

# Электроснабжени е городов

---

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СХЕМАХ  
ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И  
ГОРОДСКИХ СЕТЕЙ**

Структурная схема электроснабжения крупного города, пример которой представлен на рис. 12.1, содержит комплекс сложных сооружений. Основными звеньями этого комплекса являются: источник питания — районная электростанция 1 с установленными повысительными трансформаторами 2; воздушная линия электропередачи 3 напряжением 220 кВ на металлических опорах;

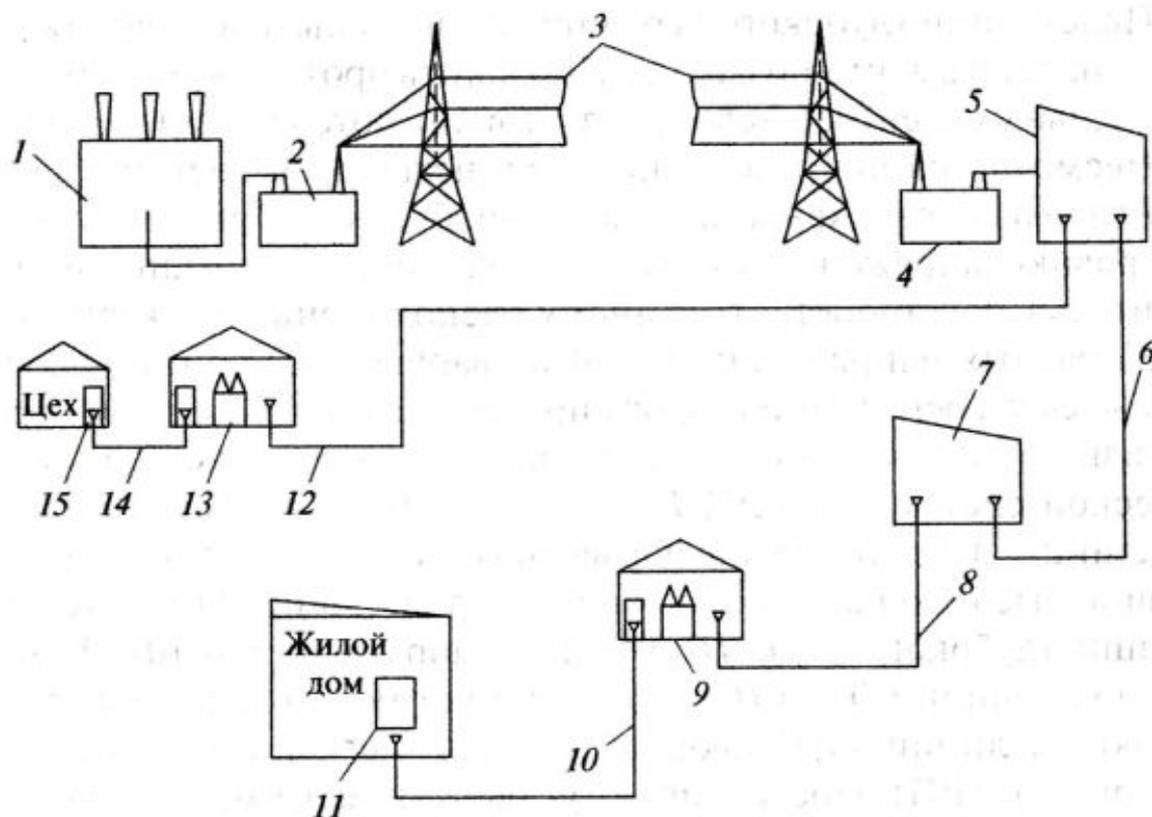
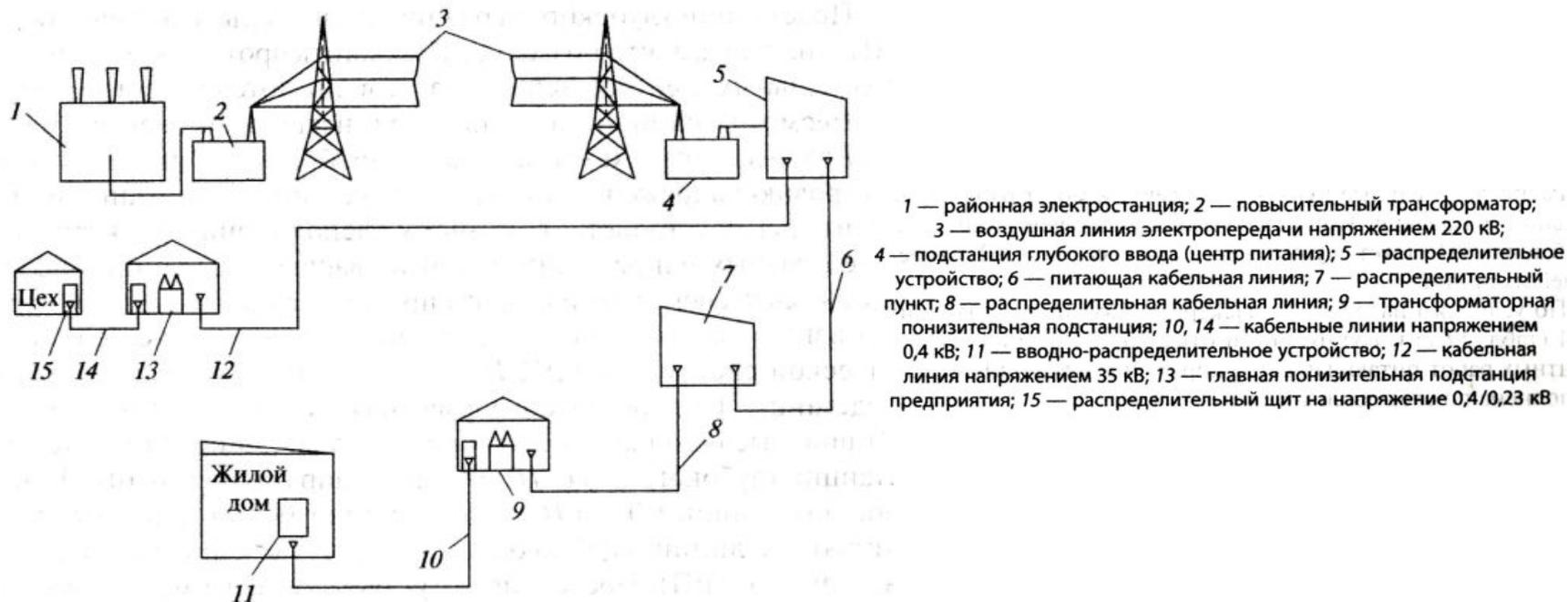


