

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал БНТУ
«Минский государственный политехнический колледж»

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Электронное учебно-методическое пособие
для специальности 2-36 03 31
«Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)»

Минск 2019

Автор:

Писарук Т.В.

Рецензенты:

Козловская В.Б., к.т.н., доцент кафедры “Электроснабжение” БНТУ

Седюкова А.Л., преподаватель филиала БНТУ «МГПК»

Электронное учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Электрическое освещение» учащимися специальности 2-36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.
Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”.

пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь

Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42

E-mail: mgpk@bntu.by

<http://www.mgpk.bntu.by/>

Регистрационный № ЭИ БНТУ/МГПК – 24.2019

© БНТУ, 2019

© Писарук Т.В., 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка

Выписка из типового учебного плана

Междисциплинарные связи

Тематический план

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Перечень существенных и несущественных ошибок

Теоретический раздел

Лекция-презентация «Производственное освещение»

Лекция-презентация «Система автоматического управления освещением зданий»

Практический раздел

Раздел контроля знаний

Рекомендуемые материалы входного контроля

Рекомендуемые материалы тематического контроля

Рекомендуемые материалы обязательной контрольной работы

Материалы итогового теста

Задачи для самостоятельной подготовки

Рекомендуемый перечень творческих работ

Рекомендуемая литература

Перечень ТНПА

Пояснительная записка

Электронное учебно-методическое пособие по учебной дисциплине «Электрическое освещение» составлено в соответствии с типовыми учебными планами специальности 2-36 03 31-01 «Монтаж и эксплуатация оборудования».

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у учащихся знаний об устройстве светотехнической аппаратуре, основных критериях выбора осветительной аппаратуры, основных методах светотехнического расчета, последовательности электрического расчета осветительных установок, выбора аппаратов для защиты осветительной сети, выбора проводников для подключения осветительных установок, основных схемах подключения осветительных установок; сформировать представление об основных технологиях управления освещением; сформировать умение оформления рабочих чертежей освещения.

Изучение программного учебного материала базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных учащимися в ходе изучения таких учебных дисциплин, как «Физика», «Химия», «Теоретические основы электротехники», «Электрические аппараты», «Электрические машины», «Электрические материалы», «Промышленная электроника», а также при прохождении электромонтажной практики.

Для закрепления теоретического материала и формирования у учащихся необходимых умений и навыков предусмотрено проведение практических занятий, в рамках которых учащиеся выполняют практические работы. Форма проведения практических занятий по темам определяется преподавателем исходя из цели обучения и содержания учебного материала.

Для контроля усвоения программного учебного материала предусмотрено проведение тематического контроля, одной обязательной контрольной работы, задания для которых разрабатываются преподавателем учебной дисциплины и обсуждаются на заседании предметной (цикловой) комиссии учреждения образования.

Определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала.

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся *должны знать на уровне представления:*

классификацию и основы теории светотехники;
общие требования, предъявляемые к определению норм освещенности помещения и рабочих мест;

область применения и условия эксплуатации светотехнической аппаратуры;

знать на уровне понимания:

устройство и принцип действия источников освещения;

параметры, технические характеристики светотехнической аппаратуры;

схемы включения газоразрядных ламп и пускорегулирующей аппаратуры;

нормы освещенности, виды и системы освещения;

методы расчета электрического освещения;

условия выбора и расчет сечения проводов и кабелей осветительной сети;

способы рационального использования электрической энергии повышения коэффициента мощности в сетях электрического освещения;

уметь:

правильно выбирать источники света и светильники для освещения производственных помещений и административно-бытовых зданий;

выполнять расчет электрического освещения помещений;

производить подключение светильников к различным системам пускорегулирующих аппаратов;

выполнять электрическую проводку сети освещения;

подбирать зарубежные аналоги источников света;

проводить ремонт светильников и осветительных приборов.

Приведенный в электронном учебно-методическом пособии тематический план является примерным. Предметная (цикловая) комиссия учреждения образования может вносить обоснованные изменения в содержание программного учебного материала и распределение учебных часов по темам в пределах общего бюджета времени, отведенного на изучение учебной дисциплины. Все изменения должны рассматриваться предметной (цикловой) комиссией и утверждаться заместителем руководителя учреждения образования по учебной работе.

Выписка из типового учебного плана

2 – 36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)»

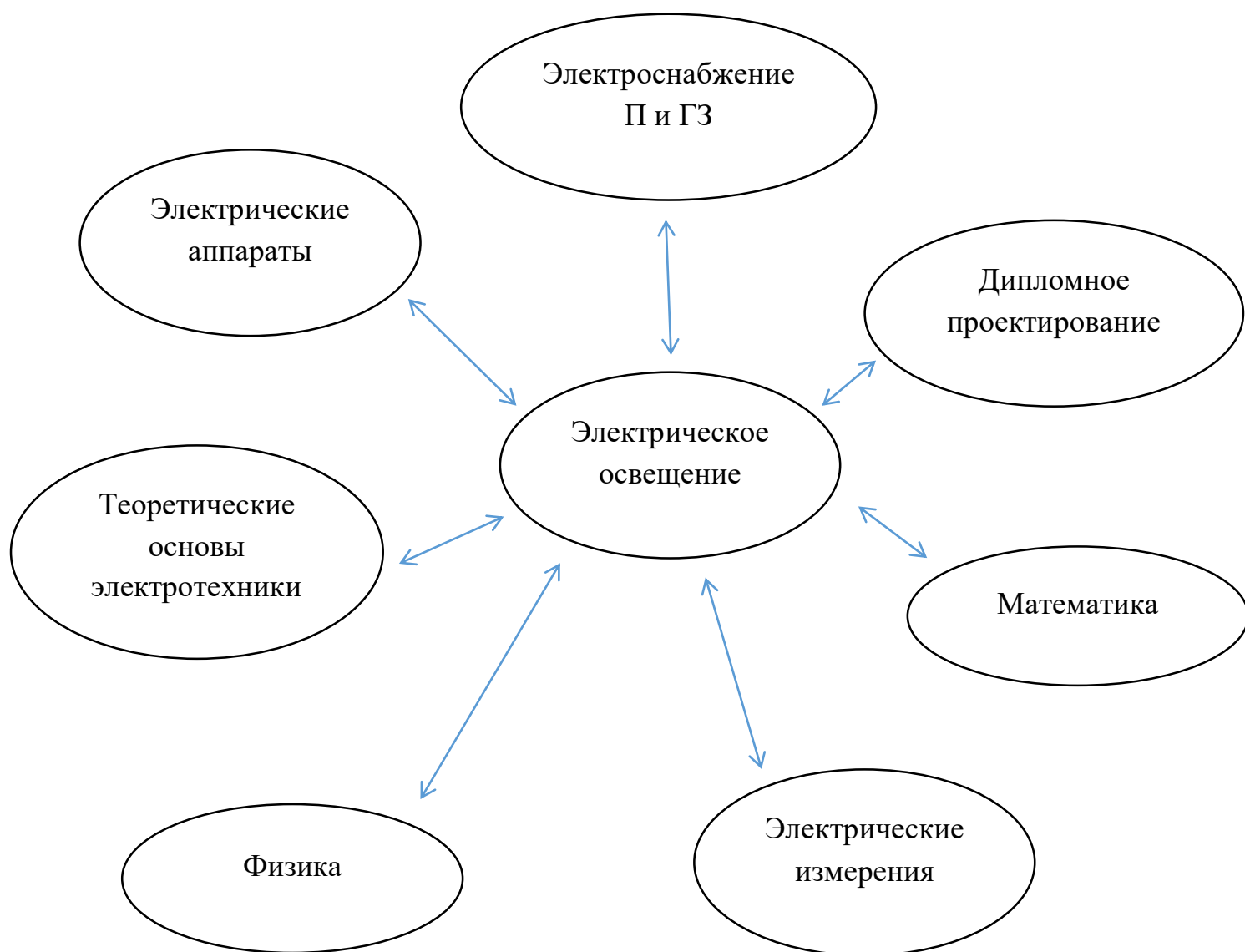
утвержденного директором филиала 26.06.2018 г.

Учебная дисциплина «Электрическое освещение» изучается на протяжении 1 семестра (дневная форма обучения).

Виды работ	Количество часов
	5 семестр обучения
Всего часов	50
Из них: практических занятий	10
лабораторных работ	-
курсовое проектирование	-
Количество: тематических контрольных работ	1
обязательных контрольных работ	1
*домашних контрольных работ	1
Дифференцированный зачет	-
Экзамен*	-

*Для заочной формы обучения

Междисциплинарные связи



Тематический план

Раздел, тема	Количество учебный часов	
	Всего	В том числе на практические работы
Введение	1	
Раздел 1. Светотехнические величины, источники света и светильники	11	
1.1 Светотехнические величины	1	
1.2 Электрические источники света. Общие сведения	8	
1.3 Световые приборы. Классификация и характеристика	2	
Раздел 2. Светотехнический расчет электрического освещения	22	
2.1 Виды освещения. Выбор системы освещения и нормированной освещенности	2	
2.2 Выбор источников света	2	
2.3 Выбор типа светильников	2	
2.4 Размещение светильников	2	
2.5 расчет освещения методом коэффициента использования светового потока	6	
<i>Практическая работа №1</i>		
Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока		2
<i>Практическая работа №2</i>		
Расчет электрического освещения методом удельной мощности		2
2.6 Расчет освещения точечным методом	4	
<i>Практическая работа №3</i>		
Расчет электрического освещения точечным методом		2
2.7 Расчет освещенности от светящей линии	4	
<i>Практическая работа №4</i>		
Расчет электрического освещения, выполненного светящими линиям		2

Раздел, тема	Количество учебный часов	
	Всего	В том числе на практические работы
Раздел 3. Электрический расчет электроосвещения	12	
3.1 Схемы электрических осветительных сетей	2	
3.2 Конструктивное исполнение осветительных сетей и выбор способов их прокладки	2	
3.3 Электрооборудование осветительных сетей. Защита сети освещения	2	
3.4 Выбор сечения проводников сетей освещения	5	
<i>Практическая работа №5</i>		
Расчет сети освещения по допустимому нагреву и допустимой потере напряжения	1	2
<i>Обязательная контрольная работа</i>		
Раздел 4. Управление электрическим освещением	3	
<i>Практическая работа №6</i>		
Изучение схем управления электрическим освещением		2
Раздел 5. Оформление графической части проектов осветительных установок	1	
Итого	50	12

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения и т.д.)
2 (два)	Различие объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения, методов расчета освещения); осуществление соответствующих практических действий (выбор источников света и светильников, расчет осветительной сети, монтаж светильного оборудования, защита сети освещения)
3 (три)	Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментарный пересказ и перечисление светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения, методов расчета, схем питания осветительных установок, схем управления электрическим освещением); осуществление умственных и практических действий по образцу (выбор источников света и светильников, расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения)
4 (четыре)	Воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения светотехнических величин, источников света, световых приборов, систем и видов освещения, методов расчета, схем питания осветительных установок, схем управления электрическим освещением); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выбор источников света и светильников, расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения); наличие единичных существенных ошибок
5 (пять)	Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с объяснением светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения, методов расчета, схем питания осветительных установок, схем управления электрическим освещением); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (выбор источников света и светильников,

Отметка в баллах	Показатели оценки
	расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения); наличие несущественных ошибок
6 (шесть)	Полное знание и осознание воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения, методов расчета, схем питания осветительных установок, схем управления электрическим освещением); выполнение заданий по образцу, на основе предписаний (выбор источников света и светильников, расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения); наличие несущественных ошибок
7 (семь)	Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение светотехнических величин, источников света, световых приборов, видов и систем освещения, раскрытие сущности методов расчета, схем питания и защиты осветительных установок, схем управления электрическим освещением); недостаточно самостоятельное выполнение заданий (выбор источников света и светильников, расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения); наличие несущественных ошибок
8 (восемь)	Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала, оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение различных разделов электрического освещения); самостоятельное выполнение заданий (выбор источников света и световых приборов, расчет осветительной сети, монтаж осветительного оборудования, защита сети освещения, исследование схем управления освещением); наличие единичных несущественных ошибок
9 (девять)	Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение

Отметка в баллах	Показатели оценки
	учебного материала при поиске новых способов и рациональных путей решения учебных задач по выбору источников света и светильников, расчету осветительной сети, монтажу осветительного оборудования, защите сети освещения, исследованию схем управления освещением)
10 (десять)	Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию и объяснению использования в данных условиях оптимальных источников света и световых приборов, анализу и оценке теоретического материала; выполнение нестандартных заданий по обеспечению безопасности осветительных установок; предложение новых подходов к решению отдельных проблем энергосбережения в области электрического освещения; подготовка рефератов, докладов по изученным темам)

Примечание. При отсутствии результатов учебной деятельности обучающимся в учреждении среднего специального образования выставляется "0" (ноль) баллов.

ПЕРЕЧЕНЬ

существенных и несущественных ошибок

Существенные ошибки:

В изложении теоретического материала:

ошибки в изложении основных терминов, определений, светотехнических понятий;

– ошибки в классификации источников света в зависимости от способа возникновения свечения;

— ошибки при определении систем и видов освещения;

– ошибки при описании конструктивного исполнения светотехнической аппаратуры;

– затруднения в изложении требований, предъявляемых к светильникам и лампам при размещении их в разных типах помещений;

– затруднения в объяснении принципов работы газоразрядных ламп высокого и низкого давления;

– ошибки при пояснении назначения и их устройства пускорегулирующей аппаратуры;

– ошибки при описании работы схем включения газоразрядных источников света;

– ошибки при чтении электрических принципиальных схем, затруднения при понимании зависимостей элементов и электрических аппаратов на схемах;

– затруднения в пояснении последовательности методов расчета электрического освещения;

– затруднения при описании электрического расчета освещения и выбора аппаратов защиты для сети освещения.

