

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рябиченко Сергей Николаевич

Должность: Директор

Дата подписания: 14.03.2022 09:51:29

Уникальный программный ключ:

3143b550cd4cbc5ce335fc548df581d670cbc4f9

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И  
МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
«КРАСНОДАРСКИЙ МОНТАЖНЫЙ ТЕХНИКУМ»  
(ГБПОУ КК «КМТ»)

---

## **ЛЕКЦИИ**

по учебной дисциплине

МДК.05.01 Технология электромонтажных работ по освещению и  
осветительным сетям

ПМ.05 Выполнение работ по профессии 19806 Электромонтажник по  
освещению и осветительным сетям

Специальность 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

Рассмотрена  
на заседании цикловой методической комиссии

\_\_\_\_\_

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Лекции предназначены для приобретения теоретических знаний, навыков и умений по программе учебной дисциплины МДК.05.01 Технология электромонтажных работ по освещению и осветительным сетям по составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины по специальности среднего профессионального образования 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

**Организация-разработчик:** государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Краснодарский монтажный техникум» Краснодарского края

**Разработчик** Отмахов Г.С., преподаватель ГБПОУ КК «КМТ»

## Содержание

Лекция 1 Основные понятия электротехники .....	4
Лекция 2 Световые величины и их единицы .....	5
Лекция 3 Естественное и искусственное освещение. Системы и виды освещения .....	8
Лекция 4 Буквенные и графические обозначения. Использование в чертежах .....	10
Лекция 5 Лампы накаливания .....	13
Лекция 6 Газоразрядные лампы низкого давления .....	14
Лекция 7 Газоразрядные лампы высокого давления.....	18
Лекция 8 Современные источники света .....	19
Лекция 9 Электроустановочные изделия.....	21
Лекция 10 Типы и виды схем управления электрическим освещением .....	23
Лекция 11 Световые приборы. Осветительная арматура.....	26
Лекция 12 Светильники .....	27
Лекция 13 Проекторы.....	29
Лекция 14 Осветительные шинопроводы .....	31
Лекция 15 Электропроводки. Классификация электропроводок .....	33
Лекция 16 Схемы осветительных сетей .....	34
Лекция 17 Монтаж открытых электропроводок.....	38
Лекция 18 Монтаж скрытых электропроводок.....	40
Лекция 19 Монтаж электропроводок в трубах .....	42
Лекция 20 Монтаж электропроводок на лотках и в коробах .....	43
Лекция 21 Монтаж шинопроводов напряжением до 1кВ .....	46
Лекция 22 Порядок сдачи-приемки осветительной сети .....	49
Лекция 23 Системы автоматизации. Приборы автоматического регулирования промышленных зданий (OWEN) .....	50
Лекция 24 Системы автоматизации. Приборы автоматического регулирования общественных и жилых зданий (DALI; KNX и пр) .....	52
Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы ..	56

## Лекция 1 Основные понятия электротехники

**Ветвь** – участок цепи между двумя узлами (с одним и тем же током).

**Узел** – место электрического контакта трех и более ветвей.

**Контур** – замкнутый путь, проходящий через несколько ветвей.

**Разветвленная цепь** – это цепь, содержащая узлы.

**Неразветвленная цепь** – это цепь, не содержащая узлов.

**Закон Ома для участка цепи:** Ток в цепи прямо пропорционален напряжению на участке цепи и обратно пропорционален сопротивлению этого же участка цепи.  $I = U/R$

**Закон Ома для замкнутой цепи:** Ток в цепи прямо пропорционален ЭДС источника и обратно пропорционален сумме сопротивлений внутренней и внешней цепи.  $I = \frac{E}{R+R_0}$

### Первый закон Кирхгофа:

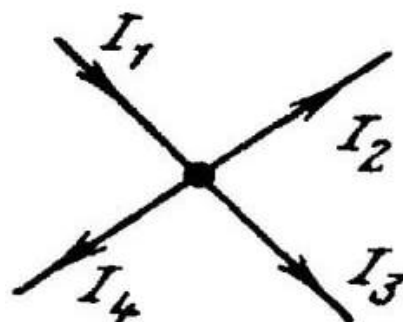
1) сумма направленных к узлу токов равна сумме токов направленных от узла.

$$\sum I = 0$$

Для схемы:  $I_1 = I_2 + I_3 + I_4$

2) алгебраическая сумма токов узла электрической цепи равна нулю. Токи, направленные к узлу принимаются с знаком «+»; токи, направленные от узла принимаются со знаком «-». Тогда уравнение для схемы примет вид:

$$I_1 - I_2 - I_3 - I_4 = 0$$



### Второй закон Кирхгофа:

1) Для контура содержащего ЭДС: алгебраическая сумма ЭДС в замкнутом контуре электрической цепи равна алгебраической сумме падений напряжения на всех элементах данного контура.  $\sum E = \sum IR$

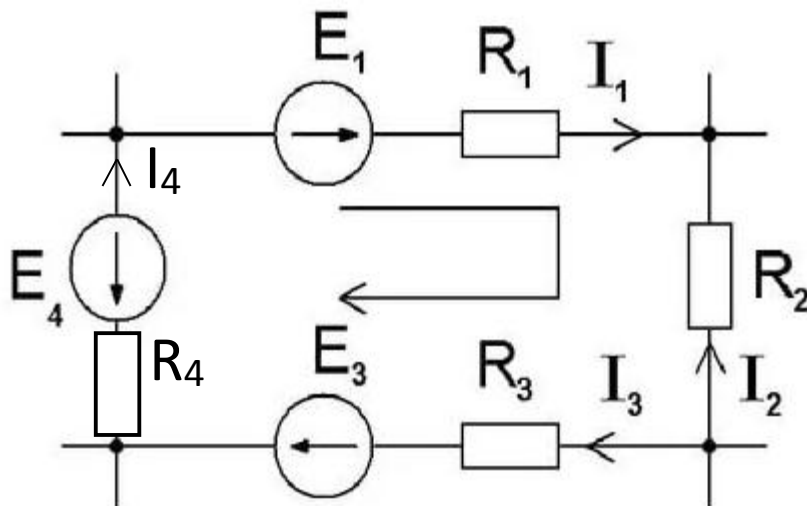
2) Для контура не содержащего ЭДС: алгебраическая сумма падений напряжений на элементах вдоль любого замкнутого контура равна нулю.  $\sum U = 0$

Правило расстановки знаков:

1) Если направление ЭДС совпадает с направлением обхода контура (на схеме по часовой стрелке), то значение ЭДС берется со знаком «+», если не совпадает – со знаком «-».

2) Для потребителей, если направление тока совпадает с направлением обхода контура, то значение падения напряжения на элементе ( $IR$ ), берется со знаком «+», если направление тока противоположно, то с знаком «-».

Для схемы:  $E_1 + E_3 - E_4 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4$



**Электрическая мощность** – это работа, произведенная за единицу времени.

Измеряется в ваттах [Вт].  $P = UI$ ;  $P = I^2 R$ ;  $P = U^2 / R$

**Баланс мощностей:** сумма мощностей всех источников электроэнергии должна быть равна сумме мощностей всех приемников электроэнергии.  $\sum I^2 R = \sum EI$

S	Полная мощность	Вольт-ампер	ВА
P	Активная мощность	Ватт	Вт
Q	Реактивная мощность	Вольт-ампер реактивный	вар
U	Напряжение	Вольт	В
R	Сопротивление	Ом	Ом
Y	Проводимость	Сименс	См
I	Ток	Ампер	А
C	Ёмкость	Фарад	Ф
L	Индуктивность	Генри	Гн

## Лекция 2 Световые величины и их единицы

В светотехнике, как и в любой отрасли науки и техники, существует ряд понятий, характеризующих свойства ламп и светильников в стандартизированных единицах измерения. Важнейшие из них приводятся ниже в кратком изложении.

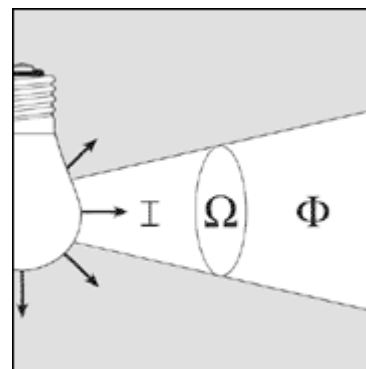
### Свет и излучение

Под светом понимают электромагнитное излучение, вызывающее в глазу человека зрительное ощущение. При этом речь идет об излучении в диапазоне от 360 до 780 нм, занимающем мизерную часть всего известного нам спектра электромагнитного излучения.

### Световой поток $\Phi$

Единица измерения: люмен [лм].

Световым потоком  $\Phi$  называется вся мощность излучения источника света, оцениваемая по световому ощущению глаза человека.



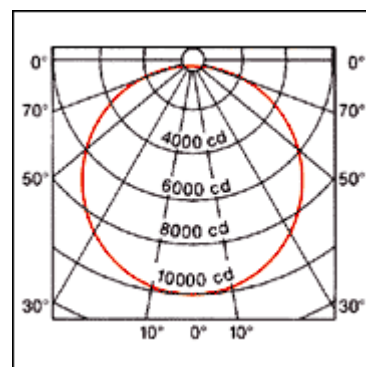
Сила света  $I$  характеризует мощность светового потока лампы  $\Phi$  телесном углу  $\Omega$

### Сила света $I$

Единица измерения: кандела [кд].

Источник света излучает световой поток  $\Phi$  разных направлениях с различной интенсивностью. Интенсивность излучаемого в определенном направлении света называется силой света  $I$ .

Изображение силы света в полярных координатах →



### Освещенность $E$

Единица измерения: люкс [лк].

Освещенность  $E$  отражает соотношение падающего светового потока к освещаемой площади. Освещенность равна 1 лк, если световой поток 1 лм равномерно распределяется по площади 1 м<sup>2</sup>.

Освещенность  $E$  →



### Яркость $L$

Единица измерения: кандела на квадратный метр [кд/м<sup>2</sup>].

Яркость света  $L$  источника света или освещаемой площади является главным фактором для уровня светового ощущения глаза человека.

Яркость  $L$  →



### Основные светотехнические формулы:

	<u>Световой поток в телесном углу</u>
Сила света $I$ [кд]	$\frac{\Phi}{\Omega}$
	<u>Телесный угол <math>\Omega</math> [ср]</u>
	$\frac{\Phi}{L}$
Освещенность $E$ [лк]	$\frac{\Phi}{S}$
	<u>Излучаемый или отражаемый световой поток [лм]</u>
	<u>Светящая поверхность [м<sup>2</sup>]</u>
	$\frac{I}{r^2}$
Освещенность $E$ [лк]	$\frac{I}{r^2}$
	<u>Сила света [кд]</u>
	<u>[Расстояние в метрах [м]]<sup>2</sup></u>

	<b>Сила света [кд]</b>
Яркость $L$ [кд/м <sup>2</sup> ]	<b>Видимая светящая поверхность [м<sup>2</sup>]</b>
	<b>Генерируемый световой поток [лм]</b>
Световая отдача $h$ [лм/Вт]	<b>Потребляемая электрическая мощность [Вт]</b>

### **Световая отдача $h$**

Единица измерения: люмен на Ватт [лм/Вт].

Световая отдача  $h$  показывает, с какой экономичностью потребляемая электрическая мощность преобразуется в свет.

### **Цветовая температура**

Единица измерения: Кельвин [К].

Цветовая температура источника света определяется путем сравнения с так называемым «черным телом» и отображается «линией черного тела». Если температура «черного тела» повышается, то синяя составляющая в спектре возрастает, а красная составляющая убывает. Лампа накаливания с тепло-белым светом имеет, например, цветовую температуру 2700 К, а люминесцентная лампа с цветностью дневного света — 6000 К

### **Цветность света**

Разные люди воспринимают один и тот же цвет по-разному. Образно говоря, понятие того или иного цвета — это всего лишь результат неписанного соглашения между людьми называть определённое ощущение зрительного нерва конкретным цветом, к примеру, «красным». Более того, в книге Ч.Пэдхема и Дж.Сондерса «Восприятие света и цвета» упомянуто, что «имеются сведения о различиях в пигментации хрусталика у различных рас, что может приводить к различиям в цветовом зрении». Также известно, что с возрастом хрусталик желтеет, что приводит к нарушениям в идентификации цветов. То есть можно сказать, что адекватное цветовое восприятие — это результат скорее психологического процесса, чем физического. Как видите, науке пришлось немало повозиться, что бы систематизировать и строго научно определить характеристики различных цветов спектра!

Если цвет поверхности не нагретого неизлучающего предмета, то есть одну из его отражательных (а значит и фильтрующих) характеристик, можно описать длиной волны или обратной ей величиной — частотой, то с нагретыми и излучающими телами мы поступим по-другому. Представим себе абсолютно чёрное тело, то есть тело, которое не отражает никакие световые лучи. Для примитивного эксперимента пусть это будет спираль из вольфрама в электрической лампочке. Соединим эту несчастную лампочку с электрической цепью через реостат (изменяемое сопротивление), выгоним всех из ванной комнаты, выключим освещение, подадим ток и будем наблюдать за цветом спирали, постепенно понижая сопротивление реостата. В один прекрасный момент наше абсолютно чёрное тело начнёт светиться еле заметным красным цветом. Если замерить в этот момент его температуру, то окажется, что она будет примерно равна 900 градусам по Цельсию. Поскольку все излучения происходят от скорости движения атомов, которая равна нулю при нуле градусов Кельвина (-273 °С) (на чём и основан принцип сверхпроводимости), то в дальнейшем забудем про шкалу Цельсия, и будем пользоваться шкалой Кельвина.

Таким образом, начало видимого излучения абсолютно чёрного тела наблюдается уже при 1200К, и соответствует красной границе спектра. То есть, попросту говоря, красному цвету соответствует цветовая температура 1200К. Продолжая нагревать нашу спираль, измеряя при этом температуру, мы увидим, что при 2000К её цвет станет оранжевым, а затем, при 3000К — жёлтым. При 3500К наша спираль перегорит, так как будет достигнута температура плавления вольфрама. Однако если бы этого не произошло, то мы увидели бы, что при достижении температуры 5500К цвет излучения был бы белым, становясь при 6000К голубоватым, и при дальнейшем нагревании вплоть до 18000К всё более голубым, что соответствует фиолетовой границе спектра.

Эти цифры и назвали «цветовой температурой» излучения. Каждому цвету соответствует его цветовая температура. Психологически трудно привыкнуть к тому, что цветовая температура пламени свечи (1200К) в десять раз ниже (холоднее) цветовой температуры морозного зимнего неба (12000К). Тем не менее это так, цветовая температура отличается от обычной температуры.

Цветность света очень хорошо описывается цветовой температурой. Существуют следующие три главные цветности света: • тепло-белая < 3300 К • нейтрально-белая 3300 — 5000 К • белая дневного света > 5000 К.

Лампы с одинаковой цветностью света могут иметь весьма различные характеристики цветопередачи, что объясняется спектральным составом излучаемого ими света.

### **Лекция 3 Естественное и искусственное освещение. Системы и виды освещения**

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. При необходимости часть светильников того или иного вида освещения может использоваться для дежурного освещения.

Рабочее освещение – это основной вид освещения, обеспечивающий необходимую освещенность рабочих поверхностей. Оно может быть общим, местным или комбинированным.

Аварийное освещение – освещение, включающееся при аварийном отключении рабочего освещения для продолжения работы.

Эвакуационное освещение (аварийное освещение для эвакуации) – освещение, включающееся при аварийном отключении рабочего освещения для эвакуации людей из помещения.

Охранное освещение – разновидность рабочего освещения, устраивается по периметру территории предприятия, а также территории некоторых общественных зданий.

Дежурное освещение – освещение в нерабочее время.

Рабочее освещение обязательно во всех помещениях и на открытых пространствах.

Аварийное освещение (в помещениях и на местах производства наружных работ) следует предусматривать, если отключение рабочего освещения и связанное с этим нарушение нормального обслуживания оборудования и механизмов может вызвать:

- взрыв, пожар, отравление людей; длительное нарушение технологического процесса;
- нарушение работы таких объектов, как электрические станции, узлы радио- передачи и связи, диспетчерские пункты, насосные установки водоснабжения, канализации и теплофикации, установки вентиляции и кондиционирования воздуха для производственных помещений, в которых недопустимо прекращение работ, и т. п.;
- нарушение обслуживания больных в операционных блоках, кабинетах неотложной помощи, реанимационных, в приемных пунктах лечебных учреждений, родильных отделениях больниц;
- нарушение режима детских учреждений независимо от числа находящихся в них детей.

Эвакуационное освещение в помещениях или местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- в местах, опасных для прохода людей;
- в проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей, при числе эвакуирующихся более 50 чел.;
- по основным проходам производственных помещений, в которых работают более 50 чел.;
- в лестничных клетках жилых домов высотой 6 этажей и более;



- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при аварийном отключении рабочего освещения связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования;
- в помещениях общественного здания и вспомогательных зданий промышленных предприятий, если в помещении могут одновременно находиться более 100 чел.

В общественных и вспомогательных зданиях выходы из помещений, где могут находиться одновременно более 100 чел., а также выходы из производственных помещений без естественного света, вмещающих одновременно более 50 чел. или имеющих площадь более 150 м<sup>2</sup>, должны быть отмечены световыми указателями, присоединенными к сети аварийного освещения.

Охранное освещение (при отсутствии специальных технических средств охраны) должно предусматриваться вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время.

Таблица 3.1

Группа помещений	Вид зрительной работы
I	Различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении линии зрения работающих на рабочую поверхность (производственные помещения промышленных предприятий, рабочие кабинеты, конструкторские бюро, кабинеты врачей и операционные лечебных учреждений, групповые комнаты детских дошкольных учреждений, классные комнаты, аудитории, лаборатории, читальные залы и т. п.)
II	Различение объектов при нефиксированной линии зрения и обзор окружающего пространства (торговые залы магазинов, залы столовых, выставочные залы, картинные галереи, помещения для длительного пребывания детей, кроме групповых помещений в детских яслях-садах, производственные помещения, в которых ведется только надзор за работой технологического оборудования, и т. п.)
III	Обзор окружающего пространства при эпизодическом различении объектов (концертные и зрительные залы и фойе театров, клубов и кинотеатров, комнаты ожидания, рекреации, актовые залы, вестибюли, гардеробные общественных зданий и т. п.)
IV	Общая ориентация в пространстве интерьера (проходы, коридоры, гардеробные производственных зданий, санузлы, закрытые стоянки автомашин и т. п.)

## Лекция 4 Буквенные и графические обозначения.

### Использование в чертежах

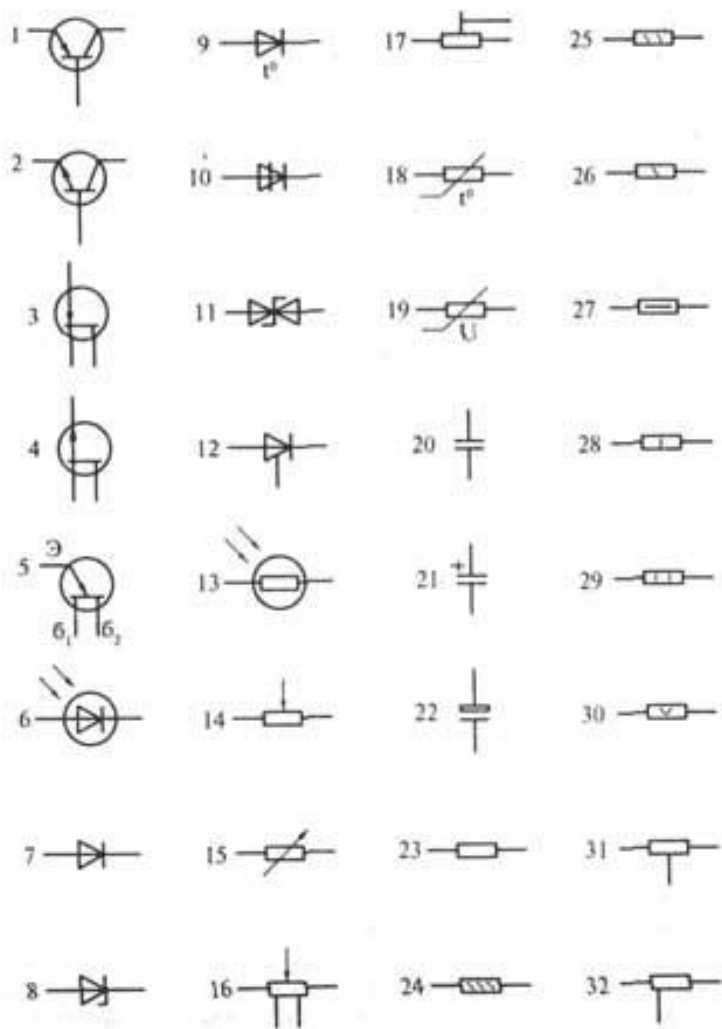


Рис.1 Условные графические обозначения ЭРЭ в схемах электрических, радиотехнических и автоматизации.