Рис. 12.1. Структурная схема электроснабжения города:



- 1 — районная электростанция; 2 — повысительный трансформатор;  
 3 — воздушная линия электропередачи напряжением 220 кВ;  
 4 — подстанция глубокого ввода (центр питания); 5 — распределительное устройство; 6 — питающая кабельная линия; 7 — распределительный пункт; 8 — распределительная кабельная линия; 9 — трансформаторная понизительная подстанция; 10, 14 — кабельные линии напряжением 0,4 кВ; 11 — вводно-распределительное устройство; 12 — кабельная линия напряжением 35 кВ; 13 — главная понизительная подстанция предприятия; 15 — распределительный щит на напряжение 0,4/0,23 кВ

**Рис. 12.1.** Структурная схема электроснабжения города:

подстанция глубокого ввода 4 напряжением 220 кВ с распределительными устройствами (РУ) 5 напряжением 35 и 6 или 10 кВ; питающая кабельная линия 6; распределительный пункт 7, на шины которого подается напряжение 6(10) кВ; распределительная кабельная линия 8, питающая трансформаторную понизительную подстанцию 9; кабельная линия 10 напряжением 0,4 кВ, питающая вводно-распределительное устройство 11 жилого дома. От РУ 35 кВ по кабельной линии 12 напряжением 35 кВ получает питание главная понизительная подстанция 13 промышленного предприятия города, от которой по кабельным линиям 14 напряжение 0,4 кВ поступает на распределительные щиты 15 цехов.

Опорные районные понизительные подстанции, электростанции и подстанции глубокого ввода в системе электроснабжения города являются центрами питания (ЦП). Число и разновидность ЦП зависят от ряда факторов, прежде всего от размера города, его общей электрической нагрузки и принятого способа теплоснабжения.

Подстанции глубокого ввода предназначены для приближения ЦП к нагрузкам, что позволяет уменьшить протяженность распределительных электросетей и снизить в них потери электроэнергии.

Несмотря на принципиальное единство схем электроснабжения городов, эти схемы весьма разнообразны. Они различаются по уровню напряжения, схемам коммутации, конструкции распределительных устройств, взаимному расположению электрических сетей разных напряжений. Один из вариантов принципиальной схемы электроснабжения города представлен на рис. 12.2. Опорная понизительная районная подстанция *I* питается от сетей энергетической системы, а ТЭЦ *II* связана с этими сетями и опорной подстанцией *I* через трансформаторы, установленные при ТЭЦ. От шин высшего напряжения опорной подстанции *I* питается подстанция глубокого ввода *III*. От шин напряжением 6(10) кВ опорной подстанции *I*, ТЭЦ *II* и подстанции глубокого ввода *III* отходят питающие линии, снабжающие электроэнергией распределительные пункты (РП). Последние могут быть связаны между собой линиями и иметь одну, две или три секции.

Распределительные пункты и их секции могут работать параллельно и раздельно. При отключении питающей линии электропитание РП может осуществляться от соседнего РП по соединяющей их линии.

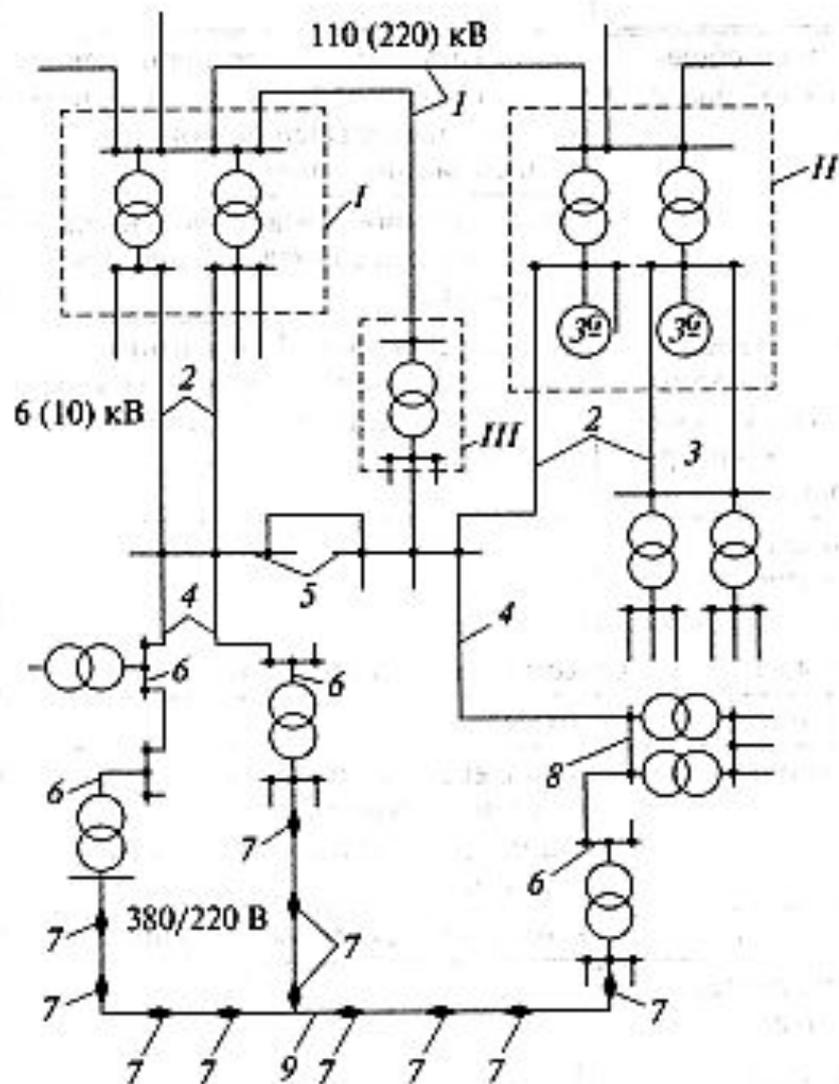
По условиям надежности электроснабжения гражданских зданий и возможности отключения секций ЦП для ремонтных работ питающая сеть напряжением 6(10) кВ может быть выполнена по следующим схемам:

- питание РП по двум линиям от разных секций одного ЦП или от разных ЦП;
- питание РП по трем линиям (каждая на свою секцию), две из которых подключены к одной секции ЦП, а третья — к другой секции того же или другого ЦП.

