

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН  
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»



# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по дисциплине

## «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Производственно техниче- ская сфера	300 000 – Инженерное дело
Направление отраслям	310 000 – Энергетика (по отраслям)
Направление образования:	310200 – Электроэнергетика (по отраслям и направлениям)

Навои- 2017

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН  
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»



“ УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе:

*Н. Абдуазизов* Н.Абдуазизов

«30» 08 2017 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по дисциплине

### «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Данный учебно-методический комплекс по «Электрическое освещение» составлен на основе типовой программе рассмотренные на заседании учебно-методический объединение Министерство Высшего и Средний специального образования протокол № 4 «16» 07 2015 г. и составлена рабочая программа в рамках типовой программе. По рабочий программе подготовлены лекционные материалы, практических занятий, балы рейтинговой оценки и вопросы тестов.

Учебно-методический комплекс по « Электрическое освещение » предназначен для студентов обучающихся по направление 5310200 «Электроэнергетика»( по отраслям) .

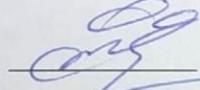
**Составители:** **Доц.Шайматов Б.Х., ст.преп.Холмуродов М.Б**

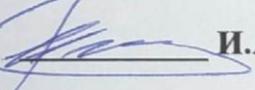
**Рецензенты:** Хусанов Б. Начальник сетей высокого напряжения  
Навоийского электрического сетей  
Эшмуродов Э.О. доцент кафедре Автоматизации и  
управление

УМК обсуждена на заседание кафедры «Электроэнергетика» от «25» августа 2017 г. протоколом № 1 и рекомендована на рассмотрение учебно-методическом советом факультета

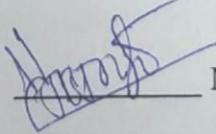
**Зав кафедрой:**  **к.т.н.доц. А.Н.Товбаев**

Учебно-методический комплекс рассмотрена учебно-методическом советом факультета протоколом № 1 «26» 08 2017 г. и рекомендована на утверждение учебно-методическом советом института

**Председатель учебно-методическом совета факультета:**  **С.Ж.Бозорова**

**Согласовано:**  
**Начальник учебно-методического отдела:**  **И.А.Каримов**

Учебно-методический комплекс решением учебно-методическим советом института от «30.08 2017 г. протоколом № 1 рекомндована в учебный процесс.

**Секретарь учебно-методический совета института:**  **М.Ж. Норматова**

## СОДЕРЖАНИЕ

I.ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ.....	6
ВЕДЕНИЕ.....	7
Т Е М А № 1	
Основные положения осветительной техники. Краткий обзор развития осветительной техники. Лучистая энергия и лучистый поток.....	10
Т Е М А № 2	
Оптическая область спектра излучения. Световые величины и единицы световой поток.....	12
Т Е М А № 3	
Потребители лучистой энергии и их характеристики.....	15
Т Е М А № 4	
Основные характеристики сетевого распределения.....	19
Т Е М А № 5	
Световые свойства тел и световые измерения. Зрительная фотометрия, физическая фотометрия. Измерение освещенности сила света и светового потока.....	24
Т Е М А № 6	
Фотометрия и приборы измерения световых величин.....	30
Т Е М А № 7	
Источники света и их характеристики . Теория теплового излучения. Световая эффективность.Излучение реальных тел.....	36
Т Е М А № 8	
Электрические лампы. Электрические лампы накаливания. Конструкция со временных лампы накаливания.Электрические и световые характеристики ламп накаливая.....	39
Т Е М А № 9	
Люминесцентные лампы.....	42
Т Е М А № 10	
Схема соединение люминесцентные лампы. Недостатки и преимущества люминесцентные лампы.....	45
Т Е М А № 11	
Газоразрядные лампы, их параметры и схемы соединения. Лампы ДРЛ...50	
Т Е М А № 12	
Проектирование осветительных установок. Светильники. Характеристика светильников. Классификация светильников. Промышленная защита светильников. Основные типы светильников. ....	58
Т Е М А № 13	
Расчет осветительных сетей. Выбор источника света. Системы освещения. Освещенности и коэффициента запаса. Расчет мощности источника света осветительной установки методом коэффициента использования осветительной установки.....	72

ХIII.УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛИ (УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ).....	88
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Люминесцентные лампы, конструкция и схемы зажигания.....	90
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.	
Люминесцентные ртутные лампы  высокого давления.....	92
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.	
Изучение принципа работы фотореле.....	94
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Автоматизация освещения.....	97
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТА № 1.	
Изучение конструкции и типы ламп накаливания.....	100
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТА № 2.	
Изучение принципа работы и схемы фотореле.....	103
ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТА № 3.	
Автоматизация и управление освещением.....	106
ПРАКТИЧЕСКОЕ РАБОТА № 4.	
Расчет освещения по методу коэффициента использования светового  потока.....	111
ПРИМЕР РАСЧЁТА.....	114
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	125
1.ТИПОВАЯ ПРОГРАММА .....	126
2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА .....	134
3.ТЕСТЫ.....	139
4.ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	149
5..РАЗДАТОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	152
6.ГЛОССАРИЙ .....	158
7.ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ.....	168
8. КРИТЕРИИ ОЦЕНОК.....	170
9.СПИСОК ЛЕТЕРАТУРЫ.....	177

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**



**ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

## ВЕДЕНИЕ

Ещё 150 лет назад человечество не знало искусственного электрического освещения, а сейчас уже трудно представить себе нашу жизнь без него. Невозможно переоценить значение искусственного электрического освещения для жизнедеятельности каждого человека, для развития народного хозяйства. Электрическое освещение используется повсеместно, оно создаёт условия для проведения различных работ в любое время суток и в быту, и на производстве, оказывает огромное влияние на развитие архитектуры и искусства.

Рациональное электрическое освещение способствует повышению производительности труда, а вместе с тем и снижению себестоимости продукции, улучшает условия труда и снижает травматизм на промышленных предприятиях. Иначе говоря, использование электрического освещения оказывает влияние на все стороны жизни человеческого общества.

Однако процесс развития осветительной техники проходил довольно медленно. Источниками света являлись: костёр, лучина, фитильные масляные лампы, восковые и стеариновые свечи, керосиновые и керосинокалильные лампы, газовые рожки. И лишь появление в 19 столетии дуговых ламп и ламп накаливания дало сильный толчок для развития искусственных источников света.

Выдающаяся роль в деле развития и совершенствования источников света принадлежит русским электротехникам. В 1802 г. выдающийся русский учёный академик В.В. Петров (1761 – 1834) открыл явление электрической дуги, образующейся между двумя угольными стержнями при прохождении по ним электрического тока, положив тем самым начало использованию электроэнергии для целей освещения. Лишь спустя 70 лет удалось осуществить на этом принципе источник, практически приемлемый для целей освещения. Заслуга эта принадлежит знаменитому русскому изобретателю П.Н. Яблочкову (1847-1894). Первая постоянно действующая осветительная установка с применением новых источников света была осуществлена в России в 1879 г. Для освещения Литейного моста в Петербурге были установлены четыре дуговые лампы и восемь электрических свечей Яблочкова.

Она представляла собой два угольных стержня, расположенных вертикально и разделённых изолирующей массой. При включении свечи в сеть между угольными стержнями возникала дуга, которая по мере сгорания углей перемещалась к основанию свечи, а чтобы угли сгорали равномерно, Яблочков питал свечи переменным током от машинного генератора.

Это было одним из первых применений переменного тока (т.е. первый потребитель переменного тока - это освещение).

Так началось развитие газоразрядных ламп.

Одновременно в 70-х годах 19 столетия русским электротехником А.Н. Лодыгиным (1847-1923) создаётся конструкция первой лампы накаливания, в которой в качестве тела накала служил угольный стержень, заключённый в вакуумный стеклянный баллон. Стремление к повышению температуры нити лампы накаливания привело А. Н. Лодыгина к мысли об использовании для ее изготовления тугоплавких металлов. Лампы Лодыгина с металлической нитью демонстрировались на Всемирной выставке в Париже. Лодыгиным была осуществлена первая в мире опытная установка наружного освещения с применением ламп накаливания. В Петербурге, на Песках, на Одесской улице в восьми уличных фонарях керосиновые лампы были заменены лампами Лодыгина. Установка, по отзывам очевидцев, производила весьма благоприятное впечатление. Академия наук присудила изобретателю Ломоносовскую премию.

В дальнейшем образцы ламп А.Н. Лодыгина попали в Америку к Т.А.Эдисону (1847-1931), который усовершенствовал их конструкцию и разработал технологию их производства. Повышение световой отдачи ламп накаливания шло по пути совершенствования условия работы вольфрамовой нити за счёт изменения конструкций нити накала (спирализация) и среды, в которой оно работает (газонаполненные лампы). Это лампы с криптоновым, ксеноновым наполнителем, а затем и галогенные лампы. Но всё-таки оставалась целесообразность изыскания более эффективных источников света, чем лампа накаливания. В 30-х годах 20 столетия на основе сочетания газового разряда с разработанными эффективными люминофорами был создан газоразрядный источник света, конкурентоспособный с лампой накаливания - люминесцентная лампа.

Значение освещения как фактора, способствующего повышению производительности труда, подтверждается многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями.

Основными преимуществами новых источников света являлись: удобство эксплуатации, большая сила света, экономичность и лучший, по сравнению со свечами и керосиновыми лампами спектральный состав света.

Была создана электроламповая промышленность, обеспечивающая удовлетворение все возрастающих потребностей в лампах накаливания и освоившая производство прогрессивных источников света – люминесцентных ламп и других газоразрядных источников. Наряду с источниками света разработаны, освоены и выпускаются различные типы осветительных приборов, как для ламп накаливания, так и для люминесцентных ламп. Учеными России были созданы научно обоснованные методы нормирования, проектирования и расчета осветительных установок, позволяющие рационально решать вопросы электрического освещения производственных помещений, общественных зданий и пространств.

Увеличение выработки электроэнергии является залогом дальнейшего улучшения освещения промышленных предприятий, жилых и общественных зданий, улиц, городов.

В настоящее время велик ассортимент газоразрядных ламп, выпускаемых промышленностью. Они разнообразны по форме, размерам, световым параметрам, по роду разряда и спектральному анализу излучения. Это привело к возникновению и развитию новых отраслей техники, связанных с созданием новых материалов пускорегулирующих аппаратов для этих источников света.

В настоящее время самым массовым источником света продолжают оставаться лампы накаливания: количество типоразмеров, которых превышает 800. Несмотря на бурное развитие производства газоразрядных ламп, число типоразмеров которых сейчас уже достигает 200.

Производство новых источников света представляет собой главную задачу отрасли промышленности Узбекистана с входящими в неё заводами, а также вопросы проектирования и расчёта осветительных установок, позволяющих рационально решать вопросы электрического освещения производственных помещений, общественных и жилых зданий, улиц и открытых пространств.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

*Свет, сила света, световой поток, лучистый поток, освещенность, светимость, яркость, лучистая энергия, спектр, шкала освещенности, телесный угол, коэффициент отражения, коэффициент поглощения, коэффициент пропускания, светофильтры, глаз, фотоэлемент, электровакуумные фотоэлементы, зрительная фотометрия, физическая фотометрия, фотоэлементы с внешним фотоэффектом, изолюксы, стробоскопический эффект, лампы накаливания, люминесцентные лампы, газоразрядные лампы, ксеноновые лампы, галогенные лампы, прожекторы, светильники, нормы освещенности, тени, контраст, фон, проектирование, расчет освещения, методы, рекомендации.*

## ТЕМА- 1

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ. КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ. ЛУЧИСТАЯ ЭНЕРГИЯ И ЛУЧИСТЫЙ ПОТОК

Температура тела определяется скоростью теплового движения молекул и атомов. Чем быстрее они движутся, тем выше температура вещества и наоборот. Если оно прекратится, то дальнейшее снижение температуры невозможно. Такую наименьшую температуру называют абсолютным нулём и принимают за начало отсчёта в термодинамической шкале температур.

Известно соотношение:

$$t = -273,15^{\circ}\text{C}$$

$$T = t + 273,15^{\circ}\text{K}$$

где  $T$  - температура в градусах Кельвина (К),

$t$  - температура в градусах Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ).

По размеру градус термодинамической шкалы Кельвин (К) и градус Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ) равны между собой

$$(^{\circ}\text{K}) = t + 273,15 \text{ при } t = 273,15^{\circ}\text{C}$$

Но нельзя не учитывать при квантовых расчётах, что даже и при абсолютном нуле сохраняется молекулярное колебательное движение, которое определяет тепловую энергию тела (нулевая энергия). Нулевая энергия очень мала. Поэтому можно сказать, что в любом теле, существующем в мире при любой температуре, молекулы и атомы находятся в непрерывном движении. Сумма их кинетических энергий определяет тепловую энергию тела.

Любое тело, температура которого выше абсолютного нуля, излучает в окружающее пространство лучистую энергию. Это излучение представляет собой передачу хаотического, беспорядочного движения из одной системы в другую. Как уже сейчас известно, это особая форма существования материи. Перенос лучистой энергии в пространстве осуществляется электромагнитными колебаниями. Излучение это самопроизвольно. Солнечный свет, радиоволны, рентгеновские лучи, излучение атомных ядер, невидимое излучение нагретых тел (инфракрасное) - суть, различные проявления одного и того же волнового процесса.

Поэтому излучение принято характеризовать длиной волны, под которой понимается расстояние, пройденное излучением за время полного периода колебания, частотой электромагнитных колебаний и скоростью

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

их распространения:

где  $\lambda$  - длина волны (нм) ( $1 \text{ нанометр} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-6} \text{ мм} = 10^{-3} \text{ мкм}$ ),  
 $c$  - скорость света ( $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ),

$\nu$  - частота электромагнитных колебаний (Гц).

Но в 1900 г. М. Планк (немецкий физик) высказал предположение о квантовом характере электромагнитного излучения. В конечном итоге, эта мысль привела к созданию современной квантовой теории.

Свет - электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом.

Планк предположил, что свет излучается прерывно - квантами.

Квант - порция энергии излучения. А Эйнштейн доказал, что и поглощение света прерывно: но распространяется свет как волна.

Дело в том, что обычно атом стремится перейти в состояние с наименьшей возможной для него энергией. Такое состояние называется основным.

Атом, у которого запас энергии больше, чем в основном состоянии, называют возбуждённым. Он находится на более высоком энергетическом уровне и стремится избавиться от лишней энергии, переходит в своё основное состояние. При этом испускает в окружающую среду порцию энергии - квант. Носителем этой энергии является фотон - материальная частица излучения (частица названа так А. Эйнштейном).

$$E = h \nu,$$

где  $E$  - квант энергии излучения (дж),

$h$  - постоянная Планка, равная  $6,624 \cdot 10^{-34}$  (джс).

Следовательно, частота ( $\nu$ ) электромагнитных колебаний определяется величиной кванта. Когда атом поглощает квант, то его внутренняя энергия увеличивается, и он переходит на более высокий энергетический уровень. Переход атома с одного энергетического уровня на другой происходит скачком. В большинстве случаев излишнюю энергию атом отдаёт без всякого воздействия. Такое излучение называют самопроизвольным или спонтанным.

В 1890 г. П.Н. Лебедевым было доказано на опыте, что излучение представляет собой поток материальных частиц - фотонов, которые обладают конечной массой и скоростью в безвоздушном пространстве, примерно равной скорости света.

Итак, отличие материи вещества от материи излучения заключается в том, что её масса покоя равна 0. Это условие, при котором масса фотона при движении его со скоростью света остаётся конечной.

Лучистая энергия, как и другие виды энергии, может измеряться в джоулях.

В большинстве случаев бывает необходимо знать не энергию излучения, а мощность излучения. Мощность излучения характеризуется количеством энергии, излучаемой в единицу времени и называется

$$\Phi_e = \frac{dQ_e}{dt}$$

иначе по

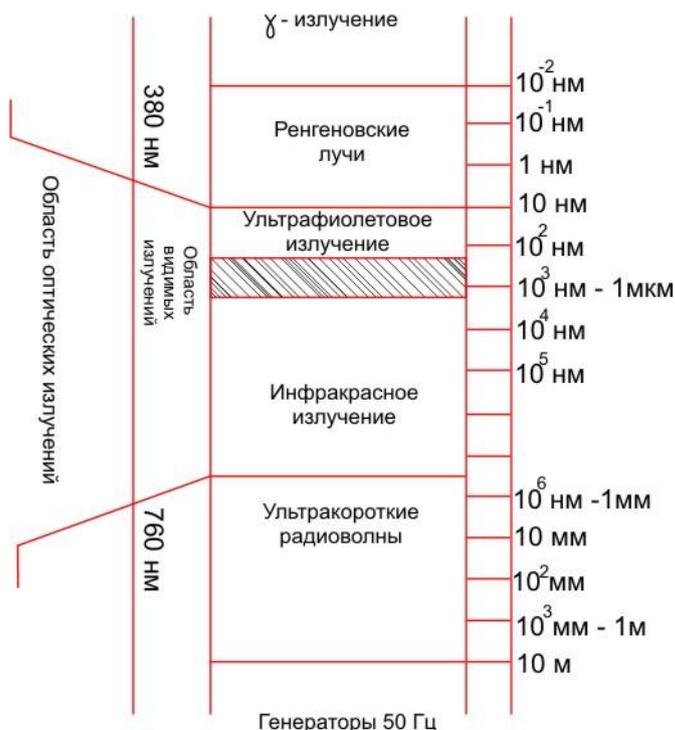
током излучения или лучистым потоком:

где  $dt$  - промежуток времени, в течение которого излучение может рассматриваться равномерным (с);

$dQ_e$  - энергия, излучаемая за время  $dt$  (дж).

$\Phi_e$  - лучистый поток (Вт).

Единицей лучистого потока служит 1 Ватт.



фотохимическое воздействие.

Область электромагнитных излучений, встречающихся в природе, характеризуется широким интервалом длин волн (от  $10^{-4}$  нм, соответствующих  $\gamma$ -излучению до  $10^3$  км, соответствующих излучениям генераторов переменного тока промышленной частоты).

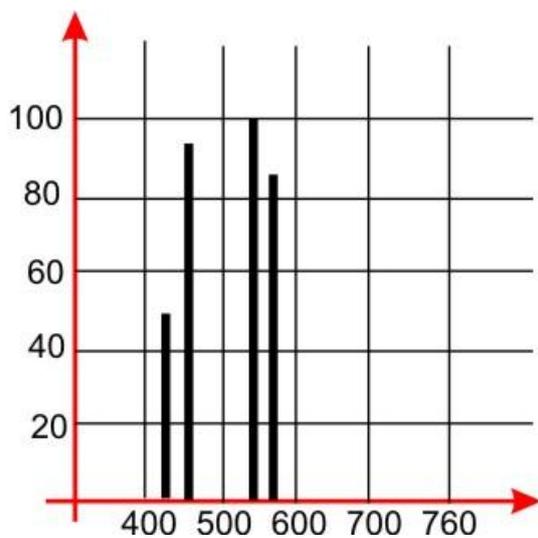
Инфракрасные излучения используются в установках лучистой сушки, фотографической технике, для других специальных целей.

Ультрафиолетовые излучения - оказывают активное биологическое и

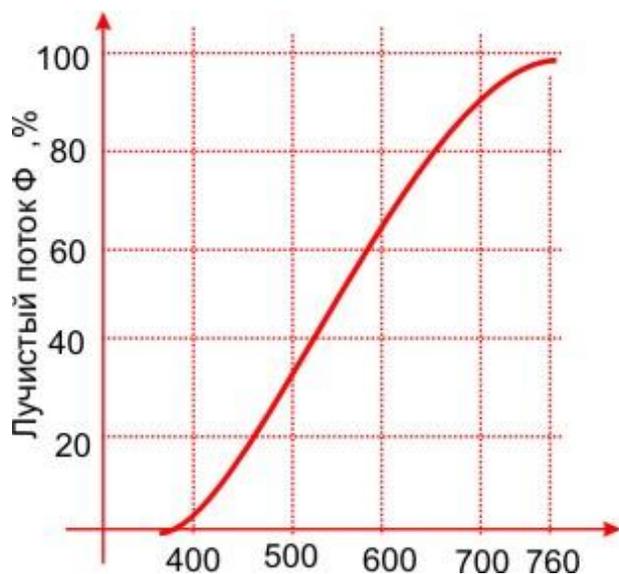
## Т Е М А № 2

### ОПТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ. СВЕТОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ СВЕТОВОЙ ПОТОК

Излучение может быть монохроматическим или сложным. Монохроматическое излучение представляет собой излучение одной длины волны.



Сложное излучение состоит из совокупности монохроматических излучений, которые могут образовывать линейчатый или сплошной спектр. В твёрдом теле атомы в сильной степени взаимодействуют между собой, и, поэтому испускают сплошной непрерывный спектр излучения, который не зависит от того из какого сорта атомов состоит твёрдое тело: спектры нагретых кусков меди и железа не отличаются, если температура одна и та же. Среди шума большой толпы невозможно разобрать отдельные голоса. Так и в твёрдом теле атомы теряют свою индивидуальность.



В газах же атомы не взаимодействуют между собой в процессе излучения, если конечно давление газа не слишком велико. Поэтому, когда излучает газ «слышны голоса» отдельных атомов; излучение атомов газа образует линейчатые спектры с определенным набором длин волн.

Линейчатые спектры излучения характерны для разрядных источников, например, натриевых или ртутных ламп. Рассмотрим спектр излучения ртутных ламп ПРК-2 (ПРК - прямая, ртутно-кварцевая высокого давления). В области видимых излучений мы видим четыре однородных излучения с длинами волн: 405, 436, 546, 579 нм.

Сплошные спектры, характерны для источников теплового излучения, например ламп накаливания, а также для люминесцирующих веществ.

Рассмотрим сплошной спектр ламп накаливания. Его можно рассматривать как бесконечно большое число монохроматических излучений, примыкающих друг к другу.

$$\varphi_{\lambda} = \frac{d\Phi_{e\lambda}}{d\lambda} \quad (1 - 2)$$

Характеристикой спектрального распределения лучистого потока в этом случае является отношением элементарного потока  $a*\Phi_{e\lambda}$ , соответствующего бесконечно малому участку, к ширине этого участка:

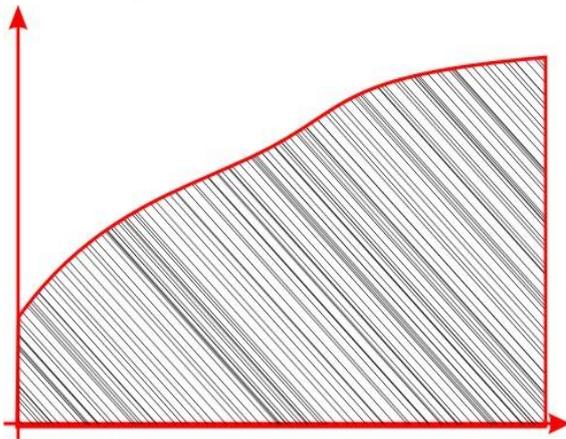
$\varphi_{\lambda}$  – спектральная плотность лучистого потока (Вт/нм).

Если известна зависимость  $\varphi_{\lambda}$  от длины волны  $\lambda$ , то лучистый поток можно определить так:

$$\Phi_e = \int_0^{\alpha} \varphi_{\lambda} d\lambda$$

Определение лучистого потока по значениям спектральной плотности аналитическим путём возможно

лишь в тех случаях, когда известно математическое выражение функции  $\varphi(\lambda)$ . В остальных случаях лучистый поток источника определяется планиметрированием площади, ограниченной кривой  $\varphi(\lambda)$  и осью абсцисс.



### Т Е М А № 3

## ПОТРЕБИТЕЛИ ЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Лучистый поток, падая на поверхность тела, частично отражается, минимум проходит через тело, остальная же его часть поглощается телом. Поглощённый телом лучистый поток преобразуется в иной вид энергии (химическую, электрическую или тепловую).

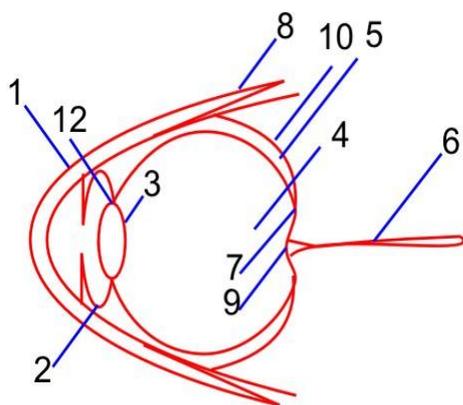
Тело, в котором происходит преобразование лучистой энергии, принято называть приёмником лучистой энергии.

Например:

Фотоэлемент - лучистая энергия преобразуется в электрическую.

Растения - лучистая энергия преобразуется в химическую энергию органических соединений, образующихся при фотосинтезе.

Глаз - здесь происходит фотохимическое преобразование лучистой энергии.



Ещё в 1604 г. немецкий астроном И. Кеплер сравнил глаз с камерой, дающей изображение на вогнутой поверхности сетчатой оболочки глаза. Р. Декарт - французский математик и философ, относившийся к следующему поколению учёных, проверил это на опыте. Он взял на бойне бычий глаз и вставил его в отверстие в закрытых ставнях. Предварительно радужная оболочка глаза была обработана так, что стала прозрачной.

На ней Декарт мог видеть перевернутое изображение части улицы перед своим домом.

### Глаз.

1. Роговая оболочка.
2. Радужная оболочка.
3. Хрусталик.
4. Глазное яблоко.
5. Сетчатая оболочка.
6. Зрительный нерв.
7. Центральная ямка.
8. Глазная мышца.
9. Темное пятно.
10. Сосудистая оболочка.
11. Стекловидное тело.
12. Цилиарная связка.

В наше время оптическую систему глаза часто сравнивают с фотоаппаратом и не без основания. Объектив фотоаппарата передаёт изображение на фотоплёнку, а оптика глаза - на сетчатую оболочку (сетчатку). Сетчатка состоит из сложного переплетения волокон зрительного нерва, связывающего глаз с корой головного мозга. Окончание волокон зрительного нерва представляют собой светочувствительный слой сетчатки, состоящий из светочувствительных элементов двух типов: палочек и колбочек. Световые раздражения от каждой из них передаются в мозг по нервному волокну. В сетчатке человеческого глаза 125 млн. палочек и 6 млн. колбочек. Они содержат фотореагенты. Палочки содержат родопсин, обладающий высокой чувствительностью к излучению видимой области спектра, и носят название аппарата ночного зрения. Колбочки - содержат родопсин, обладающий меньшей чувствительностью. Они работают при высоких уровнях возбуждения глаза и носят название аппарата дневного зрения. Палочки реагируют лишь на свет. В опытах академика О.И. Вавилова было показано, что человек, глаза которого полностью привыкли к темноте, может чувствовать отдельные фотоны. Колбочки реагируют и на свет, и на цвет. В глазе имеются 3 разновидности колбочек, обладающих различными чувствительностями к монохроматическим излучениям. Только одно место на сетчатке нечувствительно к свету слепое пятно. В этом месте в глаз входит зрительный нерв. В нём, как в жгуте, собраны все нервные волокна от каждой палочки и колбочки.

Хрусталик - главная линза как объектив фотоаппарата может изменять кривизну своей поверхности с помощью особых мышц. Поэтому, оставаясь неподвижным относительно сетчатки, хрусталик чётко изображает на него по-разному удалённые от него предметы.

В фотоаппарате диафрагма ограничивает пучок света, входящий в объектив. В глазе эту же роль играет зрачок - отверстие в радужной оболочке, которое может увеличивать или уменьшать свой диаметр в зависимости от светового потока, падающего на поверхность глаза.

В результате фотохимической реакции фотореагентов возникает импульсный электрический ток - ток, действие которого по зрительному нерву поступает к клеткам коры головного мозга, где формируется образ наблюдаемого объекта. При этом уровень ощущения света зависит от плотности потока на сетчатке, определяющий частоту импульсов тока действия, а ощущение цвета определяется соотношением частот импульсов токов действия, поступающих в кору головного мозга от каждой разновидности колбочек.

Основными энергетическими характеристиками приёмников лучистой энергии являются интегральная и спектральная чувствительности.

### Интегральная чувствительность

$$y = c \frac{\Phi_{\text{эф}}}{\Phi_e}$$

где  $\Phi_{\text{эф}}$  - эффективная мощность, определяющая результат действия излучения на приемник;

$\Phi_e$  - лучистый поток, упавший на приёмник;

$c$  - коэффициент, зависящий от выбора единиц  $\Phi_{\text{эф}}$  и  $\Phi_e$ .

Большинство приёмников лучистой энергии избирательно реагирует на падающее излучение. Например, чувствительность глаза к монохроматическим излучениям различных длин волн неодинакова.

Поэтому ввели понятие спектральной чувствительности приёмника.

### Спектральная чувствительность приёмника

$$g_{\lambda} = c \frac{d\Phi_{\text{эф } \lambda}}{d\Phi_{e \lambda}}$$

Это отношение эффективной мощности к лучистому монохроматическому потоку, падающему на приёмник.

$g_{\gamma}$  - различно для разных длин волн. Например,  $g_{\gamma}$  человеческого глаза имеет максимальное значение при  $\gamma = 555$  нм. Чтобы учесть это, бывает достаточно знать относительную спектральную чувствительность.

### Относительная спектральная чувствительность (относительные единицы)

$$g(\lambda)_0 = \frac{g_{\lambda}}{(g_{\lambda})_{\text{макс}}}$$

или

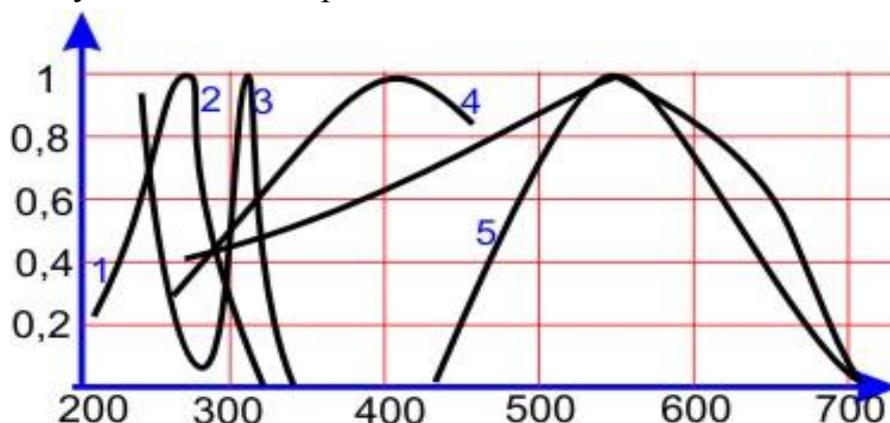
$$g(\lambda)_0 = \frac{d\Phi_{e \lambda}}{d\Phi_{e \lambda \text{ макс}}}$$

Относительная спектральная чувствительность  $g(\gamma)_0$  - это отношение спектральной чувствительности приёмника при различных длинах волн к её максимальному значению.

Относительная спектральная чувствительность может оцениваться отношением лучистых монохроматических потоков, вызывающих одинаковый эффект действия.

$d(\Phi_{e \lambda})_{\text{макс}}$  - лучистый монохроматический поток, чувствительность приемника, к которому максимальна.

$d\Phi_{e \lambda}$  - лучистый монохроматический поток с длиной волны  $\lambda$ .



Относительная спектральная чувствительность некоторых приёмников лучистой энергии.

1. Бактерии (смертоносное воздействие).
2. Человеческая кожа (появление эритемы - временное покраснение кожи, переходящее в загар).
3. Люминофор (кристаллические люминесцирующие вещества, применяемые в современных люминесцентных лампах) зелёного цвета (сульфид цинка).
4. Селеновый фотоэлемент, применяемый для световых измерений.
5. Глаз (дневное зрение).

Максимум чувствительности человеческого глаза расположен близко к максимуму кривой спектральной плотности потока, излучаемого Солнцем и не случайно.

$$E = \frac{ch}{\lambda}$$

Энергия фотона:

Эта энергия в инфракрасной части недостаточна, чтобы вызвать химическую реакцию в сетчатке. А ультрафиолетовые излучения поглощаются хрусталиком и стекловидным телом, заполняющим внутреннюю полость глазного яблока. Эти среды в значительной мере поглощают инфракрасные излучения, поэтому нагревание сетчатки уменьшается.

## Т Е М А № 4

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕТЕВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ.

В светотехнике основным приёмником является глаз человека. Поэтому для оценки эффективности действия излучения вводится понятие световой поток. Это мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому действию, которое она производит на глаз, относительная спектральная чувствительность которого определяется нормализованной функцией, относительной спектральной световой эффективностью излучения  $V(\lambda)$  (иначе - это кривая относительной видимости).

По формулам и согласно определению:

$$\Phi = \frac{1}{c} \int_0^{\infty} \varphi_{\lambda} g_{\lambda} d\lambda = (\Phi_{\text{эф}})$$

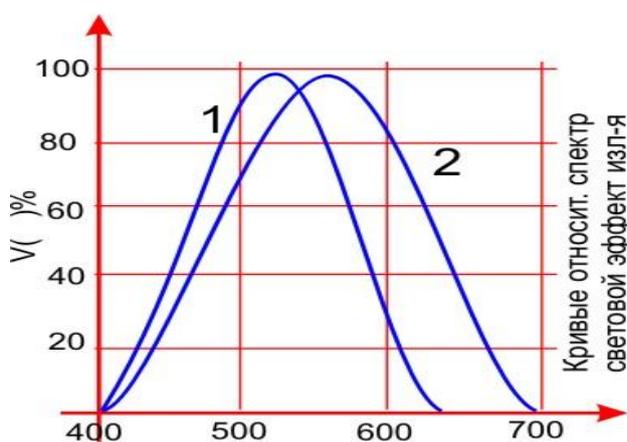
где  $\varphi_{\lambda}$  – спектральная плотность лучистого потока;

$g_{\lambda}$  – спектральная чувствительность глаза.

Если введем функцию  $V(\lambda)$ , то получим согласно формулам :

$$\Phi = \frac{(g_{\lambda})_{\text{макс}}}{c} \int_0^{\infty} \varphi_{\lambda} V(\lambda) d\lambda$$

где  $V(\lambda)$  - нормализованная функция относительной спектральной световой эффективности излучения (для глаза).



Значения этой функции для дневного зрения приняты в 1933 г. Международным комитетом мер и весов и приводятся в справочных данных.

Максимальное значение спектральной световой эффективности излучения соответствует лучистому монохроматическому потоку с длиной волны  $\lambda = 555$  нм.

1.) для ночного зрения.

2.) для дневного зрения.

Различие обусловлено повышенной чувствительностью палочек в длинноволновой части видимой области спектра и повышено в коротковолновой части по сравнению с колбочками. Сумеречное зрение в промежуточном режиме характеризуется одновременным участием палочек и колбочек.

За единицу светового потока в соответствии с международным соглашением принят **люмен** (лм), который воспроизводился в бывшем Союзе государственным эталоном, разработанным проф. Тихоревым. На основании измерения установлено, что монохроматическое излучение длиной волны  $\lambda = 555$  нм, мощностью в 1 Вт равно 680 лм светового потока (1 Вт равен мощности лучистого потока 680 лм при длине волны 555 нм).

Согласно формуле 1-3:

$$\frac{(g_{\lambda})_{\max}}{c} = \frac{680 \text{ лм}}{1 \text{ Вт}}$$

$$\lambda = 555 \text{ нм.}$$

$$\Phi = 680 \int_0^{\infty} \varphi_{\lambda} V(\lambda) d\lambda$$

Следовательно:

пределы интегрирования ограничиваются функцией  $V(\lambda)$ , которая для длин волн  $\lambda$  меньших 380 нм и больше 760 нм равна нулю.

Согласно уравнению можно написать уравнение, определяющее монохроматический световой поток излучения с длиной волны  $\lambda$ .

$$\Phi_{\lambda} = 680 V(\lambda) \Phi_{e\lambda}$$

Значения  $V(\lambda)$  определяются по таблицам или по кривой в зависимости от длины волны  $\lambda$  (нм) в относительных единицах.  $\Phi_{e\lambda}$  - значение лучистого потока с заданной длиной волны в Вт.

### Сила света

Распределение светового потока реального источника излучения в

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad \text{или} \quad I = \frac{\Phi\omega}{\omega} \quad (1-7)$$

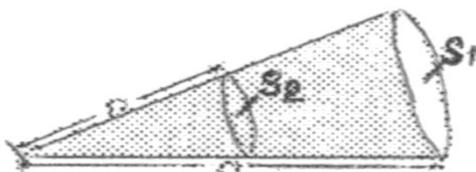
окружающее пространство обычно неравномерно. Поэтому для характеристики распределения излучения светового потока по различным направлениям окружающего пространства пользуются понятием силы света.

Сила света - это пространственная плотность светового потока, которая определяется отношением светового потока с  $d\Phi$  к телесному углу  $d\omega$  с вершиной в точке расположения источника, в пределах которого этот

$$\omega = \frac{S}{r^2} \quad (1-8)$$

поток распределяется равномерно:

(на практике это понятие относится к точечному источнику, имеющему малые размеры по сравнению с расстоянием, где определяется его действие).



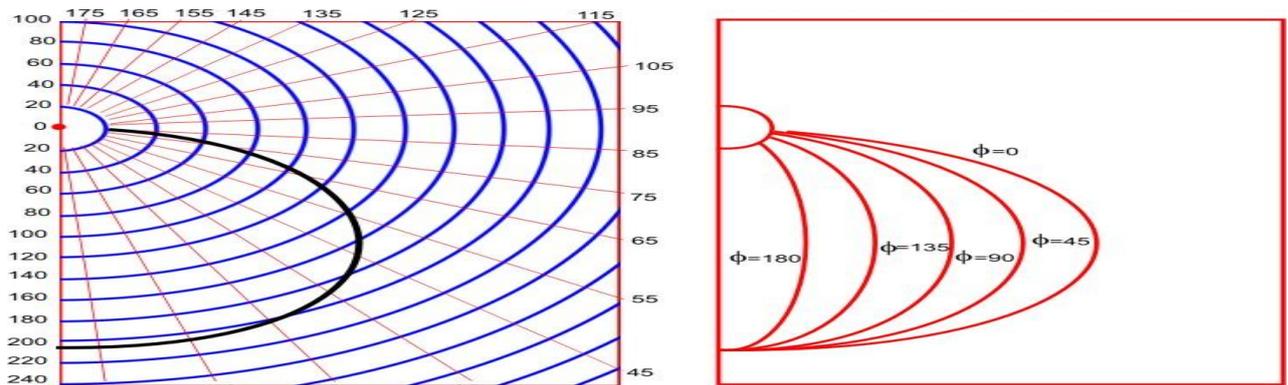
Телесный угол  $\omega$  измеряется отношением площади  $S$ , которую он вырезает на поверхности сферы, описанной из его вершины, к квадрату радиуса  $r$  этой сферы. Независимо от радиуса сферы это отноше-

ние сохраняет своё значение. За единицу телесного угла принимается стерадиан (стер) - угол, который имеет вершину в центре сферы, вырезает на её поверхности участок, равный квадрату радиуса.

Единицей силы света в соответствии с решением, принятым на 13-ой Генеральной конференции по мерам и весам в 1967 г. служит кандела.

$$\text{Кандела} \left( 1_{\text{кд}} = \frac{1_{\text{лм}}}{1_{\text{стер}}} \right),$$

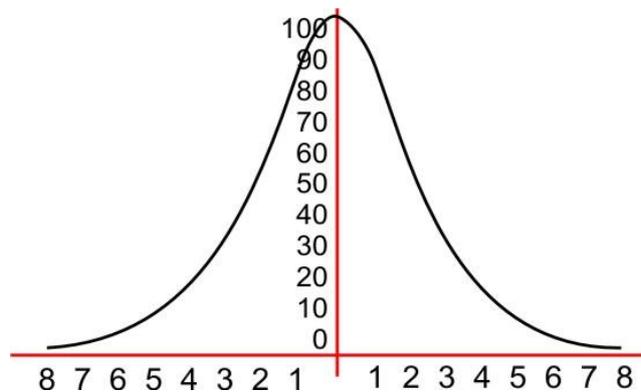
Она определяется как сила света, излучаемого в перпендикулярном направлении элементом поверхности чёрного тела и носит название фотометрического тела. Если фотометрическое тело симметрично относительно оси источника которым может быть принят за тело вращения, то это симметричный излучатель. Если излучатель несимметричный, то сечения его различными плоскостями, проходящими через ось источника, будут давать различные продольные кривые



распределения силы света.

*Продольная кривая распределения силы*

*Семейство продольных кривых света симметричного излучателя  
распределения силы света несимметричного излучателя*



*Кривая распределения силы света в прямоугольных координатах  
(прожекторы и светосигнальные приборы).*

При совмещении плоскостей получится семейство кривых (продольных), каждая из которых характеризуется углом  $\phi$  смещения плоскости излучателя.

## Освещённость

Для количественной оценки освещения пользуются понятием освещённости.

Освещённость - это отношение светового потока, падающего на поверхность к площади этой поверхности.

В практических расчётах в качестве такой поверхности принята горизонтальная плоскость на высоте 0,8 м от пола, которая называется условной рабочей поверхностью.

Освещённость элемента поверхности ( $dS$ ) равна:

$$E = \frac{d\Phi}{dS_L} \quad (1 - 15)$$

Если площадь конечных размеров, то получим среднюю освещённость поверхности:

$$E_{cp} = \frac{\Phi}{S_L} \quad (1 - 16)$$

Освещённость характеризует поверхностную плотность светового потока, падающего на поверхность. Единицей освещённости служит люкс (лк). Люкс - это освещённость  $1 \text{ м}^2$  поверхности, создаваемая равномерно распределённым по ней световым потоком в 1 лм.

(1 лк =  $1 \text{ лм}/\text{м}^2$ ) (lux - лат. свет Солнца).

Рассмотрим, как связаны между собой освещённость и сила света точечного источника.

1. Отражённый луч находится в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром к отражающей поверхности в точке падения.

2. Угол отражения равен углу падения ( $i = j$ ).

3. Остаётся неизменной величина телесного угла. Так отражают гладкие поверхности, неровности которых малы по сравнению с длиной волны падающего луча (гладкий полированный металл, стеклянные зеркала). Прозрачное стекло обладает направленным пропусканием.

4. Яркость лишь в направлении луча, а в остальных направлениях она равна 0

В практических условиях имеют место не только неравномерное распределение яркости в пространстве, но и неравномерное распределение яркости во времени.

Например, при переводе взгляда с поверхности одной яркости на другую или при изменении освещённости во времени и постепенном затенении рабочей поверхности.

При этом глаз должен приспособиться к новым условиям. Этот процесс приспособления называется адаптацией. Длительность процесса

адаптации зависит от соотношения яркостей и от их абсолютного значения.

Частая пере адаптация, возникающая при неравномерном распределении яркости во времени и в пространстве (когда кратность яркостей поверхностей, расположенных в поле зрения превышает 3/5) приводит к изменению чувствительности глаза и к возникновению зрительного утомления.

Поэтому кроме благоприятного распределения яркости в поле зрения, необходимо постоянство освещённости. Колебания освещённости на рабочей поверхности могут быть вызваны либо колебаниями напряжения в электрической сети, либо пульсацией светового потока в разрядных лампах, питаемых переменным током промышленной частоты.

Колебания напряжения в осветительных сетях строго нормируются (ГОСТ 13109-97 «нормы качества электрической энергии у её приёмников, присоединённых к электрическим сетям общего назначения»).

$$U_{\%} = 1 + \frac{\delta}{n}$$

n - число колебаний в час;

$U_{\%}$  - допустимые резкие колебания напряжения, выраженные в % от номинального ( $U_n$ ).