– отсутствие систематизации знаний.

При выполнении практических работ:

– несоблюдение нормативно-технических документов при выполнении работ;

– нарушение технологии и последовательности операций при выполнении работ;

– нарушение методики расчета светотехнических параметров;

– ошибки при выборе источников света;

- ошибки при выборе светильников;
- ошибки при выборе методики светотехнического расчета;
- ошибки при обработке данных, полученных расчетным путем;
- ошибки при преобразовании единиц измеренных величин;
- ошибки при преобразовании формул, приводящие к неверному результату;
- ошибки при пояснении простейших схем управления освещением;
- ошибки при выборе проводников для подключения источников света;
- ошибки при выборе аппаратов защиты для сети освещения.

Несущественные ошибки:

В изложении теоретического материала:

- неточности в стандартном изложении понятий, определений;
- неполное, неточное изложение принципа работы источников света (ламп накаливания, газоразрядных ламп высокого и низкого давления);
- искажение в пояснении назначения и устройства светотехнической аппаратуры;
- неполное изложение основных светотехнических характеристик;
- нерациональный план устного или письменного ответа;

При выполнении практических работ:

- неточности в оформлении работ;
- осложнения в преобразовании единиц измерения величин при проведении светотехнического расчета;
- нерациональные методы (приёмы) работы со справочной литературой;
- ошибки вычислительного характера, не свидетельствующие о незнании, а совершенные по невнимательности учащегося;
- небрежное выполнение записей и рисунков при оформлении отчета;
- нарушение последовательности действий при решении задач.

Теоретический раздел

Введение

Содержание программы

Цели и задачи учебной дисциплины «Электрическое освещение», ее связь с другими учебными дисциплинами, значение в системе подготовки специалистов.

Основные понятия и определения в области электрического освещения.

Краткие теоретические сведения

Электрическое освещение в жизни человека играет огромную роль. Значимость его определяется тем, что при правильном выполнении осветительных установок (ОУ), электрическое освещение (ЭО) способствует повышению производительности труда, улучшению качества выпускаемой продукции, уменьшению количества аварий и случаев травматизма, снижает утомляемость рабочих; обеспечивает значительную работоспособность и создает нормальные эстетическое, физиологическое и психологическое воздействия на человека.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование у учащихся знаний об устройстве светотехнической аппаратуре, основных критериях выбора осветительной аппаратуры, основных методах светотехнического расчета, последовательности электрического расчета осветительных установок, выбора аппаратов для защиты осветительной сети, выбора проводников для подключения осветительных установок, основных схемах подключения осветительных установок; сформировать представление об основных технологиях управления освещением; сформировать умение оформления рабочих чертежей освещения.

Изучение программного учебного материала базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных учащимися в ходе изучения таких учебных дисциплин, как «Физика», «Химия», «Теоретические основы электротехники», «Электрические аппараты», «Электрические машины», «Электрические материалы», «Промышленная электроника», а также при прохождении электромонтажной практики.

Литература

[1] стр. 6-11.

Контрольные вопросы

1. Перечислите, какие вы знаете источники освещения.
2. Поясните, для чего предназначены разные типы источников света.

Раздел 1. Светотехнические величины, источники света и светильники

Тема 1.1. Светотехнические величины

Содержание программы

Основные светотехнические величины (световой поток, сила света, телесный угол, освещенность, яркость); характеристики цветности (цветовая температура, коэффициент цветопередачи). Обозначения, единицы измерения светотехнических величин и соотношения между ними.

Краткие теоретические сведения

Световой поток (Φ) – мощность светового потока излучения, оцениваемая по зрительному ощущению человеческим глазом. Размерность светового потока – люмен (Лм).

Сила света (I) – пространственная плотность светового потока в заданном направлении, т.е. световой поток, отнесенный к телесному углу ω , в котором он излучается – кандела (кд).

Освещенность (E) – плотность светового потока на освещаемой им поверхности – световой поток, отнесенный к площади освещаемой поверхности S , измеряемой в m^2 , при условии его равномерного распределения по поверхности, когда свет источника падает на нее перпендикулярно – люкс (Лк).

Яркость (B) является световой величиной, непосредственно воспринимаемой глазом. Она определяется отношением силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную к направлению излучения – (кд/ m^2).

Цветопередача (R_a) – выражается с помощью различных степеней “общего коэффициента цветопередачи” R_a . Коэффициент цветопередачи отражает уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света.

Цветность света и Цветовая температура (К) – важнейшие качественные параметры, определяющие степень естественности (белизны) света, испускаемого лампой. Измеряется по температурной шкале Кельвина (К). Существуют следующие три главные цветности света (тёпло – белая < 3.300 К; холодно – белая 3.300 К – 5.000 К; дневного света > 5.000 К).

Литература

[1] стр. 11-18.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные светотехнические характеристики.
2. Перечислите основные калориметрические характеристики освещенности.
3. Приведите обозначения светотехнических величин и их единицы измерения.
4. Поясните, соотношения между отдельными светотехническими параметрами.

Тема 1.2. Электрические источники света. Общие сведения

Содержание программы

Классификация электрических источников света по способам генерирования излучения (лампы накаливания, газоразрядные лампы низкого и высокого давления, светодиодные источники света). Характеристики, достоинства и недостатки основных источников света.

Пускорегулирующая аппаратура (ПРА) и схемы включения газоразрядных ламп; особенности работы сети при их использовании.

Краткие теоретические сведения

Наиболее простой и распространенный вид излучения – это тепловое излучение, при котором потери атомами энергии на излучение света компенсируются за счет энергии теплового движения атомов (или молекул)

излучающего тела. Чем выше температура тела, тем быстрее движутся атомы. При столкновении быстрых атомов (или молекул) друг с другом часть их кинетической энергии превращается в энергию возбуждения атомов, которые затем излучают свет.

Лампа накаливания - это электрический источник света, который излучает **световой поток** в результате накала проводника из тугоплавкого металла (вольфрама).

Газоразрядная лампа – это источник света, излучающий энергию в видимом диапазоне. Свечение в лампе создается непосредственно или опосредованно от электрического разряда в газе, парах металла или в смеси пара и газа.

Литература

[1] стр. 40-113.

Контрольные вопросы

1. Опишите конструкцию и принцип работы ламп накаливания.
2. Опишите конструкцию и принцип работы газоразрядных ламп низкого давления.
3. Опишите конструкцию и принцип работы газоразрядных ламп высокого давления.
4. Перечислите основные достоинства и недостатки ламп накаливания.
5. Перечислите основные достоинства и недостатки газоразрядных ламп.
6. Изучите работу схем включения газоразрядных ламп.
7. Поясните назначение пускорегулирующей аппаратуры в системе освещения.

Тема 1.3 Светотехнические приборы. Классификация и характеристика

Содержание программы

Классификация световых приборов. Конструкция и назначение светильника. Показатели, характеризующие светильник. Основные типы светильников для внутреннего и наружного освещения.

Классификация светильников по назначению, характеру светораспределения, способам установки, конструктивному исполнению, степени защиты от воздействий окружающей среды, классу защиты от поражения электрическим током. Условное обозначение светильников.

Краткие теоретические сведения

Источники света (лампы) и осветительная арматура составляют осветительные приборы. Осветительные приборы подразделяются на светильники и прожекторы.

Светильник состоит из корпуса, оптической системы, ламподержателей (патронов), пускорегулирующих аппаратов (ПРА), крепежных изделий.

Оптическая система – отражатели служат для перераспределения светового потока ламп по законам отражения света. Отражатели бывают матовые или зеркальные. Материал для отражателей применяется сталь или алюминий.

Основными показателями, определяющими выбор светильников, является: конструктивное исполнение; светораспределение; блескость светильника; экономичность.

При выборе типов светильников для освещения помещений в зависимости от технологического процесса необходимо учитывать светотехническую классификацию светильников (классы по светораспределению в пространстве и формы кривой силы света).

Литература

[1] стр. 119-163.

Контрольные вопросы

1. Перечислите, по каким признакам классифицируют световые приборы.
2. Приведите основные типы светильников для внутреннего и наружного освещения.
3. Дайте определение понятию светораспределения и приведите классификацию светильников по светораспределению.
4. Поясните, что такое кривая силы света (КСС).

5. Расскажите, как обозначаются разные типы светильников на чертежах.

Раздел 2. Светотехнический расчет электрического освещения

Тема 2.1 Виды освещения. Выбор системы освещения и нормированной освещенности

Содержание программы

Виды освещения: рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Системы общего и комбинированного освещения, их выбор.

Нормы СНБ 2.04.05-98 «Естественное и искусственное освещение». Разряд и подразряд зрительной работы.

Выбор нормированной освещенности коэффициента запаса при общем и комбинированном освещении.

Краткие теоретические сведения

По способам размещения светильников в производственных помещениях различают системы общего, местного и комбинированного освещения.

Система общего освещения применяется для освещения всего помещения, в том числе и рабочих поверхностей. Общее освещение может быть равномерным и локализованным. Светильники общего освещения располагают только в верхней зоне помещения и крепят их на строительных основаниях здания непосредственно к потолку, на фермах, на стенах, колоннах или на технологическом производственном оборудовании.

Местное освещение предусматривается на отдельных рабочих местах (станках, верстаках, столах, разметочных плитах и т.д.) и выполняется светильниками, установленными непосредственно у рабочих мест.

Системы местного и общего освещения, применяемые совместно, образуют систему комбинированного освещения. Она применяется в помещениях с точными зрительными работами, требующими высокой освещенности.

Для освещения помещений применяются следующие виды электрического освещения: рабочее, аварийное, охранное и дежурное. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Литература

[1] стр. 19-26.

Контрольные вопросы

1. Объясните, для чего предназначены разные виды освещения.
2. Назовите основные системы освещения.
3. Опишите, зависимость выбора нормируемой освещенности от разряда зрительных работ.
4. Вспомните, как происходит выбор коэффициента запаса при расчете освещенности.

Тема 2.2 Выбор источников света

Содержание программы

Источники света, применяемые для производственных помещений. Критерии выбора источников света для общего, местного, рабочего, аварийного, охранного и дежурного освещения

Краткие теоретические сведения

Выбор источников света определяется их характеристиками и требованиями к освещению. Применение газоразрядных ламп исключается, если питание установки осуществляется от сети постоянного тока или если возможно понижение напряжения более чем на 10 % от номинального. Необходимость быстрого включения ламп после кратковременного исчезновения напряжения не позволяет применять лампы ДРЛ и ДРИ. При температуре окружающей среды ниже +5 °С освещение с помощью люминесцентных ламп может оказаться неэффективным. Для местного освещения на напряжении 12-42 В применяют лампы накаливания.

Литература

[1] стр. 119-150.

Контрольные вопросы

1. Перечислите источники света, которые рекомендовано использовать для промышленных помещений.
2. Объясните, каким образом происходит выбор источников света для разных видов освещения.
3. Назовите основные критерии выбора источников света.

Тема 2.3 Выбор типа светильников

Содержание программы

Светотехнические характеристики, определяющие качество освещения, их роль в выборе светильников, Выбор светильников по светотехническим характеристикам. Влияние условий окружающей среды на выбор светильников. Выбор светильников по назначению.

Краткие теоретические сведения

Основными факторами, определяющими выбор светильников являются:

- а) условия окружающей среды (наличие пыли, влаги, химической агрессивности, пожароопасных и взрывоопасных зон);
- б) строительная характеристика помещения (перепланировка жилых помещений, в том числе высота, наличие ферм, технологических мостиков, размеры строительного модуля, отражающие свойства стен, потолка, пола и рабочих поверхностей);
- в) требования к качеству освещения.

Выбор конкретного типа светильника осуществляется по конструктивному исполнению, светораспределению и ограничению слепящего действия, экономическим соображениям.

Литература

[1] стр. 27-28;

[3] стр. 535, 575, 581.

Контрольные вопросы

1. Поясните значение качества освещения при выборе светильников для системы освещения.
2. Перечислите типы светильников, которые рекомендовано использовать для промышленных помещений.
3. Объясните, каким образом происходит выбор светильников по светотехническим характеристикам.
4. Назовите основные критерии выбора светильников по назначению и условиям окружающей среды.

Тема 2.4 Размещение светильников

Содержание программы

Общие правила размещения светильников.

Способы размещения светильников для рабочего освещения в системе общего и комбинированного освещения. Размещение светильников рабочего, аварийного и охранного освещения.

Краткие теоретические сведения

При системе общего освещения светильники можно размещать над освещаемой поверхностью либо равномерно, либо локализовано. При равномерном освещении светильники располагают правильными симметричными рядами, создавая при этом относительно равномерную освещенность по всей площади, а при локализованном – индивидуально для каждого рабочего места или участка производственного помещения, создавая при этом требуемые освещенности только на рабочих местах.

Выбор расстояния между светильниками зависит от типа светильника, высоты его подвеса над рабочей поверхностью, а иногда способ расположения светильников зависит от архитектурных или строительных условий.

При расположении светильников на плане помещения следует учитывать, что увеличение расстояния между светильниками в ряду или между рядами светильников приводит к увеличению мощности ламп и к увеличению неравномерного распределения освещенности на освещаемой поверхности, так как при этом освещенность под светильниками намного больше освещенности точек между ними.

Литература

[1] стр. 165-168;

[5] стр. 30-32.

