

# КУРС ЛЕКЦИЙ

по учебной дисциплине

## «Переходные процессы в электроэнергетических системах»

### РАЗДЕЛ 3 **Переходные процессы при несимметричных КЗ в элементах ЭЭС**

#### ЛЕКЦИЯ № 6 **Аварийные режимы в системах электроснабжения общего назначения**

Учебные вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения.
2. Современные нормативные требования к системам заземления в электрических сетях напряжением до 1 кВ
3. Аварийные режимы в схемах распределения электрической энергии TN-C, TN-C-S и TN-S

## **Вопрос 1. Основные понятия и определения**

### **Система электроснабжения общего назначения:**

Совокупность электроустановок и электрических устройств, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей электрических сетей.

### **Пользователь электрической сети:**

Сторона, получающая электрическую энергию от электрической сети, либо передающая электрическую энергию в электрическую сеть. К пользователям электрических сетей относят сетевые организации и иных владельцев электрических сетей, потребителей электрической энергии, а также генерирующие организации.

### **Сетевая организация:**

Организация, владеющая на праве собственности или на ином установленном законами основании объектами электросетевого хозяйства, с использованием которых оказывающая услуги по передаче электрической энергии и осуществляющая в установленном порядке технологическое присоединение энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям, а также осуществляющая право заключения договоров об оказании услуг по передаче электрической энергии с использованием объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих другим собственникам и иным законным владельцам и не входящих в единую национальную электрическую сеть.

### **Распределительная электрическая сеть:**

Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии между пользователями электрической сети, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории.

### **Потребитель электрической энергии:**

Юридическое или физическое лицо, осуществляющее пользование электрической энергией (мощностью) на основании заключенного договора.

### **Точка передачи электрической энергии:**

Точка электрической сети, находящаяся на линии раздела объектов электроэнергетики между владельцами по признаку собственности или владения на ином предусмотренном законами основании, определенная в процессе технологического присоединения.

## **Вопрос 2. Современные нормативные требования к системам заземления в электрических сетях напряжением до 1 кВ**

**До 1995 г. в России электроустановки (ЭУ) напряжением до 1 кВ с глухозаземлённой нейтралью выполнялись четырёхпроводными: три фазы и нулевой проводники, нейтраль трансформатора или другого источника питания присоединялись к земле (заземляющему устройству) через малое сопротивление. Нулевой проводник соединялся с нейтралью трансформатора и выполнял функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. По принятым в настоящее время стандартам такая система заземления относится к системе TN-C с PEN проводником.**

**Система TN-C получила широкое распространение в промышленных, городских и сельских сетях благодаря своему основному преимуществу - наличию двух стандартных напряжений: фазному и линейному. Однако начиная с середины 90-х годов в качестве государственных стандартов были приняты международные стандарты [МЭК 364 (ГОСТ Р 50571-94)], требования которых были включены в ПУЭ, в соответствии с требованиями которых, при проектировании и строительстве новых промышленных, сельскохозяйственных, бытовых и иных объектов запрещено использовать систему TN-C. Вместо неё были предложены новые системы: TN-C-S и TN-S, в которых нулевой рабочий и нулевой защитный проводники во всей сети или в её части работают раздельно.**

**Новые требования к выполнению систем заземления привели к существенным изменениям при проектировании и строительстве объектов. Данный запрет имеет под собой очень веское основание: система TN-C проста, экономична, но не обеспечивает должный уровень электробезопасности.**

**Электроснабжение большинства существующих ЭУ выполнены по системе TN-C , а её переоборудование в систему TN-C-S или TN-S с целью обеспечения требуемой электробезопасности требует огромных средств.**

***TN-C – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в данной системе объединены в одном проводнике (PEN проводнике).***

***Проводимость PEN проводника, идущего от нейтрали трансформатора или генератора, должна быть не менее 50% проводимости фаз. Заземление нейтрали является обязательным. Заземление корпусов электроприёмников без их зануления недопустимо.***

