ПМ№1

1.1.1.а [Технологический процесс производства](http://chem21.info/info/660160), -передачи, распределения и [потребления энергии](http://chem21.info/info/377646) является единым, непрерывным. В нем [участвуют различные](http://chem21.info/info/1435700)энергопредприятия. Производят [энергию электрические](http://chem21.info/info/50606) станции [различных типов](http://chem21.info/info/25662)тепловые (конденсационные— КЭС и теплофикационные — ТЭЦ) на органических ви-, дах топлива с [различными установками](http://chem21.info/info/1829592) —паротурбинными (ПТ), газотурбинными (ГТ), парогазовыми (ПГ), дизельными гидравлические (ГЭС), использующие возобновляемые гидроэнергетические ресурсы, и гидроаккумулирующие (ГАЭС) атомные (АЭС) геотермальные, приливные, солнечные и ветроустановки. Передачу и [распределение электрической энергии](http://chem21.info/info/1909033) осуществляют [предприятия электрических сетей](http://chem21.info/info/1811965) (ПЭС), а теплоты — [предприятия тепловых](http://chem21.info/info/1272538) сетей (ПТС). [**[c.6]**](http://chem21.info/page/096011058043025061127121082118090088057139214228)  
  
    [Химико-технологический процесс](http://chem21.info/info/26053) состоит из [процессов подготовки сырья](http://chem21.info/info/1728545), [химического превращения](http://chem21.info/info/9468), [процессов разделения](http://chem21.info/info/13656), [фазовых переходов](http://chem21.info/info/3371), [процессов переноса вещества](http://chem21.info/info/1224132), тепла, импульса и зарядов внутри фаз и [между фазами](http://chem21.info/info/445183). Для [решения этих](http://chem21.info/info/1842197) проблем во многих областях [нефтехимических производств](http://chem21.info/info/1469975) пшроко используются абсорберы, дистилляторы, ректификаторы и Т.Д., в которых реализуется [движение газа](http://chem21.info/info/30139)(пара),- жидкостных систем с целью осуществления гидродинамических, массообменных, тепловых и [химических процессов](http://chem21.info/info/9225). Это оборудование достаточно сложно в изготовлении, имеет большую [металлоемкость](http://chem21.info/info/1282446), а протекающие в нем [процессы требуют](http://chem21.info/info/330167) больших затрат электрической, тепловой и механической энергии. [**[c.3]**](http://chem21.info/page/009002093160006134090243020087080089211023221079)

1.1.1.б **Электроэнергетической системой** называется электрическая часть энергосистемы и питающиеся от нее [приемники электрической энергии](http://electricalschool.info/main/elsnabg/155-priemniki-jelektricheskojj-jenergii.html), объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

В настоящее время в составе 6 объединенных энергосистем работает параллельно 74 районных систем.

**Электроэнергетической 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.

**Подстанцией** называется электроустановка, служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств до и выше 1000 В, аккумуляторной батареи устройств управления и вспомогательных сооружений.

**Распределительным устройством** называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

**Линией электропередачи (ЛЭП)** любого напряжения (воздушной или кабельной) называется электроустановка, предназначенная для передачи электрической энергии на одном и том же напряжении без трансформации.

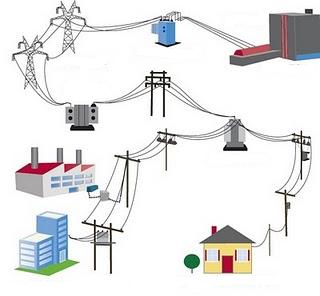
[](http://electricalschool.info/main/drugoe/623-peredacha-i-raspredelenie.html)

Рис. 1. Передача и распределение электрической энергии

По ряду признаков электрические сети подразделяются на большое количество разновидностей, для которых применяются различные методы расчета, монтажа и эксплуатации.

**Электрические сети делятся:**

[[](http://electricalschool.info/main/elsnabg/)](http://electricalschool.info/main/elsnabg/)1. По напряжению:

а) до 1 кВ;

б) выше 1 кВ.

2. По уровню номинального напряжения:

а) сети низкого (напряжения (до 1 кВ);

б) сети среднего напряжения (выше 1 кВ и до 35 кВ включительно);

в) сети высокого напряжения (110 ... 220 кВ);

г) сети сверхвысокого напряжения (330 ... 750 кВ);

д) сети ультравысокого напряжения (выше 1000 кВ)

3. По степени подвижности:

а) передвижные (допускают многократное изменение трассы, свертывание и развертывание) - сети до 1 кВ;

б) стационарные сети (имеют неизменяемую трассу и конструкцию):

* временные - для питания объектов, работающих непродолжительно (несколько лет);
* постоянные - большинство электрических сетей, работающих в течение десятилетий.

4. По назначению:

[[](http://electricalschool.info/main/elsnabg/)](http://electricalschool.info/main/elsnabg/)а) сети до 1 кВ: осветительные; силовые; смешанные; специальные (сети управления и сигнализации).

б) сети выше 1 кВ: местные, обслуживающие небольшие районы, радиусом действия 15... 30 км, напряжением до 35 кВ включительно; районные, охватывающие большие районы и связывающие электростанции электрической системы между собой и с центрами нагрузок, напряжением 110 кВ и выше.

5. По роду тока и числу проводов:

а) [линии постоянного тока](http://electricalschool.info/main/elsnabg/619-linii-jelektroperedachi-postojannogo.html): однопроводные, двухпроводные, трехпроводные (+, -, 0);

б) линии переменного тока: однофазные (одно- и двухпроводные), трехфазные (трех- и четырехпроводные), неполнофазные (две фазы и нуль).

6. По режиму работы нейтрали: с эффективно заземленной нейтралью (сети выше 1 кВ), с глухозаземленной нейтралью (сети до и выше 1 кВ), [с изолированной нейтралью](http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/447-kak-rabotaet-set-trekhfaznogo-toka-s.html) (сети до и выше 1 кВ).

7. По схеме электрических соединений:

а) разомкнутые (нерезервированные):

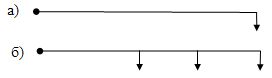


Рис.2. Схемы разомкнутых сетей: а) радиальные (нагрузка только на конце линии); б) магистральные (нагрузка присоединена к линии в разных местах). б) замкнутые (резервированные).

б) замкунутые:

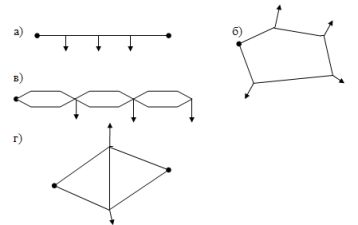


Рис.3. Схемы замкнутых сетей: а) сеть с двухсторонним питанием; б) кольцевая сеть; в) двойная магистральная линия; г) сложнозамкнутая сеть (для питания ответственных потребителей по двум и более направлениям).

8. По конструкции: электропроводки (силовые и осветительные ), токопроводы - для передачи электроэнергии в больших количествах на небольшие расстояния, [воздушные линии](http://electricalschool.info/main/vl/) - для передачи электроэнергии на большие расстояния, кабельные линии - для передачи электроэнергии на далекие расстояния в случаях, когда сооружение ВЛ невозможно.

**К электрическим сетям предъявляются следующие требования**: надежность, живучесть и экономичность.

**Надежность** - основное техническое требование, под которым понимается свойство сети выполнять свое назначение в пределах заданного времени и условий работы, обеспечивая электроприемники электроэнергией в необходимом количестве и надлежащего качества.

Необходимое количество электроэнергии определяется мощностью и режимом работы электроприемников. Качество электроэнергии зависит от параметров сети и определяется ГОСТ 13109-97, в которых приведены допустимые отклонения напряжения на зажимах электроприемников: электродвигатели -5% ... +10%; лампы рабочего освещения промышленных предприятий и общественных зданий, прожекторы наружногоюсвещения -2,5%...+5%; лампы освещения жилых зданий, аварийного и наружного освещения, прочие электроприемники ±5%.

Надежность обеспечивается:

1. применением схемы сети, учитывающей ответственность электроприемников;

2. выбором соответствующих марок проводов и кабелей;

3. тщательным расчетом сечений проводов и кабелей по нагреву, допустимой потере напряжения и механической прочности и расчетом [устройств регулирования напряжения](http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1140-regulirovanie-naprjazhenija-v.html);

4. соблюдением технологии электромонтажных работ;

5. своевременным и качественным выполнением правил технической эксплуатации.

**Живучесть электрической сети** - это свойство выполнять свое назначение в условиях разрушающих воздействий в том числе и в боевой обстановке при воздействиях средств поражения противника.

Живучесть достигается:

1. использованием конструкций, которые наименее подвержены разрушению при воздействии поражающих факторов оружия противника;

2. специальной защитой сети от поражающих факторов;

3. четкой организацией ремонтно-восстановительных работ. Живучесть - основное тактическое требование.

