

Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова
кафедра «Электроэнергетика»

дисциплина:

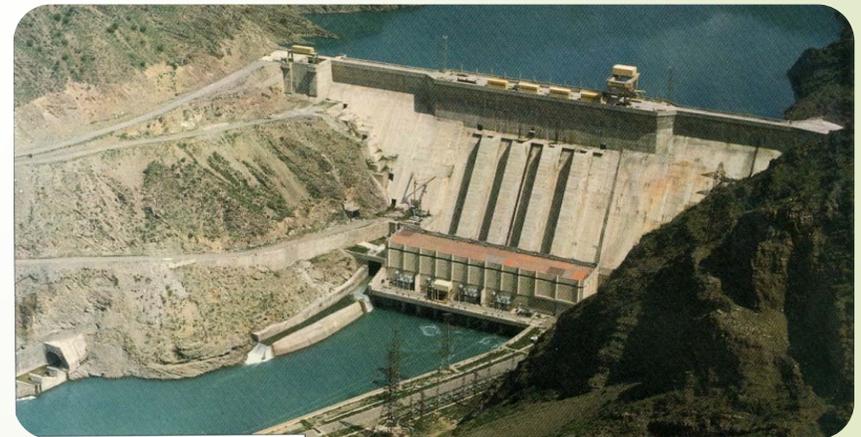
«ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ»

Иманакунова

Женишкуль Сартбаевна

кандидат технических наук,

доцент.



Информационная обеспеченность ДИСЦИПЛИНЫ.

► Основная (обязательная):

1. Электрическая часть станций и подстанций /Под редакцией А.А. Васильева. М.: Энергоатомиздат, 1990

2. Иманакунова Ж.С., Абдылдаева М., Конушбаева Д. Производство электроэнергии Учебное пособие для ст.направл.-640200(бакалавр) ИЦ «Техник», 2018.-90с 100 экз

3. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций. М.: Энергоатомиздат, 1986

► Дополнительная:

1. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. М.: Энергия, 1987

2. Джунуев Т.Т., Толомушова А. Производство электроэнергии Практикум. 2018-112с. 60экз

Справочная:

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989

2. Электротехнический справочник. Т.2, Т.3. кн.1 /Под ред. И.Н. Орлова и др. М.: Энергоиздат, 1982



Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова
кафедра «Электроэнергетика»

- ▶ **Целью изучения дисциплины** является формирование систематических знаний о производстве электроэнергии.
- ▶ **Задачей изучения дисциплины** является освоение студентами научных основ построения электрической части электростанций в увязке с вопросами технологии производства, преобразования электроэнергии, экономики, экологии, с учетом параметров основного оборудования и возможных режимов работы электростанций в энергосистеме.

Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова
кафедра «Электроэнергетика»

- ❑ 1.1. Назначение, роль и предмет дисциплины, и ее место среди дисциплин в формировании бакалавра. Мировоззренческие аспекты дисциплины. Информационно – методическая обеспеченность дисциплины.
- ❑ 1.2. Топливоно – энергетический баланс, балансы электрической и тепловой энергии. Структура генерирующих мощностей.
- ❑ 1.3. Проблемы современной электроэнергетики. Этапы развития энергетики Кыргызстана.



Цель энергетики — обеспечение производства энергии путем преобразования первичной энергии во вторичную.

Стадии производство энергии:

- получение и концентрация энергетических ресурсов;
- передача энергетических ресурсов;
- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную
- передача вторичной энергии потребителям;
- потребление доставленной энергии.

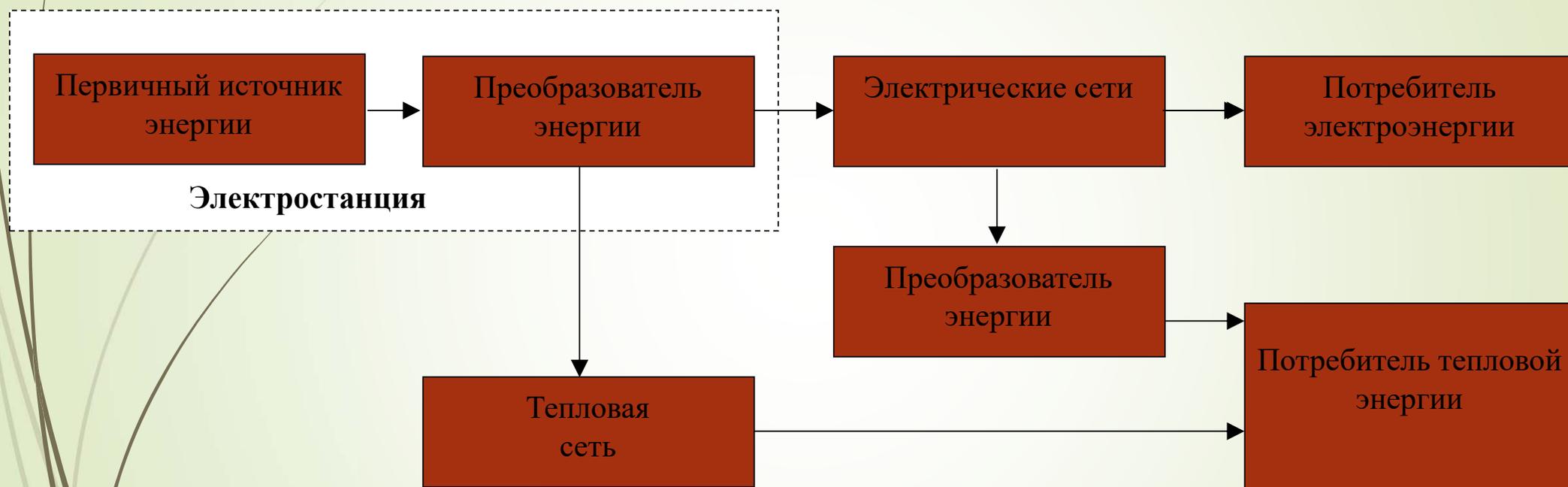
► Под энергетикой понимают совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования, распределения и использования энергетических ресурсов всех видов.

► Под электроэнергетикой обычно понимают подсистему энергетики, охватывающую производство электроэнергии на электростанциях и ее доставку потребителям по линиям электропередачи.

1. Традиционное

2. Нетрадиционное

Структурная схема процесса производства, распределения и потребления тепловой и электрической энергии



Общие сведения об электроустановках

Энергетической системой называется совокупность электрических станций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и теплоты при общем управлении этим режимом.

Электрической частью энергосистемы называется совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы.

Электроэнергетической системой называется электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Электростанциями называются предприятия или электроустановки, предназначенные для производства электроэнергии.

Электрической линией называются электроустановки, предназначенные для передачи электрической энергии.

Электрической подстанцией называется электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электроэнергии.

Распределительным пунктом называется электроустановка, предназначенная для распределения электроэнергии без ее преобразования.

Распределительное устройство – это электроустановка, предназначенная для приема и распределения электрической энергии, содержащая электрические аппараты, шины и вспомогательные устройства.

Электроснабжением называется обеспечение потребителей электрической энергией.

Системой электроснабжения называется совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

Электрической сетью называется совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

Приемником электрической энергии называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии.

Потребителем электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим процессом и размещающихся на определенной территории. Одним из параметров электроустановок является **номинальное напряжение**.

Номинальным напряжением генераторов, трансформаторов, сетей и приемников электроэнергии (электродвигателей, ламп и др.) называется то напряжение, при котором они предназначены для нормальной работы.

ПУЭ – правила устройства электроустановок разделяют все электроустановки на две категории: электроустановки напряжением до 1 кВ и электроустановки выше 1 кВ. Это разделение вызвано различием в типах и конструкциях аппаратов, а также различием в условиях безопасности, в требованиях, предъявляемых при сооружении и эксплуатации электроустановок разных напряжений.

Стандартные междуфазные напряжения, принятые в СНГ.

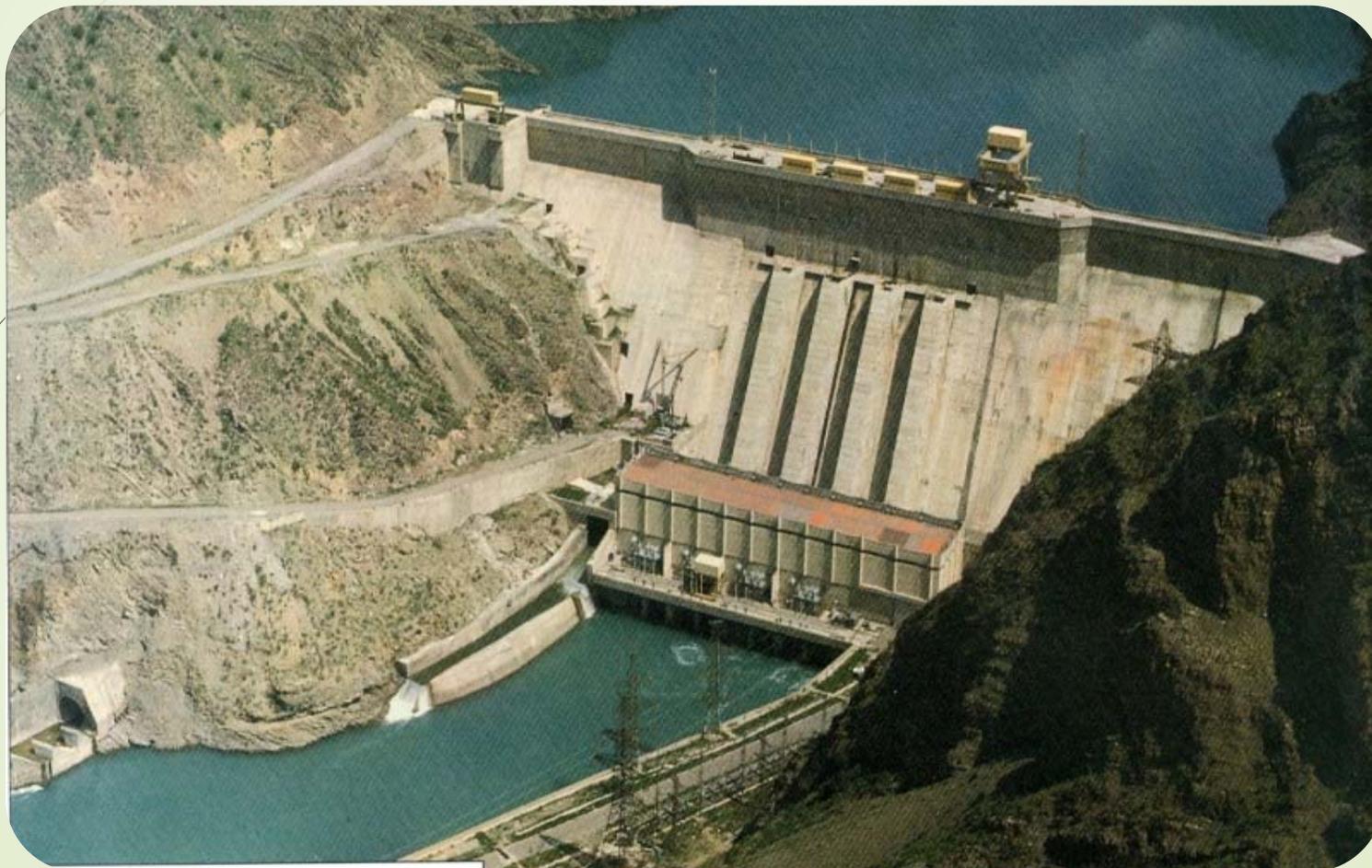
Установки до 1 кВ (ГОСТ 21128 – 83): Сети и приемники электрической энергии 220, 380, 660 В.

Установки выше 1 кВ (ГОСТ 721 – 77):

Сети и приемники электрической энергии, кВ: 3; 6; 10; 20; 35; 110; 150; 220; 330; 500; 750; 1150.

Наибольшее рабочее напряжение, кВ:
3,6;7,2;12;24;40,5;126;172;252;363;525;787;1200.

1.3. ЭНЕРГЕТИКА КЫРГЫЗСТАНА



Энергетический сектор КР

19 станций (17 ГЭС, 2 ТЭЦ)

- Токтогульская ГЭС (1200 МВт)
- Курпсайская ГЭС (800 МВт)
- Таш-Кумырская ГЭС (450 МВт)
- Шамалды-Сайская ГЭС (240 МВт)
- Учкурганская ГЭС (180 МВт)
- Ат-Башинская ГЭС (40 МВт)
- Камбарата ГЭС – 2 (120 МВт)
- Малые ГЭС – 10 шт. (40 МВт)
- ТЭЦ г. Бишкек (666 МВт)
- ТЭЦ г. Ош (50 МВт)

По способу создания напора ГЭС:

- деривационные (Каскад АГЭС)
- приплотинные (Токтогульская, Курпсайская ГЭС)
- русловые (Учкоргонская, Шамалдысайская ГЭС)
- приплотинно – деривационные (Атбашинская ГЭС).

По величине установленной мощности ГЭС:

- большие (Каскад Нижненарынских ГЭС)
- средние (Атбашинская ГЭС)
- малые (каскад АГЭС, Быстровская ГЭС)



Установленная мощность: 3850 МВт

Гидроэнергетика: 3100 МВт (84%)

Тепловая энергия: 750 МВт (16%)

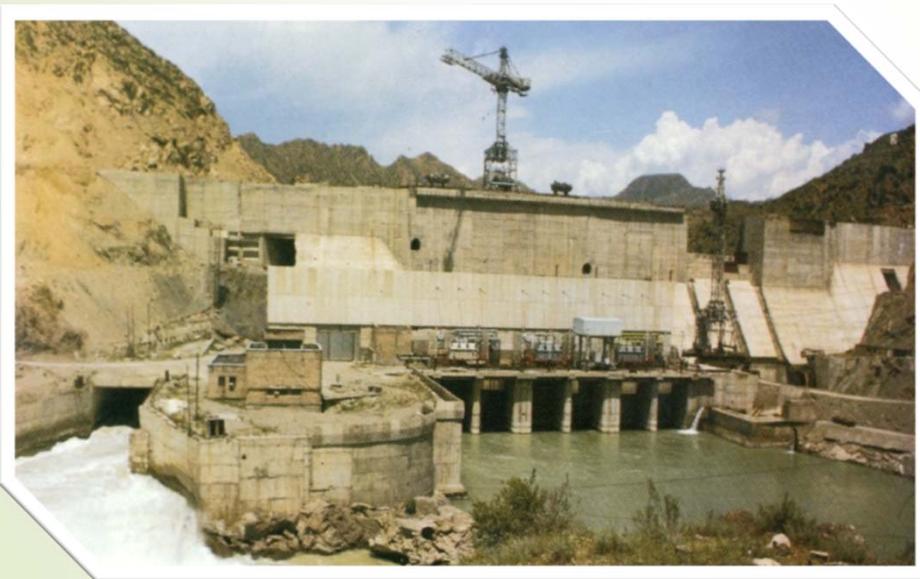
- **Годовая выработка: свыше 12 млрд.кВтч (2015 г.)**
 - **Гидроэнергия :свыше 11,0 млрд.кВтч (92%)**
 - **Тепловая энергия : свыше 1,0 млрд.кВтч (8%)**