Глубина пульсации освещённости на рабочей поверхности, являющаяся следствием пульсации светового потока в разрядных лампах, питаемых переменным током, оценивается коэффициентом пульсации освещённости.

$$K_n = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2 E_{\text{cp}}} 100 \% \quad (1 - 33)$$

щённости.

$E_{\max}$  - максимальное значение освещённости за период колебания, лк

$E_{\min}$  - минимальное значение освещённости за период колебания, лк.

$E_{\text{cp}}$  - среднее значение освещённости за период колебания, лк.

Значение коэффициента пульсации для промышленных предприятий нормируется в зависимости от точности работы и системы освещения.

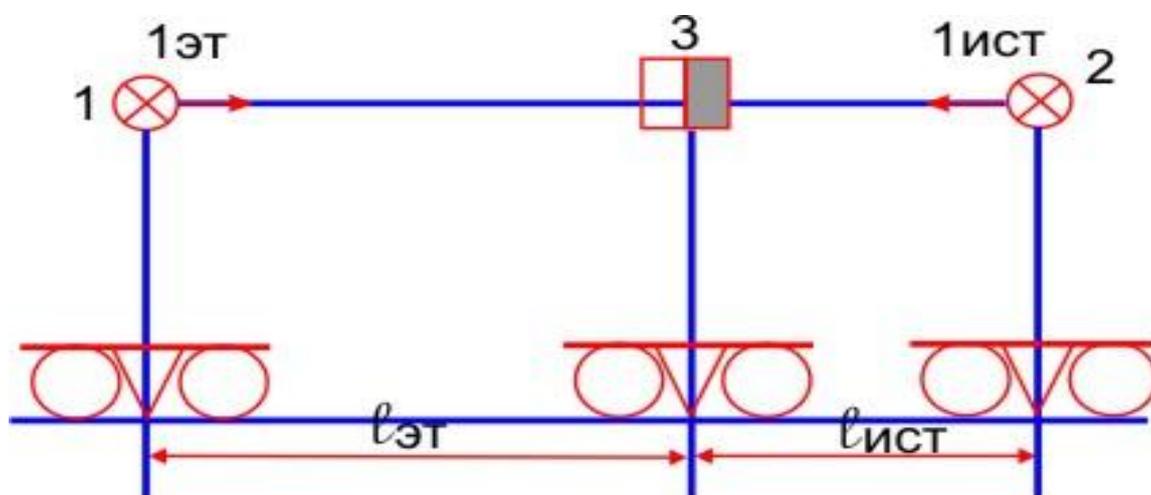
Следовательно, все вышеперечисленные факторы, влияющие на видимость объекта различения, должны учитываться при проектировании. Поэтому они и положены в основу действующих норм искусственного освещения.

**ТЕМА -5**  
**СВЕТОВЫЕ СВОЙСТВА ТЕЛ И СВЕТОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.**  
**ЗРИТЕЛЬНАЯ ФОТОМЕТРИЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ ФОТОМЕТРИЯ.**  
**ИЗМЕРЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ СИЛА СВЕТА И СВЕТОВОГО**  
**ПОТОКА.**

Измерение световых характеристик источников света и осветительных приборов, а также характеристик условий освещения помещения и открытых пространств могут осуществляться зрительными и физическими методами.

**Зрительная (субъективная) фотометрия**

Индикатором является глаз человека. Зрительная фотометрия основывается на способности глаза оценивать с достаточной степенью точности равенство яркостей двух оптических смежных и близких по цветности полей сравнения.



1. источник света (эталон), сила света которого известна.
2. источник света (испытываемый), силу света которого необходимо определить.
3. трёхгранная призма из диффузорассеивающего материала (гипса) (фотометрическая головка).

Перемещая фотометрическую головку можно добиться равенство яркостей, а, следовательно, и освещённости граней призмы, и определить, таким образом, 1ый испытываемый.

Точность измерений при этом зависит от соблюдения следующих требований:

1. Соответствие спектральной чувствительности глаза наблюдателя нормализованной функции, относительной спектральной световой эффективности излучения.
2. Яркость полей сравнения не должна быть менее  $5-10 \text{ кд/м}^2$  и не должна превышать  $30 - 50 \text{ кд/м}^2$ .

3. Угловой размер поля зрения таких приборов ограничивается пределами ( $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ) (для использования лишь колбочкового аппарата).
4. Одинаковость цветностей сравниваемых излучений.

#### Недостатки зрительной фотометрии.

1. Зависимость от индивидуальных особенностей и состояния организма наблюдателя (физическая усталость и пр.).
2. Зависимость от окружающих условий.
3. Длительность процесса измерения.
4. Необходимость расчётов при измерении.

### **Физическая (объективная) фотометрия**

Индикатор - физические приборы, фотоэлементы, фотоэлектронные множители, болометры.

#### Достоинства:

1. Возможность непосредственной количественной оценки измеряемых величин при условии близости (схожести) кривой спектральной чувствительности физического приёмника лучистой энергии и кривой относительной спектральной световой эффективности излучения.
2. Быстрота и воспроизводимость результатов измерения
3. Возможность измерений не только в видимой части спектра, но и в прилегающих к нему участках ультрафиолетовых и инфракрасных излучений.

Широко распространены в качестве приёмников лучистой энергии следующие элементы:

#### **Вентильный фотоэлемент**

Для световых измерений наиболее широкое распространение получили селеновые фотоэлементы, спектральная чувствительность которых наиболее близко совпадает с нормализованной кривой относительной спектральной световой эффективности излучения.

непрозрачный для световых лучей.

3. Запирающий слой, обладающий односторонней проводимостью от селена к золоту.
4. Тончайший прозрачный слой (5 нм) золота или платины.
5. Металлическое кольцо (соединяется с отрицательным зажимом фотоэлемента).
6. Гальванометр.

## Зависимость фототока селенового фотоэлемента от освещённости при различных сопротивлениях внешней цепи

Полная пропорциональность измерения фототока изменению освещённости в плоскости фотоэлемента сохраняется при замкнутой накоротко внешней цепи (Столетов), когда её сопротивление равно 0.

Достоинства селенового элемента:

1. Максимум кривой спектральной чувствительности селенового фотоэлемента расположен вблизи максимума нормализованной кривой относительной спектральной световой эффективности. Практически полное совпадение этих кривых может быть достигнуто с помощью прозрачных корректирующих фильтров.

2. Отсутствие необходимости во внешнем источнике питания.

3. Пропорциональность между фототоком и освещённостью.

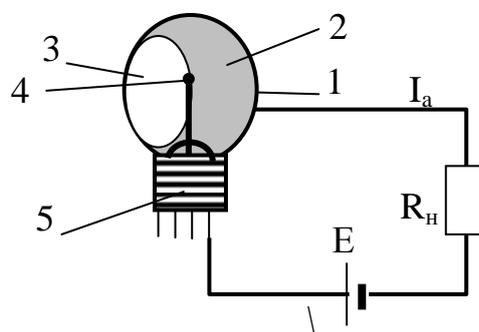
4. Интегральная чувствительность селеновых фотоэлементов лежит в пределах от 300 до 750 мкА/лм и зависит от материала наружного электрода, покрывающего слой селена.

Недостатки:

1. Инерционность (номинальный ток устанавливается в течение  $10^{-2}$  или  $10^{-3}$  с после начала освещения).

2. Зависимость фототока от температуры окружающей среды.

## Фотоэлемент с внешним фотоэффектом (электривакуумный)



*Фотоэлемент с внешним фотоэффектом типа ЦВ-1.*

1 – стеклянная колба;

2 – слой светочувствительного вещества (катод);

3 – окно для лучей света;

4 – анод;

5 – цоколь;

Штырьки цоколя служат: один для вывода анода, остальные для закрепления лампы на панели. Е – источник питания;  $R_n$  – сопротивление нагрузки.

Внутренняя поверхность стенок стеклянной колбы покрыта тонким слоем светочувствительного вещества (обычно используются щелочные металлы – калий, натрий, цезий и т.п.). Этот слой является катодом фотоэлемента. Часть стенки колбы не имеет такого покрытия и образует окно для поступающих лучей света.

Против окна в центре колбы установлен анод в виде металлической сетки, кольца или диска.

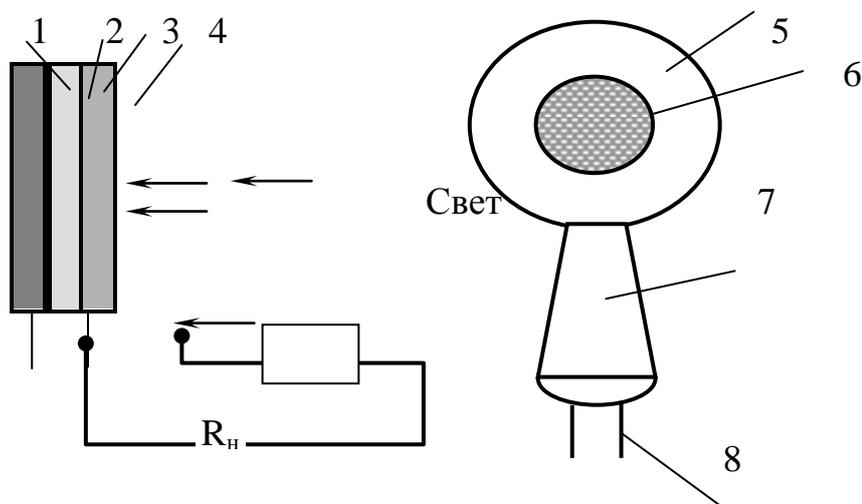
В вакуумных фотоэлементах из колбы откачан воздух, а в газонаполненных колба заполнена инертным газом аргоном.

Электрическое поле между катодом и анодом создаётся аккумуляторной батареей. Фотоны, падая на светочувствительный слой фотоэлемента, выбивают из него электроны, которые под действием электрического поля между катодом и анодом летят к аноду, образуя электрический ток в цепи фото элемента. Этот фототок в цепи фотоэлемента пропорционален плотности падающего на катод светового потока, измеряется гальванометром .

Если включить фотоэлемент в цепь источника постоянного тока, то при освещении фотоэлемента за счет отрыва электронов от катода под действием света в цепи возникает анодный ток  $I_a$  порядка нескольких микроампер.

При постоянном напряжении величина тока в фотоэлементе зависит от величины светового потока.

Фотоэлементы с запирающим слоем (с внутренним фотоэффектом) при освещении создают ЭДС, которую можно усилить и использовать для управления осветительной установкой.



### Фотоэлемент с запирающим слоем.

а – схема; б – внешний вид.

1- металлический диск; 2 – запирающий слой; 3 – полупроводник; 4 – полупрозрачный электрод; 5 – корпус; 6 – окно; 7 – рукоятка; 8 – провод.

Эти фотоэлементы по устройству сходны с полупроводниковыми выпрямителями, у которых на границе проводника с полупроводником возникает запирающий слой. Световой поток, воздействуя на полупроводник, освобождает часть электронов, что приводит к возникновению ЭДС. Если такой фотоэлемент присоединить к электрической цепи, имеющей сопротивление нагрузки  $R_H$ , то возникает ток  $I_0$ .

Зная соотношение между величиной освещенности и током в цепи, можно отградуировать гальванометр непосредственно в единицах освещенности – люксах (лк), что и использовано в приборах для измерения освещенности в люксметрах.

В фотоэлементах с запирающим слоем в качестве полупроводника используют: селен, сернистый таллий, сернистое серебро или закись меди. Для создания полупрозрачного электрода обычно напыляют на полупроводник чрезвычайно тонкий, прозрачный для света, слой неокисляющего металла (например, золота).

Фотоэлементы, изготовленные на основе закиси, меди называются купороксными. Купороксные фотоэлементы применяются как датчики различных приборов. Селеновые фотоэлементы используются в приборах для измерения освещенности – люксметрах.

**Фотосопротивления** – это полупроводниковые приборы, электрическое сопротивление которых меняется под воздействием света. Величина сопротивления фотосопротивлений убывает с увеличением освещенности.

Обычно для удобства монтажа, эксплуатации и для защиты от повреждений фотосопротивление помещают в металлический или пластмассовый корпус с окном, пропускающим свет. Фотосопротивления, как правило, включаются в цепь последовательно с источником питания.

Когда фотосопротивление, включенное в цепь, затемнено, через него проходит небольшой «темновой» ток, величина которого определяется приложенным напряжением и внутренним («темновым») сопротивлением. При освещении фотосопротивления его проводимость увеличивается (сопротивление уменьшается), и ток возрастает, причем изменение сопротивления и тока зависит от величины освещенности. Чувствительность фотосопротивлений выше чувствительности вакуумных фотоэлементов.

К недостаткам фотосопротивлений следует отнести довольно большую инерционность и отсутствие прямой пропорциональности между фототоком и освещенностью.

**Фотодиоды и фототранзисторы** находят применение (правда, в значительно меньшей степени) в качестве фотодатчиков.

**Фотодиод** обладает всеми свойствами обычного полупроводникового диода, но, кроме того, изменяет свои характеристики в зависимости от освещенности. Они помещены в металлический или пластмассовый корпус.

**Фототранзистор** - полупроводниковый прибор, воспринимающий световую энергию и обладающий свойством усиливать фототок под воз-

действием этой энергии. Фотодиоды и фоторезисторы отличаются высокой чувствительностью и малой инерционностью.

Интегральная чувствительность электровакуумных фотоэлементов ниже, чем у фотоэлементов с запирающим слоем 80-120мкА/лм.

В ионных фотоэлементах электроны, летящие к аноду, ионизируют на своём пути атомы газа, освобождая при этом новые электроны. В результате фототок ионного фотоэлемента возрастает до 6 - 10 кратного по сравнению с фототоком аналогичного электронного фотоэлемента при тех же уровнях освещённости.

Для предотвращения возникновения дугового разряда в цепи газонаполненного фотоэлемента необходимо включать большое сопротивление, ограничивающее анодное напряжение.

#### Преимущества ионных фотоэлементов

Ионные фотоэлементы обладают более высокой интегральной чувствительностью по сравнению с электронными (вакуумными) фотоэлементами.

#### Недостатки (по сравнению с вакуумными)

1. Отсутствие прямой пропорциональности между фототоком и плотностью падающего на катод светового потока;
2. Малая температурная устойчивость;
3. Большой тёмновой ток.

## Т Е М А № 6

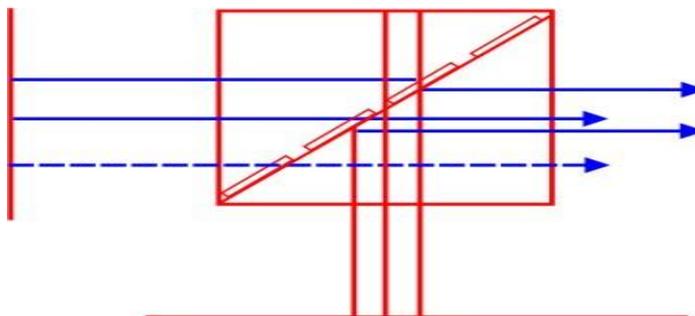
### ФОТОМЕТРИЯ И ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ СВЕТОВЫХ ВЕЛИЧИН.

#### Измерение силы света

Для этой цели служат фотометрические приборы, называемые линейными и распределительными фотомерами.

#### Линейный фотомер

Принцип тот же, но вместо призмы в качестве головки кубик, состоящий из двух призм.



В качестве эталона силы света применяются лампы накаливания особой конструкции.

Равенство яркости = равенству освещенности.

$$I_{ист} = I_{\text{эт}} \frac{l_{ист}^2}{l_{\text{эт}}^2} \quad (2 - 1)$$

Для измерения можно пользоваться люксметрами.

Для измерения силы света в различных направлениях пространства пользуются приборами - распределительными фотомерами.

Система зеркал на поворотной штанге, которая вращается вокруг испытуемого светильника. Луч направляется в фотомерную головку или фотоэлемент линейного фотомера.

#### Измерение освещённости

Для измерения освещённости применяются специальные фотометрические приборы, получившие название люксметров.

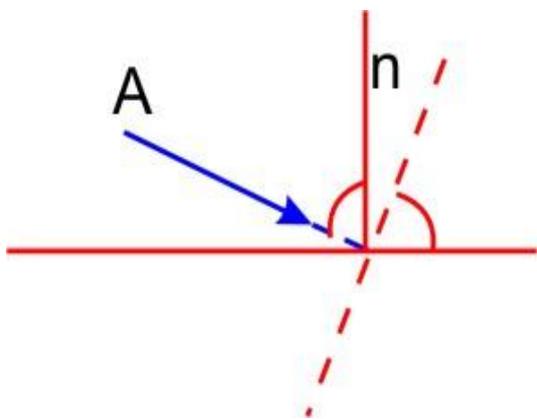
Люксметр - это селеновый фотоэлемент, в цепь которого включён стрелочный гальванометр (Ю-16). Шкала гальванометра градуируется в люксах по стандартному источнику А с цветовой температурой  $T = 2854^{\circ}\text{K}$ , спектральный состав излучения которого приближается к спектральному составу ламп накаливания средней мощности (200 - 300 Вт).

Для измерения больших значений освещённости прибор снабжается шунтами и нейтральными фильтрами, надеваемыми на фотоэлемент. Люксметр не имеет корректирующего фильтра, поэтому при измерении освещённости от источников света со спектральным составом, отличным

от источника А, необходимо вводить поправочный коэффициент (Лампы-0,9, АБ-1,1)

В более совершенных люксметрах перед фотоэлементом устанавливают специальный жёлто-зелёный светофильтр, имеющий пониженное пропускание в фиолетовом и красном участках спектра.

С помощью таких люксметров можно измерить освещённость от источников с любым спектральным составом света без последующего пере-



расчёта, т.к. кривая чувствительности этих люксметров практически совпадает с нормализованной кривой относительной световой эффективности. Закон косинуса - это закон изменения освещённости от точечного источника. Показания люксметра соответствуют лишь в пределах от 0° до 60°, поэтому при измерении освещённости в горизонтальной плоскости от низко расположенного

источника следует измерить освещённость в плоскости перпендикулярной направлению силы света источника, а затем умножить полученное значение на  $\cos\beta$ , где  $\beta$  - угол между нормалью к горизонтальной плоскости и направлением на источник света.

Сопротивление гальванометра должно быть значительно меньше внутреннего сопротивления фотоэлемента.

При измерениях необходимо вводить температурный коэффициент, если условия при измерении резко отличаются от тех, при которых проводилась градуировка прибора.

Цветовая температура чёрного тела, при которой цвет его излучения совпадает с цветом излучения данного тела.

Необходимо производить периодическую проверку люксметра, т.к. наблюдается старение селеновых фотоэлементов.

### Измерение светового потока

Осуществляется в шаровых фотомерах. Это полый шар, окрашенный изнутри белой диффузно - отражающей краской различного диаметра, в зависимости от величины светового потока. Испытуемый источник помещается внутрь шара.

$\rho \Phi_{\text{исп}}$   
первичное  
отражение

$\rho^2 \Phi_{\text{исп}}$   
вторичное  
отражение

Затем устанавливается некоторый световой поток.

Необходимость в измерениях освещённости возникает на предприятиях (для оценки достаточности освещения рабочих мест), помещениях

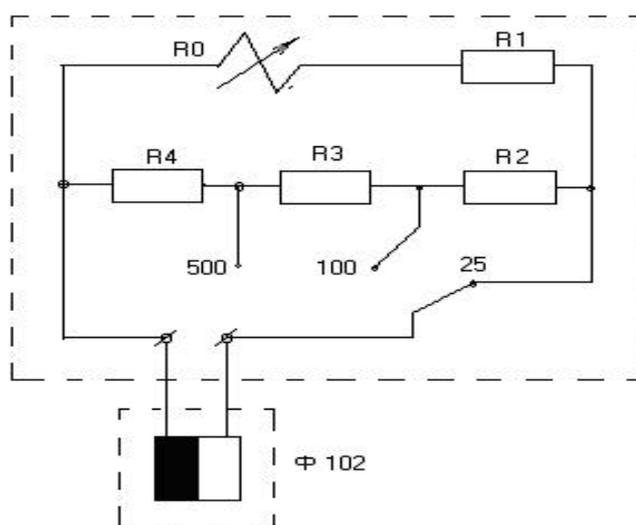
общественных и жилых зданий, на открытых пространствах, также в лабораторной обстановке.

Для измерения освещенности применяются специальные фото метрические приборы, получившие название люксометров. Простейший фотоэлектрический (объективный) люксометр представляет собой селеновый фотоэлемент, в цепь которого включен стрелочный гальванометр. Шкала гальванометра градуируется непосредственно в люксах по стандартному источнику с цветовой температурой  $T=2.854 \text{ К}$ , спектральный состав излучения которого приближается к спектральному составу ЛН средней мощности 200 -300 Вт.

Для измерения освещенности в полевых и лабораторных условиях применяется люксометр с селеновым фотоэлементом типа Ю-16. Селеновый фотоэлемент с пластмассовой ручкой присоединяется гибким проводом к гальванометру с зеркальной шкалой градуированной в люксах. Прибор имеет три основных предела измерения: до 2.5, до 100 и до 500 лк. Переход с одного предела на другой достигается включением соответствующих шунтов.

### Устройство люксометра

Для измерения освещенности применяются специальные фотометрические приборы, получившие название люксометров.



*Принципиальная схема люксометра Ю-16.*

Простейший фотоэлектрический (объективный) люксометр состоит из:

1. Светочувствительного датчика с селеновым фотоэлементом типа К-20, с помощью светочувствительного слоя площадью в  $20 \text{ см}^2$ . Селеновый фотоэлемент помещен в прямоугольную оправу, имеющую ручку для удобства пользования и съемную крышку. Крышка сделана для удобства смены ступенчатых светофильтров и связана с корпусом оправы при помощи штыков замка. Ступенчатые светофильтры состоят из двух матовых стенок, между которыми находится слой эмульсии, окрашенный в черный

цвет (светофильтры для видимой части спектра - нейтральны). Комплект ступенчатых фильтров (3 шт.) хранится в специальном футляре. Ступенчатые фильтры применяются в тех случаях, когда освещенность измеряемого объекта выше 500 лк. Каждому ступенчатому фильтру соответствует числовой множитель. Выбор ступенчатых светофильтров производится в зависимости от величины измеряемой освещенности.

2. Стрелочного гальванометра магнитоэлектрической системы помещенного в деревянный футляр.

Люксметр градуирован по светоизмерительной лампе накаливания. Шкала гальванометра градуируется непосредственно в люксах по стандартному источнику с цветовой температурой  $T=2.854 \text{ К}$ , спектральный состав излучения которого приближается к спектральному составу ЛН средней мощности 200 -300 Вт.

Предельное значение измеряемой освещенности без применения светофильтра составляет 500 лк.

### **Методика определения освещенности опытным путем**

Определение освещения опытным путем производится в следующем порядке:

1. В помещении, имеющем 3-4 источника света, намечаются 3-4 контрольные точки с таким расчетом, чтобы одна из них имела максимальную, вторая среднюю и третья - минимальную освещенности;

2. Помещение изолируется от дневного света и света посторонних источников;

3. Фотоэлемент прибора размещается в точках замера горизонтально и так, чтобы его не затенял наблюдатель. Гальванометр прибора также устанавливается горизонтально;

4. Производится замер освещенности в каждой из контрольных точек с 3-х кратной повторностью;

5. Результаты замеров заносятся в таблицу.

Фотоэлемент размещается в контрольных точках, где необходимо измерить освещенность. По положению стрелки гальванометра определяется число люкс, соответствующее измеряемой освещенности.

### **Методика определения освещенности расчетным путем**

Для определения освещенности расчетным путем применяется проверочный расчет, предусматривающий определение прямой и отраженной составляющей освещенности. Расчет производится для тех же контрольных точек. В общем случае освещенность  $E$  может рассматриваться как сумма двух составляющих – прямой и отраженной:

$$E = E_p + E_{p.o.} ,$$

где

$E_p$  – прямая составляющая освещенности на расчетной плоскости;  
 $E_{p.o.}$  - отраженная составляющая освещенности на расчетной плоскости;

Прямая составляющая освещенности в горизонтальной плоскости может быть определена по формуле:

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2 \cdot K} \quad (\text{от каждой лампы}),$$

где  $I_\alpha$  – сила света в данном направлении;

$K$  – коэффициент запаса (для данного помещения  $K = 1,3$ );

$\alpha$  – угол между вертикальной осью светильника и направлением силы света.

$H_p$  – расчетная высота (от светильника до расчетной плоскости).

Значение  $I_\alpha$  дается для светильников со световым потоком условной лампы 100 лк, поэтому значение следует пересчитать на действительный световой поток лампы:

$$I_\alpha = \frac{I_\alpha \cdot \Phi_{л0} \cdot 100}{1000}$$

где  $\Phi_{л0}$  – действительный световой поток лампы.

Отраженная составляющая может быть определена по формуле:

$$E_{p.o.} = \frac{n \cdot \Phi_l \cdot \eta \cdot \xi \cdot \rho_{cp} \cdot \Phi_u}{S_p \cdot k \cdot [1 - \rho_{cp} \cdot (1 - \Phi_u)]}$$

где  $n$  – число светильников;

$\Phi_l$  – световой поток лампы (лм);

$\eta$  – КПД светильника;

$\xi$  – доля потока, падающего на отражаемую поверхность;

$\rho_{cp}$  – среднее значение коэффициента отражения;

$\Phi_u$  – доля отраженного потока, падающего на пол;

$S_p$  – расчетная площадь;

$k$  – коэффициент запаса.

Поток, падающий на отражающую поверхность, определяется по формуле

$$\xi = 1 - \frac{k}{n \cdot \frac{\sum E_p \cdot S_p}{\Phi_{св}}},$$

где  $n$  – число контрольных точек;

$\Phi_{св}$  – световой поток светильников.

Отраженный поток, падающий на пол или расчетную точку, определяется по формуле:

$$\Phi_u = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot H \cdot (A + B)}{A \cdot B}},$$

где  $H$  – высота помещения;

$A$ ;  $B$  – ширина и длина помещения

Среднее значение коэффициента отражения определяется по формуле

$$\rho_{cp} = \rho_{cm} \cdot S_{cm} + \frac{\rho_{nom} \cdot S_{nom}}{S_{nom} \cdot S_{cm}},$$

где  $\rho_{cm}$  – коэффициент отражения стен, равный 0,3;

$\rho_{nom}$  – коэффициент отражения потолка, равный 0,5;

$S_{cm}$  – площадь стен;

$S_{nom}$  – площадь потолка.

**Для проведения расчета необходимо:**

1. Установить тип светильников и их КПД, мощность, напряжение и световой поток источника света;
2. При помощи линейки и шпагата (или рулетки) измерить расстояние от проекции оси светильника на расчетную плоскость до контрольной точки.
3. Определить размеры помещения: площадь потолка, пола и стен;
4. По справочнику, пособия к работе или литературе определить коэффициенты отражения стен и потолка;
5. Пользуясь кривыми распределения силы света в пространстве для данного светильника, подсчитать прямую составляющую освещенности в горизонтальной плоскости в каждой контрольной точке от светильника;
6. Подсчитать отраженную составляющую освещенности;
7. Определить общую освещенность в каждой точке, результаты расчетов занести в таблицу;
8. Сравнить результаты расчетов и опытных замеров.

## ТЕМА -7

# ИСТОЧНИКИ СВЕТА И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ . ТЕОРИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. СВЕТОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.ИЗЛУЧЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ТЕЛ.

### Классификация современных источников света

По принципу преобразования электрической энергии в энергию видимых излучений современные электрические источники света могут быть поделены на две основные группы: тепловые, представителями которых являются лампы накаливания (ЛН), и газоразрядные лампы (ГЛ), к числу которых относятся трубчатые люминесцентные лампы низкого давления и газоразрядные лампы высокого давления.

**Лампы накаливания** относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение (свет) в них получается в результате нагрева электрическим током вольфрамовой нити.

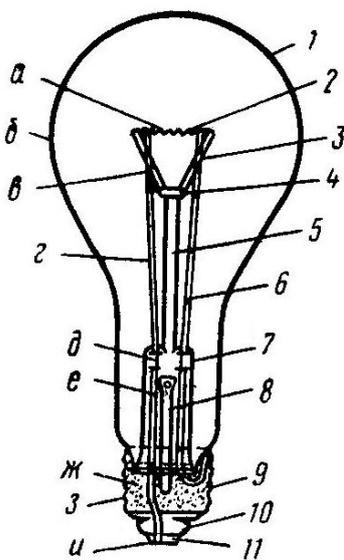
**В газоразрядных лампах** видимое излучение возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов или паров металлов, которыми заполняется колба лампы. Газоразрядные лампы называют люминесцентными, так как изнутри колбы покрыты люминофором, который под действием ультрафиолетового излучения, излучаемого электрическим разрядом, светится, преобразуя тем самым невидимое ультрафиолетовое излучение в свет.

**Лампы накаливания** наиболее широко распространены в быту из-за своей простоты, надежности и удобства эксплуатации. Находят они применение и на производстве, в организациях и учреждениях, но в значительно меньшей степени. Это связано с их низкой светоотдачей — 7...20 лм/Вт (светоотдача лампы — это отношение светового потока лампы к ее электрической мощности), небольшим сроком службы — до 2500 ч, преобладанием в спектре желтых и красных лучей, что сильно отличает спектральный состав света от солнечного света. В маркировке ламп накаливания буква В обозначает вакуумные лампы, Г — газонаполненные, К — лампы с криптоновым наполнением, Б — биспиральные лампы.

**Газоразрядные лампы** получили наибольшее распространение на производстве, в организациях и учреждениях, прежде всего из-за значительно большей светоотдачи (40...110 лм/Вт) и срока службы (8000...12000 ч). Газоразрядные лампы в основном применяются для освещения улиц, иллюминации, световой рекламы. Подбирая сочетание инертных газов, паров металла, заполняющих колбы ламп, и люминофора, можно получить свет практически любого спектрального диапазона — красный, зеленый, желтый и т. д. Для освещения в помещениях наибольшее распространение получили люминесцентные лампы дневного света, колба которых заполнена парами ртути. Свет, излучаемый такими лампами, близок по своему спектру к солнечному свету. Газоразрядные люминесцентные лампы бывают низкого давления, с разным распределением светового потока по спектру: лампы белого света (ЛБ); лампы холодно-белого света (ЛХБ); лампы с улучшенной цвето-

передачей (ЛДЦ); лампы тепло-белого света (ЛТБ); лампы, близкие по спектру к солнечному свету (ЛЕ); лампы холодно-белого света улучшенной цветопередачи (ЛХБЦ). Лампы ЛЕ, ЛДЦ применяются в случаях, когда предъявляются высокие требования к определению цвета, в остальных случаях — лампы ЛБ, как наиболее экономичные.

К газоразрядным лампам высокого давления относятся: дуговые ртутные лампы с исправленной цветностью (ДРЛ); ксеноновые (ДКсТ), основанные на излучении дугового разряда в тяжелых инертных газах; натриевые высокого давления (ДНаТ); металлогалогенные (ДРИ) с добавкой йодидов металлов. Лампы ДРЛ рекомендуются для производственных помещений, если работа не связана с различением цветов (в высоких цехах машиностроительных предприятий и т. п.), и наружного освещения. Лампы ДРИ имеют высокую световую отдачу и улучшенную цветность, применяются для освещения помещений большой высоты и площади.



## Электрические лампы

### 1. Стандартные осветительные лампы накаливания

Лампы накаливания предназначены для освещения промышленных предприятий, учреждений, жилых помещений и т.п. и выпускаются в баллонах из прозрачного стекла. Лампы мощностью до 50 *Вт* выпускаются так же в матированных изнутри или окрашенных в молочный цвет баллонах. Лампы мощностью до 300 *Вт* изготавливают как с резьбовыми (диаметром 27 мм), так и со штифтовыми (диаметром 22 мм) нормальными цоколями; лампы большей мощности - только с резьбовыми цоколями (диаметром 40 мм). Выпускают так же более экономичные биспиральные лампы (с дважды спирализованной нитью накала) мощностью от 55 до 109 *Вт*.

Конструкция осветительной лампы накаливания общего назначения 1-колба, 2-спираль, 3-крючки, 4-линза, 5-штабик, 6-электроды, 7-лопатки, 8-штангель, 9-цоколь, 10-изолятор, 11-нижний контакт. Материалы: а-вольфрам, б-стекло, в-молибден, г-никель, д-медь, сталь, никель, е-медь, ж-цокольная мастика, з-латунь, сталь, и-свинец, олово

Для местного и переносного освещения изготавливают лампы пониженного напряжения (12 - 36 В) мощностью от 11 до 50 Вт.

Средняя продолжительность срока службы всех типов ламп накаливания при нормальном напряжении не менее 1000 часов.

Для изготовления тела накала лампы применяется вольфрам в виде проволоки. Стремление к дальнейшему повышению эффективности ЛН привело к появлению двойных спиралей (биспиральные лампы).

Нормальное давление газа в лампах не превышает 0,1 МПа (600 мм.рт.ст.), так как дальнейшее повышение давления вызывает технологические трудности.

Лампы мощностью до 150 Вт выпускаются вакуумными (В) исключение составляют биспиральные лампы мощностью 40, 60 и 100 Вт. выпускаемые также и с криптоновым наполнением (К). Лампы газополные в условном обозначении содержат букву Г, лампы с биспиральной нитью – букву Б.

## Т Е М А № 8

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ. КОНСТРУКЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Лампы накаливания с баллонами, наполненные инертным газом - криптоном, наиболее совершенные источники света температурного излучения. Лампы применяют для освещения в жилых домах.

В результате наполнения криптоном и применения биспиральной нити накала лампы накаливания с криптоновым наполнением обладают большей экономичностью по сравнению с обычными лампами (при той же продолжительности горения) и меньшими размерами. Лампы выпускаются в прозрачных, матированных или окрашенных в молочный цвет баллонах

А также 4 типа размера двухэлектродных ламп ДРЛ мощностью 250, 500, 750 и 1000 Вт. на напряжении 220 В. Основным параметром, определяющим световые характеристики ЛН при заданных размерах типа накала и конструкции лампы, является температура тела накала. Предельной температурой тела накала является температура плавления металла, из которого оно выполнено. Фактическая температура тела накала выбирается более низкой из соображения обеспечения заданной продолжительности горения лампы. Обычно температура тела накала вакуумных ламп не превышает 2400 К, а в газополных лампах доходит до 2900 К.

Световой поток ЛН находится в прямой зависимости от электрической мощности лампы и температуры тела накала. В процессе горения лампы происходит постепенное распыление вольфрама, что приводит к уменьшению диаметра нити и увеличению ее сопротивления, следовательно, к уменьшению мощности и светового потока. Уменьшение светового потока в процессе горения возникает так же из-за потемнения колбы в результате оседания на ее стенках распыленного вольфрама.

Поэтому допускается уменьшение светового потока на 15-20% начального значения и отклонение светового потока и мощности в пределах 5-10% номинального значения.

Световая отдача является характеристикой, определяющей экономичность ЛН, и определяется по формуле:

$$H = \frac{\Phi}{P}$$

где  $\Phi$  – световой поток, лм.

$P$  – мощность лампы, Вт.

Световая отдача находится в прямой зависимости от температуры тела накала лампы.

Световой поток имеет зависимость

$$\Phi_{ист} = \frac{\Phi_{эм} \cdot E_{ист}^2}{E_{эм}}$$

Средняя продолжительность горения ламп определяется в первую очередь распылением вольфрама с тела накала, возникающим по действием высокой температуры.

Уравнения, связующие основные параметры ламп накаливания с напряжением.

- |  |  |
|--|--|
| 1. Зависимость мощности                | $\frac{P}{P_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{\frac{8}{5}}$ |
| 2. Зависимость светового потока        | $\frac{\Phi}{\Phi_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{3,6}$   |
| 3. Зависимость световой отдачи         | $\frac{H}{H_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^2$             |
| 4. Зависимость срока службы            | $\frac{T}{T_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{-14}$         |
| 5. Зависимость температуры тела накала | $\frac{t}{t_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{\frac{1}{3}}$ |
| 6. Зависимость тока                    | $\frac{J}{J_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{\frac{3}{5}}$ |

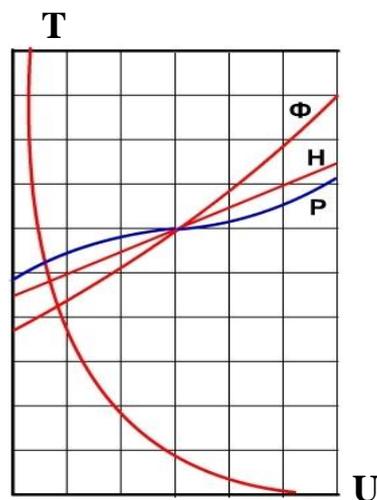


График зависимости основных характеристик ламп накаливания от напряжения (Φ-световой поток, H-световая отдача, P-мощность, T-средняя продолжительность горения)

На рис. представлены графические зависимости основных характеристик ЛН от напряжения в электрической сети.

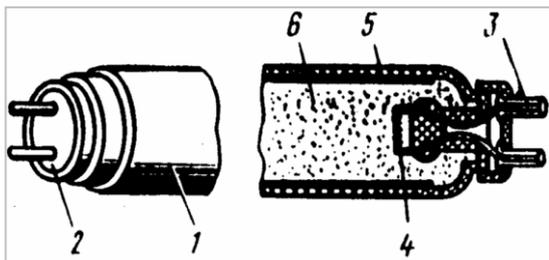
Как следует из графика, повышение напряжения значительно сокращает продолжительность горения лампы, что объясняется повышением температуры нити и ускоренным ее разрушением за счет распыления вольфрама. Снижение напряжения в сети по сравнению с номинальным значением вызывает уменьшение светового потока, излучаемого лампой, а также ее мощности. Уменьшение светового потока происходит быстрее, чем мощности, что определяет сокращение световой отдачи лампы при снижении напряжения. При изменении напряжения на  $\pm 1\%$  световой поток лампы меняется на  $\pm 2,7\%$ , а средняя продолжительность горения на  $\pm 13\%$ .

## Т Е М А № 9

### ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ

Люминесцентная лампа представляет собой газосветную ртутную лампу со стеклянной колбой цилиндрической формы. Внутренняя поверхность колбы покрыта специальным составом (люминофором), флуоресцирующим (светящимся) под влиянием излучения, создаваемого электрическим разрядом внутри колбы.

Люминесцентные лампы обладают следующими преимуществами перед лампами накаливания: 1) они значительно экономичнее; 2) дают свет, близкий по спектру к дневному, что бывает необходимо на ряде производств (например, в полиграфической и текстильной промышленности); 3) температура колбы значительно ниже (не выше +50 С); 4)



срок службы люминесцентных ламп в 2 - 2,5 раза больше.

1.Колба; 2.Цоколь; 3.Контактные штырьки цоколя; 4.Электрод; 5.Слой люминофора; 6.Ртутные пары.

Конструкция люминесцентной лампы

Люминесцентные лампы имеют, однако, следующие недостатки:

1) они требуют специальных пусковых приспособлений для включения в сеть: дросселей, термических реле (зажигателей);

2) при питании от сетей переменного тока они дают так называемый стробоскопический эффект, т.е. изменяют световой поток под влиянием периодического изменения протекающего тока, что создаёт неприятное впечатление, иногда оказывает вредное влияние на зрение, а при наличии в помещении движущихся механизмов может быть причиной несчастных случаев, так как при некоторых скоростях создаётся ложное впечатление неподвижности движущихся механизмов; в этих случаях обязательно должны приняты меры по ослаблению стробоскопического эффекта, что не представляет больших трудностей;

3) при понижении температуры окружающего воздуха количество света, отдаваемого лампами, понижается, а при температуре ниже чем +5С лампы работают неустойчиво и могут вообще не зажечься, что ограничивает область их применения.

Схема включения люминесцентной лампы приведена на рис

Необходимость зажигающего стартера в схеме включения обуславливается применением в лампе электродов, требующих разогрева в момент пуска. После зажигания лампы предварительный накал должен быть выключен, так как в процессе работы лампы электроды нагреваются разрядным током. Включение и выключение предварительного накала осуществляются с помощью зажигающего - небольшой лампы тлеющего разряда. Включение дросселя в цепь лампы индуктивного сопротив-

ления значительно снижает коэффициент мощности установки. Для повышения коэффициента мощности рекомендуется включать в схему С (С-емкость), величина которого выбирается в зависимости от мощности лампы.

Установки с люминесцентными лампами при отсутствии соответствующих защитных устройств являются источниками радиопомех. Для снижения радиопомех в схему рекомендуется включать конденсаторы.

**Люминесцентные лампы** часто используются также во вспомогательных помещениях (санузлы, лестницы: коридоры) из эстетических соображений в целях однотипности источников света в пределах здания; и в помещениях, где их применение обусловлено архитектурно-художественными соображениями (музеи, картинные; галереи и т.д.).

Для общего освещения производственных помещений наибольшее распространение получили люминесцентные лампы ЛВ, как обладающие удовлетворительной цветопередачей и наиболее высокой световой отдачей. Для местного освещения тоже применяются люминесцентные лампы. Для освещения рабочих мест с повышенными требованиями к цветопередаче следует применять лампы ЛД, а при особо высоких требованиях к цветопередаче - лампы ЛДЦ, ЛХБ, ЛЕ. В помещениях для отдыха ЛТБ.

Люминесцентные лампы не должны применяться в помещениях, температура воздуха в которых длительно составляет менее +5°.

Все типы газоразрядных ламп не должны применяться;

а) в установках, питаемых от постоянного тока, или переключаемых на такое питание;

б) в установках, где ожидается хотя бы временное понижение напряжения до уровня ниже 90% от номинального;

с) при специальных требованиях к ограничению радиопомех.

аварийного и охранного освещения; допускается присоединение этих ламп к группам аварийного освещения, в качестве дополнительных, для повышения освещённости сверх нормированной для аварийного освещения.

Взамен ламп ДРЛ могут применяться натриевые лампы типа ДНаТ при отсутствии каких-либо требований к цветопередаче.

Ксеноновые лампы ДКсТ не должны применяться внутри помещений.

Галогенные лампы накаливания применяются;

а) в установках с лампами накаливания, если единичная мощность лампы превышает 1000 Вт и при наличии светильников необходимого исполнения;

б) при повышенных требованиях к цветопередаче и технической невозможности и нецелесообразности использования люминесцентных ламп;

с) в непромышленных помещениях, если это требуется по условиям

архитектуры помещения;

В прожекторных установках могут применяться обычные и галогенные лампы накаливания, лампы типа ДРЛ, ДРИ и ДКсТ.

В пыльных помещениях применяются зеркальные лампы накаливания и рефлекторные люминесцентные лампы и лампы типа ДРЛР.

Для аварийного освещения могут применяться только лампы накаливания или люминесцентные.

Эти лампы часто используются также во вспомогательных помещениях (санузлы, лестницы, коридоры) из эстетических соображений в целях однотипности источников света в пределах здания; и в помещениях, где их применение обусловлено архитектурно-художественными соображениями (музеи, картинные; галереи и т.д.).

