

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Ковязина Инна Владимировна
Ст.преподаватель каф. АИИТ

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ПОТРЕБИТЕЛИ. ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКИ.

Лекция 1

План

1. **Цель изучения дисциплины**
2. **Основные понятия и определения.**
3. **Потребители электроэнергии. Структура потребителей. Классификация потребителей**
4. **Характеристика электроприёмников . Основные типы электроприемников**
5. **Показатели качества электроэнергии**
5. **Уровни системы электроснабжения**

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

- **Цель учебной дисциплины** – освоение дисциплинарных компетенций в области передачи и распределения электрической энергии, автоматизации и эксплуатации энергосистем, энергосбережения В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- **Задачи учебной дисциплины:**
- – изучение устройства систем электроснабжения;
- – изучение режимов работы систем электроснабжения;
- – изучение основ проектирования и расчета систем электроснабжения;
- – изучение основного оборудования, составляющего систему электроснабжения;
- – формирование умения самостоятельного проектирования и расчета систем электроснабжения (основного оборудования);
- – формирование навыков расчета режимов работы системы электроснабжения.



Учебная нагрузка

Группы:

ЭС-16-б

ЭС-16 боз

Всего аудиторных

занятий: *18 часов лекций (9 пар) +*

18 часов лабораторных работ +

28 часов практических занятий

9 часов лекций (4 пар) +

9 часов лабораторных работ +

18 часов практических занятий

Домашнее задание:

РГР

Вид итогового контроля: **ЭКЗАМЕН**

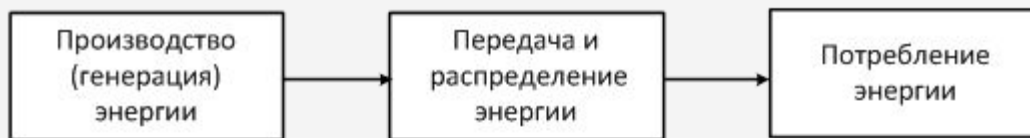
Важнейшие термины, определения и сокращения установлены Федеральными законами, стандартами “Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)”.

- **Электроснабжение** – обеспечение потребителей электрической энергией.
- **Система электроснабжения** – совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

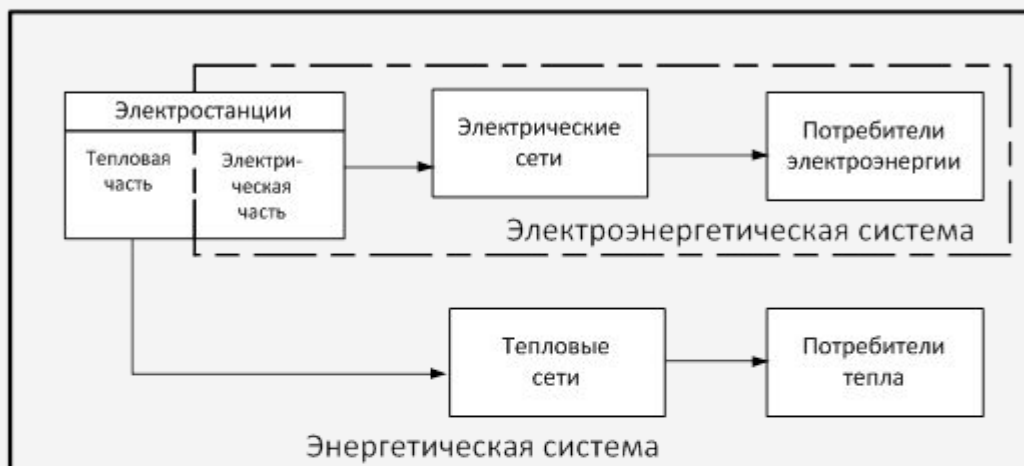
Технологический процесс в энергетике:

а), б) - структурные схемы; в) электрическая

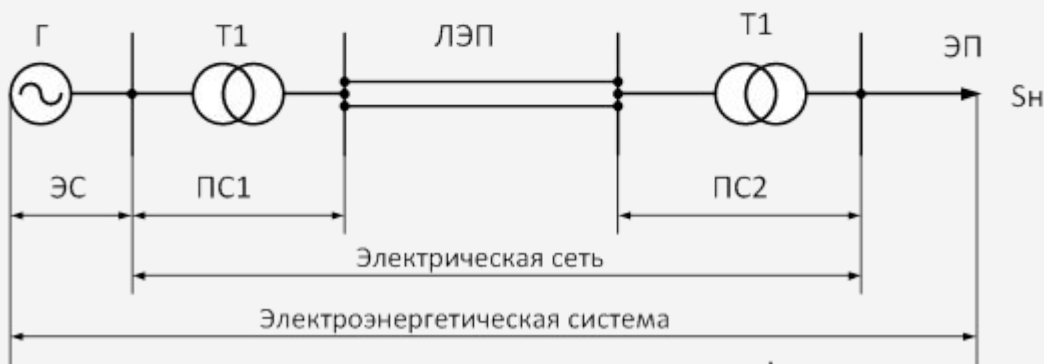
схема



а)



б)



в)

- **Энергетическая система (энергосистема)** – совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом.
- **Электрическая сеть** – совокупность электроустановок для передачи и распределения ЭЭ, состоящая из подстанций и распределительных устройств (РУ), соединенных линиями электропередачи (ЛЭП), и работающая на определенной территории.



- ▣ **Подстанция** – электроустановка, служащая для распределения и преобразования ЭЭ, состоящая из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений.
- ▣ **Распределительное устройство (РУ)** – устройство, предназначенное для приема и распределения ЭЭ, содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.
- ▣ **Источник питания (ИП)** – РУ генераторного напряжения электростанции или РУ вторичного напряжения понизительной подстанции энергосистемы или подстанции глубокого ввода 35-220 кВ промышленного предприятия, его узловая распределительная подстанция, главная понизительная подстанция (ГПП), собственная теплоэлектростанция (ТЭЦ), к которым присоединены распределительные сети предприятия.

