



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Основные требования к системам электроснабжения промышленных предприятий

При проектировании систем электроснабжения и реконструкции электроустановок должны рассматриваться следующие вопросы:

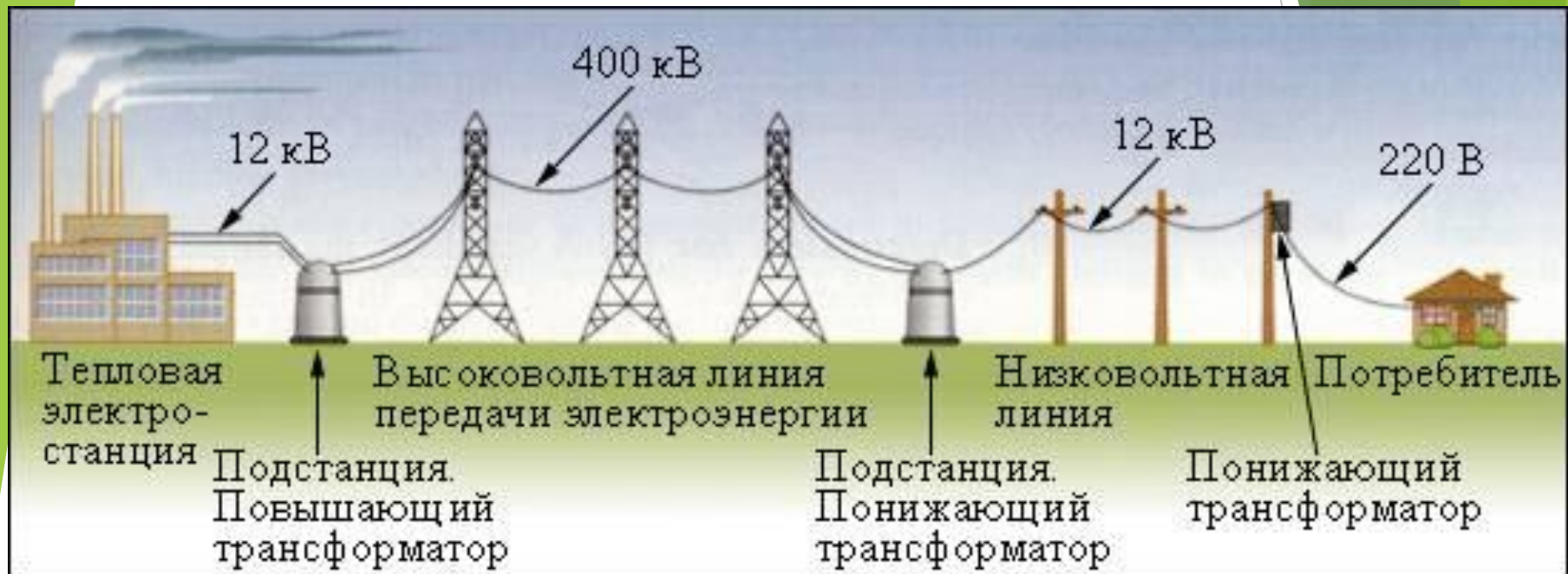
- 1) перспектива развития энергосистем и систем электроснабжения с учетом рационального сочетания вновь сооружаемых электрических сетей с действующими и вновь сооружаемыми сетями других классов напряжения;
- 2) обеспечение комплексного централизованного электроснабжения всех потребителей электрической энергии, расположенных в зоне действия электрических сетей, независимо от их принадлежности;
- 3) ограничение токов КЗ предельными уровнями, определяемыми на перспективу;
- 4) снижение потерь электрической энергии;
- 5) соответствие принимаемых решений условиям охраны окружающей среды.

Технические и экономические требования к современной системе ЭСПП

- обеспечению безопасности работ для любого персонала;
- надежности электроснабжения;
- качеству электроэнергии, удовлетворяющему требованиям ГОСТ 32144-2013;
- экономичности;
- возможности частых перестроек технологии производства и развития предприятия;
- отсутствию вредного влияния на окружающую среду.



Электроснабжение промышленных предприятий



Электроснабжение промышленных предприятий

4

**Внешнее
электроснабжение**



**Внутреннее
электроснабжение**



**Система
электроснабжения
промышленных
предприятий**



ВЛ-35/110/220 кВ или
ПС-6/10 кВ
ОРУ-35/110/220 кВ
Силовой трансформатор
35/110/220-6/10 кВ

ЗРУ-6(10) кВ
КТП-(10)/0,4 кВ
ЩСУ-0,4 кВ
Вдольтрассовая ВЛ-6(10) кВ
ДЭС

Электроснабжение

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ:

- источники энергии, которые устанавливаются на электростанциях;
- повышающие трансформаторные подстанции;
- линии электропередач;
- понижающие трансформаторные подстанции;
- распределительные сети.

Электроснабжение — совокупность устройств, служащих для приема, передачи и распределения электроэнергии

Категории электроприемников по электроснабжению

••НПС в целом, электропривод береговых задвижек, аварийное освещение, системы вентиляции во взрывоопасных зонах ВІа, системы пожаротушения, откачки утечек, обратного водоснабжения, котельная или электроотопление.

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв в их электроснабжении при нарушении электроснабжения от одного из ИСТОЧНИКОВ питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.



Категории электроприемников по электроснабжению

- Щиты управления, устройства связи, электропривода основных отсекающих технологических задвижек с коммутационными аппаратами, через которые они подключены, ДЭС

особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров



Категории электроприемников по электроснабжению

- Станции катодной защиты, линейные задвижки, насосные производственной и бытовой канализации, водопроводные системы бытового водоснабжения

Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, а при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.



Категории электроприемников по электроснабжению

•• относятся небольшие вспомогательные сооружения: склады, гаражи, ремонтно-механические мастерские, автозаправочные колонки.

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.



ДЭС, как третий независимый источник питания



В качестве третьего независимого источника питания, для особой группы электроприемников, в качестве второго независимого источника питания, для остальных электроприемников первой категории

Расположена электростанция обычно в отдельном блок боксе и может в зависимости от мощности обеспечивать питание нескольких НПС расположенных на одной площадке. Перед пуском ДЭС отключаются минимальной защитой вводные автоматические выключатели питающие ЩСУ.

Источники гарантированного питания

Все системы электропитания делятся на 3 категории:

- Система гарантированного электропитания;
- Система бесперебойного электропитания;
- Система резервного электропитания.

Системы гарантированного электропитания

Должны обеспечивать полную гарантию электропитания подключенных устройств, автоматический запуск, автоматическое переключение нагрузки с дизель-генератора на внешнюю сеть электропитания и обратно, выдачу сигнала тревоги, если сложилась аварийная ситуация с оборудованием

Производство электрической энергии

Альтернативными (или возобновляемыми) источниками энергии (**ВИЭ**) называют источники энергии, позволяющие получать энергию без использования традиционного ископаемого топлива (нефти, газа, угля и т.п.)