## Т Е М А № 10

### СХЕМА СОЕДИНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ. НЕДОСТАТКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ

В этой системе общего равномерного освещения расстояние между светильниками в каждом ряду и расстояние между рядами выдерживается неизменным. Это равномерное расположение светильников применяется, когда надо обеспечить одинаковые условия освещения по всей площади помещения:

а) в производственных помещениях при высокой плотности расположения оборудования, если оно не создаёт теней на рабочих поверхностях и не требует изменения направления света (ткацкие);

б) в производственных помещениях, в которых по всей площади выполняются однотипные работы (литейные цехи);

с) в помещениях, в которых работа не требует большого и длительного напряжения зрения (V разряд по СНиП и ниже), а также во вспомогательных, складских и других помещениях;

д) в непроизводственных помещениях (залы);

е) при освещении территорий открытого пространства.

Эта система имеет некоторые гигиенические и эстетические преимущества.

#### **Система общего локализованного освещения**

Эта система позволяет одновременно с уменьшением установленной мощности по сравнению с вариантом равномерного размещения светильников обеспечить и лучшее качество освещения (создать нужное направление светового потока на рабочие поверхности и устранить тени от оборудования или самого рабочего) применяется в случаях:

а) в производственных помещениях при расположении рабочих мест группами, сосредоточенными на отдельных участках;

б) в производственных помещениях, в которых на отдельных участках выполняются работы различной точности, требующие разных уровней освещённости;

с) в производственных помещениях с большими по площади рабочими поверхностями, требующие высокой освещённости (закройные столы, разметочные плиты);

д) при освещении мест работы, на открытых пространствах, нуждающихся в повышенной освещённости по сравнению с уровнем освещённости территории;

е) в непроизводственных помещениях - для создания различных уровней освещённости в различных местах (внешние залы).

#### **Система комбинированного освещения**

Состоит из общего освещения и местного освещения рабочих мест. Система комбинированного освещения обычно характеризуется повышенными первоначальными затратами на оборудование за счёт дополнительных затрат на установку местного освещения. Но вместе с тем обладает рядом преимуществ: а) меньше установленная мощность, особенно при высоких значениях нормированной освещённости и расход электроэнергии, а, как следствие, и эксплуатационные расходы, которые определяются стоимо-

стью электроэнергии; б) удобство и гибкость в эксплуатации освещения; в) возможность менять направление светового потока и регулировать расположение теней, уровень видимости.

Применяется в случаях:

а) в производственных помещениях, где должны выполняться работы высокой точности (1-√(а, б) р. по СНиП);

б) в производственных помещениях с оборудованием, создающим глубокие и резкие тени на рабочей поверхности (прессы, штампы);

с) в производственных помещениях, в которых предъявляются специальные требования к качеству излучения;

д) в производственных помещениях с оборудованием, рабочие поверхности которых расположены вертикально или наклонно и нуждаются в высоких уровнях освещённости;

е) в производственных помещениях при ограниченной площади рабочей поверхности, при большой площади помещения, приходящейся на одно рабочее место, при возможности перестановки рабочих мест.

Устройство в помещениях только местного освещения запрещено. Временное местное освещение, осуществляемое ручными светильниками, называется переносным.

### **Рабочее освещение. Аварийное освещение**

Устройство рабочего освещения обязательно во всех случаях, независимо от наличия аварийного освещения.

1. Аварийное освещение необходимо для продолжения работы, если прекращение её из-за отсутствия рабочего освещения может вызвать:

а) взрыв, пожар, отравление людей (лечебные учреждения, места скопления людей);

б) длительное нарушение технологического процесса;

в) нарушение работы жизненных центров предприятий и городов, обслуживание. связь: электро- и водоснабжение и т.п.

это освещение должно создавать освещённость 5% нормированной для одного общего освещения в пределах:

2-30 лк - в зданиях;

1-5 лк - вне зданий.

2. Аварийное освещение для эвакуации людей

0,5 лк - в зданиях, 0,2 лк- вне зданий. Светильники аварийного освещения выделяются специальными знаками.

Аварийное освещение для эвакуации устраивается в проходах, производственных помещений с числом рабочих мест более 50 человек, в опасных для проходов местах и т.д.

3. Основные требования, предъявляемые к осветительным установкам.

- обеспечение нужного качества освещения;

- экономичность;

- надежность;

- простота выполнения;

- должны соответствовать требуемым нормам освещённости;

- фон;

- контраст;

- видимость;
- тени;
- постоянство освещенности во времени.

**Выбор схемы питания осветительной установки и напряжения сети.**

Питающие сети могут быть:

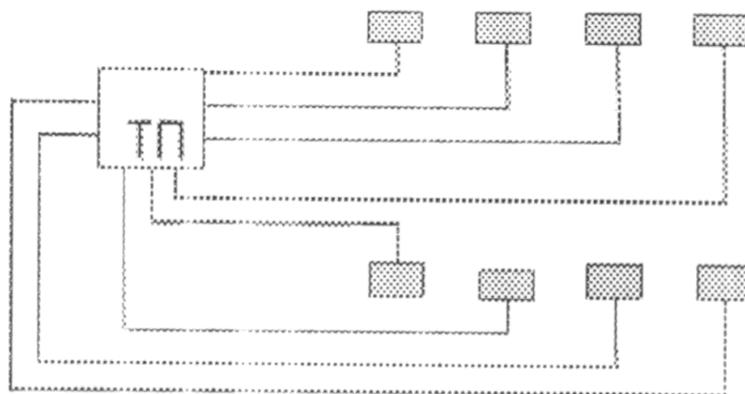


Рис.10.1 - радиальными (если ГЩ имеют нагрузку >200 кВт)

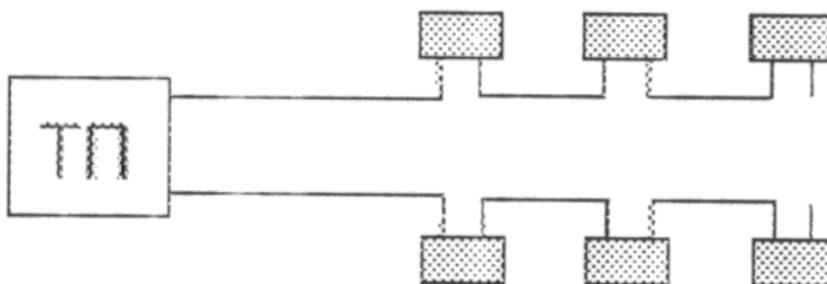


Рис.10.2. - магистральными.

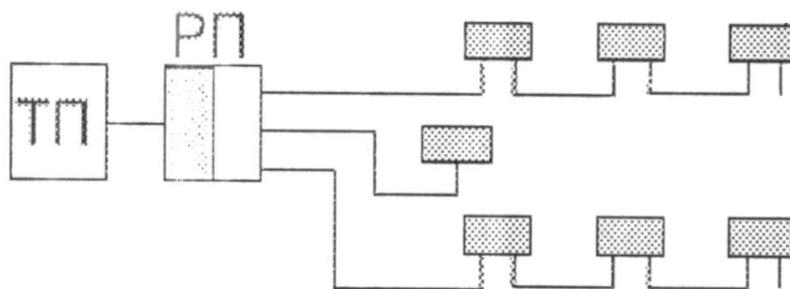


Рис.10.3 - радиально-магистральными

*РП – распределительный пункт;*  
*ГЩ- групповой щиток;*  
*ТП – трансформаторная подстанция.*

Выбор того или иного варианта схемы должен определяться:

1. требованиями к бесперебойности действия осветительной установки;
2. технико-экономическими показателями;
3. удобством управления и простотой эксплуатации осветительной установки.

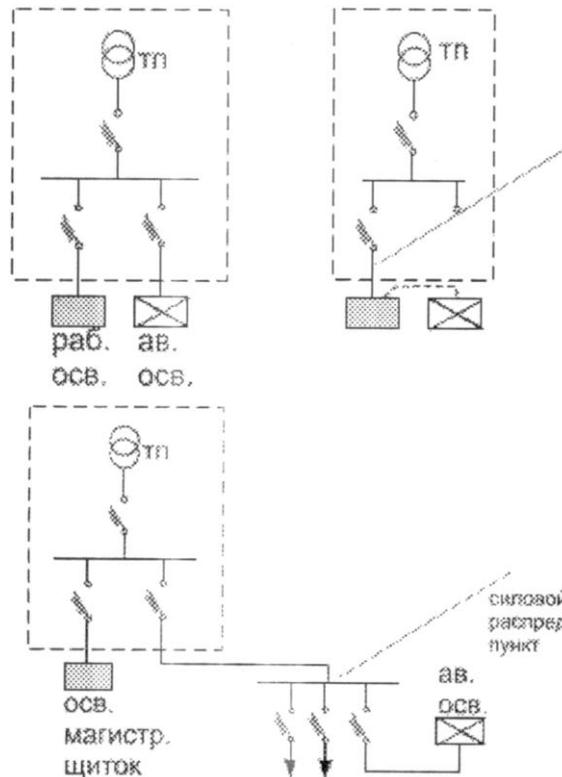


Рис.10.4

Аварийное освещение должно иметь незави - симый источник питания (аккумуляторная батарея; генератор с самостоятельным первичным двигателем; трансформатор, получающий питание независимой системы).

Если аварийное освещение для эвакуации устраивается в помещении с естественным светом, независимого источника питания не требуется:

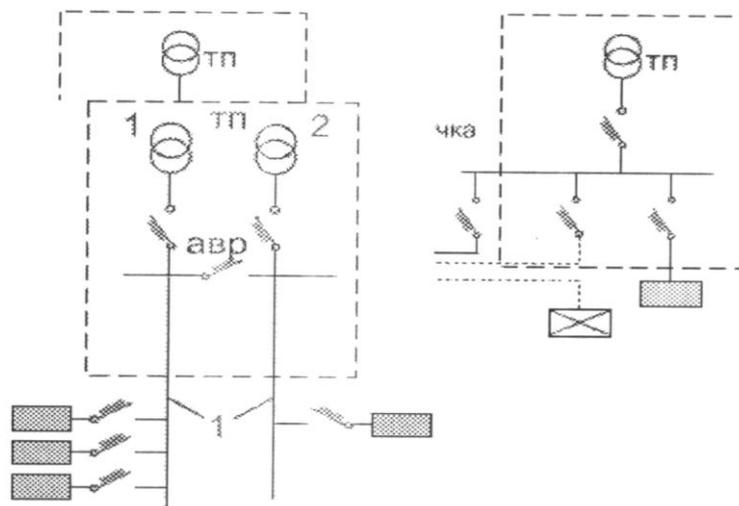


Рис.10.5

Это наиболее простые схемы питания от одного трансформатора, осуществляющие Рис. питание всех видов нагрузок: силовых и осветительных. При этом можно допустить питание аварийного освещения от силовой сети, т.к. чаще всего при отключении последней отпадает необходимость и в аварийном освещении.

Для осветительных электронагрузок II-ой и I-ой категории необходимо иметь более надежную систему питания.

Если при этом трансформаторы получают независимое питание, то такая схема обеспечивает электроснабжение осветительных нагрузок I категории.

Если подстанция двухтрансформаторная, то схема будет выглядеть так: на ТП имеется 2 независимых источника питания.

Для питания электронагрузок «особой» категории в схему добавляют ещё один источник питания (третий) аккумуляторная батарея. Переключение осуществляется автоматически через блок автопереключения (4).

В последнее время на промышленных предприятиях получили широкое распространение системы питания нагрузки по схеме блока трансформатор-магистраль.

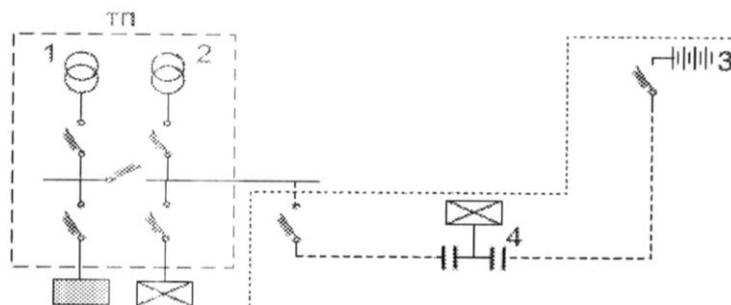


Рис.10.6

1.- Главная магистраль, от которой могут питаться вторичные магистрали. 2-Второй независимый источник питания. 3.-Аккумуляторная батарея 4.-Блок автопереключения.

#### Наружное освещение

Осуществляется отдельными линиями от подстанций. Для этой цели на подстанции имеются специальные щитки наружного освещения, которые питаются от шин низкого напряжения подстанции. Управление наружным освещением должно быть централизованным. Иногда предусматривают независимое управление на каждой из отдельных линий щитка наружного освещения, питающих различные участки. Необходимо иметь возможность и местного управления.

Линия - охранное освещение

Линия - освещение дорог

Линия -освещение отдельных участков работ.

При компоновке сети наружного освещения рекомендуется:

- выполнять линии в основном по трёхфазной системе (3 фазы и нуль)
- не присоединять к одной четырех проводной линии более 60 светильников;
- не допускать прокладку по общей трассе двух и более линий одного назначения;
- уменьшать число пересечений электросетью дорог, ж/д путей и проездов.

Дистанционное управление осуществляется с помощью контакторов или магнитных пускателей, катушки которых параллельно подсоединены к сети управления

Для большей надёжности рекомендуется предусмотреть возможности переключения сети управления с одного источника питания на другой.

Охранное освещение должно питаться и управляться аналогично рабочему освещению.

## Т Е М А № 11

### ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ, ИХ ПАРАМЕТРЫ И СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ. ЛАМПЫ ДРЛ

Ртутные лампы высокого давления с исправленной цветностью (ДРЛ) нашли применение в самых различных областях техники освещения.

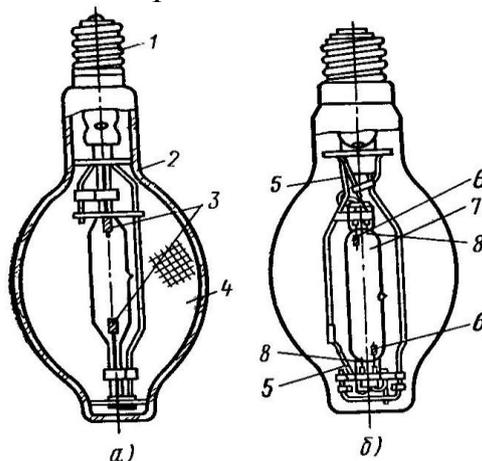


Рис.11.1 Газоразрядные лампы типа ДРЛ

а - двух электродная,      б - четырех электродная  
1-цоколь, 2-внешний баллон, 3-электрод, 4-люминофор, 5-сопротивление, 6-основной электрод, 7-кварцевая горелка, 8-дополнительный электрод.

Лампы ДРЛ представляют собой кварцевую разрядную трубку 1, установленную внутри стеклянной колбы 2 (рис.11.1). В разрядную трубку вводится дозированное количество ртути и аргон для облегчения зажигания и улучшения условий работы электродов 3, установленных по концам трубки. На внутренней поверхности колбы нанесен люминофор, преобразующий излучение ртутного разряда в видимое.

Нашей промышленностью выпускаются 6 типоразмеров ламп ДРЛ мощностью 80, 125, 250, 400, 700 и 1000 Вт.

Основными характеристиками ламп ДРЛ является мощность лампы, световой поток и средняя продолжительность горения ламп ДРЛ должна быть не менее 7500 часов.

Конструктивно ДРЛ рассчитаны на включение в сеть переменного тока с частотой 50 Гц и номинальным напряжением 220 В. Внутренние стенки колбы (баллона) лампы покрыты слоем люминофора — арсената магния, активизированного марганцем. Для поддержания стабильности свойств люминофора баллон заполнен углекислым газом. Ультрафиолетовое излучение ртутного разряда, воздействуя на люминофор, вызывает его свечение, характеризуемое наличием красного излучения с длиной волны 0,61 - 0,71 мкм. При этом цвет суммарного излучения лампы, состоящего из излучения люминофора, становится близким к белому.

Включение лампы в сеть осуществляется через специальный прибор включения, состоящий из дросселя и импульсного контура, с разрядником.

Импульсный контур, обладающий начальным напряжением пробоя 170 - 220 В, обеспечивает надежное зажигание лампы при понижении напряжения в сети (до 190 В) или понижении температуры окружающего воздуха (до - 40°C). Средняя продолжительность горения ламп ДРЛ равна 3000 ч. Ртутные лампы с исправленной цветностью, в особенности лампы ДРЛ, широко используются в различных осветительных установках. Большой световой поток ламп ДРЛ позволяет успешно применять их в установках уличного освещения

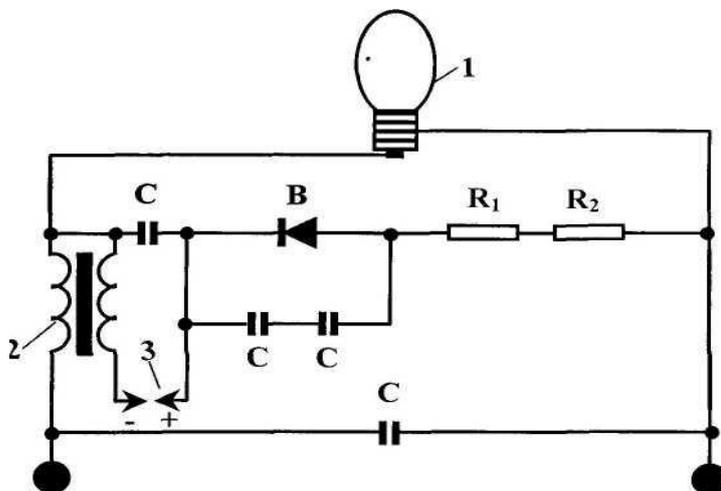


Рис 11.2. Схема включения ламп ДРЛ в сеть переменного тока  
1 —лампа; 2 - дроссель; 3 - разрядник

### Светильники

Для более эффективного использования светового потока и ограничения ослепленности электрические лампы устанавливаются в осветительной арматуре. Ослепление происходит, когда в поле зрения находится яркий источник света; результатом его является уменьшение способности различать предметы. Рабочие, которые постоянно подвергаются ослеплению, могут страдать от глазного напряжения, а также от функциональных расстройств, хотя часто они этого не осознают.

Ослепление может быть прямым, когда оно вызвано нахождением ярких источников света в поле зрения, или отраженным, когда свет отражается от поверхностей с высоким коэффициентом отражения. Избежать ослепления достаточно просто и сделать это можно несколькими способами. Одним из способов, например, является установка сеток под источниками освещения; можно также использовать охватывающие диффузоры или параболические рефлекторы, которые могут направлять свет туда, куда нужно, или установить источники света так, чтобы они были вне угла зрения.

Если в светильнике используется лампа без осветительной арматуры, то вряд ли распределение света будет приемлемым, и система почти наверняка будет неэкономичной. В таких случаях эта лампа будет источником ослепления для людей, находящихся в комнате, а эффективность установки будет значительно снижена из-за бликов.

Арматура с лампой называется светильником. Для регулирования светового потока в осветительной арматуре используются следующие методы:

- **ограничение светового потока:** если лампа установлена в непрозрачном корпусе только с одним отверстием для выхода света, то распределение света будет очень ограничено .

- **отражение светового потока:** Метод использует отражающие поверхности, которые могут быть самыми разнообразными, от глубоко матовых до сильно отражающих или зеркальных, метод более эффективен, чем ограничение светового потока, так как световое излучение концентрируется и направляется в зону, где необходимо освещение.

- **рассеяние светового потока:** лампа устанавливается в прозрачном материале, рассеивающим и создающим диффузный (рассеянный) световой поток; диффузоры поглощают некоторое количество излучаемой световой энергии, что снижает общий коэффициент полезного действия светильника, однако при этом исключается ослепляющее действие источника света

- **рефракция светового потока:** метод использует эффект призмы, где обычно стеклянный или пластмассовый материал призмы "искривляет" лучи света и таким образом перенаправляет световой поток; метод очень эффективен для общего освещения, его преимущество состоит в устранении бликов на отражающих поверхностях за счет создания диффузного освещения.

В светильниках может использоваться сочетание описанных методов регулирования светового потока.

В бытовых целях применяются светильники более разнообразных конструкций и форм, выполняющих не только осветительную, но и декоративную функцию.

По распределению света светильники подразделяются на светильники прямого, рассеянного или отраженного света

Светильники прямого света направляют более 80 % светового потока в нижнюю полусферу за счет внутренней отражающей эмалевой или полированной поверхности.

Светильники рассеянного света излучают световой поток в обе полусферы.

Светильники отраженного света более 80 % светового потока направляют вверх на потолок, а отражаемый от него свет — вниз в рабочую зону. Несмотря на их гигиенические преимущества (равномерность, отсутствие блескости и др.), в производственных условиях они применяются редко, так как для них требуется высокий коэффициент отражения потолка, что не всегда имеет место в условиях производства.

Для защиты глаз от ослепления светящейся поверхностью, служит защитный угол светильника — угол, образованный горизонталью от поверхности лампы (края светящейся нити) линией, проходящей через край арматуры светильника. Защитный угол светильников  $\beta = 30-45^{\circ}$ .

Освещенность рабочего места должна быть равномерной. Во всяком случае не должно быть значительной разницы в освещенности различных участков рабочего места, чтобы не требовалось частой переадаптации зрения. Например, поверхности предметов, с которыми в данный момент осуществляется работа, должны иметь одинаковую освещенность. Подсветка с помощью небольшого светильника только поверхности одного предмета приведет к различию в освещенности других предметов. Частое обращение к подсветке потребует постоянной адаптации зрения, что в конечном счете приведет к быстрому зрительному утомлению, снижению работоспособности, общему утомлению, психическому напряжению. Письменный стол должен располагаться в хорошо освещенном месте, желательно у окна. Человек за письменным столом должен располагаться лицом или левым боком к окну (для левшей — правым боком) для того, чтобы избежать образования тени от тела или руки человека. Светильник искусственного освещения должен располагаться относительно тела человека аналогичным образом.

Светильники должны располагаться над рабочим местом вне запретного угла, равного  $45^\circ$ . Кроме того, конструкция светильника должна исключать ослепление человека лучами, отраженными от рабочей поверхности. Для этого арматура светильника должна предусматривать направление прямых лучей, исходящих от источника под иными углами, исключая попадание отраженного луча в глаза человека.

При переходе из хорошо освещенного участка или помещения на плохо освещенный участок требуется некоторый промежуток времени для адаптации глаза к низкой освещенности. В этот период человек плохо видит. Это может привести к тому, что человек споткнется, упадет, наткнется на какой-либо предмет и т. д. и получит травму. Особенно большая опасность возникает при очень большой разнице в освещенности — более чем 20...30 раз, что требует значительного времени для глубокой переадаптации глаза, в течение которого человек очень плохо видит или не видит вообще.

Поэтому, если освещенность в помещении и коридоре, в который осуществляется выход из помещения, сильно различается, необходимо улучшить освещение в коридоре. Для снижения вероятности получения травмы указанные выше обстоятельства особенно важно учитывать на лестничных клетках и других травмоопасных местах.

- правильная организация освещения и условий для выполнения зрительных работ — залог сохранения хорошего зрения на долгие годы;
- при большем контрасте требуется меньшая освещенность; поэтому на рабочем месте желательно обеспечить большой контраст между объектом и фоном, на котором расположен объект; с темными предметами лучше работать на светлом фоне, а со светлыми — на темном фоне. Это позволит при меньшем значении освещенности успешно выполнять работу и снизить зрительное утомление;
- если изменить контраст объекта с фоном путем, например, изменения коэффициента отражения фона нельзя, необходимо увеличивать освещенность на рабочем месте.

## **Выбор типа светильников.**

### **Классификация помещений по окружающей среде.**

Электропомещение - это помещение или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для обслуживающего персонала, в которых установлено, находящееся в эксплуатации электрооборудование, предназначенное для производства преобразования и распределения электрической энергии.

#### Различаются:

Сухие - помещения, в которых относительная влажность не превышает 60 %. При отсутствии в таких помещениях условий, характерных для помещений жарких, пыльных и с химически активной средой. Такие помещения считаются нормальными.

Влажные - в которых пары или конденсирующаяся влага выделяется лишь временно и притом в небольших количествах и относительная влажность не превышает 75%.

Сырые - в которых относительная влажность близка к 100 % (потолок, стены, пол, предметы покрыты влагой).

Жаркие - в которых температура длительно превышает +30°.

Пыльные - в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.д. Пыльные помещения подразделяются на помещения с проводящей пылью и на помещения с непроводящей пылью.

С химически активной средой, в которых по условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

С точки зрения **поражения людей электрическим током** помещения различаются:

- с повышенной опасностью - характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- а) сырости или проводящей пыли;
- б) токопроводящих полов (в металлических землянках, железобетонных, кирпичных и т.д.).
- в) высокой температуры.

г) возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п. - с одной стороны, и к металлам и т.п., с другой стороны.

- особо опасные - помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- а) особой сырости;
- б) химически активной среды;
- в) одновременное наличие 2х или более условий повышенной опасности.

Без повышенной опасности - помещения, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» и «особую опасность».

**Пожароопасные** - установки (в помещениях и наружные), в которых применяются или хранятся горючие вещества. Различаются:

- помещения класса П-1. К ним относятся помещения, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45° (склады минеральных масел, установки по регенерации минеральных масел).

- помещения класса П-2. К ним относятся помещения, в которых выделяется горючая пыль или волокна, переходящие во взвешенное состояние. Возникающая при этом опасность ограничена пожаром (Деревообделочные цехи, мало запыленные помещения мельниц и элеваторов).

- помещения класса П-2а. К ним относятся производственные и складские помещения, содержащие твёрдые и волокнистые горючие вещества (дерево, ткани и т.п.).

- помещения класса П-3 (установки). К ним относятся наружные установки, в которых применяются или хранятся горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 45° (склады минеральных масел, открытые или под навесом), а также твёрдые горючие вещества (склады угля, торфа, дерева и т.п. открытые и под навесом).

**Взрывоопасные** - установки (в помещениях и наружные) в которых по условиям технологического процесса могут образовываться взрывоопасные смеси: горючих газов или паров с воздухом или кислородом, а равно как и с другими окислителями (например, с хлором); горючих пылей или волокон с воздухом при переходе их во взвешенное состояние. Различаются:

- **помещения класса В-1.** К ним относятся помещения, в которых выделяется горючие газы или пары в таком количестве и обладающие такими свойствами, что они могут образовывать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных не длительных режимах (переливающиеся легковоспламеняющиеся и горючие жидкости).

- **помещения класса В-1 а.** К ним относятся помещения, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих паров или газов с воздухом или другими окислителями не имеют места, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

- **помещения класса В-1 б.** К ним относятся те же помещения, что и В-1а, но с некоторыми особенностями (см ПУЭ VII-3-5).

- **помещения класса В-1 в.** К ним относятся наружные установки, содержащие взрывоопасные газы, пары, горючие и легковоспламеняющиеся жидкости, где взрывоопасные смеси возможны только в результате аварий или неисправностей (см ПУЭ VII-3-6).

- **помещения класса В-2.** К ним относятся помещения, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние, обладающие такими свойствами, что они способны образовывать с воздухом и другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы.

- **помещения класса В-2а.** К ним относятся помещения, в которых опасные состояние, указанные в В-2, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Стационарно установленные в таких помещениях светильники -- должны иметь следующие исполнения:

Выбор светильников должен определяться следующими основными условиями:

1. Характером окружающей среды.
2. Требованиям к светораспределению и ограничению слепящего действия.
3. Эстетическими соображениями (в определённых случаях).
4. Соображениям экономики. Экономичность светильника.

#### **Условия среды освещаемого помещения.**

При выборе светильников по условиям среды обязательны требования к исполнению их в пожаро и взрывоопасных помещениях.

В остальных случаях проектировщику предоставляется известная свобода выбора.

Но в сырых помещениях корпус патрона должен быть из изоляционных влагостойких материалов.

В особо сырых помещениях рекомендуется применение светильников в пыленепроницаемом, пылезащитном или брызгозащитном исполнении, имеющих уплотнённый или отдельный для каждого провода ввод.

В жарких помещениях - все части светильников должны быть из материала стандартной теплостойкости. Если есть необходимость, то в люминесцентных светильниках устанавливаются высокотемпературные амальгамные лампы. А в светильниках с лампами накаливания принимают мощность ламп на ступень ниже номинальной.

В пыльных помещениях, в зависимости от количества и характера пыли, допустимы полностью и частично пылезащищённые или пыленепроницаемые исполнения, в отдельных случаях допустимы и открытые исполнения, а при крупной волокнистой пыли допускается применение незащищённых перекрытых светильников - силикатное защитное стекло, защитные сетки.

В химически активных средах и в большинстве помещений с тяжёлыми условиями среды, допустимы пыленепроницаемые светильники, большинство которых обеспечивает высокую степень защиты и от воды.

Кроме этого, учитываются и дополнительные рекомендации по применению светильников в различного рода производственных помещениях (см справочную литературу).

#### **Светотехнический выбор светильников.**

От комплекса светотехнических характеристик светильников зависят:

- А. Энергетическая экономичность установки.
- В. Качество освещения:

1. Прямая и отражённая блёсткость.
2. Глубина и резкость теней.
3. Яркость стен и потолков.
4. Соотношение освещённостей различно ориентированных поверхностей.
5. Условия различения рельефных объектов.

Энергетическая экономичность светильника (т.е. величина, обратная потребляемой мощности) определяется полезной световой отдачей, помноженной на коэффициент использования светового потока на световую отдачу принимаемых ламп.

Основными светотехническими показателями (характеристиками) светильников, определяющими их выбор, являются:

1. Форма кривой силы света.
2. Распределение светового потока, излучаемого светильником в нижнюю и верхнюю полусферы окружающего светильник пространства.
3. Блёсткость и распределение блёсткости светильника в пространстве.

Для освещения производственных помещений, стены и потолок которых имеют низкий коэффициент отражения (стены - стекло, потолок - фермерные перекрытия) целесообразно применять светильники прямого света  $У$ ,  $Г_э$ ,  $Г_с$ ,  $Г_к$ , что гарантирует минимальные потери и максимальное использование светового потока  $Г_с$  и  $Г_к$  - зеркальные светильники, применяются при большой высоте помещения. Если стены и потолки таких помещений имеют высокие отражающие свойства, то целесообразно применение светильников прямого света, направляющие от 20% до 40% светового потока на потолок (ОДО, ШОД).

Светильники прямого света получили широкое распространение для освещения территорий промышленных предприятий, здесь же применяются диффузные светильники с широкой кривой силы света и максимум по оси симметрии светильника (СПО, У).

Светильники рассеянного света (ЛЦ, «Шар», ШОД), предназначены для освещения вспомогательных помещений, столовых, общественных и административно-конторских зданий, при световой отдаче стен и потолка (высокий коэффициент отражения).

Светильники отражённого света, применение которых связано с большими потерями светового потока источников света, используются в установках архитектурного освещения.

Блёсткость светильника не должна превышать величины, при которой в заданных условиях (размещение светильников и прочее) фактическое значение показателя ослеплённости превышает его нормированное значение. Прямая блёсткость уменьшается с применением рассеивающих экранирующих решёток и защитных углов.

## Т Е М А № 12

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК. СВЕТИЛЬНИКИ. ХАРАКТЕРИСТИКА СВЕТИЛЬНИКОВ. КЛАССИФИКАЦИЯ СВЕТИЛЬНИКОВ. ПРОМЫШЛЕННАЯ ЗАЩИТА СВЕТИЛЬНИКОВ. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВЕТИЛЬНИКОВ.**

Светильники, устанавливаемые в помещениях сырых, особо сырых, с едкими парами или газами, а так же на открытом воздухе, должны иметь 2 отверстия с изоляционными втулками для отдельного ввода проводов.

Раздельный ввод проводов необязателен при навинчивании светильника на стальные (газовые трубы) а так же при вводе в них освинцованных кабелей. В последнем случае отверстие для ввода кабеля снабжается сальником, а при отсутствии его кабель в отверстии заливается изолирующей массой.

Спуски светильников на длину до 1 м выполняются на стальной проволоке диаметром 1 -1,5 мм; при больших длинах спусков арматура подвешивается на полосовой или круглой (диаметром 6 - 7 мм) стали, а иногда на стальных (газовых) трубах диаметром 1/2". Провода между потолком светильником и потолком при небольших спусках (до 0,5 м) свободно висят, а при больших длинах прокладываются вдоль спуска на планках с роликами или заключаются в резиновую полутвёрдую (эбонитовую) трубку или изоляционную установочную трубку, которая прикрепляется к спуску. При подвеске светильников на стальных трубах провода заключаются внутрь их.

При вводе освинцованных кабелей и с полихлорвиниловой оболочкой, а так же проводов марки ТПРФ в светильники крепление последних должно быть жёстким.

Подвесные патроны с колпаками (абжурами) монтируются на шнуре, проходящем через потолочные розетки из изоляционного материала. Вес светильника на должен превышать 1 кг

Стенные и потолочные патроны устанавливаются на деревянных розетках.

Установка плафонов производится на роликах или на деревянных розетках. В последнем случае для ввода проводов при открытой проводке в розетке делается желобок, а при скрытой проводке - отверстие, через которое провода вводятся в плафон в резиновой полутвёрдой (эбонитовой) трубке.

При подвеске светильников к кронштейнам провода на участке от стены до светильника прокладываются по кронштейнам на планках с роликами или в стальных (газовых) трубах.

Выключатели или штепсельные розетки в помещениях сырых, особо сырых, с едкими парами или газами, а так же при наружной установки применяются герметические, во всех остальных помещениях (кроме взрывоопасных) - нормальные. Нормальные выключатели и штеп-

сельные розетки устанавливаются на круглых деревянных розетках диаметром 60 - 70 мм.

Герметические выключатели и штепсельные розетки устанавливаются на роликах или непосредственно на стене. Герметические выключатели без сальниковых уплотнений устанавливаются так, что бы отверстие для ввода проводов было обращено вниз. Отверстие должно быть снабжено изолирующей втулкой. Высота установки выключателей 1,5 - 1,7м, штепсельных розеток 0,8 - 1,2 м от пола.

### **Монтаж групповых щитков**

Щитки монтируются на панелях, изготовленных из стали, мрамора, асбоцемента и других огнестойких изоляционных материалов.

Асбоцемент после обработки (резки, сверловки отверстий и т.п.) должен быть пропитан изоляционным составом. Токоведущие части аппаратуры, монтируемые на плитах из стали, должны быть пропущены через изоляционные втулки.

Для щитков применяют пробочные предохранители до 25 а прямоугольные и квадратные. Магистралы на то свыше 25 а, отходящие от щитка, защищают пробочными предохранителями до 60 а или трубчатыми (типа ПР-2)

Для отключения групп в случае необходимости на щитках устанавливают выключатели (на 6 или 10а) или одно-, двух- или трёхполюсные рубильники (до 25а)

При напряжении 380/220 и 220/127 в с заземлённой нейтралью предохранители и выключатели (или рубильники) переключаются только в сеть фазных проводов.

При напряжении 3Х120, 3Х220 и 220/127 в с изолированной нейтралью для двухпроводных групп предохранители и выключатели (или рубильники) рекомендуется включать в цепь обоих проводов отходящих линий. В цепи нулевых проводов отходящих линий. В цепи отходящих проводов трёхфазных или двухфазных (2 фазы и нуль) групп установка предохранителей и выключателей не допускается.

поворот щитка. Щитки с контактами для присоединения проводов, выведенными на лицевую сторону панели, не требуют приспособления для поворота.

### **Монтаж местного освещения**

Понизительные трансформаторы для питания местного освещения устанавливаются а) на стенах и колоннах на высоте 2,5-3 м от пола, б) на стойках закрытых шинопроводов в) на стенах - вблизи пусковых аппаратов для электродвигателей станков.

Трансформаторы защищаются кожухами для предохранения их от металлических повреждений и запыления.

Выключатели для отключения понизительных трансформаторов от сети со стороны высшего напряжения устанавливаются на высоте не более 1,7 м в местах, удобных для пользования выключателями.

Предохранители со стороны низшего напряжения трансформаторов размещаются рядом с трансформаторами.

Выключатели для арматур местного освещения монтируются в близи кронштейнов или на самих кронштейнах.

При питании местного освещения от групповых понизительных трансформаторов, установленных на закрытых шинопроводах ( на участках от шинопроводов до станков), провода сети местного освещения прокладываются по общей конструкции или в общей стальной трубе с проводами силовой сети; при этом провода местного освещения заключаются в изоляционную трубку. На всех остальных участках провода сети местного освещения прокладываются отдельно от проводов силовой сети.

Зарядка шарнирных кронштейнов для арматур местного освещения выполняется гибким проводом (например марки ПРГ).

### **Проектирование и расчет прожекторов**

В современной технике находят широкое применение световые приборы прожекторного и проекторного типов, работающие с одинарными или усложненными оптическими системами. Развитие указанных приборов, если отнести к ним и оптическую часть различных фотореле, в настоящее время идет по направлению увеличения числа видов используемых усложненных оптических систем, т.е. систем, состоящих из ряда совместно работающих оптических элементов. Существующая теория названных световых приборов позволяет практически для всего их многообразия использовать один общий метод анализа формирования и расчета светового пучка- метод элементарных отображений, основные положения которых были сформулированы в конце прошлого века русским ученым- электротехником В. Н. Чиколевым.

Для освещения территорий и промышленных предприятий, а также работ на открытых пространствах целесообразно применение прожекторов.

Прожектор представляет собой осветительный прибор, состоящий из источника света и оптического устройства, предназначенного для перераспределения светового потока источника света.

Основное отличие прожектора от светильника заключается в значительно большей концентрации светового потока источника света, что существенно повышает коэффициент усиления прожектора по сравнению с коэффициентом усиления светильника и позволяет создавать необходимую освещенность на удаленных объектах.

Основными светотехническими характеристиками прожекторов являются: кривая распределения силы света, угол рассеяния, коэффициент усиления и к. п. д.

Кривая распределения силы света прожектора принято характеризовать кривыми распределения силы света в прямоугольной системе координат, в которой за ось ординат принимается направление оптической оси

прожектора, а по оси абсцисс откладываются значения углов рассеяния в горизонтальной  $\beta_r$  плоскости, проходящей через оптическую ось прожектора. Представляется удобным и наглядным изображать светораспределение прожектора также на условной плоскости перпендикулярной оптической оси прожектора.

Под номинальным углом рассеяния принято понимать угловую ширину прожектора, в пределах которой сила света снижается до 0,1 максимального значения.

Полезным углом рассеяния называют угловую ширину пучка прожектора, в пределах которой обеспечивается заданная освещенность на расчетной плоскости.

Коэффициент усиления прожектора определяется отношением максимальной силы света прожектора и средней сферической силе света источника света.

Под  $K_{\Pi Д}$  прожектора понимается отношение светового потока, излучаемого в пределах полезного угла рассеяния, и световому потоку источника света.

Прожекторными оптическими системами называют такие системы, которые удовлетворяют следующему требованию: световые лучи из фокуса (фокальные лучи) безаберрационной системы после отражения от всех точек хотя бы одного меридионального сечения ее активной поверхности должны быть направлены параллельно оптической оси системы. При работе прожекторной безаберрационной оптической системы с реальным источником света увеличенное изображение в световом отверстии системы будет иметь хотя бы в одном меридиональном сечении габаритный размер, равный габаритному размеру светового отверстия в том же сечении. Указанное изображение становится видимым в своих полных размерах с некоторой точки на оптической оси и продолжает быть видимым при удалении наблюдателя вдоль оптической оси до бесконечности.

Оптические системы прожекторов бывают такие, которые концентрируют световой поток источника света в пучок конусной формы. А также оптические системы, которые концентрируют световой поток источника света в световой пучок веерообразной формы.

Характер концентрации светового потока при заданном источнике света обуславливается формой оптической системы. Для современной практики имеются соответствующие основные виды применяемых оптических систем, общее представление о форме которых можно получить из справочника

Сущность действия оптических систем приборов прожекторного типа заключается в том, что та или иная часть светового потока источника света захватывается оптической системой в пределах сравнительно большого ее телесного угла охвата и этот угол характеризуется плоским углом охвата  $2 \varphi_{\max}$  и после отражения или преломления направляется вдоль оптической оси внутри сравнительно малого телесного угла излучения  $2$

$\alpha_0$ . Благодаря этому создается увеличенная концентрация светового потока внутри угла излучения.

### **Естественное освещение**

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Без естественного освещения допускается проектировать помещения, которые определены соответствующими главами на проектирование зданий и сооружений, нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденными в установленном порядке, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных и цокольных этажах зданий и сооружений.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).

В небольших помещениях при одностороннем боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения. В крупногабаритных производственных помещениях при боковом освещении минимальное значение КЕО нормируется в точке, удаленной от световых проемов:

на 1,5 высоты помещения для работ 1-4 разрядов;

на 2 высоты помещения для работ 4-7 разрядов;

на 3 высоты помещения для работ 7 разрядов.

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

Допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением, нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо друг от друга.

В производственных помещениях со зрительной работой 1-3 разрядов следует устраивать совмещенное освещение. Допускается применение верхнего естественного освещения в крупнопролетных сборочных цехах, в которых работы выполняются в значительной части объема помещения на разных уровнях от пола и на различно ориентированных в пространстве рабочих поверхностях. При этом нормированные значения КЕО принимаются для разрядов 1-3 соответственно 10,75 %

Нормированные значения КЕО, е/и, для зданий, располагаемых в различных районах следует определять по формуле:

$$e_N = e_H m_N$$

где  $N$  – номер группы обеспеченности естественным светом по табл. 4;

$e_H$  – значение КЕО по табл. 1 и 2;

$m_N$  – коэффициент светового климата по табл. 4.

Полученные по формуле (1) значения следует округлять до десятых долей.

Примечания:

1. Для подразряда норм от Ia до IIIa может приниматься один из наборов нормируемых показателей, приведенных для данного подразряда в гр. 7-11.
  2. Освещенность следует принимать с учетом пп.4.1..
  3. Наименьшие размеры объекта различения и соответствующие им разряды зрительной работы установлены при расположении объектов различения на расстоянии не более 0,5 от глаз работающего.  
При увеличении этого расстояния разряд зрительной работы следует устанавливать в соответствии с приложением Б. для протяженных объектов различения эквивалентный размер выбирается по приложению В.
  4. Освещенность при использовании ламп накаливания следует снижать по шкале освещённости (п. 4.1):
    - А) на одну ступень при системе комбинированного освещения, если нормируемая освещенность составляет 750 лк и более;
    - Б) то же, общего освещения для разрядов 1-4, 6;
    - В) на две ступени при системе общего освещения для разрядов 6 и 8.
  5. Освещенность при работах со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее следует выбирать в соответствии с размером объекта различения и относить их к подразряду «в».
  6. Показатель ослепленности регламентируется в гр. 10 только для общего освещения (при любой системе освещения).
  7. Коэффициент пульсации  $K_{П}$  указан в гр. 10 для системы общего освещения или для светильников местного освещения при системе комбинированного освещения.  $K_{П}$  от общего освещения в системе комбинированного не должен превышать 20%.
  8. В помещениях, специально предназначенных для работы или производственного обучения подростков, нормированное значение КЕО повышается на один разряд по гр. 3 и должно быть не менее 1,0%.
- \* Дополнительно регламентируется в случаях специальных архитектурно-художественных требований.
- \*\* Нормируемое значение показателя дискомфорта в помещениях при направлении линии зрения преимущественно вверх под углом 45 и более к горизонту и в помещениях с повышенными требованиями к качеству освещения (спальные комнаты в детских садах, яслях, санаториях, дисплейные классы в школах, средних специальных учебных заведениях и т.п.).