- ▣ **Электроустановка** – совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, передачи, накопления, распределения электрической энергии и/или преобразования ее в другой вид энергии.
- ▣ **Приемник электроэнергии (ЭП)** – устройство, аппарат, агрегат, механизм, в котором происходит преобразование электрической энергии (ЭЭ) в другой вид энергии для ее использования (электродвигатели, электропечи, установки электроосвещения, электростатического и электромагнитного поля и др.).
- ▣ **Потребитель электроэнергии** – электроприемник или их группа, объединенные технологическим процессом и размещающиеся на определенной территории. (предприятие, организация, территориально обособленный цех, строительная площадка, квартира, у которых приемники электроэнергии присоединены к электрической сети и используют электрическую энергию.)

Структура потребителей

В зависимости от выполняемых функций, возможностей обеспечения схемы внешнего электроснабжения, величины и режимов потребления электроэнергии и мощности, тарифов и систем расчетов за электроэнергию, особенностей правил пользования электроэнергией потребителей электроэнергии принято делить на следующие условные группы:

Промышленные и приравненные к ним потребители

Оптовые потребители-перепродавцы

Производственные сельскохозяйственные потребители

Общественно-коммунальные потребители

Бытовые потребители

Промышленные потребители электрической энергии

К промышленным потребителям относят: строительные предприятия за исключением предприятий строительных колхозов и совхозов, предприятия всех видов транспорта, сельскохозяйственной техники, шахты, рудники, карьеры, нефтегазопромыслы, предприятия материалообеспечения и обслуживания, предприятия связи, коммунального хозяйства и бытового обслуживания.

Предприятия являются самыми энергоемкими. Доля промышленности в суммарном потреблении электроэнергии составляет 65%, из них 70% - силовые приводы, а остальные на технические нужды, транспорт 8%. Всего электрифицировано 30% транспорта, из всего железнодорожного 55%.



Производственные сельскохозяйственные потребители

К группе относят предприятия, комбинаты, фабрики, заводы, лесхозы, рыбхозы, питомники, фермы, станции, производящие сельскохозяйственную продукцию.

Здесь же оросительные системы, свинофермы и оранжереи, а также мастерские и станции по ремонту сельскохозяйственной техники и ферм.

Оптовые потребители- перепродавцы

К группе относят специальные предприятия, имеющие на своем эксплуатационном балансе трансформаторные станции. Оптовые потребители перепродавцы являются посредниками между энергосистемой и потребителями. Они имеют на эксплуатации подстанции, потребляющие часть энергии, освобождают от забот по эксплуатации электролиний и подстанций.

Бытовые потребители.

К группе бытовых потребителей относятся наряду с населением относятся подсобные, приусадебные, индивидуальные, садовые участки и дачи, находящиеся в личном пользовании, гаражи для личных машин, личные мастерские художников и скульпторов, а также освещение дворов, лестниц и номерных фонарей. Рассматриваемая группа потребителей - самая многочисленная и самая неблагоприятная с точки зрения несовершенства систем учета и возможностей хищения электроэнергии.

Бытовые потребители оплачивают потребленную электроэнергию по одноставочному тарифу, установленному для населения независимо от мощности и назначения применяемых в быту электроприемников. Тариф для бытовых потребителей пользующихся электроплитами несколько ниже чем для остальных.

Бытовое электропотребление из года в год увеличивается за счет внедрения разнообразных бытовых электроприборов. Характерной особенностью указанной группы потребителей является совместная с жилищной организацией ответственность перед энергосистемой по некоторым вопросам энергопотребления и расчетам за электроэнергию.