Контрольные вопросы

1. Перечислите общие правила размещения светильников.
2. Опишите способы размещения светильников в различных системах освещения.
3. Объясните, каким образом происходит размещение светильников для разных видов освещения.

Тема 2.5 Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока

Содержание программы

Определение расчетного значения светового потока лампы и ряда. Коэффициент использования светового потока, индекс помещения. Проведение светотехнического расчета методом коэффициента использования светового потока.

Краткие теоретические сведения

Помещения, в которых предусматривается общее равномерное освещение горизонтальных поверхностей, освещение рассчитывают методом коэффициента использования светового потока.

По этому методу расчетную освещенность на горизонтальной поверхности определяют с учетом светового потока, падающего от светильников непосредственно на расчетную поверхность и отраженного от стен, потолка и самой поверхности.

Метод удельной мощности является упрощенным вариантом метода коэффициента использования светового потока.

Литература

[1] стр. 168-183.

Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность расчета освещенности методом коэффициента использования светового потока.
2. Объясните, каким образом происходит расчет индекса помещения.

Практическая работа №1

Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока

Краткие теоретические сведения

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затемняющих предметов. При этом световой поток одного светильника определяют по формуле

$$\Phi_p = \frac{E \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N_{cv} \cdot \eta_{oy}}, \quad (1)$$

где E_n – нормируемое значение освещенности, лк;

K_3 – коэффициент запаса (принимается 1.4 по таблице 2.1 [1]);

F – освещаемая площадь, м²;

η_{oy} – коэффициент использования светового потока осветительной установки, в долях единиц;

z – коэффициент неравномерности освещенности ($z = 1 \dots 1,15$);

N_{cv} – общее число светильников в помещении, шт.

Литература

[1] стр. 168-173.

Контрольные вопросы

1. Объясните, в каких случаях для выполнения светотехнического расчета рекомендован метод коэффициента использования светового потока.
2. Напишите основную расчетную формулу, используемую для расчета светового потока, и поясните, какие величины в нее входят.

3. Поясните, с учетом каких требований выбирают тип и мощность источников при известном значении расчетного светового потока.

4. Перечислите последовательность выполнения операций при расчете осветительных установок методом коэффициента использования светового потока.

Практическая работа №2

Расчет электрического освещения методом удельной мощности

Краткие теоретические сведения

Метод расчета освещенности по удельной мощности является одним из упрощенных вариантов расчета освещенности с применением коэффициента использования.

Удельная мощность осветительной установки определяется по формуле

$$P_y = \frac{P_l \cdot N}{F}, \text{ Вт/м}^2 \quad (2)$$

где P_l – мощность одной лампы, Вт; N – число ламп; F – площадь освещенного помещения м^2 .

Приняв значение удельной мощности в соответствии с заданными условиями, можно определить расчетное значение требуемой мощности одной лампы

$$P_{рл} = \frac{P_y \cdot F}{N}, \text{ Вт}, \quad (3)$$

по которому выбирается лампа ближайшей стандартной мощности.

Литература

[1] стр. 174-183.

Контрольные вопросы

1. Объясните, в каких случаях при проектировании осветительных установок проводят расчет методом удельной мощности.

2. Напишите основную расчетную формулу метода удельной мощности и поясните, какие величины в нее входят.

3. Поясните, с учетом каких требований табличное значение удельной мощности и по каким параметрам уточняют это значение.

4. Перечислите последовательность выполнения операций при расчете осветительных установок методом удельной мощности.

Тема 2.6 Расчет освещения точечным методом

Содержание программы

Точечные излучатели. Пространственные изолюксы.

Применимость точечного метода для расчета электрического освещения последовательность проведения светотехнического расчета освещения точечным методом.

Краткие теоретические сведения

Точечный метод позволяет определить освещенность любой точки на рабочей поверхности, как угодно расположенной в пространстве, например, горизонтально, вертикально или наклонно. Расчет освещения точечным методом производят тогда, когда невозможно применить метод коэффициента использования, например, расчеты локализованного освещения, освещения наклонных или вертикальных поверхностей. Точечный метод также часто применяют в качестве проверочного расчета, когда необходимо оценить фактическое распределение освещенности на освещаемой поверхности. Однако точечный метод имеет существенный недостаток: не учитывает освещенность, создаваемую световым потоком, отраженным от стен и потолков, вследствие чего освещенность получается несколько заниженной.

Литература

[1] стр. 184-193

Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность расчета освещенности точечным методом.
2. Обозначьте область применения точечного метода.
3. Перечислите достоинства и недостатки точечного метода.

4. Поясните, что такое пространственные изолюксы и каким образом они используются для определения освещенности точечным методом.

Практическая работа №3

Расчет электрического освещения точечным методом

Краткие теоретические сведения

При расчетах, проводимых точечным методом, светильник представляется точечным, то есть его размеры считаются малыми по сравнению с расстоянием до освещаемой им точки пространства (его размеры не превышают 0,2 расстояния до освещаемой точки). К точечным источникам относятся, например, прожекторы, светильники с лампами накаливания и газоразрядными лампами высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и др.

Расчету освещенности должен предшествовать выбор типа световых приборов, расположения и высоты подвеса их в помещении, нормируемого значения освещенности.

Расчетная точка освещается практически всеми светильниками, находящимися в помещении, однако учитывается обычно только действие ближайших.

Литература

[1] стр. 184-193.

Контрольные вопросы

1. Объясните, в каких случаях при проектировании осветительных установок проводят расчет точечным методом.
2. Опишите последовательность расчета осветительных установок точечным методом.
3. Напишите основную расчетную формулу точечного метода и поясните, какие величины в нее входят.
4. Опишите последовательность расчета при использовании пространственных изолюкс.
5. Опишите последовательность расчета светового потока лампы при заданной освещенности.

Тема 2.7 Расчет освещенности от светящей линии

Содержание программы

Линейные излучатели. Линейные изолюксы.

Последовательность проведения расчета освещенности от светящей линии.

Краткие теоретические сведения

Светящейся считается линия, длина которой превышает половину расчетной высоты H_p . Для расчета светящейся линии чаще всего пользуются графиками линейных изолюкс, которые дают относительную горизонтальную освещенность ϵ при $H_p = 1$ м и $\Phi' = 1000$ лм/м, где Φ' - плотность светового потока в ряду, т.е. отношение суммарного потока ламп к длине светящейся полосы.

Литература

[1] стр. 193-198.

Контрольные вопросы

1. Опишите последовательность расчета освещенности от светящей линии.
2. Обозначьте область применения метода расчета светящей линии.
3. Перечислите достоинства и недостатки метода расчета светящей линии.
4. Поясните, что такое линейные изолюксы и каким образом они используются для определения освещенности от светящей линии.

Практическая работа №4

Расчет освещения, выполненного светящими линиями

Краткие теоретические сведения

Осветительные установки с линейными излучателями рассчитывают точечным методом в следующем порядке:

- а) вычисляют условную освещенность в контрольной точке;
- б) определяют требуемую линейную плотность светового потока в светящей линии;
- в) для выбранного типа газоразрядной лампы определяют номинальное значение ее светового потока;
- г) определяют количество светильников в ряду;
- д) определяют расстояние разрыва между светильниками в ряду;
- е) проверяют расположение светильников в ряду с учетом требований.

Литература

[1] стр. 193-198.

Контрольные вопросы

1. Объясните, каким образом производят расчет освещения, выполненного светящими линиями.
2. Опишите последовательность расчета освещения, выполненного светящими линиями.
3. Напишите основную расчетную формулу метода линейных изолюкс и поясните, какие величины в нее входят.

Раздел 3 Электрический расчет освещения

Тема 3.1 Схемы электрических осветительных сетей

Содержание программы

Источники питания сетей освещения. Схемы питания осветительных установок рабочего, аварийного освещения и способ их резервирования. Питающая и групповая сети.

Краткие теоретические сведения

Питание групповых щитков рабочего и аварийного освещения в производственных и общественных зданиях должны питаться от

независимых источников питания. Допускается питание рабочего и аварийного освещения от разных трансформаторов одной двухтрансформаторной подстанции при питании трансформаторов от двух независимых источников.

Схемы питания электрического освещения должны обеспечивать: необходимую степень надежности электроснабжения; простоту, удобство эксплуатации и управления; экономичность осветительной установки.

Литература

[1] стр.228-238.

Контрольные вопросы

1. Назовите, что может использоваться в качестве источников питания сетей освещения.
2. Поясните, каким образом предусматривается резервирование сетей аварийного освещения.
3. Объясните, какие схемы питания сетей освещения являются наиболее предпочтительными.

Тема 3.2 Конструктивное исполнение осветительных сетей и выбор способа их прокладки

Содержание программы

Марки проводов и кабелей, применяемых для сетей освещения. Способы прокладки осветительной сети. Факторы, определяющие выбор вида электропроводки.

Требования, предъявляемые к осветительным сетям в пожаро- и взрывоопасных помещениях.

Краткие теоретические сведения

На выбор способа выполнения силовой сети оказывают влияние:

- а) условия окружающей среды,
- б) место прокладки сети,
- в) принятая схема сети, протяженность отдельных участков ее и расчетные сечения.

Результатами влияния окружающей среды могут явиться:

- а) разрушение изоляции проводников, самого проводникового материала и разного рода защитных оболочек и крепежных деталей,
- б) повышенная опасность для лиц, обслуживающих электрическую сеть или случайно соприкасающихся с нею,
- в) возникновение пожара или взрыва.

Разрушение изоляции проводников и повреждение металлических токоведущих и конструктивных частей может иметь место в результате воздействия влаги, едких паров и газов, а также высокой температуры.

В зависимости от высоты прокладки к сети предъявляются следующие требования:

- а) при высоте прокладки ниже 2,0 м над полом - надежная защита от механических повреждений,
- б) при высоте прокладки ниже 3,5 м над полом и 2,5 м над верхним настилом крана - безопасность прикосновения.

Влияние принятой схемы сети на выбор способа выполнения ее наглядно видно на примере магистралей с распределенной нагрузкой для которых целесообразно применение шинопроводов.

Литература

[1] стр. 253-270.

Контрольные вопросы

1. Поясните, какие способы могут быть применены для прокладки проводников осветительной сети.
2. Опишите каждый из предложенных способов.
3. Объясните, какие факторы влияют на выбор способа прокладки проводников осветительной сети.

Тема 3.3 Электрооборудование осветительных сетей. Защита сети освещения

Содержание программы

Основные типы защитных аппаратов, применяемых в осветительных сетях. Обеспечение избирательности защиты. Выбор уставок автоматических выключателей и плавких вставок предохранителей для осветительных сетей.

Комплектация и схемы осветительных щитков.

Краткие теоретические сведения

Осветительные сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания (КЗ), а в некоторых случаях также от перегрузки (требования ПУЭ).

Защите от перегрузки подлежат сети: внутри помещений, проложенных открыто незащищенными изолированными проводниками и с горючей оболочкой; внутри помещений, проложенных защищенными проводниками в трубах, в несгораемых строительных конструкциях и т. п.; осветительные в жилых, общественных и торговых помещениях, служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий, включая сети для бытовых и переносных электроприемников, а также в пожароопасных производственных помещениях; всех видов во взрывоопасных наружных установках независимо от условий технологического процесса или режима работы сети.

Все остальные сети не требуют защиты от перегрузки и защищаются только от токов короткого замыкания.

Литература

[1] стр.382-386.

Контрольные вопросы

1. Расскажите, каким образом происходит защита осветительных сетей от токов перегрузки.
2. Расскажите, каким образом происходит защита осветительных сетей от токов короткого замыкания.
3. Опишите назначение селективного выбора аппаратов защиты.

Тема 3.3 Выбор сечения проводников сетей освещения

Содержание программы

Выбор сечения проводников по условиям нагрева и потере напряжения. Проверка сечения проводников по механической прочности. Выбор схемы заземления и сечения нулевых проводников.

Краткие теоретические сведения

Расчет электрической сети освещения заключается в определении сечения проводов и кабелей на всех участках групповой и питающей сети. Рассчитанное и выбранное сечение жил проводов и кабелей должно удовлетворять условиям механической прочности, нагревания, потерь напряжения, соответствию току выбранного аппарата защиты, условиям окружающей среды.

Действующие в настоящее время нормативные документы, разработанные на основе международного стандарта МЭК 364 «Электрические установки зданий», содержат ряд обязательных требований к выбору сечений нулевых рабочих (N), совмещенных нулевых рабочих и защитных (PEN) и защитных (PE) проводников. Правильный выбор этих проводников обеспечивает электрическую и пожарную безопасность электроустановок.

Литература

[1] стр.309-357.

Контрольные вопросы

1. Перечислите условия, по которым выбираются проводники сети освещения.
2. Поясните, каким образом происходит выбор проводников по механической прочности.
3. Поясните, каким образом происходит выбор проводников по допустимому нагреву.
4. Поясните, каким образом происходит выбор проводников по допустимой потере напряжения.

Практическая работа №5

Выбор сечения проводников осветительной сети

Краткие теоретические сведения

Высокие и разносторонние требования, предъявляемые к электрическим осветительным сетям, являются причиной того, что их выполнение во всех деталях регламентируется нормативными документами, в частности ПУЭ изд.6, Гост 30331.15-2001 и др.

В качестве проводниковых материалов для выполнения осветительных сетей применяются алюминий и медь. Преимуществом меди как проводника является меньшее по сравнению с алюминием удельное сопротивление, большая механическая прочность и лучшая устойчивость к воздействиям среды. Однако необходимость экономии меди обуславливает применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами для сетей электроосвещения производственных помещений.

