

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЯЖПРОМ ЭЛЕКТРО ПРОЕКТ

им. Ф. Б. Якубовского

ИНСТРУКТИВНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

3

2011

МОСКВА

Открытое акционерное общество
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

Т Я Ж П Р О М Э Л Е К Т Р О П Р О Е К Т
имени Ф. Б. Якубовского



ИНСТРУКТИВНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Издание основано в 1956 году
Выходит 4 раза в год

СОДЕРЖАНИЕ

1. НОВОСТИ

- Международная конференция по прикладной сверхпроводимости ASC – 2010.....3

2. ЦИРКУЛЯРЫ, СООБЩЕНИЯ, РАСПОРЯЖЕНИЯ

- Технический циркуляр «О выполнении магистралей заземления и уравнивания потенциалов в электроустановках зданий и сооружений».....5
- Технический циркуляр «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках».....8

3. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, НАДЕЖНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ

- Использование эффекта сверхпроводимости.....13
- Режимы нейтрали в сетях 6-35 кВ.....21

4. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

- КРУ «Волга».....45

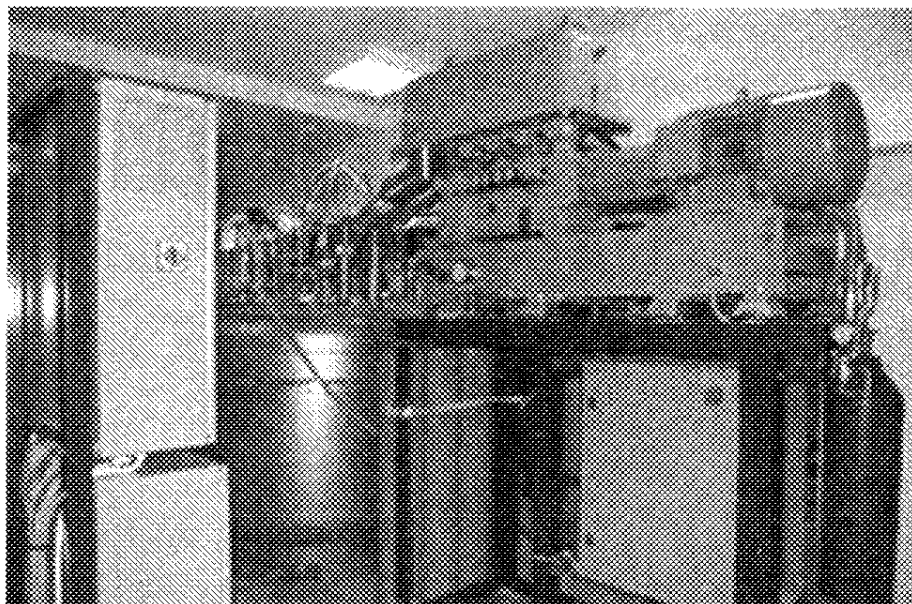
5. ИНДЕКСЫ ИЗМЕНЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

- О ценах на проектно-изыскательские работы для строительства на 3-ий квартал 2011 года50

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....60

1. НОВОСТИ

Международная конференция по прикладной сверхпроводимости ASC-2010



С 1 по 6 августа 2010 года в г. Вашингтоне, США, состоялась международная конференция по прикладной сверхпроводимости ASC-2010 (Applied Superconductivity Conference). Данная конференция – один из основных международных форумов, на котором ученые и инженеры со всего мира представляют и обсуждают последние результаты исследований, идеи и разработки в сфере сверхпроводимости. Помимо ученых, разработчиков и производителей оборудования в мероприятии принимают участие представители бизнеса и власти, заинтересованные в развитии данного направления.

На ASC-2010 ОАО «НТЦ электроэнергетики» было представлено В.Е. Сытниковым, директором по исследованиям и разработкам, который совместно с сотрудниками компании ОАО «ВНИИКП» подготовил доклады по темам:

- Российский проект по ВТСП силовым кабелям.
- Исследования потерь переменного тока в 5 метровой модели ВТСП кабеля.

«На конференции, заявленной темой которой была «Сверхпроводимость — одно из решений глобальной энергетики», собралось более 1500 ученых со всего мира. Кроме того, в рамках организованной выставки были показаны последние коммерческие разработки. Участие в подобных мероприятиях, на мой взгляд, крайне необходимо, так как мы узнаем много интересного и полезного, также есть возможность не только представить наши работы, но и ознакомиться с последними разработками мирового научного сообщества», — сказал В.Е. Сытников.

