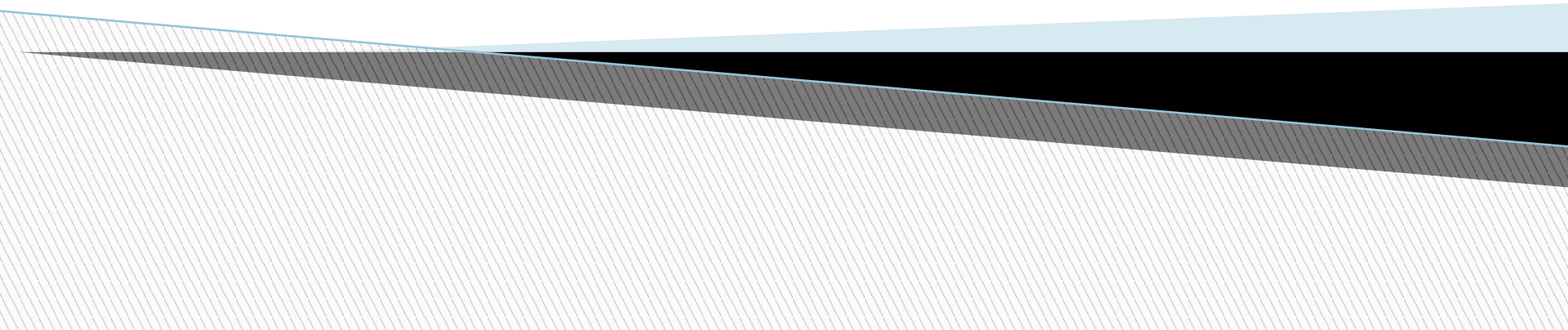


# Лекция № 1

**Тема:**

**Введение. Общие сведения о тяговых подстанциях.**

- 1. Общие сведения о тяговых подстанциях**
  - 2. Назначение подстанций, классификация тяговых подстанций и их особенности**
- 

# Введение

*Электростанции* предназначены для производства электрической энергии. По роду первичной энергии, преобразуемой специальными агрегатами в электрическую энергию, электростанции подразделяются на: тепловые, гидравлические и атомные.