**Категории электроприемников гражданских зданий по надежности электроснабжения**

Виды гражданских зданий	Электроприемники	Категория надежности
Жилые дома и общежития высотой более 16 этажей	Электроприемники противопожарных устройств (насосы, системы подпора воздуха, дымоудаления, пожарной сигнализации) и лифтов	1
	Эвакуационное и аварийное освещение и комплексе остальных электроприемников	2
Жилые дома с электроплитами высотой до 16 этажей (за исключением 1—8-квартирных домов)	Комплекс электрооборудования, в том числе электроплиты и водонагреватели для горячего водоснабжения	2
Жилые дома с плитами на газообразном и твердом топливе высотой: выше 5 до 10 этажей	Комплекс электрооборудования	2
	То же	3
1—8-квартирные жилые дома	Комплекс электрооборудования, в том числе электроплиты и водонагреватели для горячего водоснабжения	3
Садовые домики	Комплекс электрооборудования	3
Общежития общей вместимостью: до 50 человек	То же	3
		2
Отдельно стоящие и встроенные центральные тепловые пункты (ЦТП), обслуживающие жилые дома и общежития высотой: выше 16 этажей	Комплекс электрооборудования ЦТП	1
		2
до 16 этажей	То же	2

Виды гражданских зданий	Электроприемники	Категория надежности
Общественные здания высотой более 16 этажей	Электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и лифтов	1
	Комплекс остальных электроприемников	2
Здания учреждений управления, научно-исследовательских и проектных институтов с числом работающих свыше 2000 человек, а также здания учреждений областного, городского и районного значения с числом работающих свыше 50 человек	Электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и лифтов	1
	Комплекс остальных электроприемников	2
Здания лечебно-профилактических учреждений	Электроприемники операционных и родильных блоков, отделений анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии, кабинетов лапароскопии, бронхоскопии и ангиографии, противопожарных устройств и охранной сигнализации, эвакуационного освещения и больничных лифтов	1
	Комплекс остальных электроприемников	2
Учреждения финансирования, кредитования и страхования	Электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации и лифтов	1
	Комплекс остальных электроприемников	2
Библиотеки и архивы с фондом: выше 1 млн единиц хранения	Электроприемники противопожарных устройств, охранной сигнализации зданий	1
	Комплекс остальных электроприемников	2



I — опорная понизительная районная подстанция; II — ТЭЦ;  
 III — подстанция глубокого ввода; 1 — воздушные или кабельные линии  
 напряжением 110(220) кВ; 2 — питающие линии напряжением 6(10) кВ;  
 3 — распределительный пункт, совмещенный с трансформаторной  
 подстанцией для электроснабжения крупного промышленного  
 предприятия; 4 — линии распределительной сети напряжением 6(10) кВ;  
 5 — распределительный пункт; 6 — сетевая трансформаторная подстанция;  
 7 — вводы в жилые и общественные здания; 8 — трансформаторная  
 подстанция для электроснабжения промышленного предприятия средней  
 мощности; 9 — линии распределительной сети напряжением 380/220 В

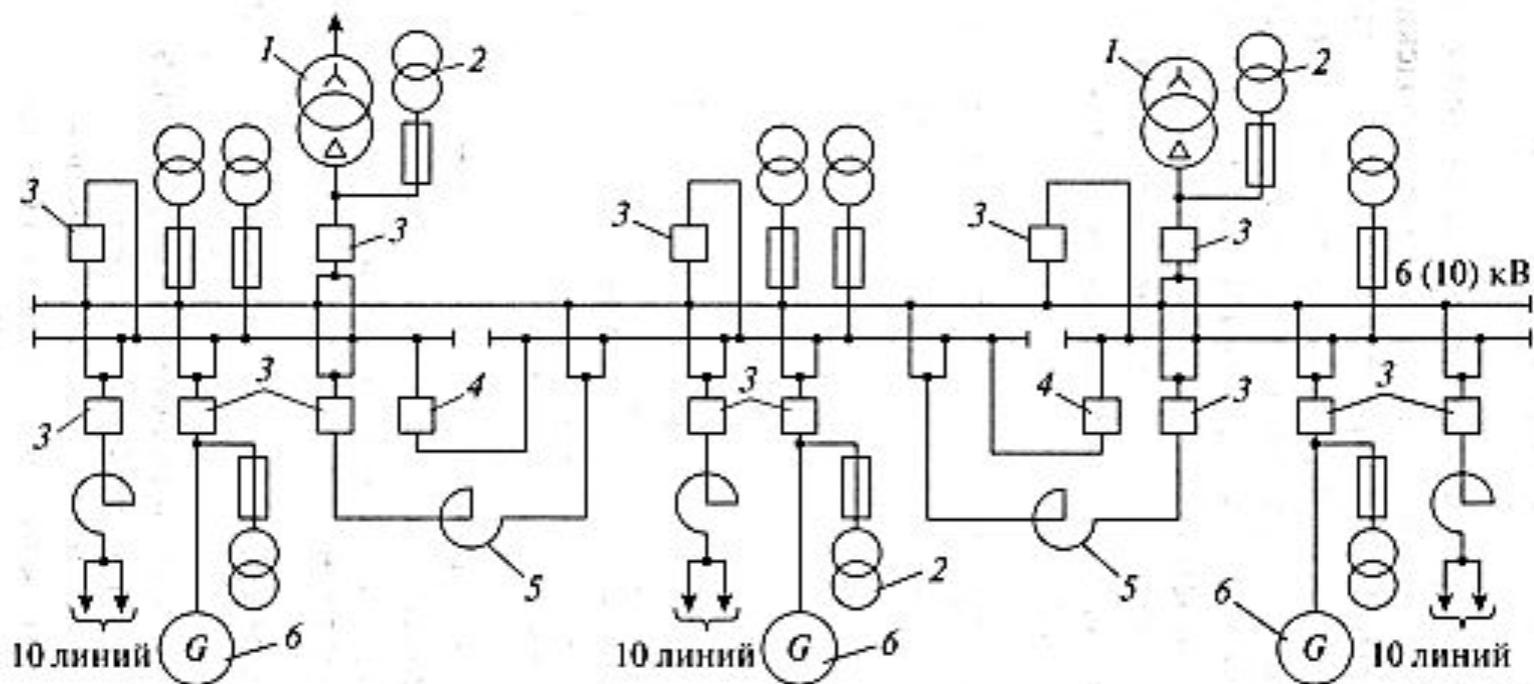
Рис. 12.2. Принципиальная схема электроснабжения города:

От каждого РП отходят распределительные линии напряжением 6(10) кВ, выполняемые по магистральным схемам. От этих распределительных линий питаются трансформаторные подстанции (ТП) с одним или двумя трансформаторами, которые могут быть оборудованы устройствами автоматического включения резерва (АВР).

