

Государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»



Методические рекомендации

**по выполнению лабораторных и практических работ
по учебной дисциплине ОП.07. Светотехника**

по специальности 35.02.08

Электротехнические системы в агропромышленном комплексе (АПК)

2023 г.

Рассмотрено и одобрено на
заседании методической комиссии
технических дисциплин
Протокол №1
От «_ 31 _» 08 2023 г.

Председатель МК
Ск Н.В.Склюева

Утверждаю
Зам. директора
Петр Л.И.Петрова

Содержание

1. Пояснительная записка	4
2. Общие указания к выполнению лабораторных и практических работ и оформлению отчета	5
3. Практические и лабораторные занятия.....	6
3.1. Лабораторная работа 1. Исследование естественной освещенности.....	6
3.2. Практическое занятие 1. Световые величины и их единицы.....	7
3.3. Лабораторная работа 2. Исследование электрических и световых характеристик ламп разных видов.....	8
3.4. Практическое занятие 2. Изучение светораспределения осветительных приборов.....	9
3.5. Лабораторная работа 3. Сборка схем включения ламп.....	12
3.6. Практическое занятие 3. Сравнительный анализ энергоэффективности источников видимого излучения.....	14
3.7. Практическое занятие 4. Методы исследования лучистого теплообмена.....	17
3.8. Практическое занятие 5. Освоение методики расчета облучательных установок.....	19
3.9. Практическое занятие 6. Расчет освещенности рабочих мест в помещении.....	24
3.10. Практическое занятие 7. Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока.....	31
3.11. Практическое занятие 8. Расчет мощности осветительных установок методом удельной мощности.....	33
4. Критерии оценивания выполнения практических и лабораторных работ	34
5. Правила техники безопасности при выполнении лабораторных и практических работ	34
6. Список источников для обучающихся	36

1.Пояснительная записка.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по учебной дисциплине **ОП.07 Светотехника** составлены на основе рабочей программы дисциплины, федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 35.02.08 Электротехнические системы в агропромышленном комплексе, утвержденного приказом Минпросвещения России от 27 мая 2022г №368, и учебного плана по специальности.

Цель методических указаний - оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных и практических работ по учебной дисциплине ОП.07. Светотехника. Настоящие методические указания позволят обучающимся самостоятельно овладеть знаниями и профессиональными умениями, и направлены на формирование общих и профессиональных компетенций:

ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
ОК 02.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ПК.1.1- ПК.1.3., ПК.2.1., ПК.2.2., ПК.3.1.- ПК.3.3.	У1.Осуществлять монтаж, наладку и эксплуатацию осветительного оборудования; У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения; У3.Проводить работы по бесперебойному электроснабжению светотехнического оборудования.	31.Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях; 32.Правила монтажа, наладки и эксплуатации осветительного оборудования; 33.Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

2. Общие указания к выполнению лабораторных и практических работ и оформлению отчета.

По каждой работе представлены краткие методические указания к ее выполнению. Перед выполнением каждого задания обучающийся должен ознакомиться с изучаемым материалом по учебному пособию, практикуму и другой литературе. Лабораторные работы выполняются в лаборатории электротехники в соответствии с графиком учебного процесса. По каждой работе обучающийся в отдельной тетради чертит схемы, таблицы, отвечает на вопросы, помещенные в методических указаниях для отчета по выполняемой работе. При проведении лабораторной работы преподаватель показывает оборудование, на котором проводится лабораторная работа, поясняет тему, разъясняет последовательность сборки схем, а затем обучающиеся работают самостоятельно и в конце занятий защищают отчет по лабораторной или практической работе. О степени своей подготовленности студент может судить по знанию вопросов для самопроверки, которые приведены в каждой работе.

Описание каждой лабораторной и практической работы содержит: тему, цели работы, задания, порядок выполнения работы, оснащение рабочего места, формы контроля, требования к выполнению.

3. Лабораторные и практические занятия

3.1. Лабораторная работа 1.

Исследование естественной освещенности

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- 31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;
- 33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Оборудование: Прибор для измерения освещенности- люксметр

Ход работы:

Измерить освещенность в нескольких точках кабинета.

Сделать выводы о соответствия освещенности нормам.

Работа люксметра основана на принципе фотоэлектрического измерения. Прибор состоит из фотоэлемента, который преобразует световой поток в электрический сигнал. Затем этот сигнал усиливается и обрабатывается, что позволяет получить результат измерения. Перед началом работы с люксметром необходимо настроить его на нужную чувствительность и выбрать режим измерения. После этого нужно установить прибор на поверхность и нажать кнопку запуска.

Люксметр ТКА-Люкс



Технические характеристики	
Диапазон измерений освещенности:	1,0 - 2x10 ⁵ лк
Предел допустимой основной погрешности:	6%
Дополнительная погрешность, вызванная изменением в рабочем диапазоне температуры окружающего воздуха (на каждые 10°C):	не более 3%
Рабочие условия эксплуатации:	Температура окружающего воздуха: 0 - 40°C Относительная влажность (при 30 °C): 65 ± 15%
Атмосферное давление:	65 - 107 кПа
Питание:	акк. батарея типа "Крона"
Время непрерывной работы:	не менее 6,0 ч
Габаритные размеры:	Блок обработки сигнала: 155 x 77 x 40 мм Фотометрическая головка: 150 x 50 x 50 мм
Масса:	не более 0,45 кг

3.2. Практическое занятие 1. Световые величины и их единицы

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;

31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;

33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Задача: Изучить световые величины, единицы измерения величин и формулы для их определения.

Светотехнические единицы.

Световые величины. (применяют индекс V)

Световой поток Φ_V (Люмен – лм)

$$1 \text{ лм} = 1/683 \text{ Вт}$$

Световой поток — физическая величина, характеризующая количество «световой» мощности в соответствующем потоке излучения, где под световой мощностью понимается световая энергия, переносимая излучением через некоторую поверхность за единицу времени.

Сила света $I_V = \Phi_V / \omega$ (кандела – кд) - отношение светового потока к значению телесного угла ω
 $1 \text{ кд} = 1 \text{ лм/ ср}$

Стерadian (ср) – телесный угол, который имеет вершину в центре шара и опирается на участок сферы площадью, равной квадрату радиуса сферы.

Светимость - $M_V = \Phi_V / S_{\text{п}}$ (лм/м²) $S_{\text{п}}$ – площадь светящейся поверхности

Яркость $L_V = I_V / (S \cdot \cos \alpha)$ кд/м²

Освещенность - E_V лк (люкс) = Φ_V / S_0 S_0 – площадь, на которую падает световой поток.

Световая экспозиция - H_V лк*ч

3.3. Лабораторная работа 2.

Исследование электрических и световых характеристик ламп разных видов

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- 31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;
- 33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Ход работы.

Измерить люксметром на одной и той же площади освещенность для :

1. Лампы накаливания 100 Вт
2. Лампы накаливания 60 Вт
3. Лампы накаливания 40 Вт
4. Лампы светодиодной 20 Вт
5. Лампы светодиодной 10 Вт
6. Лампы светодиодной 5 Вт
7. Люминесцентной лампы ЛБ-40
8. Лампы ДРЛ

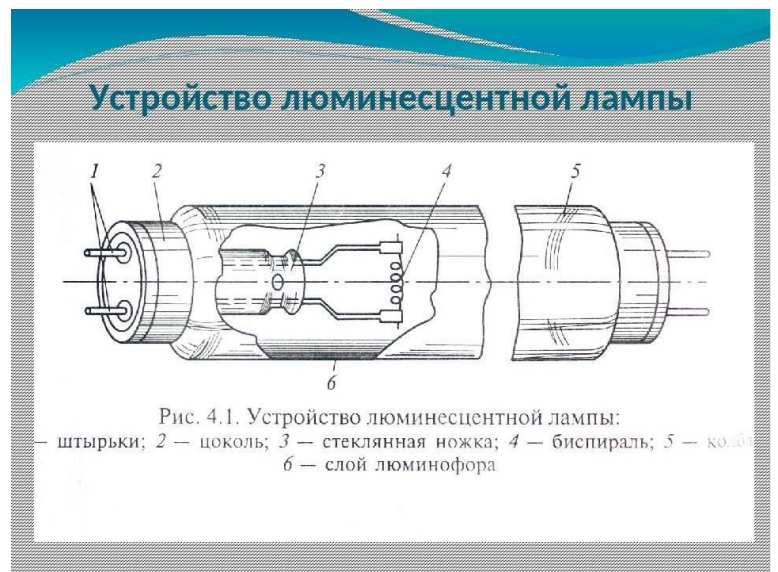
Определить из формулы освещенности световой поток.