\*\*\* Нормируемое значение коэффициента  $K_{\Pi}$  пульсации для детских, лечебных помещений с повышенными требованиями к качеству освещения. Неравномерность естественного освещения производственных и общественных зданий с верхним или комбинированным естественным освещением не должна превышать 3:1. расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть не менее нормированного значения КЕО при боковом освещении для работ соответствующих разряда.

Неравномерность естественного освещения не нормируется для помещений с боковым освещением для производственных помещений, в которых выполняются работы 7 и 8 разрядов, при верхнем и боковом освещении для вспомогательных и помещений общественных зданий, в которых выполняются работы разрядов Г, Д.

### **Совмещенное освещение**

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать:

- А) для производственных помещений, в которых выполняются работы 1-3 разрядов;
- Б) для производственных и других помещений в случаях, когда по условиям технологии, организации производства или климата в месте строительства требуются объемно-планировочные решения, которые не позволяют обеспечить нормированное значение КЕО (многоэтажные здания большой ширины, одноэтажные многопролетные здания с пролетами большой ширины и т.п.), а также в случаях, когда технико-экономическая целесообразность совмещенного освещения по сравнению с естественным подтверждена соответствующими расчетами;
- В) в соответствии с нормативными документами по строительному проектированию зданий и сооружений отдельных отраслей промышленности, утвержденных в установленном порядке.

Совмещенное освещение помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий допускается предусматривать в случаях, когда это требуется по условиям выбора рациональных объемно-планировочных решений, за исключением жилых комнат и кухонь жилых домов, помещений для пребывания детей, учебных и учебно-производственных помещений школ и учебных заведений, спальных помещений санаториев и домов отдыха.

Общее (независимо от принятой системы освещения) искусственное освещение производственных помещений, предназначенных для постоянного пребывания детей, должно обеспечиваться разрядными источниками света.

Выбор источника света следует производить в соответствии с требованиями разд. 7 настоящих норм.

Применение ламп накаливания допускается в отдельных случаях, когда по условиям технологии, среды или требований оформления интерьера использование разрядных источников света невозможно или нецелесообразно.

Нормированные значения КЕО для производственных помещений должны приниматься как для совмещенного освещения по табл. 1. Для производственных помещений допускаются нормированные значения КЕО принимать в соответствии с табл. 4.4:

Искусственное освещение при совмещенном освещении помещений следует проектировать также в соответствии с разд. 7 настоящих норм.

Расчетные значения КЕО при совмещенном освещении общественных зданий должны составлять 60% значений, указанных в табл. 4.2. Допускается принимать расчетные значения КЕО в пределах от 6% до 30% значений, указанных в табл. 4.2, для торговых залов магазинов, буфетов, раздаточных предприятий общественного питания.

### **Искусственное освещение**

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, охранное и дежурное.

Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Искусственное освещение может быть двух систем – общее освещение и комбинированное освещение.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения транспорта. Для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон.

При необходимости часть светильников рабочего или аварийного освещения может использоваться для дежурного освещения.

Нормируемые характеристики освещения в помещениях и снаружи зданий могут обеспечиваться как светильниками рабочего освещения, так и совместным действием с ними светильников освещения безопасности и эвакуационного освещения.

### **Освещение помещений производственных и складских зданий**

Для освещения помещений следует пользоваться, как правило, наиболее экономичные разрядные лампы. Использование ламп накаливания для общего освещения допускается только в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности использования разрядных ламп.

Для местного освещения кроме разрядных источников света следует использовать лампы накаливания, в том числе галогенные. Выбор источников света по цветовым характеристикам следует производить на основании приложения Е. применение ксеноновых ламп внутри помещений не допускается.

Нормы освещенности, приведённые в табл. 4.1, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

- А) при работах 1-4 разрядов, если зрительная работа выполняется более половины рабочего дня;
  - Б) при повышенной опасности травматизма, если освещенность от системы общего освещения составляет 150 лк и менее (работа на дисковых пилах, гильотинных ножницах и т.п.);
  - В) при специальных повышенных санитарных требованиях (на предприятиях пищевой и химико-фармацевтической промышленности), если освещенность от системы общего освещения – 500 лк и менее;
  - Г) при работе или производственном обучении подростков, если освещенность от системы общего освещения – 300 лк и менее;
  - Д) при отсутствии в помещении естественного света и постоянном пребывании работающих, если освещенность от системы общего освещения – 750 лк и менее;
  - Е) при наблюдении деталей, вращающихся со скоростью, равной или более 500 об/мин, или объектов, движущихся со скоростью, равной или более 1,5 м/мин;
  - Ж) при постоянном поиске объектов различения на поверхности размером 0,1 м<sup>2</sup> и более;
- З) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет

При наличии одновременно нескольких признаков нормы освещенности следует повышать не более чем на одну ступень.

В помещениях, где выполняются работы 4-6 разрядов, нормы освещенности следует снижать на одну ступень при кратковременном пребывании людей или при наличии оборудования, не требующего постоянного обслуживания.

При выполнении в помещениях работ 1-3, 4а, 4б, 5а, 5б разрядов следует применять систему комбинированного освещения. Предусматривать систему общего освещения допускается при технической невозможности или нецелесообразности устройства местного освещения, что конкретизируется в отраслевых нормах освещения, согласованных с Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора.

При наличии в одном помещении рабочих и вспомогательных зон следует предусматривать локализованное общее освещение (при любой системе освещения) рабочих зон и менее интенсивное освещение вспомогательных зон, относя их к разделу 8а.

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, должна составлять не менее 10% нормируемой для комбинированного освещения при тех источниках света, которые применяются для местного освещения. При этом освещенность должна быть не менее 200 лк при разрядных лампах, не менее 75 лк при лампах накаливания. Создавать освещенность от общего освещения в системе комбинированного более 500 лк при лампах накаливания допускается только при наличии обоснований.

В помещениях без естественного света освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного, следует повышать на одну ступень.

Отношение максимальной освещенности к минимальной не должно превышать для работ 1-3 разрядов при люминесцентных лампах 1,3 при других источниках света – 1,5 для работ разрядов 4-7 = 1,5 и 2,0 соответственно.

Неравномерность освещенности допускается повышать до 3,0 в тех случаях, когда по условиям технологии светильники общего освещения могут устанавливаться только на площадках, колоннах или стенах помещения.

В производственных помещениях освещенность проходов и участков, где работа не производится, должна составлять не более 25% нормируемой освещенности, создаваемые светильниками общего освещения, но не менее 75 лк при разрядных лампах и не менее 30 лк при лампах накаливания.

В цехах с полностью автоматизированным технологическим процессом следует предусматривать освещение для наблюдения за работой оборудования, а также дополнительно включаемые светильники общего и местного освещения для обеспечения необходимой (в соответствии с табл. 4.1) освещенности при ремонтно-наладочных работах.

Показатель ослепленности от светильников общего освещения (независимо от системы освещения) не должен превышать значений, указанных в табл.4.1.

Показатель ослепленности не ограничивается для помещений, длина которых не превышает двойной высоты подвеса светильников над потолком, а также для помещений с временным пребыванием людей и для площадок, предназначенных для прохода или обслуживания оборудования.

Для местного освещения рабочих мест следует использовать светильники с непросвечивающими отражателями. Светильники должны располагаться таким образом, чтобы их светящиеся элементы не попадали в поле зрения работающих на освещаемом рабочем месте и на других рабочих местах.

Местное освещение рабочих мест, как правило, должно быть оборудовано регуляторами освещения.

Местное освещение зрительных работ с трехмерными объектами различения следует выполнять:

При диффузном отражении фона – светильником, отношение наибольшего линейного размера светящей поверхности которого к высоте расположения ее над рабочей поверхностью составляет не более 0,4 при направлении оптической оси в центр рабочей поверхности под углом не менее 30 к вертикали;

При направленно-рассеянном и смешанном отражении фона – светильником, отношение наименьшего линейного размера светящей поверх-

ности которого к высоте расположения ее над рабочей поверхностью составляет не менее 0,5, а ее яркость – от 2500 до 4000 кд/м<sup>2</sup>.

Коэффициент пульсации освещенности на рабочих поверхностях при питании источников света током частотой менее 3000 Гц не должен превышать значений, указанных в табл. 4.1.

Коэффициент пульсации не ограничивается:

При частоте питания 3000 Гц и более;

Для помещений с периодическим пребыванием людей при отсутствии в них условий для возникновения стробоскопического эффекта.

В помещениях, где возможно возникновение стробоскопического эффекта, необходимо включение соседних ламп в 3 фазы питающего напряжения или включение их в сеть с электронными пускорегулирующими аппаратами.

Освещенность рабочих поверхностей мест производства работ, расположенных вне зданий, на этажах вне зданий и под навесом следует принимать согласно ПУЭ.

Горизонтальную освещенность площадок предприятий в точках ее минимального значения на уровне земли или дорожных покрытий следует принимать согласно ПУЭ..

Наружное освещение должно иметь управление, независимое от управления освещением внутри зданий.

Для ограничения слепящего действия установок наружного освещения мест производства работ и территорий промышленных предприятий высота установки светильников над уровнем земли должна быть:

А) для светильников с защитным углом зрения 15° ;

Б) для светильников с защитным углом 15° и более – не менее 3,5 при любых источниках света.

Допускается не ограничивать высоту подвеса светильников с защитным углом 15° и более (или с рассеивателями из молочного стекла без отражателей) на площадках для прохода людей или обслуживания технологического (или инженерного) оборудования, а также у входа в здание.

Высота установки светильников рассеянного света должна быть не менее 3 м при световом потоке источника света до 6000 лм и не менее 4 м при световом потоке более 6000 лм.

Отношение осевой силы света  $I_{\max}$ , кд, одного прибора (прожектора или наклонного расположенного осветительного прибора прожекторного типа) к квадрату высоты установки этих приборов  $H$ , м<sup>2</sup>.

## **Освещение помещений общественных, жилых и вспомогательных зданий**

Для освещения помещений следует предусматривать, как правило, разрядные лампы. В случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения разрядных ламп, а также для обеспечения архитектурно -художественных требований допускается предусматривать лампы накаливания.

Нормы освещенности, приводимые в табл.4.2, следует повышать на одну ступень шкалы освещенности в следующих случаях:

А) при работах А-В разрядов при специальных повышенных санитарных требованиях (например, в некоторых помещениях общественного питания и торговли);

Б) при отсутствии в помещении с постоянным пребыванием людей естественного света;

В) при повышенных требованиях к насыщенности помещения светом для зрительных работ разрядов Г-Е (зрительные и концертные залы, фойе уникальных зданий и т.п.);

Г) при применении системы комбинированного освещения административных зданий (кабинеты, рабочие комнаты, читальные залы библиотеки);

Д) в помещениях, где более половины работающих старше 40 лет.

Нормы освещенности, приведенные в табл.4.2, следует снижать по шкале освещенности в следующих случаях:

А) на одну ступень для разрядов Г-Е при использовании люминесцентных ламп улучшенной цветопередачи (ДЕЦ, ЛТЕЦЦ, ЛТЕЦТ, КЛТЕЦ) при условии сохранения нормы по коэффициенту пульсации;

Б) на две ступени для всех разрядов при использовании ламп накаливания, в том числе галогенных.

В установках декоративно-художественного освещения помещений общественных зданий с разрядами зрительных работ Г-Е допускается выбор уровня освещенности в соответствии с архитектурными требованиями, при этом для обеспечения возможности свободной ориентировки в помещении наименьшая освещенность условной горизонтальной поверхности должна быть не менее 75 лк при разрядных лампах и 30 лк при лампах накаливания.

В помещениях, где необходимо обеспечить цилиндрическую освещенность, средневзвешенный по поверхности коэффициент отражения стен должен быть не менее 40%, а потолка – не менее 50%.

В помещениях общественных зданий, как правило, следует применять систему общего освещения. Допускается применение системы комбинированного освещения в помещениях административных зданий, где выполняется зрительная работа А-В разрядов (например, кабинеты, рабочие комнаты и т.п.). при этом нормируемая освещенность на рабочей поверхности повышается, а освещенность от общего освещения должна составлять не менее 70% значений по табл.4.2.

На предприятиях бытового обслуживания в сопутствующих помещениях производственного характера, где выполняются зрительные работы 1-4 разрядов (например, помещения ювелирных и гравюрных работ, ремонта часов и т.д.) следует применять систему комбинированного освещения. Нормируемые освещенности и качественные показатели принимаются по табл.4.1.

Показатель дискомфорта, регулируемый для ограничения слепящего действия в осветительных установках по табл.4.2, должен обеспечиваться у торцевой стены на центральной оси помещения на высоте 1,5 м от пола. Показатель дискомфорта не ограничивается для помещений, длина которых не превышает двойной высоты установки светильников над полом.

Коэффициент пульсации освещенности принимать по табл.4.2. Освещение лестничных клеток жилых зданий высотой более 3 этажей должно иметь автоматическое или дистанционное управление, обеспечивающее отключение части светильников или ламп в ночное время с таким расчетом, чтобы освещенность лестниц была не ниже норм эвакуационного освещения.

В ночное время допускается предусматривать снижение уровня наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней освещенности 4 лк, или средней яркости  $0,4 \text{ кд/м}^2$  и более путем включения не более половины светильников, исключая при этом выключение двух подряд расположенных, или с помощью регулятора светового потока разрядных ламп высокого давления до уровня не ниже 50% номинального без отключения светильников.

Допускается с целью получения дополнительной экономии электроэнергии в вечернее и утреннее темное время суток снижать регулятором уровень освещения:

На 30% при уменьшении интенсивности движения до  $1/3$  максимальной величины;

На 50% при уменьшении интенсивности движения до  $1/5$  максимальной величины.

На улицах и дорогах при нормируемых величинах средней яркости  $0,3 \text{ кд/м}^2$  или средней освещенности 4 лк и менее, на пешеходных мостиках, автостоянках, пешеходных аллеях и дорогах, внутренних, служебно-хозяйственных и пожарных проездах, а также на улицах и дорогах сельских поселений частичное или полное отключение освещения в ночное время не допускается.

На улицах, дорогах и транспортных зонах площадей категории А и Б показатель ослепленности для осветительных установок не должен превышать 150.

Светильники наружного освещения, установленные на стенах зданий, не должны засвечивать окна жилых зданий.

В установках наружного освещения следует использовать светильники с разрядными источниками света высокого давления, в том числе для

установок освещения улиц и дорог с транспортным движением – преимущественно с натриевыми лампами высокого давления.

Высота размещения световых приборов на улицах, дорогах и площадях с трамвайным и троллейбусным движением должна приниматься согласно КМК 2.01.05-98.

Минимальная высота установки светильника в парапетах мостов и путеводов не ограничивается при условии обеспечения защитного угла не менее 10° и исключения возможности доступа к лампам без применения специального инструмента.

В транспортных тоннелях должны применяться светильники с защитным углом не менее 10°. Высота их расположения должна быть не менее 4 м.

В пешеходных тоннелях должны использоваться светильники с защитным углом зрения не менее 15°:

С люминесцентными лампами суммарной мощностью до 80 Вт;

С лампами ДНаТ (ДНаС) мощностью до 110 Вт;

С лампами ДРЛ мощностью до 125Вт.

## Т Е М А № 13

### **РАСЧЕТ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ. ВЫБОР ИСТОЧНИКА СВЕТА. СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ. ОСВЕЩЕННОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА СВЕТА ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.**

Настоящий раздел Правил распространяется на установки электрического освещения зданий, помещений и сооружений различного назначения, открытых пространств и улиц, а также на рекламное освещение.

При проектировании освещения зданий, помещений и сооружений различного назначения, открытых пространств и улиц, а также рекламного освещения должны выполняться требования Курилиш меъёрлари ва коидалари (далее КМК 2.01.05-98) «Естественное и искусственное освещение», «Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов КМК 2.04.18-97», «Электрооборудование жилых и общественных зданий 2.04.17-98» и «Электротехнические устройства КМК 3.05.05-97».

Электрическое освещение специальных установок (жилые и общественные здания, зрелищные предприятия, взрывоопасные и пожароопасные установки), кроме требований настоящего раздела, должно удовлетворять также требованиям соответствующих глав ПУЭ Раздел VII.

Нормы освещенности, ограничения слепящего действия светильников, пульсаций освещенности и другие качественные показатели осветительных установок должны приниматься в соответствии с требованиями КМК «Естественное и искусственное освещение» и другими нормативными документами согласованными с Государственным комитетом по архитектуре и строительству (далее «Госкомархитектстрой» РУз) в установленном порядке.

Для электрического освещения должны применяться газоразрядные лампы (люминесцентные, ртутные высокого давления с исправленной цветностью типов ДРЛ, ДРИ, натриевые, ксеноновые) и лампы накаливания, а так же новые осветительные электроустановки, отвечающие международным стандартам.

В установках с газоразрядными лампами должны быть предусмотрены защитные устройства для снижения радиопомех до значений, указанных в "Нормах допускаемых промышленных радиопомех. Светильники с люминесцентными лампами. Допускаемые величины. Методы испытаний", а также в соответствии с Законом Республики Узбекистан « О радиочастотном спектре» и «Правилами пользования радиосвязью в Республике Узбекистан».

Люминесцентные лампы допускается применять для аварийного освещения, если во всех режимах питание осуществляется на переменном

токе и температура окружающей среды помещения составляет не менее плюс 5°C.

При использовании для аварийного освещения люминесцентных ламп следует учитывать, что надежность зажигания и горения ламп обеспечивается при напряжении в сети не ниже 90% номинального.

Не допускается применение люминесцентных ламп для аварийного освещения помещений щитов управления оборудованием электростанций и системных подстанций, имеющих по проекту собственные нужды на постоянном токе, если во всех режимах питание осуществляется на переменном токе и в случае не соответствия температуры окружающей среды и напряжения сети заводским техническим параметрам осветительных устройств.

Для освещения производственных помещений следует применять систему комбинированного или одного общего освещения.

Для освещения непромышленных помещений следует, как правило, применять общее равномерное освещение.

Для питания светильников общего освещения должно применяться напряжение не выше 380/220 В переменного тока при заземленной нейтрале и не выше 220 В переменного тока при изолированной нейтрале и постоянном токе.

Для питания отдельных ламп следует применять, как правило, напряжение не выше 220 В. В помещениях без повышенной опасности указанное напряжение допускается для всех стационарных светильников вне зависимости от высоты их установки.

Для питания специальных ламп (ксеноновых, ДРЛ, ДРИ, натриевых, рассчитанных на напряжение 380 В) и пускорегулирующих аппаратов (ПРА) для газоразрядных ламп, имеющих специальные схемы (например, трехфазные, с последовательным соединением ламп), допускается использовать напряжение выше 220 В, но не выше 380 В, в том числе фазное напряжение системы 660/380 В с заземленной нейтралью при соблюдении следующих условий:

1. Ввод в светильник и пускорегулирующий аппарат следует выполнять проводами или кабелем с медными жилами и с изоляцией, рассчитанной на напряжение не менее 660 В.

2. Должно обеспечиваться одновременное отключение всех фазных проводов, вводимых в светильник. Это требование распространяется также на все случаи, когда, в многоламповый светильник с лампами любых типов вводятся провода нескольких фаз системы 380/ 220 В, за исключением светильников, устанавливаемых в помещениях без повышенной опасности.

3. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных на светильники должны быть нанесены хорошо различимые отличительные знаки с указанием применяемого напряжения («380 В»).

4. Ввод в светильник двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В запрещается.

В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения с лампами накаливания, ДРЛ, ДРИ и натриевыми над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м необходимо применять светильники, конструкция которых исключает возможность доступа к лампе без применения инструмента (отвертки, плоскогубцев, гаечного или специального ключа и др.), с вводом в светильник подводящей электропроводки в металлических трубах, металлорукавах или защитных оболочек кабелей и защищенных проводов либо использовать для питания светильников с лампами накаливания напряжением не выше 42 В. Это требование не распространяется на светильники в электропомещениях, а также на светильники, обслуживаемые с кранов или площадок, посещаемых только квалифицированным персоналом. При этом расстояние от светильников до настила моста крана должно быть не менее 1,8 м или светильники должны быть подвешены не ниже нижнего пояса ферм перекрытия, а обслуживание этих светильников с крана должно выполняться с соблюдением требований техники безопасности.

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127-220 В допускается устанавливать на высоте менее 2,5 м от пола при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений.

Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности — не выше 220 В и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных — не выше 42 В.

Допускается, как исключение, применение напряжения до 220 В для светильников специальной конструкции: являющихся составной частью аварийного освещения, присоединенного к независимому источнику питания; устанавливаемых в помещениях с повышенной опасностью (но не особо опасных).

Светильники с люминесцентными лампами на напряжение 127-220 В допускается применять для местного освещения при условии недоступности их токоведущих частей для случайных прикосновений.

В помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминесцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

Для питания ручных светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должно применяться напряжение не выше 42 В.

При наличии особо неблагоприятных условий, а именно, когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например, работа в котлах), для питания ручных светильников должно применяться напряжение не выше 12 В.

Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и т. п. приравниваются при выборе напряжения к светильникам местного стационарного освещения.

При расчете потерь напряжения в осветительных сетях следует руководствоваться нижеследующим:

1. Отклонение напряжения в осветительных сетях следует принимать в соответствии с требованиями ГОСТ 13109—97. Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.

2. В сетях 12—42 В допускаются потери напряжения до 10%, считая от выводов источников питания.

Для обеспечения надежной работы газоразрядных ламп напряжение на них даже в послеаварийных режимах не должно быть ниже 90% номинального.

Совместная подвеска проводных (кабельных) линий, рекламных и иных объектов на опорах освещения должна выполняться в соответствии с техническими условиями настоящих Правил и при согласии владельца линии.

### **Питание аварийного и эксплуатационного освещения**

Светильники рабочего освещения и светильники аварийного освещения в производственных и общественных зданиях и в зонах работы на открытых пространствах должны питаться от разных независимых источников. Допускается питание рабочего и аварийного освещения выполнять от разных трансформаторов одной двухтрансформаторной подстанции при питании трансформаторов от разных независимых источников. В общественных зданиях при отсутствии независимых источников питания светильников аварийного освещения допускается осуществлять от трансформатора, не используемого для питания рабочего освещения.

Светильники эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением, а также светильники эвакуационного освещения в общественных и жилых зданиях (независимо от наличия или отсутствия в них естественного освещения) должны быть присоединены к сети, не зависящей от сети рабочего освещения, начиная от щита подстанции (распределительного пункта освещения), или при наличии только одного ввода (в здание или в зону работы на открытом пространстве), начиная от этого ввода (исключение — см. ПУЭ 7.2.23).

Светильники эвакуационного освещения в производственных зданиях без естественного освещения должны быть присоединены к отдельному независимому источнику питания или автоматически на него переключаться, если в нормальном режиме питание эвакуационного освещения предусматривается от источника, используемого для рабочего освещения.

В производственных зданиях без естественного освещения в помещениях, где может одновременно находиться 100 и более человек, независимо от наличия аварийного освещения должно предусматриваться эвакуационное освещение по основным проходам, переключаемое при прекра-

щении его питания на независимый внешний или местный (аккумуляторная батарея, двигатель-генераторная установка) источник, не используемый в нормальном режиме для питания рабочего, аварийного и эвакуационного освещения.

Не допускается использование электросиловых сетей для питания общего рабочего, аварийного и эвакуационного освещения в производственных зданиях без естественного освещения.

Световые указатели эвакуационных или запасных выходов в зданиях любого назначения, снабженные автономными источниками питания, в нормальном режиме могут питаться от сетей любого вида освещения, не отключаемых во время функционирования здания.

Для помещений, в которых постоянно находится обслуживающий персонал или которые предназначены для постоянного прохода персонала или посторонних лиц, должна быть обеспечена возможность включения аварийного и эвакуационного освещения в течение всего времени, когда включено рабочее освещение, или аварийное и эвакуационное освещение должно включаться автоматически при аварийном погасании рабочего освещения.

При технической нецелесообразности питания аварийного и эвакуационного освещения в соответствии с **6.1.13** вместо устройства аварийного стационарного и эвакуационного освещения допускается применение ручных световых приборов с аккумуляторами или сухими элементами.

### **Выполнение и защита осветительных сетей**

Осветительные сети должны быть выполнены в соответствии с требованиями ПУЭ гл. **2.1—2.4**, а также дополнительными требованиями, приведенными в ПУЭ **6.3.2, 6.3.18—6.3.22** и **6.4.12**.

В отступление от требований ПУЭ гл. **2.1** разрешается прокладка групповых линий рабочего освещения совместно с групповыми линиями аварийного и эвакуационного освещения проводами и кабелями с изоляцией на напряжение не ниже 660 В:

1. В одном коробе, используемом для установки светильников с люминесцентными лампами, при условии, что исключается возможность соприкосновения проводов рабочего освещения с проводами аварийного и эвакуационного освещения.

2. В корпусах светильников, конструкция которых предусматривает возможность прокладки питающих проводов, при условии, что исключена возможность соприкосновения проводов рабочего освещения с проводами аварийного и эвакуационного освещения.

3. При креплении проводов или кабелей к общему тросу. При этом расстояние в свету между проводами или кабелями рабочего освещения и проводами или кабелями аварийного и эвакуационного освещения должно быть не менее 20 мм.

Питание светильников рабочего освещения и аварийного или эвакуационного освещения допускается осуществлять от разных фаз одного

осветительного шинопровода при условии подвода к шинопроводу самостоятельных линий питания рабочего освещения и аварийного или эвакуационного освещения.

Защита осветительных сетей должна выполняться в соответствии с требованиями ПУЭ гл. 3.1 с дополнениями, приведенными в ПУЭ 6.2.2, 6.2.6, 6.2.7, 6.3.5, 6.4.10 и 6.4.11.

При выборе токов аппаратов защиты должны учитываться пусковые токи мощных ламп в соответствии с требованиями заводов – изготовителей.

Аппараты защиты следует располагать по возможности группами в доступных для обслуживания местах. Рассредоточенная установка аппаратов защиты допускается при питании освещения от распределительных магистралей.

Установка предохранителей, автоматических выключателей и выключателей в нулевых рабочих проводниках запрещается (исключение — см. ПУЭ гл. 7.3).

### **Заземление и зануление**

Заземление и зануление установок электрического освещения должны выполняться в соответствии с требованиями гл. 1.7, а также дополнительными требованиями, приведенными в ПУЭ 6.3.8, 6.3.20, 6.4.9, 6.5.4, 6.5.16, 6.5.23 и в гл. 7.1—7.3.

Заземление или зануление корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания и с лампами ДРЛ, ДРИ, натриевыми и люминесцентными со встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять:

1. В сетях с заземленной нейтралью: при вводе в светильник кабеля, защищенного провода, незащищенных проводов в трубе или металлорукаве или скрыто без труб (в отступление от гл. 1.7 ПУЭ) — ответвлением от нулевого рабочего проводника внутри светильника; при вводе в светильник открытых незащищенных проводов — гибким изолированным проводом, присоединяемым к заземляющему винту корпуса светильника и к нулевому рабочему проводу у ближайшей к светильнику неподвижной опоры или коробки.

Эти требования распространяются также на подводу нулевого защитного проводника к нулевым защитным контактам двухполюсных розеток, за исключением устанавливаемых в медицинских лечебных заведениях для электромедицинских аппаратов и в кухнях квартир, гостиных, общежитий для электробытовых приборов, к защитным контактам которых от группового щитка должен прокладываться самостоятельный нулевой защитный проводник.

2. В сетях с изолированной нейтралью при любых способах ввода проводов и кабелей в светильник — гибким проводом, присоединенным к заземляющему винту корпуса светильника и заземляющему проводнику.

Заземление или зануление корпусов светильников общего освещения с лампами ДРЛ, ДРИ, натриевыми и люминесцентными с вынесенными

пускорегулирующими аппаратами допускается осуществлять при помощи перемычки между заземляющим винтом заземленного (зануленного) пускорегулирующего аппарата и заземляющим винтом светильника.

Металлические отражатели светильников, укрепленные на корпусах из изолирующих материалов, заземлять или занулять не требуется.

Заземление или зануление корпусов светильников местного освещения на напряжение выше 42 В должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Если между кронштейном и корпусом светильника нет надежного электрического соединения, то оно должно быть осуществлено при помощи специально предназначенного для этой цели защитного проводника.

2. Если заземляющие провода присоединяются не к корпусу светильника, а к металлической конструкции, на которой светильник установлен, то между этой конструкцией, кронштейном и корпусом светильника должно быть надежное электрическое соединение.

Заземление или зануление корпусов переносных светильников на напряжение выше 42 В должно осуществляться посредством специальной жилы гибкого кабеля, которая не должна одновременно служить для подвода рабочего тока.

Указанная жила должна присоединяться самостоятельно к защитному контакту розетки.

Светильники наружного освещения, установленные на железобетонных и металлических опорах, должны быть заземлены в сетях с изолированной нейтралью, занулены в сетях с глухозаземленной нейтралью. Светильники наружного освещения, установленные на деревянных опорах, не имеющих заземляющих спусков или кабельных муфт, заземлению и занулению не подлежат.

### **Внутреннее освещение**

Коэффициент спроса для расчета групповой сети освещения здания и всех звеньев сети аварийного освещения следует принимать равным 1,0.

Групповые линии сетей внутреннего освещения должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями на рабочий ток не более 25 А.

Во изменение гл. 3.1 ПУЭ групповые линии, питающие газоразрядные лампы единичной мощностью 125 Вт и более, лампы накаливания до 42 В любой мощности и лампы накаливания выше 42 В единичной мощностью 500 Вт и более допускается защищать плавкими вставками предохранителей или расцепителями автоматических выключателей на ток до 63 А. При этом ответвления от этих линий длиной до 3 м при любом способе прокладки и любой длины при прокладке в стальных трубах допускается не защищать аппаратами защиты.

Ток аппаратов защиты групповых линий, питающих лампы мощностью 10 кВт и более, должен соответствовать току ламп.

Каждая групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ, натриевых; в это число включают-

ся также розетки, а для новых осветительных устройств указанные выше параметры должны соответствовать требованиям заводов - изготовителей.

Для групповых линий, питающих световые карнизы, панели и т. п., а также светильники с люминесцентными лампами допускается присоединять до 50 ламп на фазу; для линий, питающих многоламповые люстры, число ламп на фазу не ограничивается.

В жилых и общественных зданиях на однофазные группы освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий и чердаков допускается присоединять до 60 ламп накаливания каждая мощностью до 60 Вт.

В групповых линиях, питающих лампы мощностью 10 кВт и больше, на каждую фазу должно присоединяться не более одной лампы.

Люминесцентные лампы должны применяться с пускорегулирующими аппаратами, обеспечивающими коэффициент мощности не ниже 0,9. Для ламп ДРЛ, ДРИ и натриевых применима как групповая, так и индивидуальная компенсация реактивной мощности.

В осветительных сетях с газоразрядными лампами должны быть предусмотрены устройства для подавления радиопомех в соответствии с "Нормами допускаемых промышленных радиопомех. Светильники с люминесцентными лампами. Допускаемые величины. Методы испытаний", а также действующими нормативными актами Узбекского агентства связи и информатизации.

Питание светильника местного освещения без понизительного трансформатора допускается осуществлять при помощи отвлечения от главных электрических цепей механизма или станка, обслуживаемого этим светильником. При этом, если номинальный ток плавкой вставки или расцепителя аппарата защиты главных цепей составляет не более 25 А, установка отдельного аппарата защиты для осветительной цепи необязательна.

Трансформаторы, питающие светильники 42 В и ниже, должны быть защищены со стороны высшего напряжения аппаратами защиты с номинальным током, по возможности близким к номинальному току трансформатора. Защита должна быть предусмотрена также на линиях, отходящих со стороны низшего напряжения.

Если трансформаторы питаются отдельными групповыми линиями, то при питании одной линией не более трех трансформаторов установка аппаратов защиты со стороны высшего напряжения каждого трансформатора необязательна.

Сечение нулевых рабочих проводников трехфазных питающих и групповых сетей с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ и натриевыми, а так же для новых осветительных электроустановок должно выбираться:

1. Для участков сети, по которым проходит ток от ламп с компенсированными пускорегулирующими аппаратами, — по рабочему току наиболее нагруженной фазы. При этом для линий со смешанной нагрузкой (лампы накаливания и газоразрядные лампы) необходимое сечение нулевых рабочих проводников следует определять из суммы 90% рабочего тока

газоразрядных ламп и 30% тока ламп накаливания для той фазы, в которой эта сумма имеет наибольшее значение.

2. Для участков сети, по которым проходит ток от ламп с некомпенсированными пускорегулирующими аппаратами – близким к 50% сечения фазного провода.

Электропроводка к светильникам местного освещения выше 42 В должна выполняться в пределах рабочего места в трубах или гибких рукавах.

### **Наружное освещение**

При тросовом подвесе светильники должны устанавливаться на высоте не менее 6,5 м над проезжей частью.

При установке светильников уличного освещения над контактной сетью трамвая высота подвеса светильников должна быть не менее 8 м от уровня головки рельса, при расположении светильников над контактной сетью троллейбуса — не менее 9 м от уровня проезжей части. Расстояния по вертикали от проводов линий уличного освещения до поперечин контактной сети при наиболее неблагоприятных условиях должны быть не менее 0,5 м.

При освещении бульваров и пешеходных дорог светильниками допускается устанавливать их на высоте не менее 3 м.

Наименьшая высота установки светильников в парапетах мостов, теппроводов, на газонах для декоративного освещения и т. п. не ограничивается, если доступ к лампам возможен только с применением инструмента.

Коэффициент спроса для расчета сети наружного освещения следует принимать равным единице.

В сетях уличного освещения и наружного освещения промышленных предприятий необходимость компенсации реактивной мощности и выбор вида компенсации — групповая или индивидуальная для каждого светильника — решается технико-экономическим расчетом. При групповой компенсации рекомендуется обеспечивать возможность отключения компенсирующих устройств одновременно с отключением компенсируемых ими установок.

В сетях наружного освещения, если аппарат защиты обслуживания более 20 светильников на фазу, ответвления к светильникам должны защищаться индивидуальными предохранителями или автоматическими выключателями.

На ответвлениях от кабельного ввода к светильникам в цоколе каждой опоры рекомендуется устанавливать предохранители или автоматические выключатели, конструктивное выполнение которых должно обеспечивать безопасное их обслуживание.

Охранное освещение должно питаться, как правило, по самостоятельным линиям.

Светильники, установленные у входов в здания, рекомендуется присоединять к групповой сети внутреннего освещения и в первую очередь к той части сети аварийного освещения, которая постоянно включается с рабочим освещением.

Питание наружного освещения должно производиться непосредственно от трансформаторных подстанций или от вводов осветительной сети в здания при условии соблюдения в последнем случае требования ПУЭ 6.3.13.

Светильники уличного освещения и наружного освещения промышленных предприятий допускается присоединять к самостоятельным проводам или к специально предназначенным для этого фазным и общему нулевому рабочему проводам электрической сети города (промышленного предприятия).

Ответвления к светильникам от кабельных распределительных линий уличного освещения и наружного освещения промышленных предприятий рекомендуется, как правило, выполнять без разрезания жил кабеля.

В цепях резервирования кабельных распределительных линий между крайними светильниками соседних участков для магистральных улиц городов рекомендуется предусматривать нормально отключенные перемычки (резервные кабельные линии).

Устройство линий уличного освещения может выполняться в кабельном (в земле) или воздушном (на тросу) варианте, а так же голым или изолированным проводом на опорах, либо самонесущим изолированным проводом (далее СИП ВЛИ). Выбор варианта вида линии определяется технико-экономическим расчетом. Для городских условий с высокой плотностью застройки, наличием большого количества насаждений, затрудняющих условия эксплуатации ВЛ рекомендовано применение СИП ВЛИ.

Воздушные распределительные линии наружного освещения должны выполняться без учета резервирования, а провода их могут быть разного сечения по длине линий.

Наружное освещение должно управляться независимо от внутреннего освещения. Система управления наружным освещением должна обеспечивать его отключение в течение не более 3 мин из возможно ограниченного числа мест.

Устройства уличного освещения в городах следует оборудовать централизованным дистанционным управлением или телеуправлением, при этом в пункте управления должен быть предусмотрен контроль состояния освещения. Дистанционное управление может осуществляться по проводам, кабельным, оптоволоконным линиям и радиоканалам.

Устройства автоматического управления должны обеспечивать включение и отключение уличного освещения в зависимости от уровня естественной освещенности или по заданному времени (графику).

Централизованное управление уличным освещением, а также остальными видами наружного освещения, если оно предусматривается, должно

в случае выхода из строя основного пункта управления обеспечивать возможность отключения освещения из ограниченного количества мест.

Для магистральных улиц, скоростных дорог, открытых пространств и улиц районного значения следует предусматривать возможность отключения части светильников в ночное время, а так же управление и контроль каждым отдельным светильником.

При кабельной разводке сети наружного освещения ввод кабеля в опоры должен ограждаться цоколем опоры. Цоколи должны иметь размеры, достаточные для размещения в них кабельных разделок и предохранителей или автоматических выключателей, устанавливаемых на ответвлениях к светильникам, и дверцу с запором для эксплуатационного обслуживания.

На металлических и железобетонных опорах контактной сети электротранспорта всех видов тока напряжением до 600 В разрешается установка светильников и прожекторов и прокладка по опорам осветительной сети.

При питании прожекторов, установленных на металлических или железобетонных мачтах, воздушными линиями или кабельными линиями, проложенными в каналах, для защиты питающей линии от грозовых перенапряжений подход ее к мачте должен выполняться кабелем с заземленной металлической оболочкой или в металлической трубе, проложенным в земле на протяжении не менее 10 м.

Опоры для светильников уличного освещения следует располагать на тротуарах или разделительных и зеленых полосах на расстоянии не менее 0,6 м от лицевой грани бортового камня до наружной поверхности опоры (или ее цоколя). Это расстояние на жилых улицах может быть уменьшено до 0,3 м. На территориях промышленных предприятий расстояние от опоры наружного освещения до проезжей части дороги рекомендуется принимать не менее 1 м, но оно должно быть не менее 0,6 м.

При устройстве воздушных сетей наружного освещения необходимо руководствоваться следующим:

1. В местах пересечений линий с улицами и дорогами при расстоянии между опорами до 40 м допускается не применять анкерные опоры и двойное крепление проводов.

2. Опоры должны быть рассчитаны на механическую прочность так же, как и опоры ВЛ напряжением до 1 кВ (см. ПУЭ гл. 2.4). Опоры, не несущие проводов, должны быть проверены на нагрузку от собственного веса опор и воздействия ветра.

3. Минимальные сечения проводов и расстояния от проводов до поверхности земли должны приниматься по гл. 2.4. ПУЭ.

### **Рекламное освещение**

Для питания газосветных трубок должны применяться сухие трансформаторы в металлическом кожухе, имеющие вторичное напряжение не выше 13 кВ. Вторичная обмотка этих трансформаторов должна продолжи-

тельное время выдерживать КЗ. Трансформаторы должны соответствовать действующим стандартам или техническим условиям.

Открытые токоведущие части открыто установленных трансформаторов должны быть удалены от сгораемых материалов и конструкций не менее чем на 50 мм.

Трансформаторы для питания газосветных трубок должны быть установлены по возможности в непосредственной близости от питаемых ими трубок в местах, недоступных для посторонних лиц, или в металлических ящиках, сконструированных таким образом, чтобы при открытии ящика трансформатор отключался со стороны первичного напряжения. Рекомендуется использование указанных ящиков в качестве конструктивной части самих трансформаторов.

В общем ящике с трансформатором допускается установка блокировочных и компенсирующих устройств, а также аппаратов первичного напряжения (например, предохранителей) при условии надежного автоматического отключения трансформатора от сети при помощи блокировочного устройства, действующего при открытии ящика.

Магазинные и подобные им витрины, в которых смонтированы части высшего напряжения газосветных установок, должны быть оборудованы блокировкой, действующей только на отключение установки со стороны первичного напряжения при открывании витрин, т. е. подача напряжения на установку должна осуществляться персоналом вручную при закрытой витрине.

Все части газосветной установки, расположенные вне витрин, снабженных блокировкой, должны находиться на высоте не менее 3 м над уровнем земли и не менее 0,5 м над поверхностями площадок обслуживания, крыш и других строительных конструкций.

Доступные для посторонних лиц и находящиеся под напряжением части газосветной установки должны быть ограждены в соответствии с гл. 4.2 ПУЭ и снабжены предупредительными плакатами.

Открытые токоведущие части газосветных трубок должны отстоять от металлических конструкций или частей зданий на расстоянии не менее 20 мм, а изолированные части — не менее 10 мм.

Расстояние между открытыми токоведущими частями газосветных трубок, не находящимися под одинаковым потенциалом, должно быть не менее 50 мм.

Металлические нетоковедущие части газосветной установки на стороне высшего напряжения, а также один из выводов или средняя точка вторичной обмотки трансформаторов, питающих газосветные трубки, должны быть заземлены.

Трансформаторы или группы трансформаторов, питающие газосветные трубки, должны отключаться со стороны первичного напряжения на всех полюсах аппаратом с видимым разрывом, а также защищаться аппаратом, рассчитанным на номинальный ток трансформатора. Для отключе-

ния трансформаторов допускается применять пакетные выключатели с фиксированным положением рукоятки (головки).

Установка предохранителей, а также розеток с предохранителями внутри магазинных витрин запрещается.

Сеть на стороне высшего напряжения установок рекламного освещения должна выполняться изолированными проводами, имеющими испытательное напряжение не менее 15 кВ. В местах, доступных для механических воздействий или прикосновения, эти провода следует прокладывать в стальных трубах, коробах и других механически прочных несгораемых конструкциях.

Для перемычек между отдельными электродами, имеющих длину не более 40 см, допускается применение неизолированных проводов при соблюдении расстояний, приведенных в ПУЭ 6.4.7.

## **Осветительная арматура, установочные аппараты**

### **Осветительная арматура и патроны**

Конструкция и вид исполнения светильников должны соответствовать номинальному напряжению сети и условиям окружающей среды.

Светильники следует располагать по возможности в местах, удобных и безопасных для обслуживания.

Светильники, применяемые в установках, подверженных вибрациям и сотрясениям, должны иметь конструкцию, не допускающую самоотвинчивания или выпадения ламп.

Винтовые токоведущие гильзы патронов для ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ и натриевых в сетях с глухозаземленной нейтралью должны быть присоединены к нулевому, а не к фазному проводнику. Это требование не распространяется на переносные электроприемники и светильники (напольные, настенные), не требующие заземления и зануления (присоединяемые втычным соединителем).

Если патрон имеет нетоковедущую винтовую гильзу, нулевой рабочий проводник может присоединяться к любому контакту патрона.

Электроды газосветных трубок в местах присоединения проводов должны быть установлены без натяжения.

Патроны независимо от напряжения, на которое они рассчитаны, должны иметь такую конструкцию, чтобы токоведущие части лампы были недоступны для прикосновения, а при ввертывании лампы ее цоколь мог оказаться под напряжением сети только после того, как прикосновение к нему будет невозможно.

В магазинных витринах допускается применение патронов с лампами накаливания мощностью не более 100 Вт при условии установки их на основаниях, выполненных из несгораемых материалов. Допускается уста-

новка патронов на сгораемых, например деревянных, основаниях, обшитых листовой сталью по асбесту.

Проводники должны вводиться в осветительную арматуру так, чтобы в месте ввода они не подвергались механическим повреждениям, а контакты патронов были разгружены от механических усилий.

Соединение проводников внутри кронштейнов или труб, при помощи которых устанавливается арматура, запрещается.