Линии напряжением 0,4 кВ в нормальном режиме работают по разомкнутой схеме, но при необходимости могут резервировать друг друга, так как их пропускная способность и оборудование ТП рассчитаны на дополнительную нагрузку.

В средних и малых городах общие электрические нагрузки меньше, поэтому схемы электроснабжения таких городов значительно упрощаются: уменьшаются число ЦП, протяженность питающей сети напряжением 6(10) кВ, число и мощность ТП; реже используются устройства АВР из-за меньшего числа ответственных потребителей.

Для обеспечения надежного электроснабжения ЦП выполняют с двойными или одинарными секционированными сборными шинами. Для примера на рис. 12.3 приведена схема электростанции с тремя синхронными генераторами 6. В нормальных условиях они подключены к первой системе шин и работают параллельно благодаря соединению секций этой системы секционными выключателями 4. Такая схема обеспечивает бесперебойность электроснабжения потребителей при отключении любого генератора или трансформатора 1, связывающего ЦП с электрической системой.



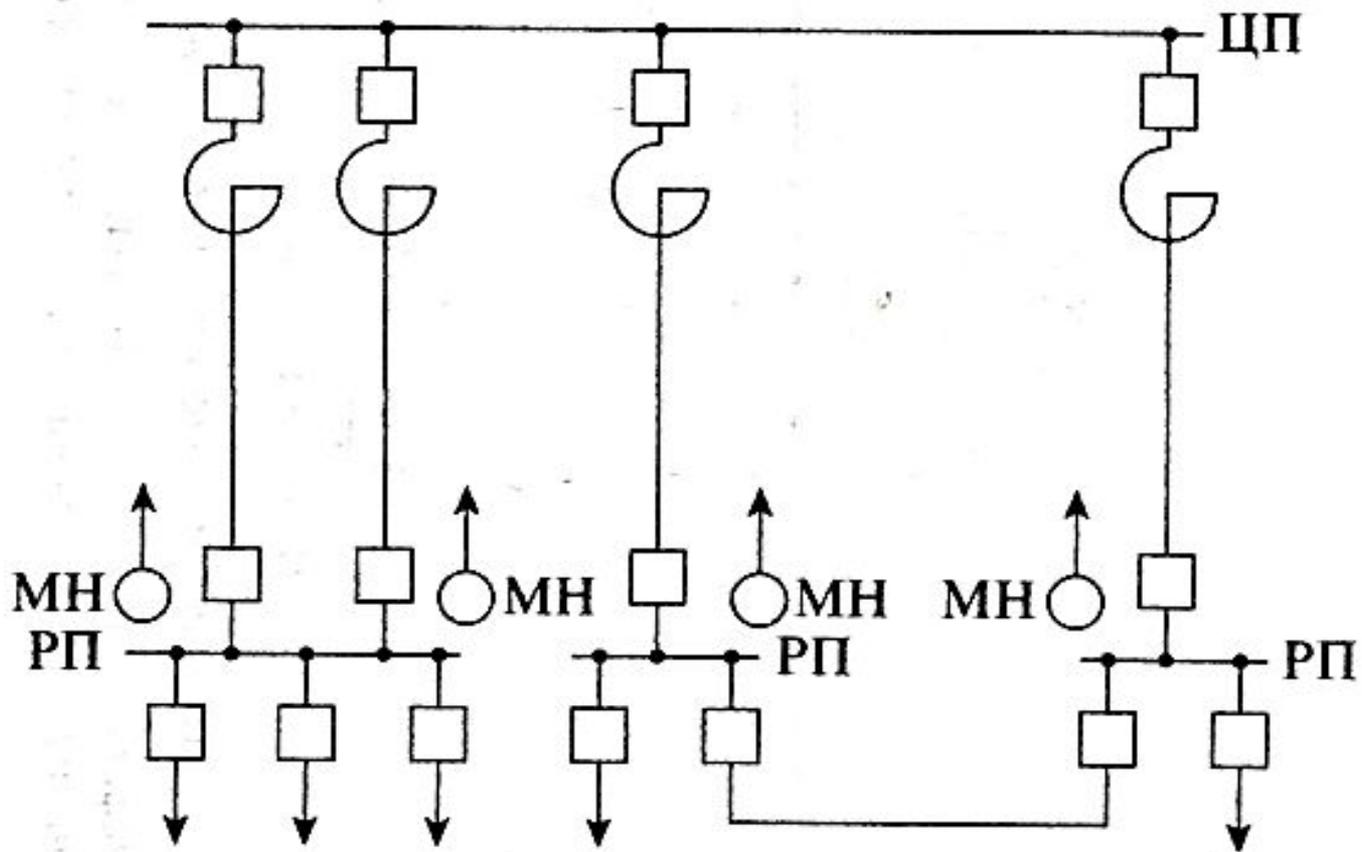
**Рис. 12.3.** Схема электрических соединений для распределительного устройства напряжением 6(10) кВ ТЭЦ:

1 — двухобмоточный трансформатор; 2 — трансформатор напряжения; 3 — шинсоединительный выключатель; 4 — секционный выключатель; 5 — реактор; 6 — синхронный генератор

При необходимости ремонта любой секции первой системы шин все присоединения переводятся на вторую систему шин. Возможность параллельной работы с остающимися под напряжением секциями первой системы шин обеспечивается шиносоединительными выключателями.

Проектирование городских электрических сетей выполняется в соответствии с Указаниями по проектированию городских электрических сетей (СНиП 114-80\*), строительство и монтаж электроустановок — в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и строительными нормами и правилами (СНиП III-10-75).

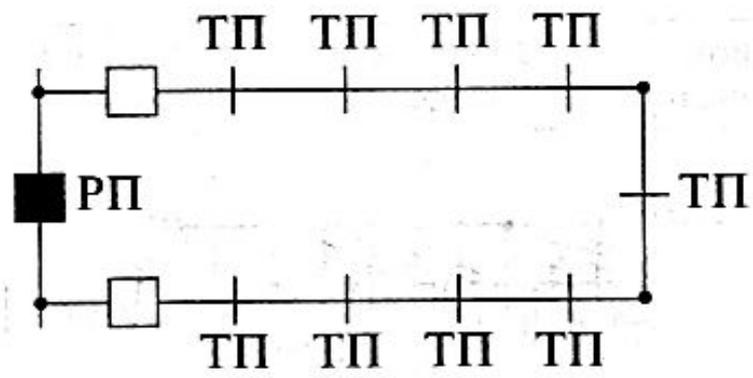
Питающие сети напряжением 6(10) кВ городов выполняют по радиальным и магистральным схемам.