- **Ресурсы:**
 - **Гидроэнергетика: 18500 МВт**
 - **Уголь: 1,3 млрд. тонн**
 - **Углеводороды (газ, нефть): 145-260 млн. тонн**

Потенциальные ресурсы в КР

Потенциал гидросерсурсов

Потенциал ГЭ - 142 млрд. кВтч
На р. Нарын -33 ГЭС с уст.м. 6 450 МВт
более 22 млрд. кВтч электроэнергии



Потенциал Малых ГЭС

90 новых малых ГЭС около 180 МВт, восстановления 39 мГЭС



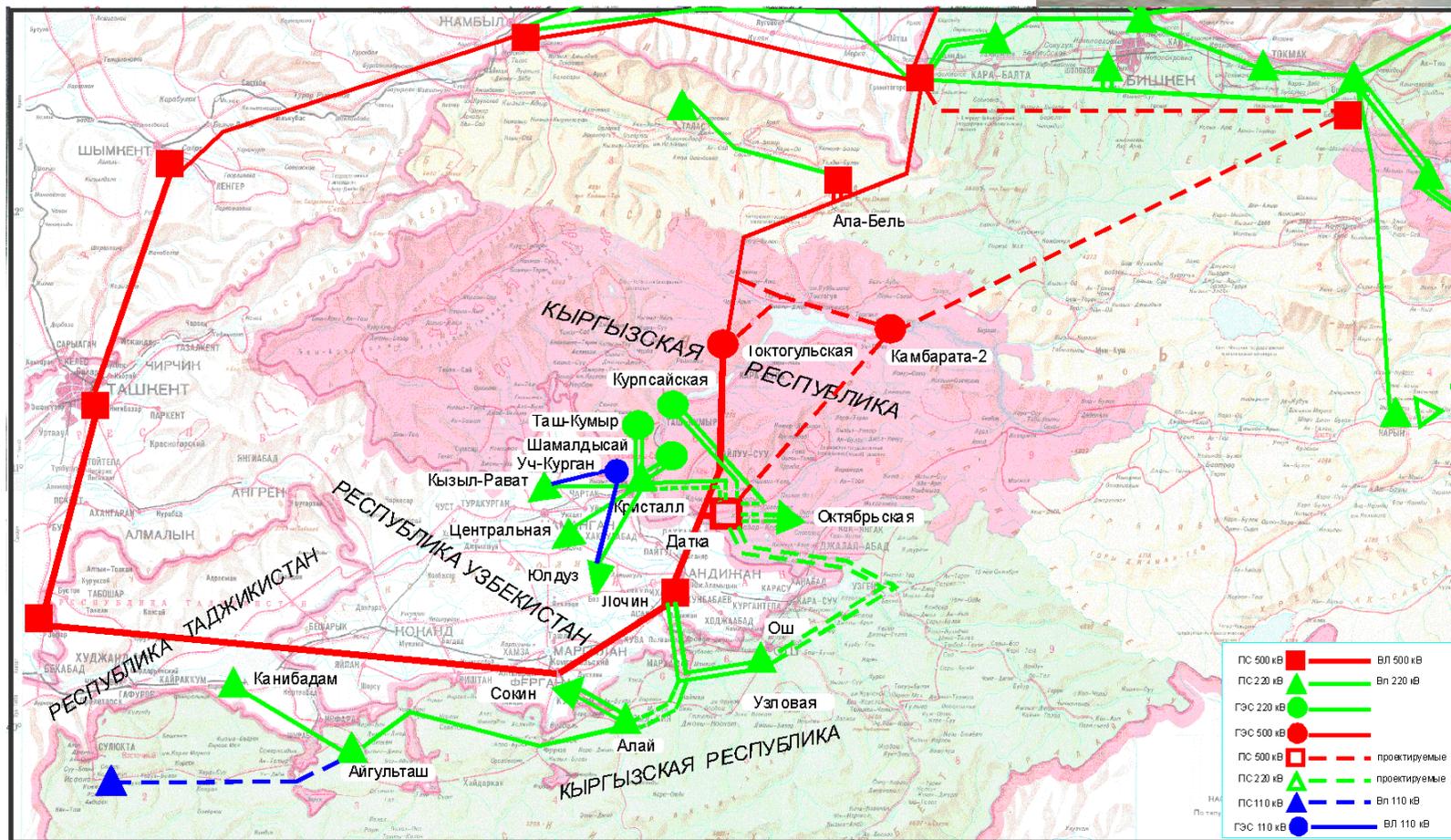
Схема расположения существующих и перспективных ГЭС



«Датка-Кемин»



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ





Преимущества объединения электростанций в электроэнергетическую систему

- Повышается надежность электроснабжения потребителей;
- Уменьшается требуемый резерв мощности в энергосистеме;
- Улучшаются условия загрузки агрегатов благодаря выравниванию графика нагрузки и снижению максимума нагрузки энергосистемы;
- Появляется возможность более полного использования генерирующих мощностей электростанций, обусловленная различием в их географическом местоположении по широте и долготе;
- Улучшаются технико-экономические показатели электроэнергетики из-за возможности использования более мощных и экономичных агрегатов;
- Улучшаются условия эксплуатации энергохозяйства;
- Создаются условия для оптимального управления развитием и режимами работы электроэнергетики в целом как подсистемы народного хозяйства страны, для создания автоматизированной системы диспетчерского управления электроэнергетическими системами (АСДУ), а также для создания автоматизированной системы управления энергетикой как отраслью народного хозяйства (АСУ энергия).



Электрические системы должны отвечать следующим основным требованиям:

- Рабочая мощность электростанций должна соответствовать спросу потребителей электроэнергии, изменяющемуся непрерывно в течение суток и года;
- Надежность электроснабжения должна соответствовать экономически оправданным требованиям потребителей;
- Качество поставляемой электроэнергии должна соответствовать указанным нормам;
- Себестоимость электроэнергии, выработанной и доставленной потребителям, должна быть возможно более низкой.



3. СОВРЕМЕННЫЕ ТИПЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ.

3.1. Элементы и особенности технологического режима современных типов различных электростанций.

3.2. Перспективные источники электроэнергии

3.3. Технология производства электрической и тепловой энергии



Гидроэлектростанции (ГЭС)

Гидроэлектрическая станция (ГЭС), комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия потока воды преобразуется в электрическую энергию.

Преимуществом ГЭС перед другими станциями является довольно низкая себестоимость электроэнергии, высокий коэффициент полезного действия при преобразовании водной энергии в электрическую ($\eta=0.85$), возможность полной автоматизации управления и за счет этого меньшее количество обслуживающего персонала, высокоманевренны (разворот и набор нагрузки занимает примерно 3 – 5 мин.), большая маневренность гидроагрегатами, возможность комплексного использования водных ресурсов, малый расход электроэнергии на собственные нужды и ряд других.

К недостаткам ГЭС следует отнести их высокую стоимость, большие сроки строительства, расположение в месте концентрации водной энергии, затопление земель водохранилищами.



Теплофикационные электростанции

- Этот вид электростанций предназначен для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплом. Тепловые электрические станции подразделяют на **конденсационные (КЭС)**, предназначенные для выработки только электрической энергии, и **теплоэлектроцентрали (ТЭЦ)**, производящие кроме электрической тепловую энергию в виде горячей воды и пара.
- К тепловым электрическим станциям относятся также **атомные электростанции (АЭС)**. Они представляют собой сложные электрические установки.

➤ Особенности ТЭЦ следующие:

- 1) строятся вблизи потребителей тепла;
- 2) обычно работают на привозном топливе;
- 3) большую часть выработанной электроэнергии выдают потребителям близлежащего района (на генераторном или повышенном напряжении);
- 4) работают по частично вынужденному графику выработки электроэнергии (т.е. график зависит от теплового потребления);
- 5) низкоманевренны (так же как КЭС);
- 6) имеют относительно высокий суммарный КПД (при значительных отборах пара на производство и коммунально – бытовые нужды).



Особенности КЭС следующие:

- 1) сооружаются обычно вблизи мест добычи топлива, транспортировка которого на значительные расстояния экономически нецелесообразна. Также важнейшим условием, определяющим место строительства, является наличие источника водоснабжения.
- 2) удаленность от потребителей электроэнергии, что определяет в основном выдачу мощности на высоких и сверхвысоких напряжениях, и блочный принцип построения электростанции.
- 3) работает по свободному (т.е. не ограниченному технологическим режимом) графику выработки электроэнергии;
- 4) недостаточно маневренны. Это означает, что подготовка к пуску, синхронизация и набор нагрузки блока требует значительного времени – от 3 до 6 часов.
- 5) имеет относительно низкий КПД ().
- 6) загрязняет окружающую среду, выбрасывая в атмосферу окислы серы и азота, а также углекислый газ, который накапливается в верхних слоях атмосферы.

Атомные электрические станции – это тепловые станции, использующие энергию ядерных реакций.

Бывают одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные АЭС



Атомные электрические станции – это тепловые станции, использующие энергию ядерных реакций.

Особенности АЭС следующие:

- 1) по своему режиму автономны от ряда внешних факторов;
- 2) требуют малого количества топлива;
- 3) могут работать по свободному графику нагрузки (за исключением атомных ТЭЦ);
- 4) чувствительны к переменному режиму, особенно с реакторами на быстрых нейтронах;
- 5) не загрязняют атмосферу; выбросы радиоактивных газов и аэрозолей незначительны и не превышают величин, допустимых санитарными нормами.

Нетрадиционная энергетика

Солнечная электростанция (СЭС) -

инженерное сооружение, служащее для преобразования солнечной радиации в электрическую энергию.

Способы преобразования солнечной радиации различны и зависят от конструкции электростанции.



Достоинства:

- 1) Общедоступность и неисчерпаемость источника.
- 2) Теоретически, полная безопасность для окружающей среды.

Недостатки:

- 1) Зависимость от погоды и времени суток.
- 2) Как следствие необходимость аккумуляции энергии.
- 3) Высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов (к примеру, индий и теллур).

Ветровая электростанция (ВЭС)

Ветровая электростанция представляет из себя несколько ветровых генераторов объединенных в единую группу с целью преобразования энергии ветра в электрическую энергию.



Достоинства:

- 1) Экологически-чистый вид энергии:
- 2) Производство электроэнергии с помощью «ветряков» не сопровождается выбросами CO₂ и каких-либо других газов.
- 3) Энергия ветра, в отличие от ископаемого топлива, неистощима.
- 4) Ветровые электростанции занимают мало места и легко вписываются в любой ландшафт.

Недостатки:

- 1) Нестабильность (негарантированности получения необходимого количества электроэнергии).
- 2) Относительно невысокий выход электроэнергии.
- 3) Высокая стоимость.





ГЛАВА IV. СНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

4.1. Общая характеристика систем электроснабжения

4.2. Основные группы потребителей электроэнергии

4.3. Требования потребителей к качеству

Электроснабжения

4.4. Графики электрических нагрузок(ГЭН)

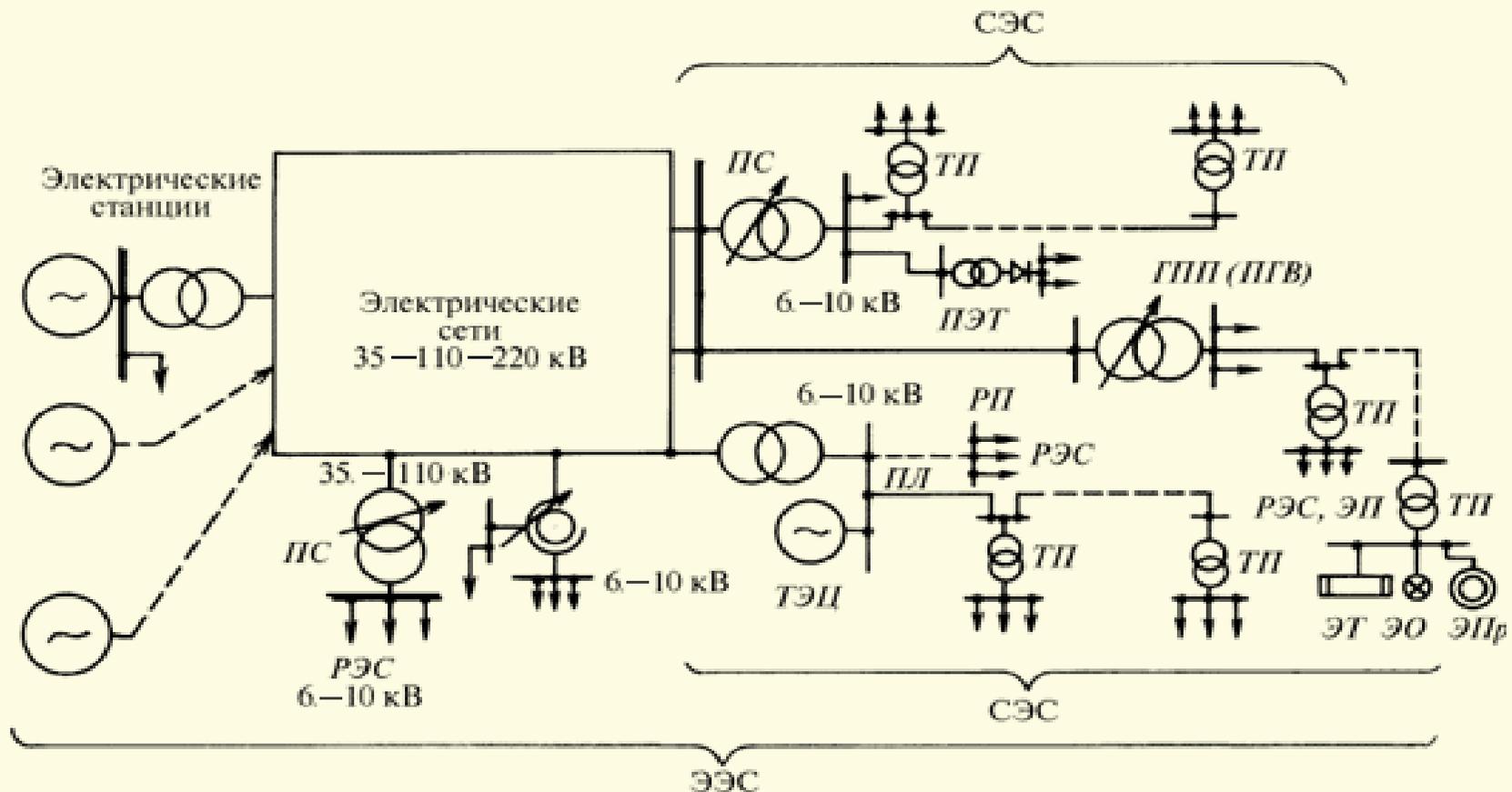


4.1. Общая характеристика систем электроснабжения

• **Системами электроснабжения (СЭС)** объектов хозяйства страны называются электроэнергетические комплексы, обеспечивающие непосредственное питание электроэнергией конкретных потребителей или их групп. В данные комплексы входят местные электрические станции, *электрические сети* всех необходимых номинальных напряжений и конструктивных исполнений, а также *электроприемники* всех технологических назначений.

Электроприемник – Электрическая машина, агрегат, аппарат или их комплекс, преобразующие электрическую энергию в иные виды энергии.

Надежность – свойство объекта обеспечить требуемые функции в заданном объеме и нужного качества.