Сделать выводы зависимости освещенности от мощности лампы и типа лампы

Выучить устройство ламп разных типов



Лампа накаливания



**3.4. Практическое занятие 2.
Изучение светораспределения осветительных приборов**

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- 31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;
- 33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Ход работы:

- 1) Изучить конструкцию, правила эксплуатации, методику замены ламп и другие особенности изучаемых осветительных приборов и зарисовать их светооптические схемы.
- 2) Установить осветительный прибор на каретку фотометрической скамьи с поворотным лимбом. Светоприемник люксметра расположить на расстоянии не меньше дистанции формирования луча прибора и совместить его с осью прибора по вертикали.
- 3) Включить осветительный прибор. Поворачивая прибор, добиться, чтобы светоприёмник люксметра располагался в центре светового пятна.
- 4) Измерить цветовую температуру и записать в таблицу 3-2.
- 5) Поворачивая осветительный прибор на заданные в таблице 3-2 углы α , производить люксметром измерения освещенности.
- 6) Внести измеренные значения освещенности E_α в таблицу 3-2 и вычислить силу света I_α по формуле: $I_\alpha = E_\alpha \cdot L^2$

Таблица 3-2

ПРОЖЕКТОР 1 _____						ПРОЖЕКТОР 2 _____						СВЕТИЛЬНИК _____					
узкий луч			широкий луч			узкий луч			широкий луч			без рассеивателя			с рассеивателем		
α град	E (лк)	I (кд)	град α	E (лк)	I (кд)	α град	E (лк)	I (кд)	град α	E (лк)	I (кд)	град α	E (лк)	I (кд)	град α	E (лк)	I (кд)
30			80			30			80			80			80		
20			70			20			70			70			70		
15			60			15			60			60			60		
10			50			10			50			50			50		
8			40			8			40			40			40		
6			30			6			30			30			30		
4			20			4			20			20			20		
2			10			2			10			10			10		

0		0		0		0		0		0		0		0		
2		10		2		10		10		10		10		10		
4		20		4		20		20		20		20		20		
6		30		6		30		30		30		30		30		
8		40		8		40		40		40		40		40		
10		50		10		50		50		50		50		50		
15		60		15		60		60		60		60		60		
20		70		20		70		70		70		70		70		
30		80		30		80		80		80		80		80		
Тцв=		Тцв=		Тцв=		Тцв=		Тцв=		Тцв=		Тцв=		Тцв=		

7) Повторить измерения для всех исследуемых приборов: для *светильника* (без рассеивателя и с рассеивателем) и *кинопроекторов* (для узкого и широкого луча).

8) Построить графики зависимости силы света от угла поворота прибора $I_{\alpha}=f(\alpha)$ для всех приборов. (Не рекомендуется на одном бланке строить более двух графиков.)

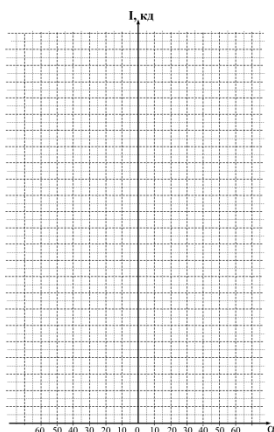


График 3-2.

9) По данным измерений и графиков $I_{\alpha}=f(\alpha)$ определить максимальную силу света и угол действия $2\alpha_d$ для испытуемых приборов.

Угол действия прибора в этой работе производится по графику светораспределения следующим образом (Рис. 3-1):

а) Для кривой светораспределения найдите критериальную силу света, равную половине от максимальной: $I_{0.5} = I_{\max} \cdot 0,5$;

б) Провести на графике горизонтальную линию на уровне $I_{0.5}$ до пересечения с графиком светораспределения и от точек пересечения провести линии вниз до оси абсцисс.

в) Определить суммарный угол действия.

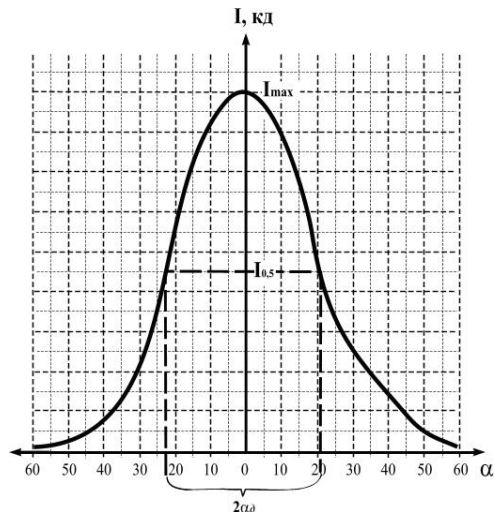


Рис. 3-1.

10) Сравнить полученные данные с паспортными значениями и внести их в таблицу 3

11) Сделать выводы о проделанной работе.

Таблица 3

		Светильник		Пржектор		Пржектор	
		Без рессеива- теля	С рессеива- телем	Узкий луч	Широкий луч	Узкий луч	Широкий луч
	Тип прибора						
П	Светооптическая схема						
Р	Размер выходного отверстия, мм						
И	Габариты, мм						
Б	Масса комплекта прибора, кг						
О	Максимальная сила света $I_{\text{max}}, \text{кд}$	пасп					
Р		Изм					
	Угол действия прибора (градус)	пасп					
		изм					
	$T_{\text{цв}}$ измер, К						
	Рекомендуемый штатив						
И	Тип источника света						
С Т	Электрическая мощность, Вт						
О Ч	Светоотдача, лм/Вт						

Н И	Срок службы, <i>ч</i>						
К	Тип цоколя						
	Вид колбы						
С	Световой поток, <i>лм</i>						
В Е	Средняя сила света $I_{\text{выч}}^*$, <i>кд</i>						
Т А	Цветовая температура $T_{\text{цв}}$ пасп., <i>К</i>						
	Коэффициент усиления M^{**}						

3.5. Лабораторная работа 3. Сборка схем включения ламп

Цель работы:

- У1. Осуществлять монтаж, наладку и эксплуатацию осветительного оборудования;
- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- У3. Проводить работы по бесперебойному электроснабжению светотехнического оборудования

Ход работы:

Собрать на стенде схемы включения ламп разных типов

Схемы включения



Ламп накаливания

1 - лампа накаливания
2 - выключатель однополюсной



Люминесцентных ламп

1 - люминесцентная лампа
2 - дроссель
3 - стартер
4 - выключатель однополюсной

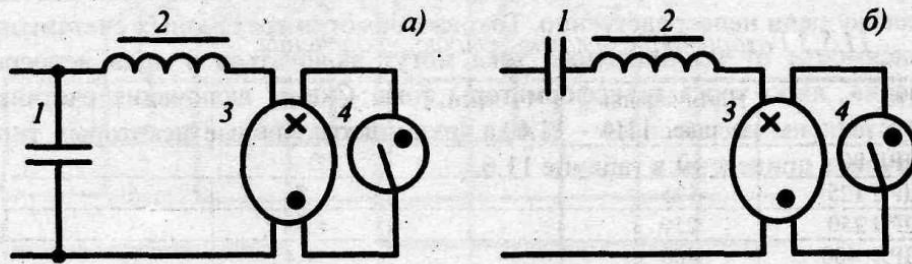


Рис. 11.2. Схемы включения люминесцентных ламп с параллельным а) и последовательным включением емкости б). 1 - конденсатор, 2 - дроссель, 3 - лампа, 4 - стартер.