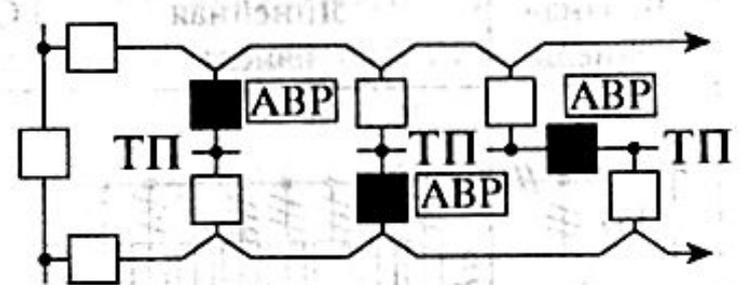
**Рис. 12.4.** Схема радиальной городской резервируемой замкнутой сети:

МН — устройства максимальной токовой направленной защиты;

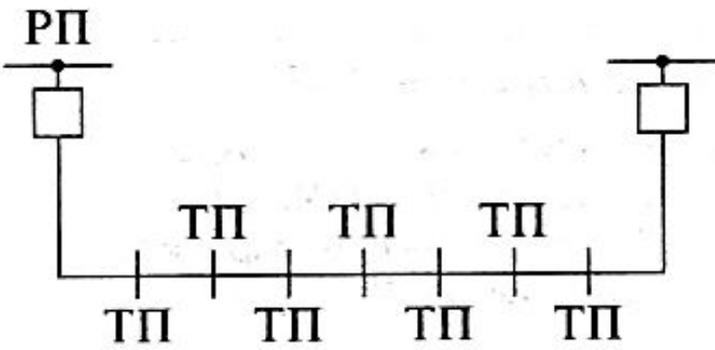
ЦП — центр питания; РП — распределительный пункт ТП



*a*



*в*



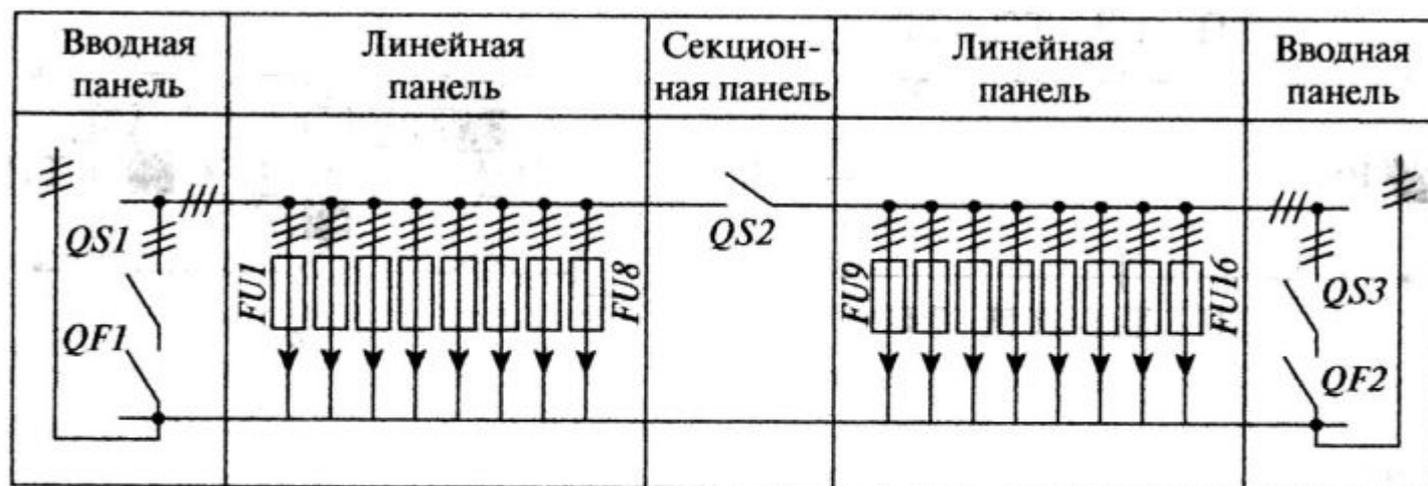
*б*

**Рис. 12.5.** Схемы магистральных городских резервируемых сетей:  
*a* — петлевая; *б* — петлевая с двусторонним питанием;  
*в* — двухмагистральная с устройствами АВР на напряжение 6(10) кВ

Магистральные резервируемые сети бывают следующих видов:

- магистральная петлевая сеть (рис. 12.5, *а*), образующая замкнутый контур, который в зависимости от условий эксплуатации может быть разомкнут в любой точке сети;
- магистральная петлевая сеть с двусторонним питанием (рис. 12.5, *б*), концы которой подключены к независимым источникам питания, например разным РП или разным секциям шин ЦП;
- двухмагистральная (двухлучевая) сеть с устройствами АВР на напряжение 6(10) кВ (рис. 12.5, *в*), в которой питание нагрузок и резервирование обеспечивают параллельные линии, подключенные к разным секциям РП. Обе магистральные линии могут быть присоединены непосредственно к ЦП, и в этом случае в схеме электроснабжения будут отсутствовать РП;
- замкнутая сеть, состоящая из ряда взаимно связанных контуров с общими узлами. Простейшим видом замкнутой сети являются радиальные и магистральные резервируемые линии, работающие параллельно.

Для комплектования распределительных устройств ТП с двумя трансформаторами мощностью до 630 кВ · А номинальным напряжением 380/220 В часто используют вводно-распределительное устройство УВР2-630 (рис. 12.6). Вводные панели УВР2-630 изготовляют с одностворчатой дверью, линейные — с двухстворчатой. Боковые стенки закрыты торцевыми панелями. Сверху и сзади щит ограждений не имеет. Электродинамическая стойкость шин шинного ввода составляет 30 кА.



**Рис. 12.6.** Вводно-распределительное устройство УВР2-630:

*QS1, QS3* — рубильники на 1600 А; *QS2* — рубильник на 1000 А; *QF1, QF2* — автоматические выключатели на 1600 А; *FU1—FU4, FU9—FU12* — предохранители ПН2-400; *FU5, FU6, FU13, FU14* — предохранители ПН2-600; *FU7, FU8, FU15, FU16* — предохранители ПН2-250

# Электрооборудование гражданских зданий

---

Оборудование и материалы, применяемые в электротехнических установках гражданских зданий, должны выпускаться на промышленных предприятиях и соответствовать требованиям государственных и отраслевых стандартов, а также техническим условиям, утвержденным в установленном порядке. Электрооборудование и другие изделия, серийное производство которых еще не освоено, допускается предусматривать в проектах только по согласованию с заказчиками и соответствующими министерствами и ведомствами или предприятиями-изготовителями.