Основные виды альтернативной энергетики

(выработка, млрд кВт.ч, 2007)



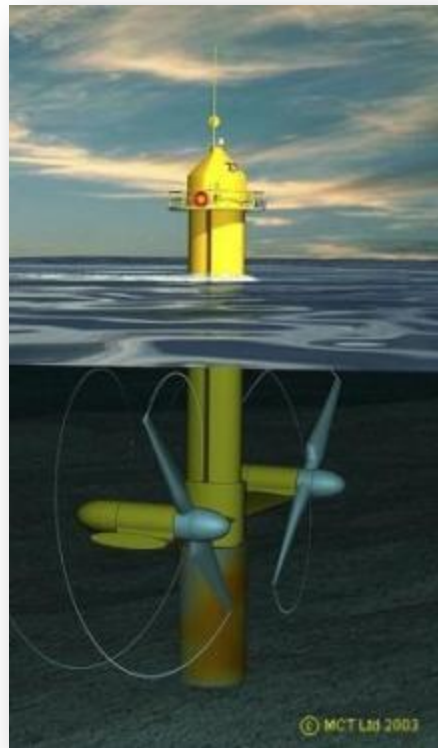
Источник: Министерство энергетики США, 2007



Альтернативная энергетика

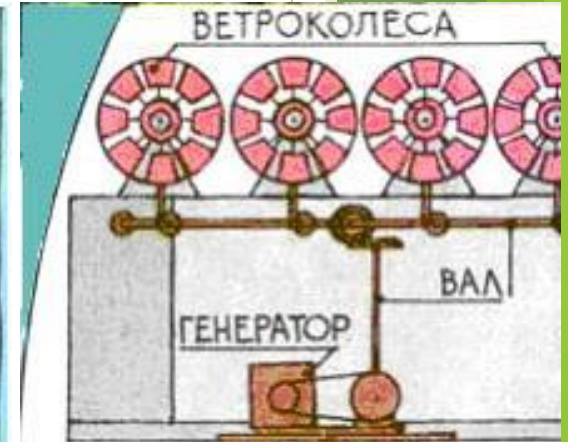
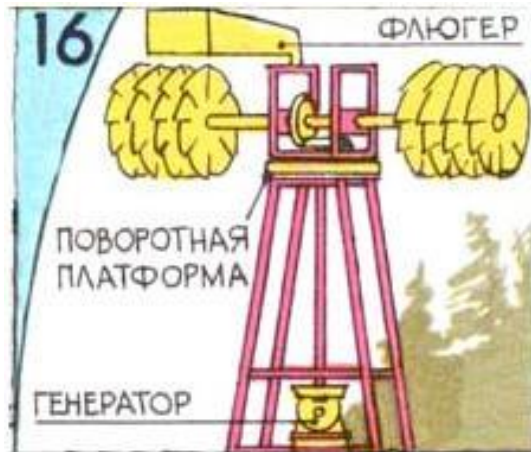
Производство электрической энергии

Приливная электростанция (ПЭС) — особый вид гидроэлектростанции, использующий энергию приливов, а фактически кинетическую энергию вращения Земли.



Производство электрической энергии

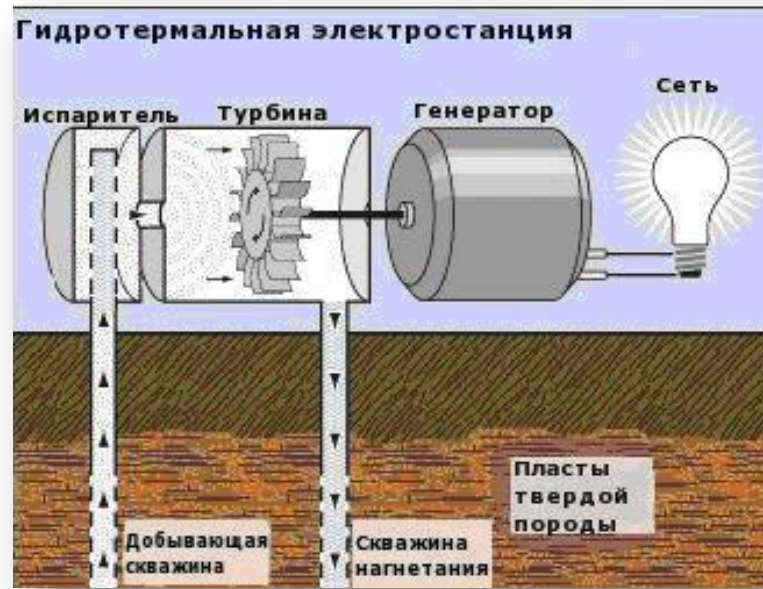
Ветряная электростанция (ВЭС) - установка, преобразующая кинетическую энергию ветра в электрическую энергию



Принцип действия ветряных электростанций прост: ветер крутит лопасти ветряка, приводя в движение вал электрогенератора. Генератор в свою очередь вырабатывает электрическую энергию.

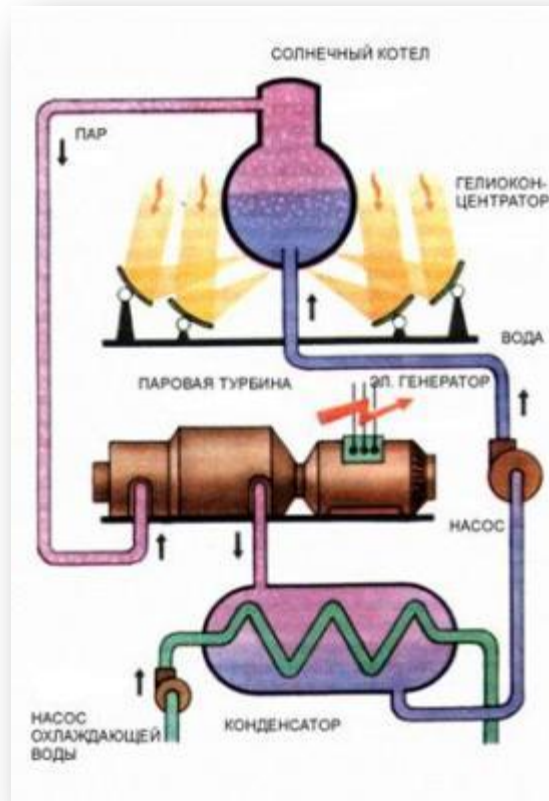
Производство электрической энергии

Геотермальные электростанции (ГеоТЭС) - преобразуют внутреннее тепло Земли (энергию горячих пароводяных источников) в электричество.

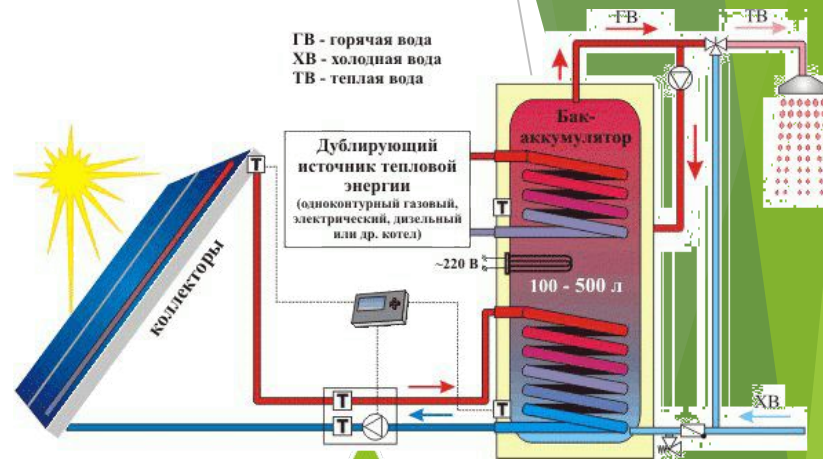


Производство электрической энергии

Солнечная электростанция (СЭС) — инженерное сооружение, служащее преобразованию солнечной радиации в электрическую энергию.