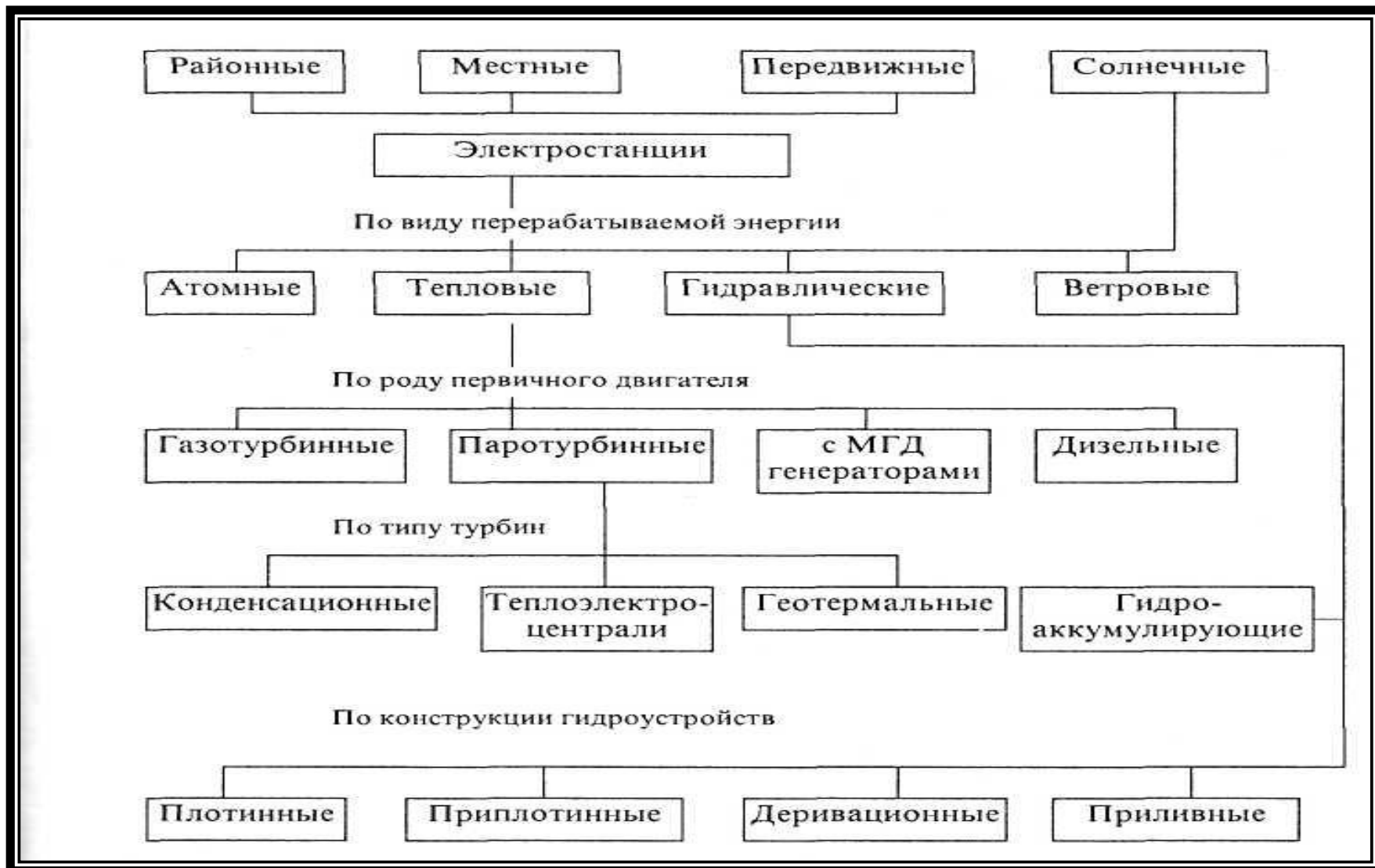


Рисунок 1.- Классификация электростанции

□ **Тепловые электростанции.** Тепловые электростанции (ТЭС) преобразуют химическую энергию топлива в электрическую энергию и тепло. К ТЭС относятся конденсационные электростанции (КЭС), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), газотурбинные, с МГД - генераторами и дизельные.

□ *КЭС* - это тепловая электростанция, оборудованная паровыми турбинами, работающими по конденсационному циклу. На КЭС пар, отработавший в паровых турбинах, поступает в конденсаторы, где он, охлаждаясь, конденсируется в воду. Затем эту воду подают в паровые котлы, в которых из воды создают пар, поступающий в паровую турбину. Получается замкнутый цикл: вода - пар - турбина - вода. Потери воды в этом цикле пополняются из специальных водоемов. На КЭС устанавливают турбогенераторы (турбогенератор - это блок из паровой турбины и генератора трехфазного переменного тока) большой мощности - 200, 300, 500, 800, 1200 МВт. к. п. д. КЭС, работающей на твердом топливе, составляет 25-28%, а на пылеугольном топливе - от 34 до 40%.

*ТЭЦ* - это тепловая электростанция с комбинированным производством электрической энергии и тепла в теплофикационных паротурбинных установках *ТЭЦ*, вырабатывающие как электрическую, так и тепловую энергию (пар, горячая вода), сооружают обычно возле производственных и бытовых тепловых потребителей. В отличие от конденсационных электростанций *ТЭЦ* оборудуют специальными теплофикационными турбинами, в которых часть пара проходит не все ступени. Отбираемый на промежуточных ступенях турбины пар используют для производственных и бытовых нужд - центрального отопления, пропарочных цехов, сушилок фабрик и заводов. Количество отбираемого пара можно регулировать в зависимости от спроса тепловых потребителей на пар и горячую воду. Чем больше спрос на пар и горячую воду, тем выше к. п. д. тепловой части *ТЭЦ*, так как меньше тепла уносится из конденсатора охлаждающей водой. Полный к. п. д. *ТЭЦ*, характеризующий использование топлива при комбинированном отпуске электрической и тепловой энергии, достигает 60-70% и выше.

Газотурбинная электростанция - это тепловая электростанция, преобразующая химическую энергию топлива в электрическую с помощью газовых турбин. Образование рабочей газовой смеси высокого давления осуществляется в специальной камере сгорания турбины. К. п.д. электростанции с газовыми турбинами ниже, чем с паровыми турбинами, что объясняется следующим: водяные пары являются лучшим теплоносителем, чем продукты сгорания органического топлива, на котором работает газовая турбина; на приведение в действие компрессора расходуется более половины мощности, развиваемой турбиной.