Способ установки, класс изоляции, конструкция, исполнение и степень защиты электрооборудования должны соответствовать номинальному напряжению, сети и условиям окружающей среды.

В архитектурно-строительных чертежах, проектах и чертежах строительных изделий гражданских зданий по заданиям, разработанным проектировщиками электротехнической части проекта, должны быть предусмотрены соответствующие углубления, каналы и ниши для электрических проводов, распределительных и коммутационных устройств, а также замоноличивание электрических проводов в строительные элементы при их изготовлении.

Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный —  $L$ , нулевой рабочий —  $N$  и нулевой защитный —  $PE$ -проводники).

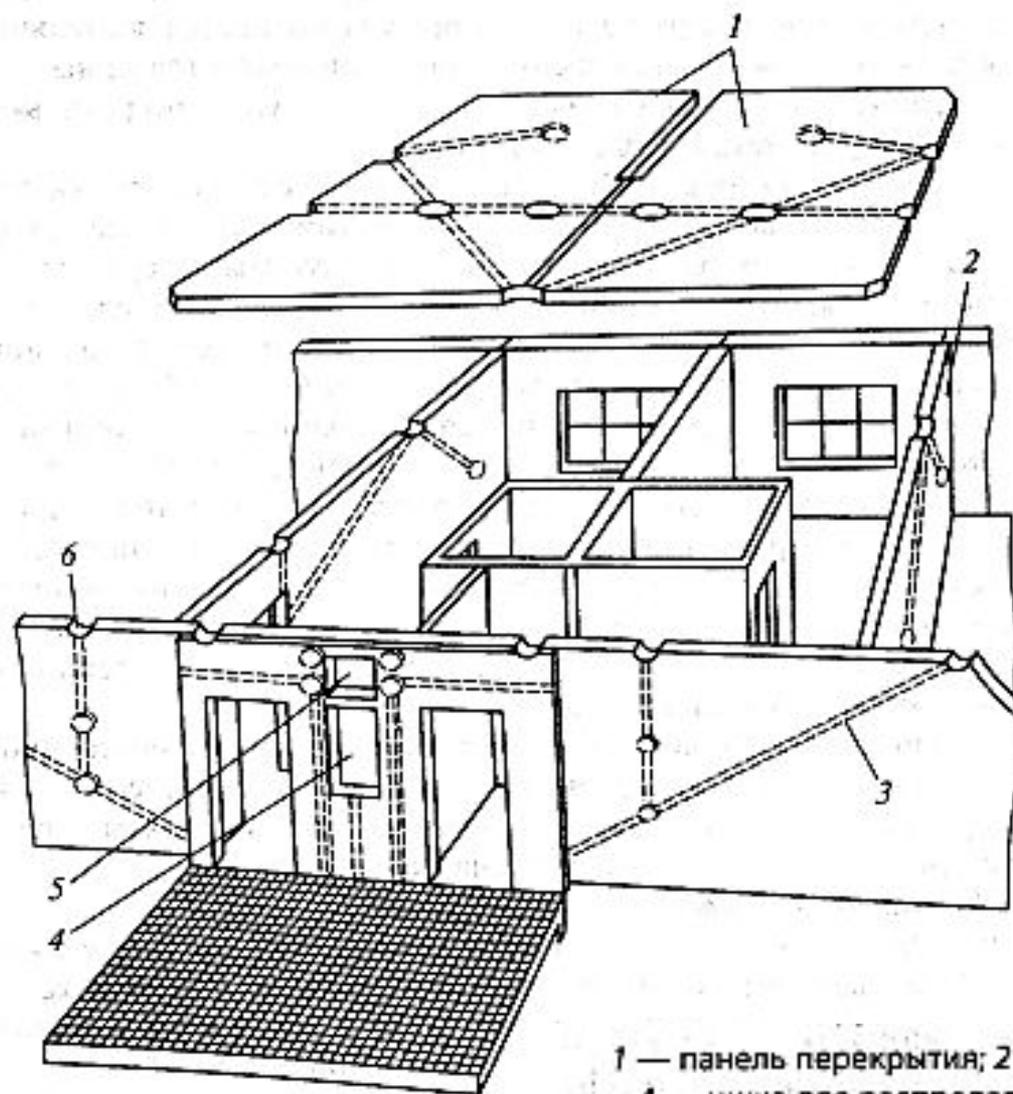
Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий.

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим.

Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих *N*-проводников, равное сечению фазных проводников.

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих *N*-проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до  $16 \text{ мм}^2$  по меди и  $25 \text{ мм}^2$  по алюминию, а при больших сечениях — не менее 50% сечения фазных проводников, но не менее  $16 \text{ мм}^2$  по меди и  $25 \text{ мм}^2$  по алюминию.

Пример выполнения электропроводок  
в крупнопанельном административном здании:



1 — панель перекрытия; 2 — стеновая панель; 3 — каналы для проводов;  
4 — ниша для распределительного щитка; 5 — ниша для слаботочных  
коммутационных устройств; 6 — углубление в панели для соединения проводов

Сечение *PEN*-проводников должно быть не менее сечения *N*-проводников и не менее  $10 \text{ мм}^2$  по меди и  $16 \text{ мм}^2$  по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение *PE*-проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до  $16 \text{ мм}^2$ ,  $16 \text{ мм}^2$  при сечении фазных проводников от  $16$  до  $35 \text{ мм}^2$  и  $50\%$  сечения фазных проводников при больших сечениях.

Сечение *PE*-проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее  $2,5 \text{ мм}^2$  — при наличии механической защиты и  $4 \text{ мм}^2$  — при ее отсутствии.

*Общее освещение* применяют во всех помещениях жилых и общественных зданий.

*Комбинированное освещение* предусматривают в помещениях производственного характера, в которых выполняется зрительная работа I—IV разрядов (помещения для ювелирных и граверных работ, ремонта часов, телевизоров, радиоаппаратуры, микрокалькуляторов, обуви, металлоизделий и т.п.).

*Аварийным освещением* оборудуют: диспетчерские; операторские; машинные залы вычислительных центров; киноаппаратные; помещения узлов связи; электрощитовые; здравпункты; дежурные пожарные посты; посты постоянной охраны; гардеробы с числом мест хранения 300 и более; детские комнаты; торговые залы магазинов; помещения детских дошкольных учреждений; вестибюли гостиниц; залы ресторанов; помещения спасательного фонда гостиниц и турбаз; операционные блоки; реанимационные, родовые, перевязочные, процедурные, приемные отделения; лаборатории срочного анализа; учреждения здравоохранения; посты дежурных медицинских сестер; помещения оперативной части, хранения ящиков выездных бригад, аптечных комнат, станций (отделений) скорой медицинской помощи; машинные отделения лифтов; тепловые пункты и насосные жилых зданий.