- 1 — транзистор структуры р-п-р в корпусе, общее обозначение;
- 2 — транзистор структуры п-р-п в корпусе, общее обозначение;
- 3 — транзистор полевой с р-п-переходом и п каналом,
- 4 — транзистор полевой с р-п-переходом и р каналом,
- 5 — транзистор однопереходный с базой п типа, б1, б2 — выводы базы, э — вывод эмиттера,
- 6 — фотодиод,
- 7 — диод выпрямительный,
- 8 — стабилитрон (диод лавинный выпрямительный) односторонний,
- 9 — диод тепло-электрический,
- 10 — тиристор диодный, стираемый в обратном направлении;
- 11 — стабилитрон (диодлавиный выпрямительный) с двусторонней проводимостью,
- 12 — тиристор триодный.
- 13 — фоторезистор,
- 14 — переменный резистор, реостат, общее обозначение,
- 15 — переменный резистор,
- 16 — переменный резистор с отводами,
- 17 — построечный резистор-потенциометр;
- 18 — терморезистор с положительным температурным коэффициентом прямого нагрева (подогрева),
- 19 — варистор,
- 20 — конденсатор постоянной емкости, общее обозначение,
- 21 — конденсатор постоянной емкости поляризованный;
- 22 — конденсатор оксидный поляризованный электролитический, общее обозначение;
- 23 — резистор постоянный, общее обозначение;
- 24 — резистор постоянный с номинальной мощностью 0, 05 Вт;
- 25 — резистор постоянный с номинальной мощностью 0, 125 Вт,
- 26 — резистор постоянный с номинальной мощностью 0, 25 Вт,
- 27 — резистор постоянный с номинальной мощностью 0, 5 Вт,
- 28 — резистор постоянный с номинальной мощностью 1 Вт,
- 29 — резистор постоянный с номинальной мощностью рассеяния 2 Вт,
- 30 — резистор постоянный с номинальной мощностью рассеяния 5 Вт;
- 31 — резистор постоянный с одним симметричным дополнительным отводом;
- 32 — резистор постоянный с одним несимметричным дополнительным отводом;

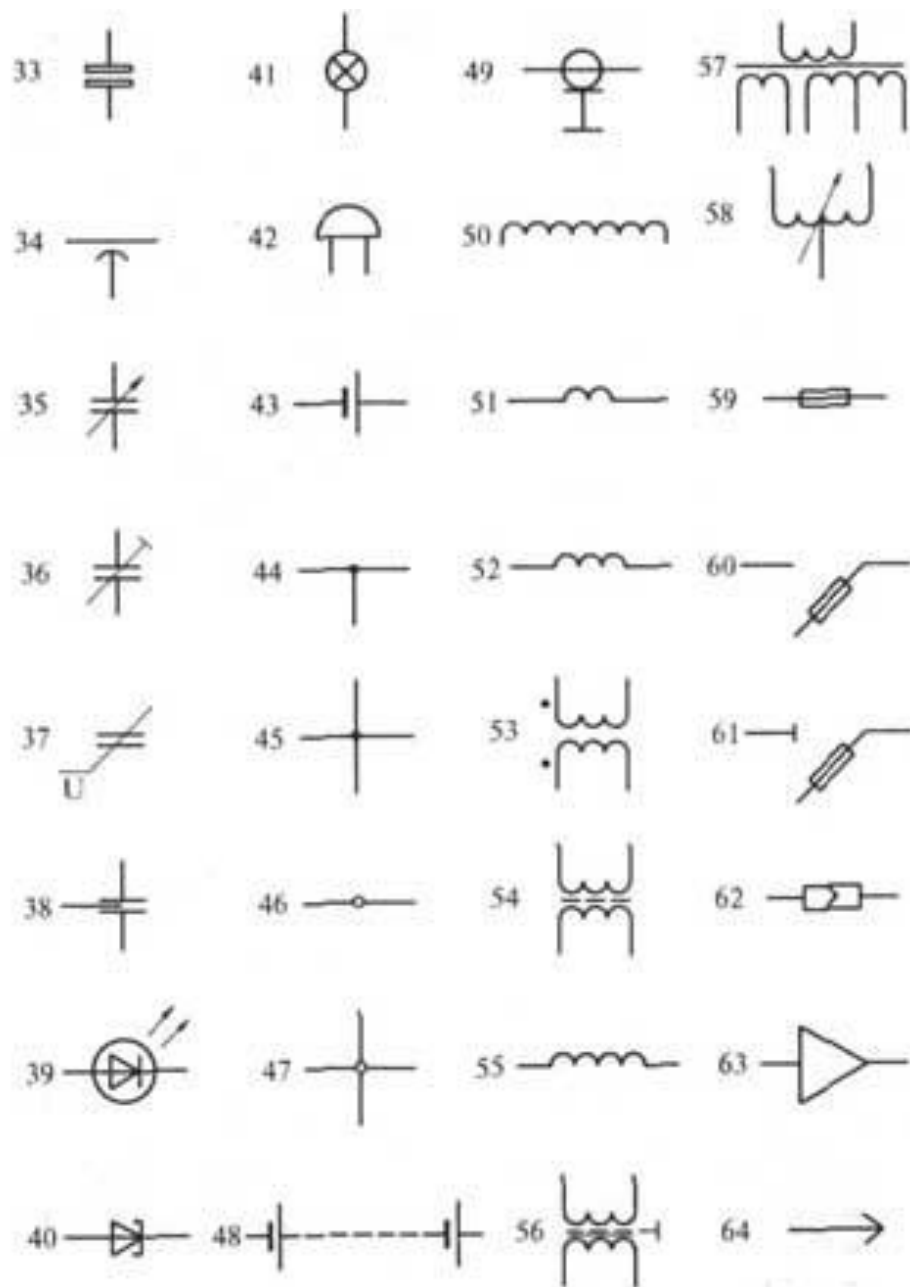


Рис 2. Условные графические обозначения ЭРЭ в схемах электрических, радиотехнических и автоматизации.

- 33 — конденсатор оксидный неполяризованный,
- 34 — конденсатор проходной (дуга обозначает корпус, внешний электрод),
- 35 — конденсатор переменной емкости (стрелка обозначает ротор);
- 36 — конденсатор подстроечный, общее обозначение
- 37 — варикап.
- 38 — конденсатор помехоподавляющий;
- 39 — светодиод,
- 40 — туннельный диод;
- 41 — лампа накаливания осветительная и сигнальная
- 42 — звонок электрический
- 43 — элемент гальванический или аккумуляторный;
- 44 — линия электрической связи с одним ответвлением;
- 45 — линия электрической связи с двумя ответвлениями;
- 46 — группа проводов, подключенных к одной точке электрического соединения. Два провода;
- 47 — четыре провода, подключенных к одной точке электрического соединения;
- 48 — батарея из гальванических элементов или батарея аккумуляторная;
- 49 — кабель коаксиальный. Экран соединен с корпусом;
- 50 — обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя, магнитного усилителя;
- 51 — рабочая обмотка магнитного усилителя;
- 52 — управляющая обмотка магнитного усилителя;
- 53 — трансформатор без сердечника (магнитопровода) с постоянной связью (точками обозначены начала обмоток);
- 54 — трансформатор с магнитодиэлектрическим сердечником;
- 55 — катушка индуктивности, дроссель без магнитопровода;
- 56 — трансформатор однофазный с ферромагнитным магнитопроводом и экраном между обмотками;
- 57 — трансформатор однофазный трехобмоточный с ферромагнитным магнитопроводом с отводом во вторичной обмотке;
- 58 — автотрансформатор однофазный с регулированием напряжения;
- 59 — предохранитель; 60 — предохранитель выключатель;
- 61 — предохранитель-разъединитель;
- 62 — соединение контактное съемное;
- 63 — усилитель (направление передачи сигнала указывает вершина треугольника на горизонтальной линии связи);
- 64 — штырь разъёмного контактного соединения;

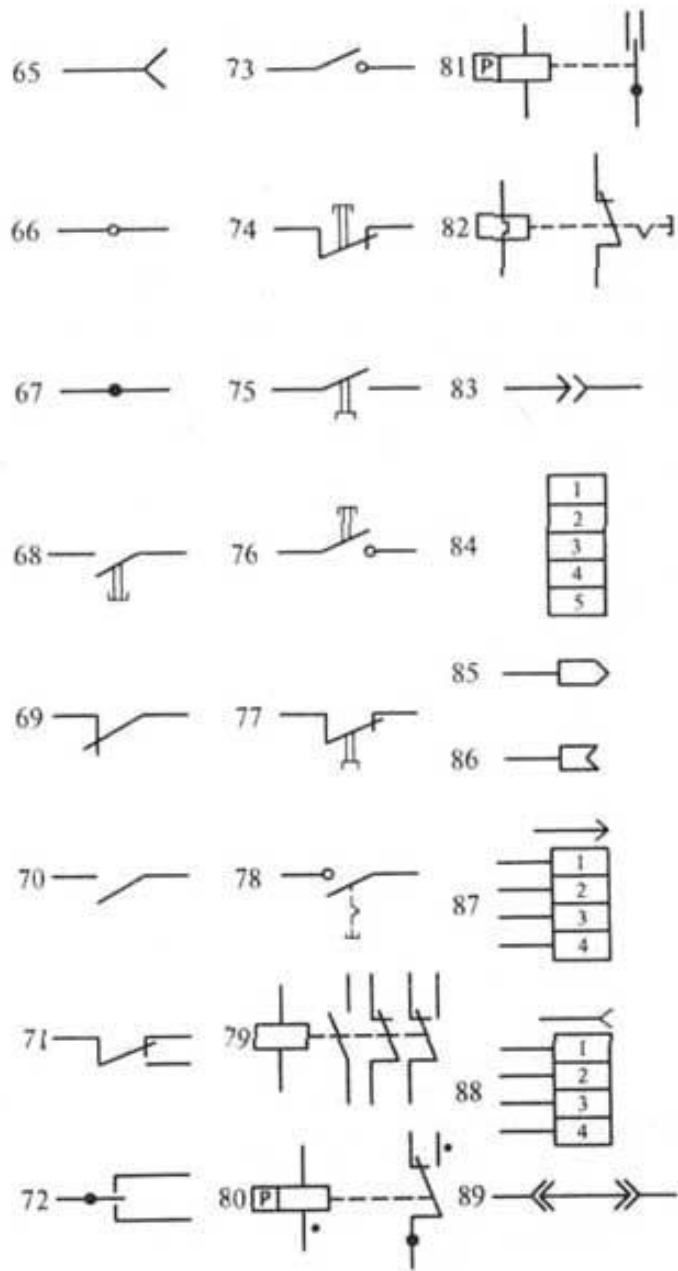


Рис 3. Условные графические обозначения ЭРЭ в схемах электрических радиотехнических и автоматизации .

- 65 — гнездо разъемного контактного соединения,  
 66 — контакт разборного соединения например с помощью зажима  
 67 — контакт неразборного соединения, например осуществленного пайкой  
 68 — выключатель кнопочный однополюсный нажимной с замыкающим контактом самовозвратом  
 69 — контакт коммутационного устройства размыкающий, общее обозначение  
 70 — контакт коммутационного устройства (выключателя, реле) замыкающий, общее обозначение. Выключатель однополюсный.  
 71 — контакт коммутационного устройства переключающий, общее обозначение. Однополюсный переключатель на два направления.  
 72 — контакт переключающий трехпозиционный с нейтральным положением  
 73 — контакт замыкающий без самовозврата  
 74 — выключатель кнопочный нажимной с размыкающим контактом  
 75 — выключатель кнопочный вытяжной с замыкающим контактом  
 76 — выключатель кнопочный нажимной с возвратом кнопки,  
 77 — выключатель кнопочный вытяжной с размыкающим контактом  
 78 — выключатель кнопочный нажимной с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки,  
 79 — реле электрическое с замыкающим размыкающим и переключающим контактами,  
 80 — реле поляризованное на одно направление тока в обмотке с нейтральным положением  
 81 — реле поляризованное на оба направления тока в обмотке с нейтральным положением  
 82 — реле электротепловое без самовозврата, с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки,  
 83- разъемное однополюсное соединение  
 84 — гнездо пятипроводного контактного разъемного соединения,  
 85 штырь контактного разъемного коаксиального соединения  
 86 — гнездо контактного соединения  
 87 — штырь четырехпроводного соединения,  
 88 гнездо четырехпроводного соединения  
 89 — перемычка коммутационная размыкающая цепь

## Лекция 5 Лампы накаливания

Наиболее распространенными источниками оптического излучения являются лампы накаливания (ЛН). Это объясняется сравнительной простотой их конструкции и надежностью эксплуатации, возможностью непосредственного включения в сеть, отработанностью технологии производства, дешевизной, удобством в обращении и обслуживании, высокими гигиеническими свойствами по сравнению, например, с люминесцентной лампой благодаря отсутствию шума от ПРА и невозможности загрязнения парами ртути атмосферы помещений при разрушении колбы лампы.

Недостаток – низкая световая отдача, составляющая 10–20 лм/Вт при продолжительности горения 1000ч. Низкая световая отдача ЛН объясняется тем, что 70–76 % мощности излучения тела накала при его рабочих температурах лежит в ближней ИК-области спектра, в то время как на видимую часть приходится только от 7 до 13%. Таким образом, ЛН являются эффективными источниками ИК-излучения.

Несмотря на многообразие типоразмеров ламп накаливания, отличающихся номинальным напряжением, назначением, мощностью и родом тока, все они объединены физическим принципом получения видимого излучения (нагрев электрическим током вольфрамовой нити до температуры 2200...2800<sup>0</sup>С) и сходством применяемых во всех конструкциях основных составляющих элементов.

Современная осветительная лампа накаливания состоит из следующих конструктивных элементов (рисунок.1).

Стеклоянная колба (1) лампы специальной мастикой закреплена в цоколе (2). Диаметр колбы определяется мощностью лампы. Цоколь лампы предназначен для включения лампы в сеть.

Внутри колбы лампы расположена стеклянная ножка, состоящая из линзы (3), штабика (4) и лопаточки (5). Внутри стеклянной ножки имеется трубка (6), предназначенная для откачки воздуха из колбы и заполнения её инертным газом. Штабик посредством утолщения (лопаточки) в нижней части крепится к колбе.

Тело накала (7) лампы изготавливается из вольфрамовой проволоки в виде спирали или биспирали. Нить накала закреплена на молибденовых крючках (8), которые придают определенную форму телу накала и препятствуют его провисанию. Для подачи напряжения на тело накала применены специальные электроды (9), изготовленные из высоколегированной никелевой стали или из никеля. Один из электродов присоединен к цоколю (2), а второй – к контактной шайбе (10), электрически изолированной от цоколя.

Для освещения изготавливают лампы накаливания в вакуумном и газонаполненном исполнении мощностью 15; 25; 40; 60; 100; 150; 200; 300; 500; 750; 1000; 1500 Вт и более на номинальное напряжение 130, 220, 225, 235 и 240 В.

У вакуумных ламп из колбы откачан воздух до разряжения  $1,33 \cdot 10^{-3}$  Па. Такие лампы выпускают мощностью до 25 Вт. У газонаполненных ламп, колбу после откачки воздуха наполняют смесью аргона или криптона (86%) с азотом (14%) до давления, близкого к атмосферному. Такое

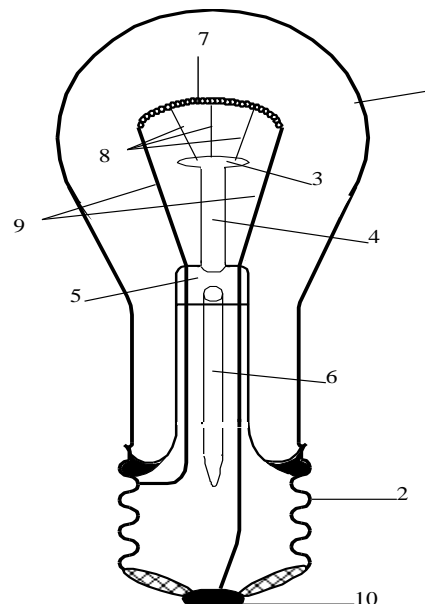


Рисунок 1. Конструкция ЛН общего назначения.

решение позволяет повысить температуру нити накаливания до 2600...2700°C и увеличить в сравнении с вакуумными лампами световую отдачу в полтора раза. Газонаполненные лампы изготавливают мощностью от 40 до 1500 Вт.

Лампы накаливания отличаются друг от друга электрическими, светотехническими и эксплуатационными характеристиками. Основная светотехническая характеристика ламп накаливания – излучаемый ими световой поток  $\Phi_c$ , лм. Световой поток лампы накаливания зависит от электрической мощности, питающего напряжения и температуры нити накала. Нормированный в каталогах световой поток лампы накаливания должна излучать при её включении на номинальное напряжение в первые часы работы, при этом ГОСТ предусматривает отклонения нормируемого светового потока однотипных ламп на 5...10%. в процессе эксплуатации её световой поток из-за распыления тела накала, уменьшения её рабочей температуры и прозрачности колбы снижается. ГОСТ для ламп, проработавших 75% своего номинального срока службы, допускает уменьшение светового потока на 15...20%.

Эксплуатационными характеристиками, определяющие экономические показатели работы ламп накаливания, являются световая отдача и срок службы.

Световая отдача лампы  $\eta_c$ , лм·Вт<sup>-1</sup>, определяется отношением светового потока  $\Phi_c$ , излучаемого лампой, к потребляемой мощности  $P$

$$\eta_c = \frac{\Phi_c}{P_{л}} \quad (1)$$

Световая отдача ламп накаливания находится в пределах 7...20 лм·Вт<sup>-1</sup>.

Различают четыре срока службы ламп накаливания:

–полный срок службы  $t_n$  – суммарное время работы лампы в часах от момента включения до перегорания нити накала;

–средний срок службы  $t_c$  – средняя продолжительность горения; определяется как среднеарифметическое время полных сроков службы партии (не менее десяти) ламп. Этот срок службы указывают на стандартах и для ламп накаливания он равен 1000 часов;

–гарантийный срок службы  $t_r$  – время, в течение которого завод гарантирует нормальную работу лампы. Для ламп накаливания  $t_r$  равен 700 часов;

–полезный срок службы  $t_3$  время, в течение которого экономически целесообразно эксплуатировать лампу. Принято считать, что  $t_3$  определяется временем, в течение которого световой поток изменится не более, чем на 20% от своего начального значения.

Отклонение питающего напряжения от своего номинального значения существенно влияет на характеристики ламп накаливания. С ростом напряжения  $U$  на лампе резко увеличивается сила тока  $I$ , мощность  $P$ , световой поток  $\Phi_c$  и световая отдача  $\eta_c$ , но уменьшается средний срок службы.

При небольших отклонениях напряжения в сети (до +7,5%) можно приближенно считать, что отклонение напряжения на 1% дает отклонение  $\Phi_c \pm 2,7\%$ , а среднюю продолжительность горения на  $\pm 14\%$ .

## Лекция 6 Газоразрядные лампы низкого давления

Газоразрядным источником лучистой энергии называется устройство, в котором оптическое излучение возникает в результате электрического разряда в среде инертных газов, паров металлов и их смесей. На практике газоразрядные источники оптического излучения называются газоразрядными лампами.

Из всех газоразрядных источников видимого излучения в сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение получили люминесцентные лампы низкого давления. Люминесцентная лампа – это длинная стеклянная трубка (колба) (1), внутренняя поверхность

которой покрыта слоем люминофора. В герметически закрытых торцах колбы на молибденовых электродах (2), прикрепленных к стеклянной ножке (3), смонтирована вольфрамовая оксидированная моноспираль (4). К электродам спирали припаяны штырьки (5), изолированные от цоколя (6) лампы специальной мастикой.

Из колбы лампы через отверстия в стеклянных ножках откачивают воздух и вводят инертный газ (аргон) и небольшое количество ртути. Электрический разряд в такой лампе начинается в атмосфере инертного газа, а затем по мере испарения ртути продолжается в её парах.

Преобразование электрической энергии в световое излучение в люминесцентных лампах имеет две фазы: электрический разряд в парах ртути сопровождается коротковолновым излучением (первая фаза); возникающая ультрафиолетовая радиация воздействует на люминофор преобразует ультрафиолетовое излучение газового разряда в видимое.

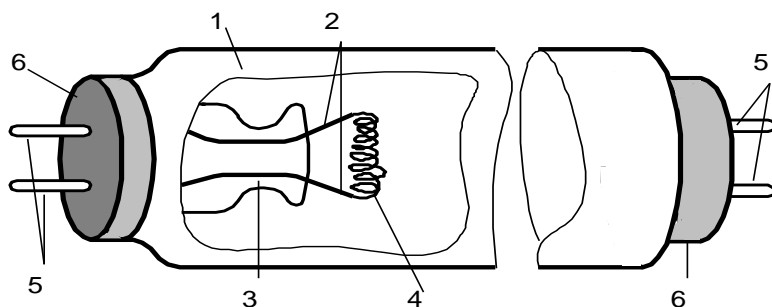


Рисунок 1. Разрядная лампа низкого давления

Люминесцентные лампы различают по форме и размерам колбы, мощности и спектральному составу излучения. Четыре типа трубчатых прямых люминесцентных ламп: ЛБ; ЛД; ЛТБ; ЛХБ – отличаются составом люминофора, а, следовательно, и спектральной интенсивностью излучения. Буквы, входящие в наименование типов этих ламп, означают: Л – люминесцентная, Д – дневная, ТБ – тепло-белая, ХБ – холодно-белая.

Среди ламп указанных цветностей различают ещё лампы с улучшенным спектральным составом излучения, обеспечивающим получение хорошей цветопередачи освещаемых предметов. В обозначении этих ламп после букв, характеризующих цвет излучения, добавляют букву Ц (ЛДЦ, ЛХБЦ и т.д.).

Сразу после буквенного обозначения ламп следуют цифры, указывающие мощность, и через тире – порядковый номер разработки.