•Рис.4.1.ПС-подстанции 35-220/6-10кВ; ТЭЦ-теплоэлектроцентраль; ГПП, ПГВ–главная понижающая подстанция или подстанция глубокого ввода; РП-распределительный пункт; ТП – трансформаторная подстанция 6-10/38(0,66)кВ; РЭС-распределительная электрическая сеть; ЭТ-электротермические установки; ЭО-электрическое освещение; ЭПр-электропривод; ПЭТ-подстанция электрического транспорта; ЭП—электроприемники; ПЛ-питающая линия.



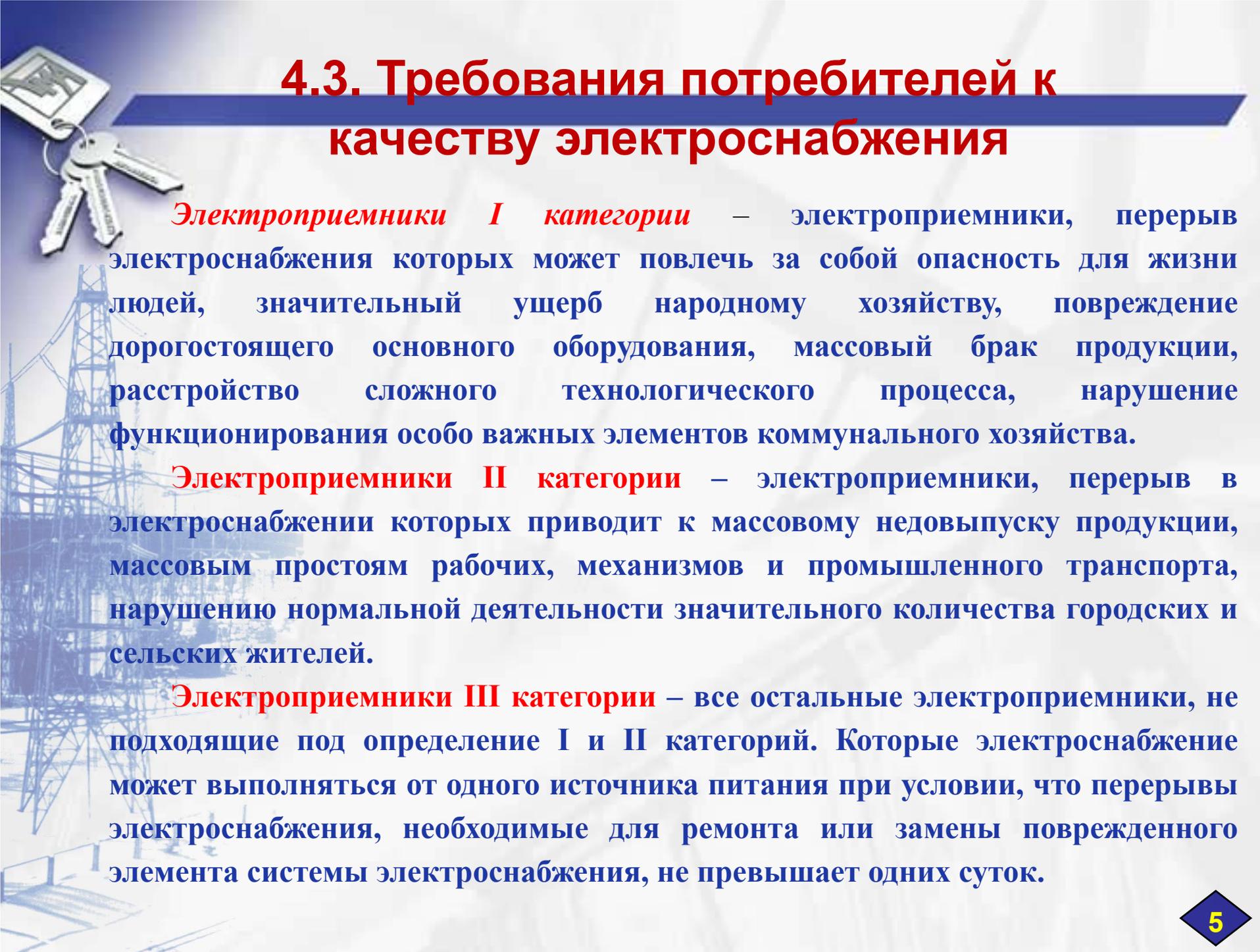
4.2. Основные группы потребителей электроэнергии

Электроснабжение промышленных предприятий. В данную группу входят предприятия машиностроения, черной и цветной металлургии, химической промышленности, стройматериалов, текстильных и продовольственных производств и многих иных.

Электроснабжение коммунально-бытовых потребителей. К данной группе ПЭ относится широкий круг зданий, расположенных в жилых районах городов и населенных пунктов.

Электроснабжение электрифицированного транспорта. Выпрямительные подстанции электротранспорта на постоянном токе (городской, промышленный, междугородний) и понижающие ПС междугороднего электрического транспорта на переменном токе питаются электроэнергией от электрических сетей ЭЭС.

Электроснабжение сельского хозяйства. Системы электроснабжения сельского хозяйства включают питание электроэнергией всех потребителей, располагающихся на территориях сельскохозяйственных районов.



4.3. Требования потребителей к качеству электроснабжения

Электроприемники I категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Электроприемники II категории – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому невыпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории – все остальные электроприемники, не подходящие под определение I и II категорий. Которые электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышает одних суток.

4.4. Графики электрических нагрузок(ГЭН)

Изменение электрической нагрузки во времени называется **графиком электрической нагрузки**. Они строятся в прямоугольных координатах и представляются плавными кривыми или ломаными линиями.

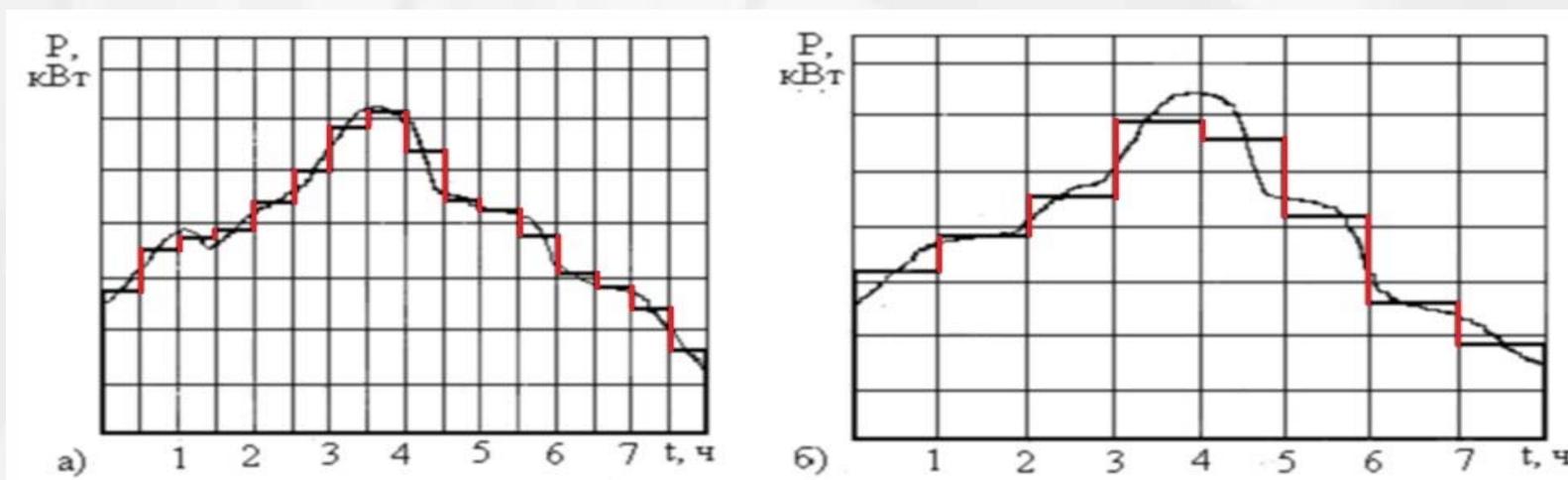


Рис. 4.4.1. Сменные графики электрических нагрузок, выраженные кривыми и ломаными линиями: а – с интервалом осреднения 30 мин.; б – с интервалом осреднения 60 мин.

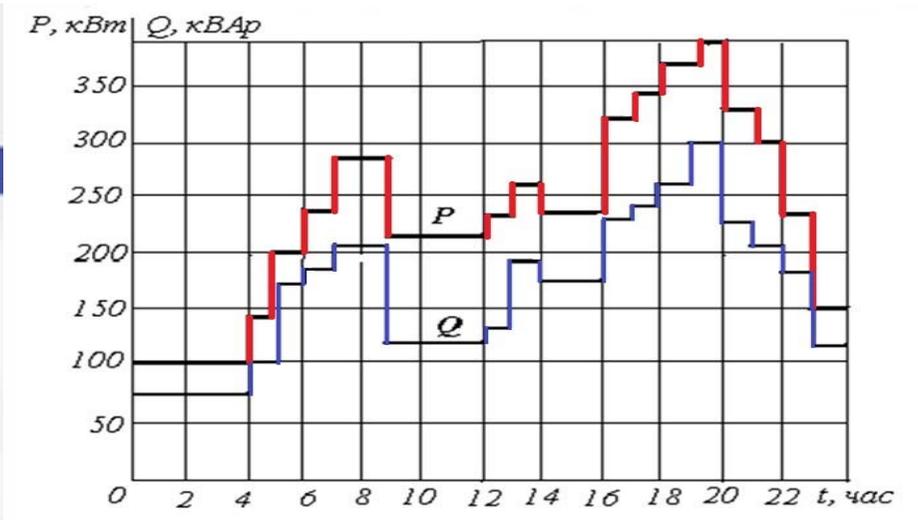


Рис. 4.4.2. Суточный график активной (P), реактивной (Q) нагрузки

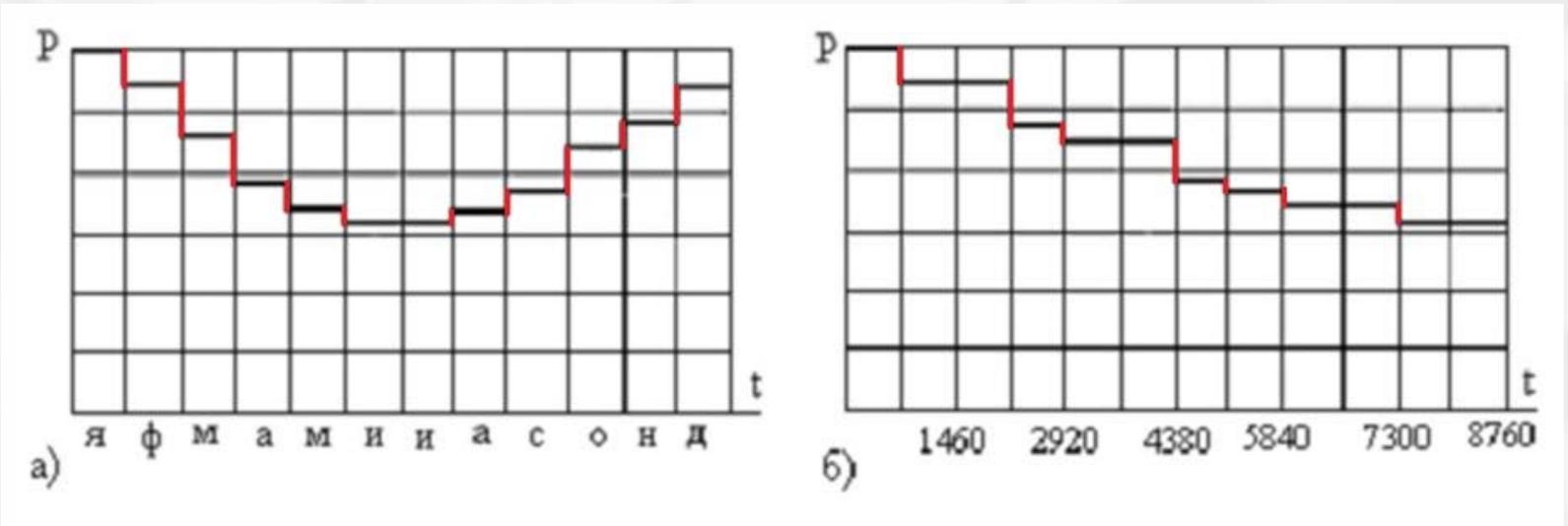


Рис. 4.4.3. Годовой график изменения активной мощности: а – по средним месячным мощностям; б – по продолжительности

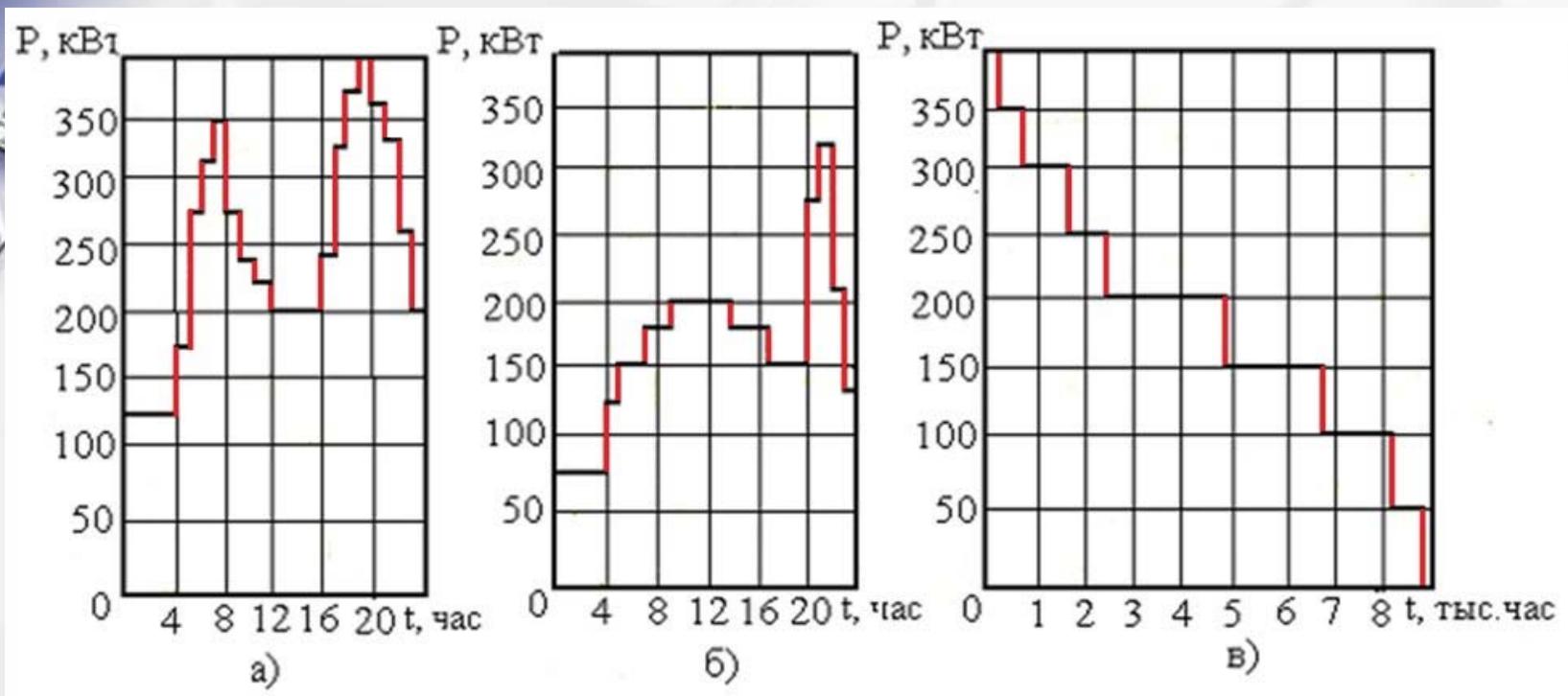


Рис. 3.4.4. Графики электрических нагрузок: а – суточный зимнего периода; б – суточный летнего периода; в – годовой график по продолжительности

ГЛАВА V. ВИДЫ ЗАЗЕМЛЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ. РЕЖИМЫ НЕЙТРАЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.