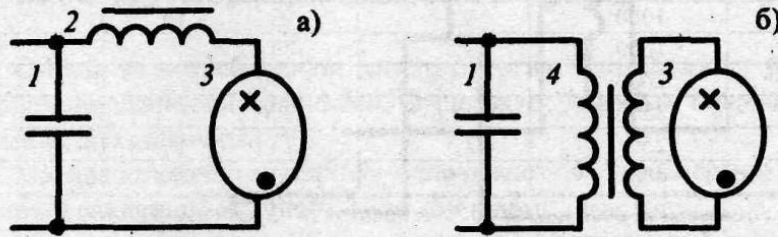


Рис.11.3 Схемы включения ламп типа ДРЛ с дросселем а) и с трансформатором б). 1 - конденсатор, 2 - дроссель, 3 - лампа, 4 -

Схемы включения электрических источников света

Схема включения лампы накаливания с управлением из двух мест

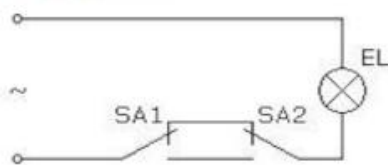


Схема включения лампы накаливания с управлением из трех мест

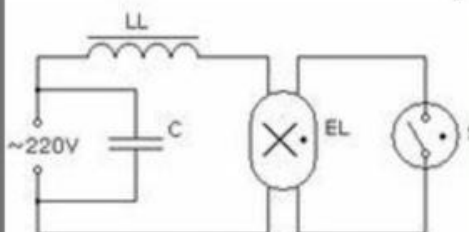
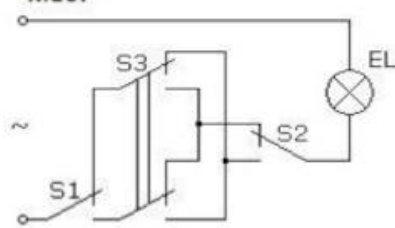
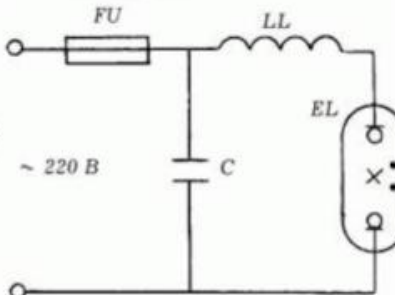


Схема включения двухцокольной люминесцентной лампы



3.6. Практическое занятие 3.

Сравнительный анализ энергоэффективности источников видимого излучения

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;

З1. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;

З3. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Существенную часть в общем энергопотреблении занимает освещение. Это относится не только к промышленным и офисным помещениям, но и к домовладениям в городах и сельской местности. Годовой расход электроэнергии на освещение соответствует 14 % (167,5 ГВт • ч) потребляемой в

стране электроэнергии; из них 15 % приходится на частные домовладения и домохозяйства [1].

Отношение у большинства жителей к вопросам энергоэффективного использования энергоресурсов в целом и к освещению в частности остаётся недостаточно ответственным. Так, 46 % опрошенных считают проблему энергосбережения несущественной для себя; 16 % не намерены приобретать энергосберегающие источники света, так как уверены, что затраты не окупятся; 24 % хотели бы отказаться от ламп накаливания, но этому препятствует высокая цена компактных люминесцентных и светодиодных ламп. Лишь 14 % уже установили у себя энергоэффективные источники света [2]. Для продвижения идей энергосбережения в этом сегменте среди жителей необходима демонстрация конкретной выгоды от экономии.

Для примера рассмотрим типовую однокомнатную квартиру, имеющую коридор (прихожую), кухню, комнату, ванную/туалет. Дополнительно к освещению помещений включены одноламповый торшер и два светильника-бра по одной лампе в каждом. Общее количество источников

света - 16 ламп накаливания мощностью $W_{лн} = 60$ Вт каждая, номинальное напряжение питания - 220 В. Для простоты рассуждений примем, что все лампы накаливания однотипны. Распределение светильников по помещениям приведено в табл. 1.

Предположим, что замена всех 16 ламп накаливания на энергоэффективные источники света происходит одновременно. Это необязательное условие, так как невыполнение его не меняет сути результата, но упрощает понимание вопроса.

В качестве традиционного источника света рассматриваются лампы накаливания (ЛН) модели 1МШТ-60 мощностью 60 Вт производителя «Лис-ма»; световой поток - 580 лм, срок службы - 1 год, цена - 15 руб. (согласно прайс-листу компании «Электромонтаж» по состоянию на конец 2013 года). В качестве альтернативного источника исследована компактная люминесцентная лампа (КЛЛ) фирмы Uniel (Россия-Китай), модель ESL-P55-12 мощностью $W_{КЛЛ} = 12$ Вт; световой поток - 600 лм, цветовая температура T_c - 2750 К, срок службы - 18 000 ч, цена - 80 руб. (согласно прайс-листу www.amperkin.ru). Другим энергоэффективным источником света выбрана светодиодная лампа (СДЛ) фирмы Navigator (Китай), модель NLL-A55-8W-230V-2700K-E27 с матовым рассеивателем. Световой поток - 600 лм, срок службы - 40 000 ч, мощность $W^{\wedge} = 8$ Вт, цена - 405 руб. (согласно прайс-листу компании «Электромонтаж»).

Таблица 1

Распределение светильников/ламп Кухня Комната Ванная/ туалет Коридор Торшер Бра

Кол-во светильников/ламп 1/2 1/5 3/1 1/3 1/1 2/1

Итого ламп 2 5 3 3 1 2

Непременное условие корректности проводимого сравнительного анализа является равенство световых потоков источников.

При замене ЛН на современные энергоэффективные логично допустить, что принятию решения о замене источников света являются оценка первоначальных вложений (закупка ламп) и расходы на замену ламп в течение срока эксплуатации светильников, в которых они установлены (эксплуатационные расходы). В связи с этим возникает вопрос, каким экономическим показателем следует руководствоваться при выборе типа альтернативного источника света. На первый взгляд, таким показателем должен служить минимум стоимости энергосберегающих ламп. Опыт показывает, что это не всегда является верным.

Действительно, если исходить из критерия минимума затрат на покупку ламп, то оптимальной по первоначальным экономическим показателям будет закупка самых дешёвых, а значит наименее надёжных источников света, которые характеризуются наименьшим сроком службы. Более дешёвый вариант замены ламп имеет более высокие годовые эксплуатационные расходы по сравнению с дорогими источниками. Разница в расходах на эксплуатацию такого варианта по сравнению с расходами на эксплуатацию более рационального варианта может за несколько лет превысить разницу в первоначальных капиталовложениях сравниваемых вариантов. Это не позволяет считать более дешёвый вариант экономически целесообразным.

Возможно ли сравнить экономичность рассматриваемых вариантов без учёта первоначальных затрат? Такое сравнение является некорректным: при экономической оценке исключение первоначальных затрат не позволяет правильно оценить сроки окупаемости предложенных вариантов и делает процедуру сравнения осветительных установок бессмысленной.

Вариант замены ЛН на энергоэффективные источники с повышенными первоначальными затратами может быть признан экономически целесообразным лишь при условии, что превышение достаточно быстро окупается за счёт меньших годовых расходов. При оценке экономичности сравниваемых вариантов в рассматриваемой типовой однокомнатной квартире в частности и в домовладениях вообще следует одновременно сопоставлять как первоначальные разовые вложения (капитальные затраты), так и расходы на эксплуатацию (эксплуатационные расходы).

В соответствии с изложенным, примем за критерий экономичности сравниваемых вариантов минимум приведённых (расчётных) затрат Q_p [3]. В общем случае приведённые затраты Q_p определяются выражением

$$яп = c + k, (1)$$

где C - годовые эксплуатационные затраты, руб.;

K - начальные вложения в замену освещения квартиры (капитальные затраты), руб.

Следует ещё раз отметить, что изложенный метод сравнения вариантов замены ламп применим только в тех случаях, когда источники имеют схожие световые потоки.

Годовые расходы на эксплуатацию различных вариантов источников света складываются из следующих основных элементов [4]:

$$C = C_{\text{Э}} + C_{\text{Л}} + C_{\text{А}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{Э}}$ - стоимость электроэнергии, израсходованной за год, руб.;

$C_{\text{Л}}$ - стоимость ламп, сменяемых за год, руб.;

$C_{\text{А}}$ - стоимость амортизации осветительной установки в год, руб.