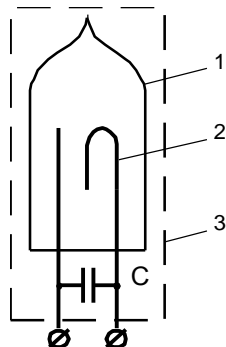
Люминесцентные лампы каждого типа выпускают мощностью 15, 20, 30, 40, 65, 80 Вт. Средняя продолжительность горения люминесцентной лампы – 10...12 тыс. часов, световая отдача – 33,5...66,5 лм·Вт<sup>-1</sup>. Оптимальные условия работы: температура окружающей среды – 18...25°С, относительная влажность воздуха – не более 70%. Газоразрядные лампы работают в режиме дугового разряда, падающая вольтамперная характеристика (ВАХ) которого указывает на его неустойчивость. При непосредственном включении газоразрядной лампы в сеть с постоянным значением питающего напряжения, возникающий дуговой разряд сопровождается лавинообразным нарастанием тока вплоть до полного разрушения лампы. Для стабилизации дугового разряда последовательно с газоразрядной лампой включается балластное сопротивление, значение которого должно быть больше абсолютной величины динамического сопротивления газоразрядного промежутка в режиме стабилизации.

Основными элементами схемы включения люминесцентной лампы являются лампа, дроссель в качестве балластного сопротивления и стартер.

Стартер (рис.1) представляет собой миниатюрную газоразрядную лампу с биметаллическим (одним или двумя) электродами, заполненную смесью 60% аргона, 28% неона и 11,2% гелия.

Рисунок 2. Стартер.

1–колба; 2–биметаллический электрод; 3–корпус; С–конденсатор.



Стеклянная колба лампы стартера помещена в корпус цилиндрической формы. Напряжение зажигания лампы составляет 70 В для стартера, рассчитанного для работы в сети 127 В и 128 В для стартера на 220 В. Присоединение стартера к схеме осуществляется контактными электродами.

При подаче напряжения на схему, ток через лампу не течёт, так как газовый промежуток является изолятором и для его пробоя нужно напряжение, превышающее напряжение сети. В стартере возникает тлеющий разряд, сопровождающийся протеканием тока (20...50 мкА) в электрической цепи (дроссель, нити накала люминесцентной лампы, стартер). Биметаллические электроды стартера разогреваются, изгибаются, накоротко замыкаются друг с другом и замыкают цепь накала электродов люминесцентной лампы через дроссель на напряжение сети. Проходящий при этом по нитям накала электродов ток в 1,4...1,5 раза превышает номинальный рабочий ток люминесцентной лампы.

За 1...2 с электроды люминесцентной лампы разогреваются до 700...900°C, вследствие чего увеличивается электронная эмиссия и облегчаются условия пробоя газового промежутка. После прекращения тлеющего разряда в стартере его электроды охлаждаются и, возвращаясь в исходное положение, разрывают цепи накала электродов люминесцентной лампы. В момент разрыва цепи возникает электродвижущая сила самоиндукции в дросселе, величина которой пропорциональна индукции дросселя и скорости изменения тока в момент разрыва цепи. Образовавшийся за счёт ЭДС самоиндукции импульс повышенного напряжения (700...1000 В) прикладывается к электродам лампы. Происходит пробой и лампа начинает светиться. К стартеру, включенному параллельно лампе, прикладывается приблизительно половина напряжения цепи, и поэтому она больше не зажигается. Если люминесцентная лампа по какой-либо причине не зажглась, весь процесс зажигания автоматически повторяется.

В распространенных стартерных схемах самым ненадежным элементом схемы является стартер с подвижными биметаллическими электродами. Существуют и бесстартерные схемы включения люминесцентных ламп. На рисунке 4 представлена такая схема с использованием накального трансформатора. Надежность зажигания лампы в этой схеме обеспечивается предварительным подогревом электродов, снижающим напряжение зажигания до значения светового напряжения, и наличием на колбе лампы металлической полосы. Недостатком бесстартерных схем включения лампы является то, что потери мощности и металлоёмкость у них выше, чем у стартерных схем. К тому же после зажигания лампы по нити накала электродов протекает ток подогрева, уменьшающий срок службы лампы, и вызванный тем, что на первичной обмотке накального трансформатора при работе сохраняется половина напряжения, подаваемого на схему.

Люминесцентная лампа может включаться в цепь и с активным балластным сопротивлением. Иногда в качестве активного балласта используют лампу накаливания. При создании и эксплуатации таких схем необходимо учесть, что при активном балласте по сравнению с индуктивным возрастают потери мощности в схеме, затрудняется зажигание лампы, увеличивается коэффициент пульсации светового потока и уменьшается срок службы и световая отдача люминесцентных ламп.

Схемы включения люминесцентных ламп обеспечивают зажигание и стабилизированный режим работы лампы, подавление радиопомех, возникающих при зажигании и работе лампы, увеличение коэффициента мощности. Совокупность всех элементов включения, обеспечивающая



выполнение всех указанных функций и конструктивно оформленная в виде единого аппарата или нескольких блоков, называется пускорегулирующим аппаратом (ПРА).

Конструктивные признаки и эксплуатационные характеристики ПРА отражены в их обозначениях: стартерные ПРА импульсного зажигания обозначаются буквами УБ, бесстартерные быстрого зажигания – буквами АБ, бесстартерные мгновенного зажигания – МБ. Следующая затем буква указывает вид балластного сопротивления: И – индуктивный, Е – емкостной, К – компенсированный.

Каждому ПРА присваивается шифр, который характеризует его назначение, устройство, исполнение и параметры. Структура условного обозначения ПРА по ГОСТ 16809-71 такова:

1 – цифра, указывающая количество одновременно присоединяемых к ПРА ламп; 2 – буквы, обозначающие состав и назначение входящих в аппарат балластных элементов (ДБ – дроссели балластные; УС – устройства стартерные; АБ – аппараты бесстартерные и т.д.); 3 – буква, характеризующая коэффициент мощности потребляемого из сети тока (И – индукционный, имеющий коэффициент мощности не более 0,85; Е – емкостной, имеющий коэффициент мощности не более 0,85, причём при токе, опережающем по фазе напряжение сети; К – компенсированный, имеющий коэффициент мощности не менее 0,85-0,9); 4 – цифры, указывающие мощность присоединенной лампы; 5 – буква, указывающая тип лампы в случае не прямых ламп (К – кольцевые, У – у-образные и т.д.); 6 – цифры, указывающие напряжение в сети, на которое включается ПРА (127, 220 и 380 В); 7 – буква, характеризующая наличие (ставится буква А) или отсутствие (не обозначается) сдвига фаз между токами ламп, подключенных к ПРА; 8 – буква, характеризующая конструктивное использование аппарата (В – встроенные в светильный прибор, Н – независимые); 9 – буквы, характеризующие уровень шума, создаваемого аппаратом (с нормальным уровнем шума не обозначается); 10 – трехзначная цифра, указывающая номер серии разработки ПРА.

Например: 2УБК-40-220-АВПП-031 ГОСТ16809-71. Двухламповый компенсированный стартерный аппарат к лампам мощностью 40 Вт для включения в однофазную сеть 220 В, со сдвигом фаз между токами ламп, встроенного исполнения с особо пониженным уровнем шума, номер разработки 031.

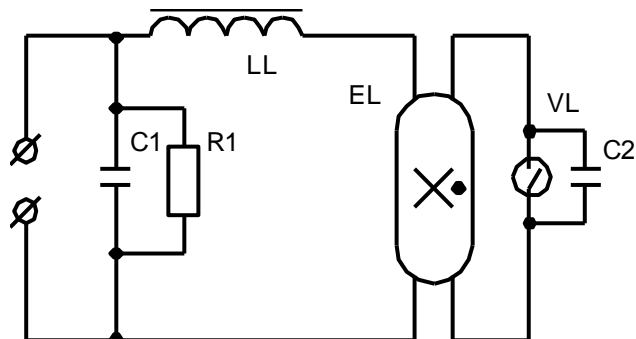


Рисунок 3. Схема включения в сеть люминесцентной лампы при помощи стартера

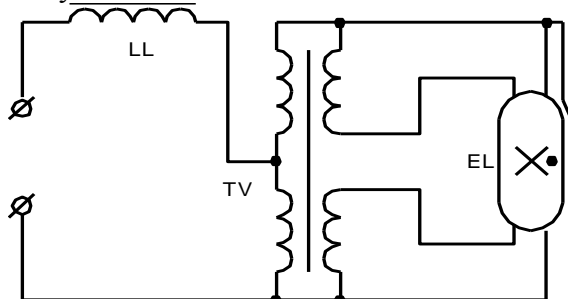


Рисунок 4. Бесстартерная схема включения люминесцентной лампы накальным трансформатором.

## Лекция 7 Газоразрядные лампы высокого давления

Существуют и приборы высокого давления. Давление внутри колбы превышает атмосферное.

*Дуговые ртутные лампы* (сокращенно ДРЛ) ранее применялись для наружного уличного освещения. В настоящее время применяются все реже. На смену им приходят металлогалогеновые и натриевые источники света. Причина – низкая эффективность.

*Дуговые ртутные лампы с йодидами* (ДРИ) содержат горелку в виде трубки из плавленного кварцевого стекла. В ней находятся электроды. Сама горелка наполнена аргоном – инертным газом с примесями ртути и йодидов редкоземельных металлов. Может содержать цезий. Сама горелка размещена внутри колбы из жаропрочного стекла. Из колбы выкачан воздух, практически горелка находится в вакууме. Более современные оснащаются горелкой из керамики – она не темнеет. Применяются для освещения больших площадей. Типичные мощности от 250 до 3500 Вт.

*Дуговые натриевые трубчатые лампы* (ДНаТ) имеют вдвое большую светоотдачу в сравнении с ДРЛ при тех же потребляемых мощностях. Эта разновидность предназначена для уличного освещения. Горелка содержит инертный газ – ксенон и пары ртути и натрия. Эту лампу можно сразу узнать по свечению – свет имеет оранжево-желтый или золотистый оттенок. Отличаются довольно большим временем перехода в выключенное состояние (около 10 минут).

*Дуговые ксеноновые трубчатые* источники света характеризуются белым ярким светом, спектрально близким к дневному. Мощность лам может достигать 18 кВт. Современные варианты выполнены из кварцевого стекла. Давление может достигать 25 Атм. Электроды изготавливаются из вольфрама, легированного торием. Иногда применяется сапфировое стекло. Такое решение обеспечивает преобладание ультрафиолета в спектре.

Световой поток создается плазмой около отрицательного электрода. Если в состав паров входит ртуть, то свечение возникает возле анода и катода. К этому типу относят и вспышки. Типичный пример – ИФК-120. Их можно опознать по дополнительному третьему электроду. Благодаря своему спектру они отлично подходят для фотододела.

*Металлогалогенные газоразрядные лампы* (МГЛ)



**Внешний вид лампы ДРЛ**



**Внешний вид лампы ДРИ**



**Внешний вид лампы ДНаТ**



**Внешний вид дуговой ксеноновой лампы**

характеризуются компактностью, мощностью и эффективностью. Зачастую применяются в осветительных приборах. Конструктивно представляют собой горелку, помещенную в вакуумную колбу. Горелка изготовлена из керамики, либо кварцевого стекла и заполнена парами ртути и галогенидами металлов. Это необходимо для корректировки спектра. Свет излучается плазмой между электродами в горелке.



Внешний вид металлогалогеновой газоразрядной лампы

Мощность может достигать 3.5 кВт. В

зависимости от примесей в парах ртути возможен разный цвет светового потока. Обладают хорошей светоотдачей. Сроком эксплуатации может достигать 12 тысяч часов. При этом имеет хорошую цветопередачу. Долго выходит на рабочий режим – около 10 минут.

Достоинства и недостатки газоразрядных ламп.

Плюсы

- Долгий срок полезной эксплуатации. В среднем 8000 часов.
- Спектральные характеристики различны. Это дает возможность выбора источника света под любые нужды.
- Высокие мощности.

Минусы

- Обязательно наличие в схеме дополнительных элементов – пускорегулирующей аппаратуры.
- Высокая стоимость из-за технологических сложностей при изготовлении.
- Возможен стробоскопический эффект. Чувствительны к температуре и режиму электропитания.
- ДРЛ озонирует воздух.
- Некоторым типам ГРЛ требуется длительное время для запуска.
- Сложности с утилизацией из-за содержащейся ртути

## Лекция 8 Современные источники света

Светодиодные лампы классифицируют на приборы, работающие на напряжении 4В, 12В и 220В. Все они могут обладать различными типами цоколей. Лампы на 4В представляют собой небольшие светодиоды, используемые в различных портативных устройствах (фонариках, небольших декоративных светильниках и т.д.). Приборы на 12В наиболее часто используются для замены галогенных осветительных устройств (цоколи типа GU5,3, GU10, E14 и иногда и E27, пригодные для замены рефлекторных ламп накаливания). На напряжении 220В работают в основном светодиодные лампы для дома (цоколи E14, E27, GU10 или GU5.3).

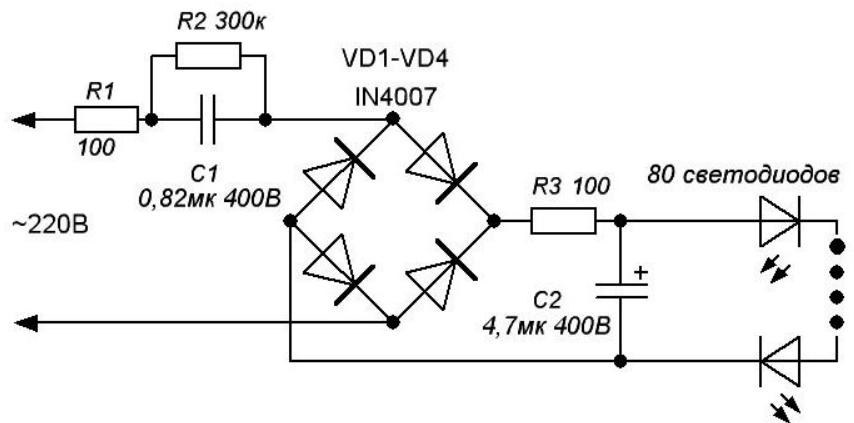
В настоящее время лампы светодиодные производятся с использованием мощных или сверхъярких светодиодов. Если лампа изготавливается из сверхъярких светодиодов (от ста и более штук), то конструкция приобретает удлиненную форму, неудобную для установки в некоторые светильники и при работе создает эффект множественных теней. Устройства с мощными светодиодами обладают довольно большим тепловыделением, но их световой поток характеризуется более высокой яркостью и равномерностью. Единственный недостаток – габаритный радиатор.

В зависимости от конструкции драйвера (схема, служащая для преобразования сетевого напряжение в необходимое для питания светодиодов, для защиты светодиодов от аварийных режимов сети) можно выделить **три основных типа светодиодных ламп**:

1. Светодиодные лампы с резисторно-конденсаторным блоком питания.
2. Светодиодные лампы с высокочастотным импульсным питанием светодиодов.
3. Светодиодные лампы с источником питания стабильного тока.

### 1. Светодиодные лампы с резисторно-конденсаторным блоком питания.

Простейшая схема драйвера лампы, характерно для дешёвых китайских образцов. Разберём принцип работы лампы. Так как напряжение в сети 220В, а на светодиоде падает 3-4 вольта, то светодиоды соединяются в последовательную цепочку так, что бы суммарное напряжение цепочки светодиодов было меньше чем 220В. Последовательно с цепочкой ставится конденсатор (что бы гасить избыток



напряжения) определенного номинала, рассчитанный именно под напряжение 220В, частоту сети и сумму падений напряжений на светодиодах. Резистор R1 ограничивает пиковый ток заряда конденсатора C2 для исключения перегрузки выпрямительного диодного моста при включении лампы; резистор R2 разряжает конденсатор и выпрямительный диодный мост после выключения. При обрыве в цепи светодиодов напряжение на C2 без резистора R3 может достигнуть аварийных значений и вывести из строя конденсатор.

Недостатки схемы:

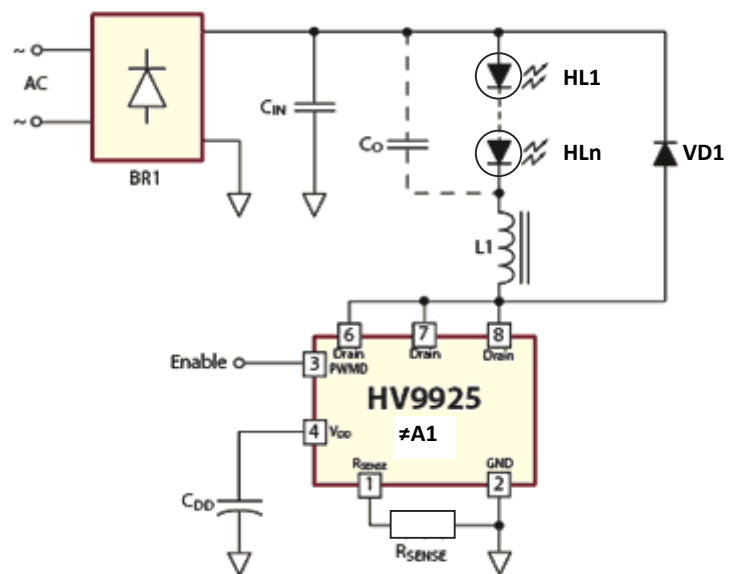
1. При выходе из строя хотя бы одного светодиода перестанет работать вся лампа.
2. При возникновении помехи в сети светодиоды выйдут из строя несмотря на конденсатор.
3. При падении температуры воздуха, падение напряжения на светодиодах возрастет, и яркость лампы значительно снизится.
4. При напряжении в сети менее 220В, светодиодная лампа будет светить значительно слабее.
5. При включении лампы, через цепочку светодиодов может проходить значительный бросок тока, особенно если момент включения совпал с максимальным уровнем напряжения в сети – усиленная деградация светодиода.

6. Даже при наличии "сглаживающего" конденсатора C2, данная светодиодная лампа обладает стробоскопическим эффектом, не меньше чем люминесцентные лампы.

## 2. Светодиодные лампы с высокочастотным импульсным питанием светодиодов

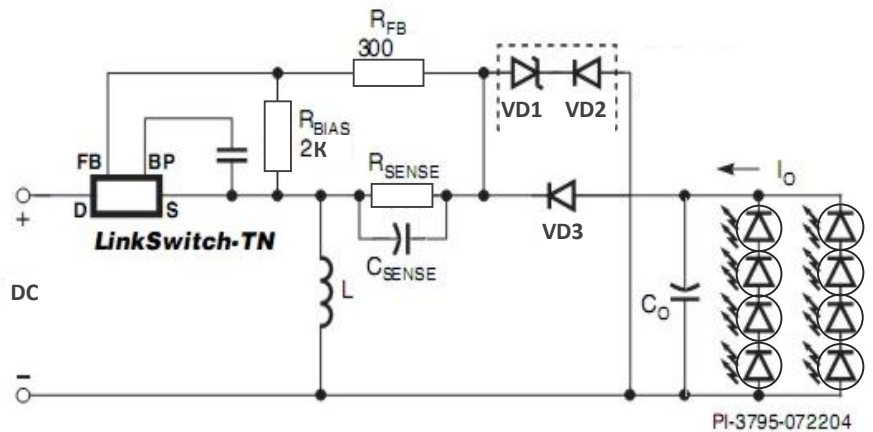
Данные лампы имеют более совершенную схему и рассчитаны на широкий диапазон питающих напряжений (от 100 до 250В), имеют высокий КПД, питание светодиодов производится импульсным током, обеспечивая стабилизацию "среднего тока".

Преимущество данного способа питания только одно - не нужен выходной конденсатор обычно большой емкости, а недостатков несколько: высокий уровень электромагнитных помех, неизвестные последствия для светодиодов при питании их повышенными импульсными токами и немного уменьшенный световой поток. Стробоскопический эффект присутствует но принимать его во внимание не целесообразно - частота мерцания выше 100 кгц – отсутствует опасность для человека.



## 3. Светодиодные лампы с источником питания стабильного тока

Самая современная схема подключения светодиодной лампы. Она работает в широком диапазоне питающих напряжений, не зависит от внешней температуры, светодиоды питаются стабильным током и находятся в своем номинальном режиме. Результат – комфортная работа светодиодов при максимальном световом потоке.



Стробоскопический

эффект отсутствует. В качестве относительного недостатка можно назвать невозможность "диммирования" светодиодной лампы с источником стабильного тока, так как источник питания внутри лампы будет до последнего пытаться вытянуть номинальный ток для светодиодов, а потом просто отключится.

Однако и в данном драйвере существует один существенный недостаток - выходной конденсатор, сглаживающий пульсации. Тут во всём «виноват» широкий диапазон питающих напряжений – ниже КПД, значит больше нагрев элементов схемы, значит быстрее «высохнут» конденсаторы. Обычно используют электролитические конденсаторы, которые «высыхают» за определённый срок. Таким образом, производитель, декларируя 10-ти летний ресурс своей светодиодной лампы умалчивает о ресурсе конденсаторов (дешевые - 3-4 тыс. ч., дорогие - 12-15 тыс. ч.). Существуют конечно керамические конденсаторы, но их стоимость не позволяет устанавливать их в лампы.

## Лекция 9 Электроустановочные изделия

Электроустановочные изделия — это группа электрических устройств, которая рассчитана на постоянную установку (монтаж) в определенных установочных местах в сетях переменного и постоянного тока. В группу входят различные розетки (сетевые, телефонные, компьютерные), выключатели, светорегуляторы, термостаты, датчики движения, таймеры, зуммеры, камеры наблюдения и т. д.