**Экономичность** — это минимум затрат на сооружение и эксплуатацию сети при условии выполнения требований надежности и живучести.

Экономичность обеспечивается:

1. применением типовых серийно выпускаемых и стандартных конструкций;

2. унификацией материалов и оборудования;

3. применением недефицитньгх и недорогих материалов;

4. возможностью дальнейшего развития, расширения и усовершенствования в процессе эксплуатации.

И. И. Мещеряков



Передача и распределение электрической энергии



Распределение электрической энергии из старого диафильма

1.1.2.Классификация потребителей электрической энергии

Все потребители электроэнергии согласно правилам устройства электроустановок делятся на три категории.

**Первая категория** - потребители электроэнергии, перерыв в электроснабжении которых опасен для жизни людей, сохранности оборудования или связан с нанесением большого ущерба народному хозяйству. Эти потребители должны получать электроэнергию от двух независимых источников питания. Перерыв в электроснабжении допускается только на время автоматического ввода резервного питания.

**[](http://www.e-montag.ru/)Вторая категория** - потребители электроэнергии, для которых перерыв в электроснабжении связан со значительным ущербом вследствие простоев рабочих, механизмов и транспорта. В данном случае желательно иметь электроснабжение от двух линий, двух независимых источников питания или от различных секций шин одной подстанции. Допускается также питание по одной воздушной линии напряжением 6 кВ и выше или двум кабелям, присоединенным через самостоятельные разъединители. Перерыв в электроснабжении допускается на время включения резервного питания, которое осуществляет дежурный персонал или выездная оперативная бригада.

**Третья категория** - потребители электроэнергии, для которых перерыв в электроснабжении допустим на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения (вспомогательные цехи и здания, а также жилые дома).

[1] Основные виды потребителей электрической энергии.

«Потребитель электроэнергии» может включать в себя сети очень высоких напряжений (220 и даже 500 кВ). Таким образом, организационно потребители электроэнергии не входят в состав ЭС, но в связи с важнейшей особенностью электроэнергетического производства — неразрывностью технологического процесса производства и потребления электроэнергии — и свя­занным с этим сильным влиянием электроприемников на режимы работы системы в целом и на качество отпускаемой электроэнергии должны рассматриваться совместно с другими элементами ЭС. Взаимоотношения потребителя с ЭС включают в себя вопросы различного характера: юридическо-правовые, технико-экономические, оперативно-диспетчерские. Сами потребители могут характеризоваться структурой их ведомственной принадлежности, размерами потребления, составом приемников электроэнергии и их техническими данными, режимами потребления и возможностью их регулирования, требованиями к надежности электроснабжения и др.

***Главным потребителем*электроэнергии является промышленность.**

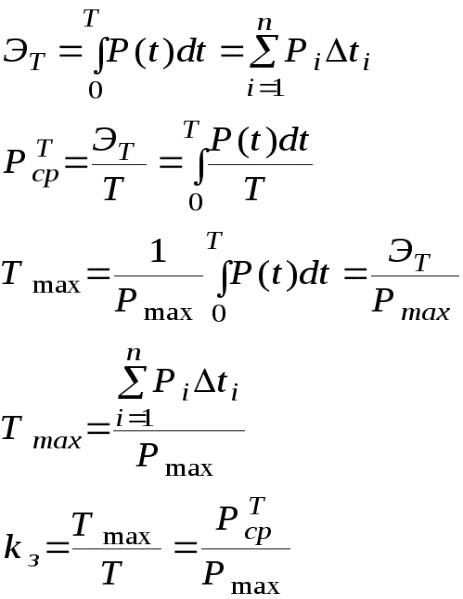
Структура и характеристика потребителей определяют условия построения схемы их электроснабжения; высокий удельный вес крупных синхронных двигателей на нефтепромыслах требует спе­циального исполнения систем релейной защиты и автоматики; наличие электронагревательных систем позволяет их использовать в качестве потребителей-регуляторов и т. п.

Потребители электроэнергии различны по своему характеру: промыш. предприятия, жилые дома и коммунально-бытовые учреждения, эликтрифицированный транспорт и т.д. Самый распространенный вид потребителей – асинхронные двигатели. Синхронные двигатели генерируют реактивную мощность, в ряде случаев их номин.мощность велика. Коммунально-бытовая нагрузка – освещение, нагревательные приборы и т.д. – ранее считалась преимущественно активной. Потребление электроэнергии на бытовые нужды растет вследствие увеличения числа двигателей ( пылесосы, стиральные машины, электробритвы), а также телевизоров, кондиционеров, холодильников. Все это приводит к росту реактивной мощности коммунально-бытовой нагрузки. Растет удельный вес специальных видов нагрузки – выпрямителей и инверторов, электрохимии и электрометаллургии, например электролизной нагрузки и дуговых сталеплавильных печей, электрифицированного железнодорожного и городского транспорта. Существенную часть в потреблении электроэнергии составляют потери в сетях.

**Графики нагрузок электроустановок. Интегральные характеристики графиков нагрузок.**

Самыми основными графиками являются суточные и годовые.

В суточном графике площадь, ограниченная ступенчатой кривой P(t), соответствует суточной выработке электроэнергии или суточному потреблению Э(t).



где n– число ступеней графика,Tmax– число часов использования максимума нагрузки, КЗ- коэффициент заполнения.

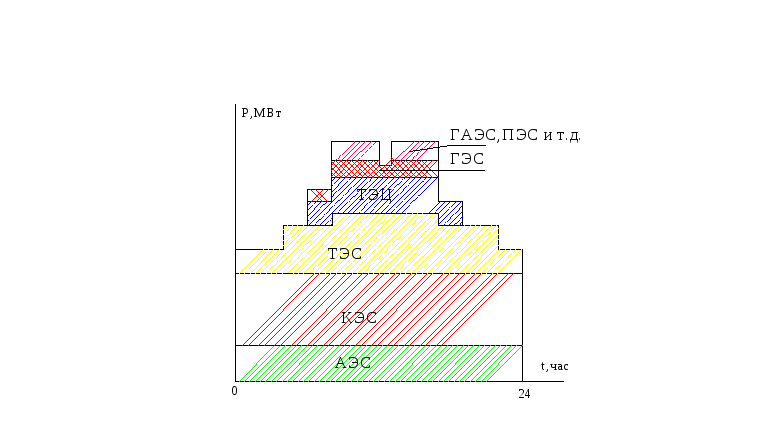
Годовые графики складываются из месячных максимумов, это делается для того чтобы представлять загрузку оборудования энергосистем, станции и т.д. это позволяет планировать ремонты электрооборудования и планировать экономичную работу системы.

Годовые графики также бывают по продолжительности, они показывают продолжительность работы оборудования в течении года с различными нагрузками. Построение графика начинается с определения продолжительности максимальной мощности в течении года. Для этого определяется ее продолжительность в течении суток зимой и летом и умножаетяс на число суток зимой и летом соответственно. Зима 213 суток, лето 152 суток. Эток график используется при технико-экономичесих расчетах.

**Назначение графиков нагрузки**

* обеспечение бесперебойного, надежного и экономичного электроснабжения потребителей.
* Определение ожидаемой выработки электростанции, потребность в топливе, воде.
* Планирование ремонтов оборудования
* Выработки рекомендации для проведения мероприятии по уплотнению графиков ОЭС.
* Разработка типовых графиков для составления энергобалансов и определения необходимых генерирующих мощностей.

**Участие электростанции в покрытии графика нагрузки энергосистем**

Для улучшения работы энергосистемы в целом необходимо увеличивать маневренность электрооборудования; сооружение пиковых электростанции; блоки повышенной маневренности на газомазуте с мощностью 500МВт; а также использование газотурбинных установок и поддержания в целосности ЕЭС РФ.

# 1.1.3. Качество электрической энергии

**Качество электрической энергии** — степень соответствия параметров [электрической энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) их установленным значениям[[1]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8#cite_note-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_23875-88-1). В свою очередь, параметр электрической энергии — величина, количественно характеризующая какое-либо свойство электрической энергии. Под параметрами электрической энергии понимают напряжение, частоту, форму кривой электрического тока. Качество электрической энергии является составляющей [электромагнитной совместимости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C), характеризующей электромагнитную среду[[2]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8#cite_note-%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%BC_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8-2)[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8#cite_note-%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%BC_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%BF%D1%80%D0%B8_%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%85-3).

Качество электрической энергии может меняться в зависимости от времени суток, погодных и климатических условий, изменения нагрузки энергосистемы, возникновение аварийных режимов в сети и т.д.