Стоимость электроэнергии, израсходованной за год, может быть определена как

$$C_{\text{Э}} = a \cdot P_{\text{ис}} \cdot T \cdot d, \quad (3)$$

где $P_{\text{ис}}$ - суммарная установленная мощность источников света, кВт; T - количество часов использования осветительной установки в год, ч/год; d - стоимость 1 кВт · ч электроэнергии, в статье выбрана равной 4,01 руб.; a - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в пускорегулирующих аппаратах источников света (табл. 2).

Таблица 2

Тип источника света	Лампы накаливания	Компактные люминесцентные лампы	Светодиодные лампы
---------------------	-------------------	---------------------------------	--------------------

Коэффициент a	1,0	1,09	1,06
-----------------	-----	------	------

Стоимость ламп, сменяемых за год:

где N - количество светильников в данной комнате, шт.;

n - количество ламп в светильнике, шт.;

I - номинальный срок службы лампы, ч;

A - цена одной лампы, руб.

В общем случае, если в помещении несколько различных типов светильников, то произведение $N \cdot n$ должно показывать общее количество ламп, используемых в данном помещении.

Стоимость амортизации осветительной установки (амортизационные отчисления) определяется как часть первоначальных затрат. Сроки службы отдельных элементов светильников в квартире различны. Однако, учитывая, что сравнению подлежат варианты, различающиеся только источниками света, стоимость элементов осветительной установки (электропроводка, щитки, автоматические выключатели и т. д.) принимаем равной и исключаем из сравнения.

Средний срок службы светильника в быту с некоторым приближением может быть принят независимым от конструкции самого светильника и равным 10 годам. Обозначим стоимость светильника B , а стоимость монтажа M . Амортизационные отчисления на осветительную установку в год можно выразить формулой

$$C_{\text{А}} = 0,1 \cdot I \cdot (B + M).$$

(5)

$$C = C_{\text{Э}} + C_{\text{Л}} = a \cdot P_{\text{ис}} \cdot T \cdot d + C_{\text{Л}}$$

В нашем примере в помещениях не производятся замена светильников и их монтаж, а только замена источников света. Следовательно, в выражении (5) значения слагаемых B и M равны нулю. Поэтому выражение для годовых эксплуатационных расходов упрощается.

3.7. Практическое занятие 4. Методы исследования лучистого теплообмена

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;

З1. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;

З3. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

В лучистом теплообмене встречается два типа задач – прямые и обратные. Если по известным температурам поверхностей, их оптическим свойствам, форме и размерам тел необходимо определить потоки различных видов излучения, то такие задачи относятся к *прямым задачам*. В *обратных задачах* по заданным потокам излучения, оптическим и геометрическим свойствам тел определяют температуры поверхностей.

Для исследования лучистого теплообмена в различных излучающих системах используются различные методы: многократных отражений, эффективных потоков, сальдо, алгебраический, интегральный и дифференциальный, а также экспериментальные.

Метод многократных отражений очень нагляден, он вскрывает изменение лучистой энергии по отдельным стадиям затухания поглощений и отражений в процессе теплообмена данного тела с окружающими телами. Однако связан с громоздкими вычислениями особенно для сложных геометрических систем.

Метод эффективных потоков и *метод сальдо* основываются на конечных эффектах теплообмена между телами данной системы. Оба относятся к методу полных потоков излучения. Наглядно не видно физической картины процесса переноса теплоты, но они позволяют получить расчетные данные без громоздких вычислений.

Интегральный метод является методом, синтезирующим методов многократных отражений и полных потоков излучения. Даёт полное представление о сущности явления лучистого теплообмена, однако связан со значительными трудностями при решении интегральных уравнений. Интегральные уравнения могут быть упрощены путём аппроксимации их алгебраическими уравнениями.

Алгебраический метод позволяет находить как средние, по поверхностям отдельных тел, так и местные потоки излучения в узловых точках излучающей системы.

Резольвентный метод исследования лучистого теплообмена является аналитическим методом. В этом методе решение интегральных уравнений представляется через резольвенту излучения. Резольвента излучения представляет собой отношение элементарного лучистого потока с площадки dF на единичную поверхность в другой точке с учётом многократных отражений от границы системы к элементарному полусферическому потоку собственного излучения с площадки dF .

В резольвентном методе может быть использована алгебраическая аппроксимация интегрального уравнения для резольвенты. Этот метод называется резольвентно-зональным.

Дифференциальный метод основывается на решении дифференциальных уравнений переноса лучистой энергии.

Наряду с аналитическими методами исследования лучистого теплообмена применяется и *экспериментальные методы*. К ним относятся методы светового и электрического моделирования.

При эксплуатации зданий определяющим фактором является тепловой режим помещений, от которого зависит ощущение теплового комфорта обитателей, нормальное протекание производственных процессов, состояние и долговечность конструкций здания и его оборудования. Тепловая обстановка в помещении зависит от совместных действия ряда факторов: температуры, подвижности и влажности воздуха помещения, наличием струйных течений, распределением параметров воздуха в плане и по высоте помещения. Наряду с этим также зависит наличием радиационного излучения окружающих поверхностей, зависящих от их температуры и радиационных свойств.

Температуры отдельных поверхностей в помещении различны. Обычно летом и зимой наружные ограждения и приборы систем отопления бывают более нагретыми или охлажденными по сравнению с внутренними стенами, которые имеют температуру, близкую к температуре воздуха в помещении. Между поверхностями происходит теплообмен излучением, подчиняющийся общим физическим закономерностям. Излучение тепла поверхностью тела аналогично световому излучению и отличается от него длиной волн. Видимые световые лучи имеют длины волн в пределах от 0,4 до 0,8 мк, а тепловые излучения (инфракрасные) находятся в пределах от 0,8 до 800 мк. Законы распределения, отражения и преломления, установленные для видимых световых лучей, свойственны и для тепловых.

К примеру, если на поверхность какого-либо тела падает некоторое количество лучистого тепла, то частично оно поглощается теплом и нагревает его, частично отражается, частично проходит сквозь тело. Если поверхность тела без отражения поглощает всю падающую на нее лучистую энергию, расходуя ее только на повышение температуры тела, то тело называется **абсолютно черным**. Если поверхность тела полностью отражает всю падающую на нее лучистую энергию, то тело называется **абсолютно белым**. Если вся лучистая энергия, падающая на поверхность, проходит через тело, без повышения его температуры, то тело называется **абсолютно прозрачным** или **диатермичным**.

Интенсивность излучения тепла поверхностью тела зависит от ее температуры и способности тела излучать тепло. Чем больше лучистого тепла поглощается телом, тем больше тепла оно излучает. Следовательно, максимальной излучательной способностью обладает абсолютно черное тело. Строительные материалы обладают меньшей способностью излучать тепло, чем абсолютно черное тело; такие тела называются **серыми**.

Количество тепла, излучаемое единицей поверхности тела в единицу времени, определяется формулой Стефана-Больцмана

$$Q = c \left[\frac{T}{100} \right]^4, (1)$$

где Q – количество излучаемого тепла, Вт/м².

3.8. Практическое занятие 5. Освоение методики расчета облучательных установок

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;

31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;

33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Задача занятия: освоить методику расчета установок ИК и УФ облучения.

Изучаемые вопросы:

- общие положения;
- расчет установок ИК обогрева;
- расчет установок УФ облучения.

Рекомендуемая литература:

- Жилинский Ю.М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение.- М.: Колос, 1982.

- Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. - М.: Агропромиздат, 1991.

- Баев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению. - М.: Агропромиздат, 1992.

Краткое содержание

1. Основное назначение облучательной установки передать требуемое количество лучистой энергии приемнику:

$$Q = \iint_{S, \tau} E \cdot (\tau, \alpha) \cdot dS \cdot d\tau$$

где S , τ , α - площадь, время облучения, направление. Для упрощения расчета производится замена полной энергии, упавшей на приемник, её поверхностной плотностью. В результате можно использовать формулу (для стационарных процессов):

$$H = E_{\text{эф}} \cdot \tau,$$

$$\text{где } E_{\text{эф}} = \Phi_{\text{эф}} / S.$$

Из формул видно, что одинаковую дозу облучения можно получить при различных соотношениях облученности и времени действия.