Литература

[1] стр.309-357.

Контрольные вопросы

1. Назовите, по каким основным параметрам выбирают сечение жил кабелей и проводов осветительной сети.
2. Напишите формулу для определения расчетной мощности осветительной сети, поясните составляющие параметры формулы.
3. Напишите формулу для определения расчета силы тока трехфазной питающей сети электроосвещения, поясните составляющие параметры формулы.
4. Напишите формулу для определения расчета силы тока однофазной распределительной сети электроосвещения, поясните составляющие параметры формулы.

Раздел 4. Управление электрическим освещением

Содержание программы

Основные принципы организации управления освещением. Основные схемы управления электрическим освещением. Пути экономии электроэнергии в осветительных установках.

Краткие теоретические сведения

Управление освещением осуществляется посредством различных методик и использования датчиков различной направленности. В последнее время многими зарубежными фирмами освоено производство оборудования для автоматизации управления внутренним освещением. Современные

системы управления освещением сочетают в себе значительные возможности экономии электроэнергии с максимальным удобством для пользователей.

Системы управления освещением широко различны в зависимости от оборудования, используемого для выполнения задач, а также степени сложности и цены. Автоматизированные системы управления освещением, предназначенные для использования в производственных помещениях основаны на ряде принципов и методов управления освещением.

Использование системы управления освещением позволяет решить целый ряд других задач на объекте, а именно:

- создать комфортные условия работы для сотрудников, даже если в помещении отсутствует естественное освещение;
- обеспечить удобство управления режимами освещения;
- привлечь внимание к объекту;
- значительно снизить затраты на внесение изменений в проект.

Литература

[1] стр.181-208;

Контрольные вопросы

1. Перечислите способы управления освещением, которые применяются на промышленных предприятиях.
2. Поясните, с какой целью используется автоматическое управление освещением.
3. Опишите, как осуществляется дистанционное управление освещением.

Раздел 5. Оформление чертежей графической части проектов осветительных установок

Содержание программы

Условное обозначение электрического освещения на планах. Буквенные и цифровые обозначения на питающих и групповых линиях.

Краткие теоретические сведения

Элементы сети освещения на схемах и чертежах изображаются с помощью условных, графических обозначений, установленных стандартами ЕСКД или построенные на их основе.

Условные обозначения элементов осветительной сети и порядок записи информации об

Литература

[1] стр.181-208;

Контрольные вопросы

4. Перечислите способы управления освещением, которые применяются на промышленных предприятиях.

5. Поясните, с какой целью используется автоматическое управление освещением.

6. Опишите, как осуществляется дистанционное управление освещением.

Производственное освещение

1. ОСНОВНЫЕ СВОТТЕХНИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ

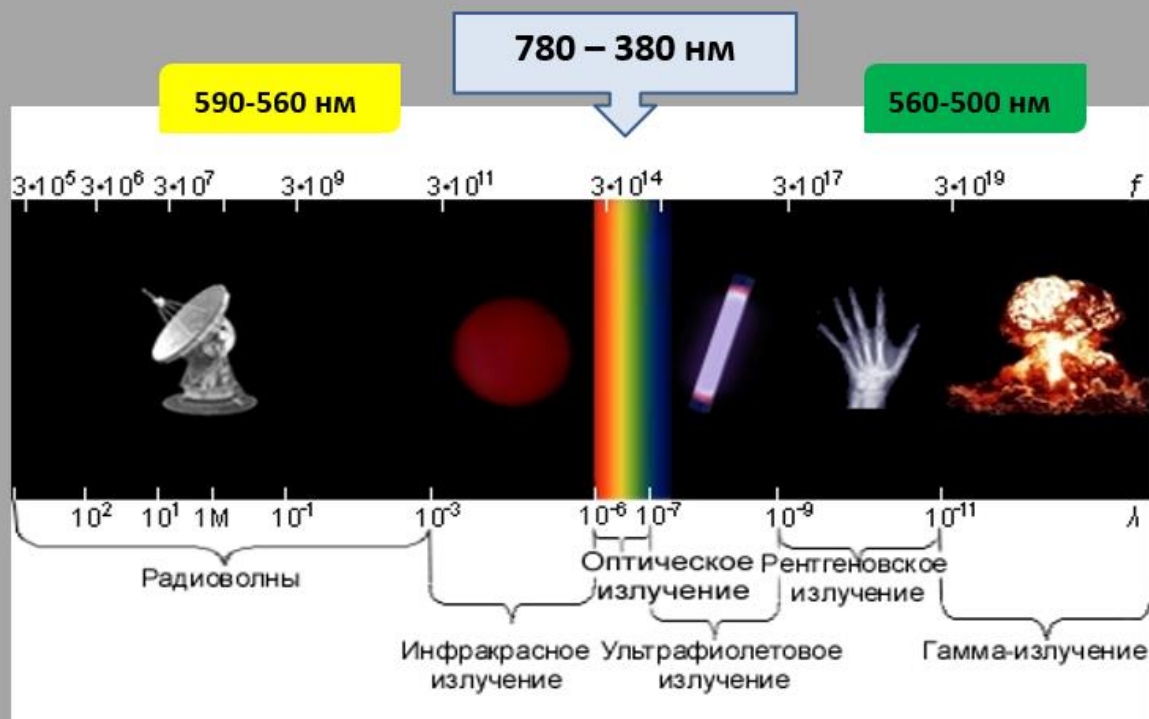
2. ВИДЫ ОСВЕЩЕНИЯ

3. НОРМИРОВАНИЕ

4. ИСТОЧНИКИ СВЕТА И СВЕТИЛЬНИКИ



Световое излучение



Основные показатели

количественные показатели: световой поток, сила света, освещенность, яркость

• *Световой поток Φ* – это часть лучистого потока, воспринимаемая органами зрения человека как свет; характеризует мощность светового излучения.

→ люмен (лм)

- | | |
|------------------------------|----------|
| • карманный фонарик | 6–10 лм, |
| • лампа накаливания Б-100 Вт | 1350 лм |

Сила света I – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока Φ к телесному углу Ω , в пределах которого равномерно распределен этот поток:

$$I = \Phi / \Omega.$$

→ кандела (кд)



Освещенность E – поверхностная плотность светового потока:

$$E = \Phi/S.$$

→ люкс (лк).



освещенность поверхности земли
в ясный летний день 80–90 тыс. лк,
в пасмурный – 5 тыс. лк;

освещенность поверхности снега
в безлунную ночь – 0,0003 лк,
полнолуние – 0,2 лк,
солнечный полдень – 10^5 лк.



Яркость поверхности L – светотехническая величина, непосредственно воспринимаемая глазом, определяется выражением

$$L = I / S \cos \alpha,$$

где S – светящаяся поверхность, α – угол между нормалью к поверхности и направлением I к сетчатке глаза.

→ кд/м²

Яркость некоторых поверхностей:

снег в безлунную ночь – 0,0005;

в полнолуние – 5;

освещенный прямым солнечным светом – 30000;

ночное безлунное небо – 0,0001;

белая бумага при освещенности 30-50 лк – 10-15,

освещенная прямым солнечным светом – 22000;

луна (полный диск) – 2500;

пламя свечи – 5000;

люминесцентная лампа – 7000.



Коэффициент отражения ρ характеризует способность поверхности отражать падающий на нее световой поток:

$$\rho = \Phi_{\text{отр}} / \Phi_{\text{пад}}$$

$\Phi_{\text{отр}}$, $\Phi_{\text{пад}}$ отраженный от поверхности и падающий на поверхность световой поток.

Фон – поверхность, на которой происходит различение объекта.

Объект различения - минимальный элемент рассматриваемого предмета, который необходимо выделить для зрительной работы.

$\rho > 0,4$	фон светлый,
$\rho = 0,2 - 0,4$	фон средний,
$\rho < 0,2$	фон темный.

Контраст объекта с фоном K : $K = (L_{\text{ф}} - L_0) / L_{\text{ф}}$.

Контраст большой при $K > 0,5$;
средний при $K = 0,2 - 0,5$;
малый при $K < 0,2$.

Коэффициент пульсации освещенности K_E – показатель относительной глубины колебаний освещенности во времени в результате изменения светового потока:

$$K_E = 100 (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) / (2E_{\text{ср}}),$$

E_{max} , E_{min} , $E_{\text{ср}}$ – максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период колебаний.

Газоразрядные лампы $K_E = 25-65$ %,
лампы накаливания $K_E = 7$ %,
галогенные лампы накаливания $K_E = 1$ %.

Виды производственного освещения

1. естественное,
2. искусственное,
3. совмещенное.



Естественное освещение

достоинства

Благоприятный для глаз человека спектральный состав

Не требует затрат энергии

недостатки

Неравномерная освещенность во времени и пространстве

Искусственное освещение

Общее

для освещения всего
производственного
помещения

общее
равномерное

общее
локализованное

Комбинированное

Сочетание
общего и местного освещения

Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **рабочее, Ен, лк**
 - **Рабочее освещение** предусмотрено для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта.
- **аварийное,**
- **охранное,**
- **дежурное**



Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Аварийное освещение** разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.
- **Освещение безопасности** предусматривается в случаях если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение обслуживания оборудования и механизмов может вызвать взрыв, пожар, отравление людей, длительное нарушение технологического процесса и т.д.
- **$E_{min} = 5\%E_n$ ≥ 2 лк внутри зданий,
 ≥ 1 лк для территорий**

Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Эвакуационное освещение** предусмотрено в местах, опасных для прохода людей, в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей и т.д.
- **$E_{min} = 0,5$ лк в помещениях , $E_{min} = 0,2$ лк на открытых территориях (на уровне пола).**



Виды искусственного освещения по функциональному назначению

- **Охранное освещение** предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.
- **$E_{min} = 0,5$ лк в ночное время на уровне земли.**
- **Дежурное освещение** - это освещение в нерабочее время, не нормируется.



Основные требования к системам производственного освещения

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (повышенной яркости светящихся поверхностей, вызывающей ослепленность);
- постоянство освещенности во времени;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасность, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.

Нормирование освещенности

- ТКП 45-2.04-153-2009 “Естественное и искусственное освещение”
- Производится в зависимости от
 - характера зрительной работы (наименьший размер объекта различения),
 - системы и вида освещения,
 - фона,
 - контраста объекта с фоном.



- **Нормирование естественного освещения:**

- коэффициент естественной освещенности КЕО:

$$КЕО = (E_{вн}/E_{н})100\%.$$

$E_{вн}$ и $E_{н}$ - освещенности в заданной точке внутри помещения и снаружи одновременно измеренные (в %)

- КЕО зависит от разряда работ, конструктивного исполнения (верхнее или боковое), величина КЕО лежит в пределах 0,1 – 6 %.

- **Нормирование искусственного освещения:**

- величина освещенности рабочей поверхности E .

Источники света

• Газоразрядные лампы:
люминесцентные лампы,
дуговые ртутные лампы и др.

• Лампы
накаливания



Лампы накаливания

достоинства

удобство в
эксплуатации

простота
изготовления

низкая
инерционность
при включении

отсутствие
дополнительных
пусковых устройств

недостатки

небольшой срок
службы: до 2,5 тыс. ч

низкая световая отдача
 $\psi = 7-20$ Лм/Вт

преобладание излучения
в желто-красной части
спектра, искажение
цветового восприятия

Люминесцентные лампы

Достоинства

- повышенная световая отдача: 40-110 лм/Вт,
- большой срок службы (10-15 тыс. ч),
- благоприятный спектр излучения (близок к спектру естественного света).

Недостатки

- пульсация светового потока, стробоскопический эффект - опасность производственного травматизма.
- Применение пусковых устройств – сложность изготовления и эксплуатации.

Светильники

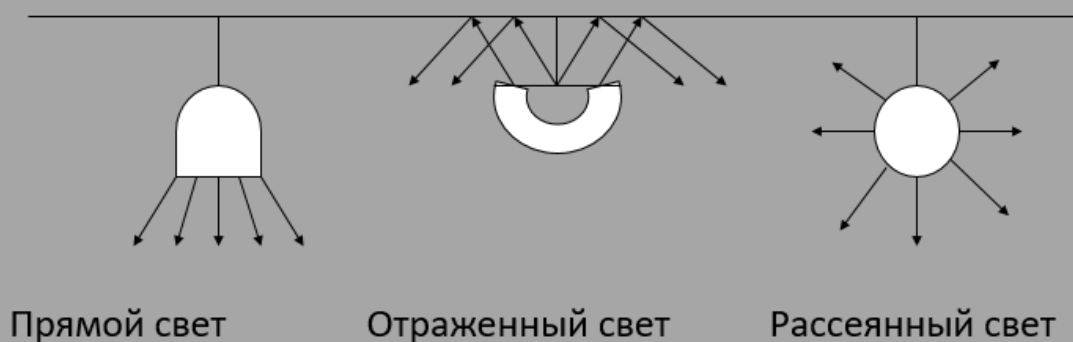
• **Совокупность источника света и осветительной арматуры называется светильником.**

• Назначение осветительной арматуры: перераспределение светового потока лампы, предохранение глаз рабочего от слепящего действия ярких элементов источника света, защита источника от механических повреждений и воздействия окружающей среды, эстетическое оформление помещения.

• По конструктивному исполнению: открытые, защищенные, закрытые, пылезащищенные, влагозащищенные, взрывозащищенные.