- 5.1. Режимы работы нейтралей электрических сетей**
- 5.2. Применение электрических сетей с различными режимами работы нейтрали**



Заземление — электрическое соединение предмета из проводящего материала с землёй. Заземление состоит из заземлителя (проводящей части или совокупности соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду) и заземляющего проводника, соединяющего заземляемое устройство с заземлителем.

Защитным заземлением называется заземление частей электроустановки с целью обеспечения электробезопасности.

Рабочим заземлением называется заземление какой-либо точки токоведущих частей электроустановки, необходимое для обеспечения работы электроустановки.



Занулением в электроустановках напряжением до 1 кВ называется преднамеренное соединение частей электроустановки, нормально не находящихся под напряжением, с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной средней точкой источника в сетях постоянного тока.

Заземлителем называется проводник (электрод) или совокупность металлически соединенных между собой проводников (электродов), находящихся в соприкосновении с землей.

Заземляющим проводником называется проводник, соединяющий заземляемые части с заземлителем.

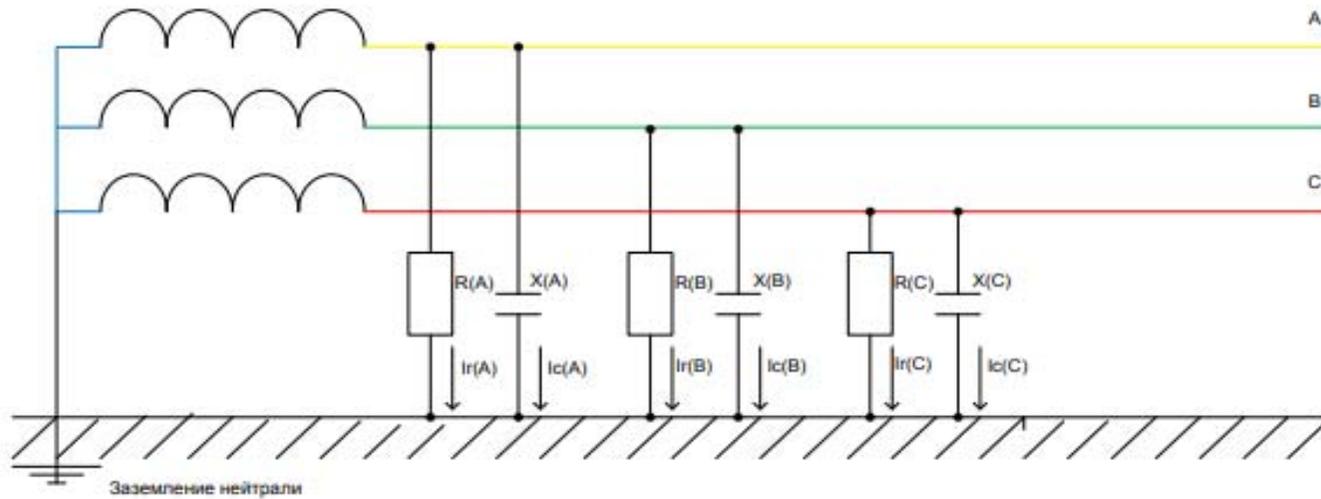


Рис.5.1.1. Электрическая сеть с глухозаземлённой нейтралью

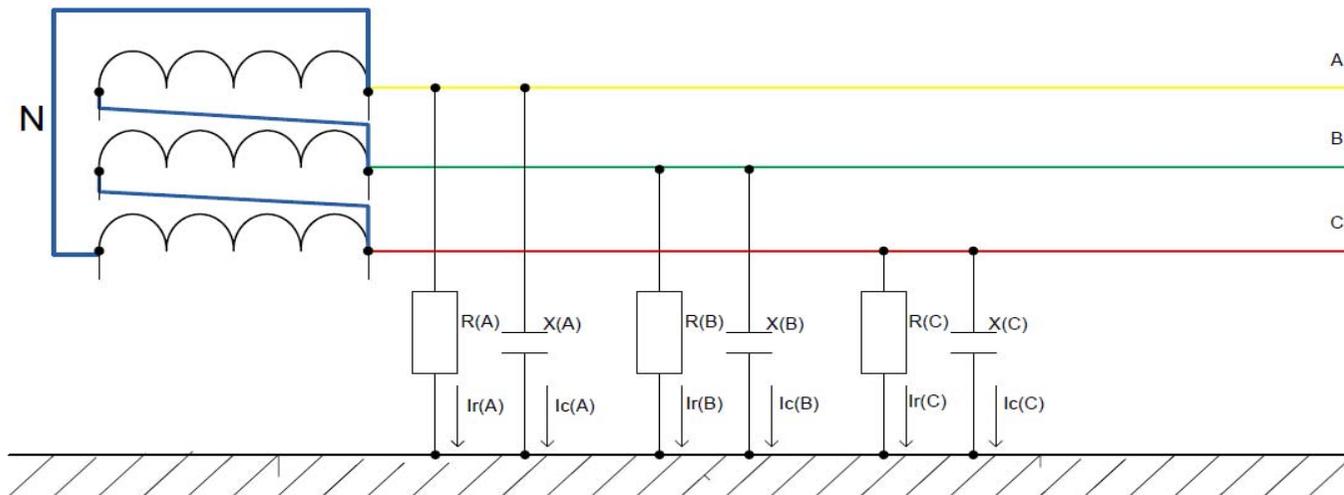


Рис.5.1.2. Электрическая сеть с изолированной нейтралью

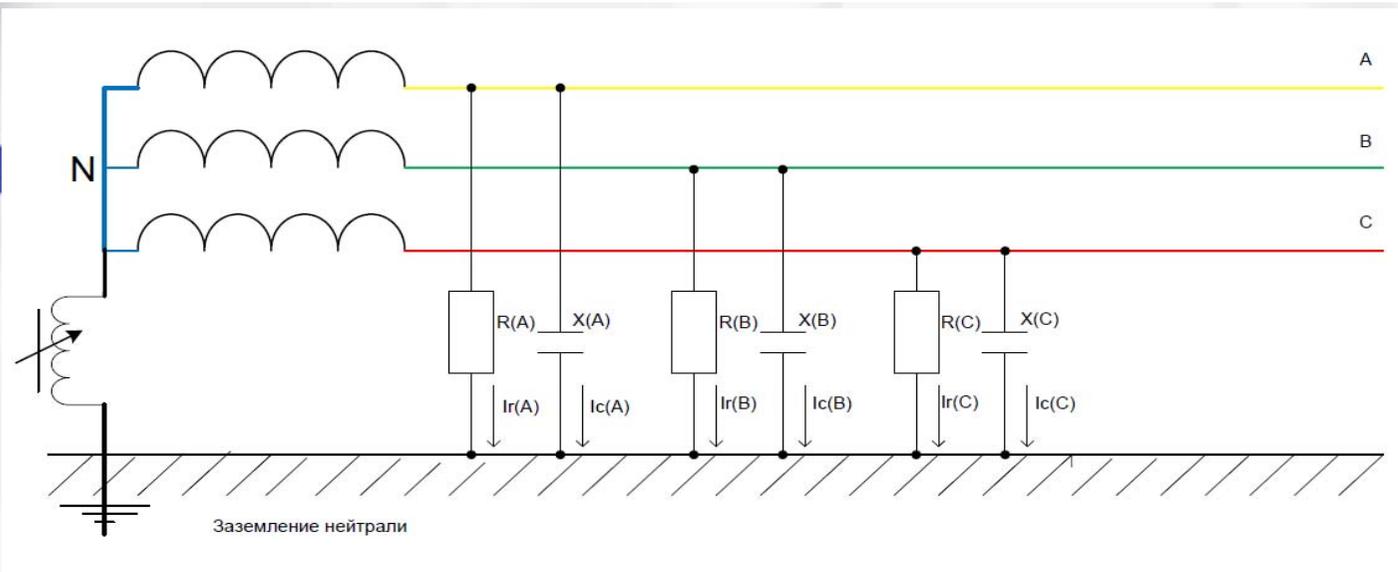
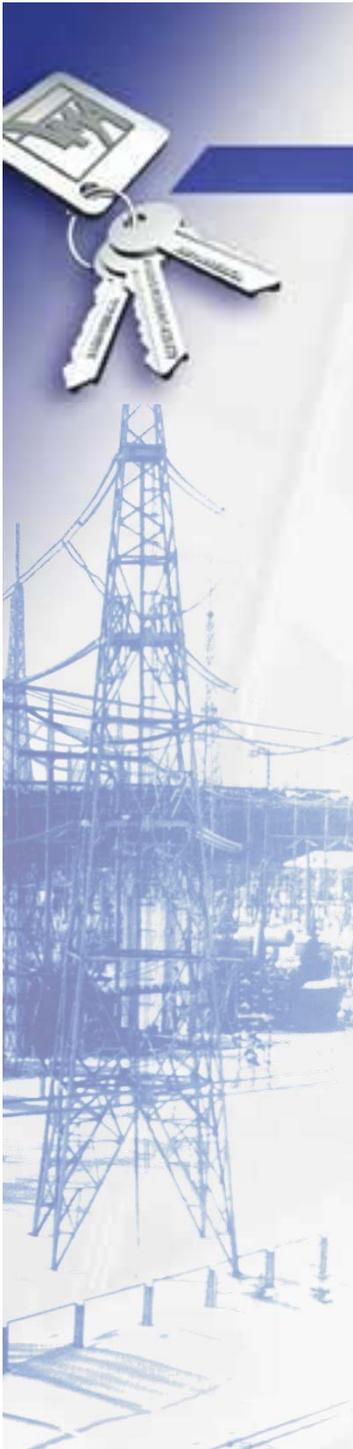


Рис.5.1.3. Электрическая сеть с компенсированной нейтралью

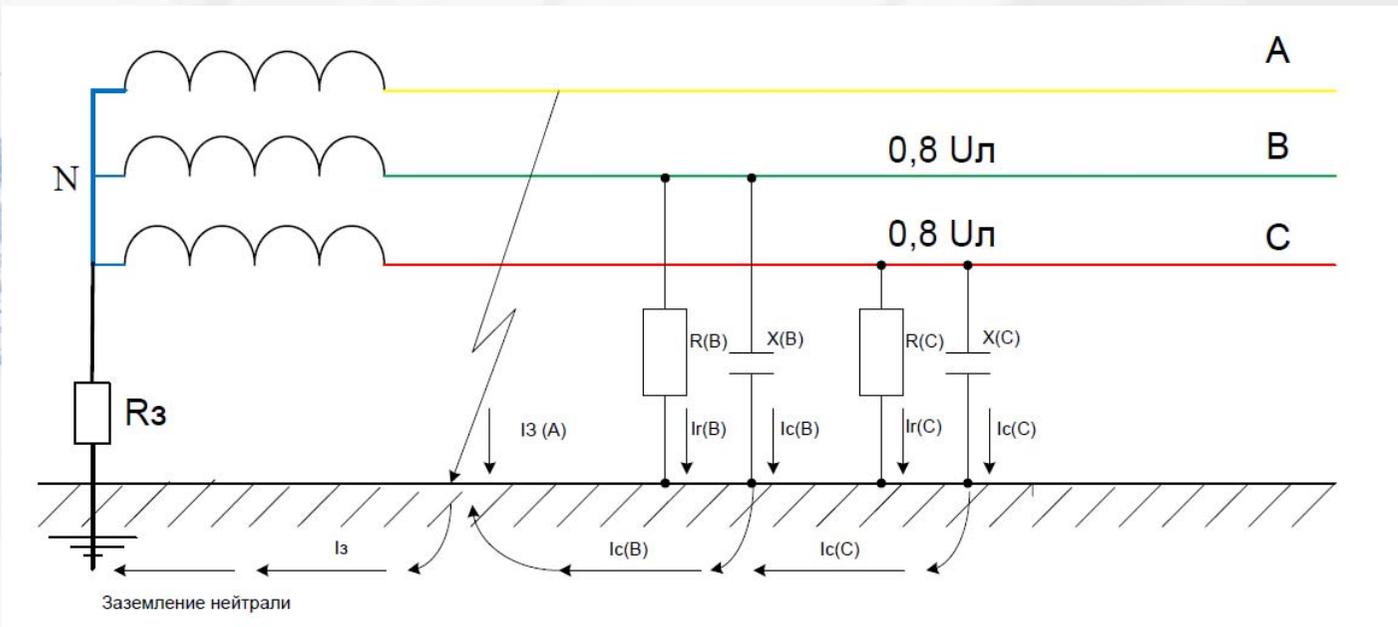


Рис.5.2.4 Трёхфазная сеть с эффективно-заземлённой нейтралью.