Снижение качества электрической энергии может привести к заметным изменениям режимов работы электроприёмников и в результате уменьшению производительности рабочих механизмов, ухудшению качества продукции, сокращению срока службы электрооборудования, повышению вероятности аварий.

В России показатели и нормы качества электрической энергии в [электрических сетях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C) [систем электроснабжения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) общего назначения переменного трёхфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети или электроустановки потребителей устанавливаются Межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения" (от 22 июля 2013 г. N 400-ст).

В связи с развитием [рыночных отношений](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%80%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8_%D0%B8_%D0%BC%D0%BE%D1%89%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) в [электроэнергетике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) электроэнергию следует рассматривать не только как физическое явление, но и как товар, который должен соответствовать определённому качеству и требованиям рынка. Федеральный закон «Об электроэнергетике» определяет ответственность [энергосбытовых](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B1%D1%8B%D1%82" \o "Энергосбыт) организаций и поставщиков электроэнергии перед потребителями за надёжность обеспечения их электрической энергией и её качество в соответствии с [техническими регламентами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) и иными обязательными требованиями.

1.1.4.

|  |  |
| --- | --- |
| **НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ УРОВНЯ**  В связи с серьезными количественными и качественными изменениями сельскохозяйственных потребителей электроэнергии значительно возросла актуальность задачи обеспечения надежного электроснабжения. Это связано с появлением сельскохозяйственных предприятий промышленного типа, в первую очередь животноводческих комплексов.  В таблице 2.1 приведены некоторые данные по средним удельным ущербам на различных сельскохозяйственных предприятиях от перерывов в электроснабжении.  http://engineeringsystems.ru/elektrosnabjenie-sh/1.jpg  В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) все электроприемники делят на три категории в отношении обеспечения надежности электроснабжения.  К I категории относят электроприемники, перерыв в электроснабжении которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования (для сельского хозяйства — болезнь и гибель животных), массовый брак (порчу) сельскохозяйственной продукции, нарушение сложных технологических процессов и т. п.  Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв в электроснабжении этих электроприемников от одного из источников допускается только на время автоматического восстановления питания.  Ко II категории относят электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовым недоотпускам продукции, простоям рабочих и механизмов, нарушению нормальной деятельности значительного числа городских и сельских жителей.  Электроприемники II категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух источников питания. При нарушении электроснабжения от одного из них допустимы перерывы в подаче электроэнергии на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой. Допускается питание электроприемников II категории по одной линии и от одного трансформатора, если возможны проведение аварийного ремонта линии или замена повредившегося трансформатора за время не более одних суток.  К III категории относят все остальные электроприемники. Для них электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы в электроснабжении не превышают одни сутки.  Для повышения надежности электроснабжения могут быть использованы различные средства. Это связано, с одной стороны, с получением экономического эффекта, в первую очередь за счет уменьшения ущерба от перерывов в электроснабжении, с другой — с дополнительными затратами на сами средства. Поэтому повышение надежности электроснабжения наиболее целесообразно до определенного оптимального уровня, при котором достигается максимальный суммарный экономический эффект с учетом обеих составляющих.  Различные средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения можно разделить на две группы — организационно-технические и технические.  К организационно-техническим мероприятиям относят следующие:  1. Повышение требований к эксплуатационному персоналу, в том числе трудовой и производственной дисциплине, а также повышение квалификации персонала.  2. Рациональная организация текущих капитальных ремонтов и профилактических испытаний, в том числе совершенствование планирования ремонтов и профилактических работ, механизация ремонтных работ, ремонт линий под напряжением.  В сельских электрических сетях линии под напряжением практически не ремонтировали. В то же время в сетях другого назначения, в том числе напряжением выше 110 кВ, линии ремонтируют, так как значительно уменьшаются перерывы в электроснабжении, в первую очередь при планово-предупредительных и профилактических работах. Это объясняется меньшей эффективностью ремонта под напряжением в сельских распределительных сетях 10 кВ, чем, например, в сетях более высоких напряжений, и недостаточной квалификацией обслуживающего персонала. Однако следует предполагать, что в дальнейшем такой ремонт найдет применение и в сельских электрических сетях.  3. Рациональная организация отыскания и ликвидации повреждений, в том числе совершенствование поиска повреждений, в частности с использованием специальной аппаратуры; применение необходимого автотранспорта; диспетчеризация, телемеханизация, радиосвязь и др.; механизация работ по восстановлению линий.  4. Обеспечение аварийных запасов материалов и оборудования. Следует стремиться к оптимальному объему этих запасов, так как их излишек связан с потерей капиталовложений, а недостаток может привести к увеличению срока восстановительных работ.  К техническим средствам и мероприятиям по повышению надежности электроснабжения относят следующие:  1. Повышение надежности отдельных элементов сетей, в том числе опор, проводов, изоляторов, различного линейного и подстанционного оборудования.  2. Сокращение радиуса действия электрических сетей. Воздушные электрические линии — наиболее повреждаемые элементы системы сельского электроснабжения. Число повреждений растет примерно пропорционально увеличению длины линий.  В системе сельского электроснабжения проведена значительная работа по разукрупнению трансформаторных подстанций и сокращению радиуса действия сетей, который для линий напряжением 10 кВ должен быть повсеместно снижен до 15 км, а в дальнейшем — примерно до 7 км, как это принято во многих зарубежных странах.  3. Применение подземных кабельных сетей. Значительные преимущества перед воздушными линиями имеют подземные кабельные. Они короче воздушных, так как их не нужно прокладывать по обочинам полей севооборотов, а можно вести по кратчайшему расстоянию. При этом полностью устраняются помехи сельскохозяйственному производству. Основное же преимущество кабельных линий — их высокая надежность в эксплуатации. Полностью исключаются повреждения линий от гололеда и сильных ветров, существенно снижаются аварии от атмосферных перенапряжений. Число аварийных отключений снижается в 8... 10 раз. Однако продолжительность ликвидации аварий на кабельных линиях при современном уровне эксплуатации примерно в 3 раза больше, так как сложнее найти место повреждения и приходится проводить земляные работы по вскрытию траншеи. С помощью специальных приборов можно ускорить отыскание повреждений.  Особенно существенно, что капиталовложения на кабельные линии при прокладке кабелеукладчиками оказываются практически одинаковыми по сравнению с капиталовложениями на воздушные.  Благодаря этим преимуществам кабельные линии напряжением 10 кВ весьма перспективны для развития сельских электрических сетей и в будущем по мере роста выпуска кабеля электропромышленностью все большее число линий будут кабельными, а воздушные линии 0,38 кВ будут выполняться с использованием изолированных проводов.  4. Сетевое и местное резервирование. Сельские электрические сети работают в основном в разомкнутом режиме, т. е. они обеспечивают одностороннее питание потребителей. При таком режиме можно снизить значения токов короткого замыкания, применить более дешевую аппаратуру, в частности выключатели, разъединители и др., снизить потери мощности в сетях, облегчить поддержание требуемых уровней напряжения на подстанциях и т. п. При этих условиях надежность электроснабжения потребителей значительно ниже, чем при замкнутом режиме, т. е. при двухстороннем питании потребителей. В качестве резервного источника может быть использована вторая линия электропередачи от другой подстанции (или от другой секции шин двухтрансформаторной подстанции). Такое резервирование называют сетевым. Однако особенно в районах с повышенными гололедно-ветровыми нагрузками возможно повреждение обеих линий и прекращение подачи энергии. Более независимым источником служит резервная электростанция (местное резервирование). В системе сельского электроснабжения для питания наиболее ответственных потребителей в период аварии основной линии чаще всего в качестве резервной используют дизельные электростанции небольшой мощности, применение которых намечается значительно расширить.  5. Автоматизация сельских электрических сетей, в том числе совершенствование релейной защиты, использование автоматического повторного включения (АПВ), автоматического включения резерва (АВР), автоматического секционирования, устройств автоматизации поиска повреждений, автоматического контроля ненормальных и аварийных режимов, телемеханики.  Широкое внедрение большинства рассмотренных ранее технических средств связано с большими капитальными вложениями, учитывая, что протяженность сельских электрических сетей достигла 2,2 млн км. При автоматизации сетей как средства повышения надежности электроснабжения требуются относительно малые затраты при широких возможностях использования в эксплуатируемых сетях без их серьезной реконструкции. Автоматизация — одно из основных и наиболее эффективных средств повышения надежности электроснабжения.  Следует отметить, что максимальный эффект от повышения надежности электроснабжения может быть получен при комплексном использовании различных мероприятий и средств. Их оптимальные сочетания определяются конкретными условиями. Разрабатывают целую комплексную программу повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, которая будет включать в себя рекомендации по оптимальным комплексам средств для различных условий.  [И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов, Электроснабжение сельского хозяйства, М., Колос, 2000](http://engineeringsystems.ru/elektrosnabjenie-sh/) |  |

# 1.1.5. Распределительное устройство

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BalakovoNPP_sw.jpg?uselang=ru)

Открытое распределительное устройство [Балаковской АЭС](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%90%D0%AD%D0%A1" \o "Балаковская АЭС) 500 [кВ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82" \o "Вольт)

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:North_West_CHP_power_station7.jpg?uselang=ru)

ОРУ

**Распределительное устройство** (РУ) — электроустановка, служащая для приёма и распределения [электрической энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) одного класса напряжения.