Для небольших уровней облученности справедлив закон аддитивности Бунзена - Роско, который гласит, что реакция приемника зависит только от поглощенной энергии излучения, а различие в сомножителях (облученность и время) существенного значения не имеет.

Оптический диапазон разделен на области:

УФ -С 100-280 нм;

УФ - В 280-315 (320);

УФ -А 315-380; ФАР 360-720 нм (физиологически активная радиация);

ВИ 380-760 нм (видимое);

ИКБ 760-10000 нм (ИК - ближняя).

2. При расчете облучательных установок чаще всего используется метод коэффициента использования потока облучательной установки. (СКИ - световой коэффициент использования). Применяется для площадей с небольшой неравномерностью облучения ($Z \leq 2$).

Данный коэффициент в формулу не включается, т.к. расчет производится для средней облученности:

$$E = \frac{\Phi_{\text{Л}} \cdot N \cdot \eta_{\text{оу}}}{S_p \cdot K_z},$$

где $\Phi_{\text{Л}}$ - поток лампы в эффективных единицах;

N - число ламп в установке;

$\eta_{\text{оу}}$ - коэффициент использования светового потока;

S_p - расчетная площадь облучения;

K_z - коэффициент запаса.

Коэффициент использования необходимо уточнить с учетом поправки определяемой по формуле:

$$k = \frac{\eta_{\lambda i}}{\eta_{\text{св}}} = \frac{\Phi'_{\text{пр}} + \Phi'_{\text{отр}} \cdot \frac{\rho_{\lambda i}}{\rho_{\text{вид}}}}{\eta_{\text{св}}},$$

где $\eta_{\text{св}}$ - КПД светильника;

$\eta_{\lambda i}$ - КПД светильника, для спектра излучения, в требуемом диапазоне;

$\Phi'_{\text{пр}}$ и $\Phi'_{\text{отр}}$ - доли прямого и отраженного потоков светильника;

$\rho_{\lambda i}$ и $\rho_{\text{вид}}$ - коэффициенты отражения светильника (спектральной и видимой области).

3. При расчете облучательных установок, коэффициенты отражения стен, потолка, пола принимаются равными нулю (отражающие поверхности отсутствуют; абсолютно черное тело).

Пример 1.

Определить среднюю облученность в отсеке для телят, размером (6'3) м. Лампы типа ИКЗК 220-250 установлены в одноламповом светильнике (типа НСП 21). Высота подвеса, $h = 0,5$ м, над облучаемым объектом. Количество светильников, $N = 6$ шт.

Рабочую зону обогрева можно принять 0,25 , 0,30 от общей площади, с учетом размера телят.

Решение:

1. Определим расчетную площадь:

$$S_p = (6 \cdot 3) \cdot 0,3 = 5,4 \text{ м}^2$$

($a = 6$ м; $b = 0,9$ м).

2. Находим индекс установки:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{5,4}{0,5 \cdot (6 + 0,9)} = 1,57$$

3. По таблицам, находим коэффициент использования потока излучения, для черной комнаты:

$$\eta_{oy} = 0,45$$

4. Уточняем коэффициент использования с учетом поправки K :

$$\eta_{oy} = \kappa \cdot \eta_{oy} = 0,9 \cdot 0,45 = 0,41$$

5. Средняя облученность:

$$E = \frac{250 \cdot 6 \cdot 0,41}{5,4 \cdot 1,3} = 87,6 \text{ Вт/м}^2$$

Далее, следует уточнить по таблицам требуемую облученность. При необходимости скорректировать число светильников.

Пример 2.

Если нет специальных инфракрасных излучателей или ИК - источников, то можно использовать обычные лампы накаливания, включенные на понижение напряжения.

Пусть, светильник того же типа, источник излучения - лампы накаливания Г 220-200.

Принимаем уровень напряжения $U = 190$ В (можно включить 2 лампы последовательно на сетевое напряжение 380 В.)

Решение:

1. Находим интегральный поток излучателя:

$$\Phi_{л} = \eta_{луч} \cdot P_{л} \cdot \left(\frac{U_{р}}{U_{н}} \right)^{1,53} = 0,9 \cdot 200 \left(\frac{190}{220} \right)^{1,53} = 144 \text{ Вт.}$$

($\eta_{луч} = 0,8$, $0,95$ для ЛН)

($1,53$ - показатель степени)

2. Рабочую зону оставим прежней

$$S_{р} = 5,4 \text{ м}^2$$

3. Индекс установки $i = 1,57$; $\eta_{oy} = 0,45$; $\eta'_{oy} = 0,41$

4. Тогда, средняя облученность:

$$E = \frac{\Phi_{л} \cdot N \cdot \eta_{oy}}{S_{р} \cdot K_{з}} = \frac{144 \cdot 6 \cdot 0,41}{5,4 \cdot 1,3} = 51 \text{ Вт/м}^2$$

(что ниже, чем в примере 1. для обеспечения такого же уровня облученности потребуется не 6, а 10 ламп).

Точный метод расчета основывается на формулах:

$$E = \frac{\Phi_{л} \cdot k}{1000 \cdot K_{з}} \cdot \sum \psi_{\kappa}^{-\varepsilon}; \quad \Phi_{л} = \frac{1000 \cdot E \cdot k_{з}}{\sum e \cdot \psi_{\kappa}^{-\kappa}}$$

где E - облученность в эффективных единицах, Вт/м²;

Φ_L - эффективный поток лампы, Вт;

κ - поправочный коэффициент;

κ_3 - коэффициент запаса;

ψ_H - поправочный коэффициент для наклонной плоскости;

e - условная освещенность, лк

$$e = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{h^2};$$

определяется по изолуксам или расчетом).

Пример 3.

Требуемая облученность для обогрева цыплят - 250 Вт/м².

Лампы типа ЗК - 220 - 300 - 1, сила света $I_0 = 3650$ кд, $T = 750$ ч.

(ЗК -200-500-1, $I_0 = 6450$ кд, $T = 750$ ч; ЗК -220 -500, $I_0 = 5050$ кд, $T = 1500$ ч.; или ИКЗК - 220-250; ИКЗ - 220 -500)

Необходимо определить высоту установки облучателей:

$$h = \sqrt{\frac{I_{\alpha y} \cdot P_{\lambda} \cdot \eta_{\text{опт}}}{1000 \cdot E_p \cdot \kappa_3}};$$

где $I_{\alpha y}$; $[I_{\alpha}^{(к)}$] - сила излучения условного источника (за условный поток принято: $\Phi_y = 100$ Вт; при расчетах освещения: $\Phi_y = 1000$ лм.)

Решение: 1. Проведем расчет для лампы ЗК -220-500. Сила излучения в заданном направлении:

$$I_{\alpha} = \Phi_L \cdot I_{\alpha y} / \Phi_y, I_{\alpha y} = \frac{I_0 \cdot \Phi_y}{\Phi_L};$$

(I_{α} - сила излучения реального излучателя)

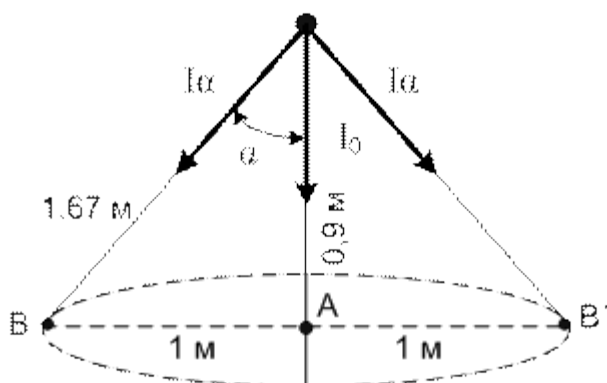


Рисунок 4.16 К расчету силы излучения

Для данного примера: $\cos \alpha = 0,59$;

$\eta_{\text{луч}} = 0,9$;

$K_3 = 1,2$.