Источник: www.ntc-power.ru

2. ЦИРКУЛЯРЫ, СООБЩЕНИЯ, РАСПОРЯЖЕНИЯ

Несмотря на то, что ПУЭ в настоящее время, в связи с проходящим в стране техническим регулированием, носят рекомендательный статус, эта нормативно-техническая документация практически остается основной для проектировщиков, электромонтажников и эксплуатационников.

Поэтому очень важно отслеживать дополнения и изменения, касающиеся ПУЭ, естественно возникающие с течением времени. В этой части важна роль технических циркуляров Ассоциации Росэлектромонтаж.

Ниже приведены некоторые циркуляры, содержащие разъяснения и дополнения к главе 1.7 ПУЭ в части заземления.

Ассоциация «Росэлектромонтаж» ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР № 27/2009*)

«О выполнении магистралей заземления и уравнивания потенциалов в электроустановках зданий и сооружений»

В главе 1.7 «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) 7-го изд. были учтены новые требования к выполнению систем заземления и уравнивания потенциалов в электроустановках зданий и сооружений, установленные ГОСТ Р 50571.3 и ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54, публикация 1980 г. с изменениями 1982 г.) и некоторые требования дополнительного стандарта МЭК 60364-5-548 (публикация 1996 г. с изменениями 1998 г.).

К настоящему времени выпущена новая редакция стандарта МЭК 60364-5-54 (IEC:2002), в которой уточнены требования по применению защитных проводников, в том числе защитных заземляющих проводников и защитных проводников уравнивания потенциалов.

Целью настоящего циркуляра является разъяснение ряда требований главы 1.7 ПУЭ в части приведения их в соответствие с новыми международными требованиями, регламентированными стандартом МЭК 60364-5-54.

В электроустановках до 1 кВ при использовании магистрального способа выполнения систем защитного заземления TN и уравнивания потенциалов предлагается руководствоваться следующим:

- в электроустановках с системой TN, где для защиты от поражения электротоком, как правило, используется автоматическое отключение питания с устройствами защиты от сверхтока, в качестве защитных РЕ-проводников могут использоваться проводники, проложенные в общей оболочке с фазными проводниками или в непосредственной близости от них;
- в качестве проводников, проложенных в непосредственной близости от фазных проводников, могут рассматриваться: специально проложенные проводники, металлические покрытия кабелей, металлические трубы или металлические оболочки для проводников, при выполнении условий, установленных положениями главы 1.7 ПУЭ;
- использование общей заземляющей магистрали, проложенной в помещении, в качестве защитного РЕ-проводника для объектов нового строительства не рекомендуется. Данное указание не распространяется на энергетические объекты, расположенные в специальных помещениях, например, на подстанции 10/0,4 кВ;
- при частичной реконструкции объектов, где защитное заземление (зануление) выполнено с использованием общей заземляющей магистрали, допускается ее использование в качестве защитного РЕ-проводника, при этом должны быть выполнены условия по времени автоматического отключения питания, установленные положениями главы 1.7 ПУЭ;
- в установках, где для защиты от поражения электрическим током используется автоматическое отключение питания, может выполняться дополнительное уравнивание потенциалов. Для ряда помещений указание о необходимости выполнения дополнительного уравнивания потенциалов является обязательным. К таким помещениям относятся, например, взрывоопасные помещения и установки; производственные помещения, насыщенные оборудованием и конструкциями с проводящими

частями; медицинские помещения групп 1 и 2; помещения ванн и душевых; стесненные помещения, насыщенные проводящими частями; помещения жилых и общественных зданий с инженерным оборудованием, например, венткамеры, машинные залы лифтов и др.;