Приспособления (конструкции) для крепления светильников должны быть рассчитаны на нагрузку, указанную в "Правилах производства и приемки работ. Электротехнические устройства", а также КМК «Электротехнические устройства» и «Электрооборудование жилых и общественных зданий».

Осветительную арматуру допускается подвешивать непосредственно на питающих ее проводах при условии, что они предназначены для этой цели и изготавливаются по специальным техническим условиям.

Для зарядки осветительной арматуры общего освещения должны применяться провода с медными жилами сечением не менее  $0,5 \text{ мм}^2$  внутри зданий и  $1 \text{ мм}^2$  вне зданий.

Зарядка арматуры общего освещения должна производиться проводами, изоляция которых соответствует номинальному напряжению сети.

Для присоединения к сети настольных, ручных или переносных светильников, а также светильников местного освещения, подвешиваемых на шнурах и проводах, должны применяться гибкие шнуры (провода) с медными жилами сечением не менее  $0,35 \text{ мм}^2$  в бытовых электроустановках и не менее  $0,75 \text{ мм}^2$  в промышленных электроустановках.

Для зарядки стационарной осветительной арматуры местного освещения должны применяться гибкие провода с медными жилами сечением не менее  $1 \text{ мм}^2$  для подвижных конструкций и  $0,5 \text{ мм}^2$  для неподвижных. Изоляция проводов должна соответствовать номинальному напряжению сети.

Зарядка осветительной арматуры местного освещения должна соответствовать следующим требованиям:

1. Провода необходимо заводить внутрь кронштейна или защищать иным путем от механических повреждений; при напряжении не выше 42 В это требование не является обязательным.

2. При наличии шарниров провода (внутри шарнирных частей) не должны подвергаться натяжению или перетиранию.

3. Отверстия для проводов в кронштейнах должны иметь диаметр не менее 8 мм с допуском местных сужений до 6 мм, в местах вводов проводов должны применяться изолирующие втулки.

4. В подвижных конструкциях осветительных арматур должна быть исключена возможность самопроизвольного перемещения или раскачивания арматуры.

Металлические корпуса арматур должны быть снабжены специальными винтами диаметром не менее 4 мм для присоединения к заземляющей сети.

### **Установочные аппараты**

Требования, приведенные в ПУЭ 6.5.18—6.5.28, распространяются на аппараты (выключатели, переключатели и втычные соединители) для номинального тока до 10 А и напряжения до 250 В, а также на втычные соединители с заземляющим или нулевым защитным контактом для номинального тока до 63 А и напряжения до 380 В.

Аппараты, предназначенные для взрывоопасных зон, должны соответствовать требованиям гл. 7.3 ПУЭ, для пожароопасных зон — гл. 7.4 ПУЭ.

Аппараты, устанавливаемые вне зданий, в помещениях сырых, особо сырых, пыльных и помещениях со средой, вредно действующей на контакты, должны быть защищены от воздействия среды или иметь исполнение, соответствующее условиям окружающей среды.

Аппараты, устанавливаемые скрыто, должны быть заключены в коробки или специальные кожухи.

Аппараты, применяемые при открытой электропроводке, должны устанавливаться на подкладках из непроводящего материала толщиной не менее 10 мм. Эти подкладки могут являться конструктивными частями аппаратов.

Аппараты, предназначенные для стационарной установки, должны иметь контактные зажимы для присоединения к ним проводов с медными и алюминиевыми жилами.

Розетки для переносных электроприемников с частями, подлежащими заземлению (занулению), должны быть снабжены защитным контактом для присоединения заземляющего (нулевого защитного) проводника. При этом конструкция втычного соединителя должна исключать возможность использования токоведущих контактов в качестве контактов, предназначенных для заземления (зануления).

Соединение между заземляющими (нулевыми защитными) контактами вилки и розетки должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение токоведущие контакты; порядок отключения должен быть обратным. Заземляющие (нулевые защитные) контакты втычного соединителя должны быть электрически соединены с их корпусами, если эти корпуса выполнены из металла.

Вилки втычных соединителей должны быть выполнены так, чтобы их нельзя было включить в розетки с более высоким номинальным напряжением, чем номинальное напряжение вилки. Конструкции розеток и вилок должны обеспечивать невозможность включения в розетку только одного полюса двухполюсной вилки, а также одного или двух полюсов трехполюсной вилки.

Вилки втычных соединителей должны иметь такую конструкцию, чтобы присоединяемые к ним переносные провода в местах присоединения не подвергались натяжению или излому.

Выключатели и переключатели переносных электроприемников должны, как правило, устанавливаться на самих электроприемниках или в электропроводке, проложенной неподвижно. На подвижных проводах допускается устанавливать только выключатели специальной конструкции, предназначенной для этой цели. В двухпроводных линиях четырехпроводных систем с заземленной нейтралью, однополюсные выключатели должны устанавливаться в цепи фазного провода.

В двухпроводных групповых линиях сетей с изолированной нейтралью или без нейтрали при напряжении выше 42 В, а также в двухпроводных двухфазных групповых линиях в сети 220/127 В с заземленной нейтралью в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должны устанавливаться двухполюсные выключатели.

При оформлении заявок следует указывать полное обозначение типа светильников в соответствии с ГОСТ 13828-7.

2. При установке осветительных приборов с оптической системой, рассчитанной на лампы различного типа и мощности, необходимо строго следить за соответствием положения источника света, отражателя и преломлятеля, характеру светораспределения, указанному в техническом проекте.

3. Светильники следует монтировать в соответствии с проектной высотой подвеса, углом наклона, расстоянием между светильниками и положением относительно освещаемого участка. Крепление светильника должно быть надёжным.

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**



**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛИ  
( УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ)**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**



# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ, КОНСТРУКЦИЯ И СХЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ

**Цель работы:** Изучение конструкции ламп, рассмотрение способов зажигания и сборки схем.

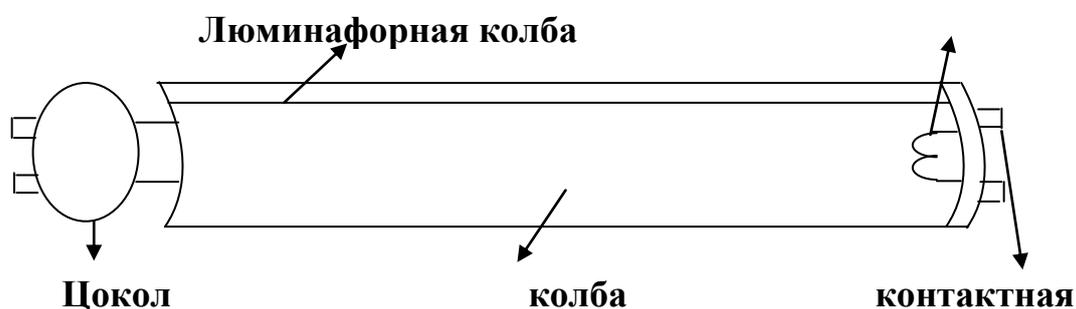
### Теоретическая часть

Люминесцентная лампа низкого давления представляет собой цилиндрическую трубку из прозрачного стекла, на внутренней поверхности которой нанесен слой люминофора. В качестве люминофора применяются вольфрамы магния и кальция, барий, кадмий и др. Длина и диаметр трубки определяется мощностью лампы и напряжением. По обоим концам трубки, в цоколях, вмонтированы вольфрамовые электроды. Для повышения активности электродов вольфрамовые спирали покрываются тонким слоем окислов щелочноземельных металлов.

После удаления воздуха внутри лампы вводится 20-30 мг ртути под небольшим давлением аргона, предназначенные для обеспечения зажигания лампы. Применяя различные люминофоры можно получить разные типы ламп (рис.1.1).

### Типы люминафорных ламп:

1. ЛД - лампы дневного света;
2. ЛБ - белого света;
3. ЛТБ – тепло-белого света;
4. ЛХБ - холодно-белого света;



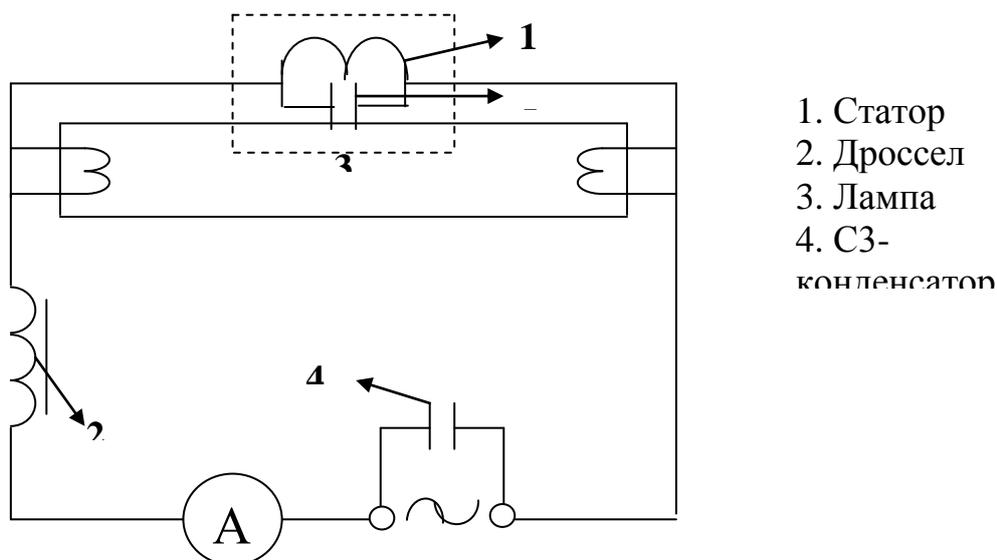
**Рис. 1.1. Конструкция люминесцентных ламп.**

Лампы предназначены для работы в сетях переменного тока напряжением 127-220 В. Лампы без дополнительных приспособлений не могут быть зажжены так как при подключении лампы к сети в начальный момент в следствие незначительной ионизации газовой среде, сопротивление которой велико, ток протекающий в лампе имеет очень малую величину.

Для зажигания лампы требуется повышенное напряжение (около 2-х кратного). После зажигания лампы процесс ионизации нарастает от – чего сопротивление лампы уменьшается, а ток увеличивается до величины характерной для короткого замыкания. Поэтому после зажигания лампы с целью снижения напряжения и ограничения тока, необходимо в цепь включить токоограничивающие сопротивление (дресселя).

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомление с установкой и ее схемой.
2. Сборка схемы.
3. Подача напряжения с помощью ЛАТРа, с постепенным увеличением.
4. Замерить напряжения зажигания.
5. При изменении напряжение от 0 до 220В наблюдение за лампой.
6. Для работы импульсной схемы необходимы дроссель, стартер и конденсаторы.



**Рис 1.2 Статорное зажигание люминесцентных ламп.**

Стартер - параллельно лампе, для автоматического включения и отключения цепи предварительного нагрева электродов.

Дроссель - последовательно лампе, для ограничения тока и поддержания устойчивой работы лампы.

### Контрольные вопросы:

1. Физическая сущность работы люминесцентных ламп.
2. Конструкция люминесцентной лампы.
3. Типы люминесцентных ламп.
4. Назначение дополнительной аппаратуры.
5. Способы зажигания люминесцентных ламп.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ РТУТНЫЕ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

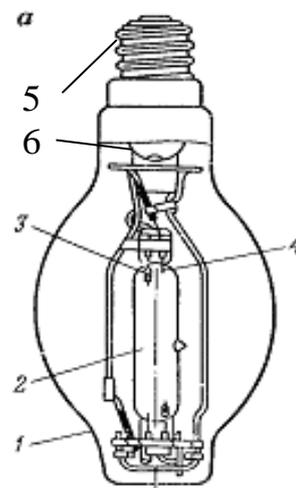
#### Цель работы:

Изучение строения ДРЛ, сборка схемы включения ДРЛ и её характеристики

#### Теоретическая часть

Конструктивно ДРЛ состоит из внешнего баллончика, выполненного из тугоплавкого (металла) стекла, внутри которого помещена кварцевая газоразрядная лампа, наполненная дозированным количеством ртути и инертным газом. На внутреннюю поверхность внешнего баллончика нанесен слой люминофора. Баллон защищает ртутно-кварцевую лампу от внешней среды, а для повышения устойчивости люминофора пространство между баллоном и лампой заполняется инертным газом. Лампы ДРЛ мощностью 80 и 125 Вт снабжены цоколем I 40.

1. Внешняя колба.
2. Ртутно-кварцевая лампа высокого давления.
3. Вольфрамовый катод.
4. Молибденовый катод.
5. Цоколь.
6. Никелевые электроды.



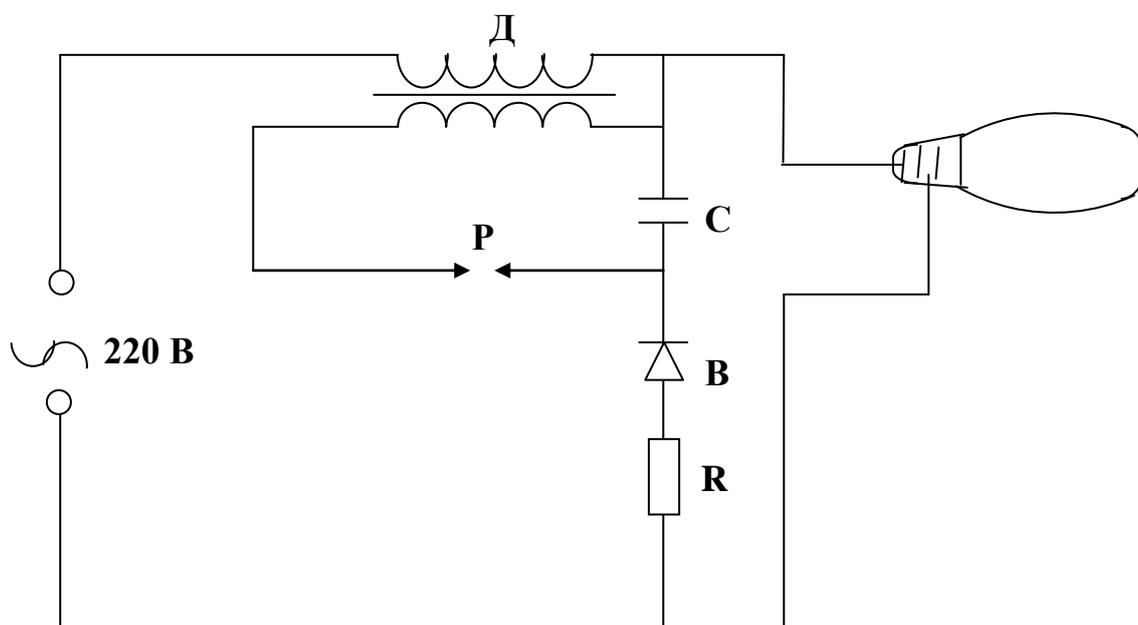
При газовом разряде в парах ртути отсутствуют лучи красного цвета. Это приводит к сильному искажению цветности освещаемых предметов. Исправление этого недостатка достигается благодаря наличию слоя люминофора, который улучшает цветность.

Порядок выполнения работы

1. Сборка схемы включения ДРЛ.
2. Подача напряжения с помощью ЛАТРа, с постепенным увеличением.
3. Засекает времени зажигания ДРЛ.

#### 4. Определение времени повторного зажигания.

Лампа ДРЛ включается в сеть переменного тока с помощью ПРА, состоящего из дросселей, различных для ламп разной мощности и зажигающего устройства.



**Рис. 2.1** Схема включения лампы ДРЛ

При включении конденсатор С заряжается через селеновый выпрямитель В и ограничивающее устройство R. Когда напряжение на конденсаторе С достигает определенной величины, он через разрядник Р разряжается на дополнительные обмотки дросселя, возникает высоковольтный импульс, который и зажигает лампу.

#### Контрольные вопросы

1. Конструктивное исполнение ДРЛ.
2. Типы ДРЛ.
3. Преимущества ДРЛ.
4. Где применяется лампа ДРЛ.
5. Сколько срок службы лампы ДРЛ.

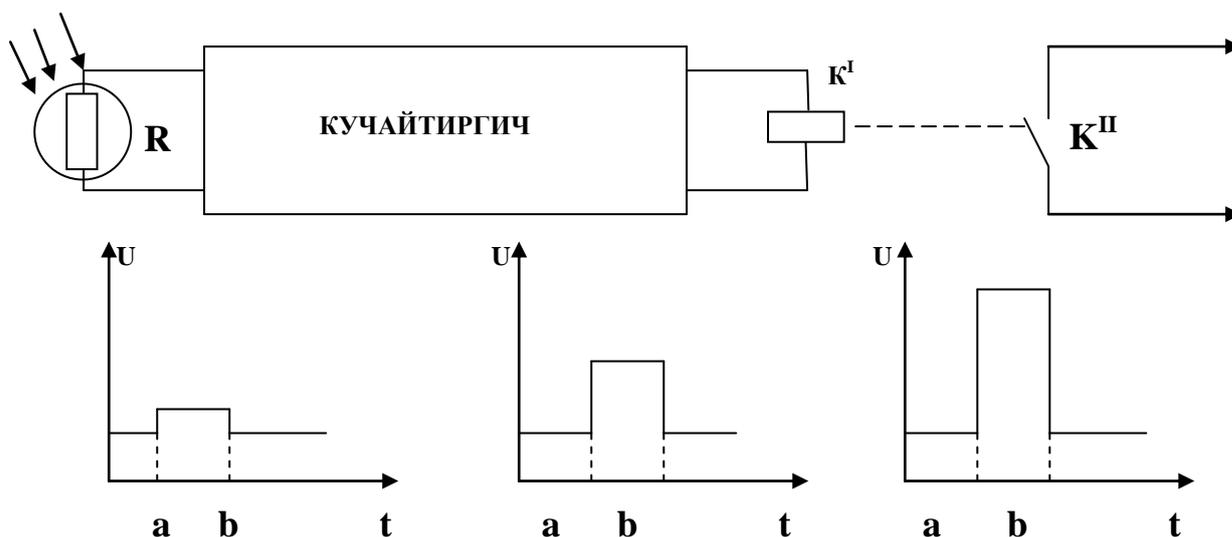
## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ФОТОРЕЛЕ

#### Теоретическая часть.

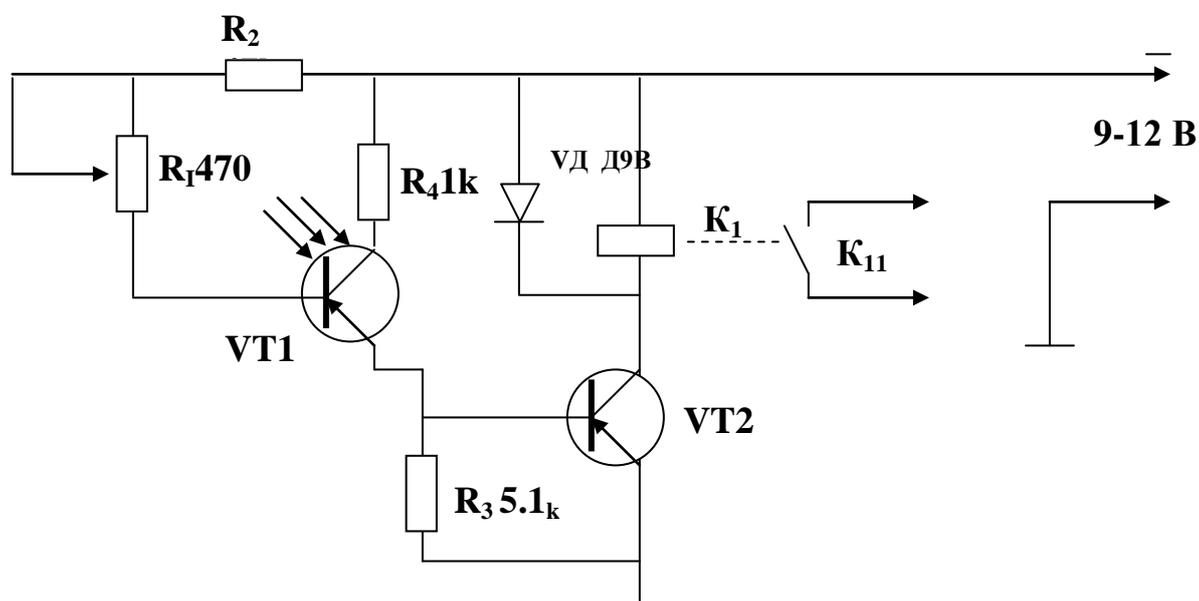
Фотореле - устройство, позволяющее при изменении силы света, падающего на его светочувствительный элемент, управлять другими приборами или механизмами.

Фотореле состоит из светочувствительного датчика, усилителя и исполнительного элемента (Рис. 3.1 ).



**Рис. 3.1 Фото реле и её характеристики.**

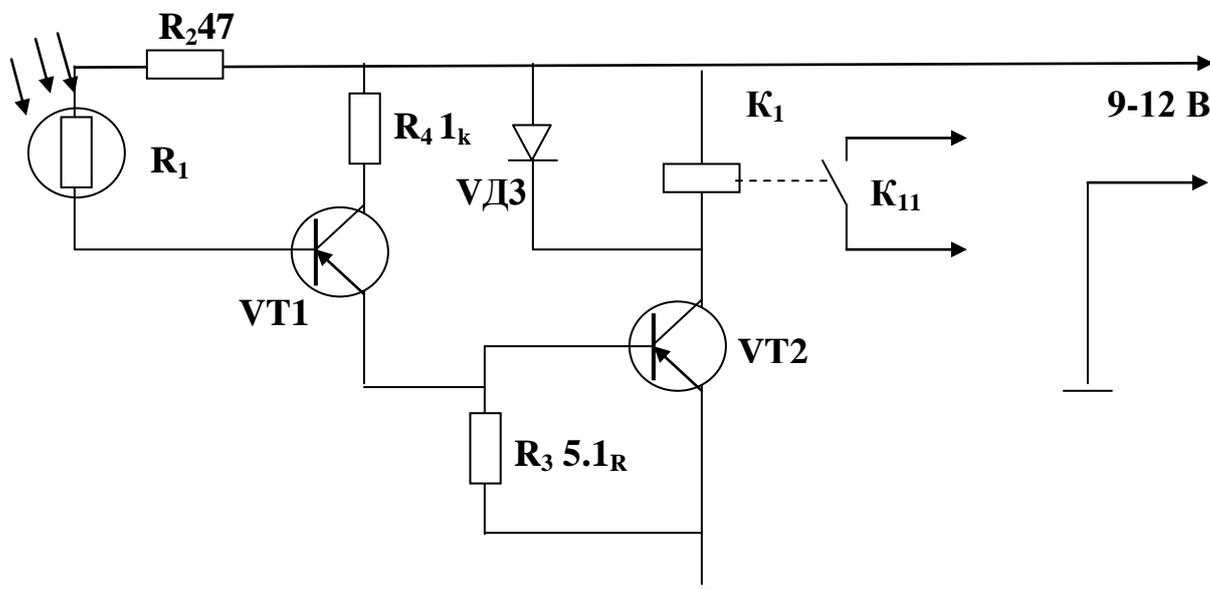
Рассмотрим несколько вариантов фотореле с различными датчиками.



**Рис.3.2 Фототранзисторный фотореле**

На рис.3.2 в качестве фотозлемента используется транзистор МП39-МП-42, у которого снята верхняя часть корпуса. В исходном состоянии транзистор затемнен, оба транзистора закрыты. При освещении кристалла транзистора V1, сопротивление обратного коллекторного перехода уменьшается, что ведет к резкому повышению тока.  $I_n$ , который открывает транзистор V2.

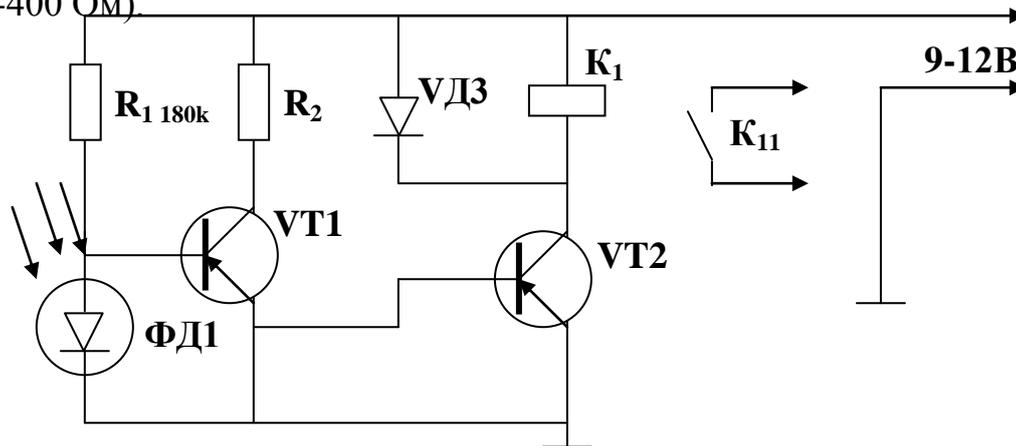
При этом реле K1 является нагрузкой транзистора V2, реле K1 срабатывает и замыкает контакты цепи управления.



**Рис. 3.3 Фоторезисторный фотореле.**

На рис. 3.3 фотозлементам служит фоторезистор R1. Он включен в цепь базы транзистора V1, последовательно с резистором R2, ограничивающим ток в этой цепи. При освещении фоторезистора его сопротивление падает, что приводит к увеличению тока. Открывается транзистор V1 а затем V2.

Увеличивается ток через обмотку реле K1, оно срабатывает и замыкает контакт в цепи управления. Используются фоторезисторы ФСК1, ФСК2. Реле рассчитано на ток срабатывания 10 - 12 мА ( $R_{\text{реле}} = 200 - 400 \text{ Ом}$ ).



**Рис. 3.4 Фотодиодный фотореле**

На рис. 3.4 фотоэлементом служит фотодиод V1, типа ФД1 или ФД2. Реле K1 аналогичное. Здесь фотодиод и резистор R1 образуют делитель напряжения источника питания, с которого на базу транзистора V2 подается отрицательное напряжение смещения тока фотодиода. Фотодиод включен в цепь делителя в обратном направлении, т.е. его обратное сопротивление очень велико. В этот момент напряжение смещения на базе транзистора определяется сопротивлением резистора R1. Транзистор V2 при этом открыт, а V4 - закрыт. При освещении фотодиода его обратное сопротивление падает, вследствие чего на нем падает напряжение и транзистор V2 закрывается, а V4 - открывается. При этом срабатывает реле K1 и замыкается исполнительная цепь. При затемнении фотодиода его обратное сопротивление вновь увеличивается, транзистор V2 открывается, V4 - закрывается, и разрывается исполнительная цепь.

### Порядок выполнения работы.

1. Ознакомление со схемами фотореле.
2. Изучение принципов работы схемы.
3. Сборка схемы.
4. Измерение  $U_{вкл.}$  и  $U_{откл.}$  обмотки реле K1.
5. Измерение  $U_{вкл.}$  в обмотке реле K1 в затемненном состоянии и определение чувствительности фотоэлемента.

Опыт произвести 4-5 раз и занести в таблицу.

Таблица № 1

Типы фотореле	Освещение			Зажигание		
	Увк. В	Ук. В	Уреле В	Увк. В	Ук. В	Уреле В
1. Фотосопротивление ФР-75А						
2. Фототранзистор МП-39						
1. Фотодиод ФД-1						

### Контрольные вопросы:

1. Что такое фотореле?
2. Виды фотореле?
3. Принцип работы фотореле?
4. Применение фотореле?

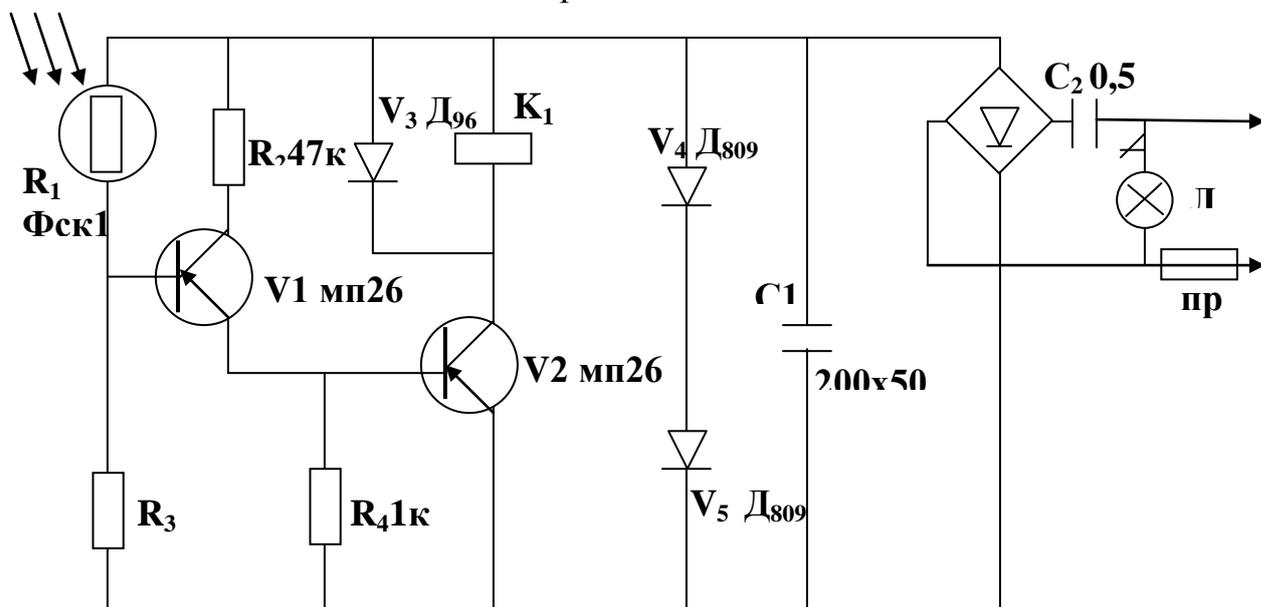
## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ

**Цель работы:** Изучение схемы, принципа работы автоматического включения освещения и её применение

### Теоретическая часть

Для автоматического включения освещения применяется фотореле.

Схема автомата показана на рис.4.1.



**Рис. 4.1 Автоматическое включение освещения.**

Сопротивление затемненного R1 сотни кОм. При этом коллекторные токи V1, в базовую часть которого включен R1 и V2, база которого соединена с эмиттером V1, не превышает тока отпускания реле K1.

В это время лампа подключена к сети.

При освещении R1 его сопротивление падает до 80-100 кОм. При этом коллекторные токи V1 и V2 увеличиваются, и при 20-25 мА реле срабатывает, и лампа отключается от сети. Реле K1 типа РЭС-22 или РСМ-1 с сопротивлением обмотки 650-750 Ом.

Автоматическое управление освещением делится на фотоавтоматическое и программное. В первом - управление происходит в зависимости от освещенности датчика. Оно используется для наружного освещения, т.к. нет автоматов с необходимыми для внутреннего освещения характеристиками. Программное освещение применяется для внутреннего освещения. Оно предусматривает включение в зависимости от времени начала и окончания рабочих смен и обеденных перерывов, осуществляется с помощью программных реле времени.



Включение и защита линий внутреннего и наружного освещения при дистанционном, автоматическом и телемеханическом управлении исполнено при помощи ящиков и блоков управления с коммутационной аппаратурой. При дистанционном управлении - управление с пульта диспетчера. При устройстве автоматического управления в дополнение к фотоэлементам и программному управлению, предусматривает возможность перехода на дистанционное управление. Шкафы, блоки, посты устанавливаются в помещении управления. Для дистанционного управления наружным освещением применяют многоканальную систему перехода команд, в качестве которой используются специально выделенные жилы телефонных кабелей внутренней связи или специальные контрольные кабели.

На рис 4.2 показана схема автоматическое управление освещение школьных коридоров в зависимости от звонка.

Схема состоит из звонка, реле промежуточный 1Р, 2Р, реле времени РВ, магнитный пускатель МП, фото выключатель ФВК, реле времени моторный РВМ и реле фиксации ЗР.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Как работает фотореле автоматическое включение освещение?
2. Из каких элементов состоит схема автоматическое включение освещением?
3. Для чего служит диоды в схеме рис.4.1?
4. Расскажите принцип работы схема автоматическое управление освещение школьных коридоров в зависимости от звонка.?
5. Какова область применение автоматизация освещение?

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 1

### ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТИПЫ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ.

В настоящее время основными источниками искусственного освещения являются электрические лампы накаливания, основанные на принципе теплового излучения. Сущность явления теплового излучения состоит в том, что твердое тело при его нагревании выделяет лучистую энергию всех длин волн (сплошной спектр). При низких температурах телом излучается почти исключительно невидимые инфракрасные лучи, длина волны которых больше, чем у световых лучей. По мере повышения температуры происходит не только количественное увеличение излучаемой телом лучистой энергии, но и меняется состав спектра. При этом быстро увеличивается видимое излучение, световые лучи которого имеют более короткие волны. Тело начинает светиться сначала вишнево-красным, затем красным, оранжевым и, наконец, белым светом. Получение света в лампах накаливания осуществляется при помощи тугоплавкого металла – вольфрама при нагревании электрическим током до температуры  $2200 - 3000^0$  К. источники света, основанные на тепловом излучении, имеют низкий коэффициент полезного действия.

В современных лампах накаливания малой мощности только до 7% потребляемой энергии превращается в видимый свет, а в лампах большей мощности – 10%. Остальная часть электрической энергии затрачивается на невидимые глазом излучения и на тепловые потери. Однако электрические лампы накаливания вследствие простоты их конструкции, дешевизны и удобства в эксплуатации получили широкое применение в осветительных установках. (Рис.1.1)

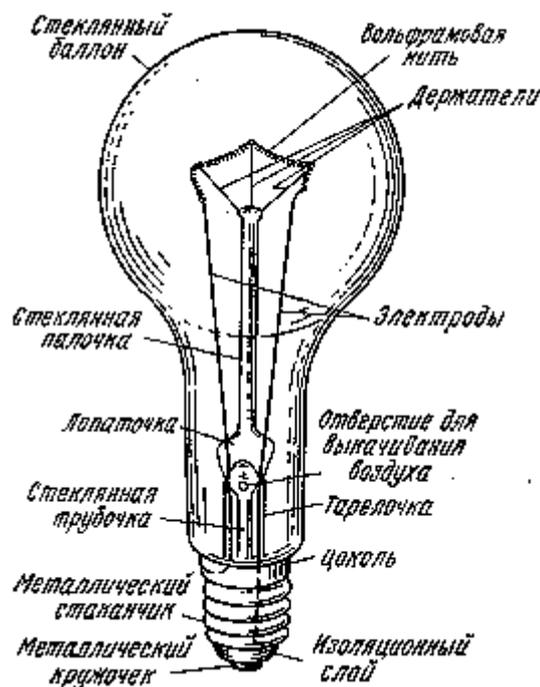


Рис.1.1. Элементы лампы накаливания.

Устройство современной нормальной лампы накаливания показано на рис.

Лампа накаливания с вольфрамовой нитью изготавливаются двух видов:

а) пустотные (вакуумные), из колб которых откачан воздух;

б) газонаполненное, колба которых после откачки воздуха заполняется инертным газом – смесью азота и аргона или редкими газами – криптоном и ксеноном.

Пустотные лампы изготавливаются отечественной промышленностью только на небольшие мощности (60 Вт). Это объясняется тем, что при нахождении газа в лампе с небольшим диаметром колбы и при сравнительно большой длине нити накала возникали бы лишние тепловые потери посредством конвекции. Лампы накаливания большей мощности изготавливаются газонаполненными. Наличие газа в колбе лампы создает условия для повышения температуры накала нити и увеличения светового потока. Газ, окружая раскаленную нить, замедляет ее распыление, что повышает срок службы лампы.

В табл.1.1. указывается изменения светового потока, световой отдачи и срока службы ламп в зависимости от подводимого напряжения.

Таблица 1.1

	Подводимое напряжение в % от номинального						
	90	95	98	100	103	105	110
<b>Световой поток</b>	70	84	93	100	111	119	137
<i>Световая отдача в % от номинального значения</i>	80	90	95	100	105	110	125
<i>Срок службы в % от номинального значения</i>	360	160	105	100	80	60	40

Из табл. видно, что при снижении напряжения в сети световая отдача и световой поток значительно уменьшаются, в то время как срок службы возрастает. При увеличении напряжения в сети световая отдача возрастает, а срок службы резко снижается.

### ***Достоинства и недостатки ламп накаливания.***

Электрическая лампа накаливания, оставаясь до настоящего времени основным источником искусственного освещения, имеет свои достоинства и недостатки.

***Достоинства ламп накаливания:***

1. Лампа работает одинаково нормально при питании ее от источника переменного и постоянного тока.
2. При включении она зажигается практически мгновенно.
3. Имеет незначительные размеры, и в зависимости от условий применения может быть изготовлена любой формы.
4. Имеет невысокую стоимость вследствие простоты конструкции и изготовления.
5. Простота в эксплуатации.

***Основные недостатки ламп накаливания следующие:***

1. Лампа обладает слепящей яркостью, действующей отрицательно на глаза человека, требует применения соответствующей арматуры, ограничивающей ослепление.
2. Лампа весьма чувствительна к колебаниям напряжения в сети.
3. Имеет незначительный срок службы (порядка 1000 ч).
4. Имеет низкий коэффициент полезного действия (1,5 – 3%).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 2

### ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ И СХЕМЫ ФОТОРЕЛЕ.

Фотореле - устройство, позволяющее при изменении силы света, падающего на его светочувствительный элемент, управлять другими приборами или механизмами.

Фотореле состоит из светочувствительного датчика, усилителя и исполнительного элемента (Рис. 2.1 ).

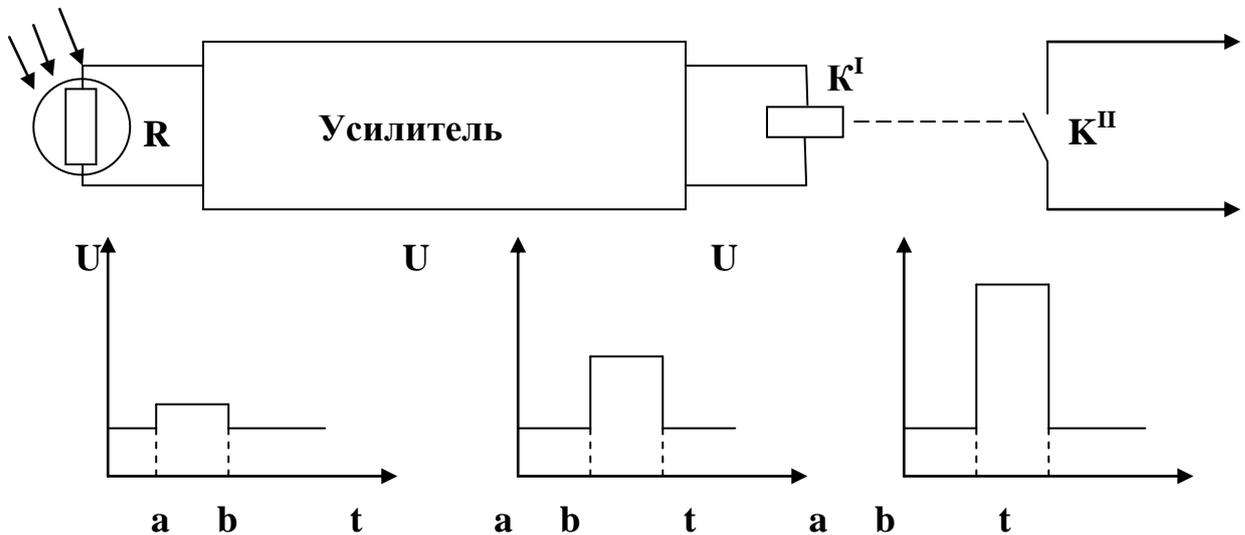


Рис. 2.1 Фотореле и его характеристики.

Рассмотрим несколько вариантов фотореле с различными датчиками.

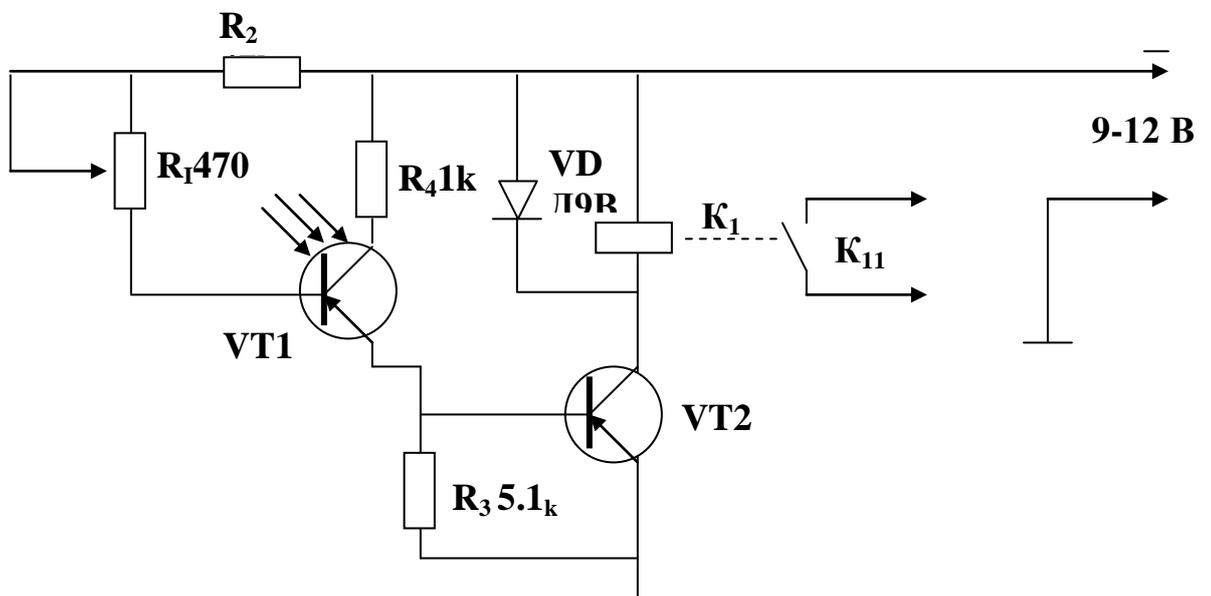
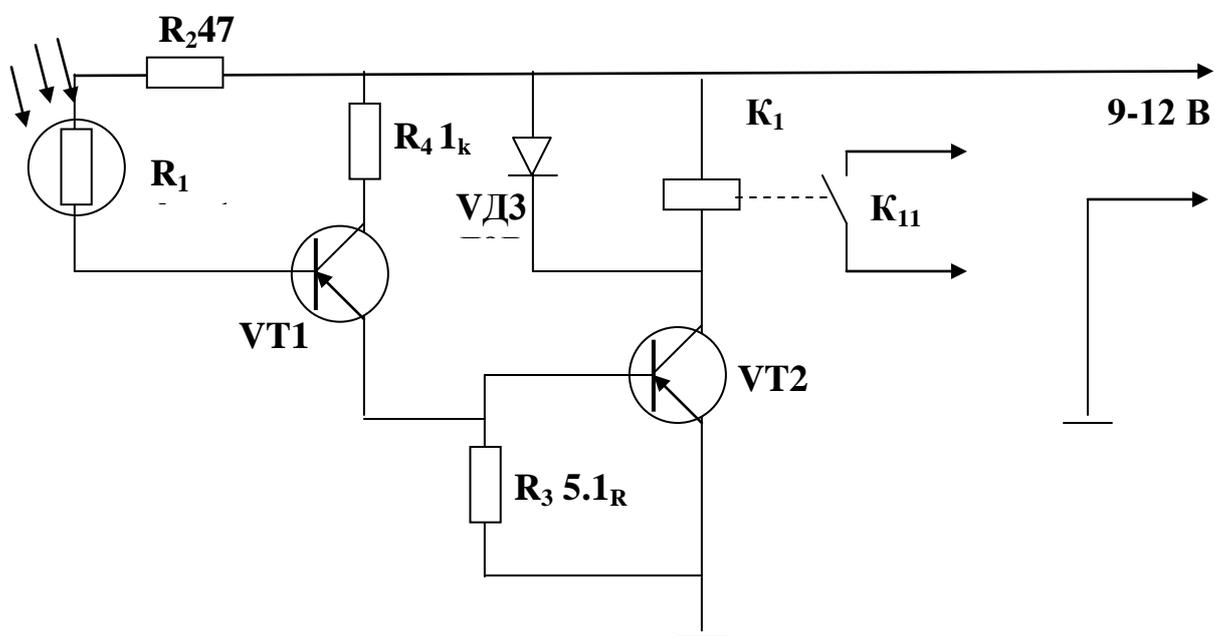


Рис.2.2 Фототранзисторное фотореле

На рис.2.2 в качестве фотоэлемента используется транзистор МП39-МП-42, у которого снята верхняя часть корпуса. В исходном состоянии транзистор затемнен, оба транзистора закрыты. При освещении кристалла транзистора V1, сопротивление обратного коллекторного перехода уменьшается, что ведет к резкому повышению тока  $I_n$ , который открывает транзистор V2.