Тогда:

$$I_{\alpha} = I_0 \cdot \cos \alpha = 5050 \cdot 0,59 = 2979 \text{ кд};$$

$$I_{\alpha \cdot y} = \frac{2979 \cdot 100}{500} = 596 \text{ кд}; h = 0,89 \text{ м}$$

2. Уменьшим мощность лампы:

$$P = 300 \text{ Вт}; I_0 = 3650 \text{ кд}. I_{\alpha} = 2153 \text{ кд}.$$

При тех же условиях:

$$I_{\alpha \cdot y} = \frac{I_0 \cdot \cos \alpha \cdot 100}{300} = \frac{3650 \cdot 0,59 \cdot 100}{300} = 718 \text{ кд}.$$

$$h = \sqrt{\frac{718 \cdot 300 \cdot 0,9}{1000 \cdot 250 \cdot 1,2}} = 0,65 \text{ м}.$$

Пример 4.

Проверим уровень облученности, для примера 3, при использовании лампы типа ЗК -220-500-1, с $I_0 = 6450 \text{ кд}$. Высота подвеса $h = 1,5 \text{ м}$, радиус облучаемой поверхности - $1,5 \text{ м}$.

$$\cos \alpha = 0,7; I_{\alpha} = I_0 \cdot \cos \alpha = 6450 \cdot 0,7 = 4515 \text{ кд}.$$

$$I_{\alpha \cdot y} = \frac{4515 \cdot 100}{500} = 903 \text{ кд};$$

$$E_p = \frac{I_{\alpha \cdot y} \cdot \eta_{\text{луч}}}{1000 \cdot h^2 \cdot K_3} = \frac{903 \cdot 500 \cdot 0,9}{1000 \cdot 2,25 \cdot 1,2} = 150 \text{ Вт/м}^2$$

Уровень облученности ниже требуемой, поэтому необходимо провести расчет для меньшей высоты подвеса облучателя.

3.8. Практическое занятие 5. Расчет освещенности рабочих мест в помещении

Цель работы: изучить методы расчета освещенности в помещении; приобрести навыки в расчете освещения производственного помещения.

Теоретическая часть

Освещение очень важно для здоровья человека. С помощью зрения человек получает до 90% информации, поступающей из окружающего мира. С точки зрения безопасности труда зрительная способность и зрительный комфорт очень важны.

Освещенность (Е) - отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности, измеряется в люксах (лк).

где Φ - световой поток, Лм;

S – площадь освещаемой поверхности, м².

Освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное.

Функциональные виды искусственного освещения:

- рабочее – обязательное для всех производственных процессов;
- аварийное – для продолжения работы при отключении рабочего освещения в случаях аварии и других опасностях; выполняют лампами накаливания с автономным питанием электроэнергией (включаются автоматически при аварийном отключении рабочего освещения или функционируют постоянно);
- эвакуационное – для эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения; освещенность основных проходов и запасных выходов должна быть не менее 0,5 лк на уровне пола и не менее 0,2 лк на открытых территориях;
- охранное («темное освещение») – выполняют вдоль границ территорий, охраняемых специальным персоналом; минимальная освещенность в ночное время 0,5 лк;
- сигнальное – для фиксации границ опасных зон; указывает на наличие опасностей и безопасный путь эвакуации.

Газоразрядные люминесцентные лампы:

1. Низкого давления – с разным распределением светового потока по спектру лампы:

- ЛБ – белого света (наиболее экономичные);
- ЛТБ – теплого белого света;
- ЛХБ – холодного белого света;
- ЛД – дневного света;
- ЛДЦ – с улучшенной цветопередачей;
- ЛЕ – близкие по спектру к солнечному свету;

2. Высокого давления:

- ДРЛ – дуговые ртутные лампы с исправленной цветностью;
- ДКсТ – ксеноновые, основанные на излучении дугового разряда в тяжелых инертных газах;
- ДНаТ – натриевые высокого давления;
- ДРИ – металлогалогеновые с добавкой иодидов металлов (применяют для освещения помещений большой высоты и площади).

Существуют три метода расчета освещенности: метод коэффициента использования, метод расчета по удельной мощности и точечный метод.

Метод коэффициента использования $K_{и}$ применяют при равномерном размещении светильников по потолку при большой плотности технологического оборудования и равномерном его расположении по площади цеха;

Точечный метод следует использовать при системе освещения при малой плотности технологического оборудования, при наличии высокого технологического оборудования или

его концентрации в центре помещения. Этот метод позволяет определить освещенность в выбранных точках помещения.

Метод расчета по удельной мощности применим для приблизительной оценки правильности произведенного светотехнического расчета.

Рассмотрим метод коэффициента использования. Он позволяет при расчете учитывать прямой и отраженный свет, поэтому его применяют при расчете общего равномерного освещения, когда требуется учитывать отраженный свет.

Методика расчета

Учитывая заданные по варианту характеристики зрительной работы (наименьший размер объекта различения, характеристика фона и контраст объекта различения с фоном), с помощью табл.1. определяют разряд и подразряд зрительной работы, а также нормируемый уровень минимальности освещенности на рабочем месте.

Таблица 1. Нормы проектирования искусственного освещения

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность	
						Комбинированное освещение	Общее освещение
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	A	Малый «средний малый средний большой средний большой «	Темный	5000	1500
			B		Средний	4000	1250
			B		Темный	2500	750
			Г		Светлый средний	1500	400
Очень высокой точности	0,15 –0,3	II	A	A.Малый B.«средний» малый B.средний Г.большой средний большой «	Темный	4000	1250
			B		Средний	3000	750
			B		Темный	2000	500
			Г		Светлый средний	1000	300
Высокой точности	0,3 –0,5	III	A	Малый Малый средний малый средний большой средний большой большой	A.Темный	2000	500
			B		Средний	1000	300
			B		Светлый средний	750	300
			Г		Светлый	400	200
					Темный		

Подразряды зрительной работы в производственных помещениях

Подразряд зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона
a	Малый	Темный
б	Малый Средний	Средний Темный
в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный

г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний
---	-------------------------------	-------------------------------

Распределяют светильники и определяют их число.

Равномерное освещение горизонтальной рабочей поверхности достигается при определённых отношениях расстояния между центрами светильников L , м ($L = 1,75 \cdot H$) к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p , м.

Число светильников с люминесцентными лампами (ЛЛ), которые приняты во всех вариантах в качестве источника света,

$N = S / LM,$	(1)
где S – площадь помещения, м ² ; M – расстояние между параллельными рядами, м. В соответствии с рекомендациями $M \in 0,6 H_p$	(2)

Оптимальное значение $M = 2 \dots 3$ м.

Для достижения равномерной горизонтальной освещённости светильники с ЛЛ рекомендуется располагать сплошными рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Для расчёта общего равномерного освещения горизонтальной рабочей поверхности используют метод светового потока, учитывающий световой поток, отражённый от потолка и стен.

Расчётный световой поток, лм, группы светильников с ЛЛ.

$\Phi_{л. \text{ расч.}} = E_n \cdot S \cdot Z \cdot K / N \cdot ,$	(3)
--	-----

где E_n – нормированная минимальная освещённость, лк; Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = E_{ср} / E_{мин}$, для ЛЛ $Z = 1,1$; K – коэффициент запаса; $|$ – коэффициент использования светового потока ламп.

Показатель помещения

$i = A \cdot B / H_p \cdot (A+B),$	(4)
------------------------------------	-----

где A и B – длина и ширина помещения, м.

Значения коэффициента запаса зависят от характеристики помещения: для помещений с большим выделением тепла $K = 2$, со средним $K = 1,8$, с малым $K = 1,5$.

Значения коэффициента использования светового потока приведены в табл.2.

Таблица 2. Значения коэффициента использования светового потока

Показатель помещения	1	2	3	4	5
Коэффициент использования светового потока	0,28...0,46	0,34...0,57	0,37...0,62	0,39...0,65	0,40...0,66

По полученному значению светового потока с помощью табл.3. подбирают лампы, учитывая, что в светильнике с ЛЛ может быть больше одной лампы, т. е. n может быть равно 2 или 4. В этом случае световой поток группы ЛЛ необходимо уменьшить в 2 или 4 раза.