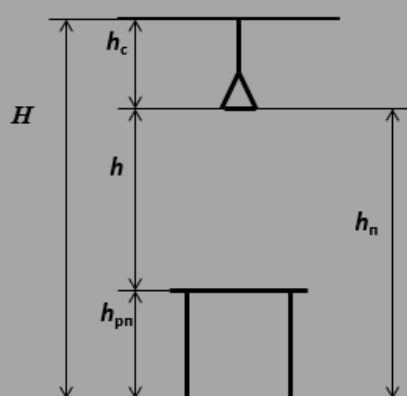


По распределению светового потока в пространстве:
 светильники прямого, рассеянного, преимущественно
 отраженного и отраженного света.



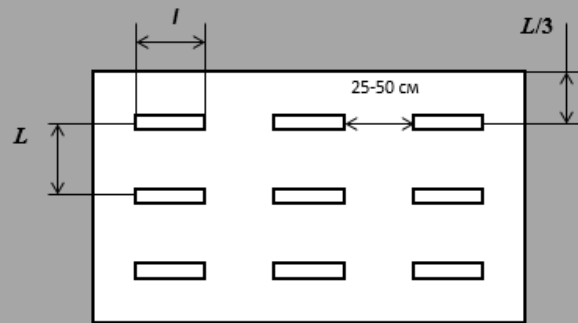
Расчёт общего равномерного искусственного освещения методом коэффициента светового потока, учитывающего световой поток, отражённый от потолка и стен.

- **выбор системы освещения** (общее равномерное освещение);
- **выбор источников света;**
- **выбор светильников и их размещение;**



Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м: H – высота помещения; h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес); $h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса; h_{pn} – высота рабочей поверхности над полом; $h = h_n - h_{pn}$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью (учесть требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом). L – расстояние между соседними светильниками или рядами, $L = \lambda \cdot h$; l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены, $l = L/3$.

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.



- **выбор нормируемой освещённости;**
- **расчёт освещения методом светового потока.**

Световой поток лампы или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / n \cdot \eta,$$

E_n – нормируемая минимальная освещённость, СНиП 23-05-95, лк; S – площадь освещаемого помещения, m^2 ; K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (табл.); Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} . Для люминесцентных ламп берётся равным 1,1;

n – число светильников; η – коэффициент использования светового потока.

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Система автоматического управления освещением зданий

Основные функции автоматизированных систем управления освещением



- Точное поддержание искусственной освещенности в помещении на заданном уровне.
- Учет естественной освещенности в помещении.
- Учет времени суток и дня недели.
- Учет присутствия людей в помещении.
- Дистанционное управление беспроводной осветительной установкой.

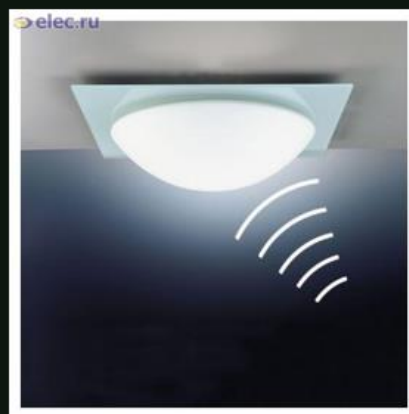
Классификация систем автоматического управления освещением



Локальные системы управления освещением

Локальные "системы управления светильниками" в большинстве случаев не требуют дополнительной проводки, а иногда даже сокращают необходимость в прокладке проводов. Конструктивна они выполняются в малогабаритных корпусах, закрепляемых непосредственно на светильнике или на колбе одной из ламп. Все датчики, как правило, составляют один электронный прибор, в свою очередь, встроенный в корпус самой системы.

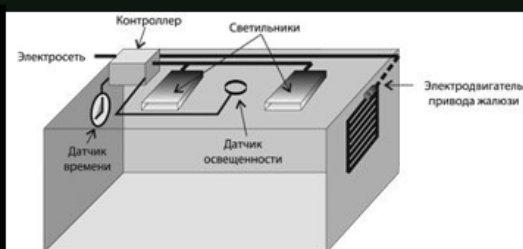
Часто светильники, оборудованные датчиками, обмениваются между собой информацией по проводам электрической сети. За счет этого даже в случае, если в здании остался единственный человек, находящийся на его пути светильники останутся включенными.



RS 10-5 светильник с датчиком движения

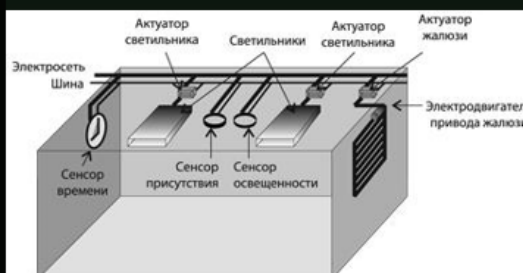
Централизованные системы управления освещением

Централизованные системы управления освещением, наиболее полно отвечающие названию "интеллектуальных", строятся на основе микропроцессоров, обеспечивающих возможность практически одновременного многовариантного управления значительным (до нескольких сотен) числом светильников. Такие системы могут применяться либо только для управления освещением, либо также и для взаимодействия с другими системами зданий (например, с телефонной сетью, системами безопасности, вентиляции, отопления и солнцезащитных ограждений).



Централизованные системы выдают также управляющие сигналы на светильники по сигналам локальных датчиков. Однако преобразование сигналов происходит в едином (центральном) узле, что предоставляет дополнительные возможности вручную управлять освещением здания. Одновременно существенно упрощается ручное изменение алгоритма работы системы.

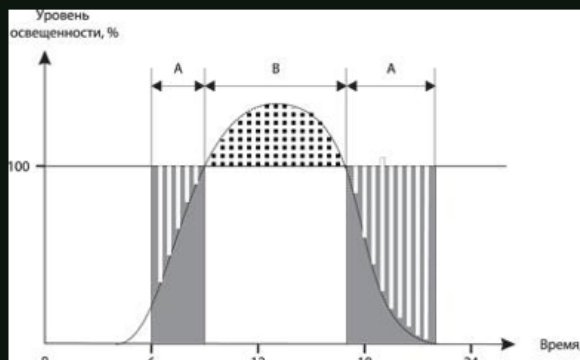
- При системах централизованного дистанционного или автоматического управления освещением питание цепей управления разрешается от линии, питающей освещение.



Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения, управление рабочим освещением должно обеспечивать включение и отключение светильников группами или рядами по мере изменения естественной освещенности помещений.

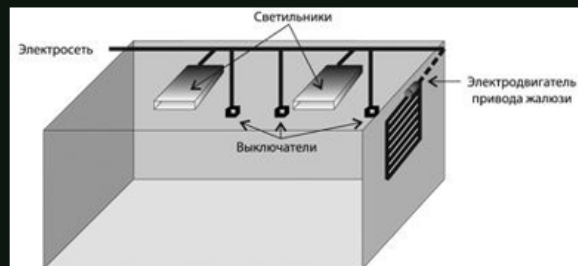
СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Сфера применения систем освещения очень разнообразна. Для простоты можно рассмотреть построение системы освещения в отдельной комнате с окном, обеспечивающей заданный уровень освещенности с 6 утра до 22 часов. Колоколообразная кривая, показанная на рисунке, соответствует естественному освещению. Согласно графику, с 9 часов утра до 17 часов (зона В) нет необходимости в искусственном освещении. Более того, есть избыток естественного освещения (показано пунктирной штриховкой), который необходимо устранить путем ограничения доступа естественного света в помещение. С 6 до 9 утра и с 17 до 22 часов естественного освещения недостаточно, необходимо включить искусственное освещение (зоны А). При этом существует потенциальная возможность экономии электроэнергии, если включать освещение не на полную мощность, а ровно на столько, чтобы восполнить недостаток естественной освещенности (см. области с вертикальной штриховкой). Естественно, что картина, показанная на рисунке, не является постоянной, а подвержена календарным и погодным изменениям.



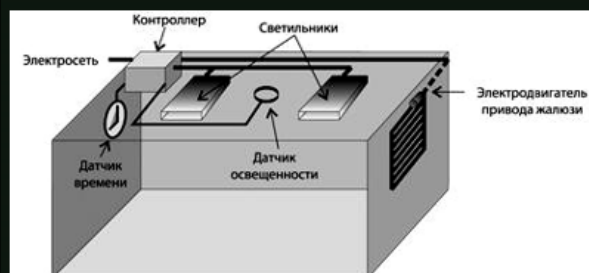
СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Таким образом, простейшая схема системы освещения с ручным управлением будет иметь вид, показанный на рисунке. Она содержит исполнительные устройства (электрические светильники и жалюзи с электроприводом) и управляющие устройства (электрические выключатели), соединенные силовыми проводами с электрической сетью. Управление — открытие/закрытие жалюзи, включение/выключение светильников — осуществляется человеком вручную на основе визуальной оценки уровня освещенности. Подобные системы используются в настоящее время на производстве и в быту. Главными недостатками такой системы являются непостоянство освещенности, перерасход электроэнергии и цветных металлов на электропроводку.



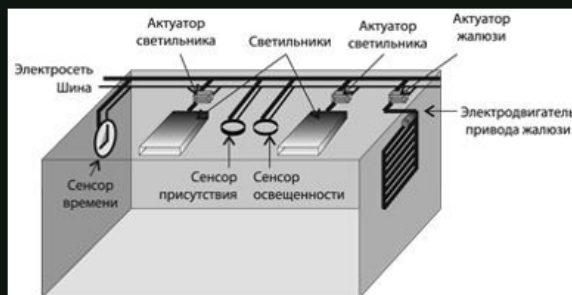
СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Первые два недостатка можно компенсировать, если осуществлять управление системой освещения автоматически. Возможный вариант системы с централизованным автоматическим управлением показан на рисунке. В такой системе постоянный уровень освещения поддерживается путем регулирования степени открытия жалюзи (в часы естественного освещения) и регулирования силы света в светильниках (в часы искусственного освещения) с помощью автоматического контроллера. Такая система требует применения датчика освещенности и датчика времени. Она гораздо более эффективна, однако не способствует сокращению длины силовых проводов.



СТРУКТУРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Построение системы освещения с распределенным сетевым автоматическим управлением, которое иллюстрирует рисунок, позволяет избавиться от этого недостатка. Система освещения строится на основе интеллектуальных актуаторов (actuator), управляющих исполнительными устройствами, и интеллектуальных сенсоров (sensor). Слово «интеллектуальный» подчеркивает тот факт, что в составе каждого устройства имеется искусственный интеллект — микроконтроллер. Сенсоры и актуаторы запитываются от общей электрической сети и могут обмениваться сообщениями через локальную сеть на основе информационной шины, в соответствии с определенным стандартным протоколом. Такая шина может быть реализована в виде витой пары проводников, виртуального канала с частотным уплотнением непосредственно в силовой сети или в виде радиоканала. Кроме экономии цветных металлов, такая система имеет дополнительно два очень существенных преимущества. Первое из них состоит в том, что очень просто реализуется подключение дополнительных устройств и, следовательно, расширение функций.



В заключении можно сказать...

Можно также подключить датчик присутствия людей в помещении, как это изображено на предыдущем рисунке, и отключать освещение полностью в случае, если людей нет в помещении. Нетрудно предположить, что за счет такой дополнительной функции можно получить существенную экономию электроэнергии, особенно во вспомогательных помещениях: складах, коридорах, туалетах, лифтах и т.п. Второе преимущество состоит в возможности построения иерархической сети, позволяющей объединить локальные сети отдельных помещений в систему освещения этажа, а системы управления этажей — в систему управления освещением всего здания и т.п. Подключение к такой иерархической сети компьютера, связанного с интернетом, делает возможным дистанционное управление системой из любой точки мира.

Использование распределенного сетевого управления позволяет интегрировать систему управления освещением в интеллектуальную систему управления типа «Умный дом». Системы последнего типа, кроме функции управления освещением, включают также следующие функции:

- кондиционирование воздуха;
- управление мультимедийной аппаратурой;
- охрана от несанкционированного вторжения;
- управление безопасностью технических систем электро-, водо- и газоснабжения;
- дистанционное управление всеми подсистемами.

Практический раздел

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование практической работы	Количество учебных часов
Практическая работа №1 Расчет освещения методом коэффициента использования светового потока	2
Практическая работа №2 Расчет электрического освещения точечным методом	2
Практическая работа №3 Расчет электрического освещения, выполненного светящими линиями	2
Практическая работа №4 Выбор распределительных устройств и аппаратов защиты	2
Практическая работа №5 Выбор сечения проводников осветительной сети	2
Практическая работа №6 Расчет электрического освещения методом удельной мощности	2
Лабораторная работа №1 Изучение схем управления электрическим освещением	2
Всего	14

При выполнении практических работ учащиеся могут руководствоваться методическими указаниями

Писарук Т.В. Электрическое освещение. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.В. Писарук, Е.И. Лицкевич. – Минск: РИПО, 2018 – 79с.