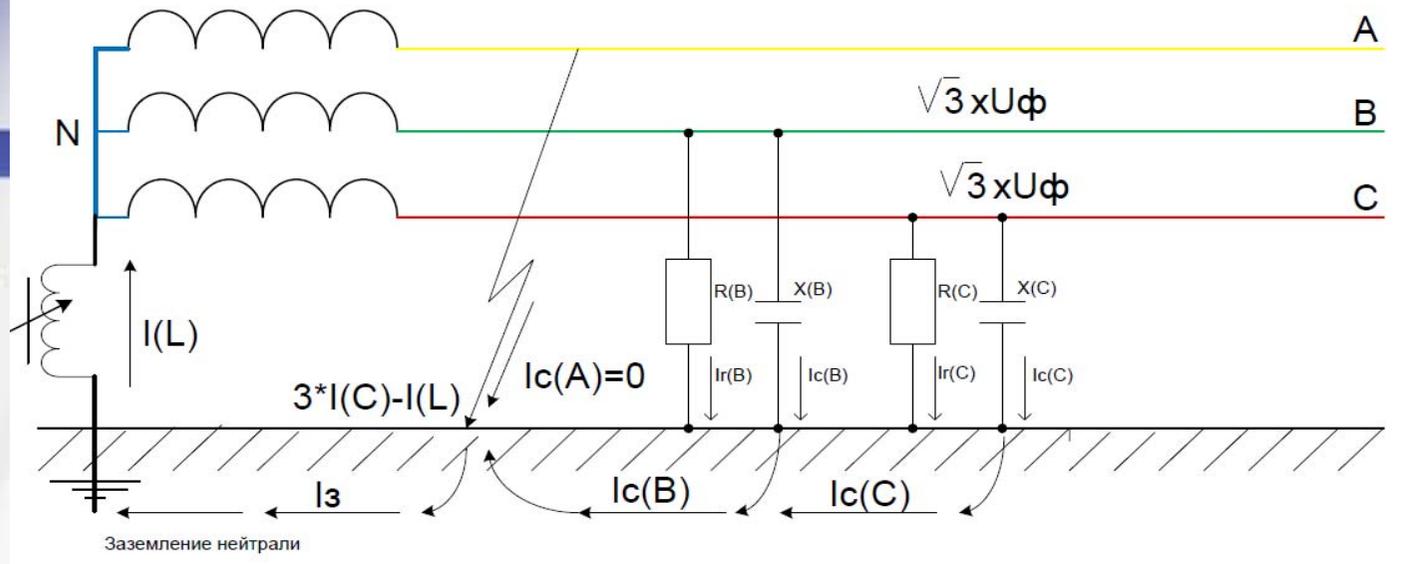


Рис.5.2.5. Трёхфазная сеть с резонансно – заземлённой нейтралью

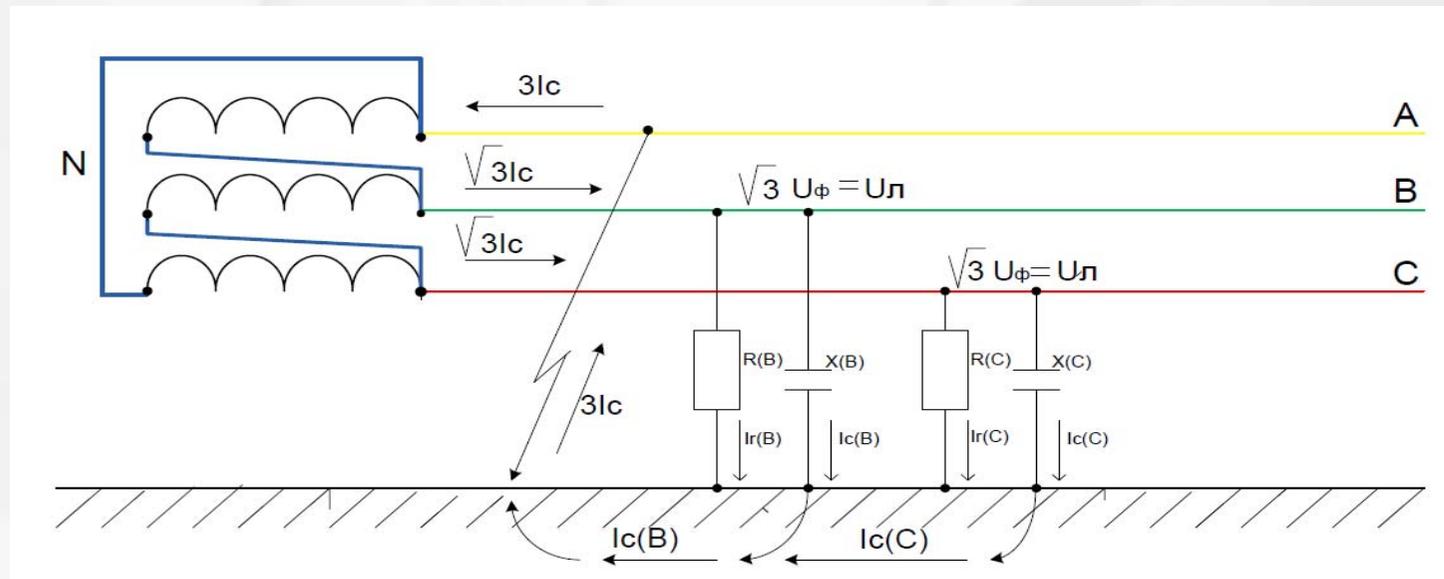


Рис.5.2.6. Трёхфазная сеть с изолированной нейтралью.

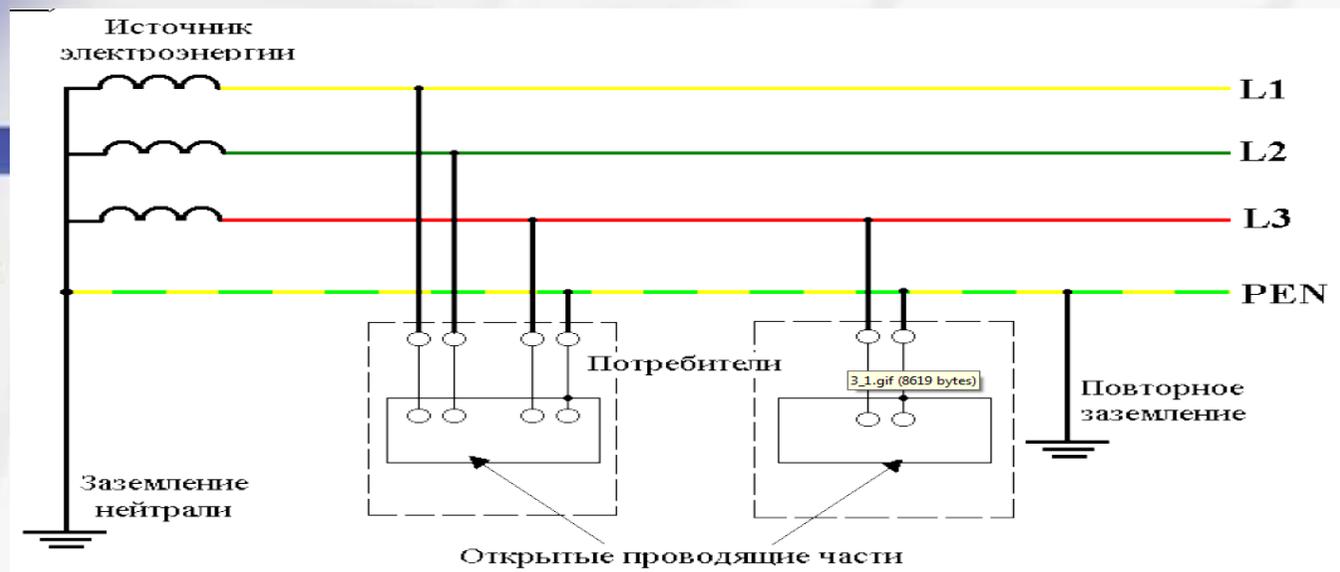


Рис.5.2.7. Система TN-C

Система TN – система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки присоединены к глухозаземленной нейтрали источника посредством нулевых защитных проводников;

Система TN-C – система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники совмещены в одном проводнике на всем ее протяжении (рис.5.2.7)

Система TN-S - система TN, в которой нулевой защитный и нулевой рабочий проводники разделены на всем ее протяжении (рис. 5.2.8.);

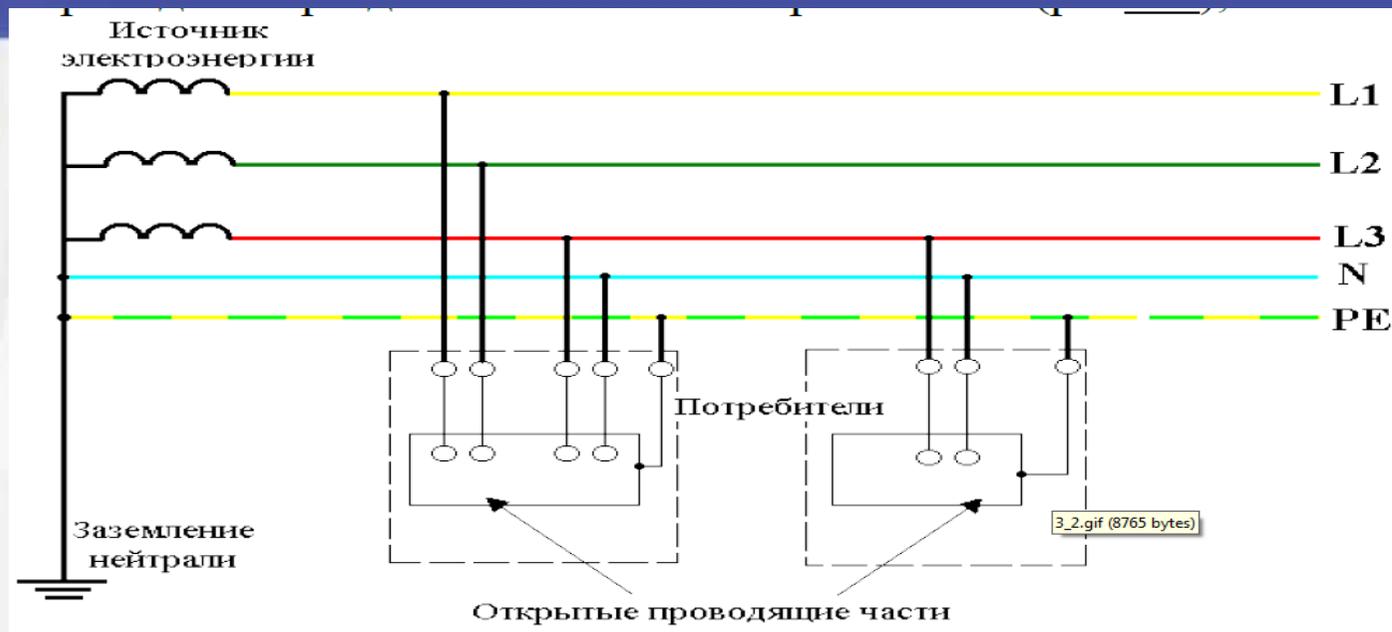


Рис.5.2.7. Система TN-S

Система TN-C-S - система TN, в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике в какой-то ее части, начиная от источника питания (рис. 5.2.8)

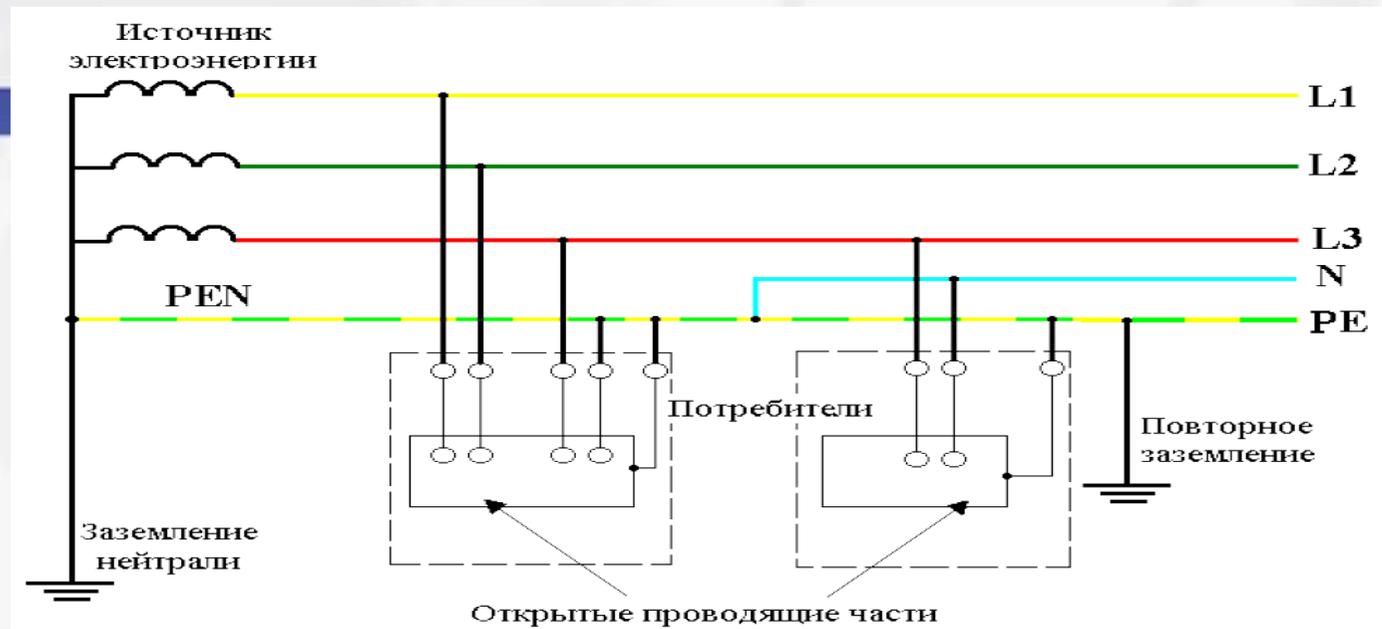


Рис.5.2.8. Система TN - C-S

Система TT - система, в которой нейтраль источника питания глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимого от глухозаземленной нейтрали источника.(Рис 5.2.9)

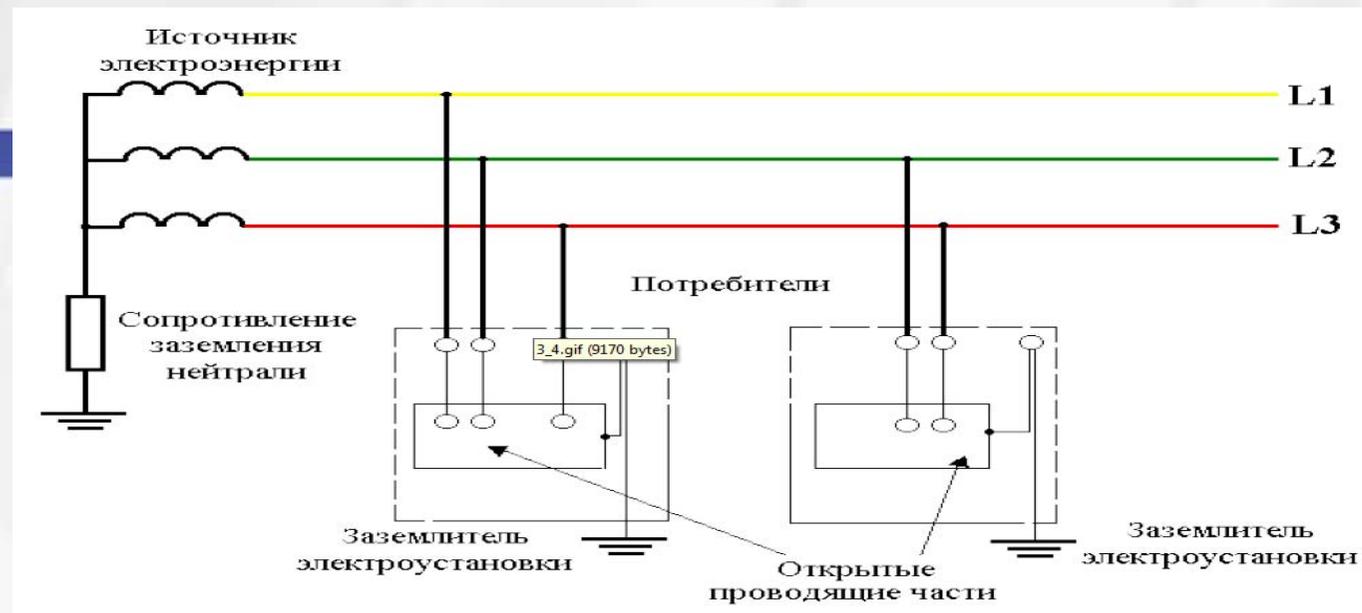


Рис.5.2.8. Система TT

Система IT - система, в которой нейтраль источника питания изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены.



Первая буква - состояние нейтрали источника питания относительно земли:

T - заземленная нейтраль;

I - изолированная нейтраль.