Основной недостаток газовой турбины состоит в том, что она может работать только на очень чистых продуктах сгорания в виде природного газа или специально очищенного и поэтому дорогого жидкого топлива. На электростанциях же с паровыми турбинами используется преимущественно низкосортное топливо.

*Магнетогидродинамический генератор (МГД - генератор)* позволяет получить электрическую энергию непосредственно из плазмы. МГД - генератор не имеет котла, турбины, ротора и вообще каких-либо подвижных частей. Он представляет собой резервуар, заполненный газами. Газы, разогретые до температуры 2600-2700<sup>0</sup>С, образуют плазму, обладающую хорошей проводимостью. Плазма перемещается мощным магнитным полем, под действием которого в ней, как в проводнике, наводится э. д. с. Таким образом, тепло непосредственно превращается в электричество.

Тепло продуктов сгорания, выходящих из канала МГД - генератора, используют для получения пара в парогенераторе. Пар направляют в паровую турбину. Сочетание МГД - генератора о паровой турбиной позволяет на такой электростанции достигнуть к. п. д. 50-55%, что выше к. п. д. тепловых электростанций с турбинами конденсационного типа.

*Дизельная электростанция (ДЭС)* - это тепловая электростанция, преобразующая химическую энергию жидкого топлива в электрическую с помощью дизельных агрегатов. Мощность ДЭС колеблется от нескольких сотен до нескольких тысяч киловатт. Основное преимущество ДЭС - быстрый пуск, поэтому они нашли широкое применение в качестве передвижных электростанций на стройках, удаленных от электрических сетей, для питания электрифицированного инструмента при выполнении ремонтных работ в путевом хозяйстве, выполнении ремонтных работ в коммунальном хозяйстве, городов и т. п. ДЭС применяют также для электрификации небольших поселков, удаленных от государственных электрических сетей, а также в качестве источников резервного питания устройств СЦБ. К. п. д. ДЭС составляет 30-32%.



Гидроэлектростанции. На гидроэлектростанциях преобразуется механическая энергия водного потока в электрическую. Гидроэлектростанции делятся так: ГЭС - приплотинные, плотинные, деривационные; ГАЭС - гидроаккумулирующие; ПЭС - приливные. Приплотинные и плотинные ГЭС строят на многоводных реках, деривационные и гидроаккумулирующие - на немногочисленных реках с большим перепадом воды, приливные - на побережьях морей и океанов.

На ГЭС устанавливают гидрогенераторы (гидрогенератор - это блок из гидравлической турбины и генератора трехфазного переменного тока) большой мощности: 225, 500, 640 МВт и более. Например, на Саяно-Шушенской ГЭС установлено 10 гидрогенераторов мощностью по 640 МВт ГЭС строят в местах наилучшего использования рек, так как мощность ГЭС зависит от разности бьефов (уровней воды до и после турбины) и количества воды, проходящей через турбину в единицу времени.

*ГАЭС* - это электростанция, работающая на воде, перекаченной из нижнего бьефа в верхний. ГАЭС применяют для покрытия остропиковой части графика нагрузок в утренние и вечерние часы суток. В ночное время воду из нижнего бьефа в верхний перекачивают гидроагрегатами, питаемыми от электрической системы. Этим достигается улучшение экономических показателей ТЭС, загружаемых в периоды спада нагрузок для наполнения бассейнов суточного регулирования ГАЭС.

*ПЭС* создается отсечением плотиной морского залива или бухты от моря. Волна прилива, движимая космическими силами, дважды в сутки наступает на берег океана. Общая мощность прилива составляет 1 млрд. кВт. Энергия прилива оказывалась до недавнего времени не использованной ввиду ее зависимости от ритма движения Луны (остановка, падение и нарастание через каждые 6 ч 50 мин, уменьшение мощности при убывании видимости лунного диска в течение месяца).

Атомные электростанции (АЭС). На АЭС преобразуется энергия расщепления ядер атомов химических элементов в электрическую энергию и тепло. В АЭС на тепловых нейтронах используется тепловая энергия распада атомного ядра изотопа  $^{235}\text{U}$  урана (содержание  $^{235}\text{U}$  в природном уране 0,712%) или тория. Чтобы получить тепловую энергию распада атомного ядра длительно (а не в виде взрыва) и управлять ею, применяют атомные реакторы со специальными замедлителями.

По существу, АЭС является тепловой, так как тепловая энергия распада атомного ядра через специальные теплоносители передается воде, преобразуемой в пар, который приводит в движение турбогенератор. Однако вследствие интенсивного радиоактивного излучения требуется сооружение специальных средств для защиты от него, что существенно отличает АЭС от ТЭС. К. п. д. АЭС на тепловых нейтронах составляет 25-30%.