Производство электрической энергии



Экологическая
безопасность

Огромные
запасы

Возобновляе
мый ресурс

СЭС

Преимущества

Дорогое
строительство

Зависимость от
времени года

Проблема
утилизации

СЭС

Недостатки

Источники гарантированного питания (ИГТП)

ИГТП предназначены для обеспечения:

1. бесперебойного электроснабжения системы маслоснабжения агрегатов НПС и систем автоматизации НПС;
2. безаварийной остановки магистральных (подпорных) насосных агрегатов при полном исчезновении внешнего электроснабжения;
3. поддержания условия для возможности самозапуска электродвигателей магистральных и подпорных агрегатов при кратковременных исчезновениях напряжения внешнего электроснабжения;

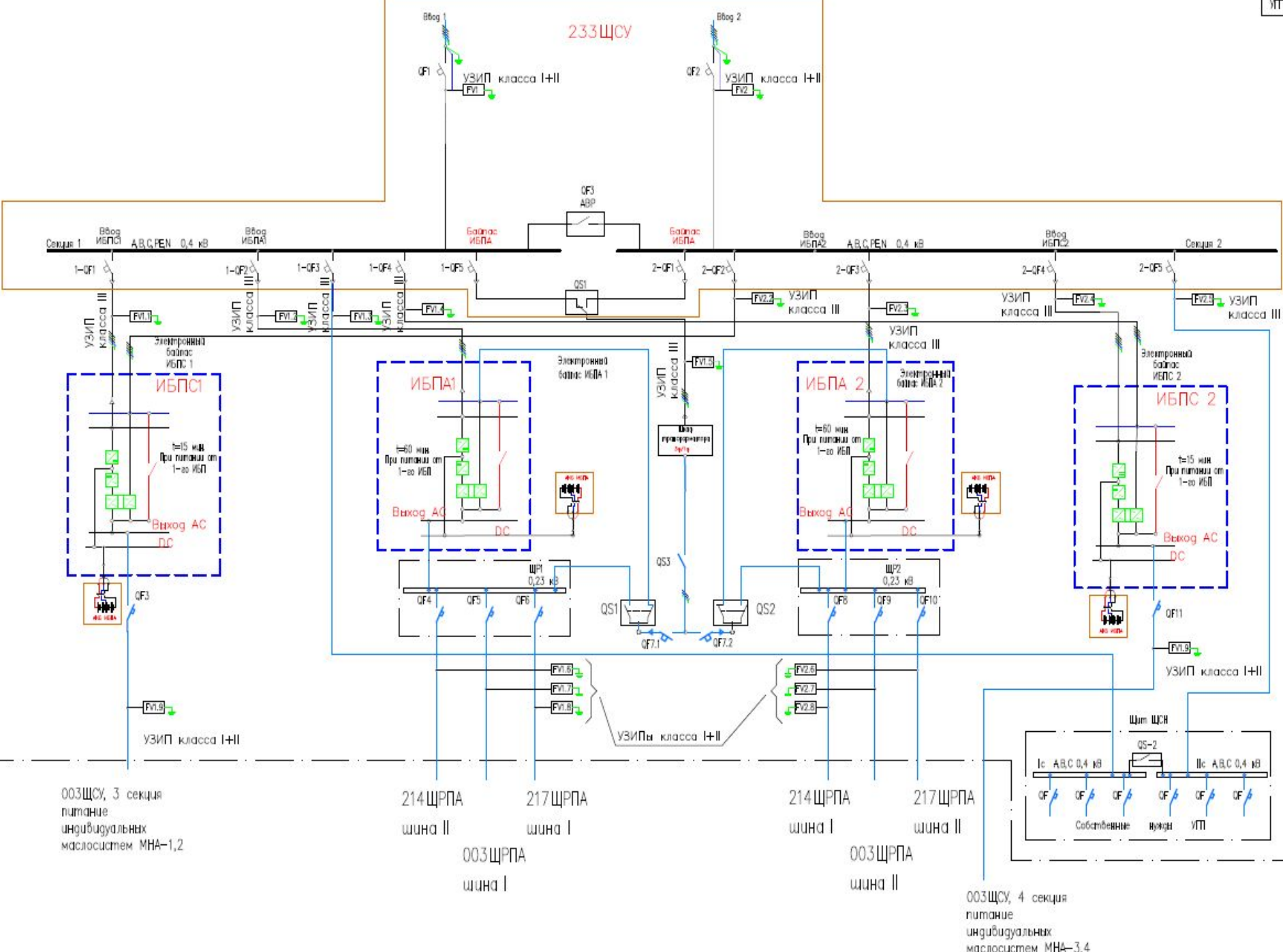
Они должны соответствовать требованиям ГОСТ 26416, ГОСТ 27699 и ОТТ-29.100.00-КТН-065-13.

Источники гарантированного питания (ИГТП)

ИГТП должны иметь:

1. Два ИБПА работающих по принципу двойного преобразования;
2. Два ИБПС для силового оборудования, работающих по принципу двойного преобразования;
3. ИБП должны быть запитаны от разных 2 секций шин ЩСУ-0,4 кВ УГТП, запитанных в свою очередь от двух вводов щита станции управления и от ДЭС;
4. Дизель генератор, как третий источник питания УГТП;
5. Байпас - дополнительный режим работы ИБП, в ИБП бывают автоматические, ручные, серверные (Дополнительный режим работы источника бесперебойного питания с двойным преобразованием энергии (on-line), заключающийся в обходе схемы двойного преобразования напряжения и питания нагрузки входным сетевым напряжением);
6. Аккумуляторные батареи, с временем автономной работы не менее 1 ч. АБ подключаются к выходу выпрямителя и входу инвертора и питает последние в случае аварий.

233ЩСУ



003ЩСУ, 3 секция
питание
индивидуальных
маслосистем МНА-1,2

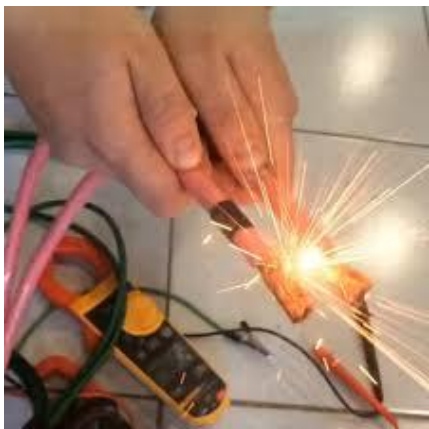
214ЩРПА
шина II
217ЩРПА
шина I
003ЩРПА
шина I

214ЩРПА
шина I
217ЩРПА
шина II
003ЩРПА
шина II

003ЩСУ, 4 секция
питание
индивидуальных
маслосистем МНА-3,4

Виды, причины и последствия КЗ

Короткое замыкание - это электрическое соединение разных фаз или потенциалов электроустановки между собой или с землей, не предусмотренное в нормальном режиме работы, при котором в проводниках, в месте контакта, резко возрастает сила тока, превышая максимально допустимые величины..



Причины и последствия КЗ

- а) перенапряжения;
- б) прямые удары молнии;
- в) старение изоляции;
- г) механические повреждениями;
- д) набросы посторонних тел, проезд под линиями негабаритных механизмов (краны с поднятой стрелой и т. п.);
- е) неудовлетворительный уходом за оборудованием, грязь на электрооборудовании;
- ж) неисправность электроприборов;
- з) ошибочные действия персонала - ошибки при монтаже проводки, случайное соединение проводников с фазой или нулем, случайное попадание проводников на контактные группы;
- и) нарушение правил безопасности - работа с электропроводкой под напряжением, ошибочное отключение разъединителем цепи с током.

а) нарушение электродинамической стойкости т.е. появление больших усилий между токоведущими частями, которое ведет к возникновению механических повреждений и разрушений;

б) термические повреждения или нагрев оборудования;

в) снижение напряжения в сети, ведущее к уменьшению вращающего момента электродвигателей, их торможению, снижению производительности и возможно к полной остановке;

г) выпадение из синхронизма отдельных генераторов, электростанций и частей электрической системы;