Распределительное устройство содержит набор [коммутационных аппаратов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82), вспомогательные устройства [РЗиА](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D0%B8_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0" \o "Релейная защита и автоматика) и средства учёта и измерения.

**Содержание**

* [1Классификация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F)
  + [1.1По месту расположения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9F%D0%BE_%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%83_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)
  + [1.2По выполнению секционирования](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9F%D0%BE_%D0%B2%D1%8B%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F)
    - [1.2.1РУ с одной секцией сборных шин (без секционирования)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A0%D0%A3_%D1%81_%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%B9_%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%B8%D0%BD_(%D0%B1%D0%B5%D0%B7_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F))
    - [1.2.2РУ с двумя и более секциями](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A0%D0%A3_%D1%81_%D0%B4%D0%B2%D1%83%D0%BC%D1%8F_%D0%B8_%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%D0%BC%D0%B8)
    - [1.2.3РУ с секционированием сборных шин и обходным устройством](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A0%D0%A3_%D1%81_%D1%81%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC_%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%B8%D0%BD_%D0%B8_%D0%BE%D0%B1%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%BC_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D0%BC)
  + [1.3По числу систем сборных шин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9F%D0%BE_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D1%83_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC_%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%B8%D0%BD)
    - [1.3.1С одной системой сборных шин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A1_%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%B8%D0%BD)
    - [1.3.2С двумя системами сборных шин](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A1_%D0%B4%D0%B2%D1%83%D0%BC%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8_%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%88%D0%B8%D0%BD)
  + [1.4По структуре схемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9F%D0%BE_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B5_%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B)
    - [1.4.1Радиального типа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0)
    - [1.4.2Кольцевого типа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%B0)
* [2Открытое распределительное устройство (ОРУ)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9E%D1%82%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_(%D0%9E%D0%A0%D0%A3))
  + [2.1Конструктивные особенности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8)
  + [2.2Преимущества](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B8%D0%BC%D1%83%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0)
  + [2.3Недостатки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9D%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B8)
* [3Закрытое распределительное устройство (ЗРУ)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%97%D0%B0%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_(%D0%97%D0%A0%D0%A3))
* [4Комплектное распределительное устройство (КРУ)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_(%D0%9A%D0%A0%D0%A3))
  + [4.1Область применения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)
  + [4.2Устройство КРУ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%9A%D0%A0%D0%A3)
* [5См. также](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A1%D0%BC._%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B6%D0%B5)
* [6Источники](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8)
* [7Ссылки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE#%D0%A1%D1%81%D1%8B%D0%BB%D0%BA%D0%B8)

Классификация

**По месту расположения**

* Открытые распределительные устройства (ОРУ) — распределительные устройства, у которых силовые проводники располагаются на открытом воздухе без защиты от воздействия окружающей среды. Обычно в виде ОРУ выполняются распределительные устройства на напряжение от 27,5 кB.
* Закрытые распределительные устройства (ЗРУ) — распределительные устройства, оборудование которых устанавливается в закрытых помещениях, либо защищено от контакта с окружающей средой специальными кожухами (в том числе в шкафах наружного исполнения КРУН). Обычно такие распределительные устройства применяют на напряжения до 35 кB. В ряде случаев необходимо применение ЗРУ и на более высоких напряжениях (серийно выпускается оборудование на напряжение до 800 кВ). Применение ЗРУ высоких напряжений обосновано: в местности с агрессивной средой (морской воздух, повышенное запыление), холодным климатом, при строительстве в стеснённых условиях, в городских условиях для снижения уровня шума и для архитектурной эстетичности.

**По выполнению секционирования**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=3) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=3)]

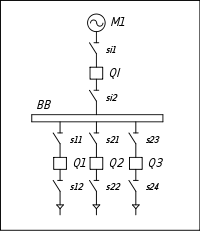
[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Non_sectional_system_of_busbar.svg?uselang=ru)

Схема РУ с одной секцией сборных шин

**РУ с одной секцией сборных**[**шин**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D0%BD%D0%B0_(%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0))**(без секционирования)**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=4) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=4)]

К преимуществам такого РУ можно отнести простоту и низкую себестоимость.

К основным недостаткам относятся неудобства в эксплуатации, из-за которых такая система не получила широкого применения:

* Профилактический ремонт любого элемента РУ должен сопровождаться отключением всего РУ — а значит лишением всех питающихся от РУ потребителей электроэнергии.
* Авария на сборных шинах так же выводит из строя всё РУ.

**РУ с двумя и более секциями**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=5) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=5)]

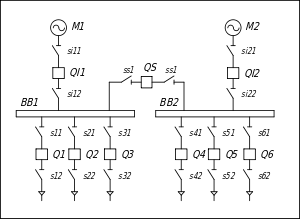
[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sectional_system_of_busbar.svg?uselang=ru)

Схема РУ с двумя секциями сборных шин

Такие РУ выполняются в виде нескольких секций, каждая из которых имеет своё питание и свою нагрузку, соединённых между собой секционными [выключателями](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B2%D1%8B%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C). На [станциях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F) секционный выключатель обычно включен, из-за необходимости параллельной работы генераторов. В случае повреждения на одной из секций секционный выключатель отключается, отсекая повреждённую секцию от РУ. В случае аварии на самом секционном выключателе из строя выходят обе секции, но вероятность такого повреждения относительно мала. На низковольтных РУ (6-10кВ) секционный выключатель обычно оставляют отключённым, так что связанные между собой секции работают независимо друг от друга. В случае если по каким-либо причинам питание одной из секций пропадёт, сработает устройство [АВР](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B4_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B0), которое отключит вводной выключатель секции и включит секционный выключатель. Потребители секции с отключённым питанием будут получать электроэнергию от питания смежной секции через секционный выключатель. Подобная система используется в РУ 6 — 35 кВ подстанций и 6 — 10 кВ станций типа [ТЭЦ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%AD%D0%A6).

**РУ с секционированием сборных шин и обходным устройством**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=6) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=6)]

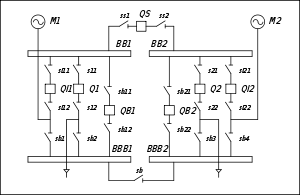
[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sectional_system_of_busbar_with_bypass_system_of_busbar.svg?uselang=ru)

Схема РУ с двумя секциями сборных шин и обходным устройством

Простое секционирование не решает проблемы планового ремонта отдельных выключателей секции. В случае если необходимо провести ремонт или замену выключателя любого отходящего присоединения, приходится отключать всю секцию, что в некоторых случаях недопустимо. Для решения проблемы используется обходное устройство. Обходное устройство представляет собой один или два обходных выключателя на две секции, обходные разъединители и обходную систему шин. Обходную систему шин подключают через обходные разъединители к разъединителям выключателей присоединений с противоположной от основной системы шин стороны. В случае, когда необходимо провести плановый ремонт или замену какого-либо выключателя, включают обходной выключатель, включают соответствующий нужному выключателю обходной [разъединитель](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B7%D1%8A%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C), затем ремонтируемый выключатель вместе с его разъединителями отключают. Теперь питание отходящего присоединения осуществляется через обходной выключатель. Подобные системы получили распространение в РУ на напряжении 110—220 кВ.

**По числу систем сборных шин**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=7) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=7)]

**С одной системой сборных шин**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=8) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=8)]

К этим РУ относятся описанные выше.

**С двумя системами сборных шин**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=9) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=9)]

Подобное РУ похоже по устройству на РУ с секционированием сборных шин и обходным устройством, но, в отличие от него, обходная система шин используется как рабочая, нагрузки на систему распределяют между обеими системами шин. Это делается для повышения надёжности электроснабжения. Отсутствие питания на одной из систем шин допускается только временно, пока ведутся ремонтные работы на этой системе шин.

К достоинствам этой системы относятся:

* Возможность планового ремонта любой системы шин, без вывода из эксплуатации всего РУ.
* Возможность разделения системы на две части, для повышения надёжности электроснабжения.
* Возможность ограничения тока короткого замыкания

К основным недостаткам следует отнести:

* Сложность схемы
* Увеличение вероятности повреждений на сборных шинах из-за частых переключений разъединителей.