Современные электроустановочные изделия должны удовлетворять определенным требованиям: простота установки, удобство в эксплуатации, надежность, безопасность и, конечно же, привлекательный внешний вид.

Следует помнить, что надежность внутренних электрических сетей дома или квартиры зависит не только от правильного выполнения электромонтажных работ, но и от качества используемых электроустановочных изделий.

Правильный подбор электроустановочных изделий и подключаемых к ним бытовых электрических приборов по номинальному значению тока (допустимой нагрузке) и месту установки является главным условием их безопасной эксплуатации. Например, для розетки, предназначенной на ток в 6 А, предельно допустимая нагрузка составит 1,3 кВт, для розетки на ток в 10 А — 2,2 кВт, для розетки на ток в 16 А — 3,5 кВт. Указанные значения справедливы лишь при условии соответствия сечений подводящих проводов. Обычные бытовые розетки имеют номинальное значение тока 10 А или 16 А, а выключатели — 10 А.

Для выбора и приобретения электроустановочных устройств необходимо изучить их основные типы, принципы и допустимые режимы работы, а также определить степень надежности выбираемых конструкций. Кроме того, выбор устройств должен учитывать условия их эксплуатации. Например, для помещений с повышенной влажностью (ванная комната) используются электроустановочные изделия во влагозащищенном исполнении. Некоторые изделия, предназначенные для наружной установки в саду или на фасаде дома, предлагаются в исполнении с невозможностью их разборки при помощи обычного инструмента.

По способу монтажа электроустановочные изделия могут быть внутренними и внешними. В каждом изделии предусматривается один или несколько вариантов крепления. Способы крепления

зависят от назначения самого устройства, места его установки, конструкции корпуса, условий эксплуатации и т. д.

Внутренние устройства используются для скрытой проводки. Они не имеют своего защитного корпуса, а их открытые токоведущие элементы располагаются в углублениях стен внутри монтажных коробок. К монтажной коробке они могут крепиться через раздвижные лапки-распорки или путем фиксации саморезами (второй способ надежнее).

Внешние устройства имеют защитный корпус, который крепится на какой-либо поверхности саморезами или винтами с гайками. Такой вариант не требует особых подготовительных работ (устройства углублений и штроб). В этом случае проводка может монтироваться поверх стены, в кабельных коробах или скрытно.

Современные крупные производители, как правило, предлагают широкий ассортимент электроустановочных изделий, которые могут отличаться по дизайну, используемым материалам, а также конструктивным особенностям.

**Выбирая серию электроустановочных устройств**, следует в первую очередь руководствоваться критериями безопасности, надежности, функциональности, эстетичности. Необходимо заметить, что стоимость функционально идентичных устройств у разных производителей порой отличается на порядок.

В настоящее время дизайн электроустановочных изделий отличается разнообразием — от классических форм до моделей, придающих интерьеру черты индивидуальности. Цветовая палитра этих приборов способна удовлетворить самый изысканный вкус.

**При выборе электроустановочных изделий** для собственного жилища следует учитывать удобство и комфорт. Так, жесткое срабатывание механизма выключателя или тугое извлечение вилки из розетки могут испортить впечатление даже от качественно смонтированной системы электроснабжения. Кроме неудобств, чрезмерно тугая пара «вилка—розетка» может представлять и определенную опасность, так как при многократном включении/выключении вилки ослабляется крепление самой розетки в установочной коробке. С другой стороны, если вилка входит в розетку свободно, то такая пара не сможет обеспечить гарантированный электрический контакт, что неизбежно приведет к нагреву корпуса розетки и даже оплавлению или возгоранию.

Электроустановочные изделия, как и вся электропроводка, рассчитываются на эксплуатацию в течение 20-30 лет. Однако из-за ненадежного крепления, повышенных нагрузок, производственных дефектов или неправильного подключения некоторые из устройств выходят из строя значительно раньше. Чаще всего большинство неисправностей возникает в них либо в начальный период из-за проявления скрытых производственных дефектов, либо после продолжительной работы в результате естественного износа.

Каждое электроустановочное изделие (в зависимости от назначения) имеет свою **маркировку**, в которой указаны значения тока и напряжения, а также код, указывающий на степень защиты от внешних воздействий. Код состоит из букв IP (International Protection) и следующих за ним двух цифр. Первая (от 0 до 6) указывает на степень защиты устройства от проникновения внутрь него посторонних предметов и пыли. Вторая (от 0 до 8) — на стойкость к воздействию влаги. Большинство розеток и выключателей, предназначенных для установки в помещениях с обычными условиями, имеют степень защиты IP20, устройства для помещений с повышенной влажностью (ванная комната) - IP44.

К электроустановочным устройствам, как правило, относят и обычные удлинители с вилкой на одном конце и блокам розеток на другом. В блок розеток иногда встраиваются системы помехоподавления и устройства защиты от скачков напряжения в питающей сети. Есть удлинители с устройством защитного отключения (УЗО), которые практически мгновенно отключают нагрузку в случае возникновения малейших токов утечки.

На практике часто приходится встречаться с ситуацией, когда выбранная серия электроустановочных изделий не обеспечена необходимым ассортиментом. Во избежание возникновения подобных проблем необходимо удостовериться, что предлагаемый ряд изделий включает в себя все необходимые устройства и аксессуары

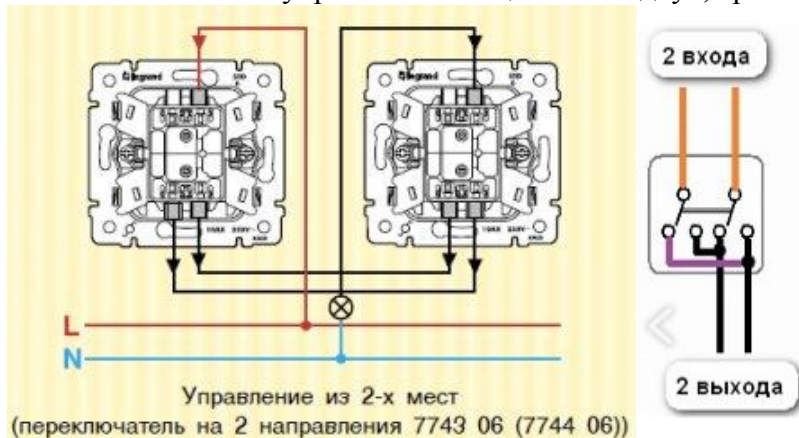
## Лекция 10 Типы и виды схем управления электрическим освещением

### 1. Схемы с ручным управлением

Все схемы управления освещением можно разделить на ручные и автоматические. Ручные схемы хоть и не обеспечивают автоматизации, но обеспечивают должный комфорт. И во многих случаях в соотношении цена и удобство имеют несомненное преимущество перед полностью автоматическими схемами.

#### 1.1 Проходные и перекрестные выключатели

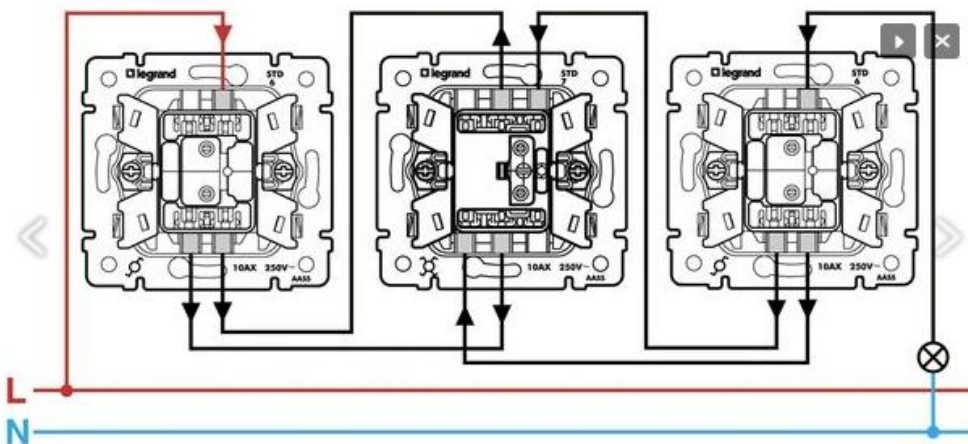
Проходные и перекрестные выключатели на практике применяются уже достаточно давно. Но сфера их применения может быть значительно шире. Установка проходных и перекрестных выключателей позволяет управлять освещением из двух, трех и большего количества мест.



Проходной выключатель отличается от обычного выключателя тем, что он имеет один ввод и два вывода. Пусть ввод будет контактом номер 1, а выводов контактами номер 2 и 3. В одном положении выключателя замкнуты контакты 1 и 2, а во втором положении выключателя замкнуты контакты 1 и 3.

Перекрестный выключатель имеет два вводных контакта 1 и 2, а также два контакта вывода 3 и 4. В одном положении выключателя у нас замкнуты контакты 1 – 3 и 2 – 4, а во втором положении замкнуты контакты 1 – 4 и 2 – 3.

Такая особенность позволяет выключателям управлять освещением независимо от положения других выключателей в схеме. В связи с этим такую схему часто называют коридорная.



Как вы можете видеть на схеме, для управления с помощью двух выключателей можно применить только проходные выключатели. Для большего количества точек управления требуется применять уже и перекрестные выключатели.

#### 1.2 Схемы на импульсном реле

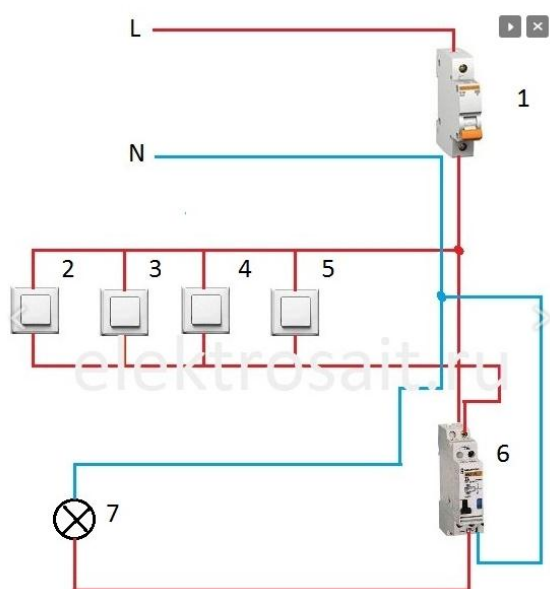
Проще использовать импульсные реле, которые удобнее для управления освещением и схемы которых значительно проще.

Принцип работы импульсного реле сводится к следующему. При подаче питания на катушку силовые контакты изменяют свое состояние на противоположное и фиксируются в этом состоянии. Это позволяет кратковременной подачей напряжения в 0,1 – 0,5 сек., включать и отключать освещение.

Так как фиксация положения выключателя в этом случае не требуется, то для работы с импульсным реле применяют обычные кнопки. Такие как для дверного звонка. Простое нажатие на кнопку включает освещение. Повторное нажатие на эту или любую другую кнопку в цепи отключает его.

**Обратите внимание!** Выбирая импульсное реле убедитесь, что катушка работает от сети 220В. Кроме того, следует правильно выбрать номинальный ток первичной цепи, который для сети освещения должен быть не меньше 6А.

Кроме срабатывания от импульсов в большинство реле имеется функция только отключения и только включения освещения. Для некоторых схем это может стать очень полезным свойством.



В связи с таким богатым функционалом реле, он имеет аж шесть контактов. Обычно управляющие вывода расположены сверху, а силовые снизу. Но, к сожалению, единой системы тут нет, и каждый производитель изгаляется так, как сам считает правильным. То же самое и с обозначением контактов. Поэтому дабы не быть голословными мы возьмем принцип обозначения одного из самых распространенных производителей. В качестве примера выступает реле – РИО-1.

Если вы собрались подключать импульсное реле своими руками, то прежде всего собираем управляющий сигнал. Для этого фазный провод от распределительной коробки подключаем к каждому выключателю без фиксации. Вывода от выключателей собираем последовательно и подключаем к контакту «У» на импульсном реле.

Но для работы реле нам необходимо наличие питания на катушке. Подводим это питание присоединением к клемме «1» фазного провода от распределительной коробки, а к клемме «N» нулевого провода.

Теперь от клеммы «14» берем фазный провод к нашим светильникам. Нулевой соответственно прокладываем от распределительной коробки. Все наша схема полностью работоспособна.

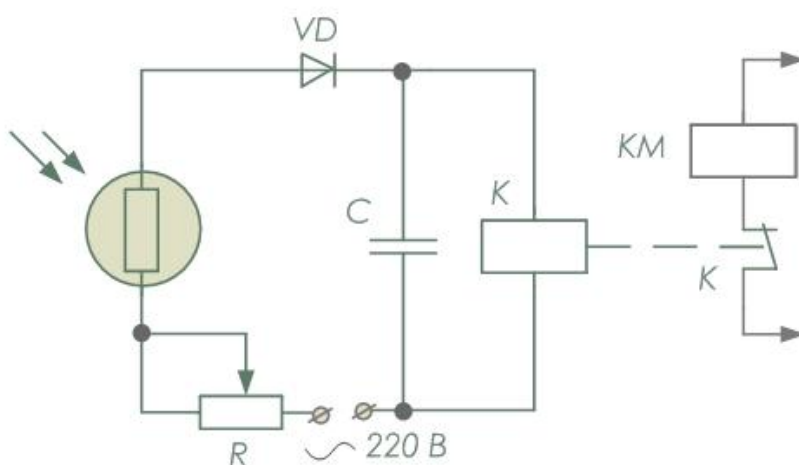
## 2. Схемы с автоматическим управлением

Но как бы то не было схемы ручного управления требуют участия человека. А это не всегда возможно или комфортно.

Значительно удобнее если освещение будет включаться самостоятельно по определенным факторам. Для это используется дистанционное управление освещением и схема которая предполагает наличие специальных датчиков.

### 2.1 Схема с датчиками освещенности

Для более рационального расходования электроэнергии применяют так называемые датчики освещенности. Они позволяют включать освещения только при снижении уровня естественного освещения до заданных параметров.



При этом они совершенно не требуют участия человека, а их обслуживание сводится к периодической протирке фотоэлемента датчика от пыли.

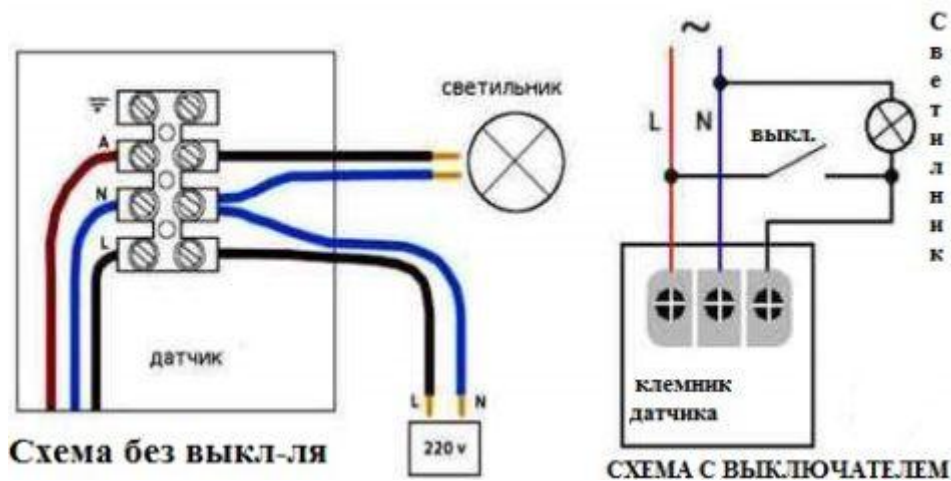
Принцип работы датчика освещенности сводится к фиксации уровня освещенности специальным фотоэлементом. При достижении заданных параметров он срабатывает и через силовой контакт подает напряжение к сети освещения. Регулировка



необходимого уровня освещённости реализуется за счет специального регулятора на наружной поверхности корпуса.

#### Подключение датчика:

**Прежде всего подключаем фазу и ноль к соответствующим выводам датчика.** Они могут быть обозначены как «L» или «L1» и «N». Это подключение обеспечивает работоспособность устройства.



Схемы подключения датчика освещенности

**От третьего, пока не задействованного вывода, подключаем светильники.** Ноль для светильников берется помимо датчика, непосредственно с распределительной коробки.

*Обратите внимание! Согласно п. 6.5.7 ПУЭ все системы с автоматическими системами управления освещением должны иметь возможность ручного включения. Это необходимо для ремонта, эксплуатации сети, а также на случай поломки датчиков. Это правило относится ко всем схемам с автоматическим управлением.*

Схема управления наружным освещением, для которых такие датчики используют наиболее часто, зачастую предполагает подключение от датчика не светильников, а пускателя освещения.

В этом случае, при снижении освещённости срабатывает датчик, затем пускатель и подается напряжение к сети освещения, которая управляется либо другими датчиками, либо выключателями. Это обеспечивает условие включения освещения только при недостаточной естественной освещённости.

## **2.2 Схема с таймером**

В некоторых случаях освещение необходимо включать по факту наступления определённого времени. В этом случае схема автоматического управления освещением оснащается таймером.

### Итак:

Таймеры бывают двух видов аналоговые, с часовым механизмом, и электронные, принцип действия которых схож с принципом действия электронных часов. Кроме того, таймеры разделяются на устройства реального времени и устройства обратного отчета.

Устройства реального времени ведут счет времени как обычные часы и при наступлении заданного времени выполняют заданные действия – включение или отключение электрооборудования.

Устройства обратного счета зачастую имеют строго регламентированный временной отрезок, в период которого возможно его срабатывания – час, сутки, неделя. В данном случае можно задать действия на не ограниченное время, а на данный временной промежуток. И таймер будет вести учёт времени до момента срабатывания.

Сами по себе таймеры практически не выпускаются. Зачастую они интегрированы с другими устройствами. Это могут быть автоматические выключатели, розетки, выключатели, пускатели или другое оборудование.

### Розетки с таймерами

Современные таймеры имеют возможность программирования не на одно, а на несколько действий независимых друг от друга. Кроме того, современные электронные таймеры могут управлять сразу несколькими устройствами. Но такие устройства чаще всего применяются в схемах освещения «умный дом» и других высокотехнологичных схемах как на видео, создать которые без помощи профессионалов может быть затруднительно.

### **2.3 Схема с датчиками движения**

Самую высокую степень экономии электроэнергии дает схема управления с датчиками движения. Применение данных устройств позволяет включать освещение только на время нахождения человека в комнате или зоне ответственности.

При этом от самого человека не требуется никакого участия. Даже самые совершенные схемы управления на микроконтроллере используют данный тип датчиков для управления освещением.

Принцип работы датчика движения основан на фиксации инфракрасного излучения, которое излучает человек. При этом дабы фиксировать не только наличие излучения, но и движение человека имеется специальная оптическая система. По мере движения человека фиксация излучения в этой системе производится разными элементами.

Количество элементов срабатывание которых приведет к срабатыванию датчика регулируется. Поэтому при малейшем движении для срабатывания датчика достаточно фиксация двумя элементами, а для более грубой настройки может потребоваться фиксация тремя или четырьмя элементами.

При выборе датчика движения следует обратить внимание на целый ряд параметров. Прежде всего это электрические номинальные данные.

В первую очередь нас интересует напряжение питающей сети, которое должно быть 220В, а также номинальный ток первичной цепи.

Он может быть 6, 10 или 16А. Чем выше это значение, тем большее количество ламп мы можем запитать от датчика.

## **Лекция 11 Световые приборы. Осветительная арматура**

Многие источники света обладают большой яркостью, от слепящего действия которой необходима защита. Кроме этого, источники света, как правило, распределяют свой световой поток по всем направлениям, в то время как требуется, чтобы он был направлен на освещаемые поверхности. Часто приходится защищать источник света от механических повреждений и разрушающего действия окружающей среды.

Эти причины заставляют использовать световые приборы, представляющие собой совокупность источника света и устройства, предназначенного для его крепления, включения в сеть, перераспределения светового потока, ограничения слепящего действия, защиты от механических повреждений и воздействия окружающей среды.

Световой прибор, предназначенный для освещения объектов, находящихся от него на сравнительно небольших расстояниях (менее 20-кратных размеров светового прибора), называется светильником, а для более дальнего действия – прожектором.

Светильники классифицируются по следующим признакам: по характеру светораспределения, по назначению, по исполнению и по способу установки.

По назначению светильники могут быть для освещения закрытых помещений, открытых пространств, судовые, железнодорожные и др.

По исполнению светильники классифицируются в зависимости от степени их защиты от вредных факторов окружающей среды, например от пыли, на три класса: пыленезащищенные, пылезащищенные и пыленепроницаемые; от влаги на восемь классов: водонезащищенные, каплезащищенные, брызгозащищенные, герметичные и др.

Исполнение светильников зависит и от степени обеспечения пожарной безопасности. Оно определяется степенью возгораемости опорных поверхностей, на которые устанавливаются светильники.

В зависимости от степени взрывозащиты светильники подразделяются на повышенной надежности против взрыва, взрывобезопасные, особовзрывобезопасные.

Светильники классифицируются и по степени защиты от поражения электрическим током обслуживающего персонала. Существует пять классов исполнения по этому признаку.

По способу установки светильники делятся на подвесные, потолочные, встроенные, настенные, настольные и др.

Основные характеристики каждого светильника:

- 1) Светораспределение;
- 2) Защитный угол;
- 3) Коэффициент полезного действия.

## Лекция 12 Светильники

Светораспределение светильников общего освещения описывается продольной кривой силы света (Рисунок 11.1, а).