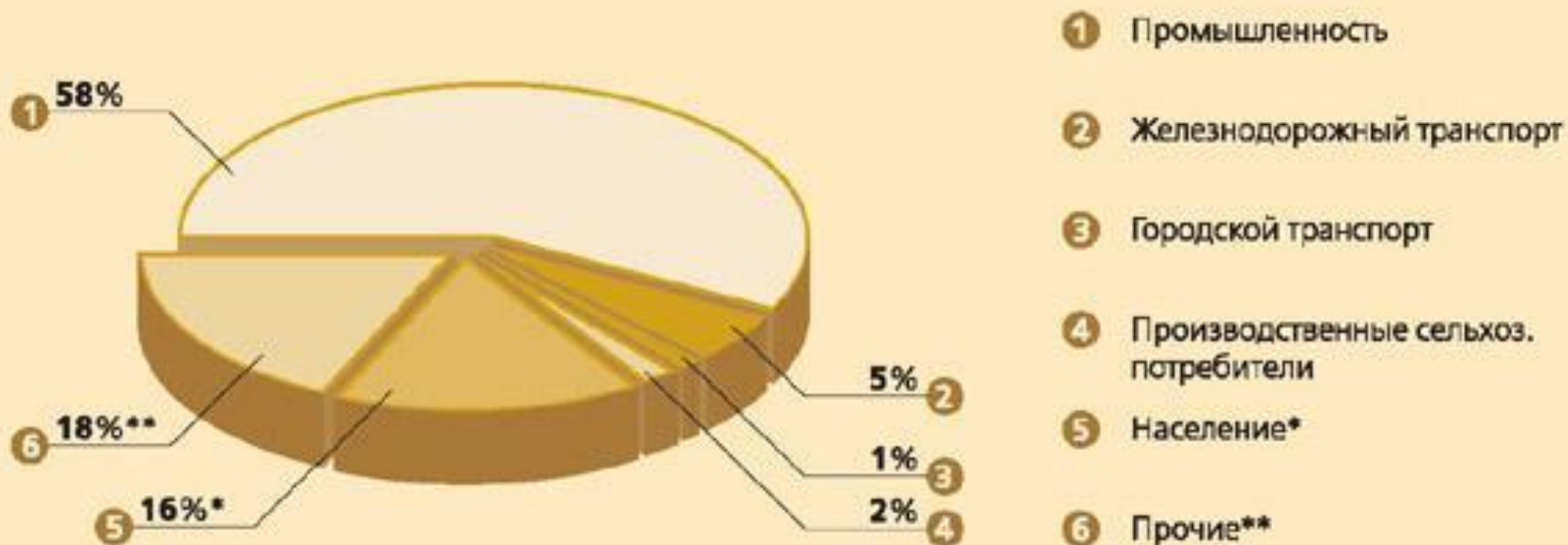
Общественно-коммунальные потребители

Группа охватывает государственные учреждения, предприятия торгового и общественного питания, больницы, поликлиники, сады-ясли, учебные заведения, речные и аэровокзалы, аэропорты, музеи, театры и др. непроизводственные предприятия.

Крупными потребителями электрической энергии в сфере ЖКХ являются бюджетные организации и предприятия ЖКХ (общественное питание, коммунально-бытовое обслуживание и др.). К группе бюджетно-финансируемых организаций относятся учреждения здравоохранения, детские дошкольные учреждения, учебные заведения (высшие, средние и специальные), учреждения культуры и искусства, физкультурные и спортивные учреждения, учреждения МВД и Минобороны, административные учреждения (научно-исследовательские и проектные институты, административно-производственные учреждения, общественные организации и т.п.).

В городах и городских поселениях значительная доля электрической энергии, потребляемой в ЖКХ, расходуется на привод механизмов систем тепло - водоснабжения и водоотведения.

Структура поставок энергии потребителям за 2005 год



*с учетом населения, проживающего в населенных пунктах и обслуживаемого ОПП

**в том числе потребители ОПП, кроме населения

Источник: ОАО РАО «ЕЭС России»

Рис. 6.1. Структура отпуска электрической энергии конечным потребителям в целом по стране в 2005 году

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

□ По роду тока:

- постоянный ток;
- переменный ток.

□ По номинальному напряжению :

- приемники напряжением до 1000 В;
- приемники напряжением выше 1000 В.

□ По величине токов замыкания на землю:

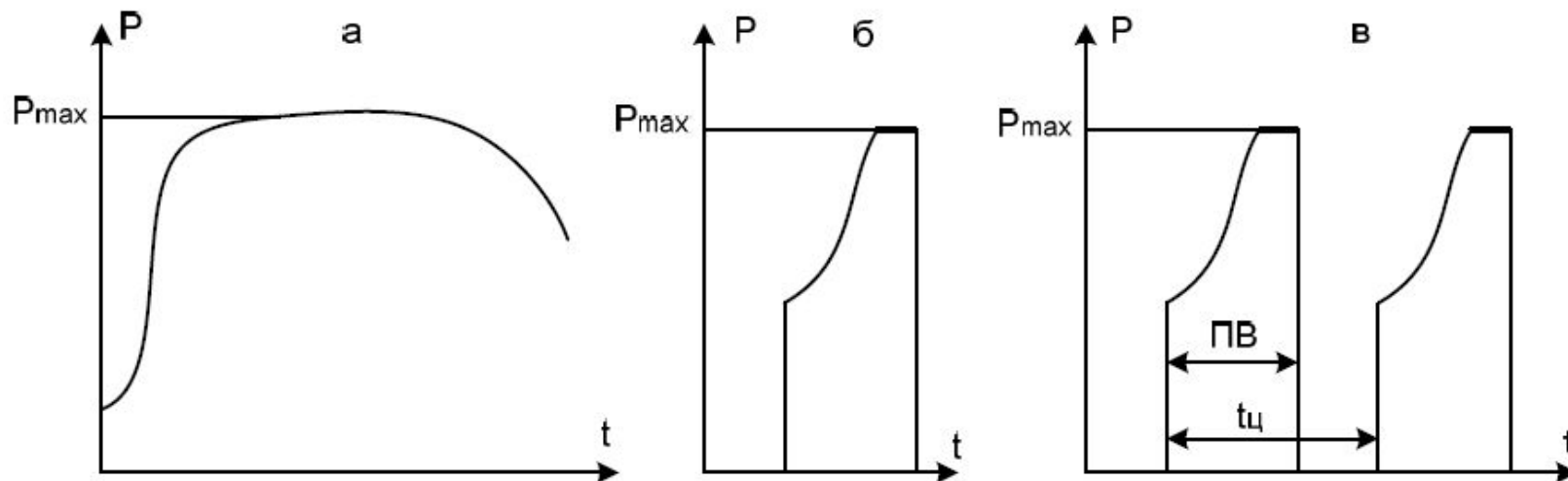
- с малыми токами (до 500 А);
- с большими токами (более 500 А).

□ По частоте ЭП:

- промышленную частоту (50 Гц);
- повышенную частоту (от 50 Гц до 10 кГц);
- пониженную частоту (до 50 Гц);
- высокую частоту (более 10 кГц).

□ По виду графиков нагрузки:

- приемники, работающие в режиме продолжительно неизменной или мало меняющейся нагрузки;
- приемники, работающие в режиме кратковременной нагрузки;
- приемники, работающие в режиме повторно-кратковременной нагрузки.



Графики нагрузок:

а – продолжительно неизменный режим; б – кратковременный режим;
 в – повторно-кратковременный режим

□ По числу фаз:

- трехфазной (двигатели, трехфазные печи);
- однофазной (освещение, однофазные сварочные трансформаторы).

□ По величине пусковых токов:

- с существенными пусковыми токами.

пусковые токи ЭП и их длительность считаются **существенными**, когда их учет приводит к коррекции параметров элементов системы электроснабжения, выбранных по токам нормального режима (пусковые токи АД, токи, возникающие в процессе зажигания разрядных ламп и т.д.)