- в указанных помещениях для выполнения дополнительного уравнивания потенциалов может использоваться магистральный, радиальный и смешанный способ присоединения защитных проводников;
- при магистральном способе выполнения систем заземления или уравнивания потенциалов каждая проводящая часть системы должна присоединяться к общему неразрывному проводнику отдельным ответвлением;
- конструктивно сама магистраль может иметь ответвления, выполненные проводниками равного сечения. Такие решения принимаются, когда к магистрали требуется подключить локальную группу оборудования, например, несколько ящиков управления и/или аппаратов, установленных на колонне;
- разборные соединения в цепях заземления или уравнивания потенциалов должны быть доступны для осмотра; доступ к месту соединения может быть непосредственным или с помощью специального инструмента;
- магистрали, прокладываемые в электротехнических и других специальных помещениях с доступом только для квалифицированного и обученного персонала, как правило, выполняются открыто; на отдельных участках, например при проходе вдоль дверных проемов, выполняется скрытая прокладка;
- в производственных помещениях способ прокладки магистрали определяется в проектной документации; открытая прокладка магистрали возможна на отдельных участках или по всему помещению при условии расположения проводника, исключающего его непреднамеренное механическое или химическое повреждение;
- в помещениях с доступом для обычных лиц проводники магистрали в необходимых случаях прокладываются с механической защитой, например, скрыто в полу и/или в перегородках;

- в ряде помещений, например, в медицинских помещениях, могут предъявляться специальные требования к защите проводников и/или к способу прокладки в связи с возможностью образования токсичных соединений при санитарно-технической обработке помещений.

*) Циркуляр одобрен Ростехнадзором

АССОЦИАЦИЯ «РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ» ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР № 11/2006

г. Москва

16 октября 2006 г.

О заземляющих электродах и заземляющих проводниках

В главе 1.7 «Правил устройств электроустановок» (ПУЭ) седьмого издания были учтены требования к заземляющим устройствам и защитным проводникам, установленные ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54, публикация 1980 года с изменениями 1982 года) и некоторые требования дополнительного стандарта МЭК 60364-5-548, публикация 1996 года с изменениями 1998 года.

К настоящему времени выпущена новая редакция стандарта ИЕС 60364-5-54 (ИЕС:2002), в которой уточнены требования к выбору заземляющих электродов и заземляющих проводников, проложенных в земле.

Целью настоящего циркуляра является разъяснение по выполнению ряда требований главы 1.7 ПУЭ в части приведения их в соответствие с новыми международными требованиями, регламентированными стандартом МЭК 60364-5-54 в публикации 2002 года и в связи с поступающими запросами.

В циркуляре также отражены некоторые требования по выполнению электрических соединений заземляющих устройств.

С выходом настоящего циркуляра подтверждается возможность использования расширенной, по сравнению с положениями главы 1.7 ПУЭ, номенклатуры заземляющих электродов и проводников, представленных на российском рынке.

При выборе материалов и размеров заземляющих электродов и заземляющих проводников предлагается руководствоваться следующим:

- материалы и размеры заземляющих электродов должны выбираться с учетом защиты от коррозии, соответствующих термических и механических воздействий;

- минимальные размеры заземляющих электродов из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости, проложенных в земле, приведены в таблице 1;

- сечение заземляющих проводников должно соответствовать расчетным формулам п. 1.7.126. ПУЭ, при этом ожидаемые токи повреждений не должны вызывать недопустимых перегревов;

- минимальное сечение заземляющих проводников в системе защитного заземления TN может быть принято равным: $6 \text{ мм}^2 \text{ Cu}$, $16 \text{ мм}^2 \text{ Al}$, $50 \text{ мм}^2 \text{ Fe}$, при условии, что протекание существенных токов повреждения, (превосходящих допустимый ток заземляющего проводника) не ожидается;

- минимальные поперечные сечения заземляющих проводников, проложенных в земле, приведены в таблице 2;

- при использовании заземляющего устройства для установки выше 1 кВ с изолированной нейтралью (с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор) и одновременно для установки до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью, например, на трансформаторных подстанциях 10(6)/0.4 кВ, сечение заземляющего проводника, соединяющего сторонние проводящие части установки с заземлителем, следует принимать с учетом расчетного тока замыкания в электроустановке выше 1 кВ с изолированной нейтралью;

- соединения заземляющих электродов и защитных проводников в соответствии с требованиями п. 1.7.139. ПУЭ должны выполняться по второму классу соединений по ГОСТ 10434 «Соединения контактные электрические. Общие технические требования»;

- при соединении элементов заземляющих устройств, выполненных из различных материалов, следует учитывать возможность возникновения электрохимической коррозии;

- соединения элементов заземляющих устройств, выполненных из черного металла, рекомендуется выполнять сваркой, соединения элементов заземляющих устройств, выполненных из других материалов, рекомендуется выполнять с использованием специальных соединителей.