Раздел контроля знаний

Рекомендуемые материалы входного контроля

1. Вспомните, чему равна скорость света:

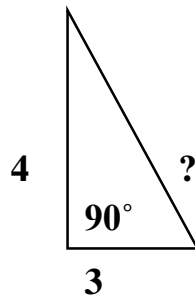
А) $3 \cdot 10^8$

Б) $8 \cdot 10^3$

В) $3 \cdot 10^6$

Г) $6 \cdot 10^8$

2. Определите длину гипотенузы в прямоугольном треугольнике с катетами 3м и 4м



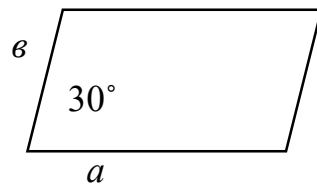
А) 7м

Б) 10м

В) 5м

Г) 8м

3. Определите площадь параллелограмма



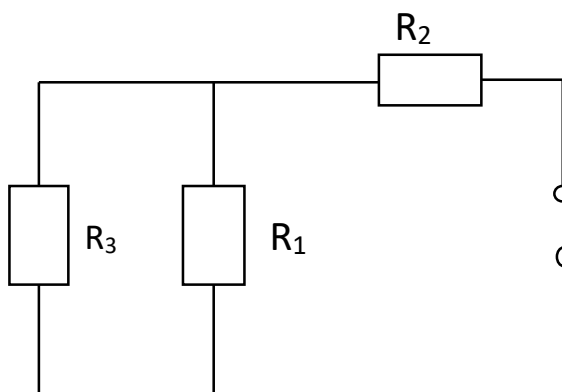
А) $2(a+b)$

Б) $a \cdot b$

В) $\frac{a \cdot b}{2}$

Г) $\frac{a \cdot b \cdot \sqrt{3}}{2}$

4. Рассчитайте суммарное сопротивление, если $R_1=1$ Ом, $R_2=2$ Ом, $R_3=3$ Ом



А) $2\frac{1}{5}$ Ом

Б) $2\frac{1}{6}$ Ом

В) $\frac{5}{6}$ Ом

Г) 6 Ом

5. Решите задачу. Луч света падает на отражающую поверхность под углом в 60° и частично преломляется. Определите угол преломления, если известно, что оптическая плотность обеих сред равна.

А) 15°

Б) 30°

В) 60°

Г) 90°

6. Укажите корни квадратного уравнения $X^2 + X - 2 = 0$

А) $x_1=1$; $x_2=2$

В) $x_1=1$; $x_2=-2$

Б) $x_1=3$; $x_2=1$

Г) $x_1=1$; $x_2=1$

7. Вспомните формулу определения площади круга при известном радиусе r

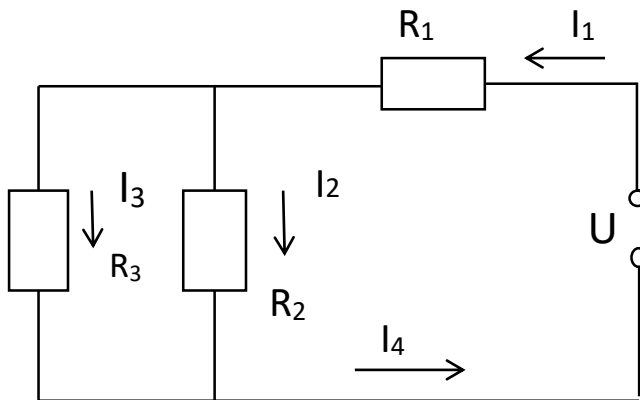
А) $2\pi r$

Б) πr^2

В) $\frac{\pi r^2}{2}$

Г) $\frac{\pi r^2}{4}$

8. Укажите верное равенство



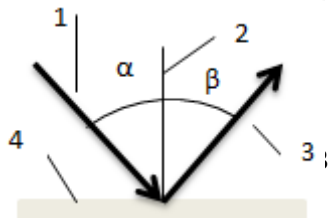
А) $I_1=I_2-I_3$

Б) $I_1=I_2+I_3$

В) $I_1=I_2=I_3$

Г) $I_1=\frac{I_2+I_3}{2}$

9. Поясните, какой цифрой обозначена нормаль



А) 1

Б) 2

В) 3

Г) 4

10. Как вы считаете, какой источник является самым энергозатратным

А) люминесцентная лампа

Б) светодиодная лампа

В) лампа накаливания

Г) галогенная лампа

Рекомендуемые материалы тематического контроля

1. Дайте определение понятию световой поток, освещенность, сила света, цветопередача, цветовая температура.
2. Перечислите основные достоинства и недостатки ламп накаливания.
3. Перечислите основные достоинства и недостатки газоразрядных ламп.
4. Перечислите основные достоинства и недостатки светодиодных ламп.
5. Опишите конструкцию ламп накаливания. Для более детального пояснения используйте рисунок.
6. Опишите конструкцию газоразрядных ламп низкого давления. Для более детального пояснения используйте рисунок.
7. Опишите каким образом возникает свечение в газоразрядных лампах. Для более детального пояснения используйте рисунок.
8. Перечислите основные классификационные характеристики ПРА.
9. Изобразите схему импульсного зажигания газоразрядных ламп, поясните элементы, которые в нее входят, опишите принцип работы.
10. Изобразите схему быстрого зажигания газоразрядных ламп, поясните элементы, которые в нее входят, опишите принцип работы.

Рекомендуемые материалы обязательной контрольной работы

1. Перечислите основные светотехнические параметры. Дайте им определение, а также укажите, в каких единицах они измеряются.
2. Опишите конструкцию и принцип работы источников освещения на основе теплового излучения на примере ламп накаливания.
3. Опишите конструкцию и принцип работы газоразрядных источников освещения на примере газоразрядных ламп низкого давления.
4. Перечислите основные виды и типы пускорегулирующей аппаратуры, перечислите основные достоинства электромагнитной ПРА.
5. Опишите работу схемы импульсного зажигания (стартерную), для более детального пояснения используйте схему.
6. Опишите работу схемы быстрого зажигания (бесстартерную), для более детального пояснения используйте схему.
7. Перечислите основные характеристики светильников, поясните каждый, опишите основные факторы, влияющие на выбор светильников.
8. Перечислите основные системы освещения, поясните назначение каждой.
9. Перечислите основные виды освещения, поясните назначение каждого отдельного вида.
10. Опишите методику расчета освещенности методом коэффициента использования светового потока.
11. Опишите методику расчета освещенности методом удельной мощности.
12. Опишите методику расчета освещенности точечным методом.
13. Опишите методику расчета освещенности светящей линии.
14. Определите факторы, влияющие на выбор схемы питания осветительных установок. Для детального пояснения приведите примеры схем.
15. Перечислите условия выбора проводников для сети освещения.
16. Опишите, каким образом происходит выбор аппаратов защиты для сети освещения.

Материалы итогового теста

Вариант 1

1. Соотнесите определение со светотехнической характеристикой
 - А) мощность светового потока излучения, оцениваемая по зрительному ощущению человеческим глазом
 - Б) пространственная плотность светового потока в заданном направлении
 - В) плотность светового потока на освещаемой им поверхности
 - Г) световая величина, непосредственно воспринимаемой глазом
 - 1) Освещенность
 - 2) Цветопередача
 - 3) Сила света
 - 4) Светораспределение
 - 5) Световой поток
 - 6) Цветовая температура
 - 7) Яркость
 - 8) Кривая силы света

2. Отметьте лампы, которые можно отнести к источникам света, работа которых основана на тепловом излучении
 - А) ДРИ
 - Б) ЛБ
 - В) лампы накаливания
 - Г) ДРЛ
 - Д) галогенные лампы
 - Е) ДНаТ
 - Ж) ЛХБ
 - З) светодиодные лампы

3. Определите, что из нижеперечисленного относится к достоинствам ламп накаливания
 - А) незаметность мерцания при работе на переменном токе
 - Б) срок службы 6000-12000 часов
 - В) возможность подобрать лампу свечения любого оттенка
 - Г) бесшумность работы
 - Д) экономичность работы
 - Е) нечувствительность к радиопомехам

4. Отметьте, как классифицируют пускорегулирующей аппаратуру (ПРА) по типу токоограничивающего элемента
 - А) электронные ПРА
 - Б) индуктивные ПРА
 - В) магнитные ПРА

Г) электромагнитные ПРА

5. Определите, какая из нижеперечисленных схем включения газоразрядных ламп работает посредством импульсной подачи напряжения без предварительного разогрева электродов

- А) схема быстрого зажигания
- Б) схема импульсного зажигания
- В) схема мгновенного зажигания
- Г) стартерная схема
- Д) бесстартерная схема

6. Определите, какие параметры из нижеперечисленных относят к характеристикам светильника

- А) тип КСС
- Б) цветопередача
- В) освещенность
- Г) светораспределение

7. Ответьте, к какой категории по светораспределению относят светильники с долей светового потока в нижнюю полусферу равной 50%

- А) прямого света
- Б) преимущественно прямого света
- В) рассеянного света
- Г) преимущественно отраженного света
- Д) отраженного света

8. Дайте наиболее точную расшифровку светильника НСП05×500-016-У3

- А) светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью по 500 Вт, подвесной, для общественных зданий
- Б) светильник с одной люминесцентной лампой мощностью по 500 Вт, подвесной, для промышленных зданий
- В) светильник с лампой накаливания мощностью 500 Вт, общего назначения, подвесной для промышленных предприятий
- Г) светильник с лампой натриевой мощностью 500 Вт, общего назначения, подвесной для промышленных предприятий

9. Ответьте, какой из нижеперечисленных светильников следует использовать для люминесцентных ламп

- А) РСП18×700-005-У3
- Б) ЛСП02-2×40-005-У3
- В) НСП05×500-016-У3
- Г) ГСП06×250-002-У3

10. Определите, какие из нижеперечисленных типов относятся к системе освещения

- А) аварийное освещение
- Б) общее освещение
- В) местное освещение
- Г) рабочее освещение

11. Найдите верный ответ: система освещения применяется для освещения всего помещения, в том числе и рабочих поверхностей это -

- А) аварийное освещение
- Б) общее освещение
- В) местное освещение
- Г) рабочее освещение

12. Перечислите факторы, определяющие выбор источника света

- А) функциональные светотехнические параметры
- Б) средняя продолжительность горения
- В) тип кривой силы света
- Г) экономичность

13. Вспомните, какой из нижеперечисленных параметров влияет на распределение светильников в помещении

- А) индекс помещения
- Б) тип КСС
- В) коэффициент запаса
- Г) коэффициент неравномерности

14. Выберите формулу, по которой следует определять количество рядов светильников в помещении

А) $R = \frac{B - 2l}{L} + 1$

Б) $N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1$

В) $L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}$

Г) $L_A = \frac{A - 2l}{N_R}$

15. Обозначьте, в каких случаях следует использовать точечный метод расчета освещения

- А) для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей

- Б) для расчета освещения вспомогательных помещений
- В) для расчета аварийного освещения
- Г) для расчета освещенности в конкретно заданной рабочей зоне

16. Определите, от каких параметров зависит выбор коэффициента использования светового потока

- А) от расчетной высоты
- Б) от площади помещения
- В) от индекса помещения
- Г) от коэффициента отражения
- Д) от типа КСС
- Е) от расстояние от проекции светильника до расчетной точки

17. Выберите формулу, по которой следует рассчитывать световой поток при расчете освещения методом удельной мощности

А)
$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}$$

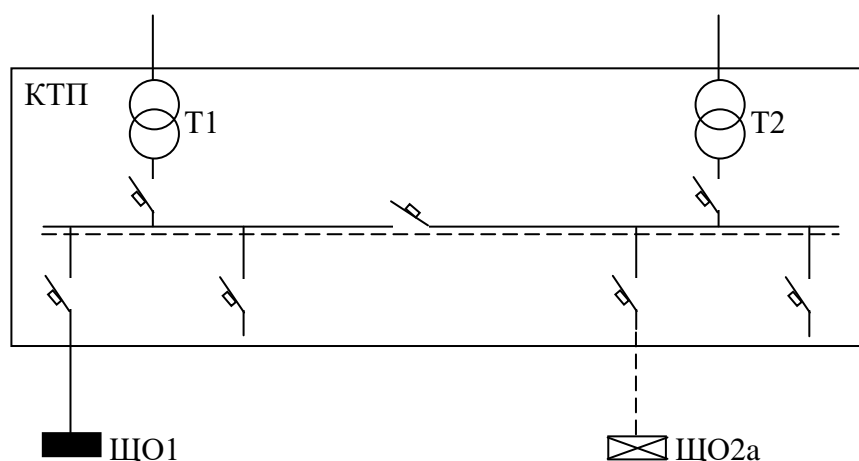
Б)
$$\Phi_n = \frac{1000 E_H \cdot K_3}{\mu \sum e}$$

- В)
- Г) расчет светового потока не предусмотрен

18. Выберите тип автоматического выключателя, который следует использовать для защиты сети освещения от токов короткого замыкания

- А) тепловое реле
- Б) автоматический выключатель
- В) реле тока
- Г) устройство защитного отключения

19. Определите, для потребителей какой категории по степени надежности электроснабжения следует применять следующую схему подключения осветительной сети



- А) I-ой
- Б) II-ой

В) III-ей

Г) I-ой особой

20. Определите световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемой освещенности $E=150$ лк в помещении площадью 20 м^2 . Коэффициент запаса принять равным 1.4, коэффициент неравномерности – 1.1, коэффициент использования светового потока – 92.