Таблица 3. Характеристика люминесцентных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Номинальный световой поток, лм
ЛБ 20	20	1200
ЛХБ 20	20	935
ЛТБ 20	20	975
ЛД 20	20	920
ЛДЦ 20	20	820
ЛЕЦ 20	20	865
ЛБ 30	30	2100
ЛХБ 30	30	1720
ЛТБ 30	30	1720
ЛД 30	30	1640
ЛДЦ 30	30	1450
ЛЕЦ 30	30	1400
ЛБ 40	40	3200
ЛБ 36	36	3050
ЛХБ 40	40	2600
ЛТБ 40	40	2580
ЛД 40	40	2340
ЛДЦ 40	40	2200
ЛДЦ 36	36	2200
ЛЕЦ 40	40	2190
ЛЕЦ 36	36	2150
ЛБ 65	65	4800
ЛХБ 65	65	3820
ЛТБ 65	65	3980
ЛД 65	65	3570
ЛДЦ 65	65	3050
ЛЕЦ 65	65	3400
ЛБ 80	80	5220
ЛХБ 80	80	440
ЛТБ 80	80	4440
ЛД 80	80	4070
ЛДЦ 80	80	3560

Световой поток выбранной лампы должен соответствовать соотношению

$$\Phi_{\text{л.расч.}} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{\text{л.табл.}},$$

(5)

где $\Phi_{\text{л.расч.}}$ – расчётный световой поток, лм.; $\Phi_{\text{л.табл.}}$ – световой поток, определённый по табл.3, лм.

Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки

$$P = p \cdot N \cdot n,$$

(6)

где p – мощность лампы, Вт; N – число светильников, шт; n – число ламп в светильнике, для ЛЛ $n = 2, 4$.

Задание: изучить методы расчета освещенности в помещении, произвести расчет общего освещения по одному из вариантов задания.

Таблица 4. Варианты заданий “Расчёт общего освещения”

Вариант	Производственное помещение	Габаритные размеры помещения, м:			Наименьший объект различения	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Характеристика помещения по условиям среды
		Длина А (3)	Ширина В (4)	Высота Н (5)				
1.	2.					7.		9.
01	Вычислительный центр, машинный зал	60	30	5	0,4	малый	светлый	Небольшая запылённость
02	Вычислительный центр, машинный зал	40	20	5	0,45	средний	средний	Небольшая запылённость
03	Дисплейный зал	35	20	5	0,35	малый	средний	Небольшая запылённость
04	Дисплейный зал	20	15	5	0,32	большой	тёмный	Небольшая запылённость
05	Архив хранения носителей информации	25	10	5	0,5	средний	светлый	Небольшая запылённость
06	Лаборатория технического обслуживания ЭВМ	25	12	5	0,31	средний	средний	Небольшая запылённость
07	Аналитическая лаборатория	20	10	5	0,48	средний	средний	Небольшая запылённость
08	Оптическое производство; участок подготовки шихты	36	12	5	0,49	большой	средний	Большая запылённость
09	Участок варки стекла	60	24	8	0,5	средний	светлый	Небольшая запылённость
10	Механизированный участок получения заготовок	46	24	8	0,5	средний	светлый	Небольшая запылённость

Ход работы

1. Изучить теоретический материал.
2. Ознакомиться с методикой расчёта.
3. Определить разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте, используя данные варианта (табл.4) и нормы освещённости.
4. Рассчитать число светильников.
5. Распределить светильники общего освещения с ЛЛ по площади производственного помещения.
6. Определить световой поток группы ламп в системе общего освещения, используя данные варианта и формулу (3).
7. Подобрать лампу по данным табл.3. и проверить выполнение условия соответствия

Φ л.расч. и Φ л. табл.

8. Определить мощность, потребляемую осветительной установкой.
9. Оформить отчет.

Пример выполнения работы

1. Исходные данные:

Вариант	Производственное помещение	Габаритные размеры помещения, м: Длина А (3) Ширина В (4) Высота Н(5)	Наименьший объект различения, мм	Контраст объекта с фоном	Характеристики фона	Характеристика помещения по условиям среды

1.	2.	3	4	5	6.	7.	8.	
№ -	Вычислительный центр, машинный зал	40	20	4	0,28	средний	светлый	Небольшая запылённость

2. Цель работы: рассчитать количество светильников и ламп в светильниках в заданном помещении, необходимых для создания определенной освещенности на рабочих местах, определить потребляемую мощность осветительной установки.

3. Ход работы:

1. Определяем разряд и подразряд зрительной работы, нормы освещённости на рабочем месте по табл. 1.:

Помещение –

Длина - Ширина- Высота -

Характеристика зрительной работы – *очень высокой точности*

Разряд - *2*

Подразряд – *2*

Комбинированное освещение – *1000 лк*

Общее освещение – $E_n = 300$ лк

2. Рассчитываем число светильников N по формуле (1):

$$N = S / (L * M),$$

где S – площадь помещения, $a = 90$ м; $b = 24$ м.

$$S = a * b = 40 * 20 = 800 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Рассчитаем L – расстояние между центрами светильников:

$$L = 1,75 * H, \quad 1,75 - \text{коэффициент}$$

$$L = 4 * 1,75 = 7 \text{ (м)}.$$

Рассчитаем расстояние между параллельными рядами - M по формуле (2):

$$M = 0,6 * H_p, \text{ где } H_p = H \quad 0,6 - \text{коэффициент}$$

$$M = 0,6 * 4 = 2,4 \text{ м. Принимаем } M = 3 \text{ м (округление)}$$

В данном случае:

$$N = 800 / (7 * 3) = 38,09, \text{ т.е. принимаем } N = 40 \text{ (шт)}. \quad 7 - \text{расстояние между центрами светильников}$$

3. Расчётный световой поток определим по формуле (3):

$$\Phi_{\text{л. расч.}} = E_n * S * Z * K / (N * 0,4)$$

$$\text{где: } Z = 1,1; \quad K = 1,5; \quad E_n = 300 \text{ (общее освещение)}$$

А) Показатель помещения (i) определим по формуле (4):

$$i = A \cdot B / [N_p \cdot (A+B)] \quad (4) \quad i = (40 \cdot 20) / [4(40 + 20)]$$

$$i = 3,3$$

По таблице 2 принимаем коэффициент использования светового потока ламп / = 0,4. ????

Формула (3) принимает вид:

$$\Phi_{л.расч.} = (300 \cdot 800 \cdot 1,1 \cdot 1,5) / (40 \cdot 0,4) = 24750 \text{ (лм)}$$

Для создания освещенности в 300 лк необходимо, чтобы световой поток одного светильника был равен 24750 лм. По табл.3 выбираем лампу ЛБ-80 со световым потоком 5220 лм.

Для создания потока в 24 750 лм в одном светильнике должны быть 4 лампы ЛБ-80 (5220 лм).

Проверим правильность решения по соотношению (5):

$$\Phi_{л.расч.} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_{л.табл.},$$

где $\Phi_{л.расч.}$ – расчётный световой поток, лм.; $\Phi_{л.табл.}$ – световой поток, определённый по табл.3, лм.

Преобразуем формулу (5.5.):

$$\Phi_{л.расч.} / \Phi_{л.табл.} = (0,9 \dots 1,2)$$

В данном случае:

$$\Phi_{л.расч.} / \Phi_{л.табл.} = 24750 / (5220 \cdot 4) = 1,18, \text{ что удовлетворяет условию. 4-кол.ламп!}$$

4. Потребляемая мощность, Вт, осветительной установки определим по формуле (6):

$$P = p \cdot N \cdot n,$$

где p – мощность лампы, Вт; N – число светильников, шт; n – число ламп в светильнике.,

В данном случае:

$$P = 80 \cdot 40 \cdot 4 = 12800 \text{ Вт}$$

Вывод: для данного помещения вычислительного центра требуется 40 светильников, в каждом по 4 лампы. Тип и мощность лампы: ЛБ-80. Общая потребляемая мощность $P = 12\,800 \text{ Вт}$ (12,8 кВт).

Вывод: для данного помещения вычислительного центра требуется 40 светильников, в каждом по 4 лампы. Тип и мощность лампы: ЛБ-80. Общая потребляемая мощность $P = 12\,800 \text{ Вт}$ (12,8 кВт).

Вывод: Для данного помещения площадью 800 м^2 требуется ___ светильников, в каждом по ___ лампы. Тип и мощность лампы: ЛБ-80. Общая потребляемая мощность $P =$ _____ Вт (_____ кВт).