Наиболее часто встречаются светильники, световой поток которых в пространстве распределяется симметрично относительно оси симметрии светильника, то есть во всех направлениях, образующих угол  $\alpha$  с вертикалью, сила света одинакова (в пределах допустимых погрешностей). Для таких светильников достаточно указать распределение светового потока в какой-нибудь плоскости, проходящей через ось симметрии. ГОСТом установлены типовые кривые силы света светильников, показанные на рисунке 11.1, б.

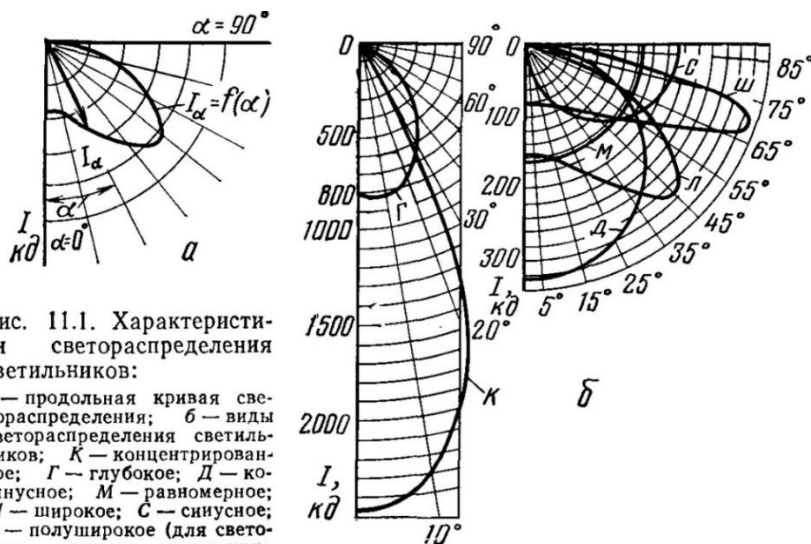


Рис. 11.1. Характеристики светораспределения светильников:  
 а — продольная кривая светораспределения; б — виды светораспределения светильников; К — концентрированное; Г — глубокое; Д — косинусное; М — равномерное; Ш — широкое; С — синусное; Л — полуширокое (для светового потока источника 1000 лм).

Светильники местного освещения характеризуются в зависимости от распределения создаваемой ими освещенности на совещаемой поверхности. В зависимости от того, какая часть светового потока излучается в нижнюю и верхнюю полусферу, светильники классифицируются следующим образом:

- светильники прямого света – в нижнюю полусферу излучается не менее 80% всего потока излучения;
- светильники преимущественно прямого света – в нижнюю полусферу излучается от 60 до 80% всего потока излучения; светильники рассеянного света – в каждую полусферу излучается от 40 до 60% всего потока излучения; светильники преимущественно отраженного света – в верхнюю полусферу излучается более 80% всего потока излучения; светильники отраженного света – в верхнюю полусферу излучается не менее 80% всего потока излучения.

Защитный угол, то есть угол между горизонталью и линией, соединяющей крайнюю точку тела накала с противоположным краем отражателя, характеризует светильник с точки зрения защиты глаз от слепящего действия источника света.

Значение защитного угла зависит от конструкции светильника (рисунок 2).

Защитный угол применяемых светильников обычно составляет от 12 до 40°.

Понятие защитного угла также применимо, хотя и условно, к отражателям из просвечивающих материалов.

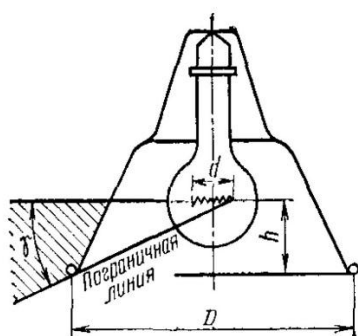


Рисунок 2 – Защитный угол светильника

Коэффициент полезного действия светильника – это отношение светового потока светильника к световому потоку источника света:

$$\eta = F_{\text{св}} / F_{\text{л}}$$

Значение КПД светильника характеризует его экономичность и зависит от материала осветительной арматуры и конструкции светильника в целом.

Применяемые в практике светильники имеют КПД от 0,45 до 0,9. Необходимо отметить, что в эксплуатации при неудовлетворительном уходе КПД светильника может значительно (в два раза и более) снижаться.

Примеры светильников для люминесцентных ламп и ламп накаливания, широко используемых в сельскохозяйственном производстве, показаны на рисунках 11.3-11.4

## Лекция 13 Прожекторы

Виды, назначение, характеристика

Прожектор – это широко распространённый осветительный прибор универсального применения, характерной особенностью которого является излучение концентрированного луча света под определенным углом на освещаемом пространстве.

Сегодня существует множество видов прожекторов, которые используются для наружного освещения, архитектурной подсветки отдельных объектов и их элементов и т.д.

Среди большого многообразия прожекторов стоит выделить такие виды, как:

- прожекторы спотлайт;
- светодиодные прожекторы;
- галогенные прожекторы;
- металлогалогенные прожекторы;
- театральные прожекторы;
- промышленные прожекторы;
- прожекторы с датчиком движения;
- стационарные прожекторы;
- портативные прожекторы;
- грунтовые прожекторы и т.д.



Современные прожекторы используются для организации наружного или внутреннего освещения, создания точечного освещения, оригинальной подсветки объектов социально культурного назначения, рекламной индустрии. Характерная особенность этого вида осветительного прибора – высокая световая отдача. К тому же современные производители прожекторов уделяют большое внимание созданию прожекторов с высоким уровнем энергоэффективности.

Прожекторы, которые предназначены для эксплуатации вне помещений (уличные прожекторы), должны удовлетворять целому ряду требований, в частности:

Быть прочными и иметь высокую степень защищенности от неблагоприятного воздействия различных факторов окружающей среды, в том числе от атмосферных осадков, механического

повреждения, сколов, царапин, проникновения внутрь пыли, грязи и т.д. Они должны быть удобными в монтаже, эксплуатации и обслуживании, иметь сдержанный дизайн.

Использование прожекторов дает невероятный декоративный эффект, который зависит исключительно от места расположения светильника и правильной организации подачи света. Поэтому сам прожектор должен иметь оптимальный размер и форму, а также лаконичное внешнее оформление.

Современные прожекторы для уличного освещения защищены специальным стеклом, которое характеризуется высоким уровнем термостойкости и ударопрочности.

### **Классификация прожекторов в зависимости от источников света**



Прожектор состоит из корпуса, защищенного от попадания влаги, мусора, пыли и грязи, отражателя и лампы.

В зависимости от вида установленной в прожекторе лампы, этот вид осветительного оборудования бывает следующих типов:

- Галогенный прожектор – широкого спектра действия, практичный, надежный, безотказный, долговечный, недорогой.

- Металлогалогенный прожектор, в котором источником света является газоразрядная лампа, характеризуется высоким уровнем цветопередачи и светоотдачи. Свет, излучаемый данным видом прожектора, яркий, но холодных оттенков. Металлогалогенный прожектор надежен, долговечен, не боится перепадов температур. Идеальный вариант для освещения больших территорий.

- Прожектор, в котором источником света выступает обычная лампа накаливания, простой и недорогой вариант для освещения небольших участков, например, садовой дорожки.

- Натриевый прожектор. Наиболее экономичный с точки зрения потребления электроэнергии вариант прожектора. Применяется для освещения дорог, фасадов зданий и т.д.

- Светодиодный прожектор. Эта разновидность прожектора самая дорогостоящая, но именно светодиодные прожекторы сегодня пользуются наибольшей популярностью. Преимущества этого вида прожекторов – высокая экономичность, долговечность и широкий спектр излучаемых цветовых лучей.

Улицы, стадионы, бассейны, садовые дорожки, территории загородных участков, фасады торговых или развлекательных центров, фасады административных зданий, объекты социально-культурного назначения, культурного наследия, фонтаны, декоративные пруды и многие другие объекты и элементы архитектуры – сфера применения прожекторов практически неограничена.

## Лекция 14 Осветительные шинопроводы

Шинопровод — это комплектное устройство, прошедшее типовые испытания, в виде системы проводников, размещенных внутри лотка, трубы или иной подобной оболочки, которое состоит из разделенных промежутками шин, которые в свою очередь опираются на изоляционный материал.

Шинопровод может состоять из следующих частей:

- секции с местами для присоединения ответвительных устройств, либо без них;
- секции транспозиции фаз, гибкие, компенсационные, переходные или присоединительные секции;
- непосредственно ответвительные устройства.

Очевидно, сам термин «шинопровод» не дает нам представления о сечении, геометрической форме или размерах самого проводника.

Другими словами, шинопровод представляет собой систему жестких медных или алюминиевых шин, помещенных в защитную металлическую оболочку; изолированную систему шин, предназначенную для передачи и распределения электрической энергии. Типичный шинопровод рассчитан на напряжение до 1000 В, и поставляется в виде комплектных секций.

Шинопровод, как конструкция, легко поддается модификации для оптимальной подачи электроэнергии к потребителям. Если требуется изменить конфигурацию, то всегда допустим демонтаж.

Шинопровод может быть, например, направлен из одного помещения к другому. К примеру в больших торговых залах, с целью освещения или зонирования помещений, применяют шинопроводы модульного исполнения, на которых и размещаются прожекторы.

Всегда можно встретить шинопроводы, в виде одиночной или несколько линий, в торговых центрах, где их монтируют обычно в различные формы. Процесс монтажа шинопровода достаточно прост, он не требует продолжительных работ и больших физических затрат. Таким образом, шинопровод выступает замечательной альтернативой кабелю.

Конструктивно шинопроводы бывают открытыми, защищенными или закрытыми. Открытые шинопроводы применимы для магистральных сетей в местах с обычной, не агрессивной внешней средой.

К открытым шинопроводам относятся открытые троллеи кранов и шинные магистрали. Они выполняются в виде алюминиевых шин, прокладываемых на изоляторах, прикрепленных к колоннам или фермам. При этом обязательно соблюдаются нормы минимальных расстояний до оборудования и трубопроводов, а также нормы минимальных высот. В местах, где есть возможность случайного прикосновения к шинам, открытые шинопроводы закрывают защитными металлическими коробами или сетками.

Закрытые и защищенные шинопроводы - основной вид сетей, традиционно применяемых для распределения электроэнергии во многих цехах. Шины защищенных шинопроводов закрыты перфорированным коробом или сеткой с целью предотвращения случайного прикосновения персонала к шинам и случайного попадания на них любых предметов. У закрытых же шинопроводов шины закрыты полностью сплошным коробом.

Минимальная высота установки защищенных шинопроводов - не меньше 2,5 м от поверхности пола, а закрытые шинопроводы можно устанавливать без особых мер по высоте. Это упрощает монтаж электросетей в цехах, так как шинопровод можно проложить просто вдоль линии станков даже на высоте до 1 м от пола. Это сводит к минимуму длину ответвительных присоединений к станку от шинопровода.

Шинопроводы бывают следующих видов:

Магистральные шинопроводы — предназначенные для монтажа в производственных помещениях. Шинопровод магистрали прокладывается прямо от подстанции.

В производственных цехах предприятий, где станки и другие электрические механизмы располагаются по всей площади в виде рядов, или регулярно перемещаются в связи с изменениями

в технологиях производственного процесса, в качестве распределительной сети и питающих магистральных линий применяют непосредственно распределительные и магистральные закрытые шинопроводы.

Магистральные шинопроводы выдерживают значительные токи, они рассчитаны на токи от 1600 до 4000 А, и на большое количество присоединительных ответвлений для подключения потребителей (на 6 м по 2 места).

Распределительные шинопроводы – предназначены для распределения электроэнергии от главной магистрали к нескольким потребителям.

Распределительные шинопроводы рассчитаны на токи до 630 А и на еще большее количество мест подключения потребителей (от 3 до 6) на 3 метровой секции.

В цехах различных предприятий закрытые распределительные шинопроводы используют довольно широко. Их поставляют в виде комплекта секций, длина каждой из которых 3 м, снабженных соединительными элементами для соединения секций в последовательные ряды, ответвительных коробок, и вводных коробок, для подключения шинопроводов к питающей сети.

Подробнее про эти виды шинопроводов смотрите здесь: Магистральные и распределительные шинопроводы

Осветительные шинопроводы – применяются для формирования осветительных линий с использованием маломощных прожекторов.

Осветительные шинопроводы, рассчитанные на ток 25 А, типа ШОС - четырехпроводные, с изолированными круглыми проводниками сечением 6 мм<sup>2</sup>. Длина каждой секций шинопровода ШОС составляет 3 м.

Секция снабжена шестью однофазными штепсельными присоединениями (фаза - ноль) на каждые 50 см. В комплекте с шинопроводами поставляются и штепсельные вилки на ток в 10 А, а также прямые, угловые, гибкие и вводные секции. С помощью данного набора элементов набирают комплектный шинопровод даже для самых сложных трасс.

Смежные секции соединяют с дополнительным с помощью двух винтов. Затем к шинопроводу на хомут с крючком подвешивают светильники, и подключают к любому из штепсельных разъемов. Расстояние между точками крепления не превышает 2 м. Если светильники устанавливаются не на коробах шинопроводов, шаг может быть и больше - до 3 м.

Троллейные шинопроводы – применяются для питания монорельсов, подъемных кранов, подвесных дорог и прочих передвижных электрических систем.

Шинопровод дает ряд преимуществ:

- Вид шинопровода более эстетичен по сравнению с кабелем.
- Процесс монтажа занимает меньше времени, чем монтаж кабеля.
- Промышленные шинопроводы прямоугольного сечения имеют меньшее сопротивление, что снижает активные потери и ограничивает реактивную энергию, то есть способствует экономии.
- Шинопроводы безопасны экологически.
- Особенности конструкции корпуса из алюминия позволяют быстро отводить тепло.
- Шинопроводы обладают степенью защиты, не менее IP55.
- Срок службы шинопроводов составляет от 25 до 30 лет, при этом не требуется никакого технического обслуживания.
- Экранирующее свойство кожуха сводит к минимуму уровень электромагнитного излучения.
- Окрасив шинопровод в любой подходящий цвет, можно вписать его в интерьер магазина, офиса и других объектов, для которых имеет значение эстетика.



## Лекция 15 Электропроводки. Классификация электропроводок

Электропроводкой называется совокупность проводов, кабелей с относящимися к ним креплениями, поддерживающими и защитными конструкциями.

По назначению электропроводки бывают: силовые, соединяющие электродвигатель, нагревательные элементы, магниты, муфты и другие силовые токоприемники с источниками питания, распределительными устройствами и относящейся к ним аппаратурой, а также предназначенные для подачи питания на системы и приборы автоматики. Управления и сигнализации, соединяющие аппаратуру в системах автоматики и предназначенные для передачи управляющих и исполнительных команд.

Измерительные — пирометрические, соединяющие термоэлектрические параметры с измерительными и регулируемыми приборами, проводки постоянного и переменного тока, соединяющие первичные, промежуточные, вторичные приборы с регуляторами; осветительные, соединяющие осветительную и относящуюся к ней аппаратуру в системах наружного и внутреннего освещения.

По виду электропроводки бывают:

Открытые — проложенные проводом или кабелем в защитных оболочках или без них непосредственно по поверхностям строительных конструкций, станинам оборудования и панелям.

Скрытые — проложенные проводом или кабелем по стенам, потолкам, полам под слоем отделочного покрытия (под штукатуркой, настилом чистого пола, декоративным покрытием стен или потолка и т. д.) или в замкнутых каналах строительных конструкций.

Открытые проводки подразделяются на неподвижные и подвижные. Неподвижные проводки прокладывают между жестко закрепленными щитами, электрошкафами, пультами, аппаратами и токоприемниками. Подвижные проводки применяют для присоединения токоприемников и аппаратов, установленных на движущихся частях оборудования или присоединения переносных блоков электроустановок.

По месту расположения проводки подразделяют на внутриблочные открытые, неподвижные или подвижные, соединяющие аппараты и приборы, расположенные на одной панели или заключенные в общую оболочку (электрошкаф, щит); на межблочные открытые (подвижные и неподвижные) или скрытые, соединяющие узлы систем автоматики, заключенные в индивидуальные оболочки и отдельно устанавливаемые аппараты, и токоприемники (исполнительные устройства).

По способу выполнения различают проводки: на роликах и изоляторах, выполненные голым или изолированным проводом; непосредственно по наружным поверхностям строительных элементов зданий, металлоконструкциям или на тросе, выполненные изолированным проводом или кабелем;

Изолированным проводом или кабелем: по строительным элементам здания под слоем отделочного покрытия, в глухих каналах строительных конструкций, в защитных трубах (стальных, металлобумажных), прокладываемых открыто или скрыто; подвижные проводки шланговым или ленточным кабелем в металлорукавах, резинотканевых шлангах или без защиты; в лотках и коробах со съемными крышками, выполненные изолированным проводом, проложенным пучками, в жгутах, трубах, металлорукавах или отдельно, а также кабелем; в кабельных траншеях, выполненные кабелем или проводом в стальных защитных трубах.

Вид и способ прокладки электропроводки выбирают в зависимости от назначения, даже подбирают плинтуса, характеристики окружающей среды, класса пожаро - или взрывоопасной зоны, марки провода и кабеля и условий монтажа. При покупке электропроводок, не забудьте про плинтуса, купить все это можно в Москве, как и в любом другом городе.

## Лекция 16 Схемы осветительных сетей

**Схема, количество и размещение пунктов управления освещением здания определяются:**

- а) схемой питания осветительной установки;
- б) количеством и расположением пунктов питания;
- в) назначением отдельных частей освещаемого здания;
- г) необходимым режимом действия осветительной установки, вытекающим из производственного режима работы в освещаемом помещении или в отдельных частях его;
- д) архитектурно-строительными особенностями освещаемого здания, расположением, в частности, входов и выходов, лестниц, наличием и расположением светопроемов естественного света;
- е) наличием и расположением диспетчерских пунктов для управления освещением.

Вопрос электроснабжения любого предприятия является самостоятельным большим вопросом, и здесь он будет рассмотрен только в той его части, которая определяет **схему управления освещением**.

### **Схемы питания осветительных установок**

Сети электрического освещения подразделяются на питающие, распределительные и групповые.

**Питающая осветительная сеть** – сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до вводного устройства (ВУ), вводно-распределительного устройства (ВРУ), главного распределительного щита (ГРЩ).

**Распределительная сеть** – сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов, щитков и пунктов питания освещения.

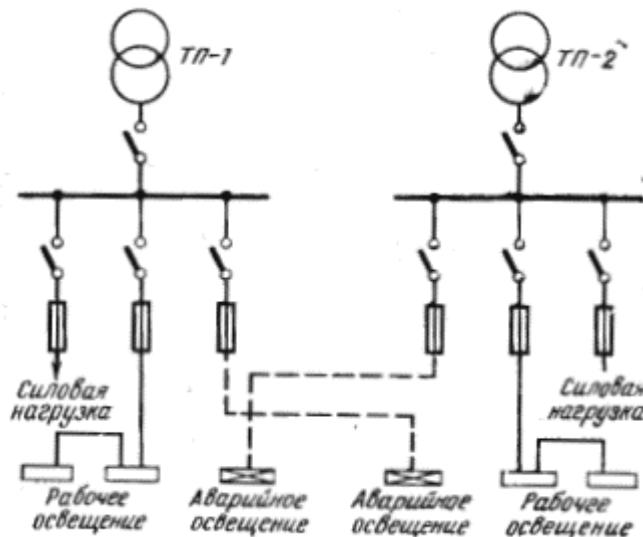
**Групповая сеть** – сеть от щитков до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Питание электрического освещения осуществляется, как правило, совместно с силовыми электроприемниками от общих трехфазных силовых трансформаторов с глухозаземленной нейтралью и номинальным напряжением на низкой стороне равным 400/230 В. Номинальное напряжение в таких сетях составляет 380/220 В.

Питание осветительной установки может производиться как от отдельных осветительных трансформаторов, так и от общих, совмещенных трансформаторов, питающих одновременно и силовую нагрузку. Отдельные осветительные трансформаторы устанавливают редко, когда силовые трансформаторы питают такую нагрузку, как сварочные аппараты или крупные двигатели, при включении которых резко изменяется напряжение.

**Групповой щиток** – устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников.

От распределительных щитов подстанций, питание осветительных сетей производится самостоятельными отдельными линиями. Каждый из них питает один или несколько групповых щитков в зависимости от их мощности и взаимного расположения. При питании магистралью трех и более (групповых) щитков их следует применять с аппаратами управления на вводе. В зданиях без естественного света вводные аппараты рекомендуется устанавливать на каждом из групповых щитков освещения, исключая те случаи, когда каждый щиток питается самостоятельной линией.