А) 5021лм

Б) 50,21лм

В) 25,62лм

Г) 2562лм

Вариант 2

1. Соотнесите определение со светотехнической характеристикой

- | | |
|---|-------------------------|
| А) важнейшие качественные параметры, определяющие степень естественности (белизны) света, испускаемого лампой | 1) Освещенность |
| Б) светотехническая характеристика светильника, определяющая распределение его светового потока в пространстве, окружающем светильник | 2) Цветопередача |
| В) сечение фотометрического тела, проходящее через ось симметрии светильника | 3) Сила света |
| Г) уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света | 4) Светораспределение |
| | 5) Световой поток |
| | 6) Цветовая температура |
| | 7) Яркость |
| | 8) Кривая силы света |

2. Отметьте лампы, которые можно отнести к источникам света, работа которых основана на создании разряда в газовой среде высокого давления

- А) ДРИ
- Б) ЛБ
- В) лампы накаливания
- Г) ДРЛ
- Д) галогенные лампы
- Е) ДНаТ
- Ж) ЛХБ
- З) светодиодные лампы

3. Определите, что из нижеперечисленного относится к недостаткам ламп накаливания

- А) стробоскопический эффект
- Б) низкий световой КПД
- В) долгое зажигание
- Г) требует дополнительной пускорегулирующей аппаратуры
- Д) пожароопасность
- Е) малый срок службы

4. Отметьте, как классифицируют пускорегулирующую аппаратуру (ПРА) по уровню шума
 - А) бесшумные ПРА
 - Б) низкого шума ПРА
 - В) особо низкого шума ПРА
 - Г) тихие ПРА

5. Определите, какая из нижеперечисленных схем включения газоразрядных ламп работает посредством импульсной подачи напряжения после предварительного разогрева электродов
 - А) схема быстрого зажигания
 - Б) схема импульсного зажигания
 - В) схема мгновенного зажигания
 - Г) стартерная схема
 - Д) бесстартерная схема

6. Определите, какие параметры из нижеперечисленных относят к характеристикам лампы
 - А) тип КСС
 - Б) цветопередача
 - В) освещенность
 - Г) светораспределение

7. Ответьте, к какой категории по светораспределению относят светильники с долей светового потока в нижнюю полусферу равной 30%
 - А) прямого света
 - Б) преимущественно прямого света
 - В) рассеянного света
 - Г) преимущественно отраженного света
 - Д) отраженного света

8. Дайте наиболее точную расшифровку светильника ЛСП02-2×40-005-У3
 - А) светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью по 40 Вт, подвесной, для общественных зданий
 - Б) светильник с одной люминесцентной лампой мощностью по 40 Вт, подвесной, для промышленных зданий
 - В) светильник с лампой накаливания мощностью 40 Вт, общего назначения, подвесной для промышленных предприятий
 - Г) светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью по 40 Вт, подвесной, для промышленных предприятий

9. Ответьте, какой из нижеперечисленных светильников следует использовать для ламп типа ДРИ

- А) РСП18×700-005-У3
- Б) ЛСП02-2×40-005-У3
- В) НСП05×500-016-У3
- Г) ГСП06×250-002-У3

10. Определите, какие из нижеперечисленных типов относятся к видам освещения

- А) аварийное освещение
- Б) общее освещение
- В) местное освещение
- Г) рабочее освещение

11. Найдите верный ответ: тип освещения предусматривается на отдельных рабочих местах (станках, верстаках, столах, разметочных плитах и т.д.) и выполняется светильниками, установленными непосредственно у рабочих мест это -

- А) аварийное освещение
- Б) общее освещение
- В) местное освещение
- Г) рабочее освещение

12. Перечислите факторы, определяющие выбор источника света

- А) стабильностью светового потока
- Б) светораспределение
- В) конструктивные особенности
- Г) экономичность

13. Вспомните, какой из нижеперечисленных параметров влияет на распределение светильников в помещении

- А) габариты помещения
- Б) световой поток лампы
- В) коэффициент использования светового потока
- Г) КПД светильника

14. Выберите формулу, по которой стоит определять количество светильников в ряду

А) $R = \frac{B - 2l}{L} + 1$

Б) $N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1$

В) $L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}$

$$\Gamma) L_A = \frac{A - 2l}{N_R}$$

15. Обозначьте, в каких случаях следует использовать метод удельной мощности

- А) для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей
- Б) для расчета освещения вспомогательных помещений
- В) для расчета аварийного освещения
- Г) для расчета освещенности в конкретно заданной рабочей зоне

16. Определите, от каких параметров зависит выбор табличного значения удельной мощности

- А) от расчетной высоты
- Б) от площади помещения
- В) от индекса помещения
- Г) от коэффициента отражения
- Д) от типа КСС
- Е) от расстояния от проекции светильника до расчетной точки

17. Выберите формулу, по которой следует рассчитывать световой поток при расчете освещения методом коэффициента использования светового потока

А) $\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}$

Б) $\Phi_{\text{л}} = \frac{1000 E_n \cdot K_3}{\mu \sum e}$

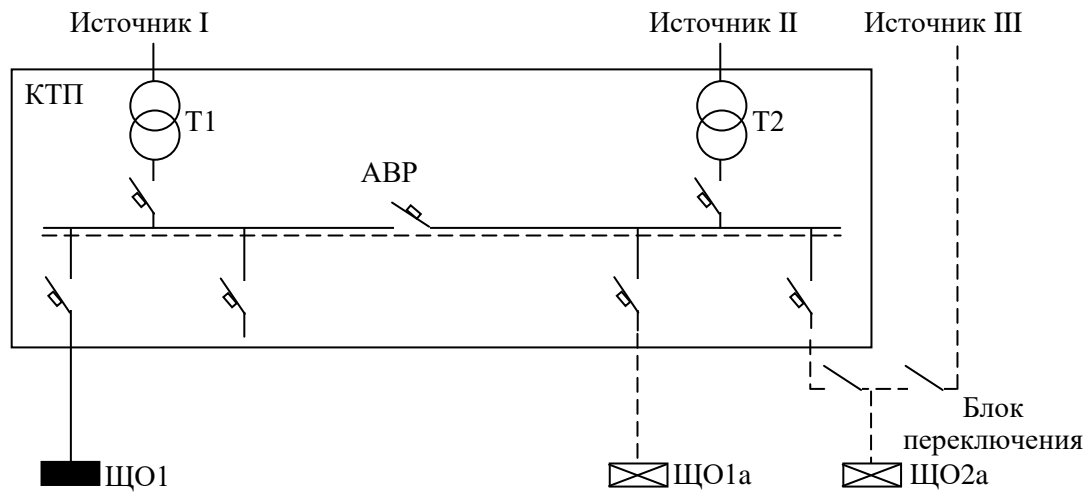
В

Г) расчет светового потока не предусмотрен

18. Выберите прибор, который следует использовать для защиты сети освещения от токов утечки

- А) тепловое реле
- Б) автоматический выключатель
- В) реле тока
- Г) устройство защитного отключения

19. Определите, для потребителей какой категории по степени надежности электроснабжения следует применять следующую схему подключения осветительной сети



- А) I-ой
- Б) II-ой
- В) III-ей
- Г) I-ой особой

20. Определите световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемой освещенности $E=200$ лк в помещении площадью 40 м^2 . Коэффициент запаса принять равным 1.4, коэффициент неравномерности – 1.1, коэффициент использования светового потока – 84.

- А) 74,82 лм
- Б) 7482 лм
- В) 14666 лм
- Г) 146,66 лм

Вариант 3

1. Соотнесите определение со светотехнической характеристикой
- | | |
|--|-------------------------|
| А) мощность светового потока излучения, оцениваемая по зрительному ощущению человеческого глазом | 1) Освещенность |
| Б) пространственная плотность светового потока в заданном направлении | 2) Цветопередача |
| | 3) Сила света |
| | 4) Светораспределение |
| | 5) Световой поток |
| | 6) Цветовая температура |
| | 7) Яркость |
| | 8) Кривая силы света |

- В) сечение фотометрического тела, проходящее через ось симметрии светильника
- Г) уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света

2. Отметьте лампы, которые можно отнести к источникам света, работа которых основана на создании разряда в газовой среде низкого давления

- А) ДРИ
- Б) ЛБ
- В) лампы накаливания
- Г) ДРЛ
- Д) галогенные лампы
- Е) ДНаТ
- Ж) ЛХБ
- З) светодиодные лампы

3. Определите, что из нижеперечисленного относится к достоинствам газоразрядных ламп

- А) незаметность мерцания при работе на переменном токе
- Б) срок службы 6000-12000 часов
- В) возможность подобрать лампу свечения любого оттенка
- Г) бесшумность работы
- Д) экономичность работы
- Е) нечувствительность к радиопомехам

4. Отметьте, как классифицируют пускорегулирующую аппаратуру (ПРА) по конструкции

- А) интегрированные
- Б) встроенные
- В) комплексные
- Г) независимые

5. Определите, какая из нижеперечисленных схем включения газоразрядных ламп работает посредством предварительного разогрева электродов без дополнительной подачи напряжения

- А) схема быстрого зажигания
- Б) схема импульсного зажигания

- В) схема мгновенного зажигания
 - Г) стартерная схема
 - Д) бесстартерная схема
6. Определите, какие параметры из нижеперечисленных относят к электрическим характеристикам лампы
- А) световой поток
 - Б) сила тока
 - В) сила света
 - Г) мощность
7. Ответьте, к какой категории по светораспределению относят светильники с долей светового потока в нижнюю полусферу равной 70%
- А) прямого света
 - Б) преимущественно прямого света
 - В) рассеянного света
 - Г) преимущественно отраженного света
 - Д) отраженного света
8. Дайте наиболее точную расшифровку светильника ЛПО02×40-005-У3
- А) светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью по 40 Вт, подвесной, для общественных зданий
 - Б) светильник с одной люминесцентной лампой мощностью по 40 Вт, подвесной, для промышленных зданий
 - В) светильник с двумя люминесцентными лампами мощностью по 40 Вт, подвесной, для промышленных зданий
 - Г) светильник с одной люминесцентной лампой мощностью по 40 Вт, подвесной, для общественных зданий
9. Ответьте, какой из нижеперечисленных светильников следует использовать для ламп типа ДРЛ
- А) РСП18×700-005-У3
 - Б) ЛСП02-2×40-005-У3
 - В) НСП05×500-016-У3
 - Г) ГСП06×250-002-У3
10. Определите, какие из нижеперечисленных типов относятся к системе освещения
- А) аварийное освещение
 - Б) охранное освещение
 - В) местное освещение
 - Г) комбинированное освещение

11. Найдите верный ответ: вид освещения, который следует предусматривать в помещениях со скоплением людей выше 100 человек это -
- А) аварийное освещение
 - Б) охранное освещение
 - В) местное освещение
 - Г) комбинированное освещение
12. Перечислите факторы, определяющие выбор источника света
- А) электрические характеристики
 - Б) средняя продолжительность горения
 - В) сила света
 - Г) коэффициент запаса
13. Вспомните, какой из нижеперечисленных параметров влияет на распределение светильников в помещении
- А) удельная мощность
 - Б) освещенность
 - В) число светильников
 - Г) цветопередача
14. Выберите формулу, по какой стоит определять расстояние между рядами светильников в помещении
- А) $R = \frac{B - 2l}{L} + 1$
 - Б) $N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1$
 - В) $L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}$
 - Г) $L_A = \frac{A - 2l}{N_R}$
15. Обозначьте, в каких случаях следует использовать метод коэффициента использования светового потока
- А) для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей
 - Б) для расчета освещения вспомогательных помещений
 - В) для расчета аварийного освещения
 - Г) для расчета освещенности в конкретно заданной рабочей зоне
16. Определите, от каких параметров зависит выбор освещенности по пространственным изолюксам

- А) от расчетной высоты
- Б) от площади помещения
- В) от индекса помещения
- Г) от коэффициентов отражения
- Д) от типа КСС
- Е) от расстояния от проекции светильника до расчетной точки

17. Выберите формулу, по которой следует рассчитывать световой поток при расчете освещения точечным методом с использованием линейных изолуокс

А)
$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}$$

Б)
$$\Phi_{\text{л}} = \frac{1000 E_H \cdot K_3}{\mu \sum e}$$

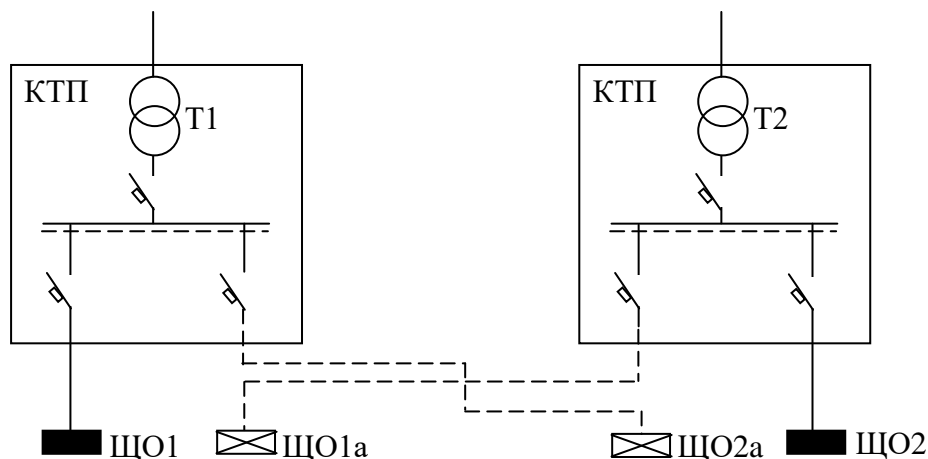
В

Г) расчет светового потока не предусмотрен

18. Основанием для выбора сечения проводников осветительной сети

- А) по механической прочности
- Б) по удельной мощности
- В) по допустимому нагреву
- Г) по количеству подключаемых светильников

19. Определите, для потребителей какой категории по степени надежности электроснабжения следует применять следующую схему подключения осветительной сети



- А) I-ой
- Б) II-ой
- В) III-ей
- Г) I-ой особой

20. Определите световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемой освещенности $E=300$ лк в помещении площадью 30 м^2 . Коэффициент запаса принять равным 1.4, коэффициент неравномерности – 1.1, коэффициент использования светового потока – 86.

