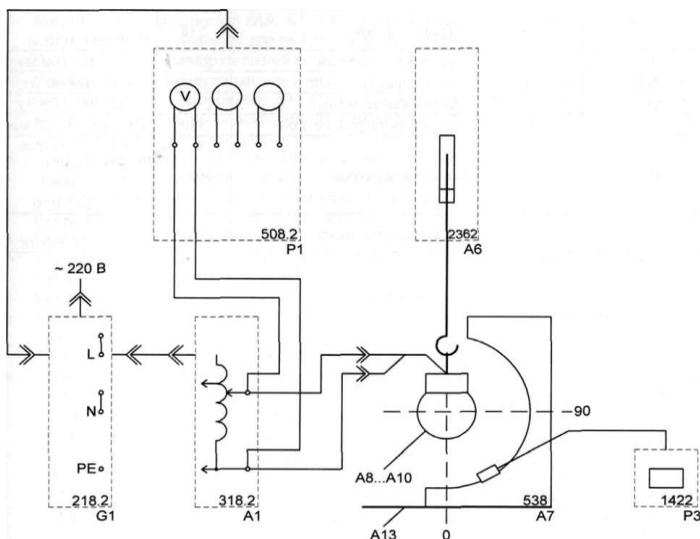


Рис. 2. Расположение СП относительно транспорта и электрическая схема эксперимента.