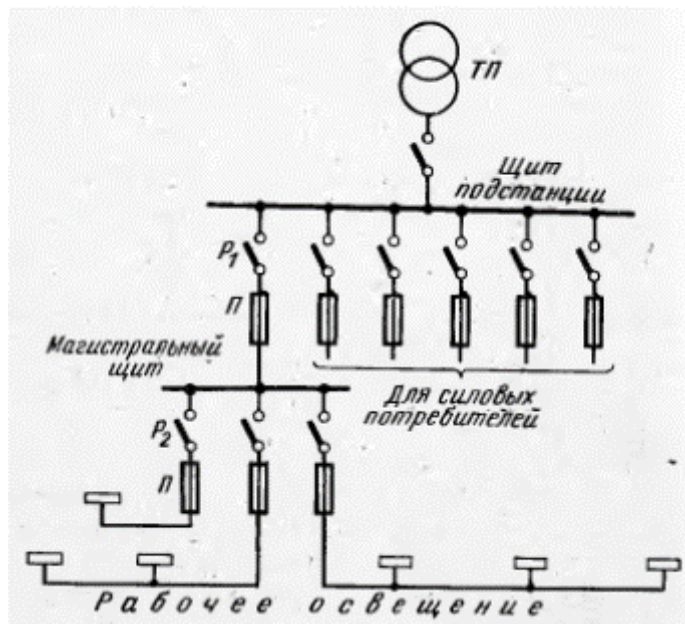


### Использования магистрального щита освещения

При большом числе осветительных линий для небольших нагрузок, а также при ограниченном числе панелей распределительного щита целесообразно на подстанции или вблизи ее устанавливать для питания групповых щитков освещения магистральный щит, подключаемый одной линией к щиту. Магистральный щит следует также устанавливать на вводе линии в здания с большой осветительной нагрузкой, удаленные от подстанции.

Групповые и магистральные щиты укомплектовываются аппаратами защиты и управления: рубильниками, автоматами, магнитными пускателями и другими аппаратами в зависимости от принятой для данной установки системы управления освещением. Как при местном, так и при дистанционном управлении освещением с этих щитков возможно включать и отключать полностью или частично освещение объекта.

Предпочтительно иметь совершенно самостоятельные, отдельные силовые и осветительные линии. Для этого есть много причин и, в частности, различие в режиме работы, надобность в рабочем освещении сохраняется и в периоды, когда силовая нагрузка и соответственно силовая сеть отключены для ремонта, ревизии, на время нерабочих праздничных дней и т. п.



В то же время, когда питающий трансформатор расположен на большом расстоянии от здания с небольшой осветительной нагрузкой, прокладывать отдельные силовые и осветительные питающие линии нерационально. В этом случае кабель, питающий щитки освещения, подключается к вводным контактам силовых щитков данного здания. Это обеспечивает независимость питания освещения от питания силовой нагрузки. Вблизи силового пункта на подключенном осветительном питающем кабеле устанавливаются аппараты защиты и управления. В складских пожароопасных помещениях такие вводные ящики устанавливаются снаружи здания.

### Использование магистральных и распределительных шинпроводов при электроснабжении осветительных установок

В настоящее время на промышленных предприятиях довольно широко применяется распределение электроэнергии без промежуточных щитков — по магистральным и распределительным шинпроводам. От этих шинпроводов в разных местах, в зависимости от

расположения потребителей электроэнергии, через специальные ящики в предохранителями и рубильниками отходят кабели к силовым сборкам.

При решении вопроса питания освещения от магистральных шинопроводов следует учитывать, что в определенное время они могут быть отключены, а освещение должно продолжать функционировать. Поэтому подключать питающие магистрали рабочего освещения следует не ко вторичным шинопроводам, а к головной части главных шинопроводов или к щиту трансформаторной подстанции.

Смотрите также: Схемы питания осветительных установок

### **Щитки освещения и пункты управление освещением**

В целях удобства эксплуатации и экономии электроэнергии число пунктов управления освещением должно быть по возможности минимальным. Число их можно существенно уменьшить, сосредоточив управление освещением на групповых или магистральных щитках. В этом случае местные выключатели сохраняются лишь для отдельных закрываемых помещений (вентиляционных камер, складов, конторских помещений и т. п.), а также для производственных площадок и участков, не являющихся проходными и посещаемыми обслуживающим их персоналом эпизодически (например, для ремонтных площадок кранов).

При большом числе щитков, удаленных друг от друга, число пунктов управления можно уменьшить путем централизации управления освещением непосредственно на щитах подстанций. Такое решение, как правило, рекомендуется принимать в случае, если число подстанций не более двух.

В больших производственных зданиях с недостаточным естественным светом или совсем без него не следует отказываться от централизованного управления освещением, так как и здесь включение и отключение электрического освещения производится сравнительно часто: в перерывы на обед и между сменами, при ремонтных работах и т. п. При работе в несколько смен управление освещением с большого числа щитков, особенно расположенных в малоудобных для прохода технических этажах зданий, превращается в сложную задачу, решение которой, как правило, успешно достигается применением дистанционного управления освещением.

### **Групповая осветительная сеть**

Очень важным вопросом при разработке в проекте вопросов управления освещением является разбивка всего количества устанавливаемых в помещении светильников на отдельные группы. Правильное решение этого вопроса предопределяет возможность организовать рациональную систему управления освещением и тем самым обеспечить удобную эксплуатацию осветительной установки и экономичное расходование электроэнергии для освещения.

Прежде всего в помещениях с боковыми окнами надо управлять рядами светильников, параллельными окнам. Это создает возможность с наступлением темноты включать не все светильники одновременно, а по частям: сначала в части помещения, удаленной от окон, и затем, по мере снижения естественной освещенности, в остальной части. Так же и в утренние часы: сначала выключается ряд светильников у окон, а затем, по мере увеличения естественной освещенности, ряд за рядом в глубину помещения.

При разбивке осветительной установки на группы и, следовательно, на самостоятельно управляемые части следует учитывать также особенности и условия организации производства в освещаемом помещении.

Если в большом освещаемом помещении расположено несколько различных и самостоятельных цехов или отделений, то желательно так сгруппировать светильники, чтобы работникам каждого из цехов можно было обслуживать, включать и выключать только свои группы, свою часть осветительной установки.

Если в помещении имеются несколько поточных линий и различные технологические участки с различным режимом работы, то следует так организовать управление группами светильников, чтобы можно было выключить часть из них на тех участках помещения, где по условиям производства в них нет необходимости.

При разбивке светильников на группы следует учитывать, что в производственных зданиях с особо пыльной средой (агломерационные фабрики, цементные заводы и т. д.), а также в зданиях, загроможденных оборудованием (технологическим, сантехническим и т. п.), естественное освещение через окна и фонари, как правило, не обеспечивает днем нормальных условий видения, что требует постоянного включения освещения в течение всего времени работы.

Во всех производственных помещениях необходимо предусматривать выделение в отдельной или отдельных группах небольшой части светильников для создания в помещении небольшой освещенности в то время, когда цех не работает и надо обеспечить только возможность охраны и уборки его. Если в помещении имеется аварийное освещение, то выделять отдельные небольшие группы светильников не следует, так как функции «дежурного» освещения будут выполнять светильники аварийного освещения.

#### **Управление освещением автоматизированных цехов**

Специфические особенности имеет управление освещением автоматизированных цехов. Групповая осветительная сеть автоматизированных цехов должна быть так запроектирована, чтобы на периоды, когда в цеху не производятся наладочные работы, имелась возможность отключения части общего освещения. Установки общего освещения автоматизированных цехов должны состоять из двух независимо друг от друга управляемых частей. При работе обеих частей осветительной установки по площади цеха создается освещенность, выбранная по нормам для данного цеха. При отключении большей части установки остающаяся во включенном состоянии «дежурная» часть ее обеспечивает освещенность, достаточную для общего наблюдения за работой механизмов.

Управление освещением автоматизированных, как и других, цехов должно быть удобным в эксплуатации, включение и выключение светильников должны производиться без больших потерь времени. В некоторых случаях схемы управления должны обеспечивать возможность включения и выключения освещения не из одного, а из двух мест. В других случаях рационально управление сосредоточить в одном месте — на пульте у диспетчера цеха. Это даст возможность при пользовании средствами телевизионной техники включать полное освещение для получения на экране телевизора более отчетливого изображения контролируемого технологического процесса.

#### **Пофазное управление светильниками**

В производственных помещениях в зависимости от количества светильников и мощности ламп в них применяются однофазные (фаза и нуль), трехфазные (три фазы и нуль) и реже двухфазные (две фазы и нуль) группы. Рекомендуется при трех- и двухфазных группах предусматривать пофазное управление светильниками, т. е. устанавливать не трех- и двухполюсные, а однополюсные выключатели, чем создается большая гибкость в управлении освещением. Необходимо, конечно, при этом равномерно и правильно распределить светильники по фазам.

В трехфазных группах светильники присоединяются к фазам в следующем порядке:

- а) А, В, С, С, В, А ... — если нет необходимости в управлении по участкам или в равномерном уменьшении освещенности;
- б) А, В, С, А, В, С ... — если необходимо обеспечить при отключении одной или двух фаз достаточно равномерную уменьшенную освещенность по всей площади помещения;
- в) А, А, А, ..., В, В, В, ..., С, С, С ... — если в тех же случаях необходимо сохранить полную освещенность только на части площади цеха.

#### **Управление аварийным освещением**

Управление аварийным освещением должно во всех случаях производиться со щитков, число которых должно быть минимально возможным. Устанавливать выключатели, помимо щитков, следует только в отдельных помещениях, которые не используются для проходов и где обслуживающий персонал не находится постоянно (залы заседаний, гардеробы, нормально закрытые производственные помещения).

#### **Управление освещением в жилых зданиях**

В жилых зданиях схема питания должна обеспечивать возможность отдельного питания потребителей квартир и объектов коммунального и другого назначения. Это вызывает необходимость установки, кроме вводной панели щита, еще дополнительно двух или трех панелей. Более рационально применять единый комбинированный распределительный пункт с необходимой коммутационной и защитной аппаратурой. Питающий кабель к распределительному пункту подключается через рубильник, при помощи которого можно полностью отключить электросеть дома. Коммутационная схема распределительного щита обеспечивает отдельное питание квартир, коммунальных, общедомовых потребителей, лестничного освещения и наружного освещения

## Лекция 17 Монтаж открытых электропроводок

Открытая электропроводка – это совокупность кабелей, проводов, крепежных, поддерживающих и защитных деталей и изделий, выполненная по внешним поверхностям строительных конструкций:

- стен;
- перекрытий;
- других сооружений.

Выполнение открытой проводки может осуществляться непосредственно по поверхностям, а также на изоляторах или в электротехнических трубах, коробах и подобных им изделиям.

Несомненным достоинством такого способа монтажа является простота ремонта, изменения или создания новых трасс прокладки. Если говорить о безопасности, то выполненная с соблюдением норм и правил установки электропроводка любого типа будет безопасна.

Основные требования к технологии монтажа в зависимости от характеристик несущей конструкции и кабеля приведены в таблице.

Провод	Основание	
	Сгораемое	Трудно или не сгораемое
Не защищенный или в сгораемой оболочке	На роликах или с несгораемой подкладкой	Непосредственно
В трудно или не сгораемой оболочке	Непосредственно	Непосредственно
Не защищенный, в сгораемой или трудно сгораемой оболочке	В не сгораемых трубах и коробах	В не или трудно сгораемых трубах и коробах

При прокладке электропроводки на изоляторах (роликах) расстояние в свету от кабеля или провода до сгораемой поверхности должно составлять не менее 10 мм.

При использовании подкладки из несгораемого материала она должна выступать с каждой стороны провода не менее чем на 10 мм.

### ПРОКЛАДКА ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

#### Монтаж проводки на роликах.

Это винтаж. Раньше такой способ был единственным и материалы стоили недорого. Сейчас, поскольку это модно, провода под старину, ролики и электроустановочные изделия выдержанные в едином стиле стоят дорого.

Если не брать в расчет престиж, то способ может быть удобен в деревянных домах со стенами из оцилиндрованного бревна.

По такой неровной поверхности открыто проложить проводку можно разве что еще в гофрошланге, который смотрится не лучшим образом .

#### Прокладка проводки в гофрошланге.

Этот вариант (фото 1) имеет такие плюсы как:

- невысокая стоимость расходных материалов;
- простота и скорость монтажа;
- возможность размещения в одной гофре нескольких кабелей.

В последнем случае следует учесть, что сечение проводов нужно брать с запасом, чтобы избежать их перегрева и возгорания.

В остальном технология проста до предела:

1. Провод затягивается в гофрошланг специально предусмотренной на стадии ее производства протяжкой (провоолокой).

2. Размечается трасса электропроводки, вдоль которой с небольшим шагом устанавливаются клипсы.

4. Гофра с протянутым проводом вставляется в клипсы (на фото справа от коробки).

### **Монтаж открытой проводки в коробах.**

Технология похожа на работу с гофрошлангом. Тяжелее обеспечить идеально ровное крепление, поэтому трудозатраты несколько больше.

Несомненный плюс – большое разнообразие цветовых решений. Подобрать короб можно практически для любого интерьера. Посмотрите фото 2. Не сразу скажешь, что под розеткой проходит электромонтажный короб.

Кстати, это я сделал у себя на даче и очень доволен, что не стал связываться со скрытой прокладкой электропроводки.

### **Монтаж электропроводки в плинтусе.**

Плинтус для прокладки проводки по сути представляет собой тот же самый короб, только иного профиля. Единственно, что идет он по полу или потолку и, естественно, в глаза не бросается. Но от подъемов к розеткам и спускам к выключателям никуда не деться.

### **Прокладка непосредственно по несущей конструкции.**

Провод при этом крепится скобами. На мой взгляд достаточно неудобно, особенно при параллельном размещении нескольких линий. Внешний вид также оставляет желать лучшего.

Так считают многие, поэтому этот способ не популярен, хотя из всех перечисленных по материальным затратам является наиболее дешевым.

## **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОТКРЫТОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ**

Монтаж электрики на даче и в деревянном доме, безусловно лучше делать открытым способом:

- дешевле;
- быстрее;
- удобней при ремонте или изменении схемы проводки.

В качестве несущей и защитной конструкции оптимальным будет короб или плинтус. По стенам их можно проложить достаточно эстетично, но при подключении освещения потолочная прокладка может выглядеть не совсем хорошо. В этом случае возможно скомбинировать два типа проводки: по стенам проложить открыто, а за потолком – скрыто.

При скрытой прокладке по сгораемым поверхностям ПУЭ предписывает использовать металлическую трубу. Это, конечно, дорого, но в рассматриваемом случае объемы скрытых работ невелики, значит и затраты вырастут незначительно.

Кстати, проходы через стены и перекрытия тоже надо делать в трубах.

В любом случае следует внимательно относиться к выбору автоматических выключателей и обратить внимание на соответствие их характеристик сечению применяемых проводов. Здесь есть определенные нюансы и в статье по указанной ссылке они рассмотрены.

Вариант с открытой проводкой под старину я не рассматриваю – это дорого и на любителя.

## Лекция 18 Монтаж скрытых электропроводок

В официальную техническую документацию включена сводка основных мер и правил безопасности (ПУЭ) при эксплуатации электрического оборудования в доме. В соответствии с ней монтаж скрытой электропроводки допустим далеко не всегда. Теоретически реализовать его можно везде, но фактическое несоответствие нормам может привести к печальным последствиям.

### Когда скрытая проводка недопустима

Для начала нужно разобраться в двух основных разновидностях скрытой электропроводки. Она бывает несменяемой, замоноличенной в стене и сменяемой (в трубах, размещаемых в стене). Серьезные сложности возникают при установке системы внутри бетонной стены. Процесс сопровождается штроблением, но в панельных домах существуют особые ограничения на этот счет. Намного проще сделать штробы для проводов в кирпичной стене: она легко разрезается, кабель удобно крепится внутри подобных бороздок.

Допустимость монтажа скрытой проводки регламентируется не только правилами электрической безопасности, но и строительными нормами. Например, категорически запрещено выполнять штробление одинарного кирпича марки М-150, поскольку данный процесс приведет к разрушению рифленой части материала. Также запрещено размещать скрытые провода внутри домов из сруба. Скрытая проводка по сгораемым основаниям запрещена

### В чем преимущества скрытой проводки

Для начала обратите внимание на следующее: скрытая проводка в каркасном доме или квартире подразумевает разрушение облицовки на стенах и потолке, может повредиться напольная поверхность, поэтому о необходимости ее монтажа или частичной замены следует задуматься каждый раз, когда выполняется капитальный ремонт помещения. Гораздо удобнее осуществлять процесс на новых объектах.

Основные достоинства организации скрытой разводки кабеля:

- Все части системы спрятаны под облицовочным слоем из штукатурки или гипсокартонных листов, благодаря чему не портится внешний вид помещений.
- Высокий уровень пожарной безопасности при условии, что стены изготовлены из бетона или другого материала, не поддерживающего горение. Даже при воспламенении огонь не будет распространяться, поскольку в стенах не будет ни кислорода, ни легковоспламеняющейся среды.
- Кабель, спрятанный данным способом, хорошо защищен от воздействия ультрафиолета и механических ударов, что повышает срок эксплуатации всей системы.

Недостатки этого метода в первую очередь связаны со сложностью монтажа, необходимостью разрушать стены и трудностями, возникающими при ремонте и обслуживании проводки. Кабель и прочие элементы спрятаны под слоем штукатурки, поэтому при необходимости вам придется каждый раз его снимать. Всего этого нельзя сказать об электрических системах, обустроенных открытым способом.

*«Однако скрытая проводка — самое актуальное, надежное, безопасное и верное решение для любого капитального жилья. В домах из сруба, гараже, бане и подобных строениях можно воспользоваться открытой электропроводкой.»*



## **Устройство скрытой проводки**

Скрытая проводка может быть выполнена двумя методами. Первый, классический вариант — размещение кабелей и элементов сети внутри штроб или под обшивкой. Второй вариант, набирающий популярность в последнее время, — использование специальных труб и кабель-каналов. Фактически провода спрятаны от глаз, но расположены не внутри стены.

Однозначно назвать проводку скрытой можно лишь в первом случае, когда кабель спрятан внутри строительных конструкций. К последним относятся перегородки, различные перекрытия, пол, стены и потолок. В большинстве случаев данный вариант подразумевает проделывание специальных штроб. Для их изготовления используют штроборез или болгарку, однако можно обойтись перфоратором или скапелем с молотком. Те самые трубы и каналы из второго метода должны присутствовать и в первом: их закладывают в штробы, чтобы повысить защиту проводов.

Крепление кабель-каналов к поверхности стен и потолка с последующим размещением внутри проводов является скорее методом организации открытой электропроводки.

### **Требования к скрытой проводке в доме**

Основным требованием при обустройстве скрытой проводки в жилом доме является повышенный уровень пожарной безопасности. Поэтому, если работы выполняются в деревянном доме, для размещения проводов важно использовать специальные стальные или поливинилхлоридные трубы. В кирпичном или бетонном строении кабель можно прятать в обычные штробы или гофротрубу, расположенную за обшивкой из гипсокартона и других материалов.

*«Вторым важным требованием является доступность электропроводки и возможность выполнить оперативную замену. Нужно создать такую систему, которая позволит без особых трудностей выполнить замену или модификацию линии без снятия обшивки стен и других разрушений.»*

Однако нередко ситуации, когда из-за каких-либо незапланированных обстоятельств это требование вынужденно не соблюдается. Сложно представить ситуацию, в которой появляется возможность пробить в стене штробу, габариты которой подойдут для размещения трубы. Поэтому для обеспечения сменяемости остается использовать гофротрубы, спрятанные под обшивкой (а не штукатуркой) или под полом.

Наиболее специфичное требование к монтажу скрытой проводки связано с маршрутом пролегания кабельной линии. Хаотичная прокладка кабеля в стене недопустима: избегайте ситуаций, когда в одном месте трасса движется параллельно стене, а в другом неожиданно сворачивает по диагонали.

С одной стороны, так вы сэкономите материалы и время, с другой, проигнорируете важное правило, из-за чего в дальнейшем усложните задачу по поиску проводки. Кабельная линия должна располагаться строго по вертикали или горизонтали под потолком либо на высоте 2,5 м. Провода под полом должны двигаться параллельно паре стен. В будущем вам, возможно, придется сверлить стены, чтобы повесить картину или полку. Если кабель будет расположен как душе угодно, то возрастает риск ошибки, связанной с попаданием сверла прямо в провод. Сломается электродрель, будет нарушена функциональность самой проводки, а в редких случаях можно получить серьезный удар током.

## Лекция 19 Монтаж электропроводок в трубах

### Рекомендации по прокладке электропроводки в трубах

Чаще всего такой вариант укладки проводов используют в особо сырых помещениях, а также в тех постройках, которые возведены из легковоспламеняющихся материалов, к примеру, дерева.

Достоинства проведения проводки по металлическим и ПВХ трубам заключается в сл.:

1. Электропроводка надежно защищается от механических повреждений и неблагоприятных погодных условий (если монтаж электросети будет производиться на улице).

2. При необходимости можно запросто заменить проводку в квартире, аккуратно вытащив кабель и пропустив новый проводник по уже готовой трассе. К тому же в данном случае не нужно будет повреждать отделку стен для замены.

3. В деревянных домах будут соблюдены все нормы по электробезопасности. (Согласно ПУЭ при проходе кабеля через деревянную стену, нужно обязательно защищать проводник металлической трубой либо рукавом.)

4. При проведении электросети под землей будет обеспечена защита электропроводки от грызунов – в частности кротов, которые очень часто перегрызают изоляцию и повреждают линию.

5. Во влажных помещениях при монтаже проводки в трубах линия будет надежно защищена от влаги, а в слишком пыльных комнатах соответственно от пыли.

Монтаж заключается в создании магистрали и запуске в нее кабеля.

Пластмассовые трубы рекомендуется использовать при электромонтажных работах на поверхности открытым способом, а также в бетонной стяжке пола.

### **Пластик.**

Технология прокладки кабеля состоит из следующих этапов:

- 1) Согласно электрической схеме стены либо пол размечаются маркером.
- 2) Через каждые 50-90 см магистраль крепится к поверхности клипсами либо скобами.
- 3) Кабель протягивается внутрь с помощью специальных протяжек – капроновых либо стальных (проволоки).