- несущественными пусковыми токами (пусковые токи ламп накаливания, конденсаторных установок).

□ По величине мощности:

- ЭП малой мощности – единицы киловатт,
- ЭП средней мощности – десятки киловатт,
- ЭП большой мощности – сотни киловатт.

Установленная мощность является одной из важнейших характеристик ЭП и определяется как сумма номинальных мощностей однородных приемников. При этом следует учитывать, что у различных ЭП номинальная мощность понимается по-разному:

- а) у электродвигателей номинальная мощность равна мощности на валу при номинальной продолжительности включения;
- б) у электротехнологических установок – равна полной мощности, потребляемой из сети;
- в) у ламп накаливания номинальная и потребляемая мощности совпадают;
- г) у светильников с разрядными лампами номинальная мощность равна мощности ламп без учета потерь мощности в пускорегулирующих устройствах.

В связи при проектировании систем электроснабжения производят приведение мощностей к одинаковым условиям определения.

□ По надежности электроснабжения:

- ЭП первой категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения. (входит особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров).
- ЭП второй категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.
- ЭП третьей категории – все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

По надежности электроснабжения

Электроприёмники 1 категории электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения. (входит особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров).

– **должны** обеспечиваться электрической энергией **от двух независимых взаимно-резервирующих источников питания** и **перерыв** в электроснабжении, при нарушении электроснабжения от одного из источников питания, может быть допущен **только на время автоматического восстановления питания**. Для электроснабжения особой группы, 1 категории, должно быть предусмотрено питание от третьего независимого источника питания и в качестве двух независимых источников питания для остальных приёмников 1 категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (шины генераторного напряжения), специальные агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.д. ...

По надежности электроснабжения

2 категория – электроприёмники перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недовыпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов, промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприёмники 2 категории – рекомендуется обеспечивать электрической энергией от двух независимых взаимно-резервирующих источников питания. Для данной категории, при нарушении электроснабжении от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время необходимое для включения резервного питания, действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. Допускается питание по воздушной линии, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность аварийного ремонта за время не более одних суток.

Кабельные вставки должны быть выполнены двумя кабелями, каждый из которых выбирают по максимальному длительному току воздушной линии.


По надежности электроснабжения

3 категория – остальные электроприёмники не подходящие под определения 1 и 2 категории.

Для электроприёмников 3 категории – электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерыв в электроснабжении необходимый для ремонта или замены поврежденных элементов системы электроснабжения не превысит одних суток.

По режиму работы

По режиму работы электроприемники классифицируют на 8 режимов. Но для решения практических задач по определению электрических нагрузок, как правило, используют 3 следующих характерных режима работы электроприемников:


- Продолжительный режим работы электроприемника соответствует номинальной неизменной нагрузке, продолжающейся столь долго, что температура t его частей достигает установившихся значений. Установившейся температурой считается температура, изменение которой в течение 1 ч не превышает $1\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - Кратковременный режим работы (ПКР) электроприемника характеризуется тем, что он работает при номинальной мощности в течение времени, за которое его температура не успевает достичь установившейся. При отключении электроприемник длительно не работает, и его температура снижается до температуры окружающей среды;
 - Повторно-кратковременный режим работы электроприемника – режим, при котором кратковременные рабочие периоды номинальной нагрузки чередуются с паузами.
- 

По ТАРИФНОЙ ГРУППЕ

По тарифной группе различают 2 группы потребителей электроэнергии, отличающиеся условиями выбора компенсирующих устройств, а также условиями расчетов за электроэнергию:

I тарифная группа – потребители, установленная (присоединенная) мощность трансформаторов которых $S_{тр} \geq 750$ кВ · А. Выбор компенсирующих устройств осуществляется при проектировании (реконструкции) одновременно с выбором всех элементов системы электроснабжения. При этом потребители данной группы рассчитываются за электроэнергию по двухставочному либо многоставочному тарифам;

II тарифная группа – присоединенная мощность трансформаторов которых $S_{тр} \leq 750$ кВ · А. Мощность компенсирующих устройств таких потребителей устанавливается энергоснабжающей организацией. Оплата за электроэнергию, как правило, осуществляется по одноставочному тарифу.



- **По характеру преобразования электроэнергии:**
 - электроприводы;
 - осветительные и облучательные установки;
 - электротермические приемники.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКИ



ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИЁМНИКОВ

Основными характеристиками электроприёмников являются:

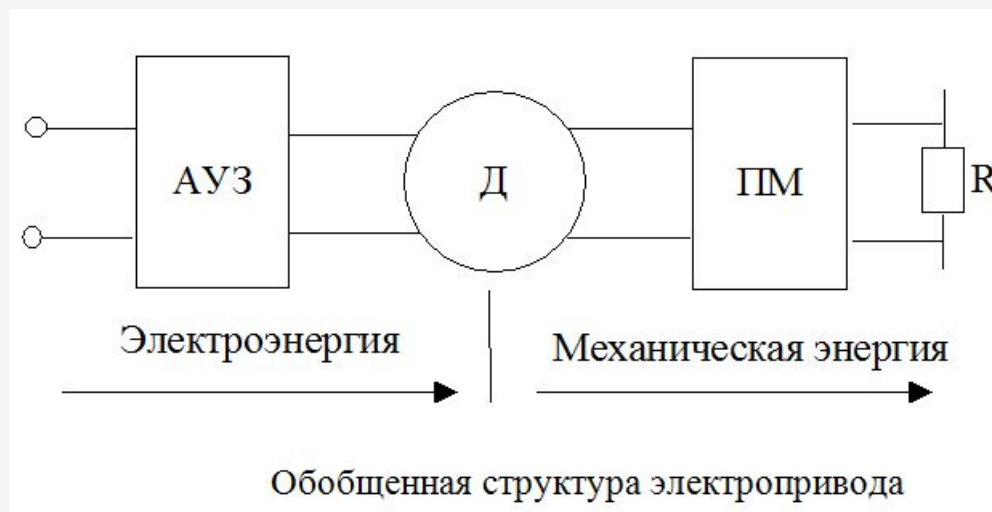
1. Номинальная мощность P_n (S_n, Q_n);
2. Номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi$;
3. Номинальный КПД η_n ;
4. Номинальная продолжительность включения $PВ_n$;
5. Номинальное напряжение U_n ;
6. Номинальная частота f_n ;
7. Номинальный ток I_n .