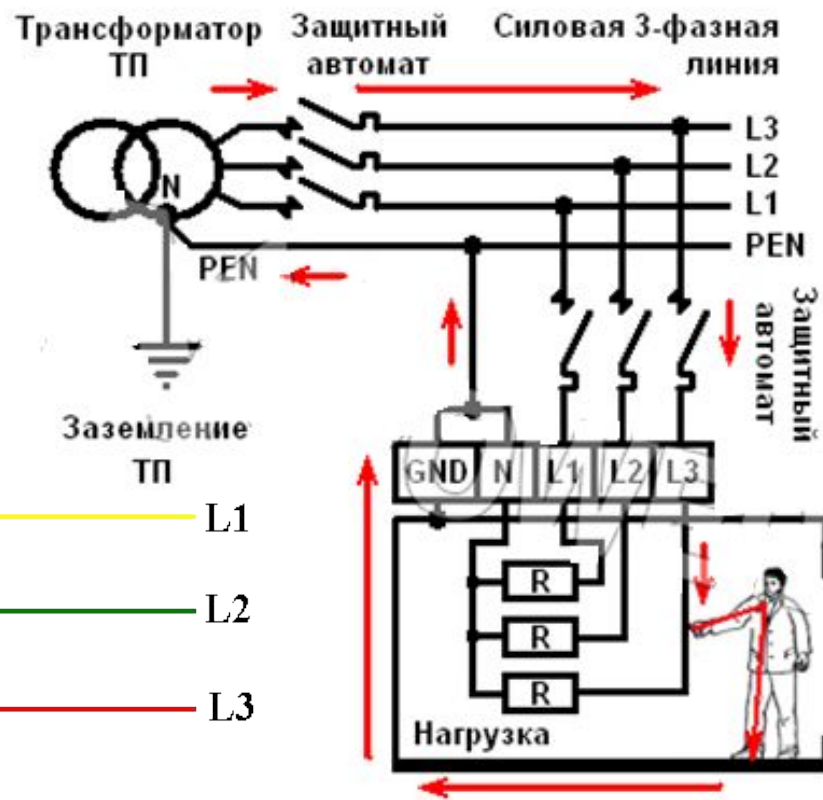
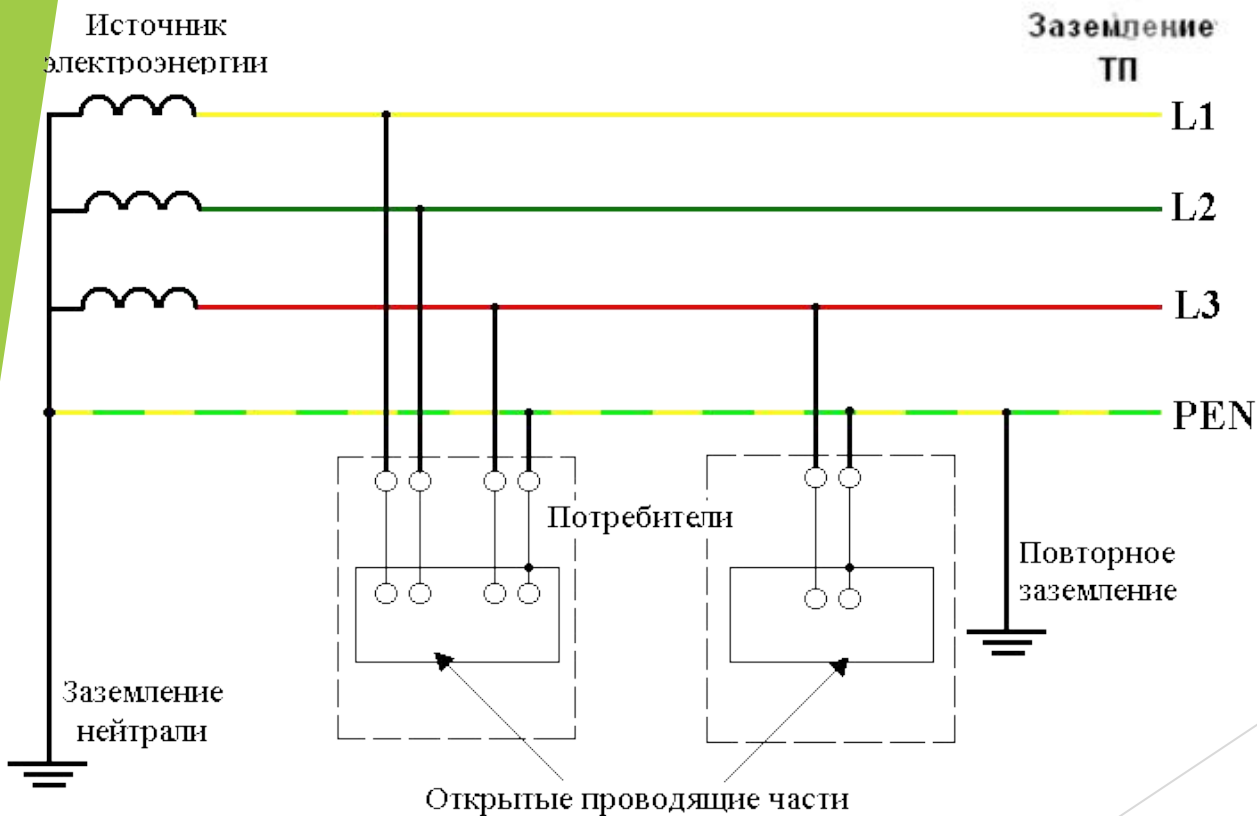
д) возгорания электроустановок;

е) электромагнитное влияние на линии связи и на системы железнодорожных блокировок;

ж) нарушение устойчивой работы отдельных элементов и режима ТЭС в целом, приводящее к возникновению аварийных ситуаций с отключением большого количества потребителей и т. п.

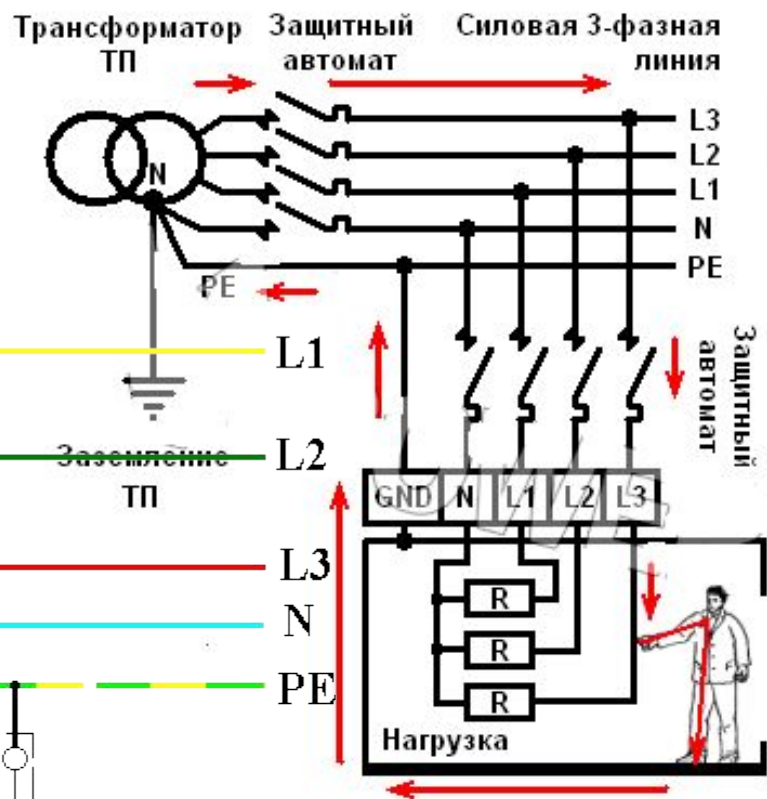
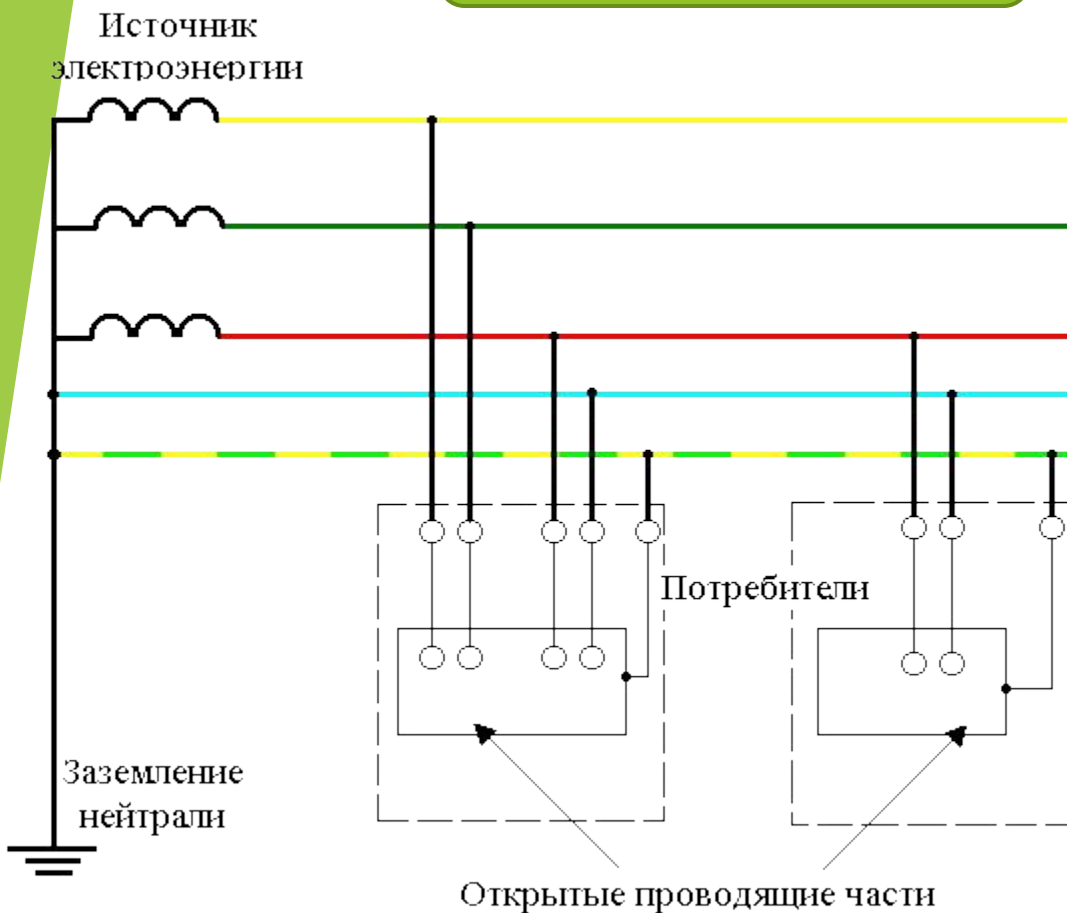
Системы защитного заземления