4) Трубы соединяются с распределительными коробками (местами соединения проводов) и между собой с помощью специального паяльника.

5) Если монтаж производится в полу, поверх готовой трассы заливается бетонная стяжка. Заметим, что при горизонтальной укладке магистрали нужно организовать небольшой уклон в сторону распределительных коробок для отвода конденсата.

Требования к электромонтажным работам сл.:

1. Категорически запрещается производить соединение электрических проводов в трубах. Все соединения должны находиться исключительно в распределительных коробках, что не нарушает правила ТБ.

2. Ни в коем случае не сгибайте трассу более чем на 90 градусов. В противном случае произвести замену кабеля не удастся, т.к. он будет зажат на повороте.

3. При монтаже электропроводки во влажных и пожароопасных помещениях обязательно нужно уплотнять место соединения элементов, стык с распределительной коробкой, а также сделать герметичный ввод.

4. В полу и кирпичных стенах лучше использовать гладкие ПНД трубы.

5. Минимальное сечение провода, который будет проведен внутри, должно составлять не менее 1 мм<sup>2</sup> согласно правилам ГОСТ.

### **Металл**

Альтернативным решением яв. использование металлических (как оцинкованных, так и железных) труб для монтажа скрытых электропроводок.

Такой вариант предпочтителен в том случае, если кабель нужно проложить в земле либо в деревянной поверхности.

#### Технология прокладки кабеля:

1) Как и в предыдущем случае трубы укладываются согласно созданному чертежу.  
2) Для соединения элементов используется сварочный аппарат либо резьба с обеих сторон.  
3) Производится заземление металлических конструкций, а также организация уклона в сторону распределительной коробки.

4) Поверхность защитных элементов окрашивается для предотвращения коррозии.

5) Кабель протягивается внутрь с помощью капроновой протяжки либо металлической проволоки.

6) Магистраль крепится через каждые 50-90 см с помощью металлических скоб.

#### Требования к монтажу электропроводки в железных трубах:

1. При скрытой проводке в полу не следует производить покраску металлических элементов, т.к. это ухудшит сцепление бетонного раствора с металлом.

2. Требования к перегибу, соединению проводов, герметизации стыков и минимальному сечению жил остаются такими же как и для пластмассовых труб.

3. Чтобы не повредить изоляцию проводки в месте ее выхода на поверхность, концы стальных трубок нужно оконцевать втулками.

4. Для быстрой разборки магистрали рекомендуется избегать сварочных соединений, заменяя их резьбовыми.

5. Если помещение сухое и без пыли, в месте стыка участков можно обойтись и без дополнительной герметизации.

## **Лекция 20 Монтаж электропроводок на лотках и в коробах**

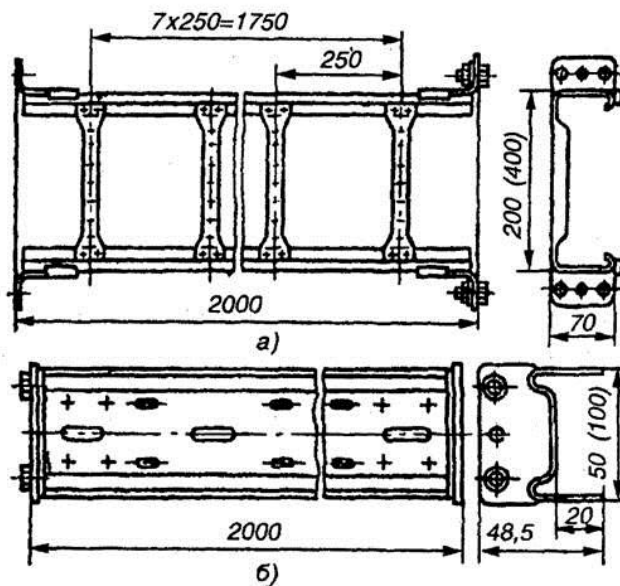
В помещениях, где допускается открытая прокладка проводов и кабелей, использование лотков и коробов позволяет значительно сократить трудоемкие операции крепления проводок и обойтись без дефицитных труб. Такой вид прокладки обеспечивает хорошие условия охлаждения проводов (кабелей), возможность замены их и свободный доступ к ним в процессе эксплуатации.

Лотки для электропроводок выпускают секциями длиной 2 м: сварные — шириной 200 и 400 мм, перфорированные — 50 и 100 мм.

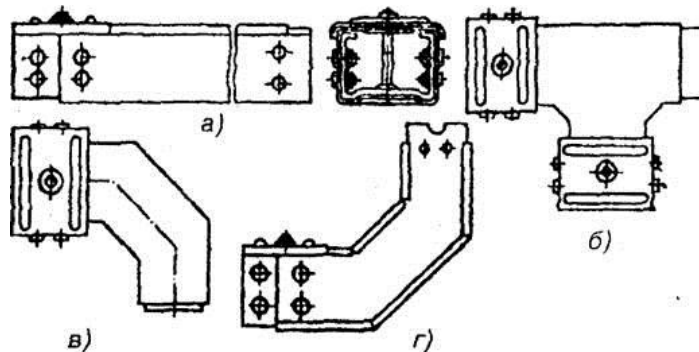
Лотки устанавливают на высоте не менее 2 м от уровня пола или площадки обслуживания; в помещениях, обслуживаемых специально обученным персоналом, высота расположения лотков и коробов не нормируется.

Металлические лотки НЛ устанавливают на сборных кабельных конструкциях, элементах строительных и технологических конструкций, кронштейнах и подвесках. Шаг крепления кабелей — 250 мм.

Все соединения при монтаже выполняют резьбовыми деталями крепления. Для надежного электрического контакта в местах соединения прямых окрашенных лотков фланцы имеют гальваническое покрытие. Электрический контакт вспомогательных элементов с прямыми окрашенными лотками обеспечивается стопорными шайбами либо зачисткой мест контакта.

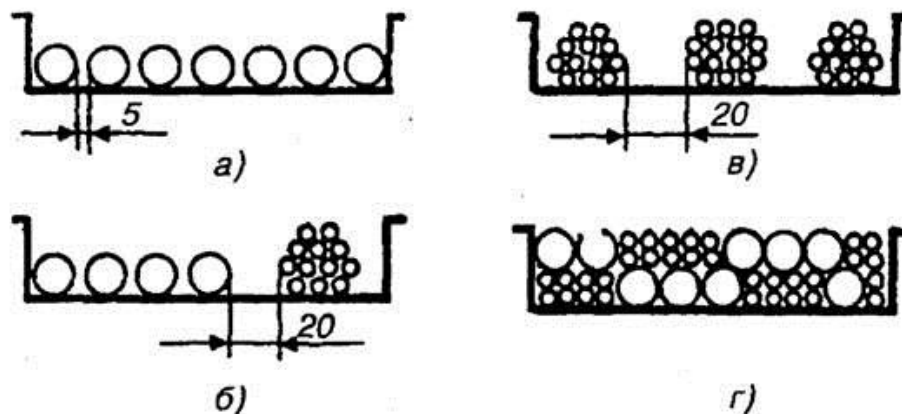


Металлические прямые лотки: а - НЛ40-П2 и НЛ20-Ш; б-НЛ5П2 и НЛ10-П2



Стальные электротехнические коробки серии У: а — прямой; б— тройниковый; в — угловой для измерения трассы в горизонтальной плоскости; г — угловой для изменения трассы в вертикальной плоскости

Стальные одноканальные коробки серии У усовершенствованной конструкции допускают увеличенную нагрузку, обеспечивают прокладку трассы с необходимыми поворотами; их используют для вертикальной прокладки сетей. Надежную электрическую связь секций коробки осуществляют соединением элементов болтами.



Способы прокладки проводов и кабелей на лотках: а рядами; б — пучками; в — пакетами; г — многослойная

Операции монтажа электропроводок в лотках и коробах выполняют в определенной технологической последовательности. Сначала разметочным шнуром размечают трассу с соблюдением мест установки опорных и поддерживающих конструкций и точек их крепления к строительным элементам здания. Расстояние между точками крепления лотков принимают равным 2—2,5 м, коробов — не более 3 м. Затем устанавливают или подвешивают опорные конструкции на кронштейнах или консолях, перфорированных полосках и профилях, закрепляя их распорными или пристреливаемыми дюбелями.

Опорные конструкции приваривают к закладным частям и металлическим конструкциям здания, либо подвешивают в пролетах цехов на несущих тросах и тросовых подвесках растяжками. При пересечении лотка или короба с трубопроводами, расстояние от трубопровода до опорной конструкции должно быть не менее 50 мм, при параллельном следовании — не менее 100 мм, для трубопроводов с горячей жидкостью или газами соответственно не менее 100 и 250 мм.

После этих операций из отдельных секций лотков собирают блоки по 6—12 м, соединяя их планками на болтах. При прокладке коробов на тросовых подвесках предусматривают уклон в сторону спуска к электроприемникам. Далее готовят мерные отрезки проводов, в местах их соединений и на концах снимают изоляцию, прозванивают, скручивают жилы, контролируют правильность соединений, в нужных местах устанавливают коробки или сжимы, собирают в пучки, бандажируют, маркируют бирками. Число проводов в пучке должно быть не более 12, наружный диаметр пучка — 0,1 м. Расстояние между бандажами на горизонтальных пучках 4,5 м, на вертикальных — не более 1 м.

При прокладке проводов и кабелей в лотках рядами, пучками и пакетами выдерживают промежуток: при однослойной прокладке — в свету 5 мм; при прокладке пучками — 20 мм; между проводами при многослойной прокладке — без промежутков.

При прокладке проводов и кабелей в коробах высота слоя в одном коробе не должна превышать 0,15 м. Мерные отрезки с барабанов или бухт разматывают и укладывают на лотки с помощью приспособлений, роликов и желобов.

В местах поворотов трасс, на ответвлениях, при вертикальной и горизонтальной прокладке лотков плашмя провода и кабели крепят через 1 м, при прокладке коробов крышкой вниз их крепят через 1,5 м, в сторону — через 3 м. На прямых горизонтальных участках крепить провода в коробах не следует.

На концах лотков и коробов, поворотах трассы и ответвлениях, а также в местах подключения проводов к электрооборудованию устанавливают маркировочные бирки. Соединенные в магистраль лотки или короба заземляют не менее чем в двух удаленных друг от друга местах с противоположных сторон линии и дополнительно в конце ответвления. При этом проверяют непрерывность цепи «фаза-нуль», контактных соединений и измеряют мегаомметром сопротивление изоляции.

## Лекция 21 Монтаж шинопроводов напряжением до 1кВ

При монтаже открытых токопроводов или шинных магистралей сначала в заготовительных мастерских готовят алюминиевые шины. Для этого их правят, сваривают между собой в рулоны длиной 50—300 м и наматывают на кассеты. Шинодержателями комплектуют крепежные конструкции с изоляторами, подбирают изоляционные вставки, шинные распорки и натяжные устройства. Комплект всех материалов открытого токопровода доставляют на место монтажа в цех. После этого устанавливают концевые и промежуточные конструкции. На промежуточных конструкциях закрепляют раскаточные ролики. Используя электрическую лебедку, разматывают шины с кассет и натягивают их поверх нижнего пояса ферм. Размотку шин начинают со средней шины. Один конец ее закрепляют на изоляторе с помощью шинодержателя, а второй — в натяжном устройстве, после чего натягивают шины в анкерном пролете. Размотку и натяжку крайней внутренней шины осуществляют после предварительного укрепления оттяжками натяжных конструкций. Затем натягивают наружную шину.

Далее снимают раскаточные ролики и укладывают шины в шинодержатели, устанавливают шинные распорки и производят окончательное натяжение шин с помощью натяжных винтов концевых шинодержателей. В шинодержателях, установленных на промежуточных конструкциях, шины должны свободно перемещаться вдоль линии. По концам магистрали, а также при переходе токопровода через температурные швы здания и в местах установки секционных разъединителей делают анкерные натяжные крепления.

Защищенные или закрытые шинопроводы монтируют укрупненными блоками, предварительно собранными в мастерских. Магистральные шинопроводы ШМА обычно комплектуют в блоки длиной 12 м из трех-четырёх секций по 3 м или из двух секций по 4,5 м. В соответствии с разбивкой трассы шинопровода секции сваривают или соединяют болтовыми сжимами и выполняют изоляцию стыков.

Секцию или блоки укладывают на автомашину с прицепом (специальный трейлер) в один ряд; в два ряда — только при транспортировке в специальных контейнерах. Укладывать секции или блоки навалом на разрешается.

Разметку оси прокладки шинопроводов и мест укладки опорных конструкций производят в соответствии с рабочими чертежами. Для этого используют гидростатический уровень и отвес или нивелир. Отметки строительной части дает строительная организация.

Магистральные шинопроводы прокладывают на кронштейнах по фермам, колоннам, стенам, балкам, на стойках, устанавливаемых на полу, или подвешивают под перекрытием. Монтаж начинают со сложных узлов: с вертикальных участков или присоединительных секций на подходах к КТП. Вертикальные участки начинают монтировать с нижней угловой секции и затем наращивают шинопровод вверх до отметки верхнего горизонтального участка. Горизонтальные прямые участки шинопровода, секцию с компенсатором и подгоночные секции монтируют в последнюю очередь. Как правило, в цехе устанавливают несколько КТП, при этом магистральные шинопроводы от соседних КТП соединяют через секционные автоматические выключатели.

Ответственной операцией является фазировка соединяемых шинопроводов. Необходимое чередование фаз обеспечивают с помощью фазировочных секций, устанавливаемых на подходе к КТП.

На опорные конструкции поднимают блоки электролебедками или мостовым краном. Крепление блоков, сборку и сварку стыков и другие монтажные работы выполняют с автогидроподъемника, самоходных подмостей или мостового крана.

При монтаже с автогидроподъемника к нижнему поясу ферм крепят монтажный ролик, через который пропускают трос лебедки. К концу троса крепят траверсу с укрепленным на ней блоком. Лебедкой управляют с пола. Концы блока удерживают от разворота с помощью веревочных оттяжек.

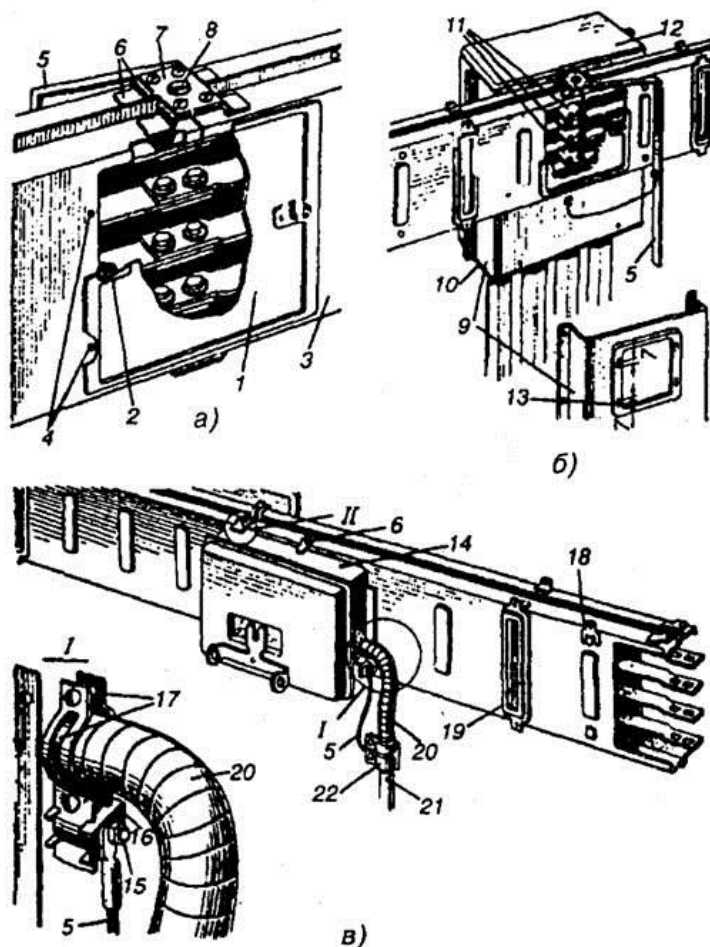
С самоходных подмостей монтаж производят аналогично описанному выше способу. Смежные секции стыкуют после подъема и установки блоков на места креплений. При монтаже смостового крана на настиле крана оборудуют монтажную площадку.

Прогрессивной технологией является монтаж шинопроводов ШМА на 1600 А укрупненными блоками. Секции шинопровода длиной 12 м собирают в длинномерные плети (100 м и более) до подъема их на проектную отметку. Предварительно их раскладывают автомобильным краном на «козлах», установленных на черновом полу цеха или на временных кронштейнах, закрепленных на колоннах по оси подъема. Стыки стягивают шпильками, сваривают сверху и снизу, изолируют и закрывают крышками. После этого плеть поднимают на проектную отметку лебедкой с использованием монтажных блоков, подвешенных к нижней полке подкрановой балки.

Продолжительность монтажа шинопроводов при этом способе сокращается более чем в 2 раза, уменьшаются трудовые затраты, значительно улучшаются условия и качество монтажа.

Распределительные шинопроводы монтируют над полом, на стенах и колоннах на специальных опорных конструкциях: стойках-кронштейнах, подвесах. Опорные конструкции устанавливают заблаговременно, в период подготовки и комплектования секций. Расстояние между соседними опорными конструкциями принимают не более 3 м. Секции шинопровода тщательно осматривают, удаляют консервирующую смазку с контактных поверхностей токоведущих шин коробов секций и ответвительных коробок в местах заземления.

Секции после подъема на опорные конструкции закрепляют нажимными болтами. При этом нулевая шина должна располагаться сверху. Соединение шин секций производят болтовыми контактами. Короба смежных секций соединяют винтами и соединительными планками.

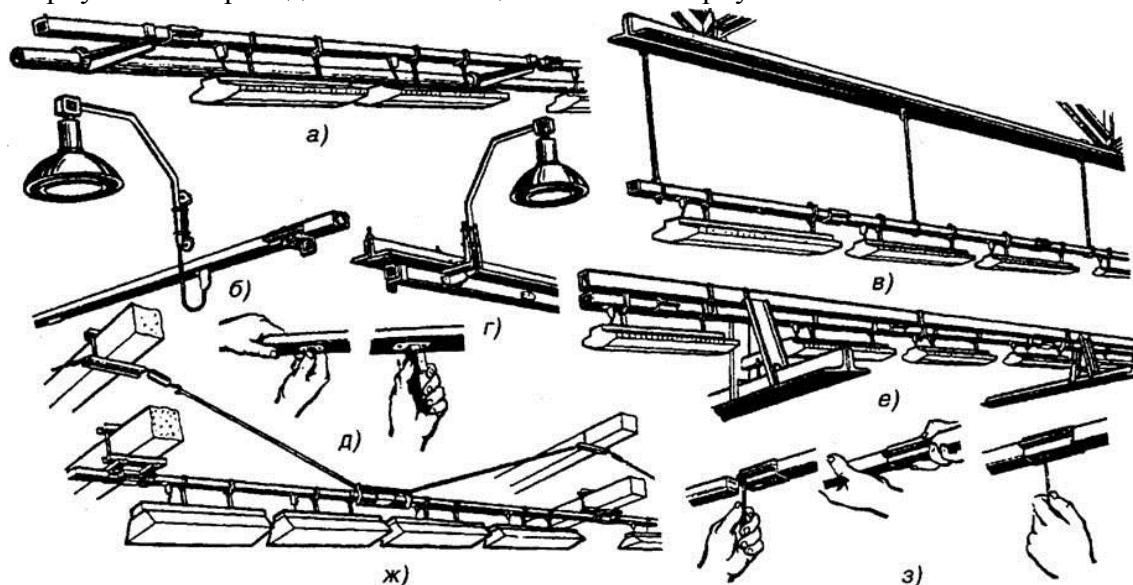


Монтаж распределительного шинопровода:

а — соединение секций; б, в — вводная и ответвительная коробки; 1 — съемная крышка монтажного окна; 2 — прижим; 3 — концы стыкуемых секций; 4 — отверстия для крепления корпуса вводной коробки; 5 — проводник сети заземления; б — лапки; 7 — соединительная планка; 8 — отверстия для приварки планки к лапкам; 9 — задняя стенка вводной коробки; 10 — съемное дно; 11 —

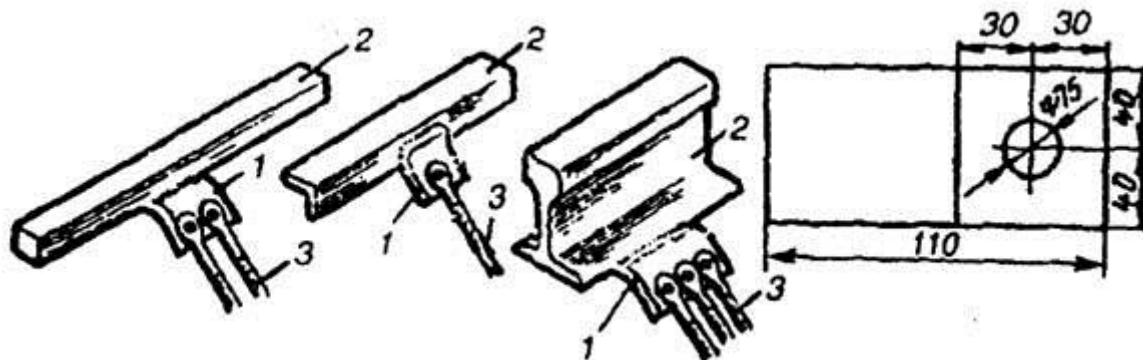
присоединительные элементы вводной коробки; 72— вводная коробка; 13— удлинение отверстий для ввода сверху; 14 — ответвительная коробка; 15 — болт заземления; 16 — швеллерообразный элемент; /7— скобы; 18— вилка; 19— заглушка; 20— металлорукав; 21 — труба; 22— муфта

Перед включением шинопровода под напряжение проверяют наличие крышек на занятых коробками монтажных и штепсельных окнах, наличие торцевых крышек на концах шинопровода, надежность всех контактов в цепи заземления от электроприемника до корпуса и самого корпуса шинопровода с заземляющей сетью электроустановки.



Монтаж осветительных шинопроводов ШОС:

а — установка на кронштейнах, закрепленных на трубопроводе; б — крепление шинопровода на кронштейне к стене; в — подвеска шинопровода вдоль металлических ферм на полосовых подвесах; г — крепление шинопровода к ферме с помощью подвески; д — подсоединение светильника через штепсельный соединитель; е — укладка шинопровода на несущей прямоугольной трубе поперек нижнего пояса металлических ферм с помощью стоек; ж — укладка шинопровода поперек железобетонных ферм с промежуточным тросовым креплением; з — соединение секций шинопроводов



Токопроводящие планки на стальных троллеях: 1 — планка; 2— троллей; 3 — провода

Осветительные шинопроводы крепят к металлоконструкциям здания на подвесах самостоятельно или вместе с распределительным шинопроводом. Соединение смежных секций и подсоединение светильников выполняют штепсельным контактом. Светильники подвешивают с помощью хомута с крючком или крепят к строительным конструкциям.

Открытые крановые троллеи монтируют укрупненными блоками (обычно длиной 6 м). Троллеи с конструкциями, изоляторами, крепежными деталями, отрихтованными шинами подпитки доставляют на место монтажа блоками.

Вдоль трассы троллейной линии блоки раскладывают. Затем их поднимают, крепят к подкрановым балкам и стыкуют. Укрупненные блоки троллеев поднимают мостовым краном, электролебедками или другими подъемными средствами. Кронштейны к металлическим балкам крепят электросваркой, а к железобетонным — шпильками. Работы выполняют с монтажных люлек, подвешенных к мостовому крану или передвижным подмостям.



Между осями крепления кронштейнов расстояние не должно быть более 3 м. После окончательной выверки сваривают троллеи смежных блоков, приваривают температурные компенсаторы и подсоединяют питающие линии. К стальным троллеям алюминиевые провода подсоединяют через троллейные планки.

Выполняя операции по монтажу троллеев, соблюдают следующие требования: отклонения троллеев от основных осей по горизонтали допускается не более 10 мм, по вертикали — не более 20 мм; зазор между торцами троллеев у температурных швов здания — не менее 50 мм; расстояние между токоведущими и неизолированными конструкциями должно быть не менее 50 мм. Торцы троллеев на стыках зашлифовывают так, чтобы был обеспечен свободный переход токосъемника. Троллеи каждого участка между компенсаторами закрепляют жестко в средней точке, а в остальных местах креплений должна быть обеспечена возможность продольного перемещения. У троллеев ремонтного участка по длине стыка оставляют воздушный зазор не менее 50 мм, при этом по обе стороны стыка устанавливают троллеедержатели.

## **Лекция 22 Порядок сдачи-приемки осветительной сети**

При осмотре вновь смонтированных внутрицеховых электросетей и электроосветительных установок приемочная комиссия обращает внимание на то, чтобы:

- 1) электропроводка была хорошо закреплена и не имела провисаний;
- 2) провода и кабели имели защиту в тех местах, где они могут подвергаться механическим повреждениям, а в местах сближения с горячими трубопроводами были снабжены тепловой защитой или имели теплостойкую изоляцию;
- 3) при прокладке кабелей в каналах производственных помещений они не ИМЕЛИ покрова из опасной в пожарном отношении кабельной пряжи;
- 4) трубы не имели вмятин или иных повреждений;
- 5) проходы незащищенных проводов через стены, где обычно скапливается влага и пыль, были выполнены в изоляционных трубах;
- 6) высота подвеса светильников во избежание слепящего действия была не менее предусмотренной нормами;
- 7) светильники аварийного освещения имели окраску или какие – либо другие опознавательные знаки, отличающие их от светильников;
- 8) рубильники и автоматы были снабжены надписями, определяющими их назначение;
- 9) переносные светильники ремонтного освещения питались от сети напряжением не выше 36 В;
- 10) концевые кабельные воронки были прочно закреплены и надежно заземлены так же, как и броня кабелей и их свинцовые оболочки.

При приемке в эксплуатацию вновь смонтированных силовых и осветительных электроустановок напряжением до 1000 В мегаомметром (на напряжение 1000 В) измеряют сопротивление их изоляции.

Изоляция силовых и осветительных электропроводок признается неудовлетворительной, если их сопротивление составляет не менее 0,5 МОм.

Трубы, использованные для электропроводок во взрывоопасных установках вместе с затянутыми в них проводами, испытывают на плотность. Давление воздуха принимают равным 50 и 250 кПа. При этом падение давления не должно превышать 50 % за 3 минуты.

Для обеспечения бесперебойной работы внутрицеховых сетей и нормальный срок службы, в процессе эксплуатации проводят соответствующий надзор и своевременный ремонт.

В помещениях с нормальной средой осмотр обычно проводят один раз в 6 месяцев, а с неблагоприятной средой (сырых, с едкими парами и др.) – один раз в три месяца.

График осмотров электросетей утверждает ГЭ предприятия.

Если при осмотре будут обнаружены неисправности, то об этом ставят в известность непосредственного начальника и одновременно делают соответствующую запись в эксплуатационном журнале.

В процессе осмотра обращают внимание на общее состояние наружной части электрической изоляции и отсутствие в ней видимых повреждений.

Кроме осмотров, необходимо вести контроль за состоянием внутрицеховых электросетей с помощью периодических измерений величин сопротивления их электрической изоляции, нагрузок и электрического напряжения в разных точках. Величину сопротивления изоляции проверяют в сырых и пыльных помещениях два раза в год, а в помещениях с нормальной средой – один раз в год.

Принимая внутрицеховые электросети после капитального ремонта, их изоляцию испытывают напряжением 1000 В в промышленной частоте течения одной минуты. Если сопротивление изоляции, измеренное мегомметром на напряжение 1000 В составляет не менее 0,5 МОм, то испытание повышенным напряжением промышленной частоты можно заменить испытанием изоляции с помощью мегомметра на 2500 В. При величине  $R_{из}$  менее 0,5 МОм испытание повышенным напряжением промышленной частоты является обязательным.

## **Лекция 23 Системы автоматизации. Приборы автоматического регулирования промышленных зданий (OWEN)**

### **Автоматизированная система управления тех. процессами (АСУ ТП)**

АСУ ТП позволяет осуществлять управление и динамический контроль за технологическими процессами (ТП) на промышленных предприятиях, своевременно и эффективно предотвращать аварийные ситуации, а также осуществлять удаленное управление производством.

#### **Задачи АСУ ТП:**

- сбор, обработка и хранение данных о ходе технологического процесса в режиме реального времени;
- измерение и поддержание в заданных пределах температуры, давления, расхода жидких и сыпучих веществ;
- управление технологическими линиями, транспортными маршрутами сырья и готовой продукции с применением алгоритмов оптимизации работы оборудования;
- управление внештатными ситуациями.

#### **Архитектура**

Система АСУ ТП являются проектно-компонентной и ее состав зависит от количества технологического оборудования и датчиков, сложности объекта управления и требуемого объема автоматизации. В большинстве случаев стандартная архитектура включает:

- Верхний уровень АСУ ТП - серверы и операторские станции Автоматизированных Рабочих Мест (АРМ), реализованные на стандартных средствах вычислительной техники в промышленном или офисном исполнении.
- Сетевой уровень АСУ ТП - устройства, с помощью которых осуществляется взаимодействие технологических контроллеров, серверов и АРМ: уровень 1

- технологические контроллеры, уровень 2 - щиты силовые управления исполнительными устройствами.

- Полевой уровень – аналоговые, цифровые и дискретные датчики, концевые выключатели, кнопочные посты, выносные панели операторов.

На нижних уровнях происходит автоматический контроль соответствия технологических процессов заданным параметрам и динамическое управление процессами, в то время как верхний уровень обеспечивает визуализацию технологических процессов, а также возможность мониторинга и управления силами оператора или диспетчера.

### **Преимущества внедрения АСУ ТП**

- обеспечение непрерывной работы технологических линий (в автоматическом режиме);
- улучшение эксплуатационных показателей работы оборудования, снижение затрат на обслуживание оборудования;
- повышение уровня безопасности за счет сокращения числа аварийных ситуаций и исключения «человеческого фактора» и оперативной ликвидации их последствий;
- снижение трудоемкости, оптимизация численности оперативного дежурного персонала;
- повышение оперативности управления технологическими процессами, снижение затрат на организационное взаимодействие производственных структур;
- повышение эффективности сбора, обработки, хранения и передачи информации.

Возможна интеграция системы управления с 1С: бухгалтерией.

### **Этапы внедрения АСУ ТП:**

- предпроектное обследование объекта автоматизации;
- разработка концепции автоматизации и Технического задания на АСУ ТП;
- эскизное проектирование АСУ ТП (схемы автоматизации, разработка планов размещения технических средств, кабельные журналы и т.д.);
- техническое проектирование АСУ ТП (схемы структурные, функциональные, принципиальные, схемы соединений, общие виды, таблицы соединений и подключений и т.д.);
- разработка проектной и эксплуатационной документации;
- разработка программного обеспечения с реализацией методик выполнения измерений, адаптивных интерактивных интерфейсов с максимальной реализацией автоматизированных функций;
- изготовление и комплексная поставка оборудования;
- сборка, программирование, наладка;
- выполнение предварительных комплексных испытаний АСУ ТП в присутствии представителя Заказчика;
- строительные, электромонтажные и пуско-наладочные работы;
- приёмо-сдаточные испытания и ввод АСУ ТП в промышленную эксплуатацию;
- обучение и стажировка персонала;
- гарантийное и постгарантийное сервисное сопровождение.

### **Комплекс предоставляемых услуг по обслуживанию АСУ ТП:**

1. Аудит существующей АСУ ТП на предмет выявления недоработок, неисправностей, наличия необходимого комплекта технической, программной и эксплуатационной документации.
2. Работы по результатам проведенного аудита, связанные с оформлением, согласованием и утверждением всей необходимой технической, программной и эксплуатационной документации;
3. Разработка инструкции по действию персонала в случае возникновения внештатной ситуации с электрооборудованием, а так же инструкции по ТО и ТР.
4. Проведения работ по ТО в соответствии с технологическими картами проведения работ, разработанными на основании инструкции по ТО.
5. Разработка всей необходимой отчетной документации по выполненным работам и замененному оборудованию.
6. Анализ возникающих сбоев в работе оборудования АСУ ТП и НКУ с последующей выдачей рекомендаций по их устранению или устранение неисправности собственными силами.
7. Консультации обслуживающего персонала по вопросам, связанным с возникающими сбоями в работе электрооборудования АСУ ТП.
8. На основании запросов обслуживающего или технологического персонала по согласованию с производителем доработка в поставленной системе управления для наиболее максимально эффективного использования возможностей применяемого оборудования и используемых технологических процессов.

## **Лекция 24 Системы автоматизации. Приборы автоматического регулирования общественных и жилых зданий (DALI; KNX и пр)**

### **Системы автоматизации и управления зданиями (САиУЗ)**

САиУЗ - комплексная автоматизированная система, предназначенная для решения задач оперативного контроля и управления технологическими процессами жилых домов, административных зданий, гостиничных и торгово-развлекательных комплексов. Система позволяет автоматизировать управление всеми инженерными системами одного или нескольких зданий с единого диспетчерского пульта.

#### **Назначение систем автоматизации зданий**

САиУЗ управляет всем жизненным циклом здания и его системами, как единым целым, обеспечивая современный уровень гарантий исправности работы всех инженерных систем зданий, оптимальные режимы эксплуатации и экономичное потребление внешних ресурсов. Состав:

1. Подсистема электроснабжения
2. Подсистема автоматического регулирования отопления, ГВС, ХВС, вентиляции и кондиционирования
3. Подсистема контроля за автоматизированными инженерными системами зданий
4. Подсистема охранной, пожарной сигнализации и пожаротушения
5. Подсистема управление вспомогательными службами
6. Подсистема информации и связи

**Внимание!** В зависимости от решаемых задач, состав САиУЗ может изменяться и дополняться.

Стоимость создания САиУЗ сильно варьируется в зависимости от итогового набора подсистем и количества контролируемых параметров. Минимальная стоимость внедрения системы управления зданием в ООО «ТелеСистемы» - 300 тысяч рублей.

#### **Подсистема управления электроснабжением зданий**

*Управление электроснабжением:*

- Обеспечение бесперебойного электропитания потребителей;
- Контроль качества электроэнергии в нормальном и аварийном режимах;
- Контроль наличия электроэнергии (по вводам, по другим источникам);
- Контроль потребления и перегрузки по линиям;
- Контроль состояния элементов энергоснабжения (подстанция, силовые кабели, распределительная сеть, резервная линия, аккумуляторы и др.);
- Учет потребления электричества (например, отдельно по каждому арендатору);
- Ввод резерва - переход на резервную линию или автономный источник (генераторная станция, аккумуляторы) при повреждении основной;
- Экономичный режим работы электросетей;
- Регистрация и своевременное оповещение о неполадках в электроснабжении объекта;
- Программируемая автоматическая реакция на возникновение любых нештатных ситуаций в электроснабжении.

*Управление освещением:*

- Управление освещением лестничных клеток;
- Управление рабочим, дежурным, аварийным, эвакуационным освещением и пр.;
- Управление включением-выключением освещения во всем здании, отдельных зонах и помещениях по заданной Пользователем (Администратором, Арендатором) программе-сценарию;
- Управление фасадной (декоративной) подсветкой;
- Управление домовыми фонарями, указателями пожарного гидранта, заградительными огнями и пр.

#### **Подсистема автоматического регулирования систем отопления, ГВС, ХВС, вентиляции и кондиционирования**

*Управление отоплением и горячим водоснабжением:*

- Автоматическое поддержание температуры в помещениях здания путем автоматического регулирования системой отопления (водяное отопление, электрические или масляные радиаторы, теплый пол), в том числе по заданной Пользователем программе-сценарию;
- Контроль состояния системы отопления, ИТП, ЦТП (температура, давление в прямом и обратном трубопроводе, удержание температуры обратной воды в заданном диапазоне);
- Контроль и автоматическое управление подпиткой контуров;
- Установка экономичных режимов (день/ночь/выходные).

*Управление холодным водоснабжением:*

- Автоматическое управление технологическим оборудованием (насосы и т.п.);
- Поддержание давления в системе в заданных пределах;
- Обеспечение защиты насосных агрегатов при возникновении аварийных ситуаций;
- Измерение технологических параметров системы (расход, давление и пр.);
- Управление пожарными насосами;
- Управление питьевым водоснабжением;

- Автоматическое управление оборудованием, производящим очистку воды механическими фильтрами и электролизом;
- Контроль и поддержание выбранного режима работы оборудования, заданного показателя кислотности pH и других свойств воды, обеспечение глубокой очистки;
- Контроль состояния системы водоснабжения (физическое состояние труб и запорно-регулирующей арматуры).

*Управление вентиляцией и кондиционированием воздуха:*

- Автоматическая поддержка температуры и влажности (во всем здании, отдельном блоке, отдельном помещении), в том числе по заданной Пользователем программе-сценарию;
- Осуществление автоматического и ручного включения-выключения приточной и/или вытяжной системы вентиляции;
- Контроль состояния системы вентиляции и кондиционирования;
- Изменение производительности в зависимости от времени суток и количества людей, находящихся в здании (например, по данным от системы контроля доступа в здание или по информации от датчиков концентрации CO<sub>2</sub>);
- Реализация экономичного режима работы потребления тепло- и электроэнергии;
- Обеспечение комфорта проживания.

*Децентрализованное (индивидуальное) управление климатом в отдельных помещениях:*

- Управление вентиляцией, обогревом и охлаждением помещения;
- Поддержание установленной влажности в помещении;
- Выбор режима работы, функции выходного дня и функции специального дня для помещения;
- Управление освещением и жалюзи.

*Автономный источник теплоснабжения.*

#### **Подсистема контроля над состоянием инженерных систем зданий**

- Контроль состояния канализации и водостоков;
- Контроль затопления кровли и подвалов;
- Контроль утечек воды в отдельных помещениях;
- Контроль загазованности;
- Контроль целостности строительных конструкций;
- Мониторинг и контроль окружающей среды;
- Подогрев ливнеотстоков на кровле;
- Контроль лифтового оборудования;
- Коммерческий учёт энергоносителей.

#### **Подсистема охранной, пожарной сигнализации и пожаротушения**

*Подсистема контроля доступа и охранной сигнализации:*

- Обеспечение доступа в помещения по разрешающим устройствам (магнитные карты и пр.);
- Контроль нарушения границы территории через дверь, окно, забор, контроль появления движения в охраняемой зоне при постановке её в режим охраны;
- Автоматическое оповещение службы безопасности, включение тревожной сигнализации;
- Автоматическое ведение журнала событий (время прохода поста работником в том или ином направлении, попытки несанкционированного прохода на закрытый для работника объект, и т.д.).

*Подсистема дымоудаления и оповещения о пожаре:*

- Контроль температуры и наличия дыма;

- Автоматическое оповещение службы безопасности, включение тревожной пожарной сигнализации;
- Оповещение о возгорании в конкретном номере/квартире (помещении) владельца и (или) службу «01»;
- Отключение в зоне пожара электричества, приточной вентиляции, кондиционирования;
- Осуществление подпора воздуха на нулевом этаже и в шахтах лифтов;
- Открытие клапанов дымоудаления;
- Включение, при необходимости, дополнительного освещения.

*Подсистема пожаротушения:*

- Автоматическое обнаружение, оповещение и тушение пожара в очагах возгорания.

### **Подсистема информации и связи**

*Подсистема диспетчеризации:*

- Автоматизированные рабочие места (АРМ) в составе диспетчерских пунктов реализуют следующие функции:
  - Контроль функционирования системы в режиме реального времени;
  - Контроль над срабатыванием аварийной сигнализации на объектах;
  - Передача на объекты управляющих команд диспетчера;
  - Отображение собираемой информации средствами визуализации;
  - Печать отчетов и сводок.

Коммуникационный сервер предоставляет возможность передачи исполнительных команд контроллерам нижнего уровня. АРМ получают данные в режиме реального времени. Отображение технологического процесса осуществляется средствами АРМ через мониторы или системы коллективного пользования.

*Подсистема широковещения и оповещения* обеспечивает оповещение населения, находящегося внутри здания и на прилегаемой территории, службами ГО и ЧС.

*Подсистема видеонаблюдения* обеспечивает видеонаблюдение с ведением архива записей. Для целей видеонаблюдения и контроля доступа можно использовать как независимые каналы передачи данных с отдельным сервером и АРМ, так и централизованное управление. Возможны различные способы передачи видеоизображения и сигналов о проникновении через беспроводные сети GSM / GPRS / WiFi.

*Подсистема структурированных кабельных сетей* (компьютерных, телефонных, локальных вычислительных сетей, кабельного и эфирного телевидения) обеспечивает интеграцию с сетями связи для обеспечения передачи данных.

### **Преимущества от внедрения системы автоматизации зданий**

*Преимущества для инвесторов:*

- увеличение срока эксплуатации здания и срока службы инженерного оборудования;
- повышение статуса и стоимости здания;
- рост привлекательности для арендаторов;
- снижение рисков аварий и чрезвычайных ситуаций.

*Преимущества для эксплуатационных служб:*

- создание единого информационного пространства и сетевой структуры управления, позволяющих максимально увеличить эффективность функционирования служб;
- согласованная работа всех автоматизированных инженерных систем здания и объективная информация о состоянии всего оборудования;

- высокий уровень управления ресурсами (э/энергией, водой, теплом, газом и пр.);
- обнаружение и распознавание аварийных ситуаций на ранних стадиях и минимизация их последствий;
- снижение затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию здания до 30%;
- улучшение условий труда и повышение производительности.

*Преимущества для жильцов (арендаторов, работников):*

- Идеальные комфортные условия жизнедеятельности;
- Повышение безопасности проживания;
- Сокращение расходов за счет более экономного использования ресурсов.

## **Перечень рекомендуемых учебных изданий, дополнительной литературы**

### **Литература:**

- 1 Основной источник – ОИ
- 2 Дополнительный источник – ДИ

### ***Основные источники***

- 1 Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника, М.: Академия. 2016
- 2 Кнорринг Г.М.: Справочная книга для проектирования электрического освещения. – Л.: Энергия, 2015

### ***Дополнительные источники***

- 1 Атабеков В.Б. Монтаж осветительных электроустановок / В.Б. Атабеков, М.С. Живов – М.: Высшая школа. 2016
- 2 Попов В.С. Общая электротехника с основами электроники / В.С. Попов, С.А. Николаев – М.: Энергия, 2014
- 3 Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрических сетей . М.: Высшая школа. 2013
- 4 Пястолов А.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования / А.А. Пястолов, А.А. Мешков, А.Л. Вахрамеев – М.: Колос, 1981
- 5 Бычков А.В. Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования промышленных и гражданских зданий. Часть 1 Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий. М.: Издательский центр «Академия», 2015