Вторая-буква - состояние открытых проводящих частей относительно земли:

T - открытые проводящие части заземлены, независимо от отношения к земле нейтрали источника питания или какой-либо точки питающей сети;

N - открытые проводящие части присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания.

Последующие (после N) буквы - совмещение в одном проводнике или разделение функций нулевого рабочего и нулевого защитного проводников:

S - нулевой рабочий (N) и нулевой защитный (PE) проводники разделены;

C - функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников совмещены в одном проводнике (PEN-проводник);



ГЛАВА VI. СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

**6.1. Общие принципы построения
электрических схем
электроустановок.**

**6.2. Классификация и требования к
схемам распределительных
устройств (РУ).**



Рис.6.1.1. ОРУ-500кв. Токтогульской ГЭС



6.2. Классификация и требования к схемам распределительных устройств (РУ).

*К схемам электрических соединений электроустановок предъявляется целый комплекс требований, из которых можно выделить **семь основных**: надежность, экономичность, удобство эксплуатации, технологическая гибкость, экологическая чистота, компактность и унифицированность.*

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) все потребители делятся на три категории:

I категория — электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов городского хозяйства..



II категория — электроприемники, перерыв в электроснабжении которых связан с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного числа городских жителей.

III категория — все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий (например, электроприемники цехов несерийного производства, вспомогательных цехов, небольших поселков и т.п.).

В соответствии с принятым условным делением различают **четыре** основные группы схем РУ:

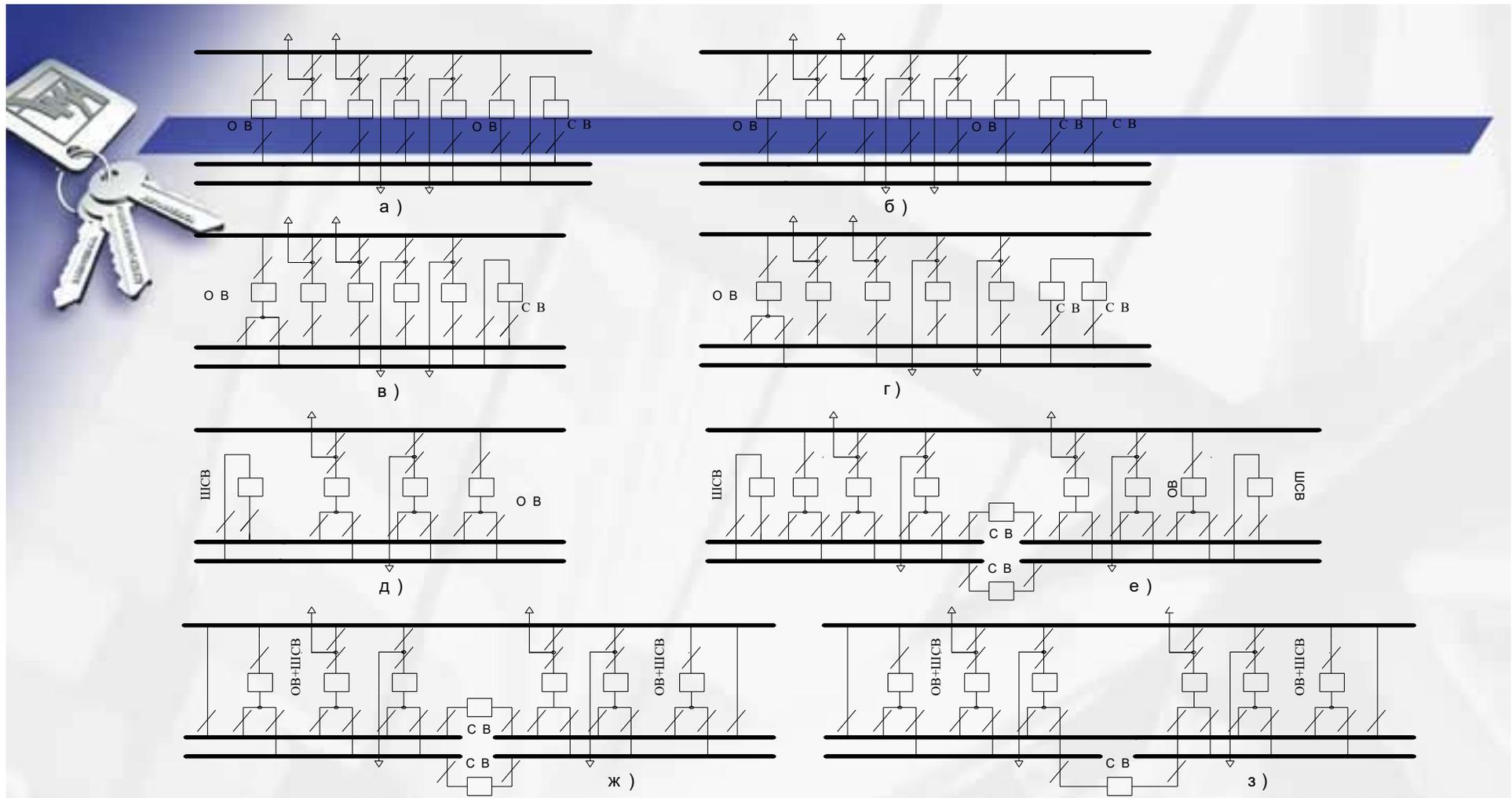
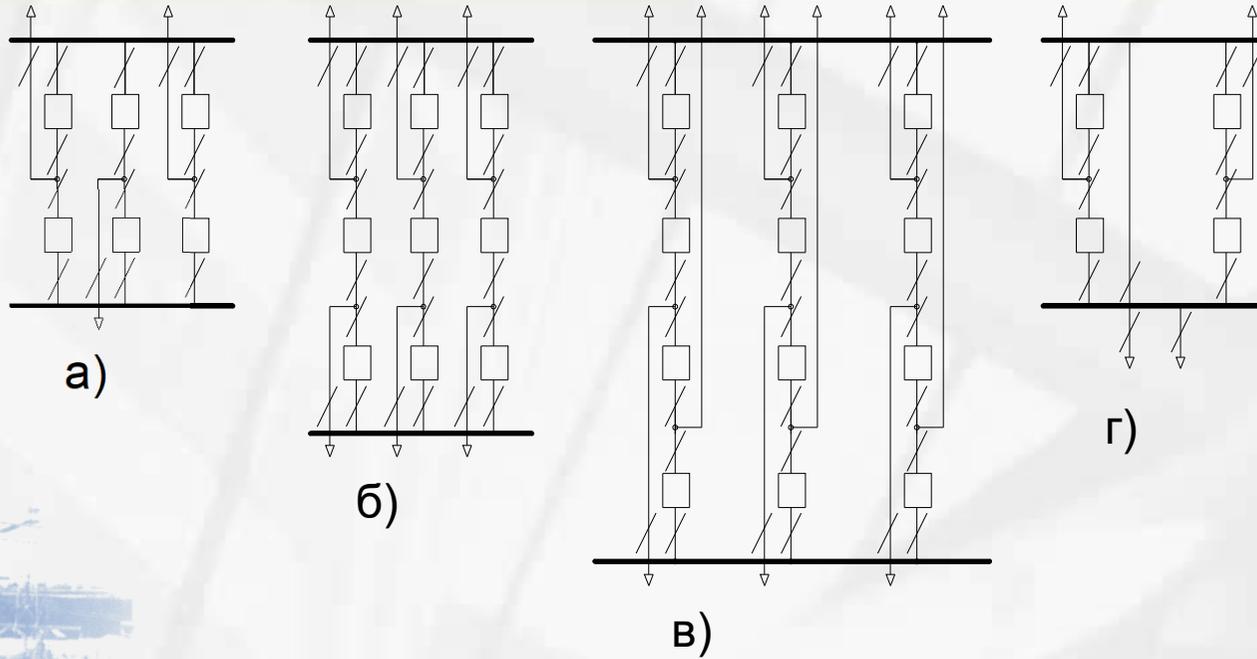
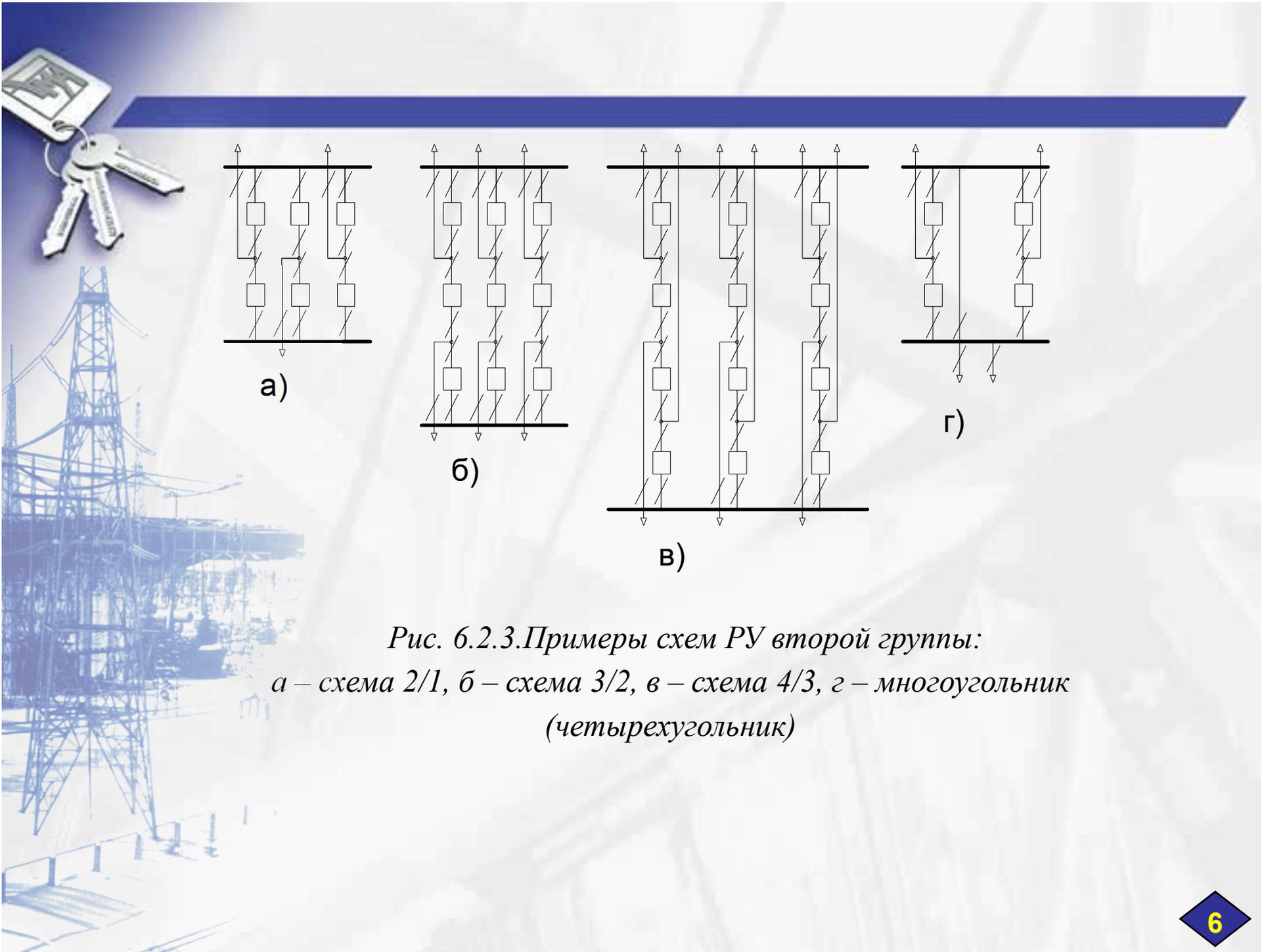


Рис. 6.2.1. Примеры схем РУ первой группы при наличии обходной системы шин: а – с одной секционированной системой сборных шин с отдельными обходными выключателями на каждой секции, б – то же, но с системой сборных шин, секционированной двумя последовательно включенными выключателями, в – с одной секционированной системой сборных шин с одним обходным выключателем, г – то же, но с системой сборных шин, секционированной двумя последовательно включенными выключателями, д – с двумя системами сборных шин, е – то же, но с секционированием обеих систем сборных шин с двумя шинно соединительными и двумя обходными выключателями, ж – то же, но с совмещением функций обходного и шинно соединительного выключателей, з – то же, но с секционированием одной системы сборных шин, ОВ – обходной выключатель, СВ – секционный выключатель, ШСВ – шинно соединительный выключатель



*Рис. 6.2.3.Примеры схем РУ второй группы:
а – схема 2/1, б – схема 3/2, в – схема 4/3, г – многоугольник
(четырёхугольник)*

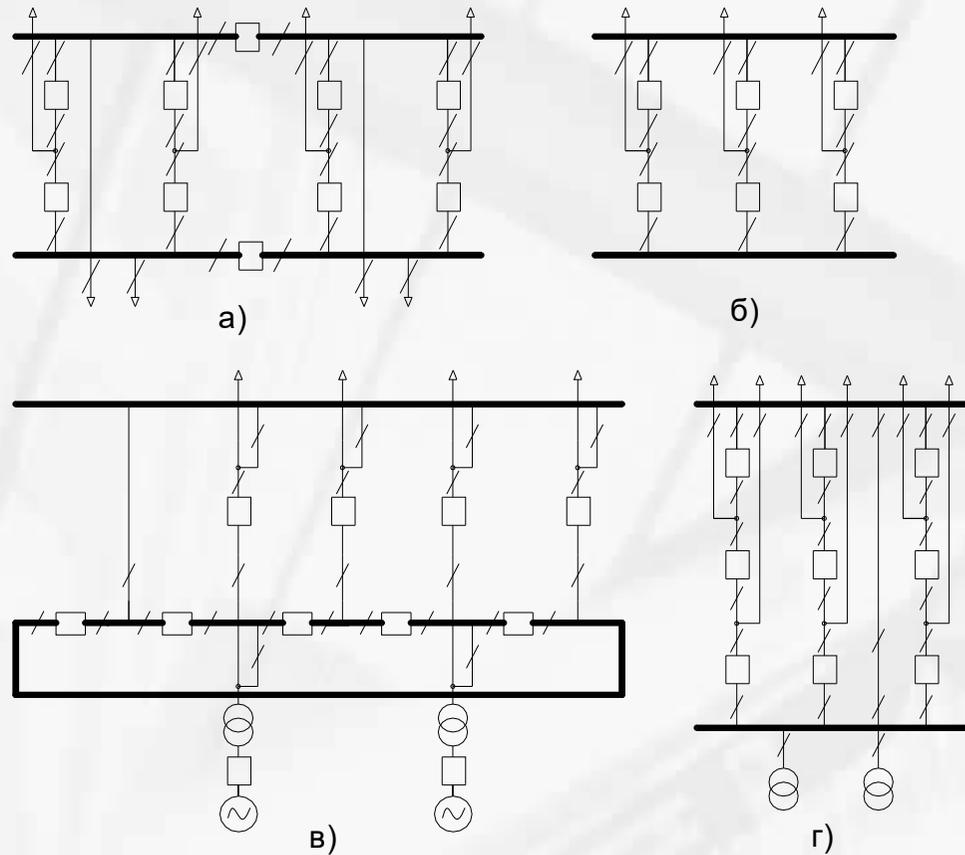


Рис. 6.2.3. Примеры схем РУ третьей группы:

а – связанные многоугольники (четырехугольники), б – трансформаторы – шины, в – генератор – трансформатор – линия с уравнительно – обходным многоугольником, г – трансформаторы – шины с полторным присоединением линий

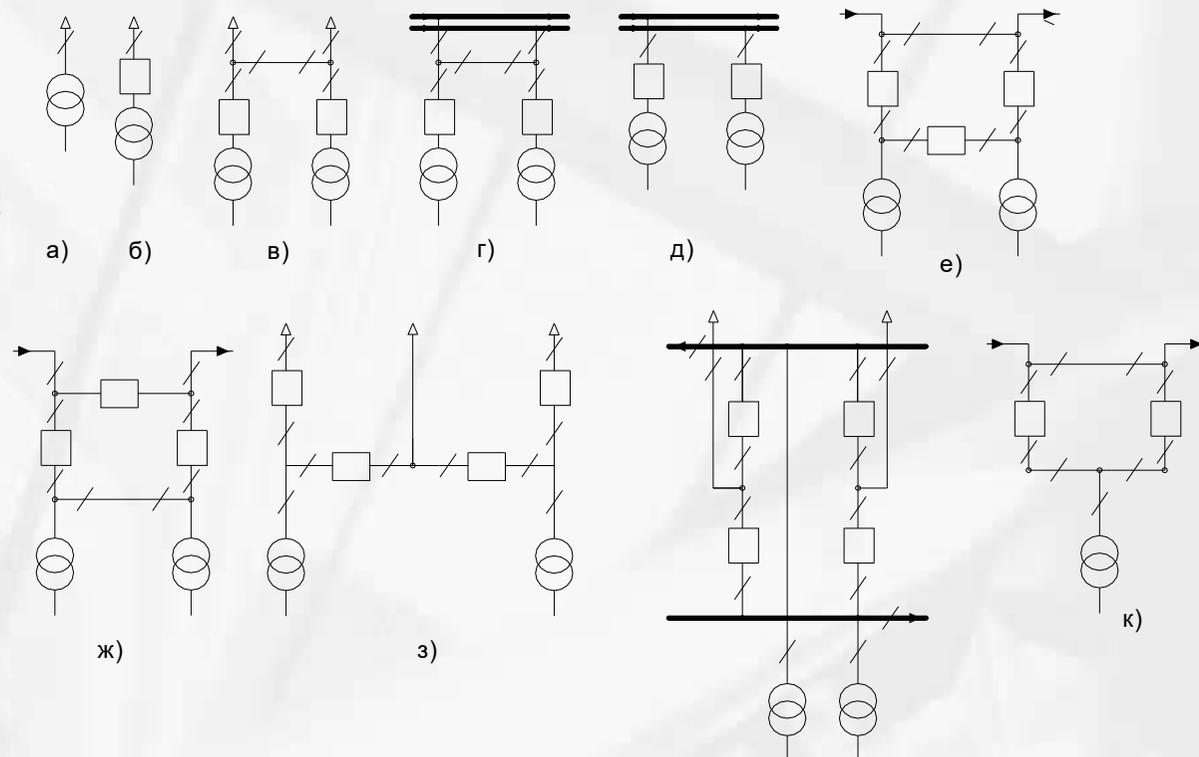


Рис. 6.2.4 Примеры схем РУ четвертой группы:

а – блок с разъединителем, б – то же с выключателем, в – два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий, г,д – ответвления от проходящих линий, е – мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий, ж – мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов, з – сдвоенный мостик, и – расширенный многоугольник, к – заход-выход



6.3. Типовая сетка схем распределительных устройств

Основными документами, в которых содержатся требования к схемам РУ электроустановок, являются *нормы технологического проектирования (НТП)* ТЭС, АЭС, ГЭС, ГАЭС и ПС.

Кроме того, существует целый ряд проектных документов, конкретизирующих особенности отраслевых требований.

Схема	Применение схем в сетях напряжением, кВ				
	110	220	330	500	750
Блочная	+	+	+	+	+
Ответвления от проходящих линий	+	+*	+*	+*	+*
Мостик	+	+	+	+	+
Одна секционированная система сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Две системы сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Схема 3/2	—	—	+	+	+
Схема 4/3	—	—	+	+	+
Многоугольник**	+	+	+	+	+
Два связанных многоугольника***	—	—	+	+	+
Генератор — трансформатор — линия с уравнильно-обходным многоугольником	—	—	+	+	+

Таблица 6.3.1

Типовая сетка схем РУ ТЭС

* Допускается использовать только при наличии достаточных обоснований.

** С числом присоединений до шести включительно.

*** С числом присоединений к каждому многоугольнику до шести включительно. Схема Применение схем в сетях напряжением, кВ

Схема	Применение схем в сетях напряжением, кВ				
	110	220	330	500	750
Блочная*	—	—	+	+	+
Одна секционированная система сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Две системы сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Схема 3/2	—	+	+	+	+
Схема 4/3	—	+	+	+	+
Многоугольник**	—	—	+	+	+
Связанный многоугольник***	—	—	+	+	+
Генератор — трансформатор — линия с уравнильно-обходным многоугольником	—	—	+	+	+

Таблица 6.3.2

Типовая сетка схем РУ АЭС

* При длине линии до 5 км.

** С числом присоединений до четырех включительно.

*** С числом присоединений к каждому многоугольнику до шести включительно

Схема	Применение схем в сетях напряжением, кВ				
	110	220	330	500	750
Блочная	+	+	+	+	+
Мостик	+	+	—	—	—
Одна секционированная система сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Две системы сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Схема 3/2	—	—	+	+	+
Схема 4/3	—	—	+	+	+
Многоугольник*	—	—	+	+	+
Трансформаторы — шины	—	—	+	+	+
Трансформаторы — шины с подключением линий по схеме 3/2 или 4/3	—	—	+	+	+

Таблица 6.3.3

Типовая сетка схем РУ ГЭС и ГАЭС

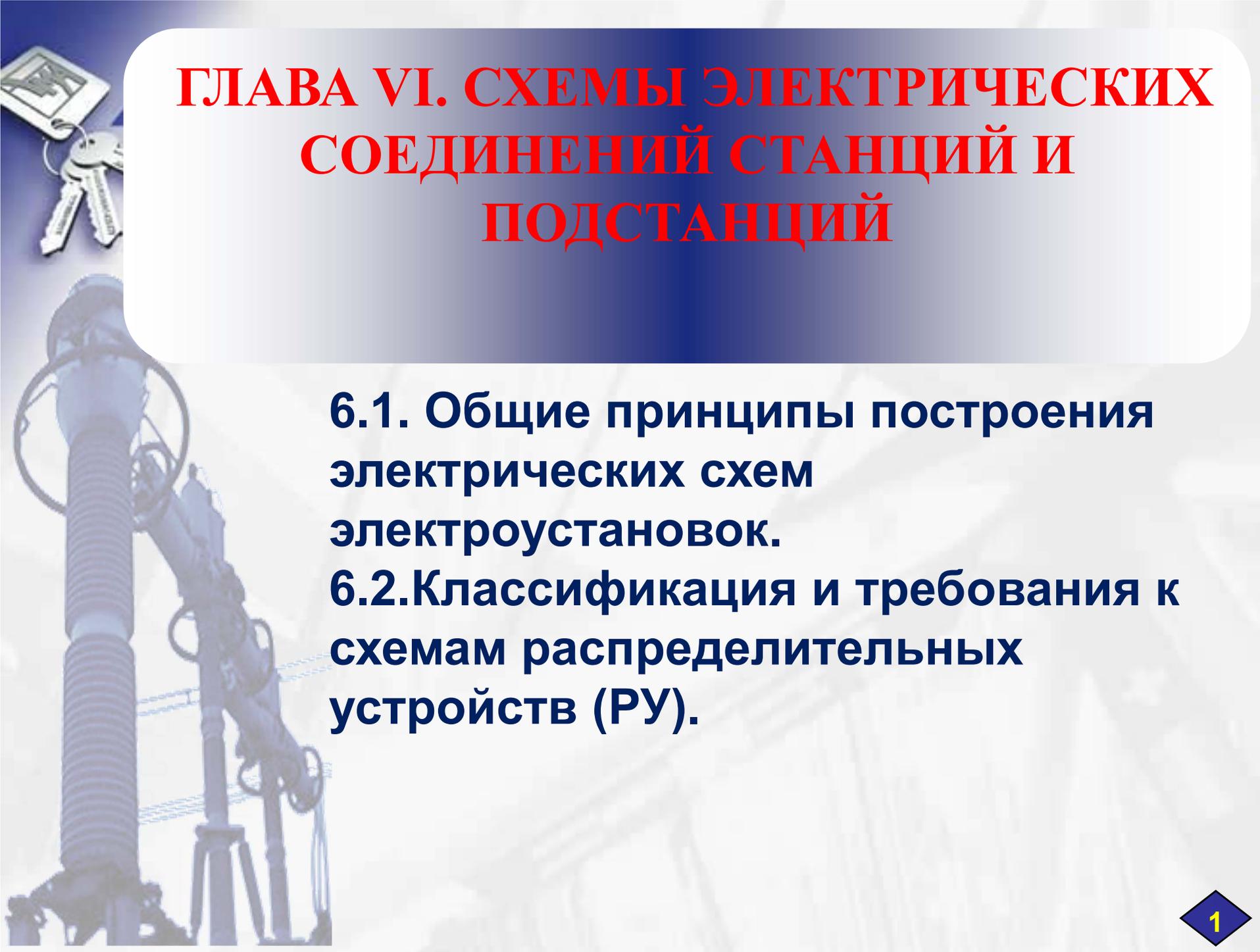
* С числом присоединений до четырех включительно.

Схема	Применение схем в сетях напряжением, кВ				
	110	220	330	500	750
Блочная	+	+	+	+	—
Ответвления от проходящих линий	+	+	—	—	—
Мостик	+	+	—	—	—
Заход-выход	+	+	—	—	—
Одна секционированная система сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Две системы сборных шин с обходной системой шин	+	+	—	—	—
Многоугольник*	—	+	+	+	+
Трансформаторы — шины	—	—	+	+	+
Схема 3/2	—	—	+	+	+
Трансформаторы — шины с подключением линий по схеме 3/2	—	+	+	+	+

Таблица 6.3.4

Типовая сетка схем РУ ПС

* С числом присоединений до четырех включительно.



ГЛАВА VI. СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

6.1. Общие принципы построения электрических схем электроустановок.

6.2. Классификация и требования к схемам распределительных устройств (РУ).



6.1. Общие принципы построения электрических схем электроустановок.и

•Распределительным устройством (РУ) называется сооружение, которое служит для приема и распределения электрической энергии и содержит коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, токопроводы, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и другие установки), а также устройства релейной защиты и автоматики, измерительные и вычислительные комплексы.

Различают РУ генераторного (ГРУ), высшего (ВН) и среднего (СН) напряжений, а также РУ собственных нужд (с.н.).

По способу исполнения РУ бывают открытого (ОРУ) и закрытого (ЗРУ) исполнения. Все или основное оборудование ОРУ располагается на открытом воздухе (вне помещения), тогда как оборудование ЗРУ располагается в специальном здании. Как ОРУ (рис.6.1.1).,



Рис.6.1.1. ОРУ-500кв. Токтогульской ГЭС

- Схему электрических соединений ЭС и ПС можно разделить **на две основные части** — главную схему электрических соединений и схему соединения собственных нужд (с.н.).
- Кроме указанных схем различают принципиальные, оперативные и монтажные схемы электрических соединений, а также схемы вторичных соединений.



6.2. Классификация и требования к схемам распределительных устройств (РУ).

*К схемам электрических соединений электроустановок предъявляется целый комплекс требований, из которых можно выделить **семь основных**: надежность, экономичность, удобство эксплуатации, технологическая гибкость, экологическая чистота, компактность и унифицированность.*

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) все потребители делятся на три категории:

I категория — электроприемники, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов городского хозяйства. Перерыв в электроснабжении таких потребителей допускается лишь на время автоматического ввода резервного питания (АВР), допустимого по условию самозапуска электродвигателей.



II категория — электроприемники, перерыв в электроснабжении которых связан с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушением нормальной деятельности значительного числа городских жителей. Для таких потребителей допускается перерыв в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой. Питание таких потребителей допускается осуществлять через один силовой трансформатор (при наличии передвижного резерва) по одной линии электропередачи

III категория — все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий (например, электроприемники цехов несерийного производства, вспомогательных цехов, небольших поселков и т.п.). Для таких потребителей допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента сети, но не более одних суток.



На выбор схем РУ любого напряжения большое влияние оказывает совокупность следующих факторов:

- тип электрической станции;
- количество и мощность установленных генераторов;
- количество линии связи с энергосистемой и категория их ответственности;
- схема и уровень напряжения электрических сетей энергосистемы;
- значение токов короткого замыкания (КЗ);
- наличие оборудования требуемых параметров и его надежность;
- параметры территории для сооружения РУ по намеченной схеме;
- возможная конструкция РУ (ЗРУ, ОРУ).