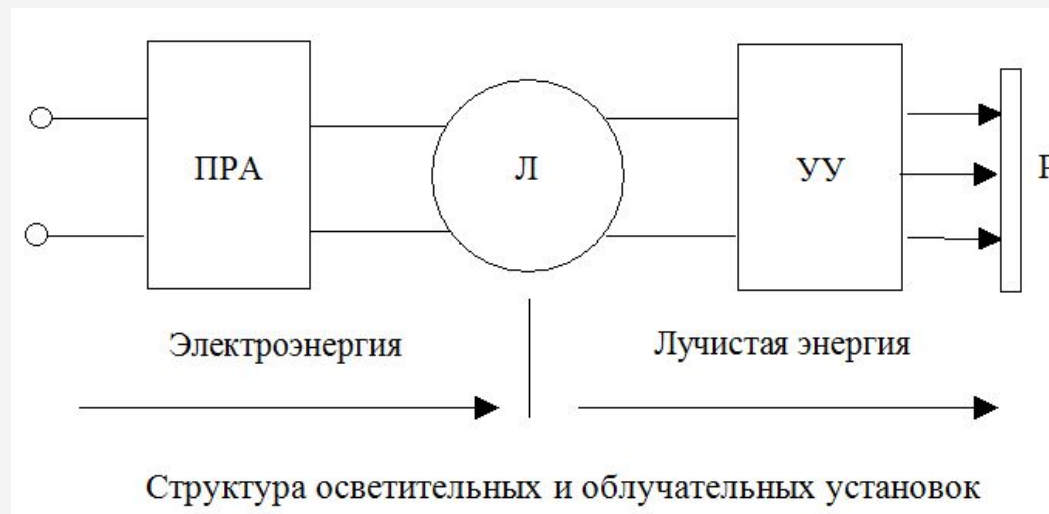
- **Электроприводы** — комплекс электрических машин, аппаратов и систем управления, в котором электродвигатели связаны с исполнительным механизмом и преобразуют электроэнергию в механическую работу.

В зависимости от типа двигателя

- асинхронный электропривод,
- синхронный электропривод,
- привод постоянного тока.



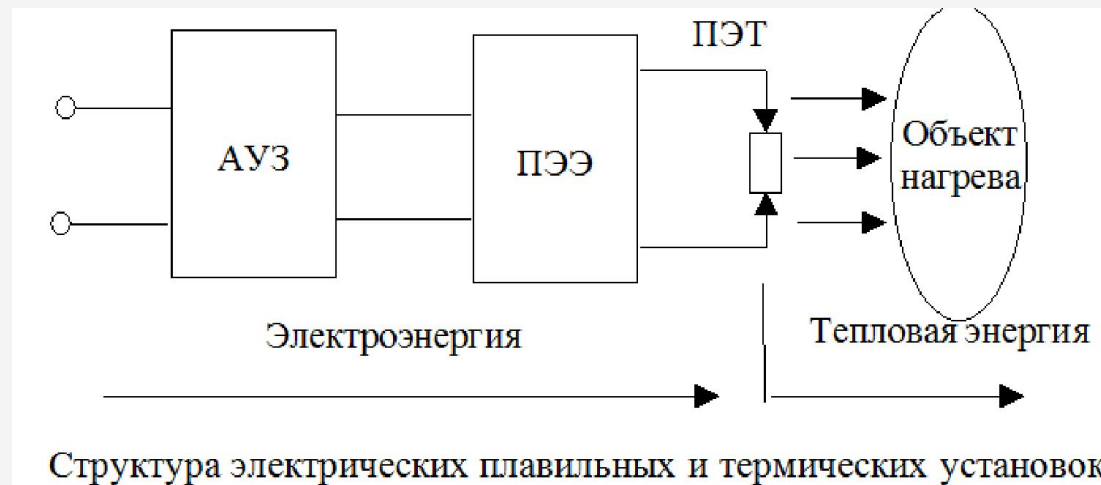
- ▣ **Осветительные и облучательные установки преобразуют электрическую энергию в лучистую различного спектра.**
 - ▣ Осветительные установки используют видимый спектр, используются для выполнения зрительных действий человека.
 - ▣ Инфракрасные излучения характеризуются большой проникающей способностью в ткани и оказывают на них тепловое воздействие.
 - ▣ Ультрафиолетовое излучение в основном используется как фактор бактерицидного воздействия на вредные микроорганизмы.



- ▣ **Электротермические приемники** преобразуют электрическую энергию главным образом в тепловую энергию различных параметров, а также химическую.
 - низкотемпературная тепловая энергия – обогрев,
 - среднетемпературная – процессы обработки металлических изделий,
 - высокотемпературная – сварка и плавка.

Электротермические установки, можно условно разделить на основные виды:

- дуговые печи для плавки чёрных и цветных металлов;
- установки индукционного нагрева для плавки и термообработки металлов;
- электрические печи сопротивления;
- электросварочные установки;
- термические коммунально-бытовые приборы.



ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

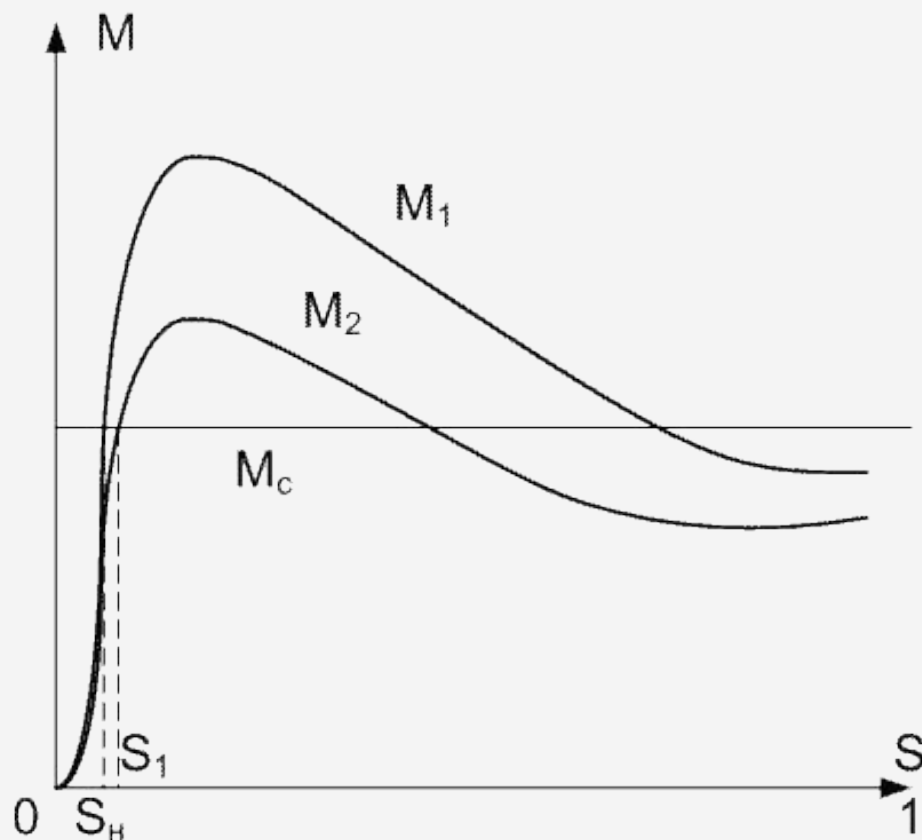
Качество электрической энергии нормируется
ГОСТом по следующим параметрам:

- Отклонение напряжения,
- Колебания напряжения,
- Синусоидальность напряжения,
- Несимметрия напряжения
- Отклонение частоты питающего тока,
- Провалы напряжения,
- Импульс напряжения,
- Временное перенапряжение.



ОТКЛОНЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

- Отклонения напряжения оказывают значительное влияние на работу **асинхронных двигателей (АД)**, являющихся наиболее распространенными приемниками электроэнергии в промышленности.



Механическая характеристика двигателя при номинальном (M_1) и пониженном (M_2) напряжениях.



Влияние отклонения напряжения на лампы накаливания

Лампы накаливания характеризуются номинальными параметрами: потребляемой мощностью , световым потоком , световой отдачей (равной отношению излучаемого лампой светового потока к ее мощности) и средним номинальным сроком службы . Эти показатели в значительной мере зависят от напряжения на выводах ламп накаливания. При отклонениях напряжения на 10% эти характеристики приближенно можно описать следующими эмпирическими формулами:

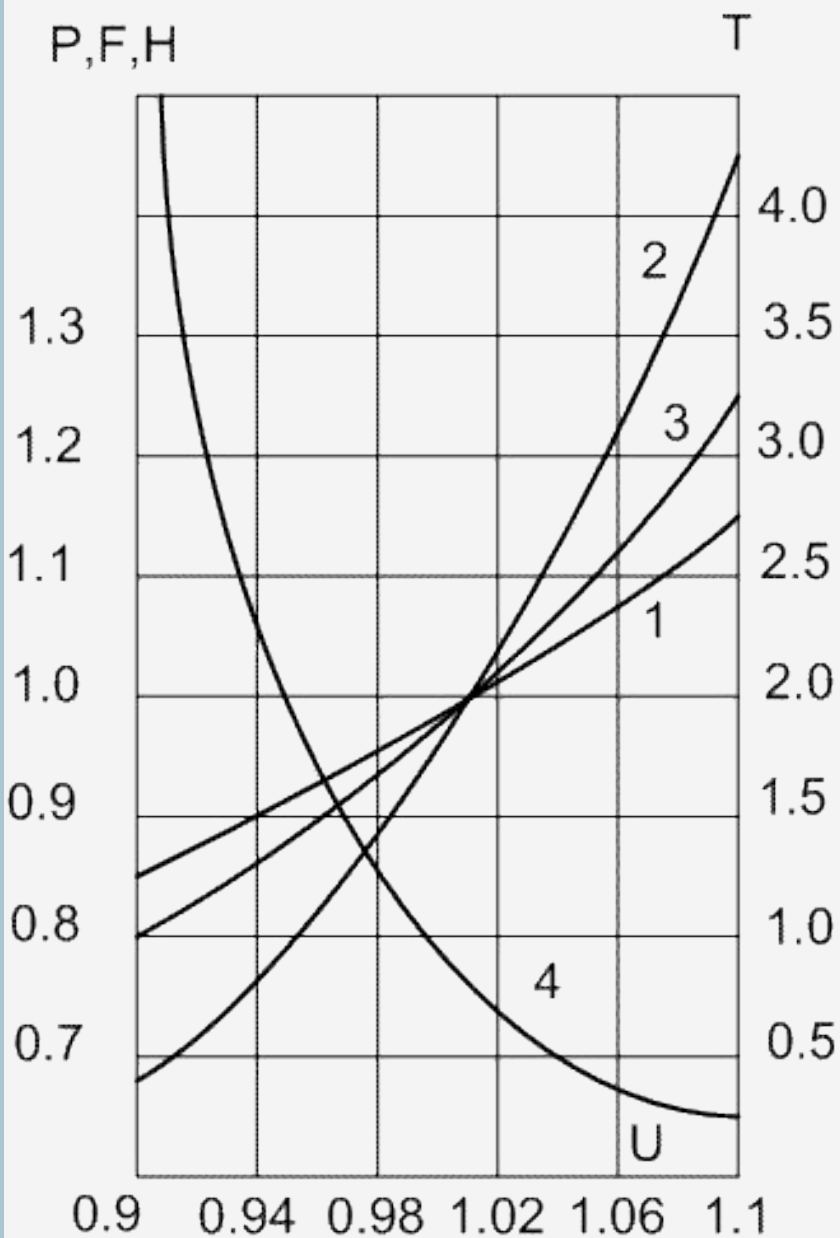
$$P_{o.e.} = \frac{P}{P_{ном}} = \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^{1.53}$$

$$T_{o.e.} = \frac{T}{T_{ном}} = \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^{-14.8}$$

$$F_{o.e.} = \frac{F}{F_{ном}} = \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^{3.67}$$

$$\eta_{o.e.} = \frac{\eta}{\eta_{ном}} = \left(\frac{U}{U_{ном}} \right)^{2.14}$$

Влияние отклонения напряжения на лампы накаливания



Из кривых на рисунке видно, что со снижением напряжения наиболее заметно падает световой поток. При повышении напряжения сверх номинального увеличивается световой поток F , мощность лампы P и световая отдача h , но резко снижается срок службы лампы T и в результате они быстро перегорают. При этом имеет место и перерасход электроэнергии.

Зависимости характеристик лампы накаливания от напряжения:

- 1 – потребляемая мощность,
- 2 – световой поток,
- 3 – световая отдача,
- 4 – срок службы.



Влияние отклонения напряжения на электрические печи

- **Электрические печи чувствительны к отклонениям напряжения. Понижение напряжения электродуговых печей, например, на 7 % приводит к удлинению процесса плавки стали в 1,5 раза. Повышение напряжения выше 5% приводит к перерасходу электроэнергии.**
- **Отклонения напряжения отрицательно влияют на работу электросварочных машин: например, для машин точечной сварки при изменении напряжения на 15% получается 100 % - ный брак продукции.**



Влияние колебаний напряжения

- К числу ЭП, чрезвычайно чувствительных к колебаниям напряжения относятся **осветительные приборы, особенно лампы накаливания и электронная техника.**
- Стандартом определяется воздействие колебаний напряжения на осветительные установки, влияющие на зрение человека. Мигание источников освещения (фликер-эффект) вызывает неприятный психологический эффект, утомление зрения и организма в целом. Это ведет к снижению производительности труда, а в ряде случаев и к травматизму.
- Наиболее сильное воздействие на глаз человека оказывают мигания с частотой 3 - 10 Гц, поэтому допустимые колебания напряжения в этом диапазоне минимальны - менее 0,5 % .
- Колебания напряжения нарушают нормальную работу и уменьшают срок службы **электронной аппаратуры:** радиоприемников, телевизоров, телефонно-телеграфной связи, компьютерной техники, рентгеновских установок, радиостанций, телевизионных станций и т.д.
- При значительных колебаниях напряжения (более 15%) могут быть нарушены условия нормальной работы **электродвигателей**, возможно отпадание контактов магнитных пускателей с соответствующим отключением работающих двигателей.
- Колебания напряжения с размахом 10 – 15 % могут привести к выходу из строя **батарей конденсаторов**, а также **вентильных преобразователей.**



Влияние несимметрии напряжений

Несимметричные токи нагрузки, протекающие по элементам системы электроснабжения, вызывают в них несимметричные падения напряжения. Вследствие этого на выводах ЭП появляется несимметричная система напряжений.

Отклонения напряжения у ЭП перегруженной фазы могут превысить нормально допустимые значения, в то время как отклонения напряжения у ЭП других фаз будут находиться в нормируемых пределах.

Кроме ухудшения режима напряжения у ЭП при несимметричном режиме существенно ухудшаются условия работы как самих ЭП, так и всех элементов сети, снижается надежность работы электрооборудования и системы электроснабжения в целом .



Влияние несинусоидальности напряжения

Высшие гармоники вызывают:

- паразитные поля и электромагнитные моменты в **синхронных и асинхронных двигателях**, которые ухудшают механические характеристики и КПД машины. В результате необратимых физико-химических процессов, протекающих под воздействием полей высших гармоник, а также повышенного нагрева токоведущих частей наблюдается:
- ускоренное старение изоляции электрических машин, трансформаторов, кабелей;
- ухудшение коэффициента мощности ЭП;
- ухудшение или нарушение работы **устройств автоматики, телемеханики, компьютерной техники и других устройств с элементами электроники;**



Влияние несинусоидальности напряжения

Высшие гармоники вызывают:

- погрешности измерений **индукционных счетчиков электроэнергии**, которые приводят к неполному учету потребляемой электроэнергии;
- нарушение работы самих **вентильных преобразователей** при высоком уровне высших гармонических составляющих.
- Наличие высших гармоник неблагоприятно сказывается на работе не только электрооборудования потребителей, но **из электронных устройствах в энергосистемах.**
- Для некоторых установок (система импульсно-фазового управления вентильными преобразователями, комплектные устройства автоматики и др.) допустимые значения отдельных гармоник тока (напряжения) указываются изготовителем в паспорте изделия.



Влияние отклонения частоты

- Электромагнитная составляющая ущерба обусловлена увеличением потерь активной мощности в электрических сетях и ростом потребления активной и реактивной мощностей. Известно, что снижение частоты на 1 % увеличивает потери в электрических сетях на 2 % .
- Анализ работы предприятий с непрерывным циклом производства показал, что большинство основных технологических линий оборудовано механизмами с постоянным и вентиляторным моментами сопротивлений, а их приводами служат **асинхронные двигатели**. Частота вращения роторов двигателей пропорциональна изменению частоты сети, а производительность технологических линий зависит от частоты вращения двигателя.



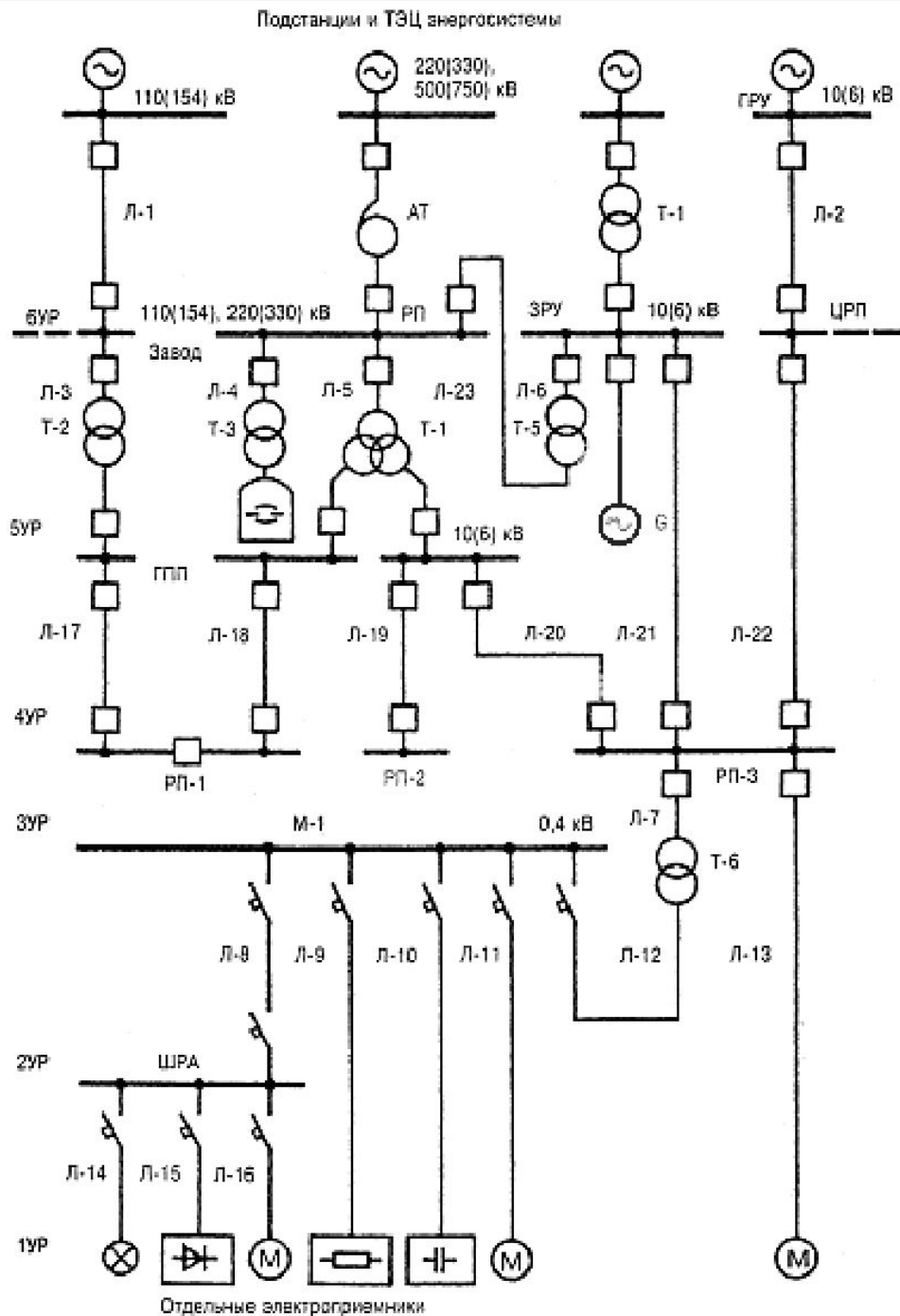
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

В системах электроснабжения общего назначения нашли широкое применение электронные и микроэлектронные системы управления, микропроцессоры и ЭВМ, что привело к снижению уровня помехоустойчивости систем управления ЭП и резкому возрастанию количества их отказов.

Основной причиной отказов является воздействие электромагнитных переходных помех, возникающих при электромагнитных переходных процессах как в сетях энергосистем, так и в городских, и промышленных электрических сетях.

Длительность протекания переходных процессов составляет от нескольких периодов тока промышленной частоты до нескольких секунд, а эффективная полоса частот помех может достигать десятков мегагерц.





УРОВНИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

- ▣ **первый уровень (1УР)** – отдельный электроприемник – аппарат, механизм, установка, или группа электроприемников, связанных технологически или территориально и образующих единое изделие с определенной (документально обозначенной заводом-изготовителем) паспортной мощностью; питание по одной линии;
- ▣ **второй уровень (2УР)** – щиты распределительные и распределительные пункты напряжением до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока, щиты управления и щиты станций управления, шкафы силовые, вводнораспределительные устройства, установки ячейкового типа, шинные выводы, сборки, магистрали;

- ▣ **третий уровень (ЗУР)** – щит низкого напряжения трансформаторной подстанции 10(6)/0,4 кВ или сам трансформатор;
- ▣ **четвертый уровень (4УР)** – шины распределительной подстанции РП 10(6) кВ;
- ▣ **пятый уровень (5УР)** – шины главной понизительной подстанции, подстанции глубокого ввода, опорной подстанции района;
- ▣ **шестой уровень (6УР)** – граница раздела предприятия и энергоснабжающей организации.