Наибольшее распространение система получила в РУ на напряжение 110—220 кВ

**По структуре схемы**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=10) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=10)]

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:North-West_CHP_power_station3.jpg?uselang=ru)

ОРУ [Северо-западной ТЭЦ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%A2%D0%AD%D0%A6)

**Радиального типа**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=11) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=11)]

Этому типу присущи следующие признаки:

* Источники энергии и присоединения сходятся на сборных шинах, поэтому авария на шинах приводит к выводу всей секции (или всей системы)
* Вывод из эксплуатации одного выключателя из присоединения приводит к отключению соответствующего присоединения.
* Разъединители кроме своей основной функции (изоляция отключенных элементов от РУ), участвуют в изменениях схемы (например, ввод обходных выключателей), что снижает надёжность системы.

**Кольцевого типа**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=12) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=12)]

Кольцевой тип схемы отличается следующими признаками:

* Схема выполнена в виде кольца с ответвлениями присоединений и подводов питания
* Отключение каждого присоединения осуществляется двумя или тремя выключателями.
* Отключение одного выключателя никак не отражается на питании присоединений
* При повреждениях (КЗ или отключениях) на РУ, выходит из строя лишь незначительная часть системы.
* Разъединители выполняют только основную функцию — изолируют выведенный из эксплуатации элемент.
* Кольцевые схемы удобнее радиальных в плане развития системы и добавления новых элементов в систему.

Открытое распределительное устройство (ОРУ)[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=13) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=13)]

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil-cb.jpg?uselang=ru)

Элегазовый выключатель в ОРУ

[](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Switchgear_110_kV.jpg?uselang=ru)

ОРУ 110 кВ с жесткой ошиновкой

**Конструктивные особенности**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=14) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=14)]

Открытое распределительное устройство (ОРУ) — распределительное устройство, оборудование которого располагается на открытом воздухе. Все элементы ОРУ размещаются на [бетонных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD) или металлических основаниях. Расстояния между элементами выбираются согласно ПУЭ. На напряжении 110 кВ и выше под устройствами, которые используют для работы масло (масляные [трансформаторы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), [выключатели](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B2%D1%8B%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C), [реакторы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80)) создаются маслоприемники — заполненные [гравием](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B9) углубления. Эта мера направлена на снижение вероятности возникновения [пожара](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80) и уменьшение повреждений при аварии на таких устройствах.

Сборные шины ОРУ могут выполняться как в виде жёстких труб, так и в виде гибких проводов. Жёсткие трубы крепятся на стойках с помощью опорных изоляторов, а гибкие подвешиваются на порталы с помощью [подвесных изоляторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80).

Территория, на которой располагается ОРУ, в обязательном порядке огораживается.

**Преимущества**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=15) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=15)]

* ОРУ позволяют использовать электрические устройства больших размеров, чем, собственно, и обусловлено их применение на высоких классах напряжений.
* Изготовление ОРУ не требует дополнительных затрат на строительство помещений.
* ОРУ удобнее ЗРУ в плане расширения и модернизации.
* Возможно визуальное наблюдение всех аппаратов ОРУ.

**Недостатки**[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=16) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=16)]

* Эксплуатация ОРУ затруднена в неблагоприятных климатических условиях, кроме того, окружающая среда сильнее воздействует на элементы ОРУ, что приводит к их раннему износу.
* ОРУ занимают намного больше места, чем ЗРУ.

Закрытое распределительное устройство (ЗРУ)[[править](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&veaction=edit&section=17) | [править код](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE&action=edit&section=17)]

**1.1.6**

|  |
| --- |
| **ВМ-1, ЯЧЕЙКИ КРУ 10 КВ ВНУТРЕННЕЙ УСТАНОВКИ** |
| [http://www.abm-amper.com/prod/5_s.jpg](http://www.abm-amper.com/prod/5_b.jpg)  Комплектное распределительное устройство внутренней установки малогабаритное серии ВМ-1 предназначено для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частоты 50 и 60 Гц напряжением 6-10 кВ для систем с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью. Может устанавливаться в капитальном здании или быстромонтируемом здании модульного типа (БМЗ).  **ОСОБЕННОСТИ**   * опорные и проходные изоляторы изготовлены из композитной керамики на основе эпоксидной смолы; * корпус изготовлен из оцинкованной стали горячего цинкования; * ячейка состоит из 4-х сплошных отсеков (отсек сборных шин, релейный отсек, отсек трансформаторов тока, отсек выключателя), каждый из которыхимеет свой выхлопной клапан для сброса избыточного давления; * контактная часть выключателя изолирована (замыкание втычных силовых разъемов выкатногоэлемента происходит в изоляционной трубе), что полностью исключает межфазное замыкание; * глубина шкафов постоянна для всех первичных схем, разного количества силовых кабелей и не зависит от номинального тока ячейки и тока отключения; * щиты кабельного отсека быстросъемные, крепятся к ячейке на пазах и снимаются движением вверх. В отличие от поворотных щитов на петлях не перегораживают узкий проход сзади ячеек; * предусмотрена блокировка снятия щита кабельного отсека при неналоженных заземляющих ножах; * заземляющий разъединитель стреляющего типа срабатывает при достижении «мертвой точки» независимо от дальнейших действий персонала; * дверь отсека выключателя при закрытии фиксируется в десяти точках, обеспечивая надежную защиту от взрыва при КЗ; * мотопривод заземляющих ножей и перемещения выкатного элемента позволяет организовать полностью дистанционное управление подстанцией с диспетчерского пункта, тем самым обеспечивая повышенную безопасность обслуживающего персонала.   Возможно исполнение шкафов с изолированными сборными шинами.  **ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**   |  |  | | --- | --- | | Номинальное напряжение, кВ | 6, 10 | | Наибольшее рабочее напряжение, кВ | 7,2; 12 | | Номинальный ток главных цепей, А | 630, 1250, 1600, 2000; 2500, 3150, 4000 | | Номинальный ток сборных шин, А | 630, 1250, 1600; 2000; 2500, 3150, 4000 | | Номинальный ток отключения:                           - выключателя, кА                           - контактора, кА | 20; 31,5; 40  4,5; 8; 10 | | Ток термической стойкости (Зс), кА | 20; 25; 31,5; 40 | | Ток электродинамической стойкости, кА | 26; 51; 81; 102 | | Номинальное напряжение вспомогательных цепей:  - постоянного тока, В  - переменного тока, В | 110, 220  110, 220 | | Коммутационный ресурс выключателя, циклов "ВО" | 30000 | | Номинальная мощность встраиваемых в шкаф трансформаторов собственных нужд, кВА | 25, 40 | | Уровень изоляции по ГОСТ 1516.1 | нормальная | | Вид изоляции | воздушная, комбинированная | | Наличие изоляции токоведущих частей | с неизолированными шинами;  с частично изолированными шинами | | Вид линейных высоковольтных присоединений | кабельный, шинный | | Условия обслуживания | одностороннее/двухстороннее | | Степень защиты по ГОСТ 14254 | IР40 | | Максимальное количество высоковольтных кабелей, шт.  -  для шкафов на 750 мм  -  для шкафов на 900 мм | 34  34 | | Наибольшее сечение кабелей высокого напряжения, мм2 | 3х240 | | Тип выключателя | [ВБ4-П](http://abm-amper.com/prod/vb4-p-10-viklyuchatel-106-kv-vakuumniy-s-prujinno-motornim-privodom.php) (ООО «АВМ АМПЕР») | | Тип трансформатора тока | [ТОЛА-10](http://abm-amper.com/prod/tola10-transformatori-toka.php) (ООО «Ампер-Интра») | | Тип трансформаторов напряжения | VTS («KPBIntra») | | Тип силового трансформатора | ТМГ-25; ТС-25; ТС-40 | | Тип ограничителя перенапряжения | 3ЕК («Siemens») | | Тип контактора | V7, V12 («ABB») | | Габаритные размеры, мм  - ширина  - глубина  - высота | 750; 900; 1100  1350  2140 | | Масса, кг | 670÷910 |   \* *в стандартной комплектации возможны изменения*  **УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ**   * высота установки над уровнем моря не более 1000 м; * климатическое исполнение УЗ, Т3; * верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха:   - плюс 40°С для исполнения У3;  - плюс 45°С для исполнения Т3.   * окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая агрессивных газов и испарений, химических отложений, не насыщенная токопроводящей пылью и водяными парами; * тип атмосферы II по ГОСТ 15150. |
|

## **1.1.7.** Классификация электрических сетей



Классификация электрических сетей может осуществляться по роду тока, номинальному напряжению, выполняемым функциям, характеру потребителя, конфигурации схемы сети и т. д. По роду тока различаются сети переменного и постоянного тока; по напряжению: сверхвысокого напряжения —Uном.>330 кВ, высокого напряжения — Uном.= 3/220 кВ, низкого напряжения— Uном.<1кВ. По конфигурации схемы сети делятся на замкнутые и разомкнутые.