Таблица 1 - Минимальные размеры заземляющих электродов из наиболее распространенных материалов с точки зрения коррозионной и механической стойкости, проложенных в земле

Материал	Поверхность	Профиль	Минимальный размер			
			Диаметр мм	Площадь поперечного сечения мм ²	Толщина мм	Толщина покрытия/оболочки мк
Сталь	Черный ¹ металл без антикоррозионного покрытия	Прямоугольный ²		150	5	
		Угловой		150	5	
		Круглые стержни для заглубленных электродов ³	18			
		Круглая проволока для поверхностных электродов ⁴	12			
		Трубный	32		3.5	
	Горячего оцинкования ⁵ или нержавеющей ^{5, 6}	Прямоугольный ²		90	3	70
		Угловой		90	3	70
		Круглые стержни для заглубленных электродов ³	16			70

Материал	Поверхность	Профиль	Минимальный размер			
			Диаметр мм	Площадь поперечного сечения мм ²	Толщина мм	Толщина покрытия/оболочки мк
		Круглая проволока для поверхностных электродов ⁴	10			50 ⁷
		Трубный	25		2	55
Сталь	В медной оболочке	Круглые стержни для заглубленных электродов ³	15			2000
	С электрохимическим медным покрытием	Круглые стержни для заглубленных электродов ³	14			100
Медь	Без покрытия ⁵	Прямоугольный		50	2	
		Круглый провод для поверхностных электродов ⁴		25 ⁸		
		Трос	1,8 для каждой проволоки	25		
		Трубный	20		2	
	Луженая	Трос	1,8 для каждой проволоки	25		5
	Оцинкованная	Прямоугольный ⁹		50	2	40

¹ Срок службы при скорости коррозии в нормальных грунтах 0,06 мм в

- год составляет 25 - 30 лет.
- ² Прокат или нарезанная полоса со скругленными краями.
- ³ Заземляющие электроды рассматриваются как заглубленные, когда они установлены на глубине более 0,5 м.
- ⁴ Заземляющие электроды рассматриваются как поверхностные, когда они установлены на глубине не более 0,5 м.
- ⁵ Может также использоваться для электродов, уложенных (заделанных) в бетоне.
- ⁶ Применяется без покрытия.
- ⁷ В случае использования проволоки, изготовленной методом непрерывного горячего цинкования, толщина покрытия в 50 мк принята в соответствии с настоящими техническими возможностями.
- ⁸ Если экспериментально доказано, что вероятность повреждения от коррозии и механических воздействий мала, то может использоваться сечение 16 мм².
- ⁹ Нарезанная полоса со скругленными краями.

Таблица 2 - Минимальное поперечное сечение заземляющих проводников проложенных в земле

	Механически защищенные	Механически не защищенные
Защищенные от коррозии	2,5 мм ² Cu 10 мм ² Fe	16 мм ² Cu 16 мм ² Fe
Не защищенные от коррозии	25 мм ² Cu 50 мм ² Fe	

Источник: www.tehlit.ru

Комментарий ВНИПИ Тяжпромэлектропроект

В настоящее время готовится к выпуску ГОСТ Р 505 71.XX-2011, являющийся прямым приемником стандарта МЭК 60364-5-54:2002 «Электроустановки зданий. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и проводники уравнивания потенциалов».

С выходом указанного ГОСТа, возможно, потребуется пересмотр циркуляра.

3. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРО- ЭНЕРГИИ, НАДЕЖНОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ

Использование эффекта сверхпроводимости

В настоящее время сверхпроводимостью занимается ряд предприятий и организаций России, в том числе Корпорация «Русский сверхпроводник», которая в 2010 году на общероссийском форуме в области энергосбережения была удостоена премии как «Лучшая компания – разработчик энергоэффективных технологий».

Корпорация «Русский сверхпроводник» любезно предоставила информационные материалы этой организации. Ниже приведены выдержки из этих материалов, касающиеся сверхпроводниковых кабелей, а также сверхпроводниковых ограничителей токов короткого замыкания.