Геотермальные электростанции. Они работают на принципе использования глубинного тепла Земли.

Солнечные электростанции. Земля каждый день получает от Солнца в тысячу раз больше энергии, чем ее вырабатывают все электростанции мира. Задача состоит в том, чтобы научиться практически, использовать хотя бы ее небольшое количество.

# Общие сведения о тяговых подстанциях

На электростанциях 1 (рис. 1) генераторами вырабатывается трехфазный переменный ток промышленной частоты 50 Гц напряжением 10 кВ и выше и подается на повышающие подстанции 2. Переменный ток повышенного напряжения 35; 110 кВ и выше по линии электропередачи (ЛЭП) передается к потребителям через трансформаторы понижающей подстанции 3, понижающие напряжение до 10 кВ. Трансформаторы понижающей подстанции 4 понижают напряжение до 380/220 В. От шин пониженного напряжения энергия поступает к потребителям 5. Потребители 6 питаются от шин электростанции через понижающую подстанцию 7. Совокупность воздушных и кабельных линий электропередачи и подстанций, работающих на определенной территории, называются *электрической сетью*.

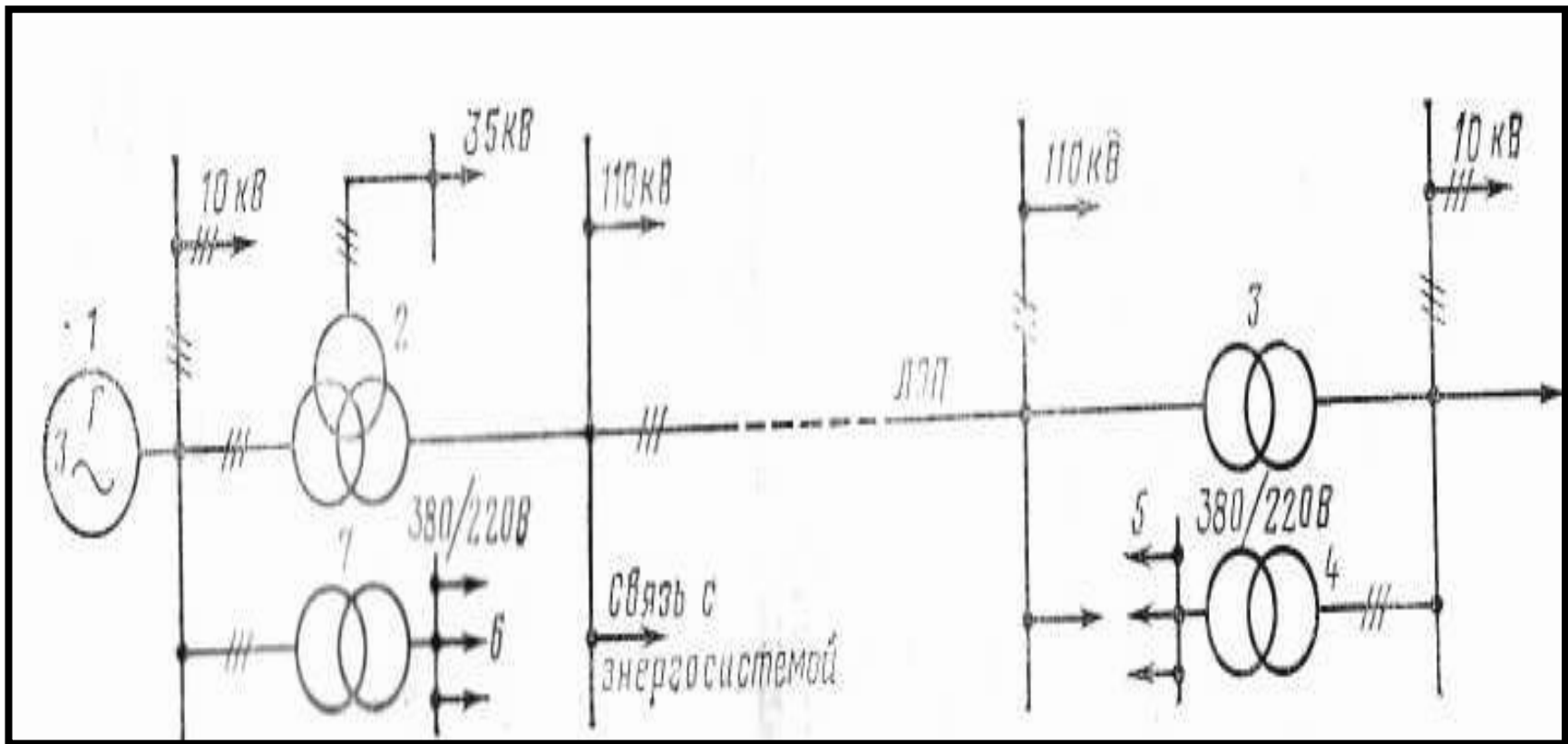


Рисунок 2- Схема электрической сети

Электрическая подстанция - это электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии. Подстанции бывают повышающие и понижающие.

*Повышающие подстанции* 2 (см. рис. 1) сооружают обычно непосредственно при электростанциях. Они служат для связи электростанции с электрической системой и передачи электроэнергии до потребителей высоким напряжением.

*Понижающие подстанции* 3 (см. рис. 1) предназначены для преобразования напряжения питающей сети в более низкое напряжение, при котором электроэнергия передается потребителям, при соединенным к данной подстанции. Они бывают с одним вторичным напряжением 10 (11) кВ и двумя вторичными напряжениями 10 (11) и 35 (38,5) кВ, как подстанция 2.

*Номинальным током* электрических машин, трансформаторов и аппаратов является наибольший допустимый ток, при прохождении которого сколь угодно длительное время температура нагрева токоведущих частей и изоляции не превышает установленной нормами величины при определенной расчетной температуре окружающей среды. Наиболее предпочтительными являются номинальные токи, кратные и дольные следующим значениям (ГОСТ 6827-76): 1,0; 1,6; 2,5; 4,0 и 6,3 А. Например, 0,1; 1,0; 10; 100; 1000; 10000 и 100000 А.