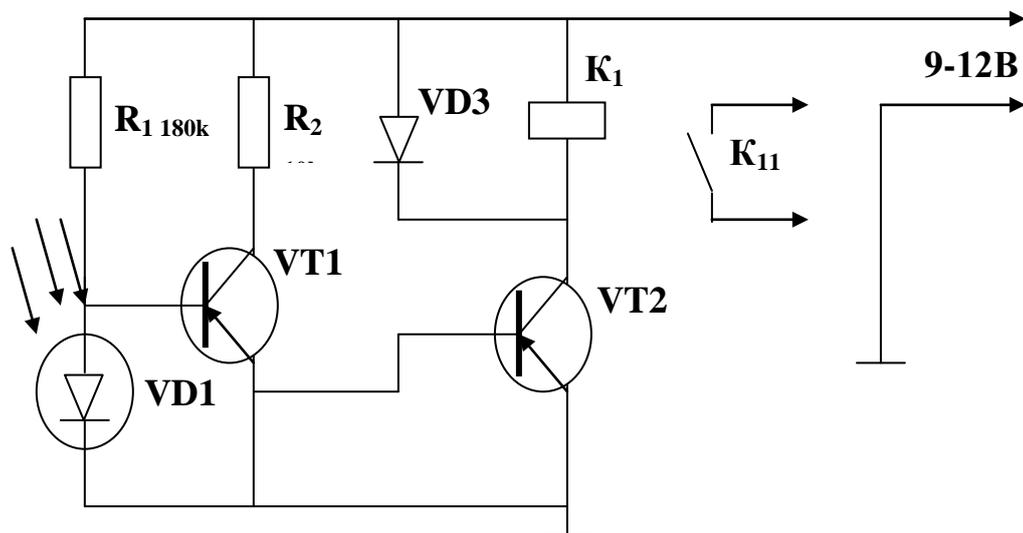
При этом реле K1 является нагрузкой транзистора V2, реле K1 срабатывает и замыкает контакты цепи управления.



**Рис. 2.3 Фоторезисторное фотореле.**

На рис. 2.3 фотоэлементом служит фоторезистор R1. Он включен в цепь базы транзистора V1, последовательно с резистором R2, ограничивающим ток в этой цепи. При освещении фоторезистора его сопротивление падает, что приводит к увеличению тока. Открывается транзистор V1 а затем V2.

Увеличивается ток через обмотку реле K1, оно срабатывает и замыкает контакт в цепи управления. Используются фоторезисторы ФСК1, ФСК2. Реле рассчитано на ток срабатывания 10 - 12 мА ( $R_{\text{реле}} = 200 - 400 \text{ Ом}$ ).



**Рис. 2.4 Фотодиодное фотореле**

На рис. 2.4 фотоэлементом служит фотодиод V1, типа VD1 или VD2. Реле K1 аналогичное. Здесь фотодиод и резистор R1 образуют делитель напряжения источника питания, с которого на базу транзистора V2 подается отрицательное напряжение смещения тока фотодиода. Фотодиод включен в цепь делителя в обратном направлении, т.е. его обратное сопротивление очень велико. В этот момент напряжение смещения на базе транзистора определяется сопротивлением резистора R1. Транзистор V2 при этом открыт, а V4 - закрыт. При освещении фотодиода его обратное сопротивление падает, вследствие чего на нем подается напряжение и транзистор V2 закрывается, а V4 - открывается. При этом срабатывает реле K1 и замыкается исполнительная цепь. При затемнении фотодиода его обратное сопротивление вновь увеличивается, транзистор V2 открывается, V4 - закрывается, и разрывается исполнительная цепь.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ № 3

### АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ.

Задача автоматизации управления освещением общедомовых помещений в жилых и общественных зданиях является актуальной; ее применение приводит к значительной экономии электроэнергии. В настоящее время разработаны и широко внедряются следующие системы управления освещением лестниц поэтажных коридоров в жилых домах:

1. включение освещения с помощью кнопочных автоматических выключателей с выдержкой времени на отключение (децентрализованное управление);
2. управление с помощью фотовыключателей (централизованное управление на одно здание);
3. управление с помощью фотовыключателей и реле времени (централизованное программное управление на одно здание);
4. управление с диспетчерского пункта ЖЭК или микрорайона (централизованное управление).

При центральном управлении необходимо считаться с потерями напряжения в линиях, так как в больших микрорайонах расстояния от диспетчерского пункта до самого отдельного дома может достигать 1 – 2 км и более.

Для надежного срабатывания реле, выпускаемых серийно промышленностью, необходимо обеспечить уровень напряжения на его катушке не менее 85% номинального. Поэтому сети дистанционного управления должны быть рассчитаны из условия допустимой потери, напряжения в размере 15%. Потеря напряжения % в сети дистанционного управления можно определить по формуле:

$$\Delta U = \frac{a I_{pk} R_{л}}{U_{ном}} \cdot 100 \quad (3.1.)$$

где  $a$  - доля номинального напряжения катушки, необходимая для надежного срабатывания (обычно  $a = 0,85$ );

$I_{pk}$  - номинальный рабочий ток катушки А;

$R_{л}$  - сопротивление линии Ом;

$U_{ном}$  - номинальное напряжения сети В.

Если сеть дистанционного управления выпускается телефонным кабелем с медными жилами диаметром 0,5 мм, а источник питания имеет напряжения 48В постоянного тока и номинальное напряжение катушки реле также 48 В, то потеря напряжения может быть определена по формуле:

$$\Delta U = 337 I_{pk} l \quad (3.2.)$$

где  $l$  - длина линии в один конец, км.

Определим наибольшую длину линии при включении реле МКУ-48 с катушкой сопротивлением  $R_k = 4600 \text{ Ом}$ .

Рабочий ток катушки определяется из выражения

$$I_{pk} = \frac{U}{P_k} = \frac{48}{4600} = 0.0104 \text{ А}$$

тогда максимальная длина по формуле (3.2.)

$$l = \frac{\Delta U}{337 I_{pk}} = \frac{15}{337 \cdot 0.0104} = 4.3 \text{ км}$$

При очень больших длинах цепей управления для компенсации потери напряжения примеряется источники питания с повышенными напряжениями. Так как для реле МКУ-48 допускается повышение напряжения только до 10%, а для других реле 5% то необходимо для реле, расположенных близко от источника питания, снижать избыточное напряжение путем включения последовательно с катушкой реле дополнительного сопротивления. Дополнительное сопротивление может быть определено по формуле:

$$I_{д} = \frac{U_{ном}}{I_{pk} - \Gamma_l - R_k} \quad (3.3.)$$

где  $\Gamma_l$  - сопротивление линии.

Для телефонного кабеля с медной жилой диаметром 0,5 мм можно принимать сопротивление линий  $95 \text{ см} / \text{км}$ . Если сети управление выполняются на переменном токе кабелями и проводами, индуктивным сопротивлением которых можно пренебречь, то необходимые сечение проводов определяется по следующей формуле:

$$S = \beta I_n l \quad (3.4.)$$

где  $I_n$  - пусковой ток катушки реле или контактора, А;  $\beta$  - коэффициент; значение которого зависит о напряжения сети; материала проводника и коэффициента мощностей катушки при пуске, а также о допускаемой потери напряжения. Для воздушных сетей управления выпускаемых медными и алюминиевыми проводами, приходится считаться с индуктивным со-

противлением линии. В этом случае потеря напряжения определяется по следующей формуле:

$$\Delta U = 100 \left( \frac{1 - U_k}{\gamma I_n} \right) \quad (3.5.)$$

где  $U_k$  - номинальное напряжения катушки, В;

$\gamma$  - коэффициент, определяемый по формуле

$$\gamma = \sqrt{a l^2 + b} \frac{U_{kl}}{I_n} (\cos \varphi + c \sin \varphi) + \left( \frac{U_{ном}}{I_n} \right)^2 \quad (3.6.)$$

где  $U_{ном}$  - номинальное напряжения источник питания, В;

$\varphi$  - угол сдвига фаз между напряжением и током катушки при пуске;

$a, b, c$  - коэффициенты, зависящие от материала и сечения проводов, принимаемые по справочникам.

Значение токов, потребляемых катушками контакторов магнитных пускателей и реле, приводится в каталогах.

### ***Управление освещением в общественных зданиях.***

Существенная экономия электрической энергии может быть получена при автоматизации управления освещением некоторых помещений в больницах, поликлиниках, школах, административных и других зданиях.

Так, например, в школах особенно, крупных, целесообразно, как указывались выше, отключать на время уроков часть освещения рекреацией коридоров и некоторых других помещений что снижает более чем на половину расход электроэнергии на их освещение.

На рис. представлена схема, связанная с системой звонковой сигнализации школы, работающей от электрочасов. Для обеспечения правильного включения и выключения освещения, то есть для того чтобы свет в рекреациях погасил на время урока и зажегся во время перемены, необходимо первый раз автоматический выключение 1АВ включить во время урока, благодаря чему первый импульс поступит на катушки реле 1Р. В дальнейшем никаких манипуляций с автоматическим выключением 1АВ производить не требуется.

Реле 1Р сработает и своим контактом 1РЗ в цепи 1-7 замкнет цепь питания первой катушки реле 3Р. Последнее сработает, зафиксируется в этом положении специальной пружиной и своим контактом 3РЗ в цепи 10-11 подает напряжение на катушку реле времени РВ, если замкнуты контакты промежуточного часового реле времени РВМ и фотовыключателя ФВК.

Настройка реле РВМ производится таким образом, что его контакт замыкается за 30-40 мин до начала занятий в школе размыкается спустя некоторое время после окончания всех занятий контакт ФВК замкнут при недостаточной наружной освещенности. Реле времени РВ своим РВ1 в

цепи 1-12 включит цепь катушки магнитного пускателя МП, который в свою очередь включит освещение (цепи А-13; В-14; С-15).

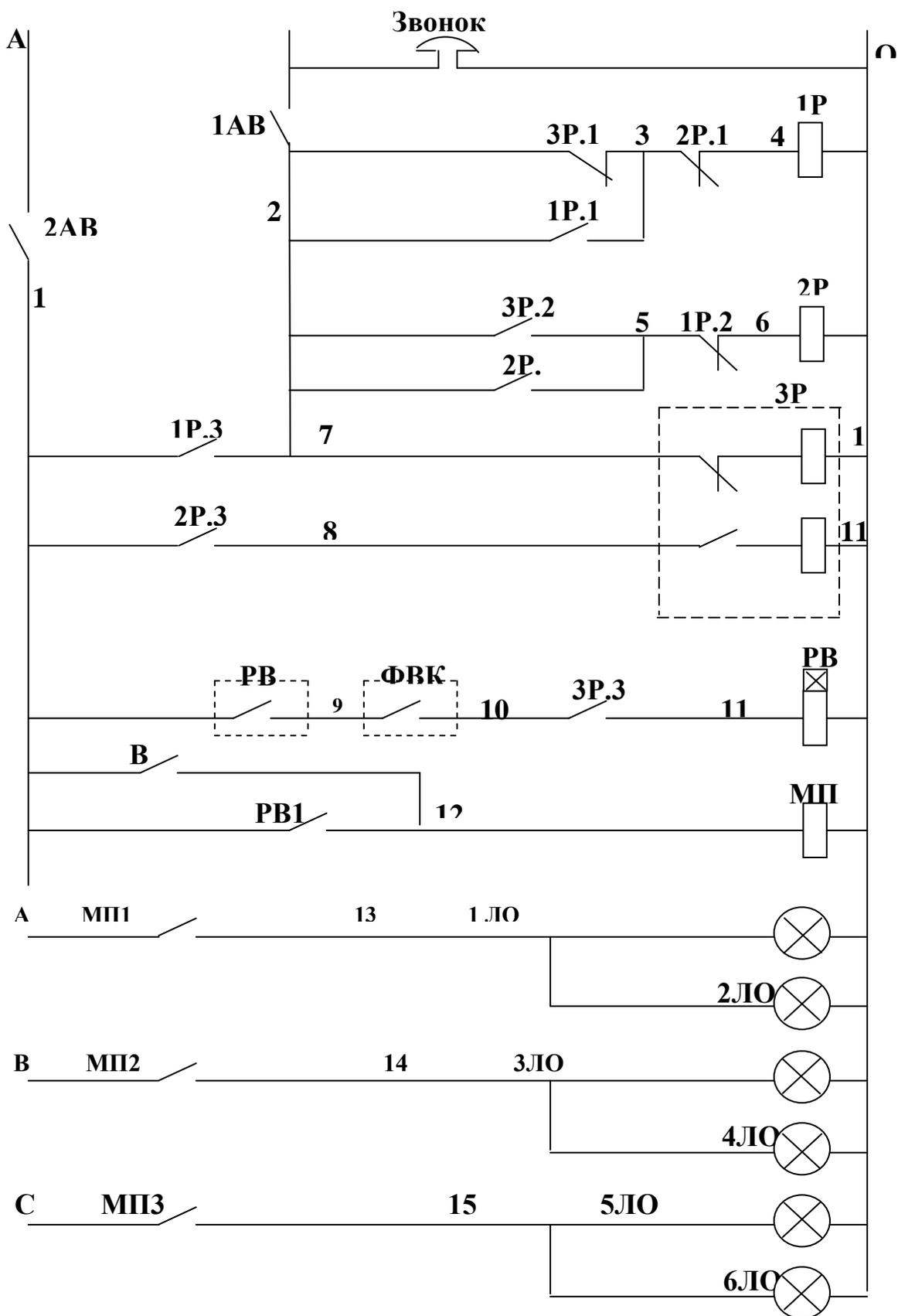


Рис.3.1. Схема автоматического программного управления освещением реакций и коридоров в школах.

После окончания перемены импульс от звонка поступает уже на катушку реле 2Р, так как в цепи 1Р контакт реле 3Р.2 замкнут; контакт реле 2Р.3 в цепи 1-8 замкнется и подаёт напряжение на вторую катушку реле 3Р, которое опять сработает и зафиксируется пружиной в новом положении. Одновременно разомкнется его контакт 3Р.3. Реле РВ с выдержкой времени, необходимой для того, чтобы все учащиеся успели войти в классы, обесточит катушку МП и лампы освещения ЛО погаснут.

После очередного звонка на перемену импульс от звонка поступит опять на реле 1Р и процесс повторится. Испытание двухкатушечного реле обеспечивает нормальную работу схемы без повторной настройки при временном напряжении. При ремонтных работах имеется включить освещение вручную при помощи выключателя ВК. Необходимо иметь в виду, что рассматриваемая схема предназначена только для управления рабочим освещением. Эквивалентное освещение на период уроков не откроется и управляется при помощи фотовыключателя.

Как показывают расчеты, первичные затраты на устройство автоматического выключателя быстро окупаются благодаря снижению эксплуатационных расходов, несмотря на некоторое сокращение срока службы ламп вследствие более частых включений и отключений.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

### РАСЧЕТ ОСВЕЩЕНИЯ ПО МЕТОДУ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА.

Метод коэффициента использования светового потока применим и дает достаточные для практики данные при расчете общего равномерного освещения горизонтальных плоскостей закрытых помещений симметрично размещенными светильниками при условии отсутствия в помещении громоздкого оборудования, затеняющего рабочие места. Данным методом определяется освещенность поверхности с учетом как светового потока, падающего от светильников непосредственно на освещаемую поверхность  $F_{\text{п}}$ , так и отраженного от стен, потолков и самой освещаемой поверхности  $F_{\text{отр}}$ :

$$F_p = F_{\text{п}} + F_{\text{отр}} \quad (4.1.)$$

где  $F_p$  – суммарный световой поток, падающий на освещаемую поверхность.

Поскольку в данном случае учитывается доля освещенности, создаваемая отраженным световым потоком, метод коэффициента использования светового потока пригоден и для расчетов освещения помещений со светлыми стенами и потолками при светильниках рассеянного, отраженного и преимущественно отраженного света.

Как известно, на горизонтальную рабочую поверхность падает не весь световой поток от светильников, размещенных в освещаемом помещении, так как некоторая часть светового потока поглощается осветительной арматурой, стенами и потолком.

Следовательно,  $F_p < nF_{\text{л}}$

где  $n$  – число ламп;

$F_{\text{л}}$  – световой поток одной лампы.

Коэффициентом использования светового потока осветительной установки называется отношение светового потока, падающего на горизонтальную поверхность, равную площади освещаемого помещения, к суммарному световому потоку всех источников света, размещенных в данном помещении:

$$u = \frac{F_p}{nF_{\text{л}}} \quad (4.2.)$$

Из формулы видно, что коэффициент использования светового потока осветительной установки всегда меньше единицы. Его величина зависит от типа и КПД светильника, высоты подвеса, окраски стен и потолка, площади и геометрических размеров помещения.

Как известно, каждый тип светильника характеризуется кривой распределения силы света. Чем большая часть светового потока, излучаемая светильником, падает непосредственно на освещаемую поверхность, тем

меньше света поглощается стенами и потолком, а следовательно, коэффициент использования возрастает.

С увеличением КПД потери светового потока в светильнике уменьшаются, следовательно коэффициент использования возрастает.

Чем выше подвешены светильники над рабочей поверхностью, тем ниже коэффициент использования.

Чем светлее окраска стен и потолка, тем выше значения коэффициента отражения, следовательно, коэффициент использования возрастает.

Зависимость коэффициента использования от геометрических размеров помещения учитывается одним коэффициентом  $i$ , который принято называть показателем помещения. Для прямоугольных помещений  $i$  выражается эмпирической формулой:

$$i = \frac{AB}{H_p (A + B)} = \frac{S}{H_p (A + B)} \quad (4.3.)$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, м;

$H_p$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Для каждого типа светильника в зависимости от показателя помещения и коэффициентом отражения потолков, стен и расчетной поверхности вычислены коэффициенты использования, которые сведены в таблицы.

Средняя освещенность горизонтальной поверхности определяется выражением:

$$E_{cp} = \frac{F_p}{S} = \frac{unF_a}{S} \quad (4.4.)$$

Нормы искусственного освещения, включенные в ПУЭ и строительные нормы и правила (СНиП) предусматривают минимальные величины освещенности на рабочих поверхностях. Поэтому при расчете необходимо обеспечить нормированную минимальную, а не среднюю освещенность. (Средняя освещенность всегда будет больше минимальной, т.е.  $E_{cp} > E_{min}$ ).

Для этого вводится поправочный коэффициент, представляющий собой отношение средней освещенности к минимальной:

$$z = \frac{E_{cp}}{E_{min}}$$

Величина  $z$  зависит от типа светильника и относительного расстояния между светильниками. Значения  $z$  для некоторых стандартных светильников приведены в табл. 4.1

Таблица 4.1

Типа светильника	Отношение $\frac{L}{H_p}$			
	0,8	1,2	1,6	2,0
	Значения $z$			
«Универсаль» без затенителя	1,2	1,15	1,25	1,5
«Глубокоизлучатель» эмалированный	1,15	1,1	1,2	1,4
«Люцетта» цельного стекла	1	1	1,2	2,2
«Шар» молочного стекла	1	1	1,1	1,3

Лампа зеркальная	1,2	1,4	1,5	1,8
СК-300	1	1	2,2	1,3
ПМ	1	1	1,1	1,2
КСО-1, СК-1	1	1	1	1,1

С течением времени освещенность от осветительной установки будет снижаться вследствие уменьшения светового потока ламп в процессе горения, загрязненности ламп и осветительной арматуры стен и потолков помещения. Для учета этого фактора в расчетную формулу вводят коэффициент запаса  $k_{\text{зап}}$ , который всегда больше единицы.

Заменяя в формуле (4.4.)  $E_{\text{ср}} = zE_{\text{min}}$  и вводя коэффициент запаса  $k_{\text{зап}}$ , получим основное расчетное уравнение для определения светового потока каждой лампы освещаемого помещения

$$F_{\text{л}} = \frac{E_{\text{min}} S k_{\text{зап}} z}{\eta \epsilon} \quad (4.5.)$$

По вычисленному значению светового потока  $F_{\text{л}}$  выбирается в зависимости от напряжения сети стандартная лампа с ближайшим значением светового потока.

Метод коэффициента использования применяется как для светильников с лампами накаливания, так и с люминесцентными лампами.

Величины коэффициентов использования светильников с лампами накаливания и люминесцентными лампами приведены в таблицах.

## ПРИМЕР РАСЧЕТЫ ОСВЕЩЕНИЕ

### *Пример 1.*

Чертежно-конструкторский зал с побеленным потолком и светлыми стенами с размерами 15x12,5 м освещается 20 светильниками СК-300. Высота зала 3 м. Расчетная высота  $H_p = 1,6$  м. Освещенность зала следует принять по нормам – 150 лк. Напряжение сети 220 В. Коэффициенты отражения потолка, стен и пола  $q_{п} = 70\%$ ,  $q_{с} = 50\%$  и  $q_{р} = 10\%$ . Определить мощность лампы накаливания, подлежащей установке в светильник.

### *Решение.*

Находим показатель помещения:

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)} = \frac{15 \cdot 12,5}{1,6(15+12,5)} = 4,3$$

Коэффициент использования осветительной установки со светильниками СК-300 при  $i=4,3$  и заданных коэффициентах отражения стен, потолка и расчетной поверхности

$$u = 0,54$$

Коэффициент  $z$  для данного светильника согласно табл.17-4 равен 1,3, а коэффициент запаса  $k_{зап}$  согласно табл. 17-1 равен 1,3.

Расчетный поток одной лампы определится из уравнения

$$F_{л} = \frac{E_{\min} S k_{зап} z}{\eta u} = \frac{150 \cdot 187,5 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{20 \cdot 0,54} = 4410 \text{ ЛМ}$$

Для заданного напряжения сети 220 В выбираем мощность лампы 300 Вт, световой поток которой равен 4350 лм, т.е. немного меньше требуемого.

Фактическая освещенность при выбранных лампах будет

$$E_{\text{факт}} = \frac{4350}{4410} \cdot 150 = 148 \text{ ЛК}$$

Общая мощность всех ламп, установленных в чертежно-конструкторском зале, составит

$$P_{\text{общ}} = 20 \cdot 300 = 6000 \text{ Вт}$$

Часто в практике, вследствие ограниченного диапазона мощностей ламп, выпускаемых заводами, задаются световым потоком одной лампы  $F_{л}$  и определяют требуемое число ламп:

$$n = \frac{E_{\min} S k_{зап} z}{F_{л} u}$$

По полученному числу ламп в соответствии с архитектурными особенностями освещаемого помещения выбирают количество светильников и число ламп, устанавливаемых в каждом светильнике.

Коэффициент  $z$  при расчете осветительных установок с люминесцентными лампами может быть ориентировочно принят в пределах 1,1-1,2.

### **Пример 2.**

В том же помещении с теми же условиями рассчитать общее люминесцентное освещение подвесными светильниками типа ШЛД с лампами ЛБ-40.

Освещенность согласно СНиП принять:  $E = 300$  лк,  $z = 1,2$ .

### Решение:

При показателе помещения  $i = 4,3$  находим для светильника рассеяного света с экранирующей решеткой  $u = 0,64$ . При мощности лампы 40 Вт ее световой поток равен  $F_{л} = 2480$  лм.

Потребное число ламп

$$n = \frac{300 \cdot 15 \cdot 12,5 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{2480 \cdot 0,64} = 64 \text{ лампы.}$$

Размещаем светильники в четыре ряда вдоль большей стороны помещения. В каждом светильнике устанавливаем по две лампы.

В каждом ряду устанавливается двухламповых светильников

$$64 : (2 \cdot 4) = 8.$$

Общее количество светильников, устанавливаемых в чертежно-конструкторском зале, будет

$$n_{св} = 8 \cdot 4 = 32 \text{ шт.}$$

### Общая установленная мощность освещения

$$P = 64 \cdot 40 = 2560 \text{ Вт.}$$

### **Расчет по удельной мощности**

В основу расчета по удельной мощности положен метод коэффициента использования. Расчет по удельной мощности применяется:

- а) для предварительного определения установленной мощности осветительной установки при общем равномерном освещении;
- б) для приблизительной оценки правильности произведенного светотехнического расчета осветительной установки;
- в) при проектировании небольших и средних помещений, не требующих точных расчетов.

Удельной мощностью называется отношение общей установленной мощности ламп какого-либо помещения к освещаемой площади:

$$P_{уд} = \frac{nP_{л}}{S} \text{ Вт/м}^2 \quad (4.6.)$$

где  $P_{уд}$  – удельная мощность;

$n$  – число ламп, установленных в помещении;

$P_{л}$  – мощность одной лампы, Вт;

$S$  – площадь освещаемого помещения,  $\text{м}^2$ .

Удельная мощность при данной величине освещенности зависит от типов светильников и их размещения, мощности и типа ламп, высоты подвеса светильников, площади помещения и его конфигурации.

На основании светотехнических расчетов, выполненных методом коэффициента использования, составлены таблицы значений удельной мощности в зависимости от заданной освещенности, типа светильника, высоты его подвеса, коэффициента запаса и характеристик помещения.

Таблицы значений удельной мощности приводятся в светотехнических справочниках.

Порядок определения установленной мощности всех ламп в освещаемом помещении и мощности отдельной лампы с помощью таблиц удельной мощности следующий:

- 1) выбирают тип светильника и высоту подвеса;
- 2) намечают наиболее выгодное число светильников;
- 3) находят по соответствующим таблицам удельную мощность  $P_{уд}$ ;
- 4) в зависимости от напряжения электрической сети корректируют значения удельной мощности, выбранные по таблицам. При напряжении 127В удельную мощность принимают ниже на 15%;
- 5) определяют установленную мощность ламп по формуле
 
$$P_y = P_{уд}S \quad (17-16)$$
- 6) определяют мощность одной лампы

$$P_{л} = \frac{P_y}{n} \text{ Вт} \quad (4.7.)$$

Способ расчета по удельной мощности не пригоден для расчетов локализованного освещения, а также для расчетов освещения помещений, затененных громоздкими предметами, технологическим оборудованием и т.д.

### **Пример 3.**

Рассчитать общее равномерное освещение читального зала площадью  $300\text{м}^2$  при нормированной освещенности  $E = 100$  лк. По конструктивным особенностям зала намечено установить 20 светильников типа «Шар» молочного стекла на высоте  $H_p = 2,5$  м над расчетной поверхностью. Напряжение сети 220/127 В. Коэффициенты отражения  $q_{п} = 70\%$ ;  $q_{с} = 50\%$  и  $q_{стола} = 10\%$ .

Решение.

По таблицам удельной мощности для светильника «Шар» молочного стекла в соответствии с заданными величинами находим

$$P_{уд} = 22 \text{ Вт/м}^2$$

Вводя поправку на напряжение (таблицы составлены для ламп 220В), получим

$$P_{уд} = 22 \cdot 0,85 = 18,8 \text{ Вт/м}^2$$

Суммарная мощность освещения читального зала составит

$$P_y = 18,8 \cdot 300 = 5650 \text{ Вт}$$

Мощность одной лампы

$$P_n = \frac{5650}{20} = 282 \text{ Вт}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу мощностью 300 Вт.

**Расчет освещения точечным методом**

При неравномерном распределении освещенности на рабочей поверхности, например при однорядном или локализованном размещении светильников, как было выяснено выше, метод коэффициента использования неприменим. В этих случаях, а также для местного и наружного освещения светотехнические расчеты производятся точечным способом. Точечный метод применяется также для определения освещенности любой точки на рабочей поверхности, различным образом расположенной в пространстве, например, горизонтально, вертикально или наклонно.

Недостатком точечного метода является то, что он не учитывает освещенность, создаваемую отраженным световым потоком. Поэтому точечный метод может быть применен для расчетов освещенности помещений, в которых отраженный свет не играет существенной роли, например в производственных помещениях с низкими коэффициентами отражения стен и потолков, а также в установках наружного освещения. На практике в большинстве случаев приходится определять освещенность рабочей поверхности, перпендикулярной к оси светильника (горизонтальную освещенность), или плоскости, параллельной к оси светильника (вертикальную освещенность).

**Определение горизонтальной освещенности**

Источник света  $O$  освещает горизонтальную поверхность  $Q$ . Требуется определить освещенность  $E_r$  в точке  $A$ , находящейся на расстоянии  $R$  от источника света (рис. 4.1.).

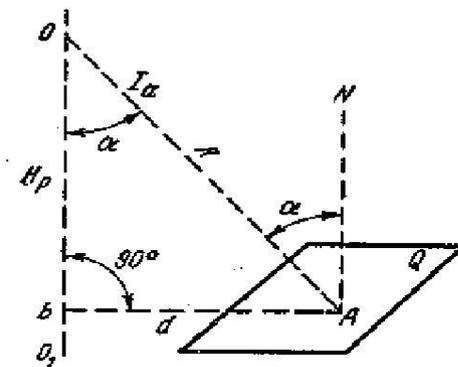


Рис.4.1.. Схема к расчету освещенности точки в горизонтальной плоскости.

На основании известного соотношения между освещенностью и силой света, освещенность в точке А определяется уравнением

$$E_{Ar} = \frac{I_{\alpha} \cos \alpha}{R^2 k_{зап}} \quad (4.8.)$$

где  $I_{\alpha}$  – сила света светильника в направлении рассматриваемой точки;

$k_{зап}$  – коэффициент запаса.

Расстояние R можно выразить через высоту подвеса светильника над расчетной поверхностью  $H_p$ :

$$R = \frac{H_p}{\cos \alpha}$$

Следовательно, горизонтальная освещенность в точке А от единичного светильника определится следующей формулой:

$$E_{Ar} = \frac{I_{\alpha} \cos^2 \alpha}{H_p^2 k_{зап}} \quad (4.9.)$$

Расчет горизонтальной освещенности производится в следующей последовательности:

1. Определим  $\operatorname{tg} \alpha$  по заданной высоте подвеса светильника из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p} \quad (4.10.)$$

где d – расстояние от проекции оси светильника на плоскость до расчетной точки (величина d измеряется по плану), м.

2. По найденному тангенсу угла  $\alpha$  из таблицы тригонометрических величин определяют угол  $\alpha$  и  $\cos^3 \alpha$ .

3. Из кривой светораспределения выбранного типа светильника с условной лампой  $F_{л} = 1000$  лм определяют по найденному углу  $\alpha$  силу света  $I_{\alpha} =$

1000. Кривые распределения силы света стандартных светильников с условной лампой в 1000 лм приводятся в светотехнических справочниках.

4. По расчетной формуле определяют условную горизонтальную освещенность  $E'_{AG}$  (для лампы в 1000 лм).

5. Условную освещенность, полученную по формуле (17-19), пересчитывают с учетом потока лампы, установленной в светильнике:

$$E_{AG} = E'_{AG} \frac{F_l}{1000} \quad (4.11.)$$

где  $F_l$  – световой поток лампы по ГОСТу.

Если точка А на поверхности Q освещается несколькими светильниками, то

$$E_{AG} = e_{AG1} + e_{AG2} + \dots + e_{AGn}$$

где  $e_{AG1}$ ,  $e_{AG2}$ ,  $e_{AGn}$  – освещенности, создаваемые в точке А отдельными светильниками.

Тогда расчетная формула для определения фактической освещенности в точке А от нескольких светильников принимает следующий вид:

$$E_{AG} = \frac{\mu F_l}{1000 \kappa_{зан}} \sum_1^n e_{AGn} = \frac{\mu F_l}{1000 \kappa_{зан}} \left( \frac{I_{\alpha 1} \cos^3 \alpha_1}{H_1^2} + \frac{I_{\alpha 2} \cos^3 \alpha_2}{H_2^2} + \dots + \frac{I_{\alpha n} \cos^3 \alpha_n}{H_n^2} \right) \quad (4.12.)$$

где  $\mu$  – коэффициент, учитывающий освещенность от удаленных светильников и отраженный световой поток от стен, потолков и расчетной поверхности. Этот коэффициент вводится как поправочный, чтобы избежать завышения мощности ламп.

При эмалированных светильниках прямого света  $\mu = 1,1 - 1,2$ .

При зеркальных  $\mu = 1,0$ .

При светильниках преимущественно прямого света  $\mu = 1,3-1,6$ .

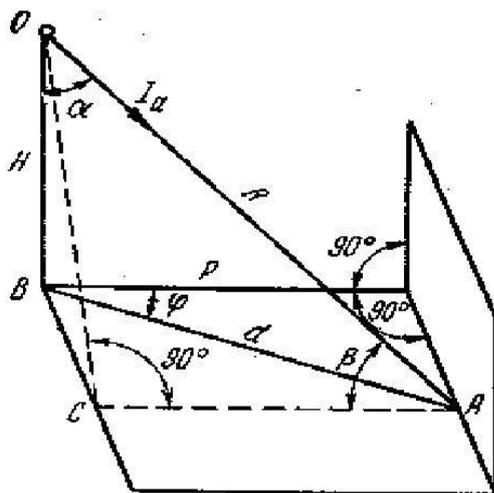


Рис. 17-4. Схема к расчету освещенности точки в вертикальной плоскости.

Если по заданной горизонтальной освещенности  $E_{\Gamma}$  с однотипными светильниками и лампами одинаковой мощности требуется определить величину светового потока ламп, то, пользуясь уравнением (4.10.), получим:

$$F_{\lambda} = \frac{1000 E_{\Gamma} \kappa_{зан}}{\mu \sum e_{\Gamma}} \quad (4.13.)$$

### Определение вертикальной освещенности

Для определения освещенности точки А, лежащей на вертикальной плоскости Q, освещаемой источником света О, проведем горизонтальную плоскость, перпендикулярную плоскости Q и проходящую через точку А (рис. 4.4). Из прямоугольного треугольника ОАС

$$\cos \beta = \frac{AC}{OA} = \frac{p}{R}$$

где  $p$  – расстояние от проекции оси симметрии светильника на горизонтальную плоскость до вертикальной расчетной плоскости;

$R$  – расстояние точки от светильника.

По основному уравнению точечного метода

$$E_{AB} = \frac{I_{\alpha} \cos \beta}{R^2 \kappa_{зан}} = \frac{I_{\alpha} p}{R^2 \kappa_{зан}} \quad (4.14.)$$

Выразим расстояние  $R$  от источника света до расчетной точки А через высоту его подвеса:

$$R = \frac{H_p}{\cos \alpha}$$

и подставим его в выражение (17-22), после чего получим:

$$E_{AB} = \frac{I_{\alpha} \cos \alpha}{H_p^2 \kappa_{зан}} \cdot \frac{p}{H_p} \quad (4.15.)$$

или

$$E_{AB} = E_{A\Gamma} \frac{p}{H_p} \text{ лк} \quad (4.16.)$$

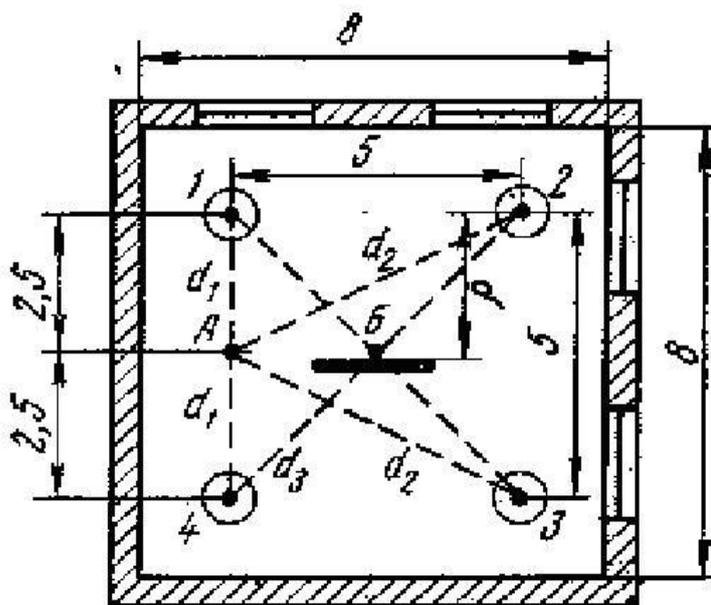
В частном случае, если проекция светового луча, падающего в точку А, перпендикулярна освещаемой вертикальной плоскости, уравнение (17-26) приобретает вид

$$E_{AB} = E_{A\Gamma} \operatorname{tg} \alpha \text{ лк} \quad (4.17.)$$

При применении точечного метода в качестве проверочного для расчета освещенности, создаваемой светильниками на отдельных участках поверхности, выбирают на этой поверхности такие контрольные точки, освещенность которых будет заведомо меньше по сравнению с другими точками. При этом наименьшая освещенность не должна быть ниже нормируемой.

**Пример 4.**

Освещение помещения размерами 8 x 8 м<sup>2</sup> выполнено четырьмя светильниками типа «Люцетта» цельного молочного стекла с лампами мощностью 200 Вт, 127 В. Высота подвеса светильников над уровнем пола Н<sub>р</sub> = 3 м. Требуется определить горизонтальную освещенность на полу в точках А и Б и вертикальную освещенность на полу в точке Б (рис. 4.5).



**Рис. 4.2. Схема к расчету освещенности точечным методом**

**Решение.**

Определим горизонтальную освещенность в точке а от светильников 1 и 4.

Расстояние от проекции светильников до точки А измеряем масштабной линейкой:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_1}{H_p} = \frac{2,5}{3,0} = 0,83$$

Пользуясь таблицей тригонометрических величин, находим: α<sub>1</sub> = 40°; cos<sup>2</sup>α<sub>1</sub> = 0,45.

По таблице значений силы света для светильников «Люцетта» с условной лампой в 1000 лм находим силу света под углом 40°:

$$I_{\alpha 1} = I_{\alpha 1=40^{\circ}} = 140 \text{ св}$$

Условная горизонтальная освещенность в точке А от одного светильника

$$E_{AG1} = \frac{I_{\alpha 1} \cos^2 \alpha_1}{H_p^2 \cdot \kappa_{зан}} = \frac{140 \cdot 0,45}{3^2 \cdot 1,3} = 5,5 \text{ лк}$$

Фактическая горизонтальная освещенность от одного светильника при установке в нем лампы 200 Вт ( $F_1 = 3200$  лм)

$$E_{AG \text{ факт}} = \frac{\mu F_{\lambda}}{1000} \cdot E_{AG1} = \frac{1,3 \cdot 3200}{1000} \cdot 5,5 = 22,9 \text{ лк}$$

Фактическая освещенность в точке А от светильников 1 и 4:

$$E_{AG1,4 \text{ факт}} = 2 \cdot 22,9 = 45,8 \text{ лк}$$

Освещенность в точке А от светильников 2 и 3:

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{5,6}{3} = 1,87;$$

$$\alpha_2 = 62^{\circ}, \cos^3 \alpha_2 = 0,1;$$

$$I_{\alpha 2} = I_{\alpha 2=52^{\circ}} = 77 \text{ св};$$

$$E_{AG2} = \frac{77 \cdot 0,1}{3^2 \cdot 1,3} = 0,66 \text{ лк};$$

$$E_{AG2 \text{ факт}} = 1,3 \frac{3200}{1000} \cdot 0,66 = 2,7 \text{ лк};$$

$$E_{AG2,3 \text{ факт}} = 2 \cdot 2,7 = 5,4 \text{ лк}$$

Фактическая освещенность в точке А от светильников 1, 2, 3, 4:

$$E_{AG1,2,3,4 \text{ факт}} = 45,8 + 5,4 = 51,2 \text{ лк}$$

Определим горизонтальную освещенность в точке Б. Так как точка Б лежит на пересечении диагоналей квадрата, в углах которого расположены светильники, то  $d$  для всех светильников будет иметь одинаковую величину 3,55 м.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3,55}{3,0} = 1,2;$$

$$\alpha = 50^{\circ}, \cos^2 \alpha = 0,26;$$

$$I_{\alpha=50^{\circ}} = 110 \text{ св};$$

$$E_{BG1} = \frac{110 \cdot 0,26}{3^2 \cdot 1,3} = 2,44 \text{ лк}$$

Фактическая горизонтальная освещенность от одного светильника

$$E_{БГ1\text{ факт}} = 1,3 \frac{3200}{1000} \cdot 2,44 = 10,1 \text{ лк}$$

Фактическая освещенность в точке Б от светильников 1, 2, 3, 4:

$$E_{БГ1, 2, 3, 4\text{ факт}} = 4E_{БГ1\text{ факт}} = 4 \cdot 10,1 = 40,4 \text{ лк}$$

Определяем вертикальную освещенность на полу в точке Б.

Вертикальная освещенность от одного светильника при  $p = 2,5$  м.

$$E_{БВ1\text{ факт}} = E_{БГ1\text{ факт}} \frac{p}{H_p} = 10,1 \frac{2,5}{3} = 8,5 \text{ лк}$$

Расчетную точку Б в вертикальной плоскости освещают только два светильника, поэтому

$$E_{БВ} = 2 \cdot 8,5 = 17 \text{ лк}$$

Расчет точечным методом с помощью выведенных формул представляет собой трудоемкий процесс, особенно при определении освещенности в данной точке от большого числа светильников или когда требуется определить освещенность во многих точках на рабочей поверхности. Для облегчения пользования этим методом многими авторами предложен ряд способов. Наиболее распространенным способом, применяемым в проектных организациях, является расчет по пространственным кривым равной освещенности (изолюксам). Эти кривые построены для различных типов стандартных светильников с условной лампой в 1000 лм в прямоугольной системе координат в зависимости от высоты подвеса светильника  $H_p$  и от расстояния проекции светильника на горизонтальную поверхность до заданной точки  $d$ .