***Зануление предназначено для создания цепи короткого замыкания с малым сопротивлением при пробое одной из фаз на корпус ЭУ и для обеспечения безопасности обслуживающего персонала.***



- **В системе TN-C предусматриваются устройства защиты от сверхтоков (коротких замыканий и перегрузок).**
- **Устройства защиты, реагирующие на дифференциальный ток (устройства защитного отключения – УЗО) не предусматриваются из-за неэффективности их применения.**
- **В настоящее время эта система остаётся основной в питающих и распределительных сетях низкого напряжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий;**

## **Система TN-S**

***TN-S – функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников обеспечиваются раздельными PE и N проводниками во всей системе.***

***В системе TN-S устройства защитного отключения могут устанавливаться в любой точке сети.***

***Для реализации системы TN-S требуется применять пятипроводные линии во всей сети от источника питания до электроприёмника. Это делает данную систему более дорогой и сложной.***

**Система TN-C-S** является комбинацией систем TN-C и TN-S, в которой PEN проводник используется только в сети общего пользования. В какой-то точке сети PEN проводник разделяется на два проводника: PE и N проводники.

*После точки разделения PE и N проводники объединять категорически запрещается, N проводник изолируется от корпуса, предусматриваются отдельные шины для PE и N проводников.*

*Разделение PEN проводника в системе TN-C-S обычно осуществляется на вводе в ЭУ (в здание).*

**Разделение PEN проводника в системе TN-C-S обычно осуществляется на вводе в ЭУ (в здание).**

**В точке разделения PEN проводник должен заземляться на повторный контур заземления.**

**Стандарты предъявляют следующие требования к PEN проводнику в системе TN-C-S:**

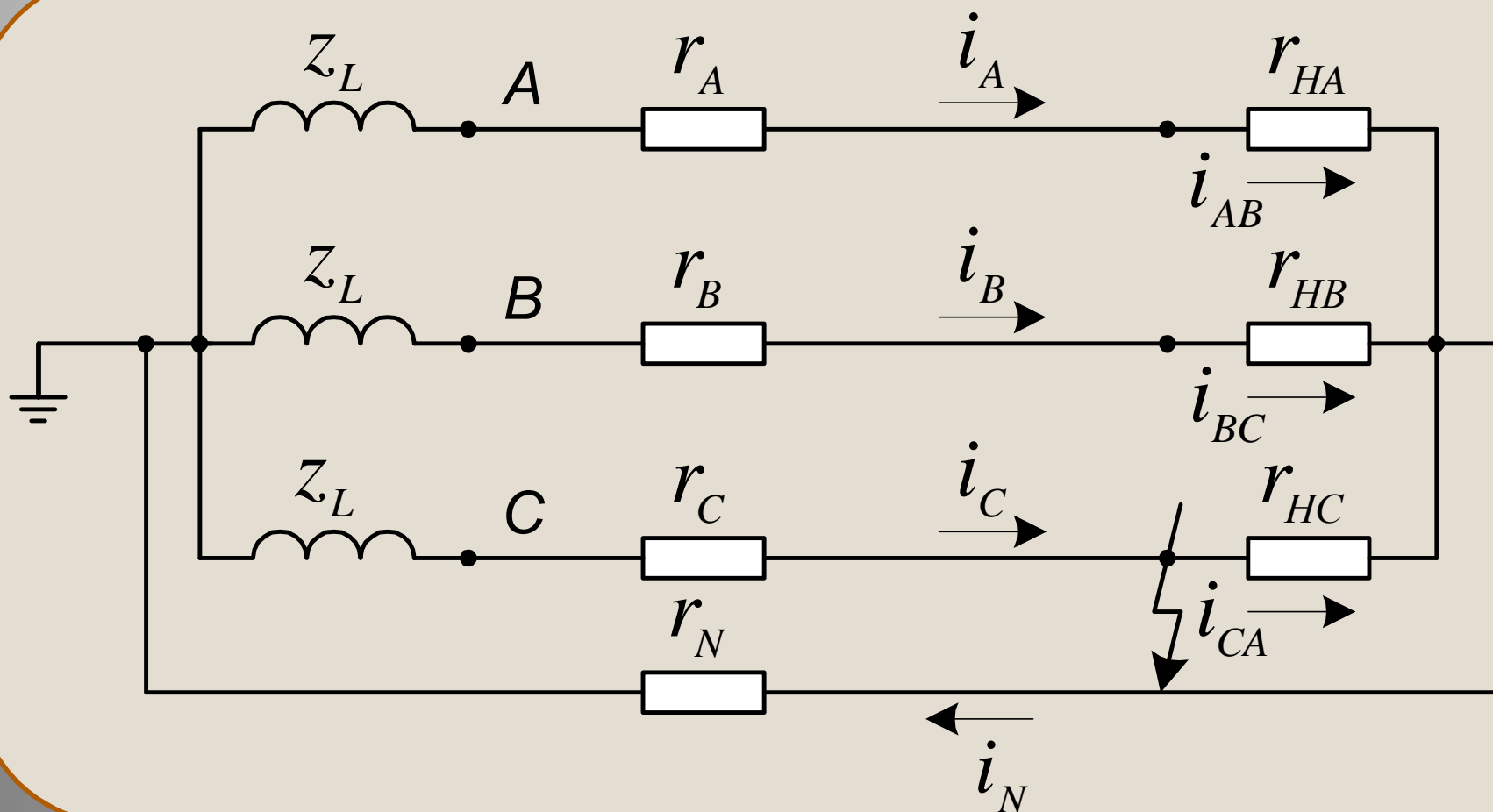
- площадь поперечного сечения медного проводника должна быть не менее 10 мм<sup>2</sup>;**
- площадь поперечного сечения алюминиевого проводника должна быть не менее 16 мм<sup>2</sup>;**
- часть ЭУ с PEN проводником не должна быть оснащена устройствами УЗО, реагирующими на дифференциальный ток.**