Контрольные вопросы

1. Какие виды искусственного освещения применяются в производственных и общественных зданиях?

2. Какие источники света применяют для освещения?
3. Назовите основные требования, предъявляемые к производственному освещению.
4. Какие методы расчетов искусственного освещения используются для светотехнических расчетов?
5. Сущность и область применения расчета по коэффициенту использования.
6. Как найти коэффициент использования?
7. Сущность и область применения «точечного» метода расчета освещения.

3.9. Практическое занятие 6.

Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- 31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;
- 33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Метод коэффициента использования применяется для (расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

В результате решения по методу коэффициента использования светового потока находится световой поток лампы, по которому она подбирается из числа стандартных. Поток выбранной лампы не должен отличаться от расчетного более чем на +20 или -10%. При большем расхождении корректируется намеченное число светильников.

Расчетное уравнение для определения необходимого светового потока одной лампы:

$$F = (E_{\text{мин}} \times S \times k_z \times z) / (n \times \eta)$$

где F - световой поток лампы (или ламп) в светильнике, лм; $E_{\text{мин}}$ - нормируемая освещенность, лк, k_z - коэффициент запаса (зависит от типа ламп и степени загрязненности помещения), z - поправочный коэффициент, учитывающий, что средняя освещенность в помещении больше, чем нормируемая, минимальная, n - число светильников (ламп), η - коэффициент использования светового потока, равный отношению светового потока, падающего на рабочую поверхность, к суммарному потоку всех ламп; S — площадь помещения, м².

Коэффициент использования светового потока - справочное значение, зависит от типа светильника, параметров помещения (длины, ширины и высоты), коэффициентов отражения потолков, стен и полов помещения.

Порядок расчета освещения по методу коэффициента использования светового потока:

1) определяется расчетная высота H_r , [тип и количество светильников](#) в помещении.

Расчетная высота подвеса светильника определяется исходя из геометрических размеров помещения

$$H_r = H - h_c - h_p, \text{ м,}$$

где H - высота помещения, м, h_c – расстояние светильника от перекрытия ("свес" светильника, принимается в пределах от 0, при установке светильников на потолке, до 1,5 м), м, h_p – высота рабочей поверхности над полом (обычно $h_p = 0,8$ м).

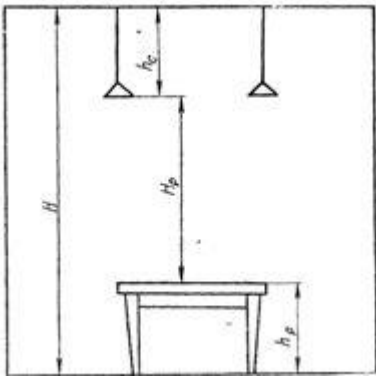


Рис. 1. Определение расчетной высоты при расчетах электрического освещения
 Подробнее про определение расчетной высоты смотрите здесь: [Размещение светильников в помещении при расчете освещения](#)

2) по таблицам находятся: коэффициент запаса k_z поправочный коэффициент z , нормированная освещенность $E_{мин}$,

3) определяется индекс помещения i (он учитывает зависимость коэффициента использования светового потока от параметров помещения):

$$i = (A \times B) / (H_p \times (A + B)),$$

где A и B - ширина и длина помещения, м,

4) коэффициент использования светового потока ламп η в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности ρ_c, ρ_p, ρ_r ;

5) находится по формуле необходимый поток одной лампы F ;

6) выбирается стандартная лампа с близким по величине световым потоком.

Если в результате расчета окажется, что лампа больше по мощности, чем применяемые в выбранном светильнике, или если требуемый поток больше, чем могут дать стандартные лампы, следует увеличить количество светильников и повторить расчет или отыскать необходимое количество ламп, задавшись их мощностью (а следовательно и световым потоком лампы F):

$$n = (E_{мин} \times S \times k_z \times z) / (F \times \eta)$$

3.11. Практическое занятие 8.

Расчет мощности осветительных установок методом удельной мощности

Цель работы: Усвоение умений и знаний:

- У2. Производить светотехнические и колориметрические расчеты и измерения;
- 31. Основных терминов, используемых при световых и оптических измерениях;
- 33. Светотехнические нормы для сельскохозяйственных предприятий.

Метод удельной мощности

Удельной установленной мощностью называют частное от деления общей установленной в помещении мощности ламп на площадь помещения:

$$\text{руд} = (P_{\text{л}} \times n) / S$$

где руд - удельная установленная мощность, Вт/м², P_л - мощность лампы, Вт; n- число ламп в помещении; S — площадь помещения, м².

Удельная мощность - это справочное значение. Для того, что бы правильно выбрать величину удельной мощности необходимо знать тип светильников, нормированную освещенность, коэффициент запаса (при его значениях, отличающихся от указанных в таблицах, допускается пропорциональный пересчет значений удельной мощности), коэффициенты отражения поверхностей помещения, значения расчетной высоты и площадь помещения.

Расчетное уравнение для определения мощности одной лампы:

$$P_{\text{л}} = (\text{руд} \times S) / n$$

Порядок расчета освещения по методу удельной мощности:

- 1) определяется расчетная высота Н_р, тип и количество светильников и в помещении;
- 2) по таблицам находят нормированную освещенность для данного вида помещений Е_{мин}, удельная мощность руд;
- 3) рассчитывается мощность одной лампы и подбирается стандартная.

Если расчетная мощность лампы оказывается большей чем применяемая в принятых светильниках, следует определить необходимое количество светильников, приняв величину мощности лампы в светильнике P_л.

4. Критерии оценивания выполнения лабораторных и практических занятий

Оценки	Критерии оценок
«5»	- обучающийся подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний (литература, материалы, инструменты), показывает необходимые для проведения практической работы теоретические знания. Правильно оформлена практическая часть работы, соблюдена технологическая последовательность выполнения данного вида работ. Работа оформлена аккуратно.
«4»	- практическая работа выполняется обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Обучающийся использует указанные преподавателем источники информации. Могут быть неточности и небрежность в оформлении работы. Работа показывает знания обучающимися основного теоретического материала, но имеются незначительные ошибки при оформлении практической части работы.
«3»	- обучающийся выполняет и оформляет практическую работу полностью с помощью преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполнивших на «отлично» данную работу других обучающихся.
«2»	- практическая работа не выполнена полностью за отведенное время по неуважительной причине.

5. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
2. Не приступайте к выполнению задания без разрешения преподавателя.
3. Размещайте оборудование, приборы на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы необходимо внимательно изучить ее содержание и ход выполнения.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок электроизмерительных приборов.
6. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.

7. Следите за исправностью всех креплений приборов и приспособлений. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь к вращающимся частям машины.
8. При сборке экспериментальных установок используйте провода с наконечниками, предохранительными чехлами с прочной изоляцией без видимых повреждений.
9. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов. Запрещается пользоваться проводниками с изношенной изоляцией и выключателями открытого типа.
10. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь.
11. Не допускайте попадания на электрооборудование сырости, грязи и посторонних предметов.
12. Собранную цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверять только приборами или указателями напряжения.
13. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенных изоляции.
14. Не производите пересоединений в электрических цепях машин до полной остановки ротора машины.
15. Не прикасайтесь к корпусам стационарного оборудования, к зажимам отключенных конденсаторов.
16. Пользуйтесь инструментами с изолирующими ручками.
17. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.
18. Не оставляйте рабочее место без разрешения преподавателя.
19. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом преподавателю.
20. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.
21. При ремонте и работе электроприборов пользуйтесь розетками, гнездами, зажимами, выключателями с невыступающими контактными поверхностями.

6. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Основные печатные издания

1. Баев, В. И. Светотехника: практикум по электрическому освещению и облучению: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Баев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва Издательство Юрайт, 2022. — 220 с.
2. Юденич, Л. М. Светотехника и электротехнология учебное пособие для среднего профессионального образования/ Л. М. Юденич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург Лань, 2021. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-7340-3.

Основные электронные издания

1. Юденич, Л. М. Светотехника и электротехнология учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. М. Юденич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-7340-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158942> (дата обращения: 29.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.