В соответствии с принятым условным делением различают **четыре основные группы схем РУ:**

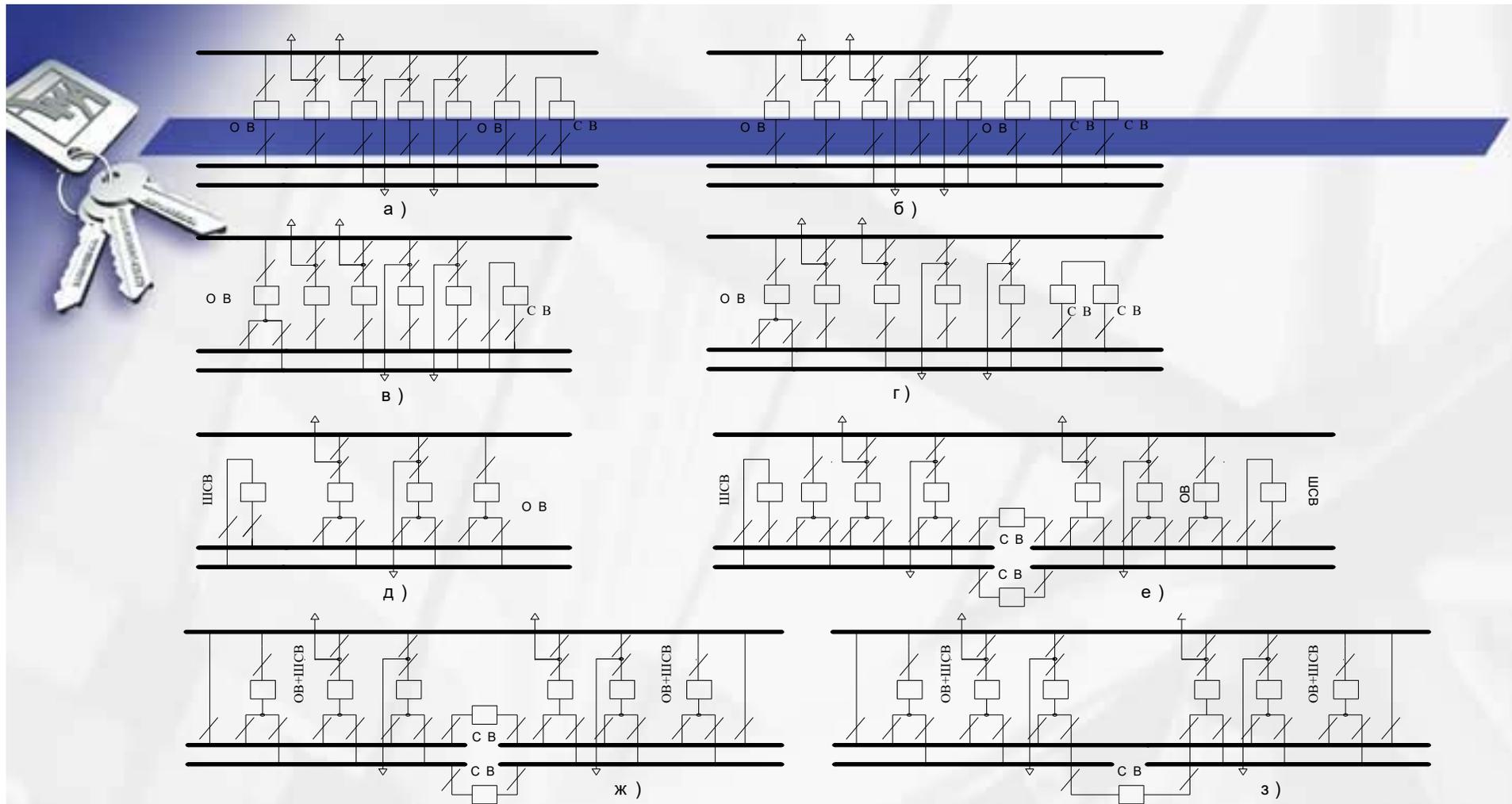


Рис. 6.2.1. Примеры схем РУ первой группы при наличии обходной системы шин: а – с одной секционированной системой сборных шин с отдельными обходными выключателями на каждой секции, б – то же, но с системой сборных шин, секционированной двумя последовательно включенными выключателями, в – с одной секционированной системой сборных шин с одним обходным выключателем, г – то же, но системой сборных шин, секционированной двумя последовательно включенными выключателями, д – с двумя системами сборных шин, е – то же, но с секционированием обеих систем сборных шин с двумя шиносоединительными и двумя обходными выключателями, ж – то же, но с совмещением функций обходного и шиносоединительного выключателей, з – то же, но с секционированием одной системы сборных шин, ОВ – обходной выключатель, СВ – секционный выключателей, ШСВ – шиносоединительный выключателей

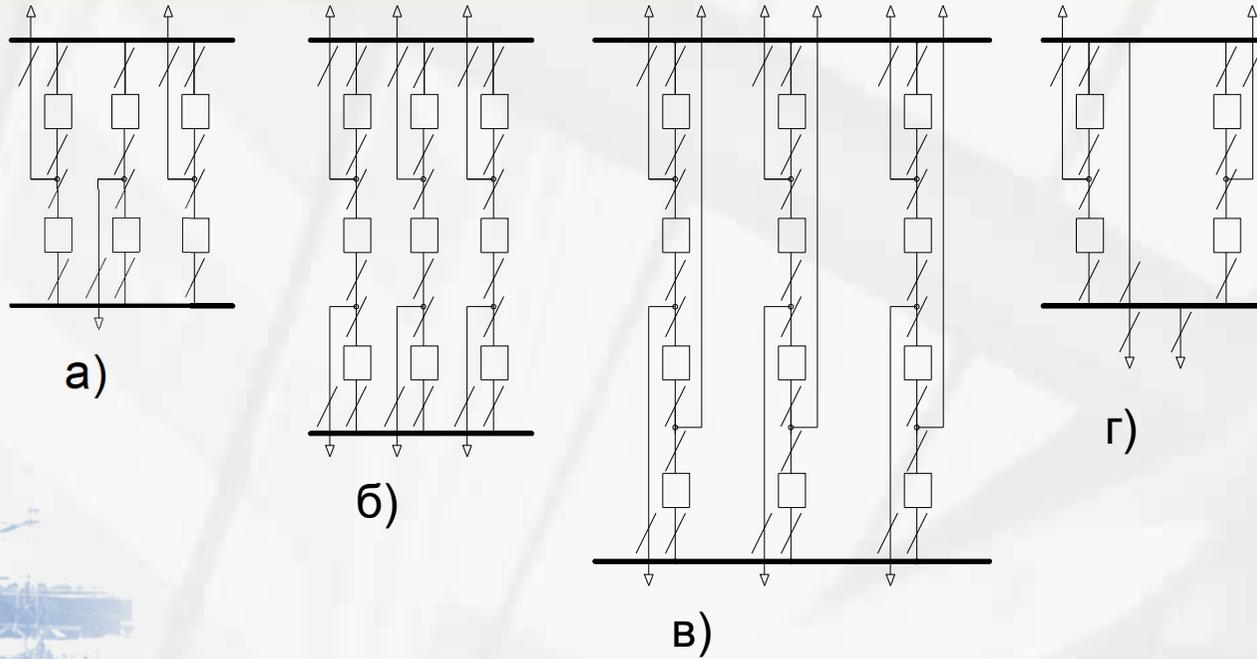
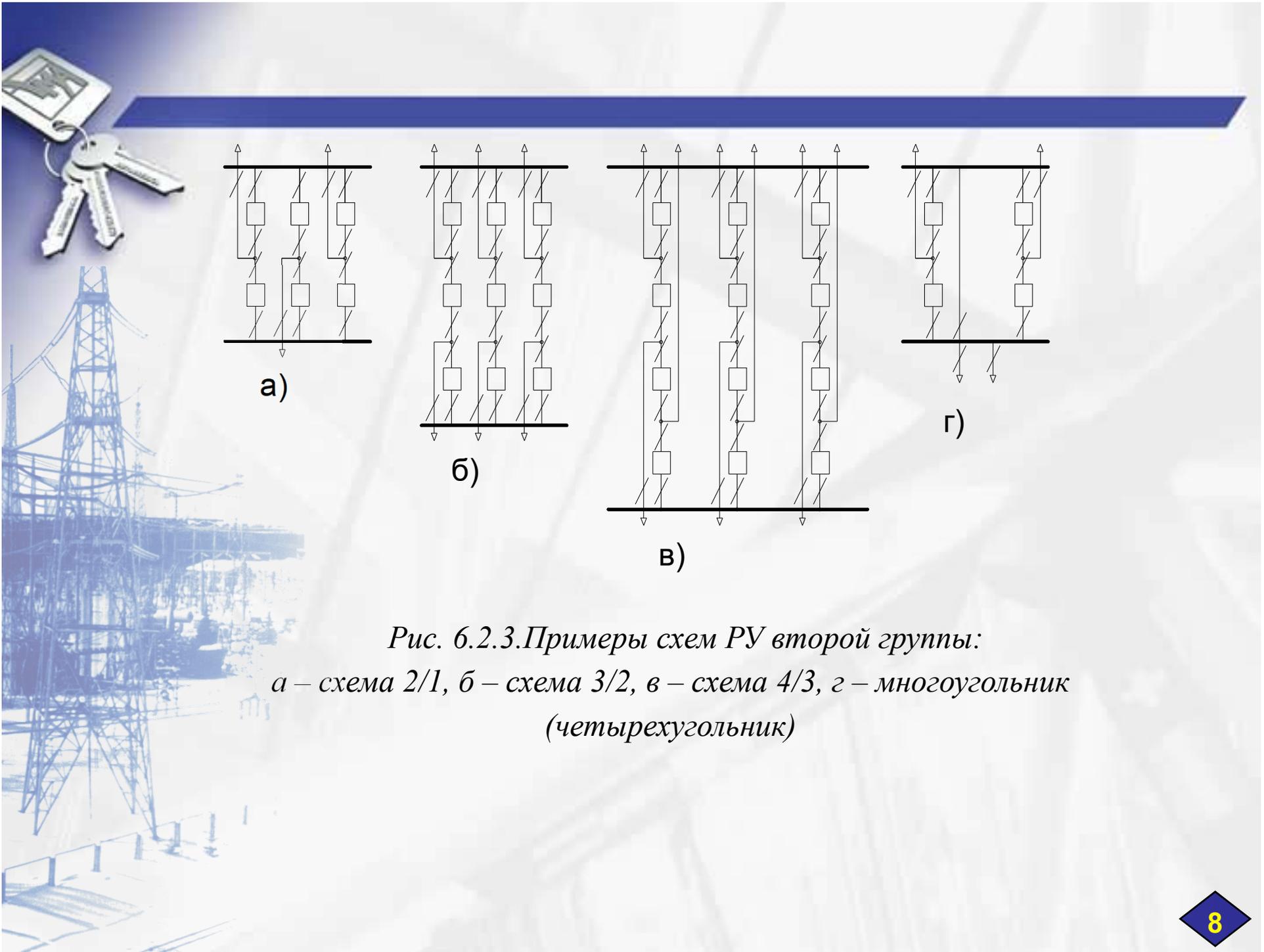


Рис. 6.2.3.Примеры схем РУ второй группы:

*а – схема 2/1, б – схема 3/2, в – схема 4/3, г – многоугольник
(четырёхугольник)*

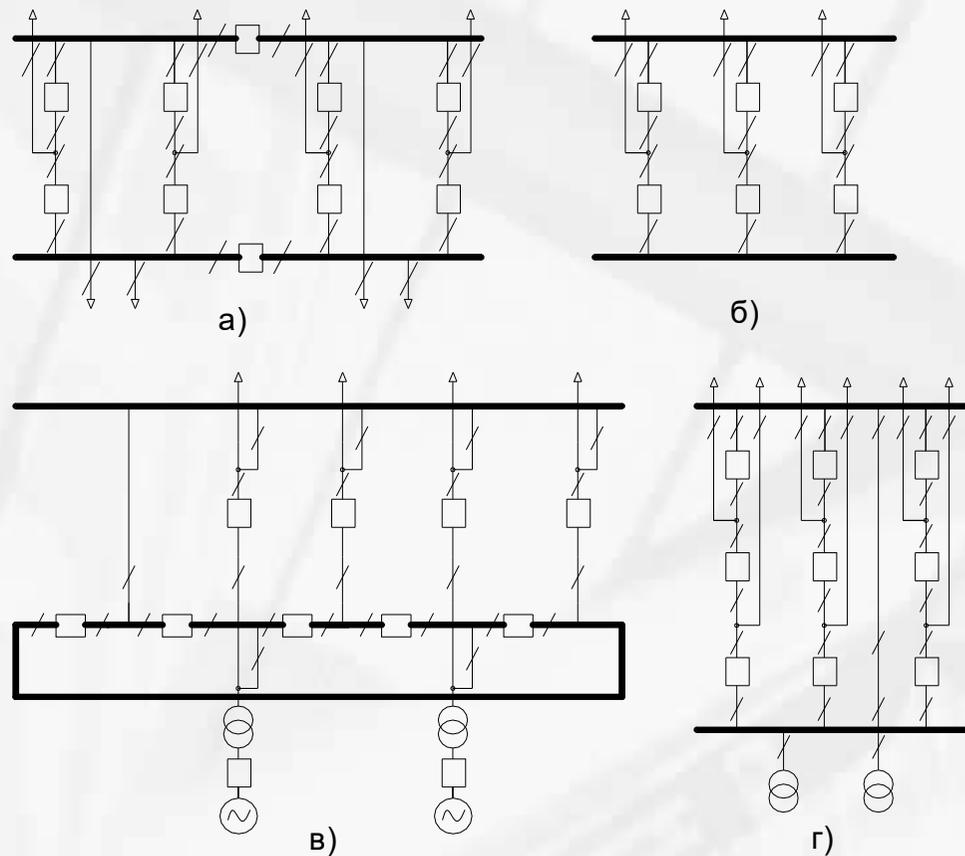


Рис. 6.2.3. Примеры схем РУ третьей группы:

а – связанные многоугольники (четырехугольники), б – трансформаторы – шины, в – генератор – трансформатор – линия с уравнительно – обходным многоугольником, г – трансформаторы – шины с полуторным присоединением линий

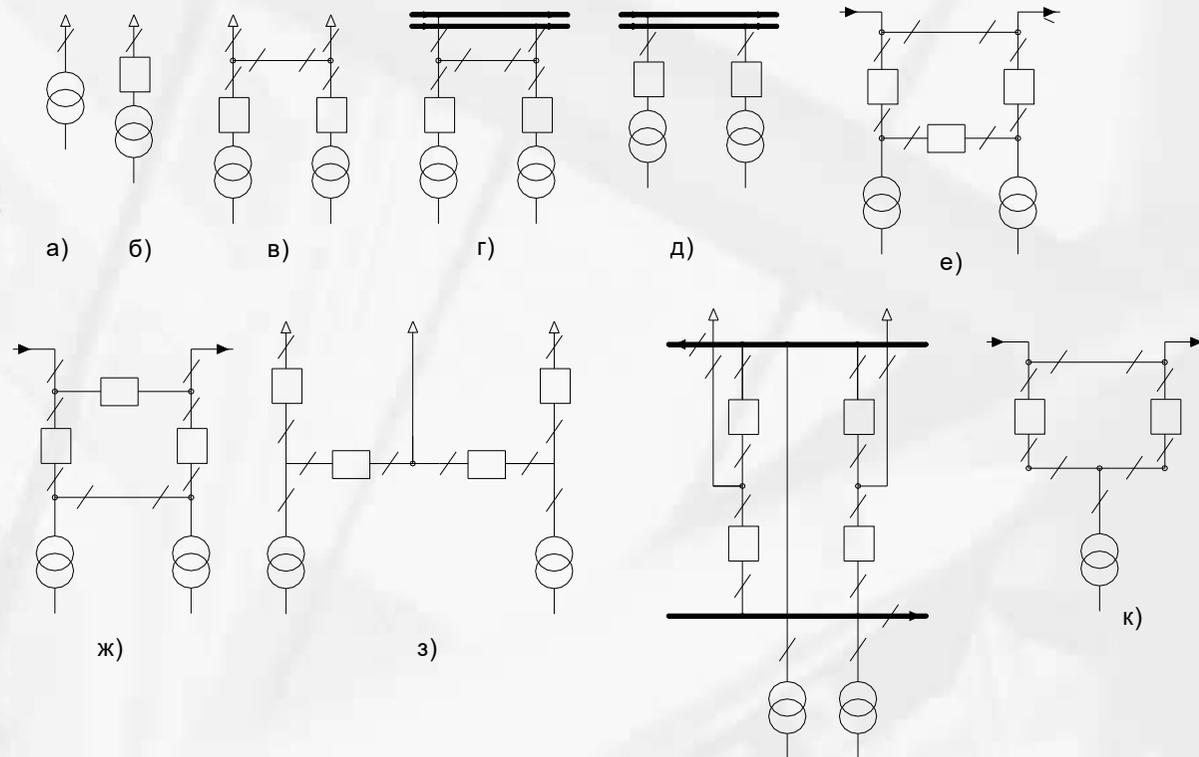


Рис. 6.2.4 Примеры схем РУ четвертой группы:

а – блок с разъединителем, б – то же с выключателем, в – два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий, г,д – ответвления от проходящих линий, е – мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий, ж – мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов, з – сдвоенный мостик, и – расширенный многоугольник, к – заход-выход