*Испытательное напряжение* короткого замыкания зависит от мощности трансформатора, напряжения обмотки высшего напряжения, количества фаз и обмоток (одно- или трехфазные, двух- или трехобмоточные), способа регулирования напряжения. Буквы и цифры, обозначающие тип трансформатора или автотрансформатора, имеют следующие значения в порядке их написания.



*Исполнение:* А - автотрансформатор (трансформатор не имеет отличительного буквенного обозначения); Т - трехфазный; О - однофазный; Р - наличие расщепленной обмотки НН. Вид охлаждения обозначается одной или двумя буквами. *Сухие трансформаторы* с естественным воздушным охлаждением: С - открытым, СЗ - защищенным, СГ - герметичным исполнением и СД - с воздушным дутьем.

*Масляные трансформаторы:* М - естественная циркуляция масла и воздуха; Д - принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла; МЦ - естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла; ДЦ - принудительная циркуляция воздуха и масла; МВ - принудительная циркуляция воды и естественная циркуляция масла; Ц - принудительная циркуляция воды и масла. Трансформаторы с негорючим жидким диэлектриком: Н - естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком; НД - охлаждение негорючим жидким диэлектриком с дутьем.

*Количество обмоток:* Т - трехобмоточный (двухобмоточный трансформатор не имеет специального буквенного обозначения).

Наличие устройства *регулирования напряжения под нагрузкой (РПН)* в одной из обмоток трансформатора - Н. В числителе дроби после буквенного обозначения типа указывается номинальная мощность трансформатора в  $\text{kB} \cdot \text{A}$ , в знаменателе - класс напряжения обмотки ВН в  $\text{kB}$ .

*Пример обозначения трансформатора:*  
ТРДН-25000/110 - трехфазный с расщепленной обмоткой НН, принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла, регулированием напряжения под нагрузкой мощностью 25000  $\text{kB} \cdot \text{A}$ , напряжением 110  $\text{kB}$  обмотки ВН.

*Энергетическая система* представляет собой совокупность электрических станций, трансформаторных подстанций, линий электропередачи и тепловых сетей, приемников тепловой и электрической энергии, связанных между собой общностью процесса производства, распределения и потребления тепловой и электрической энергии.

Часть энергетической системы, состоящая из генераторов, повышающих и понижающих подстанций, линий электрической сети и приемников электроэнергии, называется *электрической системой*.

# Контрольные вопросы:

1. Что такое электрическая станция и какие у него есть виды?
  2. Что является источником питания для тяговой подстанции
- 