**Устройства защитного отключения в системе могут быть установлены только после разделения PEN проводника со стороны электроприёмников.**

**Система TN-C-S является наиболее перспективной для практического применения, так как она позволяет обеспечить более высокий уровень электробезопасности по сравнению с системой TN-C и не требует проводить реконструкцию существующей электрической сети.**

### Вопрос 3 Аварийные режимы в схемах распределения электрической энергии TN-C, TN-C-S и TN-S

#### Аварийные режимы в системе TN-C



**Несмотря на то, что по условиям обеспечения электробезопасности при проектировании и строительстве новых промышленных, сельскохозяйственных, бытовых и иных объектов в настоящее время запрещено использовать систему заземления TN-C, она остаётся основной в питающих и распределительных сетях низкого напряжения.**

**Для того чтобы определить величину потенциала на корпусе ЭУ в аварийной ситуации необходимо знать величину сопротивления участка цепи корпус ЭУ – точка заземления и величину электрического тока на данном участке. Данные величины определяются схемой распределения электрической энергии. Наиболее простым случаем является подобный аварийный режим в системе TN-C.**

## **Сравнение свойств сети с изолированной нейтралью:**

### **Положительные свойства:**

- **Однофазные замыкания на землю не отражаются на работе 3-х фазных потребителей;**
- **Для таких СЭС требуются простые заземляющие устройства с сопротивлением контура менее 10 Ом.**

### **Отрицательные свойства:**

- **Изоляция фаз должна быть рассчитана на линейное напряжение;**
- **Возможность появления повторных пробоев изоляции вследствие повышения фазных напряжений;**
- **Отсутствие непосредственных признаков появления замыкания;**
- **Появление перенапряжений;**
- **Невозможность подключения однофазных электроприёмников электроэнергии.**