А) 82,22 лм

Б) 8222 лм

В) 16116 лм

Г) 161,16 лм

Вариант 4

1. Соотнесите определение со светотехнической характеристикой

- | | |
|---|-------------------------|
| А) мощность светового потока излучения, оцениваемая по зрительному ощущению человеческим глазом | 1) Освещенность |
| Б) пространственная плотность светового потока в заданном направлении | 2) Цветопередача |
| В) сечение фотометрического тела, проходящее через ось симметрии светильника | 3) Сила света |
| Г) уровень соответствия естественного цвета тела с видимым цветом этого тела при освещении его эталонным источником света | 4) Светораспределение |
| | 5) Световой поток |
| | 6) Цветовая температура |
| | 7) Яркость |
| | 8) Кривая силы света |

2. Отметьте лампы, которые можно отнести к источникам света, работа которых требует использования люминофора

- А) ДРИ
- Б) ЛБ
- В) лампы накаливания
- Г) ДРЛ
- Д) галогенные лампы
- Е) ДНаТ
- Ж) ЛХБ
- З) светодиодные лампы

3. Определите, что из нижеперечисленного относится к недостаткам газоразрядных ламп

- А) стробоскопический эффект
- Б) низкий световой КПД
- В) долгое зажигание
- Г) требует дополнительной пускорегулирующей аппаратуры
- Д) пожароопасность
- Е) малый срок службы

4. Отметьте, какие элементы могут использоваться в качестве токоограничивающего элемента электромагнитных ПРА

- А) дроссель

- Б) полупроводниковые элементы
- В) резистор
- Г) стартер

5. Определите, какая из нижеперечисленных схем включения газоразрядных ламп работает посредством использования накаливаемого трансформатора
- А) схема быстрого зажигания
 - Б) схема импульсного зажигания
 - В) схема мгновенного зажигания
 - Г) стартерная схема
 - Д) бесстартерная схема
6. Определите, какие параметры из нижеперечисленных относят к светотехническим характеристикам лампы
- А) световой поток
 - Б) сила тока
 - В) сила света
 - Г) мощность
7. Ответьте, к какой категории по светораспределению относят светильники с долей светового потока в нижнюю полусферу равной 10%
- А) прямого света
 - Б) преимущественно прямого света
 - В) рассеянного света
 - Г) преимущественно отраженного света
 - Д) отраженного света
8. Дайте наиболее точную расшифровку светильника РСП18×700-005-У3
- А) светильник с 18-ю лампами ДРЛ мощностью по 700 Вт, подвесной, для промышленных зданий
 - Б) светильник с одной лампой ДРЛ мощностью по 700 Вт, подвесной, для промышленных зданий
 - В) светильник с одной лампой ДРЛ мощностью по 700 Вт, общего назначения, потолочный для промышленных предприятий
 - Г) светильник с одной лампой ДРЛ мощностью по 700 Вт, подвесной, для общественных зданий
9. Ответьте, какой из нижеперечисленных светильников следует использовать для ламп накаливания
- А) РСП18×700-005-У3
 - Б) ЛСП02-2×40-005-У3
 - В) НСП05×500-016-У3

Г) ГСП06×250-002-УЗ

10. Определите, какие из нижеперечисленных типов относятся к видам освещения

- А) аварийное освещение
- Б) дежурное освещение
- В) комбинированное освещение
- Г) общее освещение

11. Найдите верный ответ: система освещения уменьшает установленную мощность и расход электроэнергии это –

- А) аварийное освещение
- Б) дежурное освещение
- В) комбинированное освещение
- Г) общее освещение

12. Перечислите факторы, определяющие выбор источника света

- А) функциональные светотехнические параметры
- Б) распределение светового потока в нижнюю и верхнюю полусферу
- В) стабильность светового потока
- Г) возможность работы на постоянном и переменном токе

13. Вспомните, какой из нижеперечисленных параметров влияет на распределение светильников в помещении

- А) нормируемая освещенность
- Б) коэффициент дополнительной освещенности
- В) график пространственных изолюксов
- Г) расчетная высота

14. Выберите формулу, по которой стоит определять расстояние между светильниками в ряду

А) $R = \frac{B - 2l}{L} + 1$

Б) $N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1$

В) $L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}$

Г) $L_A = \frac{A - 2l}{N_R}$

15. Обозначьте, в каких случаях следует использовать точечный метод расчета с использованием пространственных изолюксов

- А) для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей
- Б) для расчета освещения вспомогательных помещений
- В) для расчета аварийного освещения
- Г) для расчета освещенности в конкретно заданной рабочей зоне

16. Определите, от каких параметров зависит выбор освещенности по линейным изолюксам

- А) от расчетной высоты
- Б) от площади помещения
- В) от индекса помещения
- Г) от коэффициентов отражения
- Д) от типа КСС
- Е) от расстояния от проекции светильника до расчетной точки

17. Выберите формулу, по которой следует рассчитывать световой поток при расчете освещения точечным методом с использованием пространственных изолюкс

А)
$$\Phi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}$$

Б)
$$\Phi_{\text{л}} = \frac{1000 E_{\text{н}} \cdot K_3}{\mu \sum e}$$

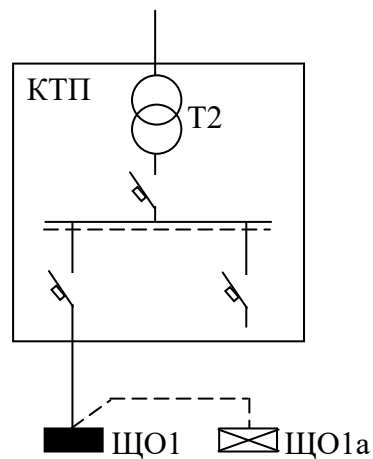
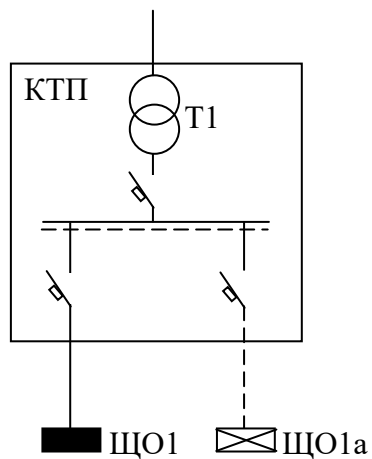
В)

Г) расчет светового потока не предусмотрен

18. ~~Обозначение Етп и Ктп~~ условиям происходит выбор сечения проводников осветительной сети

- А) по условиям окружающей среды
- Б) по допустимой потере напряжения
- В) по термической стойкости
- Г) по напряжению

19. Определите, для потребителей какой категории по степени надежности электроснабжения следует применять следующую схему подключения осветительной сети



- А) I-ой
- Б) II-ой
- В) III-ей
- Г) I-ой особой

20. Определите световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемой освещенности $E = 200$ лк в помещении площадью 20 м^2 . Коэффициент запаса принять равным 1.4, коэффициент неравномерности – 1.1, коэффициент использования светового потока – 73.

- А) 8438 лм
- Б) 4305 лм
- В) 43,05 лм
- Г) 84,38 лм

Задачи для самостоятельной подготовки

1. Рассчитайте единичный световой поток осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 12 \text{ м} \times 6 \text{ м} \times 6 \text{ м}$; коэффициенты отражения поверхностей $\rho_{\text{п}} = 0,5$; $\rho_{\text{с}} = 0,3$; $\rho_{\text{р}} = 0,3$; чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 300 лк. В помещении размещено 10 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Д-1. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент неравномерности 1,1.
2. Рассчитайте единичный световой поток осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 8 \text{ м} \times 6 \text{ м} \times 4 \text{ м}$; коэффициенты отражения поверхностей $\rho_{\text{п}} = 0,7$; $\rho_{\text{с}} = 0,5$; $\rho_{\text{р}} = 0,3$; чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 200 лк. В помещении размещено 6 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Д-2. Коэффициент запаса принять равным 1,5; коэффициент неравномерности 1,1.
3. Рассчитайте единичный световой поток осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 24 \text{ м} \times 10 \text{ м} \times 6 \text{ м}$; коэффициенты отражения поверхностей $\rho_{\text{п}} = 0,5$; $\rho_{\text{с}} = 0,3$; $\rho_{\text{р}} = 0,1$; чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 200 лк. В помещении размещено 16 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Г-2. Коэффициент запаса принять равным 1,5; коэффициент неравномерности 1,1.
4. Рассчитайте единичную мощность осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 10 \text{ м} \times 8 \text{ м} \times 6,8 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 300 лк. В помещении размещено 8 светильников с лампами типа ДРЛ, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Г-1. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент неравномерности 1,1. Коэффициент полезного действия светильника равен 65%.
5. Рассчитайте единичную мощность осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 16 \text{ м} \times 12 \text{ м} \times 6,2 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 150 лк. В помещении размещено 9 светильников с лампами типа ДРИ, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Г-3. Коэффициент запаса принять равным 1,7; коэффициент неравномерности 1,1. Коэффициент полезного действия светильника равен 75%.
6. Рассчитайте единичную мощность осветительной установки для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 12 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 3,6 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 300 лк. В помещении

размещено 8 светильников с лампами типа ЛБ, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Д-3. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент неравномерности 1,1. Коэффициент полезного действия светильника равен 84%.

7. Рассчитайте световой поток одной лампы из светящей линии для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 10 \text{ м} \times 8 \text{ м} \times 3 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 300 лк. В помещении размещено 4 линии длиной 8 м. Каждая линия состоит из 6 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Д-2. Расстояние между линиями 2 м. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент дополнительной освещенности 1,1.
8. Рассчитайте световой поток одной лампы из светящей линии для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 15 \text{ м} \times 12 \text{ м} \times 4,5 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 200 лк. В помещении размещено 4 линии длиной 12 м. Каждая линия состоит из 8 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Д-1. Расстояние между линиями 3 м. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент дополнительной освещенности 1,1.
9. Рассчитайте световой поток одной лампы из светящей линии для помещения имеющего габариты $A \times B \times H_p = 24 \text{ м} \times 16 \text{ м} \times 3 \text{ м}$, чтобы обеспечить нормируемую освещенность равную 150 лк. В помещении размещено 4 линии длиной 20 м. Каждая линия состоит из 14 светильников, которые распределяют световой поток согласно кривой силы света типа Г-2. Расстояние между линиями 4 м. Коэффициент запаса принять равным 1,4; коэффициент дополнительной освещенности 1,1.

Рекомендуемый перечень творческих работ

Темы рефератов:

1. Критерии выбора источников света
2. Критерии выбора светильников, основные параметры
3. Конструкция газоразрядных источников света.
4. Светодиодные источники света: достоинства и недостатки.
5. Достоинства и недостатки энергосберегающих ламп.
6. Электронные пускорегулирующие аппараты. Устройство и принцип работы.
7. Выбор сечения токоведущих частей сетей освещения.
8. Анализ методик светотехнического расчета электрического освещения.
9. Основные подходы при электрическом расчете осветительной сети.
10. Управление электрическим освещением как способ оптимизации энергопотребления.

Лекции-презентации:

1. Расчет освещенности методом коэффициента использования светового потока.
2. Выбор сечения проводников сети освещения.

Разработка макетов и наглядных пособий

Рекомендуемая литература

Основная

- 1. Козловская, В.Б.** Электрическое освещение: учеб. / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацкевич. Минск, 2011.
- 2. Кнорринг, Г.М.** Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидоров. Санкт-Петербург, 1992.
- 3. Писарук Т.В.** Электрическое освещение. Лабораторный практикум: учеб. пособие / Т.В. Писарук, Е.И. Лицкевич. – Минск: РИПО, 2018 – 79с.
- 4. Дробов, А.В.** Электрическое освещение учеб. пособие / А.В. Дробов. – Минск: РИПО, 2017. – 219с.
- 5. Павлович, С.Н.** Электромонтаж осветительного и силового оборудования: учеб. пособие / С.Н. Павлович. – 2-е изд., стер. – Минск: РИПО, 2017. – 424с.
- 6. Правила** устройства электроустановок / Минск, 2006.
- 7. Справочная книга** по светотехнике / Под. ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: 2006
- 8. Электроустановки** жилых и общественных зданий: П2-2000 к СНиП 08.01-89 / Министерство архитектуры и строительства. Минск, 2001.
- 9. Межотраслевые правила** по охране труда при работе в электроустановках / [утв. Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерством энергетики Республики Беларусь 30.12.2008 № 205/59] // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. 29.04.2009. № 820849.

Дополнительная

- Кнорринг, Г.М.** Осветительные установки / Г.М. Кнорринг. Ленинград, 19.1
- Радкевич, В.Н.** Проектирование систем электроснабжения / В.Н. Радкевич. Минск, 2001.
- Тульчин, И.К.** Электрические сети и оборудование жилых и общественных зданий / И.К. Тульчин, Г.И. Нудлер. М., 1991.
- Епанешников, М.М.** Электрическое освещение, учеб. пособие / М.М. Епанешников, М., 1973.
- Лазаренков, А.М.** Охрана труда в энергетической отрасли / А.М. Лазаренков, Л.П. Филянович, В.П. Бубнов. Минск, 2010.

Перечень ТНПА

ТКП 45-2.04-153-2009(02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.04-326-2018 (33020) Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования

ТКП 181-2009 (02230) Техническая эксплуатация электроустановок потребителей

ГОСТ 21.608-2014 Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения

ГОСТ 30331 Электроустановки зданий

ПУЭ Минскэнерго СССР, 6-е издание переработанное и жополненное, М. Энергоиздат, 1986г.

ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.004-90. ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.

ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

СТБ 1944-2009. Светильники. Общие технические условия

ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные

ГОСТ 30331.1-2013. Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения