

Министерство образования и молодежной политики  
Свердловской области  
государственное автономное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области  
«Каменск – Уральский политехнический колледж»  
(ГАПОУ СО «КУПК»)



Специальность  
13.02.11  
Техническая  
эксплуатация и  
обслуживание  
электрического и  
электромеханическ  
ого оборудования  
(по отраслям)

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

### **ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **Проектирование осветительных установок**

ПМ.01. Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования  
МДК 01.03. Электрическое и электромеханическое оборудование



Составила:

Т.Л.Демина, преподаватель  
специальных дисциплин

Т.Л.Демина, преподаватели спец.дисциплин высшей квалификационной категории

«Методическое пособие для курсового проектирования. Проектирование осветительных установок »

Методическое пособие предназначено в помощь студентам СПО, обучающихся по специальности 13.02.11 «Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования» (по отраслям) для выполнения курсового и дипломного проектирования.

Пособие содержит методики расчетов нагрузок и параметров осветительных установок и сетей электрического освещения. Все расчеты и выборы осветительных установок представлены с учетом требований ПУЭ, норм к освещенности различных помещений и надежности сетей освещения.

Одобрено на заседании цикловой комиссии электротехнических дисциплин (протокол № 1 от 26.08.2019).

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемый (ая) студент (ка), Вам предстоит выполнить первый свой курсовой проект в данном учебном заведении.

Для этого вы должны получить у преподавателя задание выполнения курсового проекта и список рекомендуемой литературы.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и 3-х чертежей.

Пояснительная записка и чертежи оформляются согласно стандарту предприятия на оформление документов (сайт КУПК).

Содержание курсового проекта приведено в **приложении 1**.

Курсовой проект - это самостоятельная работа, выполняемая под руководством преподавателя.

Для упрощения выполнения курсового проекта вам предлагается методическое пособие состоящее из 2-х частей: 1-я часть «Проектирование осветительных установок» и 2-я часть «Проектирование электроснабжение цеха (участка)».

Первая часть методического пособия позволяет оформить часть описательной части курсового проекта, расчетную часть с применением расчетных таблиц и чертеж освещения.

В конце выполнения светотехнических расчетов необходимо выполнить схемы освещения по примеру **приложении 11**. В **приложении 10** приведены условные обозначения осветительной сети на картах и схемах.

Разрешается выполнение курсового проекта по методикам различной технической литературы согласно заданию на курсовое проектирование.

Желаю успеха!

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ	6
1.1 Виды освещения	6
1.2 Нормы освещенности	6
1.3 Выбор источника света	7
1.4 Выбор типа светильника	9
1.5 Размещение светильников	10
1.6 Выбор метода расчета освещения	13
1.7 Расчет методом коэффициента использования светового потока	13
2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ	16
2.1 Схемы питания осветительных установок	16
2.2 Выбор типа системы заземления электрических сетей	19
2.3 Выбор электрической сети	19
2.4 Расчет нагрузок рабочего освещения	22
2.5 Расчет нагрузок аварийного освещения цеха (участка)	22
2.6 Выбор сечений проводников по механической прочности	23
2.7 Выбор защитных аппаратов	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	40
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	44
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	49
ПРИЛОЖЕНИЕ 11	50

## ВВЕДЕНИЕ

Умение выбрать тип установки освещения в зависимости от её назначения и места установки, произвести расчет и подобрать её требуемые параметры один из важнейших аспектов деятельности специальности электрика. Установки искусственного освещения являются самыми массовыми инженерными устройствами (более 1,5 млрд световых точек суммарной мощностью около 150 млн кВт) и потребляют около 20 % всей вырабатываемой электроэнергии (свыше 220 млрд кВт/ч). Поэтому профессиональный подход к их осуществлению и эксплуатации прямо связан с энергосбережением и уменьшением трудозатрат.

Соблюдение научно обоснованных светотехнических норм способствует исключению каких-либо объективных помех при решении той или иной зрительной задачи и комфортному восприятию визуальной информации без напряжения и утомления глаз. Если указанные нормативы не выполняются, то значительная часть жизненных сил человека расходуется на преодоление последствий "плохого освещения".

Качественное, "хорошее освещение", удовлетворяющее светотехническим нормам, позволяет человеку легко, быстро и безопасно ориентироваться, перемещаться в окружающей среде и выполнять ту или иную работу.

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01. Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования и предназначено для студентов, обучающихся по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

Основными световыми единицами являются световой поток (люмен), сила света (кандела-свеча), освещенности (люкс) и яркость (нит).

*Люмен* световой поток  $F$ , излучаемый абсолютно черным телом, с площади 0,5305 кв. мм при температуре затвердевания платины (2042 К).

*Сила света* (кандела-свеча) — пространственная плотность светового потока — отношение светового потока к величине телесного угла, в котором равномерно распределен световой поток (кандела-кд).

*Освещенность* (люкс) - отношение светового потока  $F$  к величине освещаемой поверхности  $S$ , измеряется люксметром (селеновый фотоэлемент и гальванометр).

*Яркость* (нит или кд/м<sup>2</sup>) - это яркость поверхности, испускающей силу света величиной в 1 свечу с площади в 1 кв. м в перпендикулярном ее направлению, т. е. 1 нт=1 кд/кв. м.

# 1 СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

## 1.1 Виды освещения

Независимо от типа конструкции источники света можно разделить на две большие группы:

- *естественное*;
- *искусственное*.

Выделяют следующие виды искусственного освещения:

- *Общее*. Такие приборы располагают в высоких местах помещения для равномерного распределения света на максимальной площади.
- *Местное*. Оно позволяет повысить яркость на важных объектах, которые требуют особого внимания.
- *Комбинированное*. Используют как общие, так и местные источники света.

Нормируемые осветительные условия на рабочем месте строго контролируются специалистами, от него зависит продуктивность процесса и его безопасность. Освещение может быть:

- *Рабочее*. Помимо общего источника света, на каждом рабочем месте предусматривают локальное освещение. В зависимости от специфики предприятия оно различается яркостью и частотой колебания волны.
- *Аварийное*. Устанавливается на производстве для поддержания функционирования объекта. К такому типу освещения предъявляет определенные требования — яркость 5% от рабочего показателя, но не меньше 2 лк в помещении или 1 лк на улице. Для этой разновидности обеспечивают отдельную линию электроснабжения.
- *Эвакуационное*. Нормирование освещенности помогает во время эвакуации не сбиться людям, находящимся внутри здания. Такое оборудование устанавливают не только на предприятиях, но и на всех людных объектах (кинотеатры, больницы, магазины). Внутри помещений освещенность от такого оборудования не должна быть меньше 0,5 лк, а на открытом пространстве не ниже 0,2 лк.
- *Охранное*. Устанавливают по периметру охраняемой зоны для освещения в ночное время. Яркость от таких ламп около земли 0,5 Люкса.
- *Дежурное*. На объекте оставляют включенными несколько источников рабочего освещения в рабочем состоянии для своевременного обхода территории.

В курсовом проекте для всех помещений производим расчет и выбор осветительных установок для общего и аварийного освещения

## 1.2 Нормы освещенности

Искусственное освещение требуется для замены и дополнения естественного света в темное время суток, а также в помещениях, куда не доходят солнечные лучи.

От уровня освещенности, конечно же, зависят: здоровье, сопротивляемость стрессам, усталости, физическим и умственным нагрузкам.

Наше зрение напрямую зависит от количества света в помещении. Поэтому следует очень четко соблюдать требования по нормам, ведь от этого зависит экологическая обстановка в нежилых зданиях и физическое и психологическое здоровье работающих или пребывающих в них людей.

В настоящее время существуют нормы и стандарты освещенности обязательные для правильного подбора осветительного оборудования. В России основным таким документом является СНИП 23-05-95, изданный еще в 1995 году и постоянно обновляющийся согласно современным требованиям. Обновленным вариантом такого документа является свод правил Естественного и искусственного освещения от 20 мая 2011 года – СП 52.13330.2011.

Нормированные значения освещенности в люксах, отличающихся на одну ступень, следует принимать по шкале: 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 10; 15; 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500; 5000.

Нормы освещенности согласно стандартам СП 52.13330.2011, СНИП 23-05-95 приведены в **приложении 2**.

### 1.3 Выбор источника света

При выборе источников света руководствуются следующими соображениями.

1. Применять по возможности лампы наибольшей единичной мощности, не нарушая при этом нормальных требований к качеству освещения и отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

2. Для общего внутреннего и наружного освещения использовать преимущественно индукционные и диодные лампы, как наиболее экономичные.

3. При технической необходимости допускается применять в одном помещении лампы накаливания, диодные и газоразрядные лампы.

4. Не допускается питание газоразрядных ламп постоянным и переменным током при его возможном снижении ниже уровня 90 % от номинального.

5. Для общего внутреннего и наружного освещения могут применяться лампы накаливания (ЛН) (в том числе галогенные ГЛН) и газоразрядные лампы: низкого давления - люминесцентные (ЛЛ), высокого давления ГЛВД (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, ДКсТ, индукционные) и диодные.

6. *Диодные лампы* следует применять для общего внутреннего освещения:

- в производственных помещениях, где производятся работы VI и VIII разрядов;
- для технологических площадок, мостиков, переходов, площадок обслуживания крупного оборудования;
- в помещениях с тяжелыми условиями среды при отсутствии предназначенных для данных условий осветительных приборов (ОП) с газоразрядными лампами (ГЛ);
- в помещениях вспомогательных, бытовых и для временного пребывания людей;
- для аварийного и эвакуационного освещения в помещениях, освещаемых газоразрядными лампами высокого давления.

Для *местного освещения* допускается применять лампы накаливания в светильниках с непросвечивающими отражателями в следующих случаях:

- при отсутствии требований к правильной цветопередаче;
- в случае необходимости определенного и переменного направления света и при технической невозможности установки осветительных приборов с люминесцентными лампами.

*Люминесцентные лампы (ЛЛ)* рекомендуется применять:

- в помещениях, где требуется правильная цветопередача;
- в административно-конторских и лабораторных помещениях.

Для жарких помещений рекомендуются амальгамные ЛЛ.

*Газоразрядные лампы (ГЛ)* всех типов, за исключением ксеноновых, рекомендуются:

- для внутреннего освещения (как правило, обязательны для системы одного общего освещения в помещениях, где выполняются зрительные работы I - V и VII разрядов);
- для общего освещения в системе комбинированного;
- в помещениях без или с недостаточным естественным светом;
- предназначенных для постоянного пребывания людей.

Выбор типа ГЛ (ЛЛ, ДТЛ, ДРИ, ДНаТ и индукционных ламп) проводится в зависимости от назначения помещения, его высоты, характера выполняемых зрительных работ и др.

В наружном освещении (НО) используются:

- Диодные для охранного освещения; у входов в здания; прожекторных установках (наряду с ГЛВД); для архитектурно-декоративного освещения;
- ДРЛ и ДНаТ освещения территорий промышленных предприятий, улиц, площадей, скверов, парков;
- ДРИ в прожекторных установках разного назначения;
- ДКсТ при освещении больших открытых пространств.

В курсовом проекте предлагается применить для основных помещений (станочных, машинный зал, термическое отделение и т.д.) применить индукционные светильники, а вспомогательных помещениях светодиодные в виде светящих линий. Некоторые типы приведены в **приложении 3**.

*Светодиодная лампа* представляет собой несколько светодиодов, смонтированных в одном корпусе с блоком питания. Блок питания необходим, т.к. для работы светодиодам требуется питание постоянным током с напряжением 6 или 12 В, в бытовой электросети — переменный ток с напряжением 220 В.

#### Преимущества светодиодных светильников:

- Экономичны в работе. Нагрузка на сеть этих устройств невелика и иногда на порядок меньше других устройств.
- Потолочные LED светильники не нуждаются в техническом обслуживании. Зафиксированный в их характеристиках показатель эксплуатационного срока велик и указывает на значительную надежность и долговечность. Свет промышленных светодиодных ламп позитивно влияет на зрение работников — рассеянный световой поток обеспечивает равномерное освещение пространства.
- В конструкции светодиодного светильника для производственных помещений предусмотрен герметичный влагозащищенный корпус. Как показывает практика, с блоками питания в процессе длительной эксплуатации практически не возникает проблем

*Индукционные лампы*, обладают большой мощностью. При более низкой цене устройство не уступает другим диодам по техническим характеристикам. Приборы обладают широким диапазоном мощностей — от 15 до 500 Вт для частного использования и выше максимального показателя для промышленных помещений. Разные модели выделяют цветное свечение — красное, синее, белое. Во время работы корпус лампы практически не нагревается.

#### Преимущества индукционных ламп:

- выделение чистого и яркого потока света;
- высокий уровень эффективности — до 80–90 лм;
- экономичность — потребление энергии на 80% ниже, чем у обычных ламп накаливания;



- быстрое включение без каких-либо задержек;
- отсутствие чувствительности к частому использованию;
- возможность применения вместе с диммером;
- значительный срок службы и безотказной работы — свыше 60 000 часов;
- минимальные растраты яркости независимо от возраста лампы.

#### Недостатки индукционных приборов:

- выделение токсичных веществ при повреждении колбы из-за паров ртути, содержащихся в ней;
- после использования нужно утилизировать лампу;
- большие размеры корпуса не подходят для обычных плафонов;
- электромагнитное излучения нарушает работу тонких электронных приборов, поэтому светильники не устанавливают в аэропортах и помещениях, где есть подобные устройства;
- не подходит для комнат с низкими потолками, так как источник ультрафиолетового излучения должен возвышаться над головами людей не меньше чем на метр;
- незначительная прочность колбы.

### 1.4 Выбор типа светильника

Выбор типа светильников следует производить с учетом характера их светораспределения, экономической эффективности и условий окружающей среды. Это означает, что ОП должны соответствовать типу лампы; конкретной светотехнической функции (общего, местного или комбинированного освещения); форме фотометрического тела, классу светораспределения и типу КСС; возможности перемещения при эксплуатации (стационарные и переносные); способу установки; классу защиты от поражения электрическим током и степени защиты от пыли и воды; исполнению для работы в определенных условиях эксплуатации; способу питания ламп; возможности изменения светотехнических характеристик и т.д.

Условия окружающей среды, соответствующие помещения и зоны следующие.

Пожароопасные помещения и зоны класса:

**II-I** - помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки паров выше 61°C (например склады минеральных масел и т.д.);

**II-II** - помещения, в которых выделяются горючие пыли или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> ;

**II-IIa** - помещения, в которых обращаются твердые или волокнистые горючие вещества;

**II-III** - зоны, расположенные вне помещения, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C (например, открытые склады минеральных масел) или твердые горючие вещества (например, открытые склады угля, торфа, дерева и т.д.).

Помещения:

*Пыльные.* Помещения, в которых по условиям производства выделяется технологическая пыль (проводящая или непроводящая) в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь машин, аппаратов и т.п.

*Сухие.* Помещения, в которых относительная влажность не превышает 60 % при 20 °C. Нормальные сухие помещения, в которых отсутствуют условия, характерные для помещений жарких и пыльных, и с химически активной средой.

*Влажные.* В которых пары или конденсирующаяся влага выделяются лишь временно и в небольших количествах и относительная влажность которых более 60 %, но не выше 75 % при 20 °C.

*Сырые.* В которых относительная влажность длительно превышает 75 % при 20 °C.

*Особо сырые.* Помещения, в которых относительная влажность воздуха близка к 100 % (потолок, стены, пол и предметы, находящиеся в помещении, покрыты влагой) при 20 °С.

*Жаркие.* Помещения, в которых температура длительно превышает 30 °С.

*Химически активные.* Помещения, в которых по условиям производства постоянно или длительно содержатся пары или образуются отложения, действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования.

*С повышенной опасностью.* Характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:

- сырости или проводящей пыли;
- токопроводящих полов;
- высокой температуры;
- возможности одновременного прикосновения человека к заземленным конструкциям зданий и корпусам технологических механизмов с одной стороны и корпусам электрооборудования с другой.

*Особо опасные помещения* характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:

- особой сырости;
- химически агрессивной среды;
- одновременного наличия двух или более условий повышенной опасности.

Во взрыво- и пожароопасных зонах следует применять светильники, удовлетворяющие требованиям глав 7.3 и 7.4 ПУЭ.

### 1.5 Размещение светильников

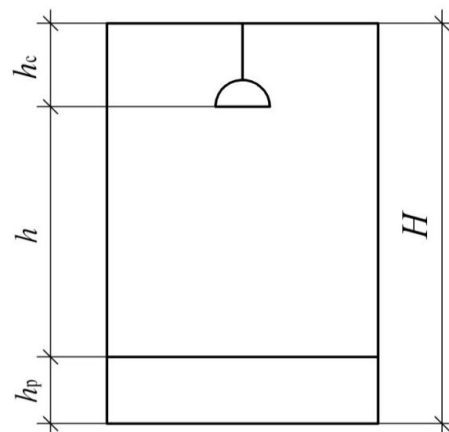
При размещении ОП в производственных помещениях и установках наружного освещения необходимо учитывать следующие основные условия:

- а) создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем;
- б) соблюдение требований к качеству освещения (равномерность, направление света, ограничение теней, пульсации освещенности, а также прямая и отраженная броскость);
- в) безопасный и удобный доступ для обслуживания;
- г) наименьшую протяженность и удобство монтажа групповой сети;
- д) надежность крепления ОП.

Существуют два способа размещения светильников общего освещения: равномерное и локализованное. При локализованном способе вопрос о выборе места расположения светильника должен решаться индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от характера производственного процесса.

При общем равномерном освещении, а по возможности и при локализованном освещении светильники с лампами накаливания, лампами ДРЛ, ДРИ, натриевыми лампами индукционными и круглыми диодными рекомендуется располагать по вершинам квадратных, прямоугольных (с отношением большей стороны прямоугольника к меньшей не более 1,5) или ромбических (с острым углом ромба, близким к 60°) полей.

Рисунок 1- Размещение светильников в разрезе



Для размещения светильников должны быть известны следующие размеры (рисунки 1 и 2):

$$h = H - h_c - h_p, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $H$  - высота помещения, м;

$h$  - высота расчетной поверхности над полом, м (если неизвестна, принимается высота условной рабочей поверхности 0,8 м);

$h_c$  - расстояние от светильника до перекрытия (свес), м (принимается в диапазоне 0-1,5 м);

$h$  - расчетная высота от условной рабочей поверхности до светильника, формула 1.

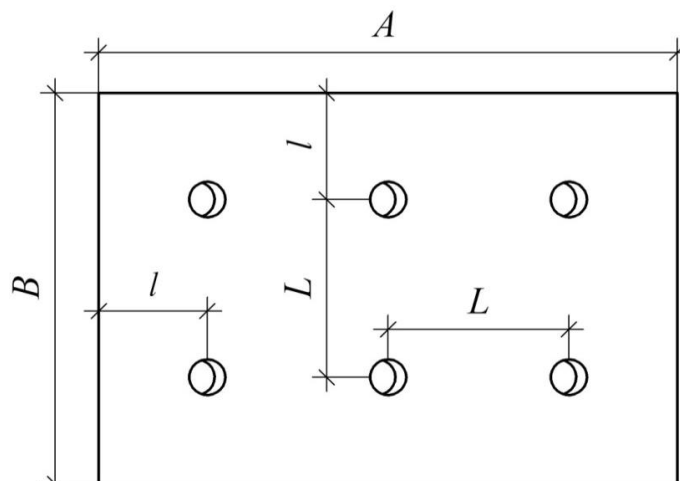


Рисунок 2 – Размещение светильников сверху

$$L = h\lambda = (h_n - h_p) \cdot \lambda = (H - h_c - h_p) \cdot \lambda, \text{ м}, \quad (2)$$

где  $L$  - расстояние между соседними светильниками в ряду или рядами светильников, м, формула 2;

$l$  - расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены, м (принимается  $(0,3-0,5)L$  в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест);

$A$  - длина помещения, м;

$B$  - ширина помещения, м.

Расположение светильников может быть светотехнически наивыгоднейшим, энергетически наивыгоднейшим и экономически наивыгоднейшим. Решением задачи является обычно определение отношения расстояния между светильниками  $L$  к расчетной высоте  $h$ , обозначаемого  $L$  с индексами «с», «э» и «о» соответственно.

Уменьшение значения  $L$  удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение приводит к резкой неравномерности освещения и возрастанию расходов энергии. Рекомендации по выбору  $L$  приведены в табл. 1

Таблица 1

Тип КСС (кривая силы света)	$L_c$	$L_э$
К - концентрированная	0,6	0,6
Г - глубокая	0,9	1,0
Д - косинусная	1,4	1,6
М - равномерная	2,0	2,6
Л - полуширокая	1,6	1,8

Расчетное значение  $L$  принимается по табл. 1 в зависимости от источника света и вида КСС светильника. Расстояние между светильниками в ряду или между рядами светильников определяется по формуле

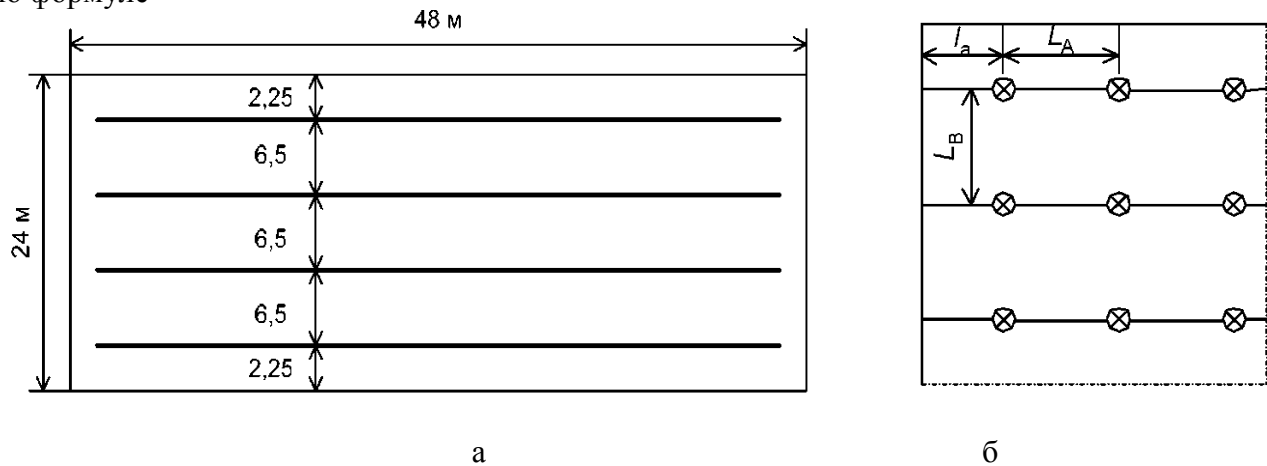


Рисунок 3

Светильники святающей линии (длинные) (рисунок 3-а) рекомендуется устанавливать рядами, преимущественно параллельно длинной стороне помещения или стене с окнами. Значение  $L$  в этом случае числится как расстояние между рядами.

Расстояние крайних рядов светильников от стены принимается в пределах  $l$   $(0,3 - 0,5) L$  в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест.

Для помещения с геометрическими размерами  $A \times B \times H$ , м, где  $A$  и  $B$  - соответственно длина и ширина помещения. Число рядов светильников, расположенных параллельно длинной стороне помещения, вычисляется по формуле

$$R = \frac{B - 2 \cdot l_b}{L_B} + 1, \quad (3)$$

где  $l_b$  - расстояние крайних рядов светильников до стены  $A$ . Затем полученное значение  $n$  округляется до ближайшего целого числа, уточняется при неизменном  $L$  значение  $l_a$  и проверяется выполнение условия  $l = (0,3 - 0,5)L_A$

Светильники с «точечными» (рисунок 3-б) источниками света (лампы накаливания и газоразрядные лампы ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, индукционные, диодные и т.д.) располагаются по вершинам квадратных, прямоугольных или треугольных световых полей, и в общем случае число светильников в ряду  $N$  определяется по формуле

$$N = \frac{A - 2 \cdot l_a}{L_A} + 1; \quad (4)$$

где  $l_a$  - расстояние крайних светильников в ряду до стены  $B$ .

В случае прямоугольных полей расстояние  $L_A$  между светильниками в ряду должно быть больше расстояния между рядами светильников  $L_B$ . Общепринято выдерживать соотношение  $L_a / L_B < 1,5$ . В пределе при  $L_a = L_b = L$  получим квадратное световое поле.

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния

- между рядами светильников

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l}{R - 1}; \quad (5)$$

- между центрами светильников в ряду

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l}{N - 1}. \quad (6)$$

Для прямоугольных помещений проверяется условие

Если  $L_A/L_B < 1$ , то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

Если  $L_A/L_B > 1,5$ , то необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один. Общее число светильников определяем по формуле

$$N_{\text{св}} = R \cdot N_R. \quad (7)$$

Светильники с люминесцентными лампами могут располагаться вплотную друг к другу либо с разрывами (не более  $0,5 h_p$ ). При их использовании сначала из светотехнического расчета определяется световой поток ряда люминесцентных светильников  $\Phi_{Rp}$ , а затем рассчитывается число светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{\text{св}} \cdot \Phi_{\text{л}}}. \quad (8)$$

$\Phi_{\text{л}}$  - световой поток одной лампы, лм.

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду

$$L_A = \frac{A - 2l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1}, \quad (9)$$

где  $l_c$  - длина одного светильника.

В процессе расчетов необходимо следить, чтобы суммарная длина светильников с люминесцентными лампами в одном ряду не превышала длины помещения.

## 1.6 Выбор метода расчета освещения

Для расчета освещения применяют два основных метода расчета:

- метод коэффициента использования светового потока;
- точечный метод.

Метод коэффициента использования светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затеняющих эффектов.

Точечный метод предназначен для расчета всех видов освещения, при наличии существенных затенений произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности.

## 1.7 Расчет методом коэффициента использования светового потока

Расчетные данные сводим в таблицы 3 и 4.

Расчетное значение светового потока одной лампы в каждом светильнике (точечного) определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N_{\text{св}} \cdot \eta} \quad (10)$$

где  $E$  - нормируемое значение освещенности, лк, **приложение 2**;

$K_3$  - коэффициент запаса (принимается по табл. 2);

$z$  - отношение средней освещенности к минимальной. Коэффициент  $z$  характеризует неравномерность освещенности и в значительной степени зависит от соотношения  $L/H$ .

$z = 1,15$  - для ламп накаливания и газоразрядных ламп типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, индукционных ламп, круглых диодных ламп и т. п.;

$z = 1,10$  - для люминесцентных и диодных ламп расположенных в виде светящихся линий.

$N_{\text{св}}$  - общее число светильников

Таблица 2 - Значения коэффициента  $k_3$ 

Помещения	Примеры помещений	Коэффициент запаса $k$		
		Газоразрядные лампы	Лампы накаливания	Светодиодные светильники УСС
Запыленность свыше 5 мг/м <sup>3</sup>	Цементные заводы, литейные цеха и т. п.	2	1,7	1,5
Дым, копоть 1-5 мг/м <sup>3</sup>	Кузнечные, сварочные цеха и т. п.	1,8	1,5	1,3
Менее 1 мг/м <sup>3</sup> Значительная концентрация паров кислот и щелочей	Инструментальные, сборочные цеха	1,5	1,3	1,1
	Цеха химических заводов, гальванические цеха	1,8		1,5
Запыленность значительно менее 1 мг/м <sup>3</sup> , отсутствие паров кислот и щелочей	Жилые, административные и офисные и т.п. помещения	1,4	1,5	1

Под коэффициентом использования светового потока понимают отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, к световому потоку источника света. Его значение принимается по табл. **приложение 5** в зависимости от коэффициентов отражения поверхностей помещения: потолка —  $r_p$ , стен —  $r_c$  (табл. **Приложение 4**), расчетной поверхности —  $r_p$  (обычно принимается 0,1) и от индекса помещения

$$i_p = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} \quad (11)$$

По найденному значению  $\Phi$  выбирается лампа ближайшей стандартной мощности, значение светового потока которой отличается от  $\Phi$  не более чем на -10...+20 %.

При расчете освещения святищей линии (длинных светильников) в первоначально намечается число рядов  $R$ , которое подставляется в формулу (11) вместо  $N_{св}$ . Тогда под  $\Phi_{лр}$  следует подразумевать световой поток ламп одного ряда  $\Phi_{Rp}$

$$\Phi_{лр} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{R \cdot \eta} \quad (12)$$

Таблица 3 - Расчет коэффициента использования светового потока помещений

Название помещения	Размеры помещения			Площадь помещения, (S) в м <sup>2</sup>	Высота от светильника до рабочей поверхности, (h) в м	Коэффициенты отражения плоскостей			Тип светильника	Тип КСС	Индекс помещения, i <sub>п</sub>	Коэффициент использования светового потока. η
	Длина (А), в м	Ширина (В) , в м	Высота (Н), в м			Р <sub>п</sub> о.е	Р <sub>с</sub> о.е	Р <sub>р</sub> о.е				

Таблица 4- Расчет количества светильников

Название помещения	Размеры помещения			Площадь помещения, (S) в м <sup>2</sup>	Высота от светильника до рабочей поверхности, (h) в м	Предполагаемое число рядов светильников, R	Норма освещенности помещения, E, в лк	Коэффициент запаса Кз	Отношение средней освещенности к минимальной Z	Коэффициент использования светового потока. η	Световой поток лампы одного ряда. Φ <sub>Рр</sub>	Тип светильника	Тип лампы	Длина светильника, в м	Световой поток лампы Φ <sub>Лр</sub>	Тип КСС	Количество светильников в ряду, N <sub>R</sub>	Расстояние между соседними светильниками в ряду. L <sub>A</sub>
	Длина (А), в м	Ширина (В) , в м	Высота помещения (Н), в м															

## 2 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

### 2.1 Схемы питания осветительных установок

В помещениях промышленных предприятий, имеющих сеть электроснабжения с глухозаземленной нейтралью источника питания напряжением 380/220 кВ, питание электрического освещения осуществляется совместно с силовыми электроприемниками от общих трехфазных силовых трансформаторов установленных в ЦТП (цеховая трансформаторная подстанция).

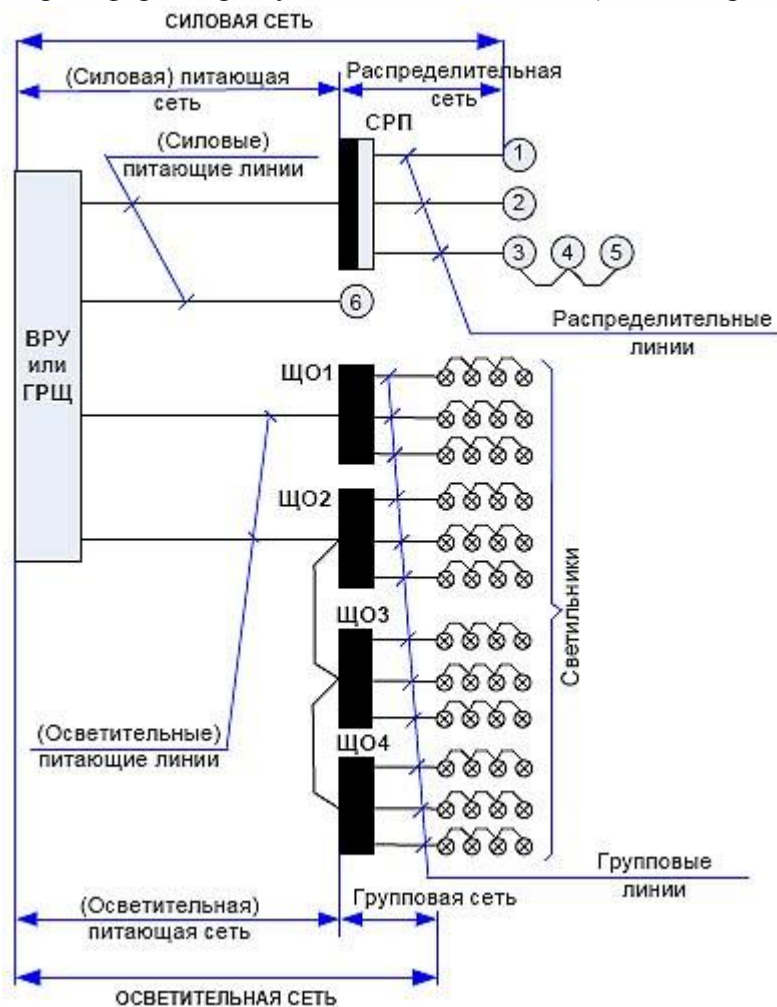


Рисунок 4 – Осветительная и силовая сеть цеха

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), магистрального шинопровода

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.

Вводное устройство (ВУ) – совокупность конструкций, аппаратов и приборов, установленных на вводе питающей линии в здание или его обособленную часть.



Вводно-распределительное устройство (ВРУ) – вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий. Рисунок 5.

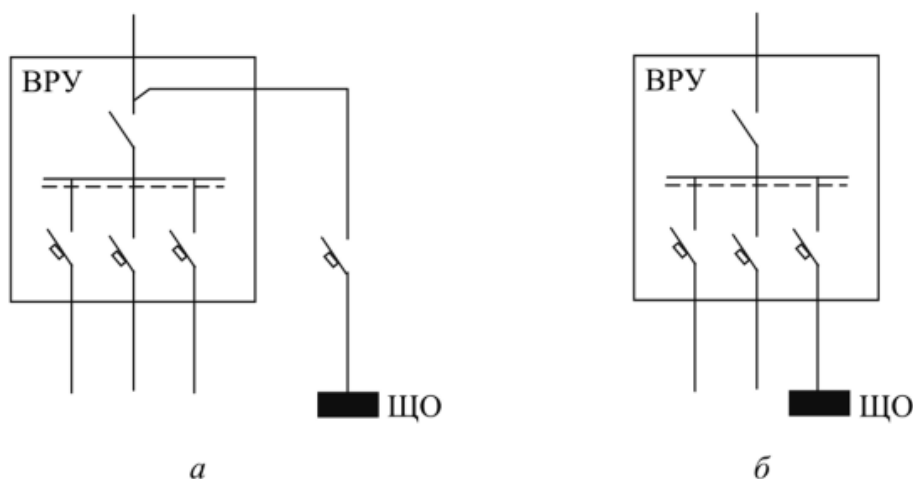


Рисунок 5 - Схема питания электрического освещения от ВРУ

Главный распределительный щит (ГРЩ) – распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здание или его обособленная часть. Рисунки 6 и 7.

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

На рисунке. 6 приведены схемы питания рабочего и эвакуационного освещения от одной однострансформаторной подстанции. Осветительные щитки питаются по отдельным линиям от щита подстанции (рис. 6, а) или по общей линии с разделением ее на вводе в здание (рис. 6, б).

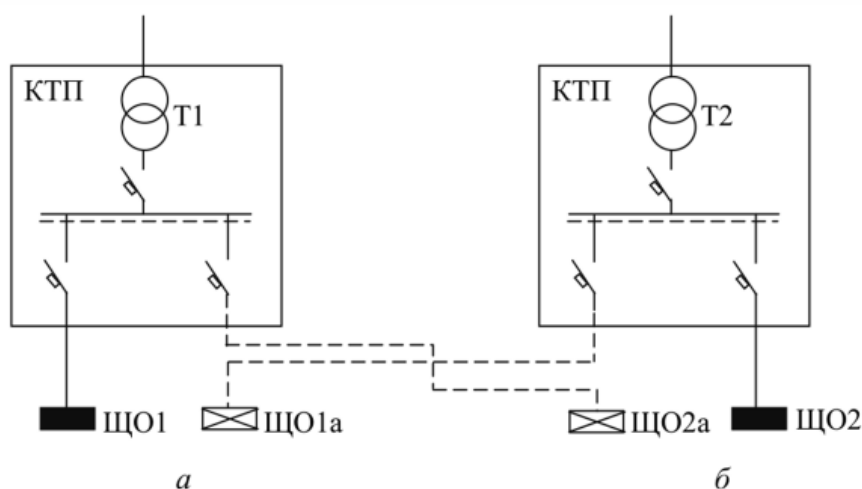


Рисунок 6 - Схема питания освещения от однострансформаторной подстанции

При наличии в системе электроснабжения здания двухтрансформаторных подстанций щитки рабочего и аварийного освещения подключаются от разных трансформаторов (рисунок 7).

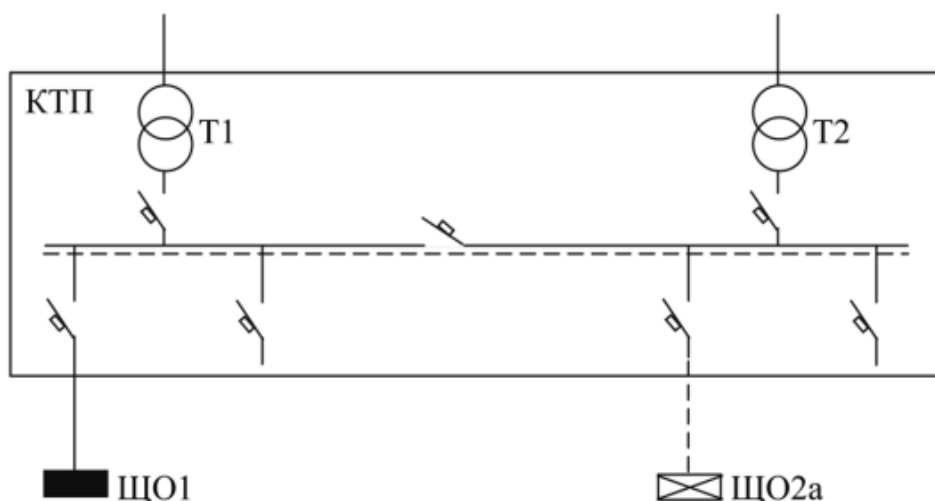


Рисунок 7 – Схема питания электрического освещения от двухтрансформаторной подстанции

В линейных шкафах комплектных трансформаторных подстанций как правило установлены аппараты защиты на большие значения номинальных токов, поэтому в этом случае питание осветительных установок осуществляется через магистральные щитки (рисунок 8.).

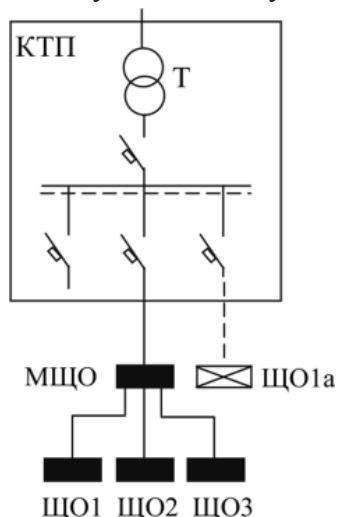


Рисунок 8 - Схема питания групповых щитков от магистрального щитка

Светильники рабочего освещения и светильники освещения безопасности в производственных и общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от независимых источников.

Светильники и световые указатели эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением, в общественных и жилых зданиях могут быть присоединены к сети, не связанной с сетью рабочего освещения, начиная от щита подстанций (распределительного пункта освещения) или, при наличии только одного ввода, начиная от вводного распределительного устройства.

Разрешается питание освещения безопасности и эвакуационного освещения от общих щитков освещения.

Питающие сети для осветительной установки и силового электрооборудования рекомендуется выполнять отдельными линиями. В начале каждой питающей линии устанавливаются аппараты защиты и отключения. В начале групповой линии обязательно устанавливается аппарат защиты, а отключающий аппарат может не устанавливаться при наличии таких аппаратов по длине линии.

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

После определения источника или источников питания, от которых предполагается запитывать осветительную установку, с учетом следующих факторов осуществляется формирование групповых линий осветительной сети.

В производственных помещениях может быть одна или несколько групповых линий.

Групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, газоразрядных ламп высокого давления (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ), индукционных ламп или до 50 люминесцентных ламп низкого давления и диодных ламп.

Для линий, питающих многоламповые люстры, число ламп на фазу не ограничивается.

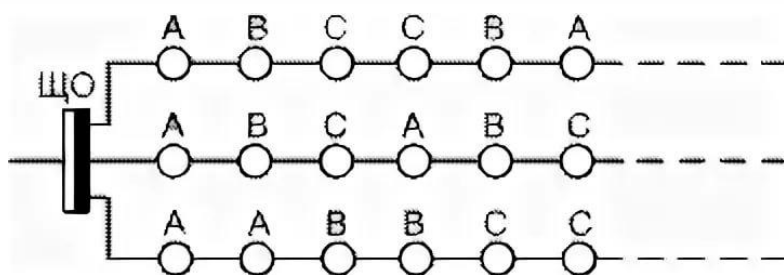


Рисунок 9 – Подключение ламп к ГЩ

## 2.2 Выбор типа системы заземления электрических сетей

Согласно требованиям к их заземлению и защите от поражения электрическим током при эксплуатации и обслуживании осветительных установок как в нормальном режиме работы электроустановки, так и при повреждении изоляции применяются типы систем заземления установок освещения TN – S, TN – C – S (рисунок 10 а, б).

В соответствии питание электроприемников должно выполняться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

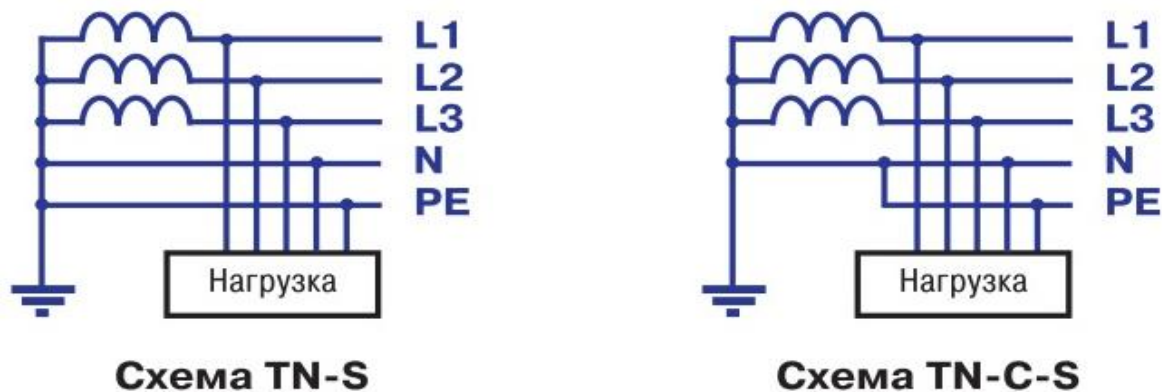


Рисунок 10 - Типы систем заземления: а - система TN – S (нулевой рабочий и нулевой защитный проводники работают раздельно); б – система TN – C – S (в части сети нулевой рабочий и нулевой защитный проводники объединены)

Используемые на рисунках 8 буквенные обозначения имеют следующий смысл.

Первая буква – характер заземления источника питания:

T – непосредственное присоединение одной точки токоведущих частей источника питания к земле;

N – непосредственная связь открытых проводящих частей с точкой заземления источника питания (обычно заземляется нейтраль в системах переменного тока).

Последующие буквы определяют устройство нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S – функции нулевого защитного (PE) и нулевого рабочего (N) обеспечиваются раздельными проводниками;

C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников объединены в одном проводнике (PEN-проводник).

## 2.3 Выбор электрической сети

Способы выполнения электрической сети должны обеспечивать:

- надежность, которая достигается соответствием условиям среды, механической прочностью жил проводов и кабелей, защитой от внешних механических повреждений;
- безопасность в отношении пожара, взрыва, поражения электрическим током;
- индустриализацию выполнения монтажных работ;
- экономичность (наименьшую стоимость), удобство эксплуатации (доступность, ремонтпригодность);
- требование эстетики (не нарушать эстетику архитектуры помещений).

Сети освещения выполняют кабелем или проводом. Токопроводящие жилы кабелей и проводов для стационарной осветительной проводки выполняют из меди или алюминия. Согласно стандарта

Преимущества меди в качестве проводника перед алюминием: высокая электропроводность, хорошая стойкость к коррозии, большая механическая прочность.

Исходя из таких характеристик, действующие документы (ПУЭ 7.1.34 и СП 31-110-2003, п. 14.3) предписывают для устройства проводки в квартирах использовать исключительно медные кабели и провода.

Провода и кабели подразделяют, согласно стандарта:

а) по типу изделия:

- провод установочный (Пу);
- кабель установочный (Ку);

б) по степени гибкости:

- для условий монтажа и эксплуатации, не требующих повышенной гибкости (без обозначения);
- для условий монтажа и эксплуатации, требующих повышенной гибкости (Г);

в) по виду материала изоляции и оболочки:

- поливинилхлоридные пластикаты, в том числе пониженной пожарной опасности и термостойкие (В);
- полимерные композиции, не содержащие галогенов (П).

г) по исполнению в части показателей пожарной опасности:

- не распространяющие горение при одиночной прокладке (без обозначения);
- не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением
- нг(А, В, С, D)-LS:

по категории А - нг(А)-LS;

по категории В - нг(В)-LS;

по категории С - нг(С)-LS;

по категории D - нг(D)-LS;

- не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением, с низкой токсичностью продуктов горения - нг(А, В, С, D)-LSLTx;

- не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении - нг(А, В, С, D)-HF;

- не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении, с низкой токсичностью продуктов горения - нг(А, В, С, D)-HFLTx.

Длительно допустимую температуру нагрева жил устанавливают в зависимости от материалов изоляции и оболочки и указывают в технических условиях на провода и кабели конкретных марок, но не ниже 70 °С.

Номинальное сечение токопроводящих жил устанавливают из рядов:

- 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400 мм - для одножильных проводов;

- 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4 мм - для многожильных проводов;

- 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50 мм - для кабелей.

Для бытового использования и подключения осветительных устройств **наибольшее распространение получили кабели следующих марок:**

**ВВГ** – кабель в поливинилхлоридной оболочке с медными жилами в аналогичной изоляции. Характеризуется хорошими эксплуатационными свойствами, допускается установка во влажных

помещениях. При наличии в маркировке индекса «НГ» может использоваться в пучках кабелей, так как оболочка обладает огнестойкими свойствами. Рисунок 11.

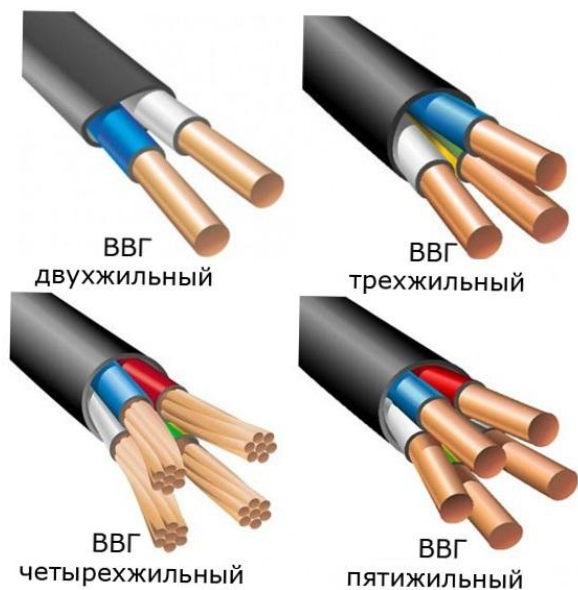


Рисунок 11 - Кабель ВВГ



Рисунок 12 - Кабель NYM

**NYM** – данная продукция появилась на рынке сравнительно недавно, как правило, производится по лицензии и соответствует отечественным стандартам. По характеристикам аналогичен кабелю ВВГ(НГ). Рисунок 12.

Минимальное сечение осветительного кабеля 1,5 кв.мм., которые выдерживают нагрузку до 4 кВт (от выключателя до источника света).

Принятые маркировки жил внутри кабеля для освещения, Рисунок 13:

- фазные провода на схемах обозначаются буквой «L» и выполняются с оболочкой коричневого, черного, и серого цвета;
- рабочий «ноль» на схемах обозначается буквой «N» и выполняется с оболочкой из синего цвета;
- защитный «ноль» (заземление) на схемах обозначается буквами «PE» и выполняется с оболочкой из желто-зеленого цвета.

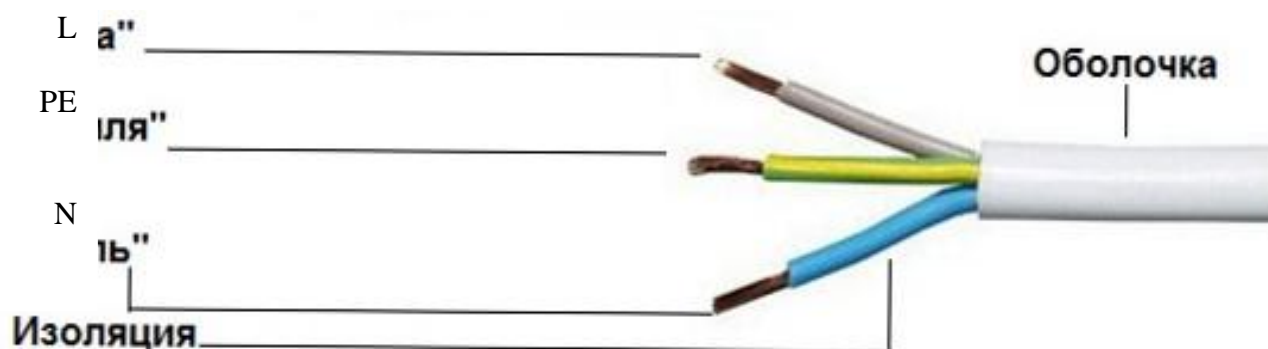


Рисунок 13 – Схема трехжильного кабеля





$$I = \frac{P_2}{2 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, A \quad (16)$$

- для двухпроводной сети

$$I = \frac{P_1}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, A \quad (17)$$

- для каждой из фаз двух- или трехпроводной сети с нулем при любой, в том числе и неравномерной нагрузке:

$$I = \frac{P_i}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi}, A \quad (18)$$

де  $P_i$  – активная расчетная мощность одной, двух или трех фаз;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности нагрузки;  $U_{\phi}$ ,  $U_{\phi}$ ,  $U_n$  – соответственно линейное, фазное и номинальные напряжения сети.

При равномерной нагрузке фаз ток в нулевом проводе трехфазных сетей, питающих лампы накаливания или диодные лампы, равен нулю, ток же сетей, питающих газоразрядные лампы, может достигать величины фазного тока.

После расчета токов выбираем сечение кабеля (провода) из таблиц ПУЭ Раздел 1 гл.1.3 (или приложение 6) по условию:

$$I_{\text{дл.доп}} \geq I_p, A \quad (19)$$

где  $I_{\text{дл.доп}}$  – максимальный ток для данного сечения провода или кабеля, в А (таблицы ПУЭ Раздел 1 гл.1.3)

Проверка на условие срабатывания защитного аппарата:

$$I_{\text{дл.доп}} \geq K_3 \cdot I_{\text{н.расц}}, A \quad (20)$$

где  $K_3$  - коэффициент защиты, приложение 7

$I_{\text{н.расц}}$  - номинальный ток теплового расцепителя выключателя, А

## 2.7 Проверка выбранной линии по потере напряжения

Необходимо рассчитать потери в питающих линиях и сравнить с допустимой потерей напряжения:

$$\Delta U_{\text{расч.}\%} \leq \Delta U_{\text{доп}} \quad (21)$$

или

$$\Delta U_{\text{расч.}\%} \leq 5\% \quad (22)$$

Относительная потеря напряжения.

$$\Delta U\% = \frac{U_1 - U_2}{U_1} 100\% \quad (23)$$

В результате преобразований получается расчетная формула, в %:

$$\Delta U_{\text{расч.}\%} = \frac{P_p l}{C \cdot F}, \quad (24)$$

где  $P_p$  - максимальная расчётная нагрузка в линии, кВт

$l$  - длина линии, м.

$C$  - коэффициент, учитывающий конструкцию сетей

$F$  - сечение токоведущих жил, мм<sup>2</sup>

Если питающая линия состоит из нескольких участков:

$$\Delta U_{\text{расч.}\%} = \frac{P_{p1} l}{C \cdot F_1} + \frac{P_{p2} l}{C \cdot F_2} + \dots + \frac{P_{pn} l}{C \cdot F_n} \text{ и д.б. } \leq 5\% \quad (25)$$

При невыполнении условия увеличиваем сечение кабеля или провода.



## 2.7 Выбор защитных аппаратов

Магистральный распределительный пункт (щиток) располагается вначале питающей линии и, как правило, вблизи встроенной или пристроенной трансформаторной подстанции (ТП) и комплектуется трехполюсными автоматическими выключателями. Номенклатура распределительных пунктов приведена в табл. **Приложение 7**. Групповые щитки, расположенные на стыке питающих и групповых линий, предназначены для установки аппаратов защиты и управления электрическими осветительными сетями.

При выборе типов щитков учитываются условия среды в помещении, способы установки в них аппаратов, коммутируемые осветительные нагрузки, токи и т. д. Информация по выбору щитков приведена в табл. **Приложение 9**. Располагать щитки следует, по возможности, ближе к центру нагрузки, в местах удобных для обслуживания. При выборе мест расположения щитков учитываются рекомендации ПУЭ [13; 8, § 10.3]

В качестве защитных аппаратов в щитках и распределительных шкафах устанавливают автоматические выключатели или предохранители с рубильниками.

Из условия:

$$I_{\text{н.расц}} \geq I, \text{ А} \quad (17)$$

Где  $I_{\text{н.расц}}$  - номинальный ток теплового расцепителя выключателя, А

$I$  – расчетный ток, в А

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На новом витке электрификации и бурного развития светотехнического рынка в России и во всем мире остро ощущается недостаток квалифицированных специалистов-светотехников. Кроме того, появление и постоянное обновление ассортимента высококачественных ламп и светильников иностранного производства выдвигает все новые и новые требования к проектированию и эксплуатации осветительных установок, принципиально отличающихся от принятых ранее. Поэтому изложенные в учебном пособии основы проектирования светотехнических установок являются основой для овладения более высокими технологиями светотехнического проектирования.

Расчеты упрощены для большего понимания сути расчетов. Для курсового проекта можно использовать таблицы из приложений, но желательно выбирать осветительные установки из каталогов современных производителей.

Очень надеюсь, что методическое пособие пригодится вам для дипломного проектирования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 31947-2012 Провода и кабели для электрических установок на номинальное напряжение до 450/750 В включительно. Общие технические условия
2. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий
3. Кнорринг, Г. М. Осветительные установки / Г. М. Кнорринг. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 288 с.
4. Кнорринг, Г. М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения / Г. М. Кнорринг. – Л. : Энергия, 1973. – 200 с
5. Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: Справочник. - Минск: Техноперспектива, 2008. – 271 с.
6. Колесник, Г. П. Электрическое освещение: основы проектирования : учеб. пособие /Г. П. Колесник. – Владимир : Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2006. – 127 с. –ISBN 5-89368-651-9.
7. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7
8. Справочная книга для проектирования электрического освещения /под ред. Г. М. Кнорринга. – М.: Энергия, 1976. – 384
9. СНИП 23-05-95
10. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг. – Л. : Энергия, 1973. – 200 с.
11. Шеховцов В.П. Осветительные установки промышленных и гражданских объектов. – М.: ФОРУМ, 2009. - 160 с.
12. Шеховцов В.П. Расчёт и проектирование ОУ и электроустановок промышленных механизмов. – М.: ФОРУМ, 2010. - 352 с.Энергоиздат, 1981. – 288 с.
13. cdelct.ru
14. Iektsii.org
15. elektricheskie-p/klassifikatsiya.html

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

#### **ВВЕДЕНИЕ**

#### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

1 Классификация помещений по взрыво-, пожаро-, электробезопасности

2 Категории надежности электроприёмников

#### **3 ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ**

3.1 Виды освещения и характеристики источников света

3.2 Расчет освещения цеха (участка)

3.3 Расчет нагрузок освещения

3.4 Расчет осветительной сети

#### **4 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 Техника безопасности при работах в осветительных установках

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Нормы освещенности и стандарты СП 52.13330.2011, СНиП 23-05-95

Таблица 1.1

<b>Освещение помещений административных зданий.</b>	
<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя горизонтальная освещенность не менее, лк.</b>
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы представительства	300
Проектные залы и комнаты конструкторские, чертежные бюро	500
Машинописные бюро	400
Помещения для посетителей, экспедиции, помещения обслуживающего персонала	400
Читальные залы	400
Помещения записи и регистрации читателей, тематических выставок, новых поступлений	300
Читательские каталоги	200
Лингафонные кабинеты	300
Книгохранилища, архивы, фонды открытого доступа	75
Переплетно-брошюровочные помещения, площадью не более 30 кв. м	300
Помещения для ксерокопирования, площадью не более 30 м	300
Макетные, столярные, ремонтные мастерские	300
Помещения для работы с дисплеями и видеотерминалами, залы ЭВМ	400
Конференцзалы, залы заседаний	200
Фойе и тамбуры	150
Лаборатории органической и неорганической химии, препараторские	400
Аналитические лаборатории	500
Весовые, термостатные	300

<b>Освещение помещений административных зданий.</b>	
<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя горизонтальная освещенность не менее, лк.</b>
Лаборатории научно-технические (кроме медицинских учреждений): термические, физические, спектро - графические, стилометрические, фотометрические, микроскопные, рентгеновские, рентгено- структурного анализа, механические, радиоизмерительные, электронных устройств	400
Фотокомнаты, дистилляторные, стеклодувные	200
Архивы проб, хранение реактивов	100
Моечные	300

<b>Освещенность образовательных учреждений.</b>	
<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя горизонтальная освещенность не менее, лк.</b>
Классные комнаты, кабинеты, аудитории общеобразовательных школ, школ интернатов, среднеспециальных и профессионально- технических учреждений, лаборатории, учебные кабинеты физики, химии, биологии и прочие	500
Аудитории, учебные кабинеты, лаборатории техникумов и высших учебных заведений	400
Кабинеты информатики и вычислительной техники	200
Учебные кабинеты технического черчения и рисования	500
Лаборантские при учебных кабинетах	400
Лаборатории органической и неорганической химии, препараторские	400
Мастерские по обработке металлов и древесины	300
Инструментальная, комната мастера инструктора	300
Кабинеты обслуживающих видов труда	400
Спортивные залы	200
Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	50

<b>Освещенность образовательных учреждений.</b>	
<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя горизонтальная освещенность не менее, лк.</b>
Крытые бассейны	150
Актовые залы, киноаудитории	200
Эстрады актовых залов, кабинеты и комнаты преподавателей	300
Рекреации	150

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
1. Литейные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
1.1	Копровое отделение (дробление металлолома). Шихтовый двор, участок, рабочая площадка подъемника. Проходы по цеху и подходы к рабочим местам	75
1.2	Смесеприготовительное отделение Транспортёры	30
1.3	Смесеприготовительное отделение Бегуны	200
1.4	Смесеприготовительное отделение Вальцы, сита. Стержневое отделение. Формовочное отделение общий уровень освещенности по отделению. Изготовление форм, сборка опок, постановка стержней для крупного и среднего литья. Технологическая обработка моделей, сушка. Отделение выбивки общий уровень освещенности по отделению. Механическая выбивка форм и стержней из опок	150
1.5	Формовочное отделение изготовление форм для литья по моделям.	300
1.6	Стержневое отделение сушка и хранение стержней. Формовочное отделение подача опок, форм на заливку	50
1.7	Плавильно-заливочное отделение площадка осмотра и ремонта вагранок, печей	30

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
1.8	Участок остывания опок	10
<b>2. Кузнечные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
2.1	Заготовительное отделение. Ковочное отделение. Механическое отделение общий уровень освещенности по отделению.	200
2.2	Механическое отделение галтовочные барабаны	150
<b>3. Холодноштамповые цехи, отделения производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
3.1	Общий уровень освещенности по цеху, отделению. Прессы, штампы, гибочные машины с ручной подачей	200
3.2	Штамповка на автоматах	150
<b>4. Термические цехи, отделения производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
4.1	Общий уровень освещенности по цеху, отделению	150
4.2	Термические печи, печи-ванны, установки ТВЧ, закалочные ванны, ванны охлаждения	200
<b>5. Цехи металлопокрытий, (гальванические цехи) производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
5.1	Общий уровень освещенности по цеху. Ванны травления, мойки, металлопокрытия.	200
5.2	ОТК	500
5.3	Отделение очистных сооружений	10
<b>6. Цехи металлоконструкций производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
6.1	Заготовительные отделения, участки	200
6.2	Заготовительные отделения, участки на открытых площадках	50



<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
6.3	Сверловочный участок	150
7. Сварочные и сборочно-сварочные цехи, отделения, участки производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
7.1	Общий уровень освещенности по цеху. Сварка, резка, наплавление.	200
7.2	Разметка, керновка	300
8. Малярные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
8.1	Малярные цехи общий уровень освещенности по цеху. Подготовительные операции (зачистка, обезжиривание, грунтовка). Окраска конструкций, строительных машин, оборудования и т. П.	200
9. Механические и инструментальные цехи, цехи оснастки производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
9.1	Тюбингово-механический цех общий уровень освещенности по цеху. Обработка тюбингов сложной конструкции на радиально-сверлильных станках.	200
9.2	Механические, инструментальные цехи, отделения, участки, цехи оснастки общий уровень освещенности по цеху	300
9.3	Механические, инструментальные цехи, отделения, участки, цехи оснастки разметочный стол, слесарные, лекальные работы, работа с чертежами.	500
9.4	Механические, инструментальные цехи, отделения, участки, цехи оснастки ОТК	750
10. Ремонтно-механические цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий		
10.1	Общий уровень освещенности по цеху. Разборка машин, механизмов. Разборка узлов машин, механизмов после мойки.	200
10.2	Отделение ремонта двигателей, моторов, насосов и другого электрического, гидравлического, пневматического оборудования.	300
10.3	Отделение ремонта ходовых частей машин гусеничного типа.	150

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
<b>11. Механосборочные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
11.1	Отделение сборки крупных узлов машин, механизмов, оборудования	150
11.2	Отделение сборки средних узлов машин, механизмов, средств малой механизации, оборудования. Цех, отделение, участок сборки машин, механизмов, оборудования.	200
11.3	Отделение сборки электрического, гидравлического, пневматического оборудования.	300
<b>12. Электромонтажные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
12.1	Общий уровень освещенности по цеху. Участок монтажа щитков, панелей, пультов, шкафов и т. П.	200
12.2	Участок разделки провода, обмоточные операции, сборка приборов и другой электроаппаратуры.	300
<b>13. Абразивные цехи производства и ремонта машин, механизмов, металлоконструкций и металлоизделий</b>		
13.1	Общий уровень освещенности по цеху. Отделение приготовления формовочной массы. Отделение, участок термообработки абразивных кругов.	150
13.2	Прессовое отделение.	200
13.3	Отделение механической обработки абразивных кругов, испытание на твердость и на разрыв, ОТК.	500
<b>14. Бетоносмесительный цех производства железобетонных и керамзитобетонных конструкций и изделий</b>		
14.1	Бетоносмесительный узел общий уровень освещенности по отделениям узла. Бетоносмесительные отделение. Бетономешалка.	10
14.2	Бетоносмесительный узел дозировочное отделение.	150
<b>15. Арматурный цех производства железобетонных и керамзитобетонных конструкций и изделий</b>		

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
15.1	Арматурный цех заготовительное отделение общий уровень освещенности по отделению. Сварочный цех, отделение общий уровень освещенности по цеху, отделению. Сварочные посты, автоматы, машины. Отделение сборки арматурных каркасов общий уровень освещенности по отделению.	200
16. Формовочный цех производства железобетонных и керамзитобетонных конструкций и изделий		
16.1	Формовочный цех общий уровень освещенности по цеху.	150
16.2	Тепловлажностная камера.	50
16.3	Участок распалубки, изоляционных, отделочных работ, ОТК и маркировки.	200
17. Производство силикатного кирпича		
17.1	Дробильное отделение. Отделение обжига известняка. Отделение помола. Массозаготовительное отделение.	75
17.2	Контроль готовой продукции. Прессы, автоматы-укладчики. Формовочное отделение. Общий уровень освещенности по отделению.	200
18. Производство красного глиняного обыкновенного кирпича		
18.1	Цех обжига.	75
18.2	Сушильные печи.	75
18.3	Контроль готовой продукции.	200
19. Производство извести		
19.1	Общий уровень освещенности по лаборатории. Лабораторное оборудование, приборы.	300
19.2	Общий уровень освещенности по отделению.	75
20. Обработка гранита и мрамора		
20.1	Гранитные и мраморные цехи. Общий уровень освещенности по цехам.	150
20.2	Распиловка природного камня на плиты. Резка и окантовка плит на фрезерных станках.	200

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
20.3	Шлифовка и полировка плит.	300
20.4	ОТК.	500
20.5	Упаковка готовых плит.	75
<b>21. Деревообрабатывающие предприятия и цехи. Лесопильное производство.</b>		
21.1	Площадки разгрузки (погрузки) сырья, пиломатериалов, готовых изделий из транспорта (в транспорт).	10
21.2	Общий уровень освещенности по отделению. Рама лесопильная (со стороны подачи бревен), второй этаж. Распиловка древесины на ленточных, циркулярных, маятниковых пилах.	200
21.3	Отделение сортировки, браковки пиломатериалов. Отделение обработки пиломатериалов.	100
21.4	Отделение переработки и транспортировки отходов, первый этаж	100
<b>22. Деревообрабатывающие предприятия и цехи. Столярное производство.</b>		
22.1	Общий уровень освещенности по отделению. Участок раскроя, разметки пиломатериалов. Автоматические поточные линии. Сборочное отделение. Отделение приготовления клея. Отделение окраски изделий и покрытия лаками.	150
22.2	Шлифовальные станки. Участки остекления оконных и дверных блоков. Подготовка и покрытие изделий лаками и красками.	200
22.3	Участки подбора текстуры и наклейки шпона. Шлифовка (зачистка) поверхности изделия.	300
<b>23. Производство инвентарных зданий контейнерного и сборно-разборного типов</b>		
23.1	Общий уровень освещенности по цеху. Пост сборки объемных блоков. Линия изготовления панелей (ваймы, прессы, кантователи, рольганги, гвоздебойные станки, посты укладки утеплителя).	150
23.2	Участок доборных и крышных элементов. Участок острожки и сращивания досок по длине и сечению. Участок раскроя плит по формату. Участок склеивания плит.	150

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
<b>24. Производство деревоклееных конструкций (ДКК)</b>		
24.1	Общий уровень освещенности по отделению.	150
24.2	Места складирования пакетов.	50
<b>25. Ремонтно-инструментальные цехи, отделения, участки</b>		
25.1	Общий уровень освещенности по цеху, отделению, участку.	300
25.2	Станки для заточки ножей, твердосплавных пил, фрез, вальцовочные. Пилоштампы для насечки зубьев. Столы сборки, осмотра и контроля готовых инструментов, верстаки слесарные.	300
25.3	Склады металла, металлолома, пиломатериалов, сырья, сыпучих материалов (щебня, песка, цемента и т.д.), готовой продукции.	20
<b>26. Предприятия по обслуживанию автомобилей</b>		
26.1	Мойка и уборка автомобилей.	150
26.2	Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.	200
26.3	Ежедневное обслуживание автомобилей.	75
26.4	Осмотровые канавы.	150
26.5	Отделения: моторное, агрегатное, механическое, электротехническое и приборов питания.	300
26.6	Кузнечное, сварочно-жестяницкое и медницкое отделения. Столярное и обойное отделения. Ремонт и монтаж шин.	200
26.7	Помещения для хранения автомобилей.	20
26.8	Открытые площадки для хранения автомобилей.	5
<b>27. Котельные</b>		
27.1	Площадки обслуживания котлов.	100
27.2	площадки и лестницы котлов и экономайзеров, проходы за котлами.	10

<b>Нормы освещенности производственных помещений.</b>		
<b>№</b>	<b>Освещаемые объекты</b>	<b>Средняя освещенность Еср, лк не менее</b>
27.3	Помещения дымососов, вентиляторов, бункерное отделение, топливоподачи.	100
27.4	Конденсационная, химводоочистка, деаэрационная, бойлерная.	100
27.5	Надбункерное помещение.	20
28. Электропомещения		
28.1	Камеры трансформаторов и реакторов.	50
28.2	Помещения распределительных устройств	100
28.3	Помещения для аккумуляторов.	50
28.4	Ремонт аккумуляторов.	200
29. Помещения для электрокар и электропогрузчиков		
29.1	Помещения для стоянки и зарядки.	50
29.2	Ремонт электрокар и электропогрузчиков.	200
29.3	Электролитная и дистилляторная.	160
30. Помещения инженерных сетей и прочие технические помещения		
30.1	Помещения для вентиляционного оборудования (кроме кондиционеров).	20
30.2	Помещения для кондиционеров, насосов, тепловые пункты.	75
30.3	Машинные залы насосных, компрессорные, воздуходувки с постоянным дежурством персонала.	150
30.3	Машинные залы насосных, компрессорные, воздуходувки без постоянного дежурства персонала.	100
30.4	Помещения для инженерных сетей.	20

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1.2 Приблизительные значения коэффициентов отражения стен и потолка

Характер отражающей поверхности	Коэффициент отражения $\rho$ , %
Побеленный потолок; побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами	70
Побеленные стены при незанавешенных окнах; побеленный потолок в сырых помещениях; чистый бетонный и светлый деревянный потолок	50
Бетонный потолок в грязных помещениях; деревянный потолок; бетонные стены с окнами; стены, оклеенные светлыми обоями	30
Стены и потолки в помещениях с большим количеством темной пыли; сплошное остекление без штор; красный кирпич не оштукатуренный; стены с темными обоями	10
Бумага белая ватманская	82 - 76
Бумага белая писчая	82 - 76
Красный кирпич	10 - 8
Дерево сосна светлая	50
Дерево фанера	38
Дерево дуб светлый	33
Белый мрамор	80
Белая фаянсовая плитка	70
Обои белые, кремовые, светло-желтые	85 - 65
Обои темные	25
Оконное стекло (толщина 1-2 мм)	8

# ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 1.2 Значения коэффициента использования светового потока в процентах

$\rho_n$	$\rho_c$	$\rho_p$	i	Тип КСС								
				М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2
0,7	0,5	0,3	0,6	35	36	44	49	58	64	70	74	75
			0,8	50	50	52	60	68	74	77	83	84
			1,25	61	58	68	75	82	85	84	90	95
			2	73	72	84	90	96	95	90	96	104
			3	83	81	93	101	102	100	94	100	108
			5	95	90	103	106	109	105	99	106	115
0,7	0,3	0,1	0,6	26	28	33	42	48	57	62	65	67
			0,8	36	40	43	52	60	66	69	73	75
			1,25	46	49	56	69	73	76	76	81	84
			2	56	59	74	78	84	84	81	86	93
			3	67	68	80	73	90	83	84	89	97
			5	80	74	46	76	94	91	85	90	100
0,5	0,5	0,3	0,6	32	36	42	45	55	63	68	70	72
			0,8	45	48	51	56	66	72	73	78	80
			1,25	55	57	65	65	80	83	81	86	91
			2	67	66	71	78	92	91	87	92	99
			3	74	76	90	76	98	96	91	96	103
			5	84	85	85	84	103	100	94	100	108
0,5	0,3	0,1	0,6	23	27	33	41	48	57	62	64	68
			0,8	36	40	42	48	58	65	68	73	74
			1,25	45	48	52	64	72	75	74	80	84
			2	56	55	69	76	83	83	81	86	92
			3	65	65	75	70	86	86	83	88	93
			5	75	73	86	88	93	90	85	90	99
0,3	0,1	0,1	0,6	17	27	28	35	43	53	61	62	68
			0,8	29	35	36	45	54	62	65	71	72
			1,25	38	42	48	60	68	73	72	77	80
			2	46	52	63	73	79	80	78	83	89
			3	58	61	75	68	85	84	81	86	93
			5	67	68	81	77	90	86	83	88	97



## ПРОЛОЖЕНИЕ 5

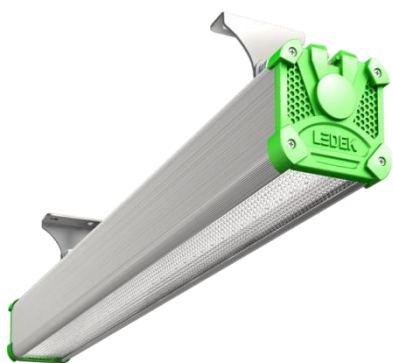
### Диодный светильник ДСП



Таблица 1.3 - Технические характеристики светильника:

Наименование продукта	ДСП1235 с светодиодной лампой	ДСП1235 с модулем
Габаритные размеры	1235*120*85	1235*120*85
Мощность	38 Вт	38 Вт
Рабочее напряжение	220 В	220 В
Цветовая температура	4500 К	4500 К
Световой поток	3200 Лм	3200 Лм
Гарантийный срок службы	2 года	2 года

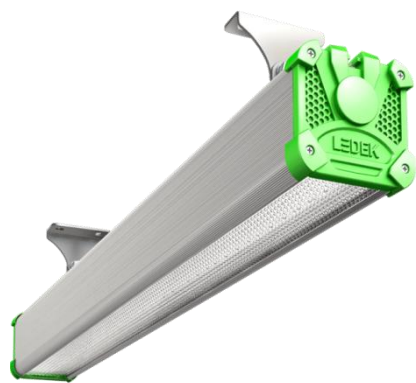
Линейные светильники для освещения вспомогательных помещений предприятий и офисов заведений. Облегченный профиль 2019 года.



Nano TRADE 16  
Универсальный светодиодный светильник  
16 Вт 2070 лм IP67  
Драйвер TRIDONIC IP67  
Светодиоды Samsung  
КСС "Д" 120°  
Рассеиватель "Призма"/"Опал"  
Размеры, мм 546\*65\*60  
Вес 1,3 кг  
от -40°C до +70°C



Nano TRADE 32  
Универсальный светодиодный светильник  
32 Вт 4140 лм IP67  
Драйвер TRIDONIC IP67  
Светодиоды Samsung  
КСС "Д" 120°  
Рассеиватель "Призма"/"Опал"  
Размеры, мм 1045\*65\*60  
Вес 1,3 кг  
от -40°C до +70°C



Nano TRADE 48  
 Универсальный светодиодный светильник  
 48 Вт 6210 лм IP67  
 Драйвер TRIDONIC IP67  
 Светодиоды Samsung  
 КСС "Д" 120°  
 Рассеиватель "Призма"/"Опал"  
 Размеры, мм 1540\*65\*60  
 Вес 4,1 кг  
 от -40°C до +70°C

### Промышленный индукционный светильник SO03-022



Промышленный индукционный светильник SO03-022 монтируется в закрытых помещениях или под навес на высоту от 6 метров, не требует дополнительного обслуживания на протяжении всего срока работы индукционной лампы, порядка 100 000 часов. В сравнении со светильниками на основе ламп ДРЛ и ДНаТ потребляет примерно в 2,7-3 раза меньше электроэнергии. Индукционный светильник SO03-022 не подвержен коррозии и влиянию ультрафиолета, т.к. корпус выполнен из алюминия.

Широкая юбка светильника распределяет позволяет равномерно освещать значительную площадь.

Таблица 1.4 - Таблица данных SO03-022:

Наименование	Мощность, Вт	Световой поток, лм	IP	Вес, кг	Габариты, уп. мм
SO03-022-80	80	6 400	54	6,0	550x550x420
SO03-022-100	100	8 000	54	6,0	550x550x420
SO03-022-120	120	9 600	54	6,3	550x550x420
SO03-022-150	150	12 000	54	6,3	550x550x420
SO03-022-200	200	16 000	54	6,6	550x550x420
SO03-022-250	250	20 000	54	6,6	550x550x420



### Промышленный индукционный светильник DLI-22

Промышленный индукционный светильник DLI-22 снабжен широким отражателем, что позволяет добиться равномерного освещения при сравнительно малой высоте подвеса (от 4 метров). Отражатель выполнен из анодированного алюминия, с полированной поверхностью, это позволило увеличить эффективность светового потока до 10%. Рассеиватель из закаленного стекла. Система крепления рассеивателя хупинг (hooping) — стянутый обруч, благодаря этому удалось добиться надежного крепления и исключить попадание внутрь

светильника влаги и пыли. Электробалласт с высоким коэффициентом мощности, обеспечивает низкий уровень пульсации (>1). Монтаж подвесной.

Таблица 1.5 - Таблица данных DLI — 22:

Наименование	Мощность, Вт	Световой поток, лм	IP	Вес, кг	Габариты, уп. мм
<b>DLI-22-80</b>	80	6 400	65	7,5	575x575x400
<b>DLI-22-100</b>	100	8 000	65	7,5	575x575x400
<b>DLI-22-120</b>	120	9 600	65	7,6	575x575x400
<b>DLI-22-150</b>	150	12 750	65	7,8	575x575x400
<b>DLI-22-200</b>	200	17 000	65	7,9	575x575x400
<b>DLI-22-250</b>	250	20 500	65	7,9	575x575x400

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 1.3.4. Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами (ПУЭ)

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух-, одножильных	трех-, одножильных	четырех-, одножильных	одного-, двухжильного	одного-, трехжильного
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	—	—	—
185	510	—	—	—	—	—
240	605	—	—	—	—	—
300	695	—	—	—	—	—
400	830	—	—	—	—	—

Таблица 1.3.6. Допустимый длительный ток для проводов с медными жилами с резиновой изоляцией в металлических защитных оболочках и кабелей с медными жилами с резиновой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной, найритовой или резиновой оболочке, бронированных и небронированных (ПУЭ)

Сечение токопроводящей жилы, мм <sup>2</sup>	Ток *, А, для проводов и кабелей				
	одножильных	двухжильных		трехжильных	
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-

## ПРОЛОЖЕНИЕ 7

Таблица -Минимально допустимые значения коэффициента защиты  $K_3$

Ток защиты	Коэффициенты защиты $K_3 > I_d/I_z$			сетей, не требующих защиты от перегрузки (требуется только защита от токов КЗ)
	сетей, для которых защита от перегрузки обязательна			
	Проводники с резиновой и аналогичной по тепловым характеристикам изоляцией		Кабели с бумажной изоляцией и с изоляцией из вулканизированного полиэтилена	
	взрыво- и пожароопасные производственные, служебно-бытовые помещения (осветительные сети независимо от рода проводки)	невзрыво- и непожароопасные помещения (например, провода АПР, ПР на роликах и изоляторах)		
I ном, вст	1,25	1	1	0,33
I уст, э, 0 '	1,25	1	1	0,22
I сраб, комб, нр	1	1	1	1
I сраб, теп, пер	1	1	0,8	0,8

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица - Технические данные автоматических выключателей с комбинированным расцепителем  
серии ВА51 и ВА51Г

Тип выключателя	Номинальный ток, А		Ток отсечки при токе		Предельная коммутационная способность, кА, при токе и напряжении, В					Износостойкость, число циклов ВО				
	выключателя I ном	расцепителя I ном. р.	переменном	постоянным	переменном				постоянным.	общее	под нагрузкой			
					380	$\cos \varphi$	660	$\cos \varphi$						
BA51Г-25	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6			3,0	0,7	3,0	0,7		100000	50000 (30 000)*			
					1,5		1,6							
BA51-25		6,3; 8			7; 10		7					2(1,5)	2(1,5)	2
10; 12,5		2,5(2)										2	2,5	
16; 20; 25	3(3)		3,6											
BA51-31-1, BA51Г-25	100	6,3; 8	3; 7; 10	3;7	2,0	0,9			1,5**	50 000	20 000			
		10; 12							2,0**					
		16			2,5				2,5**					
		20; 25			3,5	0,8			3,5**					
		31,5; 40; 50; 63; 80			5,0	0,7			8,0**					
		100			7,0	0,5			—					
BA51-31		6,3; 8,0			2,0	0,9	1,5	0,95	2,0	30 000	16 000			
10; 12,5		2,5			2,0		2,5							
BA51Г-31		16			3,8	0,8			3(3,8)					
		20; 25			3,5				3(5)					
		31,5; 40			6,0	0,7	4,0	0,8	6,0					
		50; 63							10(12)					
		80; 100			1°				0,5			20		
BA51-33, BA51Г-33	160	80; 100; 125; 160	10	6	12,5	0,3	9	0,5	25			18 000	6300	
BA51-35	250	80	12	10	15		10							
		100; 125		8										
		160; 200; 250		6										
BA51-37	400	250; 320; 400	10	6	25	0,25	12	0,3	40			18000	6300	
BA51-37	630	400; 500; 630	10	6	35	0,25	20	0.3	50			1800	6300	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Таблица 10 -Пункты распределительные и щиты освещения

№ п/п	Наименование	Тип и количество выключателей			Завод-изготовитель	Примечание
		3-полюсных	2-полюсных	1-полюсных		
1	ПР 8503-1001	ВА630/2х100; 50; 20; 16А	-	-	ООО «ЭЛЕКТРА» г. Москва	6800 р.
2	ПР 8503-1005	ВА320/3х200; 1х60А	-	-		16820 р.
№ п/п	Наименование	Тип и количество выключателей			Завод-изготовитель	Примечание
		3-полюсных	2-полюсных	1-полюсных		
3	ПР 8503-1011	ВА57-31/1х31.5; 3х40; 1х50; 1х63А	-	-	ООО «ЭЛЕКТРА» г. Москва	8980 р.
4	ПР 8503-1015	ВА57Ф35/1х25; 1х50; 1х63, 1х125А	-	-		11980 р.
5	ПР 8503-1051	ВА400/2х80; 2х63; 2х25; 6х80А	-	-		11986 р.
6	ПР 8503-1052	ВА630/2х100; 2х80; 4х63 (8х100)А	-	-		12894 р.
7	ПР 8503-1053	ВА400/2х100; 2х63; 3х25; 3х10А	-	-		12946 р.
8	ПР 8503-1058	ВА630/2х250; 2х160; 2х100А	-	-		22685 р.
9	ПР 8503-1161	ВА250/1х100; 1х80; 2х40; 4х16А	-	-		9161 р.
10	ОЩВ-6	-	-	63А+6х16А (25А)		900 р.
11	ОЩВ-6	Ввод-авт. 3ф	-	100А+6х16А (25А)		1250 р.
12	ОЩВ-6	Ввод-выкл.нагр. 3ф	-	100А+6х16А (25А)		1250 р.
13	ОЩВ-12	-	-	63А+12х16А (25А)		1250 р.
14	ОЩВ-12	Ввод-авт. 3ф	-	100А+12х16А (25А)		1580 р.
15	ОЩВ-12	Ввод-ВН 3ф вык. нагр.	-	100А+12х16А (25А)		1300 р.
16	УОЩВ 1-6	-	-	1-6 63А; 6х16А (25А)		1100 р.
17	УОЩВ 1-9	-	-	1-9 63А; 9х16А (25А)		1280 р.
18	УОЩВ 1-12	-	-	1-12 12х16А (без. ав.)		1120 р.
19	УОЩВ 1-12	-	-	1-12 16х25А		1120 р.
20	ЩРН(В)-2	Возможность установки от 12 до 48 модулей (комплектуются DIN-рейкой)			ДЭК, г. Москва	Н-навесной, В-встроенный

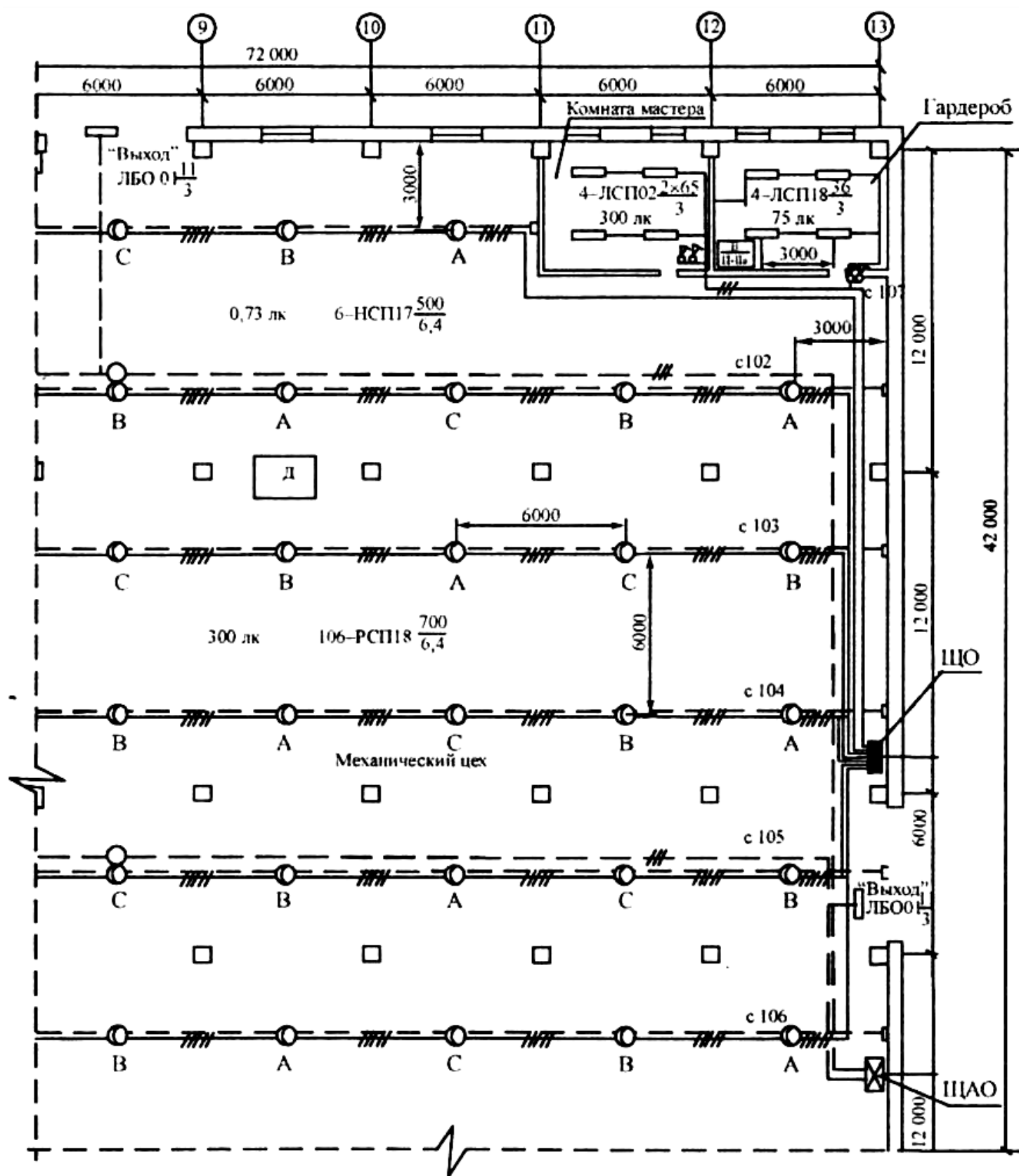


## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Условные обозначения элементов осветительной сети на планах	
	— линия состоит из пяти проводников
	— линия сети аварийного освещения
	— линия из пяти проводников на тресе и его концевое крепление
	— светильник с лампой накаливания
	— светильник с лампой типа ДРЛ, ДРИ
	— светильник с люминесцентными лампами
	— светильники с люминесцентными лампами, установленными в линию
	— щиток рабочего освещения
	— щиток аварийного освещения
	— выключатель однополюсный
	— выключатель однополюсный, сдвоенный
	— выключатель двухполюсный
300 лк	— нормируемая освещенность в люксах
$A - B \frac{C \times D}{H}$	A — количество светильников; B — тип светильников; C — количество ламп в светильнике; D — мощность лампы, Вт; H — высота установки, м
Условные обозначения элементов осветительной сети в схемах	
	— щиток рабочего освещения
	— щиток аварийного освещения
	— автоматический воздушный выключатель (A — тип выключателя; B — тип расцепителя (K — комбинированный; Э — электромагнитный); C — ток расцепителя

# ПРИЛОЖЕНИЕ 11

## Пример схемы освещения цеха №1



### Пример схемы освещения цеха №2