По выполняемым функциям будем различать системообразующие, питающие и распределительные сети. Системообразующие сети напряжением 330—1150 кВ осуществляют функции формирования объединенных энергосистем, объединяя мощные электростанции и обеспечивая их функционирование как единого объекта управления, и одновременно обеспечивают передачу электроэнергии от мощных электростанций. Системообразующие сети осуществляют системные связи, т. е. связи очень большой длины между энергосистемами. Режимом системообразующих сетей управляет диспетчер объединенного диспетчерского управления (ОДУ). В ОДУ входит несколько районных энергосистем — районных энергетических управлений (РЭУ).

Питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети и частично от шин 110—220 кВ электростанций к центрам питания (ЦП) распределительных сетей — районным подстанциям. Питающие сети обычно замкнутые. Как правило, напряжение этих сетей ранее было 110—220 кВ. По мере роста плотности нагрузок, мощности электростанций и протяженности электрических сетей увеличивается напряжение распределительных сетей. Так, в последнее время напряжение питающих сетей иногда бывает 330—500 кВ.

Районная подстанция имеет обычно высшее напряжение 110—220 кВ и низшее напряжение 6—35 кВ. На этой подстанции устанавливают трансформаторы, позволяющие регулировать под нагрузкой напряжение на шинах низшего напряжения. Эти шины — ЦП распределительной сети, которая присоединена к ним.

Сети 110—220 кВ обычно административно подчиняются РЭУ. Их режимом управляет диспетчер РЭУ.

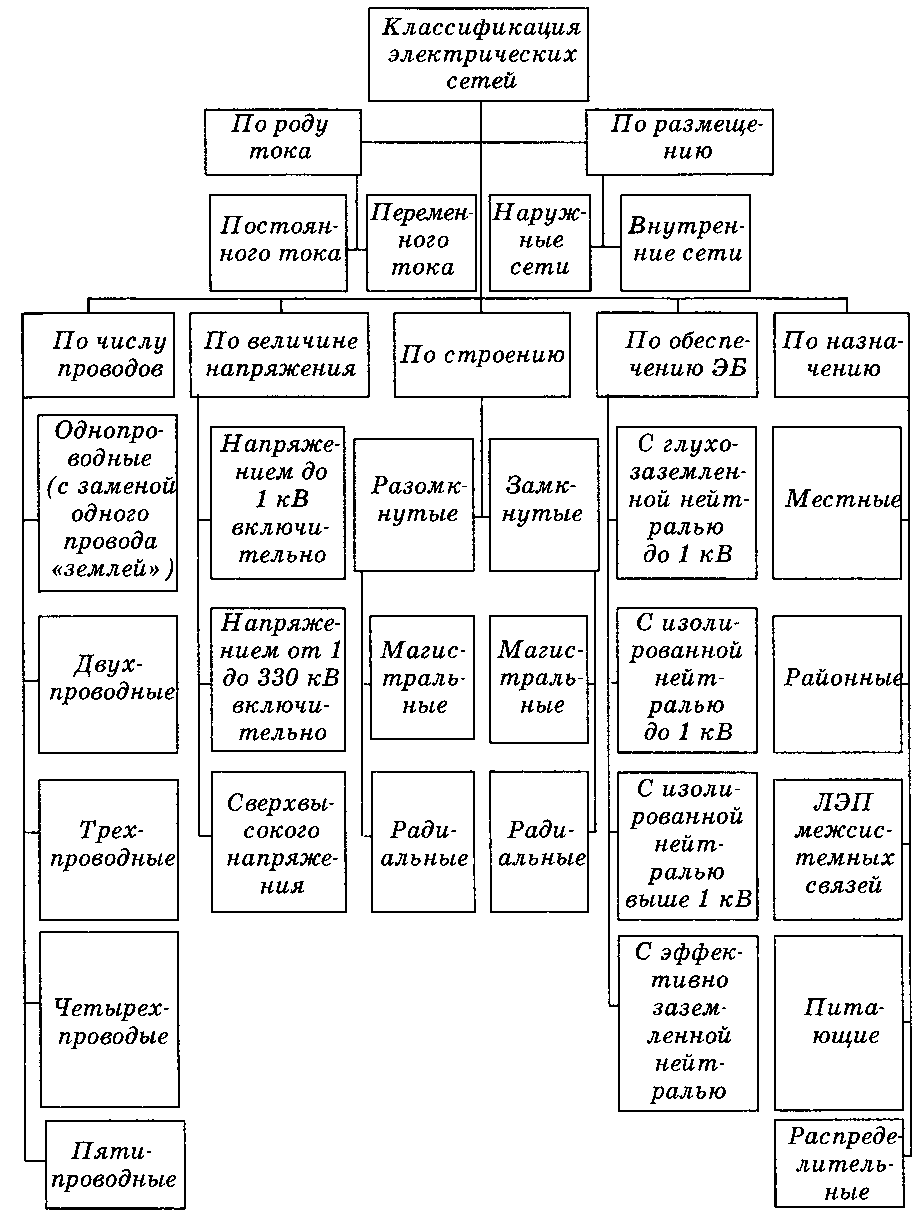
Распределительная сеть предназначена для передачи электроэнергии на небольшие расстояния от шин низшего напряжения районных подстанций к промышленным, городским, сельским потребителям. Такие распределительные сети обычно разомкнутые или работают в разомкнутом режиме. Различают распределительные сети высокого (Uном.>1 кв) и низкого (Uном.<1 кВ) напряжения. В свою очередь по характеру потребителя распределительные сети подразделяются на промышленные, городские и сельскохозяйственного назначения. Ранее такие распределительные сети выполнялись с напряжением 35 кВ и ниже, а в настоящее время — до 110 и даже 220 кВ. Преимущественное распространение в распределительных сетях имеет напряжение 10 кВ, сети 6 кВ применяются при наличии на предприятиях значительной нагрузки электродвигателей с номинальным напряжением 6 кВ. Электрические сети 20 кВ применяются только в Латвийской энергосистеме. Напряжение 35 кВ широко используется для создания центров питания сетей 6 и 10 кВ в основном в сельской местности. Передача электроэнергии на напряжении 35 кВ непосредственно потребителям, т. е. трансформация 35/0,4 кВ, используется реже.

Для [электроснабжения](http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/kachestvo-elektroenergii.html) больших промышленных предприятий и крупных городов осуществляется глубокий ввод высокого напряжения, т. е. сооружение подстанций с первичным напряжением 110—500 кВ вблизи центров нагрузок. Сети внутреннего электроснабжения крупных городов — это   сети   110кВ,   а   в. отдельных   случаях   к   ним  относятся глубокие вводы 220/10 кВ. Сети сельскохозяйственного назначения в настоящее время выполняют на напряжение 0,4—110 кВ, а также на 220 кВ при большой протяженности сельских линий в районах Сибири или Дальнего Востока.

Кстати, если вам нужен реферат, курсовая, диплом или любая другая работа на эту тему [кликнув по этой ссылке](https://www.zaochnik.com/orders?a_aid=9cd265e2&chan=4) вы можете ее заказать в онлайне. А так же узнать [ориентировочную стоимость](http://xn----8sbnaarbiedfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/new.html) на нашем сайте. Квалифициорванные специалисты напишут ее для вас в самые короткие сроки.

Электрические сети делятся на системообразующие и распределительные. Кроме того, в выделяются промышленные, городские и сельские сети. Назначением распределительных сетей в соответствии .с является дальнейшее распределение электроэнергии от подстанций системообразующей сети (частично также от шин распределительного напряжения электростанции) до центров питания промышленных, городских и сельских электросетей. Первой ступенью распределительных сетей общего пользования являются сети 220, 330, 500 кВ, второй ступенью — 110 и 220 кВ; затем электроэнергия распределяется по сети электроснабжения отдельных потребителей.

Электрические сети подразделяются на местные и районные и, кроме того, на питающие и распределительные. К местным относят сети с номинальным напряжением 35 кВ и ниже, к районным — с номинальным напряжением, превышающим 35 кВ. Питающей линией называется линия, идущая от ЦП к РП или непосредственно к подстанции, без распределения электроэнергии по ее длине. Распределительной линией называется такая, к которой вдоль ее длины присоединено несколько трансформаторных подстанций или вводов к электроустановкам потребителей. Понятия «местная»  и «распределительная» сети (так же как «районная» и «питающая» в) близки, но не совпадают, так как в последнее время напряжение распределительных сетей может быть 110кВ и даже 220кВ. Эти сети нельзя различать только по напряжению.