Система TN-C

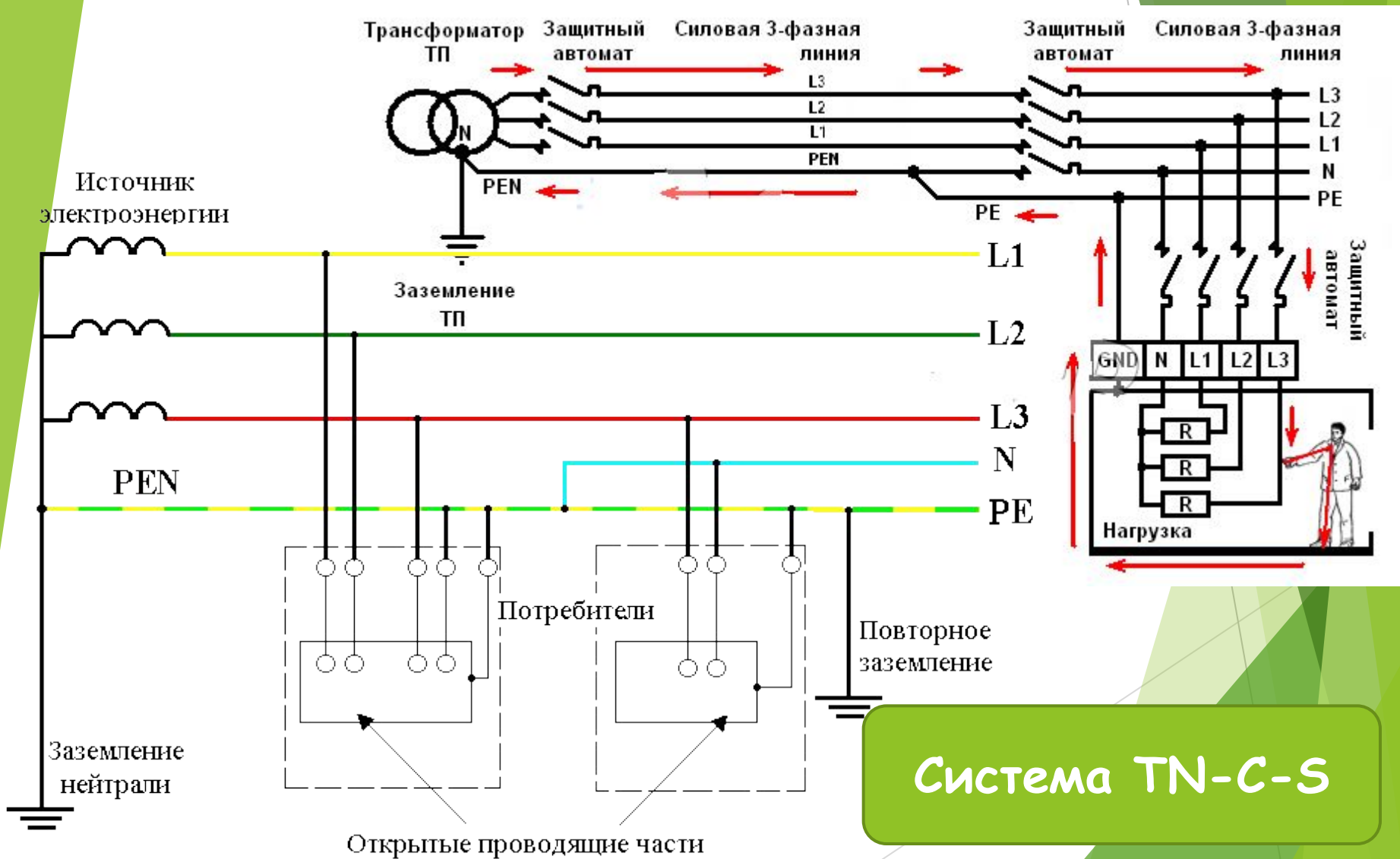


Системы защитного заземления

Система TN-S



Системы защитного заземления

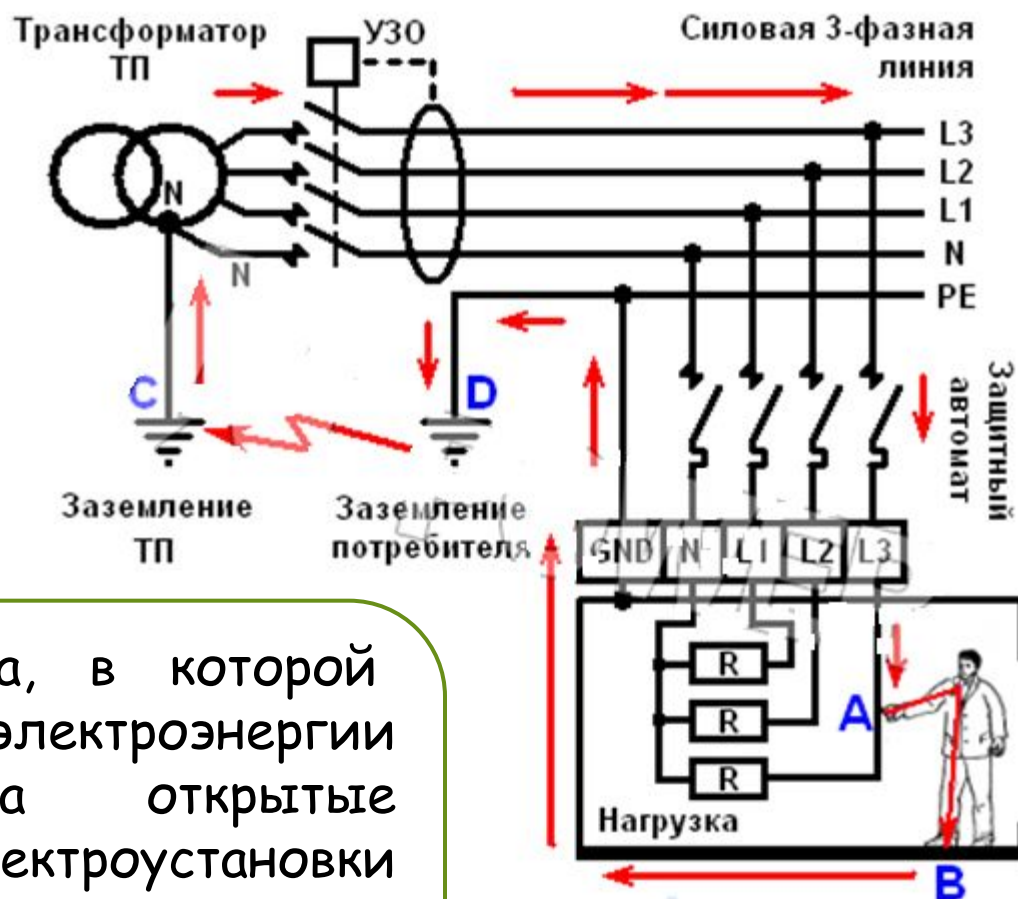


Система TN-C-S

Системы защитного заземления

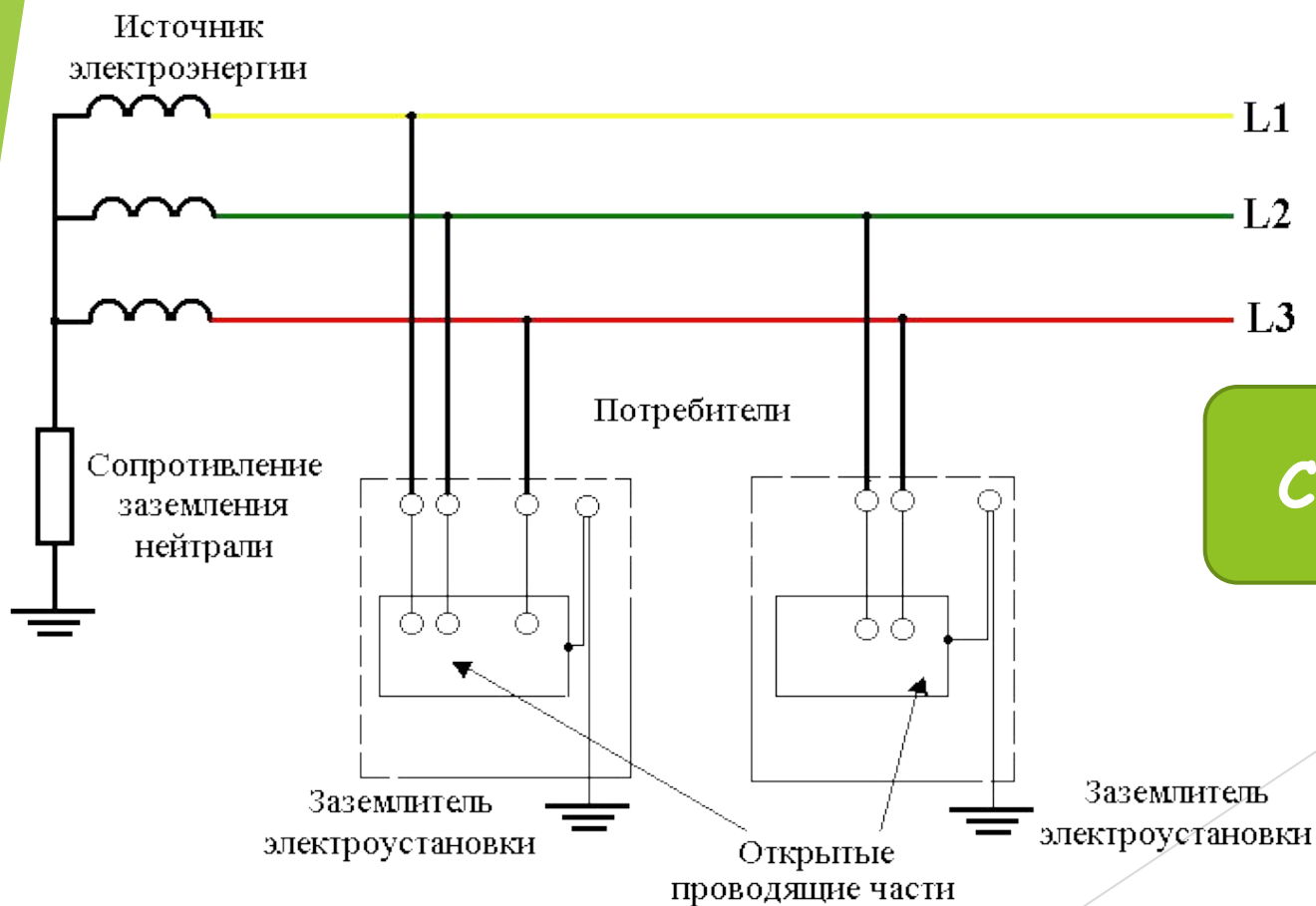
Система ТТ

Система ТТ - система, в которой нейтраль источника электроэнергии глухо заземлена, а открытые проводящие части электроустановки заземлены при помощи заземляющего устройства, электрически независимы от глухозаземленной нейтрали источника.



Системы защитного заземления

Система, в которой нейтраль источника электроэнергии изолирована от земли или заземлена через приборы или устройства, имеющие большое сопротивление, а открытые проводящие части электроустановки заземлены



Система IT

Свойства сети с изолированной нейтралью

Компенсация тока ОЗЗ с помощью дугогасящего реактора должна предусматриваться при емкостных токах: более 30 А при напряжении 6 кВ и более 20 А при напряжении 10 кВ.

Достоинствами изолированной нейтрали являются:

- высокая степень бесперебойности питания благодаря отсутствию необходимости в немедленном отключении первого однофазного замыкания на землю;
- малый ток ОЗЗ -однофазные замыкания на землю (при малой емкости сети относительно земли).

Свойства сети с изолированной нейтралью

Недостатками этого режима заземления нейтрали являются:

- при малом токе (единицы-десятки ампер) в месте однофазного замыкания на землю возникающая электрическая дуга обычно периодически гаснет и загорается вновь (перемежающаяся дуга), что приводит к дуговым перенапряжениям;
- дуговые перенапряжения, распространяющиеся по всем гальванически связанным элементам сети нередко вызывают многоместные повреждения (выход из строя нескольких электродвигателей, кабелей) из-за пробоев изоляции;
- возможность длительного воздействия дуговых перенапряжений на изоляцию, что ведет к накоплению в ней дефектов и снижению срока ее службы;
- в отличие от сети с заземленной нейтралью, изоляция электрооборудования относительно земли рассчитывается на линейное напряжение;
- сложность обнаружения места повреждения;
- опасность электропоражения персонала, посторонних лиц и животных при длительном присутствии ОЗЗ в сети;
- сложность обеспечения правильной работы релейных защит от однофазных замыканий, так как реальный ток замыкания на землю зависит от режима работы сети (числа включенных присоединений).

Что изменяет заземление нейтрали через активное сопротивление?

Заземление нейтрали через высокоомный резистор позволяет снизить величину дуговых перенапряжений при ОЗЗ ценой увеличения тока ОЗЗ (примерно на 40%) и сохранить поврежденный участок на некоторое время в работе.

Назначение и устройство понижительной подстанции

Трансформаторная подстанция (ТП) — электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения энергии и состоящая из трансформаторов, РУ, устройств управления, технологических и вспомогательных сооружений.

Трансформаторные подстанции по расположению бывают пристроенными, встроенными, внутрицеховыми. Также ТП подразделяются на комплектные, столбовые (одна опора) и мачтовые (две и более опор).

Основное оборудование понижительной подстанции

1. Силовые трансформаторы.

С помощью трансформаторов в системе электроснабжения осуществляется многократное ступенчатое понижение напряжений до величин, применяемых непосредственно в ЭП (10; 6,3; 0,66; 0,38; 0,22; 0,127 кВ).

2. Вводные конструкции для воздушных и кабельных линий электропередачи. Проходные, опорные изоляторы.

3. Открытые (ОРУ) и закрытые (ЗРУ) распределительные устройства, включающие в себя:

- Системы и секции шин.
- Силовые выключатели.
- Разъединители.
- Измерительное оборудование (измерительные трансформаторы тока - Измерительное оборудование (измерительные трансформаторы тока и напряжения, измерительные приборы).
- Оборудование ВЧ-связи - Оборудование ВЧ-связи между подстанциями (конденсаторы связи, ВЧ-заградители, фильтры присоединения).
- Токоограничивающие, регулирующие устройства (конденсаторные батареи, реакторы, фазовращатели и пр.).
- Преобразователи частоты, рода тока (выпрямители).

Назначение и устройство понижительной подстанции

4. Система питания собственных нужд подстанции:

- Трансформаторы собственных нужд.
- Щит переменного тока.
- Аккумуляторные батареи.
- Щит постоянного (оперативного) тока.
- Дизельные генераторы и другие аварийные источники энергии (на крупных и особо важных подстанциях).

5. Системы защиты и автоматики:

- Устройства релейной защиты и противоаварийной автоматики для силовых линий, трансформаторов, шин.
- Автоматическая система управления.
- Система телемеханического управления.
- Система технического и коммерческого учёта электроэнергии.
- Система технологической связи энергосистемы и внутренней связи подстанции.

Назначение и устройство понижительной подстанции

6. Система **заземления**, включает заземлители и контур заземления.

7. Молниезащитные сооружения.

8. Вспомогательные системы:

- Система вентиляции, кондиционирования, обогрева.
- Система автоматического пожаротушения.
- Система освещения территории.
- Система охранно-**пожарной сигнализации**, управления доступом.
- Система технологического и охранного видеонаблюдения.
- Устройства плавки гололёда на воздушных линиях.
- Системы аварийного сбора масла.
- Системы питания маслонаполненных кабелей.
- Бытовая, ливневая канализация, водопровод.

Однолинейная схема электроснабжения НПС (упрощенная)

Источник электроэнергии №1
(ЛЭП 110кВ №1)

Источник электроэнергии №2
(ЛЭП 110кВ №2)

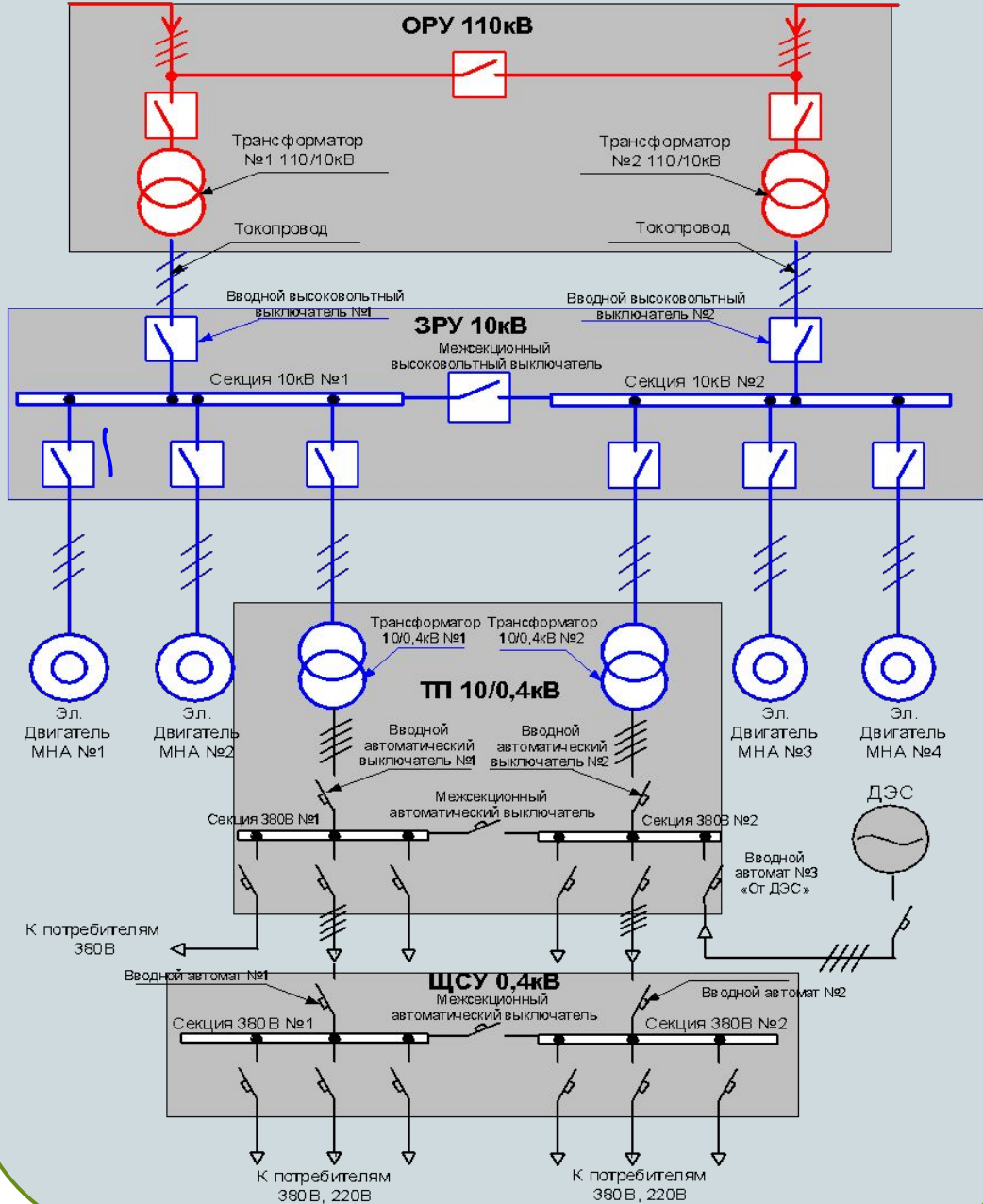
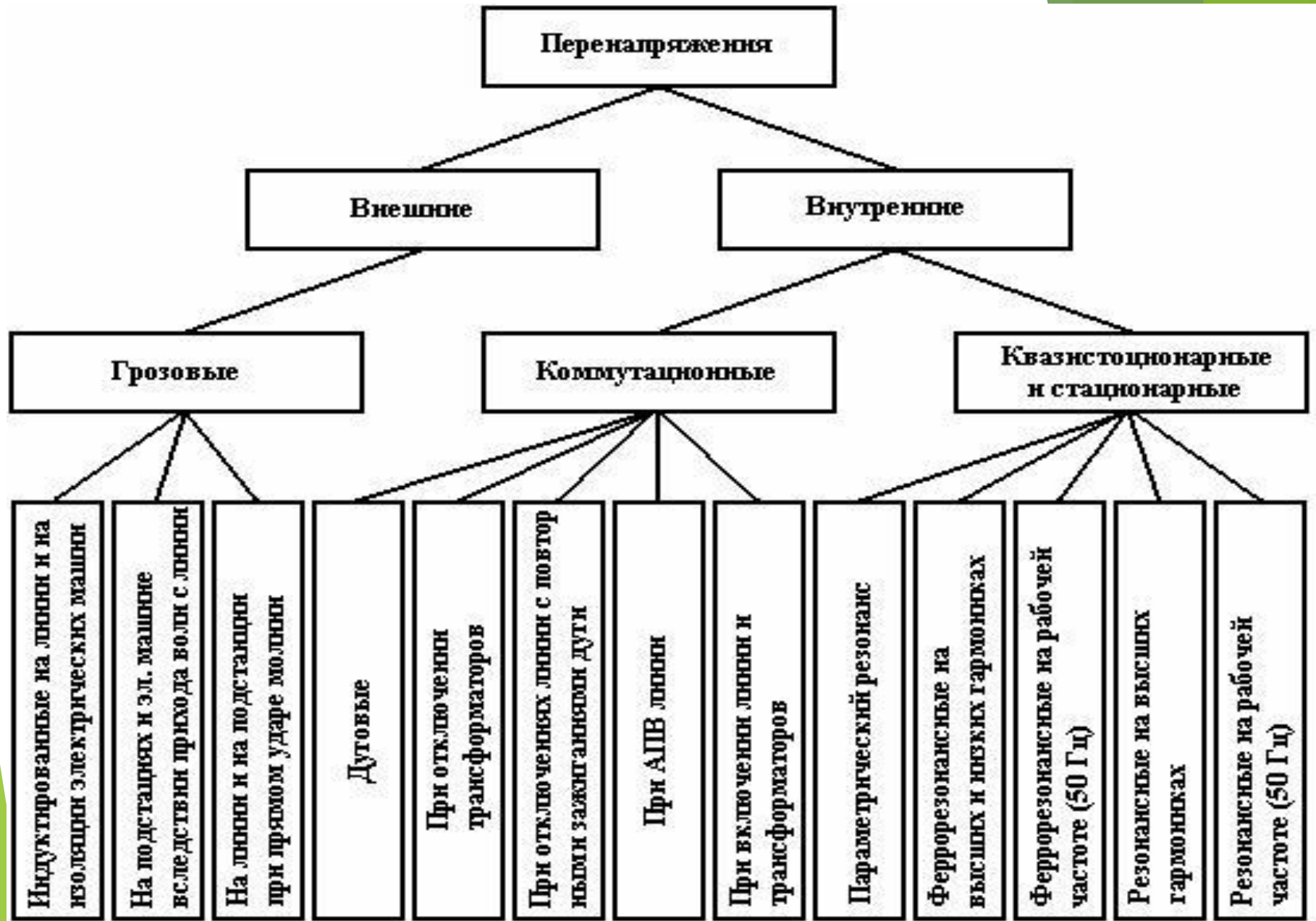


Схема электроснабжения НПС

Охарактеризуйте различные виды перенапряжений возникающих в электрических сетях

Перенапряжение - это ненормальный режим работы в электрических сетях, который заключается в чрезмерном увеличении значения напряжения выше допустимых значений для участка электрической сети, который является опасным для элементов оборудования данного участка электрической сети.





Охарактеризуйте различные виды перенапряжений возникающих в электрических сетях

Внешние перенапряжения возникают при воздействии внешних э.д.с. Наибольшие грозовые перенапряжения возникают при прямом ударе молнии в линию и подстанцию. Вследствие электромагнитной индукции близкий удар молнии создает индуктированное перенапряжение, распространяющиеся от места поражения электромагнитные волны, которые могут вызвать опасные перенапряжения на изоляции.

Внутренние перенапряжения вызываются колебаниями электромагнитной энергии, запасенной в элементах электрической цепи или поступающей в нее от генераторов. В зависимости от условий возникновения и возможной длительности воздействия на изоляцию различают стационарные, квазистационарные и коммутационные перенапряжения.

Охарактеризуйте различные виды перенапряжений возникающих в электрических сетях

Коммутационные перенапряжения - возникают при внезапных изменениях в схеме или параметров сети (плановые и аварийные переключения линий, трансформаторов и т.д.), а также в результате замыканий на землю и между фазами. При включении элементов электрической сети (проводов линии или обмоток трансформаторов и реакторов) или отключении (разрыв электропередачи) возникают колебательные переходные процессы, которые могут привести к возникновению значительных перенапряжений

Квазистационарные перенапряжения - возникают при емкостных эффектах, обусловленных, например, односторонним питанием от генераторов линией передач.

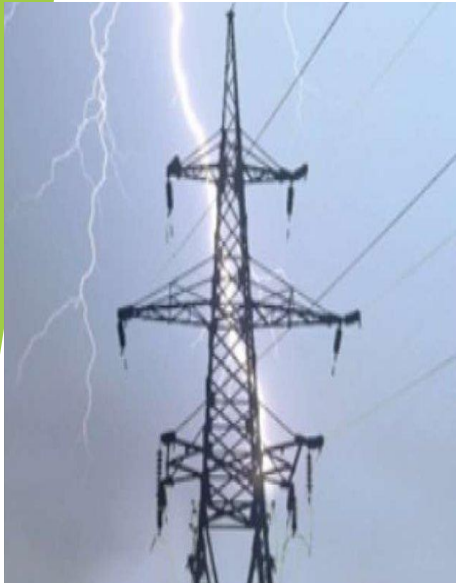
Грозовые перенапряжения относятся к внешним перенапряжениям и возникают при воздействии внешних э.д.с.

Виды средств защиты от перенапряжений

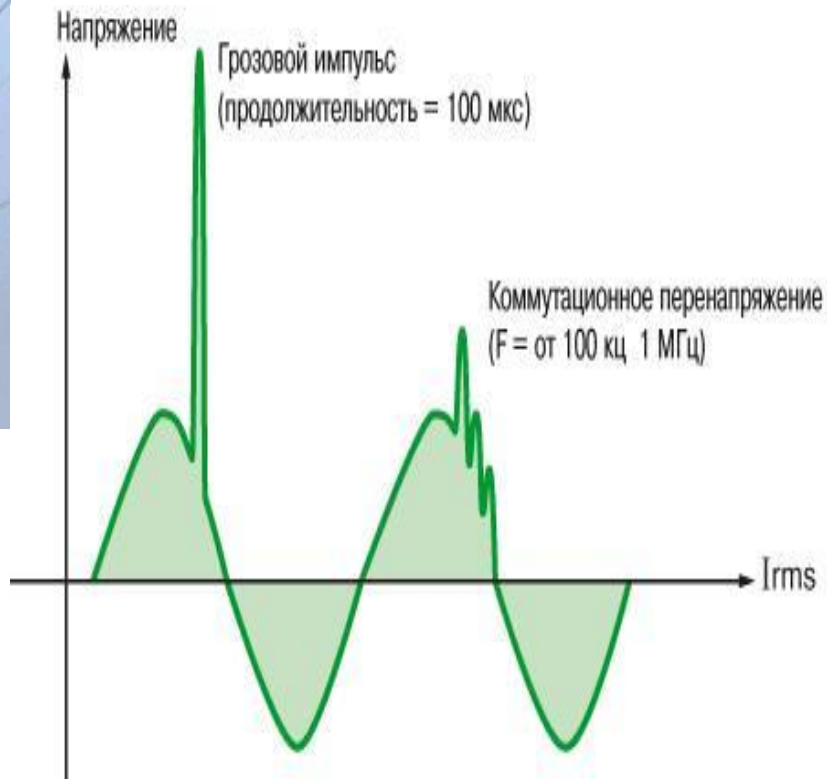
Эффективная защита электрооборудования и линейной части МН от перенапряжений выполняется с помощью следующих мероприятий:

1. Установка ограничителей перенапряжений ОПН;
2. Заземления нейтрали сети через резистор, подключаемый к специально установленному трансформатору (ТЗН) или к нейтрали фильтра нулевой последовательности (ФМЗО);
3. Увеличение электрической прочности изоляции ВЛ, путем замены неизолированных проводов на защищенные, применение полимерных изоляторов из кремний органической резины;
4. Увеличение уставок по времени для двух и более кратного АТВ на ВЛ;
5. Использования селективной защиты от однофазных замыканий на землю.

Коммутационные и атмосферные перенапряжения



Молниевые разряды



Коммутационные перенапряжения

Защита от коммутационных и грозовых перенапряжений

1. Применение разрядников или ОПН;
2. Стержневые молниеотводы, т.е. молниезащита;
3. Реле напряжения или стабилизаторы напряжения;
4. Модульные устройства защиты от импульсных перенапряжений;
5. Повторное заземление всех металлических деталей;
6. Система уравнивания потенциалов.