Аварийное освещение предусматривают только при постоянном пребывании дежурного персонала, а также в том случае, если электроприемники данных помещений относятся к нагрузкам первой категории по надежности электроснабжения

*Эвакуационным освещением* оборудуют:

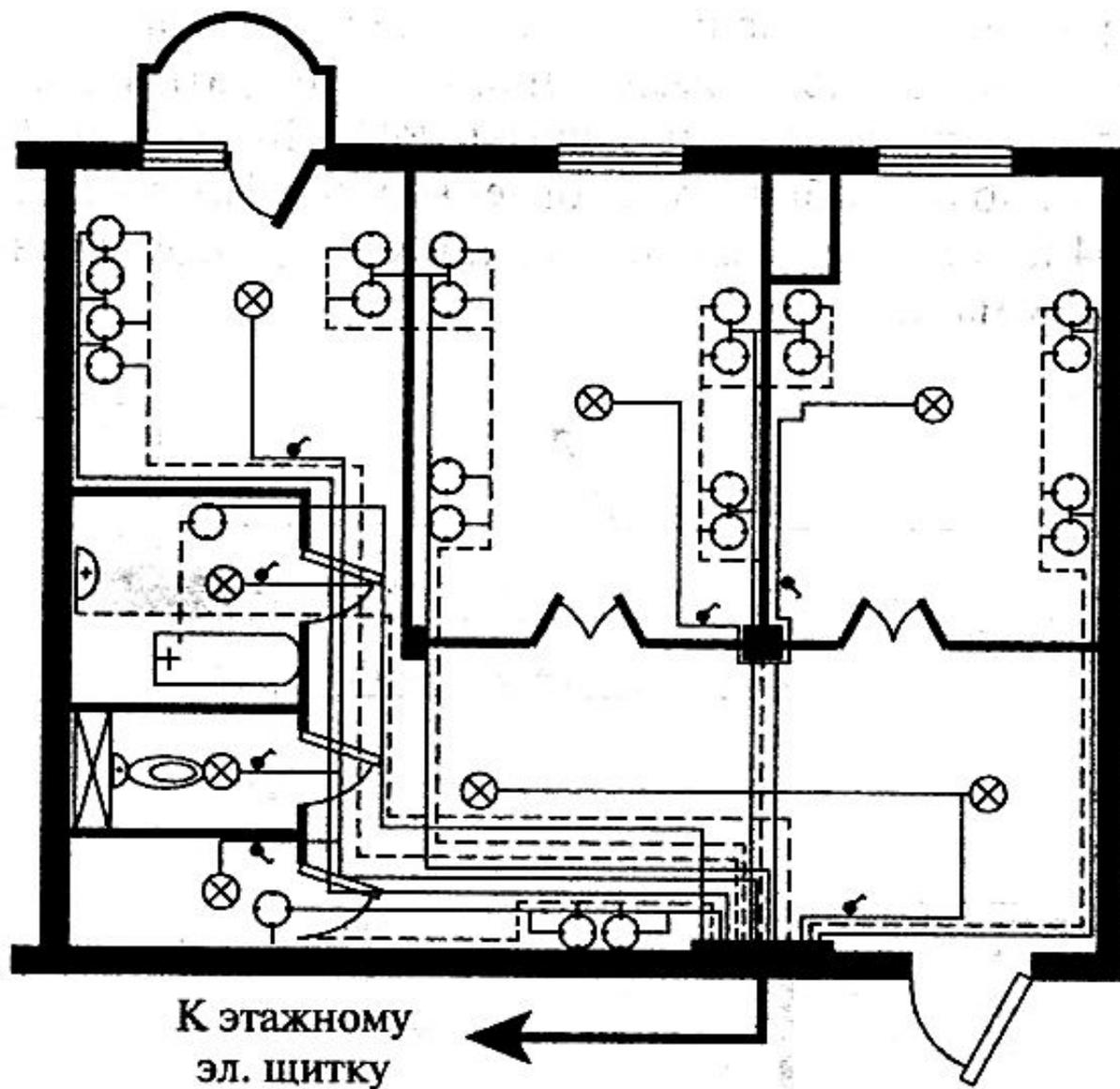
- помещения, в которых одновременно могут находиться более 100 человек (аудитории, обеденные, актовые, конференц-залы);
- торговые залы общей площадью 90 м<sup>2</sup> и более и пути выхода из них, транспортные тоннели торговых предприятий;
- проходные помещения, коридоры, холлы, фойе, вестибюли и лестницы, служащие для эвакуации людей из зданий, в которых работают или постоянно пребывают одновременно более 50 человек, а также из здравпунктов, лечебно-профилактических учреждений, книго- и архивохранилищ, детских дошкольных учреждений независимо от числа лиц, пребывающих там;
- залы плавательных бассейнов, спортивные и актовые залы, раздевалки и кухни; помещения бань;
- помещения электросветолечения, раздевалки, душевые и ванные залы отделений грязелечения и восстановительного лечения лечебно-профилактических учреждений;