**1.1.8**

|  |
| --- |
| **Главные схемы электрических соединений подстанций** |

|  |
| --- |
| В современных условиях для обеспечения надежности и экономичности электроснабжения потребителей необходима совместная работа большого числа электростанций, подстанций и связывающих их электрических сетей разных напряжений. Однако при этом электрические схемы станций и подстанций должны обеспечивать соединение их отдельных элементов достаточно просто, надежно и удобно. В условиях эксплуатации подстанций возникает необходимость изменения схемы при выводе оборудования в ремонт, ликвидации аварий. Чтобы можно было производить эти изменения электрических схем, их элементы — трансформаторы, шины распределительных устройств (РУ), воздушные и кабельные линии — соединяют друг с другом посредством коммутационных аппаратов. Главной схемой электрических соединений или схемой первичной коммутации называется схема электрических соединений основного электрооборудования, к которому относятся трансформаторы силовые и измерительные, реакторы, коммутационные аппараты и соединяющие их проводники. Для главных схем подстанций определяющими факторами являются местоположение подстанции в энергосистеме и ее назначение, мощность, перерабатываемая на подстанции и проходящая через нее транзитом, количество и мощность трансформаторов и отходящих линий, уровни их напряжений, категории потребителей, которые питаются по этим линиям. По способу начертания главные схемы подстанций подразделяются на многолинейные, на которых показываются все фазы электроустановки и нулевой провод, и однолинейные, на которых изображается только одна фаза, остальные ввиду их аналогичности не показываются. Графическое изображение однолинейных схем значительно проще, повышается наглядность и запоминаемость таких схем. Однолинейные схемы составляют для всей электроустановки, те участки, схемы, где по фазам есть отличия имеют многолинейное изображение. Выбранная схема при выполнении электроустановки должна обеспечивать ряд условий: обеспечивать надежность электроснабжения потребителей; осуществлять эксплуатацию с минимальными затратами средств и расходом материалов; обеспечивать безопасность и удобство обслуживания; исключать возможность ошибочных операций персоналом в процессе срочных переключений. Выполнение последнего условия затрудняется при очень сложной схеме электроустановки, однако значительное упрощение схемы может вызвать трудности для выполнения первого условия в отношении надежности электроснабжения. Железнодорожные потребители в основном относятся к первой и второй категориям, и для их питания используют чаще трансформаторные подстанции с двумя трансформаторами, один из которых может быть резервным. Для электроснабжения потребителей третьей категории применяют схемы однотрансформаторных подстанций. Схема однотрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ Рис. 1. Схема однотрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ Однолинейная схема однотрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ и вторичным напряжением 0,4 кВ. Подстанция (рис. 1) получает питание по воздушной линии 10 кВ. На вводе подстанции W установлен разъединитель QS и предохранитель FUX, который защищает трансформатор Т от токов КЗ, длительных перегрузок, опасных для трансформатора. От атмосферных перенапряжений, набегающих на подстанцию по воздушной линии, она защищается разрядником FV. РУ-0,4 кВ имеет одинарную систему сборных шин, на которую напряжение подается от трансформатора Т по вводу. На вводе установлен рубильник S{, предохранитель FU2 и трансформатор тока ТА. Так как трансформаторы тока могут устанавливаться не на всех фазах, то эта часть схемы показана в трехфазном изображении во избежание неясностей. Нулевой провод от нейтрали трансформатора до нейтральной шины N показывается отдельно. От сборных шин 0,4 кВ отходят линии потребителей, на которых установлены рубильники (пакетные выключатели) S2-S5 и предохранители FU1-FU6. Конструкция такой подстанции показана на рис. Как видно на рис. 1, схема подстанции очень проста, ее элементы не резервируются, и в случае отказа или повреждения любого из них часть потребителей или все (при повреждении трансформатора) остаются без электроэнергии. Такой недостаток в значительной степени устраняется при использовании подстанций с двумя трансформаторами. Однолинейная схема двухтрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ и вторичным напряжением 0,4 кВ представлена на рис. 2. В РУ-10 кВ подстанции принята одинарная секционированная на две секции двумя разъединителями QS1 и QS4 система сборных шин. Это позволяет работать на одной секции без отключения другой. Вводы подстанции W2 и IVр которые снабжают электроэнергией потребители второй и третьей категорий, для удешевления и упрощения обслуживания могут выполняться на выключателях нагрузки QW1 и QW4 с заземляющими ножами. На отходящих линиях Wt и W4 и присоединениях понижающих трансформаторов устанавливают выключатели нагрузки QWV Q W2, Q W5, QWb в комплекте с предохранителями FU2, FUV FU4, FUy При этом предохранители целесообразно устанавливать перед выключателями нагрузки, считая по направлению передачи электроэнергии. На вводах применяются выключатели нагрузки ВНЗ- 16 с заземляющими ножами, на отходящих линиях и трансформаторах — ВНПЗ-17. Для учета электроэнергии, отпускаемой потребителям по линиях W] и W4, предусмотрены счетчики, подключаемые к трансформаторам тока ТА{ и ТА , и к трансформаторам напряжения TV] и TV2, которые подключаются к шинам через разъединители QS2 и QSs с заземляющими ножами типа РВЗ-10. Пунктиром показана блокировочная связь разъединителей и их заземляющих ножей, которая не позволяет включать разъединитель при включенном заземляющем ноже и включать заземляющий нож при включенном разъединителе. Защищаются от токов КЗ 7У, и TV2 предохранителями FUl и FU6. Заземление каждой секции сборных шин предусматривается заземляющими разъединителями QSX и QSb типа РВ-10.  Схема двухтрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ  Схема двухтрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 кВ 2  Рис. 2. Схема двухтрансформаторной подстанции с первичным напряжением 10 к |

**1.1.9.**

**СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

1.Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций

Для электроснабжения потребителей с.н. электростанций производится отбор мощности на генераторном напряжении. Питание РУ с.н. осуществляется от трансформаторов (*токоограничивающих реакторов*), которые работают раздельно. Раздельная работа трансформаторов позволяет ограничить уровни токов короткого замыкания и уменьшить их влияние на сети, подключаемые к другим секциям.

Распределительное устройство с.н. выполняется с одной секционированной системой сборных шин с одним выключателем на присоединение и, как правило, является *комплектным*, т.е. состоящим из набора шкафов (ячеек) КРУ различного наполнения.

Для питания потребителей с.н. используются два уровня напряжения: 6 кВ — для питания мощных *электродвигателей* (более 200 кВт) и 0,4 кВ — для остальных потребителей меньшей мощности. Такое разделение связано с тем, что выполнение электродвигателей мощностью менее 200 кВт на напряжение 6 кВ экономически нецелесообразно (они в 1,5—2,3 раза дороже аналогичных, выполненных на напряжение 0,4 кВ), а выполнение электродвигателей мощностью более 200 кВт на напряжение 0,4 кВ влечет за собой увеличение сечения питающих кабелей. На электрических станциях малой мощности питание с.н. возможно только на напряжении 0,4 кВ.

Резервное питание с.н. осуществляется также путем отбора мощности от генераторов электростанции, но места подключения присоединений резервного питания с.н. не должны быть связаны с местами присоединения их рабочего питания. Для особо ответственных потребителей с.н. предусматриваются дополнительные независимые источники электроэнергии (аккумуляторные батареи, дизель-генераторы, агрегаты бесперебойного питания).

*На ТЭС* примерно 2/3 всей мощности с.н. идет на обслуживание основного теплосилового оборудования и только оставшаяся 1/3 часть — на обслуживание потребителей общестанционного назначения. Наиболее мощными рабочими механизмами с.н. на ТЭС являются: питательные, циркуляционные и сетевые насосы; воздуходувки; механизмы тягодутьевой группы. Питательные насосы и воздуходувки энергоблоков мощностью 300 МВт и более, как правило, имеют турбопривод, а остальные механизмы — электрический (в основном асинхронный) привод ввиду его превосходства над другими видами приводов.

Схема с.н. блочных ТЭС (рис. 8.1), как и их *главная электрическая схема*, строится по блочному принципу — точка присоединения рабочих трансформаторов с.н. находится между генератором и блочным трансформатором. Распределительное устройство 6 кВ с.н. выполняется по схеме с одной секционированной системой сборных шин. Механизмы с.н. каждого блока питаются от двух и более секций. Это сделано для того, чтобы при аварии (ремонте) одной из секций блок оставался в работе. Как уже было сказано выше, к секциям РУ 6 кВ подключаются электродвигатели мощностью 200 кВт и выше и трансформаторы второй ступени трансформации (с 6 на 0,4 кВ).

Рис.8.1. Схема электроснабжения с.н. КЭС с тремя энергоблоками ( цифры обозначений у аппаратов и секций соответствуют номеру блока).