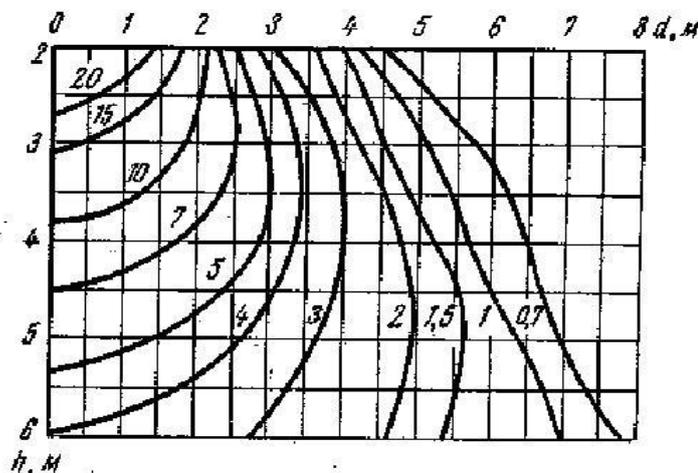


Рис. 4.3. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от

«Люцетты» цельного стекла

На рис. 4.3. даны для примера пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности от светильника «Люцетта» цельного молочного стекла.

Расчет производится в следующем порядке:

1. По кривым для выбранного типа стандартного светильника в зависимости от высоты его подвеса  $H_p$  и расстояния  $d$ , определенного по плану, находят для каждого значения близлежащую кривую, на которой указана условная освещенность. Если точка, заданная координатами  $d$  и  $H_p$  не попадает на кривую, то значение освещенности определяется посредством интерполирования между двумя ближайшими кривыми.
2. Найденные по кривым условные освещенности от различных светильников для расчетной точки суммируются:

$$\sum e = e_1 + e_2 + \dots + e_n$$

3. Находят световой поток лампы (или ламп), устанавливаемой в светильнике, при заданной освещенности  $E$ :

$$F_n = \frac{1000 E_{к\text{зан}}}{\mu \sum e}$$

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН  
НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**



# **П Р И Л О Ж Е Н И Е**

**по дисциплине  
«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

Рўйхатга олинди  
№ БД 5310200-4.01  
2017 йил “16” 07



Олий ва ўрта махсус  
таълим вазирлигининг  
2017 йил “08” даги  
№ 1223-сонли буйруғи билан  
tasdiqlangan

**ЭЛЕКТР ЁРИТИШ**

**ФАН ДАСТУРИ**

Билим соҳаси: 300 000 - Ишлаб чиқариш техник соҳа.  
Таълим соҳаси: 310 000 – Мухандислик иши.  
Таълим йўналиши: 5310200 – Электр энергетикаси (электр таъминоти).

**ТОШКЕНТ – 2017**

Фан ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “16” 07 даги №4 - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат техника университетида ишлаб чиқилди.

### **Тузувчилар:**

Саидходжаев А.Г. - «Электр таъминоти» кафедраси профессори, и.ф.н;  
Таслимов А.Д. - «Электр таъминоти» кафедраси мудири, доцент, т.ф.н.

### **Такризчилар:**

Хошимов Ф.А. - ЎзР фанлар Академияси Энергетика ва автоматика институти саноат энергетика лабораторияси мудири;  
Пирматов Н.Б. - ТошДТУ «Электрмеханикаси ва кабель техникаси» кафедраси мудири, т.ф.д.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат техника университет Илмий-услубий кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (2014йил “26” сентябрдаги 1 - сонли баённома).

## КИРИШ

«Электр ёритиш» фани бўйича тузилган ушбу намунавий дастур қўйилган ДТС ва малака талаблари асосида тузилган. Республикамизда иқтисодий ислохотларни янада чуқурлаштириш ҳамда бозор муносабатларининг ривожланишида малакали энергетика мутахассисларини тайёрлашга катта эътибор берилмоқда. Ушбу дастур нурланиш энергияси ва оқими, нурланиш спектининг оптик соҳаси, нур энергияси ва истеъмолчилари ва уларнинг характеристикалари, ёруғлик ўлчаш усуллари, ёруғлик манбалари, ёритиш асбоблари, ёритиш электр ускуналарини лойиҳалаш, ёритиш ускуналарини ҳисоблаш ҳақидаги маълумотларни ўз ичига олади.

### Фаннинг мақсад ва вазифалари

Фанни ўқитилишидан мақсад - ёритиш техникасининг ўлчамлари ва birlikларини, ёруғлик техникасида ўлчаш усуллари кенг тарқалган ёруғлик манбалари ва асбобларини, ёритиш сифати масалаларини, ёритиш техникаси асосларини саноат, шаҳар ва қишлоқ хўжалигининг электр таъминоти системасини бир бўлаги сифатида ўқитиш, ҳамда ёритиш ускуналарини лойиҳалаш ва ҳисоблаш масалаларини ўзлаштиришдир.

Фаннинг вазифаси - уни ўрганувчиларга:

- нурланиш энергияси ва оқими;
- нурланиш спектининг оптик соҳаси;
- нур энергияси ва истеъмолчилари ва уларнинг характеристикалари;
- ёруғлик ўлчаш усуллари;
- ёруғлик манбалари, ёритиш асбоблари, ёритиш электр ускуналарини лойиҳалаш;
- ёритиш ускуналари бўйича билим беришдан иборатдир.

### Фан бўйича талабаларнинг тасаввур, билим, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талаблар

“Электр ёритиш” фанини ўзлаштириш жараёнида талаба:

- электр ёритишнинг асослари;
- электр ёритишнинг жамиятдаги ўрни **ҳақида тасаввурга эга бўлиши;**
- спектрларни чизикли нурланиши;
- спектрларни туташган нурланиши;
- металл буғларида ва газларда электр разряд жараёни;
- ёритиш электр ускуналарини лойиҳалашни асосий қоидаларини **билиши ва улардан фойдалана олиши;**
- ёритиш ускуналарини ишлатиш коэффициенти бўйича ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи кувватини ҳисоблаш;
- солиштирма кувват усули бўйича ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи кувватини ҳисоблаш **кўникмаларига эга бўлиши керак.**
- спектрларни туташган нурланиши;
- металл буғларида ва газларда электр разряд жараёни **малакаларига эга бўлиши керак.**

## **Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жihatдан узвий кетма-кетлиги**

Электр ёритиш фани асосий ихтисослик фани ҳисобланади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасида режалаштирилган математик ва табиий (олий математика, физика, назарий механика), метрология, стандартлаштириш ва сертификатлаш; энергетика (гидро ва иссиқлик қурилмалари); электр техниканинг назарий асослари, станция ва подстанцияларнинг электр қисми; электр тармоқлари ва тизимлари; реле ҳимояси, шаҳарларнинг электр таъминоти ва х.к фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишлари талаб этилади.

## **Фаннинг илм ва фан ишлаб чиқаришдаги ўрни**

Электр ёритиш тизимларини ва тармоқларини лойиҳалаш, қуриш, монтаж қилиш, ишлатиш ва ҳолатларини бошқаришда унинг элементларининг характеристикаларини билиш, алмаштириш схемаларини қуриш, нормал ҳолатларини ҳисоблаш, ҳолатларини таҳлил қилиш зарурдир. Ушбу фан талабага юқаридаги вазифаларни бажариш учун зарурий билимларни беради. Шунинг учун ушбу ихтисослик фани ҳисобланиб, ишлаб чиқариш технологик тизимининг ажралмас бўғинидир.

## **Фанни ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар**

Йўналишнинг ўзига хос хусусиятлари дастурни интерактив усулларда ўзлаштиришни тақозо қилади. Бунда асосий эътибор аудитория машғулотларида ва мустақил ишда ўзлаштириладиган чуқурлаштириладиган назарий билимларга, ҳамда объектив жараёнлар ва ҳодисаларга нисбатан дунёқарашни шакллантиришга қаратилади; дунёқарашни шакллантиришда маъруза машғулотларига катта ўрин ажратилади.

Дастурий материалларни ўзлаштириш тўрт хил:

- муаммоли таснифдаги мавзулар бўйича;
- мустақил ўзлаштирилиши мураккаб бўлган бўлимлар бўйича;
- таълим олувчиларда алоҳида қизиқиш уйғотувчи бўлимлар бўйича;
- олдинга силжиган (продвинутые) маърузаларни интерфаол усулда ўқиш йўли билан;

- мустақил таълим олиш ва ишлаш, коллоквиумлар ва мунозаралар жараёнида ўзлаштириладиган билимлар бўйича машғулотлар ўтказиш йўли билан амалга оширишни назарда тутди.

Мустақил иш жараёнида талаба таълим технологияларига оид адабиётлар, интернет материаллари билан ишлашни уddалашини намоён қилиши, аудитория машғулотлари пайтида қабул қилган ахборотни тўғри мушоҳада қилиш қобилиятини кўрсатиши зарур.

Дастур талабалар билимини рейтинг-назоратидан фойдаланадиган ўқув жараёнини ташкил қилишнинг янги принциплари асосида амалга ошади.

## АСОСИЙ ҚИСМ

### Фаннинг назарий мащфулотлар мазмуни Ёритиш техникасининг асослари

Нурланиш энергияси ва оқими. Спекрни оптик соҳаси. Спектрларни чизикли нурланиш. Спектрларни туташган нурланиши. Нур энергияси истеъмолчилари. Нур энергияси истеъмолчиларнинг энергетик характеристикалари интеграл сезувчанлиги. Спектрал сезувчанлик, нисбий спектрал нормаллаштирилган функцияси. Ёруғлик катталиклари ва бирликлари: ёруғлик оқими, ёруғлик оқимининг фазовий зичлиги (порланиш), юзани равншлиги. Ёруғлик оқимини фазода тарқалиши. Симметрик нурланувчидан ёруғлик кучини бўйламасига тарқалиш эгари чизиклари. Фотометририк кжисим. Носимметрик нурланувчидан ёруғлик кучини бўйламасига тарқалиши. тўгри чизикли координаторларда ёруғлик кучини тарқалиш эгри чизиклари.

Жисимни ёруғлик хусусияти. Спектрал ва интеграл ўтказиш ва қайтариш коэффициентлари, ўтказилган ва қайтарилган ёруғлик оқимини тарқалпишини характери: йўнатирилган (силлик) қайтариш ва ўтказиш, тарқоқ (сингдирилган) қайтариш ва ўтиш, йўналган тарқоқ ва ўтказиш, аралашган ўтиш ва қайтиш, ёруғликни қайтарувчи материаллар.

### Ёруғлик ўлчаш асбоблари

Кўриш фотометрия, физик фотометрия, физик асбоблар, вентлли фотозэлемент (бекитувчи қатламли), ташқи фотозэффектли фотозэлементлар (электр вакумли фотозэлементлар). Ёритилганликни ўлчаш. Ёруғлик кучини ўлчаш. Ёруғлик оқимини ўлчаш.

### Ёруғлик манбалари

Иссиқликдан нурланиш назарияси. Ёруғлик самарадорлиги. Аниқ жисмларни нурланиши. Нурланишни тўлиқ коэффициенти. Замонавий чўғланиш лампаларини тузиши. Чўғланиш лампаларини электр ва ёруғлик характиристкалари: номинал кучланиш, электр қуввати, оқими, ёруғлик унуми, нурланишнинг ранги йод цикли чўғланиш лампасининг ўртача ёниш вақти. Қайтарувчи қатламлар чўғланиш лампаси. Чўлғланиш лампасини авзаликлари ва камчиликлари. Чулғаниш лампасини ишлашига тармоқ кучланишини номинал қийматдан оғишини таъсири.

Металл буғларида ва газларда электр заряд жараёни. Ёйли разряд. Ёруғлик нурланишини пайдо бўлиш механизими. Паст босимли газ разрядли лампалпр (люминисцент лампалар). Луминисацент лампаларни электр ва ёруғлик характиристкалари: номинал қувват, токни тури, иш кучланиш, ёруғлик оқими, ёруғликни бериши, нурланиш ранги, ёруғлик оқимини тарқалиши, ўртача ёниш вақти. Луминисцент лампаларни уланиш схемаси. Люминисцент лампаларни авзалликлари ва камчиликлари. Юқори босимли симоб-кварцли лампалар, ксенонли лампалар. Люминисцент лампаларни кучланишини номинал қийматидан оғишида ишлаши.

Ёртиш асбоблари. Ёритгичлар. Ёртгичларни характеристикалари: ҳимоя бурчагада ёруғликни тарқалиши, кучайтириш коэффициенти, фойдали иш коэффициенти. Ёртгичларни классификацияси. Ёртгичларни саноат ҳимояси. Портлаш ҳавфи бор бинолар учун ёртгичлар. Ёртгичларни белгилаш системаси. Ёртгичларни асосий турлари. Прожекторлар. Прожекторларни характеристикаси: ёруғликни тарқалиши, тарқалишини фойдали ва номинал бурчаклари, кучайтириш коэффициент ива фойдали иш коэффициенти.

Ёртиш электр ускуналарини лойҳалашни асосий қоидалари.

Лойҳалаш материалларини ҳажми ва мазмуни: техник лойҳа, иш чизмаси. Ёртиш сифатни аниқловчи белгилар. Объектни кўриниши. Кескин ўзгариш оралиғи. Ялтиллаш, ёруғликни кўзни оладиган кўрсаткичлари. Сунъий ёруғликнинг қоидалари ва нормалари.

### **Ёртиш электр ускуналар лойҳасининг ёруғлик техникаси қисми.**

Ёруғлик манбаини, ёртиш системасини, ёртилганлик ва запас коэффициенти танлаш. Ёртиш асбоблари турларини танлаш. Ёруғлик чироқлари ва прожекторларни жойлаштириш. Ёртиш ускуналари ёртиш техникаси ҳисобларидаги асосий қоидалари.

Ёртиш ускуналарини ишлатиш коэффициенти бўйича ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи қувватини ҳисоблаш. Солиштирма қувват усули бўйича ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи қувватини ҳисоблаш.

### **Амалий машғулотларнинг тахминий рўйхати**

1. Берилган ёруғлик кучининг тақсимланиш чизиқлари асосида ёруғлик оқимини аниқлаш.
2. Меъёрланган ёртилганликни ҳосил қилиш учун ёруғлик манбаъсини қувватини аниқлаш.
3. Ёруғлик манбаъларини ёртиладиган майдон бўйича жойлаштириш.
4. Цех майдони бўйича люменесцент чироқларини жойлаштириш ва қувватини аниқлаш.

### **Амалий машғулотларини ташкил этиш бўйича тавсиялар**

Амалий машғулотларда талабалар ёртиш ускуналарини ишлатиш, ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи қувватини ҳисоблаш, солиштирма қувват усули бўйича ёруғлик ускуналарини ёруғлик манбаи қувватини ҳисоблаш бўйича амалий кўникмаларни ҳосил қиладилар.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан услубий кўрсатмалар ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар маъруза мавзулари бўйича олган билимларини амалий масалалар ечиш орқали кўникмаларга айлантирадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмаларни ўзлаштириш асосида талабалар билимларини мустақкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали талабалар билимини ошириш,

масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали куроллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

### **Лаборатория ишларининг тахминий рўйхати**

1. Чуғланиш лампаси ёруғлигини ўлчаш ва ёритгичлар учун ёруғликни тарқалиш эгри чизикларини қуриш.
2. Люминисцент лампаларининг ва ишга тушириш ростловчи аппаратурасини текшириш.
3. Люминисцент лампани импульс билан ёқиш схемаси.
4. Икки лампани схемани бир фазадан таъминлашда антистробоскоп эффектини текшириш.
5. Икки фазадан таъминлаш схемасидан антистробоскоп эффектни текшириш.
6. Юқори босимли симоб лампаларини ва чўлганма чирокни ёритгичлар элементларини, уланish схемасини ва характеристикаларини ўрганиш.

### **Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар**

Лаборатория ишларида талабалар ёритиш ускуналари ва тармоқларининг параметрларини аниқлаш бўйича тажриба ҳосил қиладилар.

### **Курс ишини ташкил этиш бўйича услубий кўрсатмалар**

Фан бўйича курс иши намунавий ўқув режасида режалаштирилмаган.

### **Мустақил таълимнинг шакли ва мазмуни**

Ушбу ўқув фани бўйича талабанинг мустақил таълим маърузалар матни ва тавсия этилган адабиётлар билан ишлашни, амалий машғулотлар ва лаборатория ишларини ўтишга тайёргарлик кўришни, синов натижаларига ишлов беришни ҳамда муайян мавзулар бўйича рефератлар ёзишни ўз ичига олади.

### **Тавсия этилаётган мустақил ишларнинг мавзулари**

1. Спектр бўйича ёруғлик оқимини тақсимланиши.
2. Махсус зағ разряди чироклари.
3. Ёртиш ускуналарини ёруғлик-техник характеристикалари
4. Ёртиш ускуналарини иқтисодий томонидан танлаш.
5. Ёртиш ускуналарини таъминлаш схемасини ва тармоқ кучланишини танлаш.
6. Ёритиш электр ускуналарини эксплуатация қилиш.
7. Электр ёртиш тармоқларини ҳисоблаш.

## **ДАСТУРНИНГ ИНФОРМАЦИОН-УСЛУБИЙ ТАЪМИНОТИ**

Ўқув телевидениеси, компьютер проектори, компьютер техникаси, ўқув кино ва видеофильмлар, слайдлар.

### **Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати:**

#### **Асосий адабиётлар:**

1. Епанешников М.М. Электрическое освещение. Учебное пособие. -М.: Энергия, 2000.
2. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. -672 с: ил.
3. Электротехнический справочник: Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии. /Под общ. ред. Профессоров МЭИ. -М.: Издательство МЭИ, 2004. -964с.
4. Қодиров Т.М., Алимов Х.А., Рафиқова Г.Р. Саноат корхоналари ва фуқаро биноларининг электр таъминоти. Ўқув қўлланма. -Т: «Чўлпон», 2007.

#### **Қўшимча адабиётлар:**

1. Гулямов Б.Х., Салиев А.Г., Ташпулатов Б.Т., Тешабаев Б.М. Правила устройства электроустановок. -Т.: Госэнергонадзор, 2007.-732 с.
2. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. -С-П.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под. Ред. Г.М. Кнорринг -С-П.: Энергия, 1996.
4. Федоров А.А. Старкова Л.Е. Учебник пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. -М.: Энергоатомиздат, 1997.

#### **Интернет сайтлар:**

1. Сайт: [www.tntrgoyuz.spb.ru](http://www.tntrgoyuz.spb.ru)
2. Сайт: [www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
3. Сайт: [www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)

РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Зарегистрирована:  
№ 2-ЭЭ  
2017 г. «26» 08



## РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

по курсу: «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

(для бакалавров по направлению «5310200 “Электроэнергетика»)

Производственно техническая сфера	300 000 – Инженерное дело
Направление отраслям	310 000 – Энергетика (по отраслям)
Направление образования:	310200 – Электроэнергетика (по отраслям и направлениям)

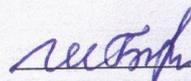
Семестр	5	Всего
Общие аудиторные часы	90	90
В том числе:		
Лекция	54	54
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельные работы	60	60
<b>Итого</b>	<b>150</b>	<b>150</b>

НАВОИ - 2017

Рабочая программа составлена на основе рабочего учебного плана и учебного программы для бакалавров, обучающихся по направлению 5310200 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» на основании государственного стандарта республики Узбекистан от 2015 года и типовой программы, разработанной и утверждённой Учёным советом ТашГТУ.

**Составили:**

Доц. кафедры «Электроэнергетика»:



Б.Х.Шайматов

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА», протокол № 1 «25» 08 2017 г.

**Зав кафедрой:**



А.Н.Товбаев

Рабочая программа рассмотрена на заседании Энергомеханического факультета и рекомендована для использования. (утверждена протоколом № 1 «26» 08 2017 г.)

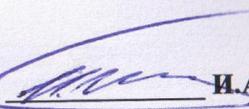
**Председатель совета факультета:**



С.Ж.Бозорова

**Согласовано:**

**Начальник учебно-методического отдела**



И.А.Каримов

## **ПРЕДИСЛОВИЕ.**

### **1.1. Цель и задачи обучения.**

Целью предмета «Электрические освещение» является формирование у студентов обучающихся на бакалавр по ниже указанным специальностям, достаточные и нужные знания.

- Основные средства осветительной техники;
- Основы «Электрической освещение»;
- Освещение и ее теоретические и практические основы;
- Место и роль «Электрической освещения» в народном хозяйстве и производстве.

Одной из основных задач «Электрического освещения» считается, формирование у студентов основных понятий о: средствах и способах Электрического освещения их преимущества и недостатки в народном хозяйстве и сферах производства.

### **1.2. Требования предъявляемые к студенту, его знаниям, обучению и успеваемости по данному предмету.**

Электрическое освещение считается одним из общетехнических предметов. По этой причине поставлена задача сформировать следующие знания.

- Цель, задачи и принципы предмета «Электрического освещения»;
- Место и роль «Электрического освещения» в повседневной жизни, и в производственных организациях;
- Понятие об осветительной технике, и единицах измерения.
- Знакомство с измерением в осветительной технике (фотометрия);
- Знакомство с широким ассортиментом приборов освещения и со светом.
- Задачи качества освещения. Правила искусственного освещения;
- Задачи изобретения осветительных приборов, построек.

### **1.3. Связь с другими предметами в учебном процессе.**

Электрическое освещение считается одним из предметов связанных с такими предметами как физика, теоретические основы электротехники, электроснабжение промышленных предприятий. По этому при изучении предмета необходимо обращать внимание на то, чтобы были сформированы основные понятия по этим предметам.

### **1.4. Новые технологии при изучении предмета.**

**Для проведения занятий использовать новые методы средства обучения. Такие как ТСО, электронный обучение, а также использовать новые разработки в области энергетики.**

В процессе обучения предмета

- современные компьютеры;
- информационно - вычислительные сети;
- система интернета поддерживающий связь с другими странами мира ;
- электронная связь (e-mail) ;
- системы управления базы данных.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **2.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ.**

Введение. Цель обучения предмета. ....	2 час
Основные положения осветительной техники.....	2 час
Краткий обзор развития осветительной техники.. ....	2 час
Оптическая область спектра излучения. Световые величины и единицы световой поток.....	4 час
Световые величины и единицы световой поток. ....	2 час
Потребители лучистой энергии и их характеристики.....	4 час.
Основные характеристики сетевого распределения.....	2 час
Световые свойства тел и световые измерения.....	2 час
Зрительная фотометрия, физическая фотометрия. Измерение освещенности сила света и светового потока. ....	4 час
Фотометрия и приборы измерения световых величин.....	2 час
Источники света и их характеристики .Теория теплового излучения. Световая эффективность. Излучение реальных тел.....	4 час
Электрические лампы. Электрические лампы накаливания.....	4 час
Конструкция современных лампы накаливания. Электрические и световые характеристики ламп накаливания .....	4 час
Люминесцентные лампы .....	2 час
Схема соединения люминесцентные лампы. Недостатки и преимущества люминесцентные лампы.....	4 час
Газоразрядные лампы, их параметры и схемы соединения.....	2 час
Проектирование осветительных установок. Светильники. Характеристика светильников. Классификация светильников. Промышленная защита светильников. Основные типы светильников. ....	4 час
Расчет осветительных сетей. Выбор источника света. Системы освещения. Освещенности и коэффициента запаса. Расчет мощности источника света осветительной установки методом коэффициента использования осветительной установки. ....	4 час

**Всего:**

**54 часов**

### **2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Изучение конструкции и типов лампы накаливания .....	4 час
2. Изучение принципа работы и схем фотореле .....	4 час
3. Автоматизация и управление освещения .....	4 час
4. Расчет освещения .....	6 час

**Всего:**

**18 часов**

### 2.3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

1.Изучение и измерение основных характеристик и схем соединения ламп накаливания. ....	4 час
2.Проверка и пусковой регулировочный аппаратуры люминесцентных ламп.....	4 час
3.Импульсный схема соединение люминесцентных ламп.....	4 час
4.Изучение ртутных ламп высокого давления, их характеристик и схем соединения.....	6 час
<b>Всего:</b>	<b>18 часов</b>

### САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ - 60 ЧАС

Конструкции и принцип работы осветительной лампы  
Осветительные приборы и их конструкции  
Изучение схем освещения в помещениях  
Изучение схем автоматизации освещения  
Проектирование освещения и изучение светильников

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



# **ТЕСТЫ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

## Навои 2017 г.

### ТЕСТЫ по предмету «Основы Электроосвещения»

Глава предмета	Раздел предмета	Уровень сложности	Задания к тестам	Ответ теста	Неверный ответ	Неверный ответ	Неверный ответ
1	1	1	Чему равен 1 Лм?	* $\frac{1}{683}$ ;	$\frac{1}{583}$ ;	$\frac{1}{783}$ ;	$\frac{1}{653}$ ;
1	1	1	Чему равно освещение?	* $B = \frac{I}{S}$	$E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{F}{S}$	$E = \frac{4I}{\pi D^2}$ ,
1	1	1	Укажите единицу измерения температурного угла	*стерадиан	радиан;	радиан-люкс	люмин/свеча
1	1	1	Какой формулой определяется световая отдача нагревательной лампы?	* $\psi = \frac{F}{P}$ ,	$\psi = \frac{F}{B}$ ,	$\psi = \frac{F}{S}$ ,	$\psi = \frac{F}{Q}$ ,
1	1	1	Укажите длины волн воспринимающим человеческим глазом?	*380-760 мкм;	350-760 мкм;	380-7500 мкм;	380-810 мкм;
1	1	1	К какой группе относится арматура осветительной установки НОБ?	*взрывозащищенные;	взрывозащищенные;	взрывозащищенные;	взрывозащищенные;
1	1	1	Как определяется коэффициент поглощения?	* $\alpha = \frac{F_{noz}}{F_{над}}$ .	$\alpha = \frac{F_{над}}{F_{noz}}$ ;	$\tau = \frac{F_{noz}}{F_{над}}$ ;	$\gamma = \frac{F_{omp}}{F_{над}}$ ;
1	1	1	Чему равна сила света	* $I = \frac{F}{\omega}$ ,	$R = \frac{F}{R}$ ,	$I = \frac{F}{S}$ ,	$I = \frac{S}{R^2}$ ,
1	1	1	Что называется световым потоком?	*длина волны воспринимающийся человеческим глазом;	энергия подающаяся на поверхность	часть лучистого потока воспринимающийся человеческим глазом;	испускаемом телом энергия;
1	2	1	Световой поток лампы ДРЛ-250?	*9500 лм	8500 лм;	10500 лм;	11500 лм;
1	2	1	Когда $I = (0,25 - 0,3)L$ будет?	*если рабочее место находится возле стены;	Если рабочее место находится от стены 5м;	Если рабочее место в центре цеха;	Если дорожка находится

							возле стены;
1	2	1	Укажите единицы измерения силы света?	*Лм;	Нит;	Свеча;	Люкс;
1	2	1	Укажите формулу освещения лампы накаливания	* $\Psi_{л} = F / P$	$\Psi_{л} = F / A$	$\Psi_{л} = p / F$	$\Psi_{л} = F \cdot P$
1	2	1	Для чего нужен статор люминесцентной лампы?	*для соединения	Для выключения	Для проверки	Все ответы правильны
1	2	2	На сколько видов разделяется свет?	*2	3	4	5
1	2	2	Укажите высоту столбов	*6-7м	5-9м	7-11м	3-5м
1	2	2	Сколько видов существует управление света	*3	4	5	6
1	2	2	Укажите длины волн зеленого цвета?	*550-510 мкм;	575-550 мкм;	510-485 мкм;	585-575 мкм;
1	2	2	Чему равен 1 Лм?	* $\frac{1}{683}$ ;	$\frac{1}{583}$ ;	$\frac{1}{783}$ ;	$\frac{1}{653}$ ;
1	2	2	Сколько % отражает световой поток белый эмайл?	*85-90;	70-80;	60-70;	75-85;
1	3	2	Чему равно освещение?	* $E = \frac{F}{S}$ .	$B = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{I}{\omega}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,
1	3	2	Укажите сколько существует элементов в люминесцентной лампе?	*5;	4;	6;	7;
1	3	2	До сколько градусов нагревается в обмотке вольфрамовой лампы?	* $2200^{\circ} - 3000^{\circ}$ ;	$2400^{\circ} - 3300^{\circ}$ ;	$2000^{\circ} - 2300^{\circ}$	$2300^{\circ} - 3100^{\circ}$
1	3	2	Сколько видов недостатков существует в нагревательной лампе?	*4;	3;	2;	5;
1	3	2	С какими мощностями выпускаются ЛН?	*25-1000 Вт;	15-1000 Вт;	40-1000 Вт;	60-1000 Вт;
1	3	2	Укажите единицу измерения температурного угла?	*стерадиан;	радиан;	радиан-люкс;	люмин/свеча;
1	3	2	Чему равна яркость лампы ДРЛ?	*2100000-6300000;	300000-1700000;	525000-1050000;	2300000-68000000;
1	3	2	Сколько элементов у нагревательной	*13;	11;	12;	10;

			лампы?				
1	3	2	Укажите верный ответ, где указано количество достоинств нагревательной лампы?	*5;	4;	3;	6;
1	3	2	Сколько % потребляемой энергии превращается в свет в лампе большой мощности?	*до10%;	до7%	до 13%	до 15%
1	3	2	Укажите срок службы ЛН?	*1000	900	1100	1200
1	3	2	Какой формулой определяется яркость?	* $B = \frac{I}{S}$	$R = \frac{F}{S}$	$E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{I}{\omega}$ ,
1	3	2	Укажите неверную формулу освещенности?	* $E = \frac{I}{R^2}$ ,	$E = \frac{F}{S}$ ,	$E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$ ,	$E = \frac{I}{B}$ ,
1	3	2	Укажите единицу измерения освещенности?	*люкс;	свеча;	люмин;	радиан/люкс;
1	3	2	В каком ответе верно указано формула, определяющая яркость лампы накаливания?	* $B = \frac{I}{S}$ ,	$E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$E = \frac{4I}{\pi D^2}$ ,
1	3	2	Какой формулой определяется световая отдача нагревательной лампы?	* $\psi = \frac{F}{B}$ ,	$\psi = \frac{F}{S}$ ,	$\psi = \frac{F}{P}$ ,	$\psi = \frac{F}{Q}$ ,
1	3	3	Укажите количество недостатков люминесцентной лампы?	*6;	2;	4;	5;
1	3		При частоте 3-4 кГц , на сколько увеличивается срок службы люминесцентной лампы?	*12%	16%	18%	14%;
1	3	3	Время разгорания лампы ДРЛ?	*5 мин;	10 мин;	15 мин;	20 мин;
1	3	3	До скольки снижается cosφ при включении дросселя?	*0,5-0,6;	0,4-0,54;	0,6-0,7;	0,55-0,65;
1	3	3	Для включения резонансной лампы во сколько раз увеличивается напряжение?	*1,5-2,0 U сети;	1,0-2,0 U сети;	0,5-1,5 U сети;	1,2-2,0 U сети;
1	3	3	На сколько % уменьшается световой поток после горения( 2000часов)	*30%;	40%	50%;	60%

			люминесцентной лампы?				
1	3	3	Укажите длины волн воспринимающим человеческим глазом?	*380-760 ммк;	350-760 ммк;	380-7500 ммк;	380-810 ммк;
1	3	3	Чему равна сила света?	* $I = \frac{F}{\omega}$ ,	$R = \frac{F}{R}$ ,	$I = \frac{F}{S}$ ,	$I = \frac{S}{R^2}$ ,
1	3	3	Сколько % света пропускает оконное стекло?	*90 %;	80 %;	70 %	95 %;
1	3	3	Для определения яркости, какие указанные формулы неверны? $R = \frac{S}{R^2}$ , $E = \frac{F}{S}$ , $B = \frac{F}{S}$ , $R = \frac{I}{\omega}$ , $B = \frac{I}{S}$ ,	*4	3	2	1
1	3	2	Укажите верный ответ, где указано правильное количество достоинств люминесцентной лампы?	*6	5	4	3
1	3	2	Как определяется яркость цилиндра?	* $B = \frac{I}{S}$ ,	$B = \frac{4I}{\pi D^2}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$B = \frac{I}{DL}$ ,
1	3	2	При скольких градусах происходит ионизация газа в люминесцентной лампе?	*800 ° С;	700 ° С;	900 ° С;	1000 ° С;
1	3	1	Сколько мг ртути вводится в люминесцентную лампу?	*20-30 мг;	10-20 мг;	5-10 мг;	30-40 мг;
1			Сколько видов зажигания люминесцентной лампе?	*3	4	5	6
1	3	1	Из скольких элементов состоит двухэлектродная лампа?	*6	5	4	3
1	3	1	Что называется световым потоком?	*длина волны воспринимающийся человеческим глазом;	энергия подающаяся на поверхность;	часть лучистого потока воспринимаю-	испускаемом телом энергия;

						щийся че- ловеческим глазом;	
1	4	1	Укажите единицы измерения силы света?	*Свеча;	Нит;	Лм;	Люкс;
1	4	2	По какой формуле определяется освещенность?	$* E = \frac{F}{S}$ ;	$R = \frac{F}{S}$ ;	$B = \frac{I}{S}$ ;	$E = \frac{I^2}{R^2}$ ;
1	4	2	Яркость ЛД ?	*5250-8400 Нит;	5100-7400 Нит;	5450-8600 Нит	5350-8400 Нит;
1	4	2	Как определяется коэффициент поглощения?	$* \alpha = \frac{F_{noz}}{F_{над}}$ ;	$\alpha = \frac{F_{над}}{F_{noz}}$ ;	$\tau = \frac{F_{noz}}{F_{над}}$ ;	$\gamma = \frac{F_{omp}}{F_{нод}}$ ;
1	4	2	Какой коэффициент запаса ЛН в помещениях с большим выделением пыли, дыма?	*1,7	1,5	2	1,8
1	4	2	Какая нормируемая освещенность лампы накаливания в помещениях?	*200 Лк;	150 Лк;	300 Лк;	100 ЛК;
1	4	3	Сколько групп светильников по светораспределению?	*5 групп;	4 группы;	6 групп;	3 группы;
1	4	3	Чему равен поправочный коэффициент для лампы дневного света?	*1,1-1,2;	0,7-1;	0,5-1;	1,2-1,3;
1	4	3	Освещенность для аварийного освещения в проходах?	*0,3 Лк	3 Лк;	1 Лк;	0,6 Лк;
1	4	3	Освещенность в помещениях при одном общем освещении?	*меньше 50 Лк;	меньше 40 Лк;	меньше 55 Лк;	больше 55 Лк;
1	4	1	Световой поток лампы ДРЛ-250?	*9500 лм;	8500 лм;	10500 лм;	11500 лм;
1	4	1	В прожекторах типа ПЗС-25 до какой мощности устанавливается лампа?	*200 Вт;	150 Вт;	100 Вт;	250 Вт;
1	4	1	Какое расстояние от потолка до светильника в общественных зданиях?	*0,3-0,4м;	0,5-0,6м;	0,2-0,6м;	0,2-0,3м;
1	4	1	Как определяется КПД светильника?	$* \eta = \frac{F_{л}}{F_{ce}}$ ;	$\eta = \frac{P_{л}}{F_{p}}$ ;	$\eta = \frac{F_{ce}}{F_{л}}$ ;	$\eta = \frac{F_{\phi}}{E_{min}}$ ;
1	4	1	Как определяется защитный угол?	$* \gamma = \arctg \frac{h}{R+r}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{H}{R+h}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{H}{R+r}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{R}{H+r}$ ;

1	4	2	Сколько % светового потока голых лампы используется рационально?	*до 50%	до 80%	до 60%	до 70%
1	4	3	К какой группе относится арматура осветительной установки НОБ?	*взрывозащищенные;	закрытые;	пыленепроницаемые;	взрывоопасные;
1	4	2	Укажите длины волн зеленого цвета?	*550-510 мкм;	575-550 мкм;	510-485 мкм;	585-575 мкм;
1	4	3	Сколько % отражает световой поток белый эмаль?	*85-90;	70-80;	60-70;	75-85;
1	4	2	Укажите сколько существует элементов в люминесцентной лампе?	*5;	4;	6;	7;
1	5	2	До скольким градусом нагревается в обмотке вольфрамовой лампы?	*2200 <sup>0</sup> – 3000 <sup>0</sup> ;	2400 <sup>0</sup> – 3300 <sup>0</sup> ;	2000 <sup>0</sup> – 2300 <sup>0</sup>	2300 <sup>0</sup> – 3100 <sup>0</sup>
1	5	2	Сколько видов недостатков существует в нагревательной лампе?	*4;	3;	2;	5;
1	5	2	С какими мощностями выпускаются ЛН?	*25-1000 Вт;	15-1000 Вт;	40-1000 Вт;	60-1000 Вт;
1	5	2	Чему равна яркость лампы ДРЛ?	*2100000-6300000;	300000-1700000;	525000-1050000;	2300000-68000000;
1	5	3	Сколько элементов у нагревательной лампы?	*13;	11;	12;	10;
1	5	3	Укажите верный ответ, где указано количество нагревательной лампы?	*5;	4;	3;	6;
1	5	3	Сколько % потребляемой энергии превращается в свет в лампе большой мощности?	*до10%;	до7%;	до 13%	до 15%
1	5	3	Укажите срок службы ЛН?	*1000	900	1100	1200
1	5	3	Какой формулой определяется яркость?	* $B = \frac{I}{S}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{I}{\omega}$ ,
1	5	3	Укажите неверную формулу освещенности?	* $E = \frac{I}{R^2}$ ,	$E = \frac{F}{S}$ ,	$E = \frac{I \cos \alpha}{R^2}$ ,	$E = \frac{dF}{d\omega R^2}$ ,

1	5	3	Укажите единицу измерения освещенности?	*люкс;	свеча;	люмин;	радиан/люкс
1	5	2	В каком ответе верно указано формула, определяющая яркость лампы накаливания?	* $B = \frac{I}{S}$ ,	$E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$E = \frac{4I}{\pi D^2}$ ,
1	5	2	Укажите количество недостатков люминесцентной лампы?	* $\psi = \frac{F}{B}$ ,	$\psi = \frac{F}{S}$ ,	$\psi = \frac{F}{P}$ ,	$\psi = \frac{F}{Q}$ ,
1	5	2	При частоте 3-4 кГц, на сколько увеличивается срок службы люминесцентной лампы?	*6;	4;	5;	3;
1	5	2	Время разгорания лампы ДРЛ?	*9 мин;	10 мин;	11 мин;	13 мин;
1	5	1	До сколько снижается cosφ при включении дросселя?	*0,5-0,6;	0,4-0,54;	0,6-0,7;	0,55-0,65;
1	5	1	Для включения резонансной лампы во сколько раз увеличивается напряжение?	*1,5-2,0 U сети;	1,0-2,0 U сети;	0,5-1,5 U сети;	2,0-2,5 U сети;
1	5	1	На сколько % уменьшается световой поток после горения (2000 часов) люминесцентной лампы?	*30%	25%;	15%	10%;
1	5	1	Чему равна сила света?	* $I = \frac{F}{\omega}$ ,	$R = \frac{F}{R}$ ,	$I = \frac{F}{S}$ ,	$I = \frac{S}{R^2}$ ,
1	5	1	Сколько % света пропускает оконное стекло?	*90%;	80%	70%	95%
1	5	2	Для определения яркости, какие указанные формулы неверны? $R = \frac{S}{R^2}$ , $E = \frac{F}{S}$ , $B = \frac{F}{S}$ , $R = \frac{I}{\omega}$ , $B = \frac{I}{S}$ ,	*4	5	6	7
1	5	2	Укажите верный	*6	5	4	3

			ответ, где указано правильное количество достоинств люминесцентной лампы?				
1	5	2	Как определяется яркость цилиндра?	* $B = \frac{I}{S}$ ,	$B = \frac{4I}{\pi D^2}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$B = \frac{I}{DL}$ ,
1	5	2	При скольких градусах происходит ионизация газа в люминесцентной лампе?	* 800 ° C;	700 ° C;	900 ° C;	1000 ° C;
1	5	2	Сколько мг ртути вводится в люминесцентную лампу?	*20-30 мг;	10-20 мг;	5-10 мг;	30-40 мг;
1	6	3	Сколько видов зажигания люминесцентной лампе?	*3	4	5	6
1	6	3	Из скольких элементов состоит двухэлектродная лампа?	*6	5	4	3
1	6	3	Что называется световым потоком?	*длина волны воспринимающийся человеческим глазом;	энергия подающаяся на поверхность;	часть лучистого потока	испускаемом теплом энергия
1	6	2	Укажите единицы измерения сила света?	*Свеча;	Нит;	Лм;	Люкс;
1	6	2	По какой формуле определяется освещенность?	* $E = \frac{F}{S}$ ,	$R = \frac{F}{S}$ ,	$B = \frac{I}{S}$ ,	$E = \frac{I^2}{R^2}$ ,
	6	2	Яркость ЛД?	*5250-8400 Нит;	5100-7400 Нит;	5450-8600 Нит;	5350-8400 Нит;
1	6	2	Как определяется коэффициент поглощения?	* $\alpha = \frac{F_{\text{пог}}}{F_{\text{пад}}}$ .	$\alpha = \frac{F_{\text{пад}}}{F_{\text{пог}}}$ ;	$\tau = \frac{F_{\text{пог}}}{F_{\text{пад}}}$ ;	$\gamma = \frac{F_{\text{отп}}}{F_{\text{пад}}}$ ;
1	6	2	Какой коэффициент запаса ЛН в помещениях с большим выделением пыли, дыма?	*1,7	1,5	2	1,8
1	6	2	Какая нормируемая освещенность лампы накаливания в помещениях?	*200 Лк;	150 Лк;	300 Лк;	100 ЛК;
1	6	2	Сколько групп светильников по света распределении?	*5 групп;	4 группы;	6 групп;	3 группы;
1	6	2	Чему равен попра-	*1,1-1,2;	0,7-1;	0,5-1;	1,2-1,3;

			вочный коэффициент для лампы дневного света?				
1	6	2	Освещенность для аварийного освещения в проходах?	*0,3 Лк	3 Лк	1 Лк	0,6 Лк
1	6	2	Освещенность в помещениях при одном общем освещении?	*меньше 50 Лк;	меньше 40 Лк;	меньше 55 Лк;	больше 55 Лк;
1	6	2	В прожекторах типа ПЗС-25 до какой мощности устанавливается лампа?	*200 Вт;	150 Вт;	100 Вт;	250 Вт;
1	6	2	Какое расстояние от потолка до светильника в общественных зданиях?	*0,3-0,4м;	0,5-0,6м;	0,2-0,6м;	0,2-0,3м;
1	6	2	Как определяется КПД светильника?	$*\eta = \frac{F_{л}}{F_{св}}$ ;	$\eta = \frac{P_{л}}{F_{р}}$ ;	$\eta = \frac{F_{св}}{F_{л}}$ ;	$\eta = \frac{F_{\phi}}{E_{\min}}$ ;
1	6	3	Как определяется защитный угол?	$*\gamma = \arctg \frac{h}{R+r}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{H}{R+h}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{H}{R+r}$ ;	$\gamma = \arctg \frac{R}{H+r}$ ;
1	6	3	Сколько % светового потока голый лампы используется рационально?	*до 50 %	до 40 %	до 45 %	до 30 %
1	6	2	К какой группе относится арматура осветительной установки НОБ?	*взрывозащищенные;	закрытые;	пыленепроницаемые;	взрывоопасные;
1	6	2	Для чего нужен статор люминесцентной лампы ?	*для соединения	Для выключения	Для проверки	Все ответы правильны
1	6	2	Для включения резонансной лампы во сколько раз увеличивается напряжение?	*1,5-2,0 U сети;	1,0-2,0 U сети;	0,5-1,5 U сети;	2,0-2,5 U сети;
1	6	2	К какой группе относится арматура осветительной установки НОБ?	*взрывозащищенные;	взрывозащищенные;	взрывозащищенные;	взрывозащищенные;

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



# **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

1. Определите такие физические величины, как лучистая энергия и лучистый поток. Как выражается лучистый поток? В каких единицах он измеряется?
2. Каковы границы спектральной чувствительности приёмников светового потока?
3. Что такое световой поток? Как он выражается и в каких единицах измеряется?
4. Чем характеризуется распределение светового потока в пространстве? Что такое сила света и как она выражается? В каких единицах она измеряется?
5. Как связаны между собой сила света и световой поток?
6. Что такое освещённость? Как она выражается и в каких единицах измеряется?
7. Что такое светимость? Как она выражается и в каких единицах измеряется?
8. Что такое яркость? В чём её отличие от светимости? Как выражается яркость и в каких единицах измеряется?
9. Как связаны между собой яркость и освещённость?
10. Чем характеризуются световые свойства тел? Что такое коэффициенты отражения, поглощения, пропускания? Как они связаны между собой?
11. Каким прибором измеряется освещённость в производственных условиях?
12. Как вычисляется световой поток источника по кривой распределения сил света?
13. Для чего служит люксметр? Устройство и принцип работы люксметра.
14. Как измеряется сила света?
15. Как определить освещённость опытным путем?
16. Как определить освещённость расчетным путем?
17. Как измеряется освещённость?
18. Как построены правила и нормы искусственного освещения? Какие разделы они содержат?
19. Что является основной нормируемой характеристикой? Как и почему её уровень зависит от применяемых в установке источников света (ламп накаливания или люминесцентных ламп)?
20. Как выбираются нормы освещённости?
21. Как выбирается высота подвеса светильника?
22. Какие требования к проектированию освещения?
23. Содержание проектов осветительных установок?
24. Какие виды освещения Вы знаете?
25. Суть пояснительной записки рабочих чертежей?
26. Выбор схемы питания осветительных установок?
27. Основные принципы расчета освещённости?
28. Расчет электрических осветительных сетей?
29. Выполнение осветительных сетей?
30. Рекомендации по проектированию электрического освещения общественных зданий?
31. Какие характеристики освещения и световой среды?
32. Что Вы понимаете под фоном?
33. Что такое контраст?