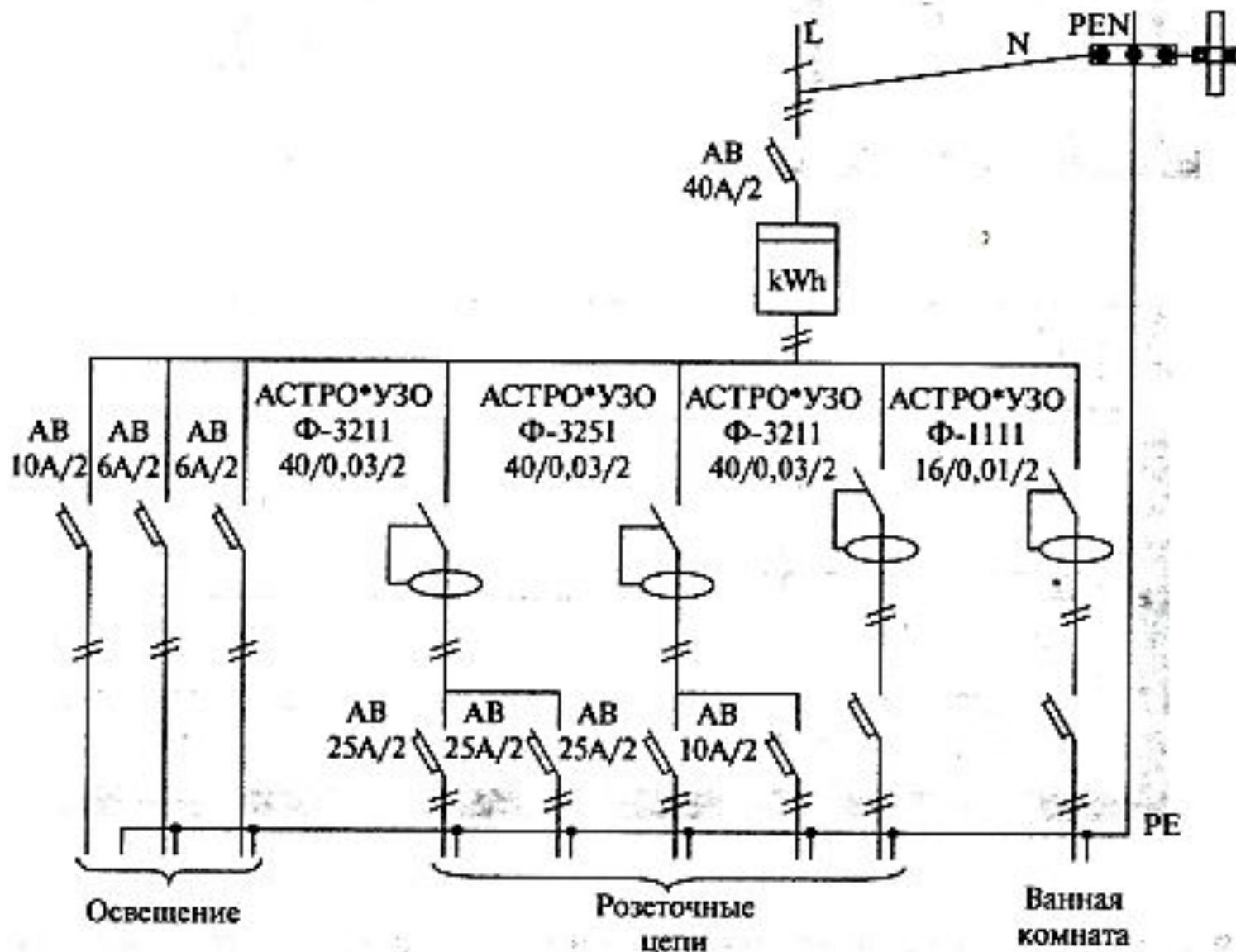
- помещениях с постоянно работающими в них людьми, если вследствие отключения рабочего освещения и продолжения при этом работы производственного оборудования может возникнуть опасность травматизма (ремонтные мастерские, производственные помещения предприятий общественного питания, прачечных).

В жилых зданиях эвакуационное освещение следует устраивать при высоте шесть этажей и более, а в общежитиях — при числе проживающих 50 человек и более. Светильники эвакуационного освещения нужно устанавливать по линиям основных проходов: в вестибюлях, лифтовых холлах и на площадках перед лифтами, а также в коридорах при их длине более 10 м.

Для *дежурного освещения* вестибюлей, коридоров, актовых, торговых и конференц-залов используют светильники эвакуационного освещения или часть светильников рабочего освещения с питанием их от самостоятельной групповой линии.

Общее освещение общественных зданий выполняют преимущественно люминесцентными лампами. Освещение помещений для занятий в общеобразовательных школах и профессионально-технических училищах нужно выполнять только люминесцентными лампами.





Пример электроснабжения двухкомнатной  
квартиры повышенной комфортности

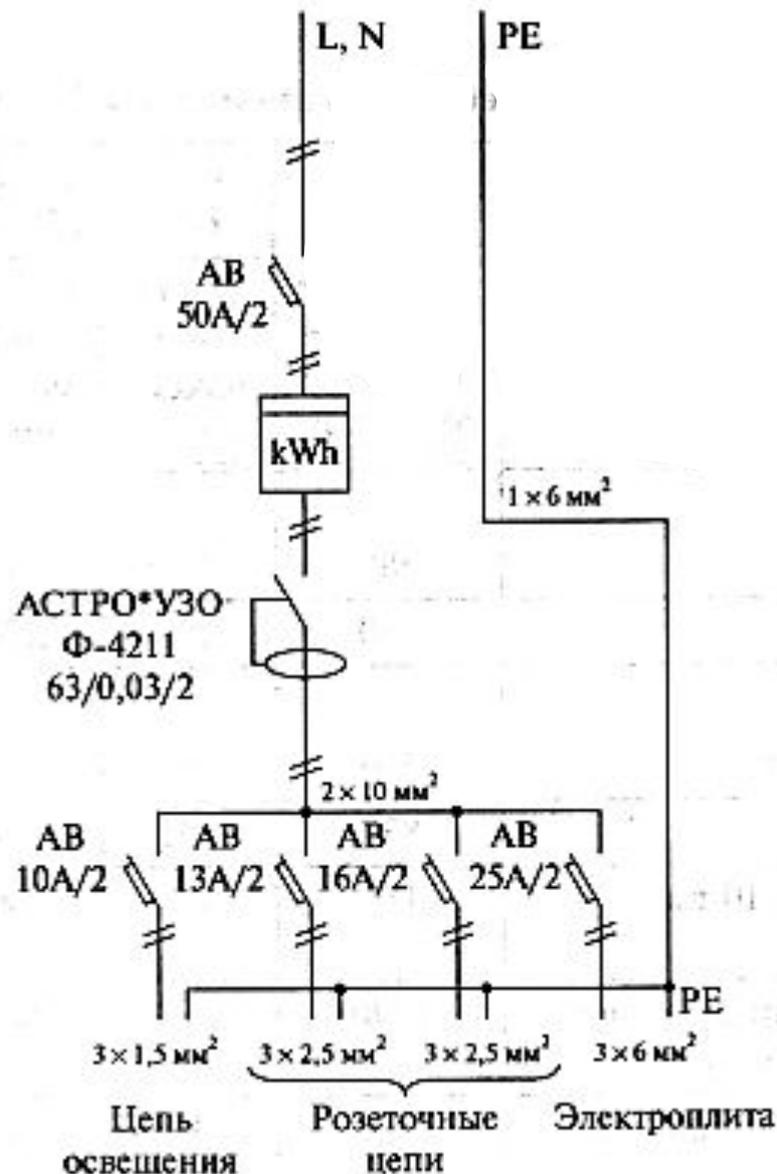


Схема электроснабжения квартиры с электроплитой и рекомендуемыми сечениями медных проводников