Резервное питание секций РУ с.н. 6 кВ осуществляется по резервным магистралям, которые присоединяются к резервным трансформаторам с.н. Число резервных трансформаторов с.н. определяется числом установленных на электростанции энергоблоков (энергоблоки выполняются с генераторным выключателем). Один трансформатор с.н. устанавливается при двух энергоблоках на электростанции; один подключенный и один готовый к замене — при трех и более энергоблоках.

На КЭС, схема которой приведена на рис. 8.1, потребители с.н. напряжением 0,4 кВ первого энергоблока и часть обще станционной нагрузки получают питание от полусекций *1СА*, *1СВ*, *1СС* и *1CD*. Наиболее ответственные потребители подключены к полусекциям *1СА* и *1СВ*, которые отделены от остальных частей этих секций автоматическими выключателями. Резервный трансформатор с.н. данного энергоблока подключен к секции *ЗВА* третьего энергоблока. Применение трансформаторов с.н. с *регулированием напряжения под нагрузкой* (с устройством РПН) позволяет поддерживать на шинах РУ с.н. необходимый уровень напряжения.

Расщепление обмотки низшего напряжения трансформаторов с.н. и раздельная работа секций РУ 6 кВ с.н. позволяют ограничить уровень тока КЗ и тем самым дают возможность применить КРУ. При необходимости, для снижения уровней тока КЗ на шинах 0,4 кВ на вводах некоторых сборок устанавливаются токоограничивающие реакторы.

На рис. 8.2 представлена схема электроснабжения с.н. ТЭЦ смешанного типа с четырьмя генераторами (два генератора подключены к ГРУ, а два других работают в составе энергоблоков, подключенных к РУ 110 кВ).

Рис.8.2. Схема электроснабжения с.н. ТЭЦ

Секции *1ВА* и *2ВА* 6 кВ, к которым подключены потребители неблочной части ТЭЦ и общестанционная нагрузка, питаются от рабочих трансформаторов с.н. *Т1* и *Т2*. Потребители с.н. энергоблоков получают питание от рабочих трансформаторов с.н. *ТЗ* и *Т4*. Резервный трансформатор с.н. с помощью отпайки подключен к трансформатору связи (с низкой стороны) неблочной части ТЭЦ.

На рис. 8.3 представлена схема электроснабжения с.н. ГЭС большой мощности с раздельным питанием агрегатных и общестанционных потребителей.

Рис.8.3. Схема электроснабжения с.н. мощной ГЭС с раздельным питанием агрегатных и общестанционных потребителей.

Технологический процесс производства электроэнергии *на ГЭС* значительно проще, чем на ТЭС и АЭС, поэтому и число механизмов с.н. на них значительно меньше. Все потребители с.н. ГЭС делятся на *агрегатные* — маслонасосы маслонапорной установки, насосы откачки воды с крышки турбины, охлаждение трансформаторов и др. — и *общестанционные* — подъемные механизмы, насосы технического водоснабжения, насосы откачки воды из отсасывающих труб, дренажные и пожарные насосы, освещение, вентиляция, отопление и др.

Электроснабжение агрегатных с.н. осуществляется на напряжении 0,4 кВ. Сборки 0,4 кВ получают питание от индивидуальных трансформаторов, с помощью отпайки подключенных к генератору энергоблока. Резервное питание этих сборок осуществляется от двух резервных трансформаторов, подключенных к РУ 6—10 кВ, и каждая секция работает в нормальном режиме раздельно. Секционный выключатель включается по схеме автоматического ввода резерва (АВР) при потере питания на каждой из секций. Резервные секции получают питание от дополнительных понижающих трансформаторов, подключенных каждый к отдельному автотрансформатору связи.

От РУ 6—10 кВ осуществляется электроснабжение местной нагрузки и общестанционных с.н. (ОСН). Для питания агрегатных и общестанционных с.н., как правило, используются сухие трансформаторы мощностью не более 1000 кВ · А, что дает возможность устанавливать их в непосредственной близости от сборок 0,4 кВ.

Рис.8.4. Схема объедененного централизованного питания агрегатных и общестанционных с.н. ГЭС на одном напряжении.

На малогабаритных маломощных ГЭС, а также ГЭС средней мощности осуществляется объединенное централизованное питание агрегатных и общестанционных с.н. на одном (рис.8.4) или двух (рис.8.5) уровнях напряжения соответственно. В этом случае шины 0,4 кВ (380/220 В) с.н. каждого из гидроагрегатов с помощью автоматического выключателя разделяются на две части (секционируются), причем обе секции подключаются к одному рабочему трансформатору с.н. Последний получает питание либо от РУ укрупненного блока, либо от централизованного РУ 6—10 кВ электростанции.

Рис.8.5. Схема объедененного централизованного питания агрегатных и общестанционных с.н. ГЭС на двух напряжениях.

На с.н. ГЭС в целом ложится меньшая ответственность, чем на с.н. ТЭС и АЭС, так как на ГЭС нет особо ответственных потребителей, которые бы не допускали кратковременного (на время действия автоматического ввода резерва — АВР) перерыва питания. Непрерывность смазки и регулирования гидроагрегата обеспечивается в течение нескольких минут маслонапорной установкой. Поэтому для с.н. ГЭС нет необходимости предусматривать особые автономные источники питания. Каждое из РУ с.н. должно подключаться к главной электрической схеме ГЭС двумя не зависящими друг от друга присоединениями.

*АЭС* представляет собой надежный источник энергии, поэтому рабочее и резервное электроснабжение их с.н. осуществляется от главной электрической схемы через понижающие трансформаторы. Для особо ответственных потребителей с.н. предусматриваются дополнительные независимые источники энергии — аккумуляторные батареи с обратимым агрегатом или инвертором, автономные дизель-генераторы, вспомогательные генераторы, устанавливаемые на валу основного генератора. Все потребители с.н. АЭС по степени надежности электроснабжения и допустимому времени перерыва питания (отсутствия напряжения) разделяются на три основные группы.

*На подстанциях* потребителями с.н. являются: электродвигатели систем охлаждения трансформаторов и *синхронных компенсаторов*; приводы компрессоров, снабжающих воздухом воздушные выключатели и пневматические приводы; устройства обогрева выключателей и шкафов с установленными в них аппаратами и приборами; электрическое отопление и освещение; системы пожаротушения, связи, телемеханики, *релейной защиты* и автоматики.

Электроснабжение наиболее ответственных потребителей с.н. ПС (цепей управления, защиты, телемеханики, связи, пожаротушения) осуществляется от сети переменного тока через стабилизаторы напряжения и выпрямители или от независимого источника — аккумуляторной батареи. В последнем случае предусматриваются преобразователи для ее заряда. Аккумуляторная батарея работает всегда в режиме постоянного подзаряда для обеспечения непрерывной готовности отдавать запасенную энергию, а также увеличения ее срока службы и упрощения эксплуатации. Подзарядное выпрямительное устройство включается между шинами АБ и шинами 0,4 кВ системы с.н. В этом случае в нормальных условиях питание потребителей оперативного тока происходит от сети через выпрямительное устройство, а АБ воспринимает «толчковую» нагрузку (например, при включении выключателей). При исчезновении напряжения переменного тока и отключении подзарядного устройства АБ принимает на себя всю нагрузку.

На рис. 8.6 представлена схема питания с.н. ПС. На ПС с оперативным переменным током (ПС на напряжения 35—220 кВ без выключателей на высшем напряжении) трансформаторы с.н. с помощью отпайки присоединяются к выводам главных трансформаторов, что обеспечивает питание цепей управления при потере напряжения на шинах 6—10 кВ. Шины 0,4 кВ секционируются, оперативные цепи переменного тока питаются через *стабилизаторы напряжения СТ*.

Рис.8.6. Схема питания с.н. подстанции: *а* – с оперативным переменным током;

*б* – с оперативным постоянным током.

На ПС с оперативным постоянным током трансформаторы с.н. присоединяются к шинам 6—10 кВ РУ НН, от которого осуществляется электроснабжение местной нагрузки. Постоянный оперативный ток применяется на всех ПС с высшим напряжением 330—750, 110—220 кВ с числом масляных выключателей три и более, 35—220 кВ с воздушными выключателями.

**Контрольные вопросы**

1. Как осуществляется рабочее питание потребителей собственных нужд электростанций?

2. Какая схема применяется в РУ собственных нужд?

3. Уровни напряжений в системе собственных нужд электростанций?

4. Как осуществляется резервирование питания потребителей собственных нужд?

5. Какие потребители наиболее мощные на ТЭС?

6. Как осуществляется ограничение уровня токов короткого замыкания в системе собственных нужд?

7. Почему число механизмов с.н. на ГЭС значительно меньше, чем на ТЭС?

8. Какие потребители с.н. на ГЭС относятся к общестанционным?

9. Какие потребители системы с.н. на подстанции относятся к наиболее ответственным?