34. Что такое тени и какие бывают тени?
35. Что называется острота зрения?
36. По какой формуле определяется контраст?
37. Как Вы понимаете "стробоскопический эффект"?
38. Что такое цилиндрическая освещенность и как она определяется?
39. Как Вы понимаете изменения и постоянство освещенности во времени?
40. Как Вы понимаете "качество" освещения?
41. Как определяется полная допустимая величина потерь напряжения?
42. Какие нормы допустимых потерь напряжения определяются ПУЭ для электрических осветительных сетей внутри зданий, в сетях наружного, аварийного и местного освещения?
43. Как полная величина напряжения распределяется между трансформатором и электрической сетью?
44. Как ведётся расчёт двухпроводных сетей переменного тока?
45. Как ведётся расчёт четырёхпроводных (трёхфазных) сетей переменного тока (равномерно и неравномерно нагруженных)?
46. Как ведётся расчёт трёхпроводных (двухфазных) сетей переменного тока?
47. Как сечение проводов выбирается по условиям нагревания и механической прочности?
48. В чём состоят основные принципы освещения общественных зданий?
49. Как определяются уровни яркости и каково её распределение?
50. Как устраиваются светящиеся потолки?
51. Как выполняются встроенные осветительные установки (световые карнизы с люминесцентными лампами, с зеркальными лампами, с лампами накаливания, светящиеся панели и полосы, светящиеся точки)?
52. Как выполняется освещение лечебных учреждений? Как освещаются операционные?
53. Как освещаются учебные заведения?
54. Какие приёмы освещения применяются в магазинах? Как освещаются витрины?
55. В чём состоят особенности освещения музеев и выставок? Как выполняется их освещение?
56. Как освещаются улицы, проезды и площади (магистральные, общегородские и районные, местного значения, в районах многоэтажной и малоэтажной застройки)?
57. Как освещаются фронтоны зданий с художественным значением?
58. Как выполняется освещение железнодорожных узлов (станционные пути, пассажирские платформы и товарные рампы, сортировочные горки)?

**РЕСПУБЛИКИ УБЕКИСТАН**  
**НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ**  
**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**  
**“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



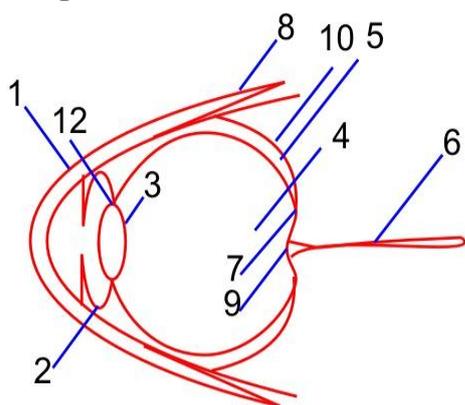
**РАЗДАТОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

Глаз - здесь происходит фотохимическое преобразование лучистой энергии.



Ещё в 1604 г. немецкий астроном И. Кеплер сравнил глаз с камерой, дающей изображение на вогнутой поверхности сетчатой оболочки глаза. Р. Декарт - французский математик и философ, относившийся к следующему поколению учёных, проверил это на опыте. Он взял на бойне бычий глаз и вставил его в отверстие в закрытых ставнях. Предварительно радужная оболочка глаза была обработана так, что стала прозрачной. На ней Декарт мог видеть перевернутое изображение части улицы перед своим домом.

деть перевернутое изображение части улицы перед своим домом.

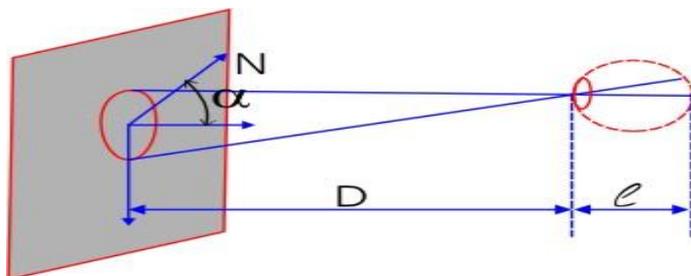
### Глаз.

1. Роговая оболочка.
2. Радужная оболочка.
3. Хрусталик.
4. Глазное яблоко.
5. Сетчатая оболочка.
6. Зрительный нерв.
7. Центральная ямка.
8. Глазная мышца.
9. Темное пятно.
10. Сосудистая оболочка.
11. Стекловидное тело.
12. Цилиарная связка.

Часть проходящего сквозь тело светового потока с помощью коэффициента пропускания ( $\tau$ ), тогда:

$$M = \tau E.$$

### Яркость



Яркость - единственная величина, непосредственно определяющая зрительное ощущение. Уровень ощущения света зависит от плотности светового потока (освещённости) на сетчатке:

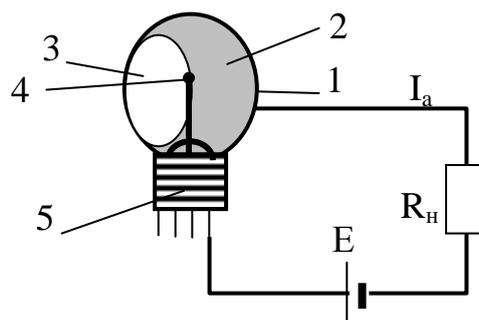
$$E_c = \tau \frac{d\Phi_{зп}}{dS_L}, \quad (1 - 20)$$

где  $d\Phi_{зп}$  - световой поток светящейся поверхности, падающий на зрачок глаза.

$dS_L$  - площадь изображения элемента поверхности  $dS_1$  на сетчатке.

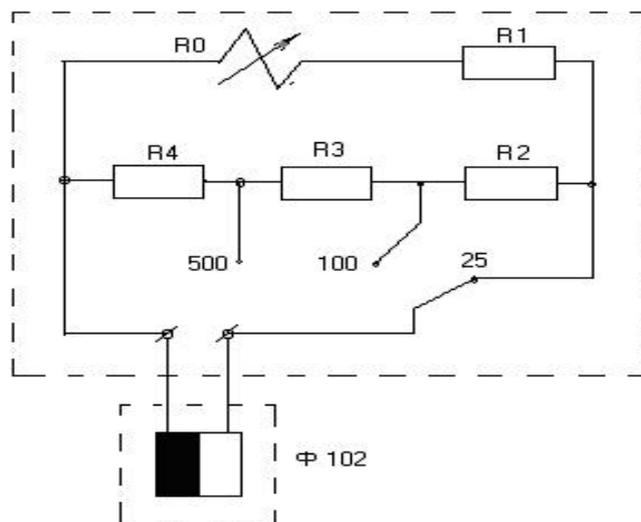
$\tau$  - коэффициент пропускания, учитывающий поглощение светового потока в глазных средах.

### Фотоэлемент с внешним фотоэффектом (электровакuumный)

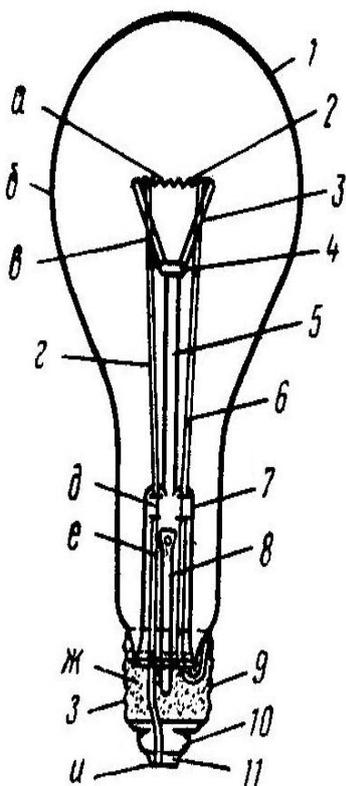


*Фотоэлемент с внешним фотоэффектом типа ЦВ-1.*

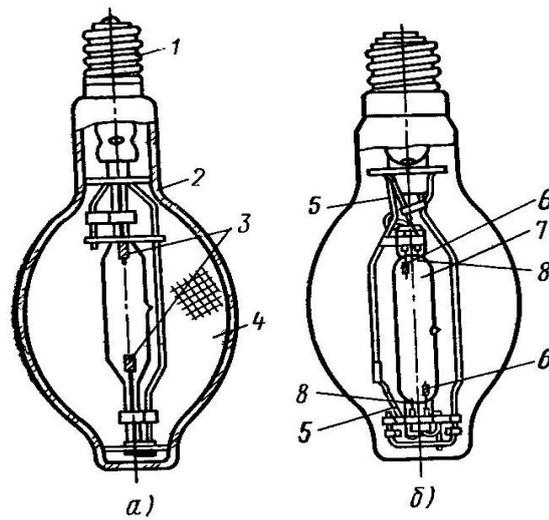
- 1 – стеклянная колба;
- 2 – слой светочувствительного вещества (катод);
- 3 – окно для лучей света;
- 4 – анод;
- 5 – цоколь;



Принципиальная схема люксметра Ю-16.



Конструкция осветительной лампы накаливания общего назначения 1-колба, 2-спираль, 3-крючки, 4-линза, 5-штабик, 6-электроды, 7-лопатки, 8-штангель, 9-цоколь, 10-изолятор, 11-нижний контакт. Материалы: а-вольфрам, б-стекло, в-молибден, г-никель, д-медь, е-сталь, ж-цинковая мастика, з-латунь, и-свинец, о-олово



### Газоразрядные лампы типа ДРЛ

а - двух электродная, б - четырех электродная  
 1-цоколь, 2-внешний баллон, 3-электрод, 4-люминофор, 5-сопротивление, 6-основной электрод, 7-кварцевая горелка, 8-дополнительный электрод.

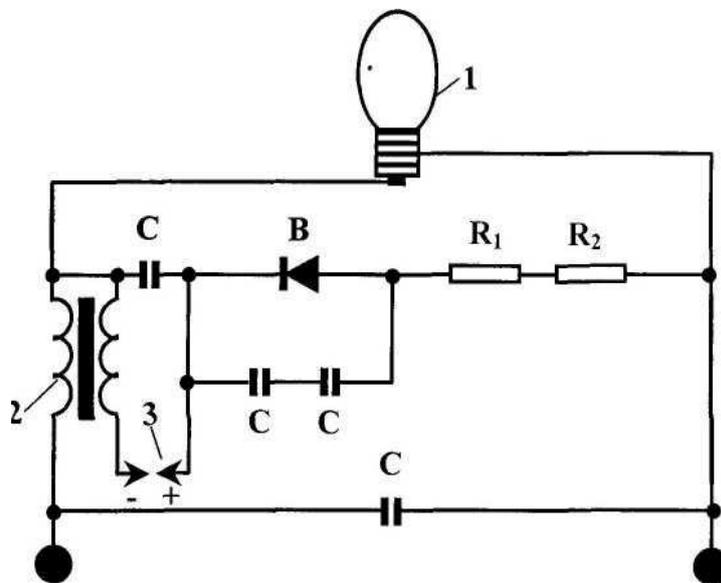


Схема включения ламп ДРЛ в сеть переменного тока  
 1 — лампа; 2 - дроссель; 3 - разрядник

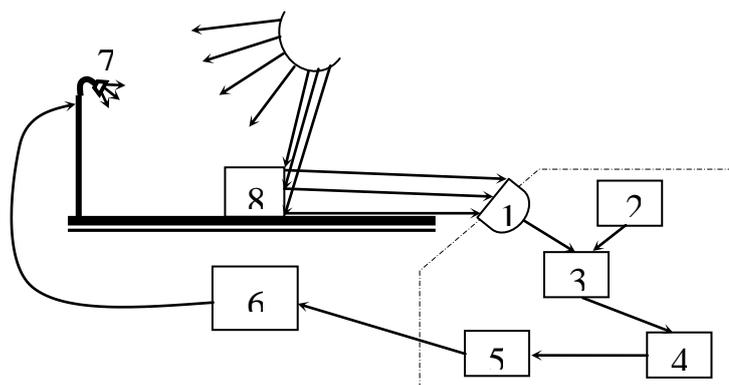
## Основные элементы установки

Каждая автоматическая установка для управления освещением должна содержать, по крайней мере, следующие элементы: фотодатчик 1 – чувствительный элемент установки, реагирующий на освещенность объекта 8, задающее устройство 2, устройство сравнения 3 и усилитель 4.

При помощи задающего устройства производится настройка установки на заданное значение освещенности объекта, при котором она должна сработать и включить (или отключить) осветитель 7.

Устройство сравнения предназначено для сопоставления непрерывно поступающих от фотодатчика данных об освещенности объекта с заданным значением освещенности и для создания сигнала, управляющего последующими элементами схемы.

Усилитель усиливает полученный сигнал до значения, достаточного для срабатывания выходного реле 5, которое управляет магнитным пускателем или контактором 6. В отдельных случаях, когда нужен выходной импульс большой мощности, применяют несколько каскадов усиления.



Блок-схема установки автоматического управления освещением.

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



# **ГЛОССАРИЙ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

## Г Л О С А Р И И

**1. Энергетической системой (энергосистемой)** называется совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и теплоты при общем управлении этим режимом.

**2. Электроэнергетической системой** называется электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

**3. Системой электроснабжения** называется совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

**4. Электроснабжением** называется обеспечение потребителей электрической энергией.

**5. Электрической сетью** называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных линий (КЛ) электропередачи, работающих на определенной территории.

**6. Основой развития энергетики** становятся большие системы (искусственные, естественные) Искусственные системы - машинные автоматические системы, развивающиеся целенаправленные большие автоматизированные системы с участием человека .

Система единства человек- машина - окружающая среда

**7. Энергетическое хозяйство** - комплекс взаимосвязанных систем, состоящих из энергетических объектов, объединенных для обеспечения народного хозяйства всеми видами энергии .

**8. Энергетический баланс** - полное количественное соответствие между суммарной подведенной энергией и суммарной полезной энергией и потерями энергии

**9. Единый энергетический баланс** – полное количественное соответствие перетоков всех видов энергии и энергетических ресурсов.

**10. Подстанцией** - называется электроустановка , служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов и других преобразователей энергии, распределительных устройств до и выше 1000 В, устройств управления и вспомогательных сооружений. Подстанции могут быть открытыми и закрытыми.

**11. Распределительным устройством** называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая сборные и соединительные шины, коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики , измерительные приборы и вспомогательные устройства.

**12. Распределительным пунктом электросети** называется

установка от 10 до 20 кВ, предназначенная для приема по питающим шинам электроэнергии от ЦП и передача ее в распределительную сеть. РП может быть совмещено с одной из ТП, обслуживающей расположенных вблизи потребителей.

**13. Трансформаторным пунктом** распределительной сети называется подстанция, в которой электроэнергия трансформируется с высшего напряжения 10 – 20 кВ на низшие до 1 кВ и распределяется на этом напряжении.

**14. Глубоким вводом** называется система электроснабжения с приближением высшего напряжения 110 – 220 кВ к центрам нагрузок потребителей с наименьшим количеством ступеней промежуточной трансформации.

**15. Распределительной линией** называется линия, питающая ряд трансформаторных подстанций от ЦП или РП до ввода к электроустановкам потребителей.

**16. Качество электроэнергии** - это соответствие основных параметров (частота, ток, напряжение) установленным нормам при производстве, передаче и распределении электроэнергии.

**17. Качество электроснабжения** отраслей народного хозяйства можно представить как совокупность свойств энергоснабжения, обуславливающих его пригодность удовлетворять потребности отраслей народного хозяйства в энергии должного качества при требуемой степени надежности энергоснабжения.

**18. Приемниками электрической энергии** (электроприемником) называются аппарат, агрегат, механизм, предназначенные для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

**19. Потребителем электрической энергии** называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории.

**20. Электроустановками** называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Электроустановки по условиям электробезопасности разделяются Правилами на электроустановки до 1000 В и электроустановки выше 1000 В (по действующему значению напряжения).

**21. Открытыми или наружными электроустановками** называются электроустановки, не защищенные зданием от атмосферных воздействий.

Электроустановки, защищенные только навесами, сетчатыми ограждениями и т. п., рассматриваются как наружные.

**Закрытыми или внутренними электроустановками** называются электроустановки, размещенные внутри здания, защищающего их от атмосферных воздействий.

**22. Независимым источником** питания электроприемника или группы электроприемников называется источник питания, на котором сохраняется напряжение в пределах, регламентированных настоящими Правилами

для послеаварийного режима, при исчезновении его на другом или других источниках питания этих электроприемников

**23. Электроприемники I категории** — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

**24. Электроприемники II категории** — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

**25. Электроприемники III категории** — все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий.

**26.** Из состава электроприемников I категории выделяется *особая группа электроприемников*, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

**27. Номинальным значением параметра (номинальным параметром)** называется указанное изготовителем электротехнического устройства значение параметра, являющееся исходным для отсчета отклонений от этого значения при эксплуатации и испытаниях устройства.

**28. Квалифицированным обслуживающим персоналом** называются специально подготовленные лица, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы (должности), и имеющие квалификационную группу по технике безопасности, предусмотренную Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

**29. Маслонаполненными аппаратами** называются аппараты, у которых отдельные элементы и все нормально искрящиеся части или части, между которыми образуется дуга, погружены в масло так, что исключается возможность соприкосновения между этими частями и окружающим воздухом.

**30. Электропомещениями** называются помещения или отгороженные, например, сетками, части помещения, доступные только для квалифицированного обслуживающего персонала, в которых расположены электроустановки.

**31. Сухими помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха не превышает 60%. , они называются нормальными.

**32. Влажными помещениями** называются помещения, в которых пары или конденсирующая влага выделяются лишь кратковременно в небольших количествах, а относительная влажность воздуха более 60%, но не превышает 75%.

**33. Сырыми помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха длительно превышает 75%.

**34. Особо сырыми помещениями** называются помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100% (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой).

**35. Жаркими помещениями** называются помещения, в которых под воздействием различных тепловых излучений температура превышает постоянно или периодически (более 1 сут.) +35°C (например, помещения с сушилками, сушильными и обжигательными печами, котельные и т. п.).

**36. Пыльными помещениями** называются помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т. п.

Пыльные помещения разделяются на *помещения с токопроводящей пылью и помещения с нетокопроводящей пылью*.

**37. Помещения без повышенной опасности**, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность

**38. Помещения с повышенной опасностью**, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости или токопроводящей пыли, токопроводящих полов, высокой температуры, возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединенных с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования, с другой.

**39. Особоопасные помещения**, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Проектирование, строительство и эксплуатация особоопасных помещений требует наличия лицензии в установленном порядке.

**40. Электрической сетью с эффективно заземленной нейтралью** называется трехфазная электрическая сеть выше 1000 В, в которой коэффициент замыкания на землю не превышает 1,4.

**41. Глухозаземленной нейтралью** называется нейтраль трансформатора или генератора, присоединенная к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (например, через трансформаторы тока).

**42. Изолированной нейтралью** называется нейтраль трансформатора или генератора, не присоединенная к заземляющему устройству или присоединенная к нему через приборы сигнализации, измерения, защиты, заземляющие дугогасящие реакторы и подобные им устройства, имеющие большое сопротивление.

**43. Заземлением** какой-либо части электроустановки или другой установки называется преднамеренное электрическое соединение этой части с заземляющим устройством.

**44. Защитным заземлением** называется заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности.

**45. Рабочим заземлением** называется заземление какой-либо точки токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки.

**46. Заземляющим устройством** называется совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

**Заземлителем** называется проводник (электрод) или совокупность металлических соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.

**47. Искусственным заземлителем** называется заземлитель, специально выполняемый для целей заземления.

**Естественным заземлителем** называются находящиеся в соприкосновении с землей электропроводящие части коммуникаций, зданий и сооружений производственного или иного назначения, используемые для целей заземления.

**48. Заземляющим проводником** называется проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем.

**49. Нулевым рабочим проводником (К)** в электроустановках до 1000 В называется проводник, используемый для питания электроприемников, соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника в трехпроводных сетях постоянного тока.

**50. Зонай растекания** называется область земли, в пределах которой возникает заметный градиент потенциала при стекании тока с заземлителя.

**51. Напряжением шага** называется напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека.

**52. Сопротивлением заземляющего устройства** называется отношение напряжения на заземляющем устройстве к току, стекающему с заземлителя в землю.

**53. Током замыкания на землю** называется ток, стекающий на землю через место замыкания.

**54. Световой поток ( $\Phi$ )** — это мощность лучистой энергии, часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Поскольку световой поток — это не только физическая, но и физиологическая величина, так как характеризует зрительное восприятие (для длин волн  $380 \div 760$  нм), для него введена специальная единица измерения люмен (лм).

**55. Сила света ( $I$ ).** Так как источник света может излучать свет по различным направлениям неравномерно, вводится понятие силы света как отношения величины светового потока, распространяющегося от источника света в некотором телесном угле  $\omega$ , измеряемом в стерadianах, к величине этого телесного угла. Единица – кандела (кд).

**56. Освещенность ( $E$ )** – отношение светового потока, падающего на поверхность к площади, на которую он распространяется. Единица освещенности – люкс (лк), это люмен, деленный на квадратный метр ( $\text{лм}/\text{м}^2$ )

**57. Яркость ( $L$ )** – отношение силы света в данном направлении к площади проекции излучающей поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Единица яркости – кандела, деленная на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ), собственного наименования не присвоено.

**58. Светимость ( $M$ )** – отношение светового потока к площади, излучающей его поверхности. Единица – люмен, деленный на квадратный метр ( $\text{лм}/\text{м}^2$ ) – собственного наименования не присвоено.

**59. Телесный угол ( $\omega$ )** – часть пространства, заключенная внутри конической поверхности. Измеряется отношением площади, вырезаемой им из сферы произвольного радиуса, к квадрату последнего. Единица – стерадиан (ср)

**60. Свет** – электромагнитное излучение, воспринимаемое глазом. 1 Вт равен мощности лучистого потока 680 лм при длине волны 555 нм.

**61. Абсолютный нуль** – наименьшая температура, которую принимают за начало отсчета в термодинамической шкале температур.

**62. Фотозащитное устройство** – это устройство, где лучистая энергия преобразуется в электрическую.

**63. Фотодатчик** – электроаппарат, который непосредственно и непрерывно контролирует состояние освещенности объекта

## СОКРАЩЕНИЯ

АВР - автоматический ввод резерва

АПВ - автоматическое повторное включение

АРВ - автоматическое регулирование возбуждения

АРН - автоматическое регулирование напряжения

АЧР - автоматическая частотная разгрузка

ПУЭ - правила устройства электроустановок

ПТЭ - правила технической эксплуатации электроустановок

ПТБ - правила техники безопасности электроустановок

ГПП - главная понизительная подстанция

КРУ - комплектное распределительное устройство

КРУН - комплектное распределительное устройство наружной установки

ОРУ - открытое распределительное устройство

ЗРУ - закрытое распределительное устройство

ПБВ - переключение без возбуждения

РПН - регулирование под нагрузкой

ВЛ - воздушная линия

КЛ - кабельная линия

ВН - высокое напряжение

НН - низкое напряжение

ИП - источник питания

ЛР - линейный разъединитель

РП - распределительный пункт  
 РУ - распределительное устройство  
 СК - синхронный компенсатор  
 ТП - трансформаторный пункт  
 ТЭС - тепловая электростанция  
 ТЭЦ - тепловая электроцентраль  
 АЭС - атомная электростанция  
 ГЭС - гидроэлектростанция  
 ГАЭС - гидроаккумулирующая электростанция  
 КС - статические конденсаторные батареи  
 ЦП - центр питания  
 ЭП - приемник электроэнергии  
 ДРЛ - ртутно-кварцевые лампы  
 ДКсТ - ксеноновые лампы  
 ЛД - люминесцентные лампы низкого давления  
 ЛБ - люминесцентные лампы белого света.  
 ЛН - лампы накаливания  
 Э/э - электроэнергия

### ОБОЗНАЧЕНИЯ

I - ток (А)  
 U - напряжение (В)  
 S - полная мощность (кВА)  
 P - активная мощность (кВт)  
 Q - реактивная мощность (кВАр)  
 R - активное сопротивление (ом)  
 G - активная проводимость (сим)  
 X - реактивное сопротивление (ом)  
 B - реактивная проводимость (сим)  
 f - частота (Гц)  
 F - сечение провода (мм<sup>2</sup>)  
 l - длина линии (км)  
 L - индуктивность (Гн)  
 C - емкость (Ф)  
 γ - удельная проводимость Ом · мм<sup>2</sup> / км  
 ρ - удельное сопротивление м / Ом · мм<sup>2</sup>  
 t - время, час  
 T<sub>мах</sub> - число часов использования максимальной нагрузки (час)  
 τ - время максимальных потерь (час)  
 ΔU<sub>доп</sub> - допустимые потери напряжения (В)  
 ΔU - продольная составляющая падения напряжения (В)  
 δU - поперечная составляющая падения напряжения (В)  
 U<sub>кз</sub> (%) - напряжение к.з. (%)  
 ΔP<sub>кз</sub> = ΔP<sub>м</sub> - потери мощности трансформатора при к.з. (кВт)  
 ΔP<sub>хх</sub> = ΔP<sub>ст</sub> - потери мощности холостого хода трансформатора (кВт)

$I_{xx}$ (%)	- ток холостого хода трансформатора (%)
Wh	- энергия потребления (кВт.час)
$\Delta Wh$	- потери энергии (кВт.час)
$\mu$	- относительная магнитная проницаемость материала (среды) $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ в} \cdot \text{сек} / \text{а} \cdot \text{м} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ гн} / \text{м}$
$J_3$	- экономическая плотность тока (А/мм <sup>2</sup> )
$K_{\Sigma}$	- суммарные инвестиции (т.сум)
$T_o$	- срок окупаемости (год)
$\Phi$	- световой поток (лм)
E	- освещенность (лк)
$I_{\alpha}$	- сила света (кд)
$\omega$	- телесный угол (стер)
H	- световая отдача
T	- средняя продолжительность горения ламп (час)
$\lambda$	- длина волны (нм)

### РАСШИФРОВКА ИНДЕКСОВ

UN	- номинальное напряжение
KЧ- $\alpha$	- коэффициент нагрузки
TUF	- коэффициент реактивной мощности (тангенс угла $\phi$ )
K1	- коэффициент активной мощности (косинус угла $\phi$ )
K6	- длительно допустимый ток
K2	- К П Д (коэффициент полезного действия)
K3	- отношение пускового тока к номинальному
K7	- коэффициент использования
IB	- ток плавкой вставки
IPR	- расчетный ток в проводе
VP	- номер магнитного пускателя
NK	- эффективное число электроприемников
KM	- коэффициент максимума активной мощности
PR	- расчетная мощность ( активная )
QR	- расчетная мощность ( реактивная )
SR	- расчетная полная мощность группы электроприемников
PS	- средняя мощность наиболее загруженной смены
PO	- мощность освещения
QK	- мощность компенсаторов
PN	- мощность электроприемника
$K_5$	- поправочный коэффициент
IBC	- шкала плавких вставок
PEN	- нулевой провод
GM	- машина электрическая, общее обозначение
M	- электродвигатель переменного тока
T	- трансформатор силовой, общее обозначение
TV	- трансформатор напряжения
TA	- трансформатор тока измерительный

LR - реактор  
Q - выключатель высокого напряжения  
QS - разъединитель  
QP - отделитель  
QN - короткозамыкатель  
QW - выключатель нагрузки  
F - предохранитель  
S - рубильник  
KM - контактор, магнитный пускатель  
QB - секционный выключатель  
PI - счетчик активной энергии  
PK - счетчик реактивной энергии

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



**ТЕМЫ ДЛЯ РЕФЕРАТОВ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

1. Лучистая энергия и лучистый поток
2. Оптическая область спектра изучения
3. Приемники лучистой энергии. Глаз
4. Световой поток. Сила света
5. Расчет светового потока
6. Освещенность. Светимость. Яркость
7. Световые свойства тел.
8. Вопросы для самопроверки
9. Световые измерения. Зрительная фотометрия
10. Физическая фотометрия
11. Измерение силы света
12. Измерение освещенности
13. Устройство люксметра
14. Методика определения освещенности опытным путем
15. Методика определения освещенности расчетным путем
16. Источники света и их характеристики
17. Электрические лампы. Электрические лампы накаливания
18. Люминесцентные лампы
19. Лампы ДРЛ
20. Светильники
21. Монтажные указания
22. Правила и нормы искусственного освещения
23. Естественное и искусственное освещение.
24. Нормы освещенности
25. Естественное освещение
26. Совмещенное освещение
27. Искусственное освещение
28. Выбор схемы питания осветительных установок
29. Рекомендации по проектированию электрического освещения общественных зданий
30. Сети и питание наружного освещения
31. Типовые решения освещения улиц
32. Автоматическое управление наружным освещением
33. Автомат управления освещением типа АО
34. Эксплуатация уличного освещения

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



**КРИТЕРИИ ОЦЕНОК  
по дисциплине  
«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

## КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

знаний студентов на основе рейтинговой системы  
по дисциплине

### «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Критерии оценок разработаны в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан от 13 декабря 2013 года № 470 и Министерства Юстиции от 13 декабря 2013 года № 1981-2 “ Об Уставе контроля и оценки рейтинговой системы знаний студентов в высших учебных заведениях.

Данные критерии оценок по дисциплине «**Электрические освещение**» предназначены для студентов обучающихся по направлению

**5310200 – Электроэнергетика** (по отраслям и направлениям образования бакалавриата.

Критерии оценок рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электроэнергетика» протокол № 1 «25» 08 2017 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Национальная программа по подготовке кадров Республики Узбекистан определяет потребность всех сфер народного хозяйства в высококвалифицированных специалистах, владеющих передовыми достижениями науки и производства, навыками профессионального общения в условиях новых экономических отношений. Вхождение республики в мировой рынок, расширение международных связей обуславливают необходимость формирования языковой культуры студентов на иностранных языках, особенно мировых, в число которых входит русский язык.

Критерии оценок разработаны в соответствии с приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан от 13 декабря 2013 года № 470 и Министерства Юстиции от 13 декабря 2013 года № 1981-2 “ Об Уставе контроля и оценки рейтинговой системы знаний студентов в высших учебных заведениях.

Сведения о рейтинговых таблицах, видах, формах и количествах рейтингового контроля, а также об отведённом максимальном балле объявляется студентам на первой паре занятия по предмету «**Электрические освещение**»

### Этапы и формы проведения рейтинга по предмету «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕЩЕНИЕ»

Изучение данного предмета предусмотрено для бакалавров 3-курса Электроэнергетический направлений бакалавриата на I семестрах учебного года.

Оценка усвоения бакалаврами данного предмета в течение всего семестра проводится на основе следующих показателей:

- Текущая оценка – (ТК);
- Промежуточный контроль-(ПК)
- Итоговый контроль – (ИК);

**Текущая оценка (ТК)** – предусматривает оценку знаний бакалавров, полученных за усвоение каждой проведенной темы по данному предмету. Обычно **ТК** оценивается на практических занятиях. В первую очередь, **ТК** включает в себе уровень усвоения бакалавром знаний в аудитории, т.е. активность на занятиях, которая включает в себе следующее:

- Качественное конспектирование темы, активное участие в дискуссиях;
- Правильное выполнение заданий, упражнений по пройденной теме;
- Высокая подготовка к практическим занятиям, активное участие в решении проблемных задач, ситуаций, тестов и др.

Показатели усвоения по дисциплине «**Электрические освещение**» оцениваются по 100 бальной системе. Из них для **ТК** предусмотрено всего 35%, т.е. 35 баллов. В **ТК** включаются выполнение самостоятельной работы, подготовленный реферат, домашнее задание, пересказ содержания пройденных

текстов; Выполнение заданий и упражнений по тексту специальности. А для **ПК** предусмотрено также 35%, т.е. 35 баллов. В **ПК** также включаются выполнение самостоятельной работы, подготовленный реферат, домашнее задание, пересказ содержания пройденных текстов; Выполнение заданий и упражнений по тексту специальности.

**Итоговый контроль (ИК)** обычно проводится в конце учебного семестра с целью оценки полученных бакалавром знаний и практических навыков. Он проводится только в письменной и устной форме. *Для ИК отведено 30% или 30 баллов.*

Результаты показателей усвоения бакалавром **ТК, ПК и ИК** по дисциплине должны вноситься в специальные ведомости, предоставленные деканатом и обсуждены на заседании кафедры.

### Рейтинговая таблица по предмету

П/п	Курс	Семестр	Количество недель	Отведённые общие часы	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	Аудиторные баллы АБ Самостоятельная работа СР	Виды контроля										Курсовой проект		
										Всего в процентах	ТК	ТК – 1	ТК – 2	ПК	ПК – 1	ПК – 2	ТКН+ПК	Проходной балл	ИК		Форма проведения ИК	Показатель успеваемости
1	3	5	18	107	54	18	18	60	АБ	60	35	9	9	35	9	9	70	39	30	письмен	100	
									СБ	40		8	9		8	9						

### РЕЙТИНГОВАЯ ТАБЛИЦА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСВЕЩЕНИЕ» за 5 семестр (для бакалавров 2 курса)

П/п	Виды контроля	Количество	Балл и кол.	Итого баллов
<b>1. ТК - 35 балл</b>				
1.1.	Выполнение практических занятий	4	3x4	12
1.2.	Выполнение Лабораторных работ	4	3x4	12
1.3.	Выполнение самостоятельных работ	1	11x1	11
<b>2. ПК-35 балл</b>				
2.1.	ПК-1, письменная, (3 вопроса)	1	3x4	12
2.2.	ПК-2, письменная, (3 вопроса)	1	3x4	12
2.3.	Выполнение самостоятельных работ	1	11x1	11
<b>∑ТК+ПК</b>				<b>70</b>
<b>3. ИК-30 балл</b>				
3.1.	Итоговая контрольная работа (3 задания)	1	10x3=30	30
<b>Итого:</b>				<b>100</b>

## КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ЗА 5 СЕМЕСТР

Критерии оценок за единицу *самостоятельного рабата и практического занятия* определяются по нижеследующим показателям:

%	Балл	Положение для оценки знаний бакалавра
86 -100	Практическая занятия: (2,6- 3 б)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ показатель усвоения теоретических и практических знаний по пройденным темам;</li> <li>➤ творческий подход к решению проблемы;</li> <li>➤ самостоятельная работа;</li> <li>➤ самостоятельное мышление;</li> <li>➤ полное уяснение основных правил, исходя из усвоения понятия и значения предмета;</li> <li>➤ иметь полное представление и уметь анализировать происходящие внутри страны духовно – просветительские изменения и др.</li> <li>➤ примерное поведение.</li> </ul>
71 - 85	Практическая занятия: (1,8 – 2,6 б)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ показатель неполного усвоения теоретических и практических знаний по пройденным темам;</li> <li>➤ делать выводы и предложения по заданиям и самостоятельной работе;</li> <li>➤ определенное уяснение основных правил, исходя из усвоения понятия и значения предмета;</li> <li>➤ иметь определенное представление и уметь анализировать происходящие внутри страны духовно- просветительские изменения и др.</li> </ul>
55 – 70	Практическая занятия: (1,0 – 1,8 б)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ усвоения теоретических и практических знаний по пройденным темам;</li> <li>делать выводы и предложения по заданиям самостоятельной работ;</li> <li>определенное уяснение основных правил, исходя из усвоения понятия и значения предмета.</li> <li>полное представление и уметь анализировать происходящие внутри страны духовно – просветительские изменения и др.</li> </ul>

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

- 1- **практических занятий.** Изучение конструкции и типов лампы накаливания
- 2- **практических занятий .** Изучение принципа работы и схем фотореле
- 3- **практических занятий .** Автоматизация и управление освещения
- 4- **практических занятий.** Расчет освещения

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

- 1- **лабораторная работа.** Изучение и измерение основных характеристик и схем соединения ламп накаливания.
- 2- **лабораторная работа.** Проверка и пусковой регулировочный аппаратуры люминесцентных ламп
- 3-**лабораторная работа.** Импульсный схема соединение люминесцентных ламп
- 4- **лабораторная работа.** Изучение ртутных ламп высокого давления, их характеристик и схем соединения

1.2. Студент который в полне самостоятельно выполнит и имеющий в практическом 2,6-3,0 балл, полностью выполнявшему и смотрит количеству и качеству работу до 1,8 – 2,6 балла, не полностью выполнявшему студенту смотрит количеству и качеству работу получает балы до 1,0 – 1,8.

Студент, набравший выше **55% - 396** от отведённого общего балла текущего контроля имеет право участвовать в итоговом контроле. Варианты итогового контроля не повторяются, каждый вариант состоит из 3-х заданий.

Итоговый контроль (**ИК**) по дисциплине «**Электрические освещение**» проводится в письменной и устной форме, каждому заданию отведено 10 баллов. Письменная и устная форма проведения **ИК** дает возможность бакалавру наиболее полно излагать свое мнение.

### Студент:

- а) должен полностью выполнить 3 задания, чтобы набрать 30 баллов;
- б) должен полностью выполнить 2 задания и частично 1 задание, чтобы набрать от 21 до 25 баллов;
- в) должен полностью выполнить 2 задания, чтобы набрать от 17 до 20 баллов;
- г) должен полностью выполнить 1 задание и частично 1 задание, чтобы набрать от 1- 16 баллов.

Общий набранный балл студента по каждому виду контроля считается по следующей формуле:

$$\text{ОБ}=\text{ТК}+\text{ПК}+\text{ИК}$$

Здесь: ТК-текущий контроль; ПК- Промежуточный контроль; ИК-итоговый контроль. Преподаватель оценивает письменную и устную работу в течение двух дней, затем должен объявить баллы и зафиксировать в соответствующих документах. Рейтинг студента по предмету определяется в нижеследующем виде:

$$\text{P}=(\text{ОЧ}*\text{УУ})/100$$

Здесь: ОЧ – отведённые общие часы по предмету за семестр (в часах);

УУ –уровень успеваемости по предмету (в баллах).

**Порядок регистрации рейтинговых результатов**

Набранные баллы по видам контроля по предмету регистрируются в конце каждого семестра преподавателем в рейтинговой ведомости и книжке.

**РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**  
**НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ**  
**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**  
**“ЭНЕРГО-МЕХАНИЧЕСКИЙ” ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»**



## **СПИСОК ЛЕТЕРАТУРЫ**

**по дисциплине**

**«ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ»**

**Навои 2017 г.**

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Епанешников М.М. Электрическое освещение – М., Энергия, 1989г.
2. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга – Л., Энергия, 1986г.
3. Ключев С.А. Освещение производственных помещений - М., Энергия, 1979г.
4. Скоболов В.М., Афанасьев Е.И. Источники света и пускорегулирующая аппаратура - М., Энергия, 1979г.
5. Кнорринг Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения - Л., Энергия, 1973г.
6. Айзенберг Ю.В. Световые приборы - М., Энергия, 1980г.
7. Гутортов Ю.В. Световые приборы - М., Энергоатомиздат, 1983г.
8. Кнорринг Г.М. Осветительные установки - Л., Энергоиздат, 1987г.
9. Лурье М.Г., Райцельский Л.А. и Циперман Л.А. «Осветительные установки». (1968г.)
10. Епанешников М.М. «Электрическое освещение», 1976г.
11. Дельчев В.И., Царьков В.М. «Прожекторное освещение», 1972г.
12. «Указания по проектированию уличного освещения» СН 278–69.
13. Дидух Ю.И., Кутыгин А.И. «Автоматическое управление наружным освещением», 1965г.
14. Г.Ф. Богацкий, А.Н. Маконовицкий «Освещение городских улиц и дорог».
15. М.В. Лебедев, А.А. Тайц «Городские электрические сети».
16. «Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов».
17. И.Е. Цигельман «Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий».
18. И.Е. Цигельман, И.К. Тульчин «Электроснабжение, электрические сети и освещение».
19. Г.М. Кнорринг «Осветительные установки» - Энергоиздат 1981г.
20. В.В. Мешков, М.М. Епанешников «Осветительные установки». Учебное пособие для ВУЗов – М. Энергия 1966г.
21. «Справочная книга для проектирования электрического освещения». Под редакцией Г.М. Кнорринга – Л. Энергия, 1976г.
22. М.М. Гуторов «Сборник задач по основам светотехники» - М. Энергия 1976 г.
23. Г.А. Тищенко « Осветительные установки» Учебник для учащихся техникумов. – Москва. Высшая школа 1984г.
24. Г.М. Кнорринг «Проектирование осветительных установок» - Москва ГЭП 1958г.
25. Кодиров Т.М., Каримов Х.Г., Саидходжаев А. Г., Гайибов Т.Ш., Сиддиқов И.Х., Усманов Э.Г. ПУЭ. «Правила устройств электрических установок» - Ташкент. Узгосэнергонадзор 2005г.

- 36.Л.А. Райцельский «Справочник по осветительным сетям» - М. Энергия 1977г.
- 37.М.И. Фугенфиков. «Электрические схемы с газоразрядными лампами» - М. Энергия 1977г.
- 38.Н.А. Карякин «Световые приборы прожекторного и проекторного типов» - М. Высшая школа 1966г.
- 39.Саидходжаев А.Г., Таслимов А.Д., «Электрическое освещение» Методические указания для выполнения лабораторных работ. ТГТУ, 2006 г.

### **Электрон ресурсы**

1. [www.bilim.uz](http://www.bilim.uz)
2. Сайт: [www.tntrgoyuz.spb.ru](http://www.tntrgoyuz.spb.ru)
3. Сайт: [www.anares.ru/oik](http://www.anares.ru/oik)
4. Сайт: [www.rtsoft.ru](http://www.rtsoft.ru)