Сверхпроводниковые устройства для ограничения токов короткого замыкания

Прогрессивная технология сверхпроводимости и оборудования, использующего это явление в электроэнергетике, – тема большого количества публикаций, одна из которых посвящена достижениям Корпорации «Русский сверхпроводник» [1]. В этой статье говорится:

«Структура генерирующих мощностей страны формируется за счет сооружения в оптимальных пропорциях атомных, компенсационных, тепловых, гидравлических и маневренных электростанций различных типов при комплексной замене устаревших агрегатов действующих электростанций.

Реализация основных стратегических направлений развития электроэнергетики предполагает существенное расширение эксплуатационных возможностей известных технических средств и разработку принципиально новых устройств с повышенными техническими характеристиками.

Основной целью развития схем транспорта электроэнергии является расширение рынка сбыта электрической энергии и

обеспечение надежного энергоснабжения потребителей электроэнергией высокого качества».

Электропередача переменного тока содержит три основных элемента, обеспечивающих электроснабжение нагрузки: электрические машины – генераторы и синхронные компенсаторы, трансформаторы и линии электропередачи (ЛЭП), в том числе кабельные.

Из всего комплекса устройств с использованием сверхпроводниковых материалов для электроэнергетики могут представлять интерес электрические машины, трансформаторы, силовые кабели, токоограничивающие устройства и накопители электроэнергии.

В связи с появлением высокотемпературных сверхпроводников на основе $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (ВТСП-2), работающих при температуре жидкого азота (77K), и развитием технологии производства гибкихмоточных СП проводов (лент) в промышленно развитых странах резко усилился интерес к использованию сверхпроводниковых электротехнических устройств в генерации, передаче, распределении и регулировании потоков электроэнергии. Увеличение плотности тока, повышение удельной мощности, а также наличие особых, присущих только сверхпроводникам, физических свойств создают предпосылки для разработки высокоэффективных видов электроэнергетического оборудования.

Технические характеристики разработанных к настоящему времени низкотемпературных сверхпроводящих материалов (проводов и лент) обеспечивают возможность их использования практически во всех электроэнергетических объектах.

Преимуществом использования сверхпроводниковых материалов является снижение практически до нуля омических потерь в активном сопротивлении токопроводящих элементов. Указанное свойство, а также способность при захлаживании вытеснять из своего объема магнитное поле позволяет конструировать из сверхпроводников генераторы, синхронные компенсаторы, моторы, кинетические накопители энергии, трансформаторы и кабельные линии электропередачи.

Кабели на базе ВТСП-2 материалов с повышенной (до 8 раз) токонесущей способностью позволяют передавать требуемую мощность на меньшем напряжении, что позволяет уменьшить габариты повышающих и понижающих трансформаторов. В результате решается проблема транспорта электроэнергии в условиях жесткого ограничения сечения ЛЭП и площадей, занимаемых подстанциями при туннельных вводах большой единичной мощности в города и на крупные предприятия с большим энергопотреблением.

Надёжность и устойчивость электрических сетей определяется возможностью ограничения токов короткого замыкания (КЗ). Свойство сверхпроводников мгновенно переходить в нормальное (резистивное) состояние позволяет создать новый класс токоограничивающих устройств – сверхпроводниковые ограничители тока (СОТ). Одним из применяемых в настоящее время путей ограничения токов КЗ является установка в цепи токоограничивающих бетонных реакторов. Однако при использовании таких реакторов невозможно удовлетворить одновременно требования по токоограничению, величине потерь и качеству напряжения на электроприемниках в нормальных режимах. СОТ имеет в нормальном режиме невысокий импеданс, практически не влияющий на работу сети, но который многократно увеличивается при коротком замыкании, позволяя уменьшить ток КЗ до требуемой величины.

Использование СОТ может оказаться эффективным как на существующих подстанциях, так и на вновь проектируемых. На существующих подстанциях постановка СОТ оказывается целесообразной в случае изменения схемы питания подстанции с существенным увеличением тока КЗ на ее шинах и присоединениях на напряжении 6-10 кВ, например, при увеличении класса напряжения на шинах ВН или при изменении количества питающих линий электропередач.

Вопрос ограничения токов короткого замыкания по требованиям оборудования актуален не только для распределительных сетей и подстанций с напряжением 6-10 кВ. При современном развитии сетей уровень токов КЗ в сетях ВН 110 кВ и выше может достигать величины 100 кА. Значение тока КЗ на шинах

превышает 105 кА – максимальный ток отключения для выключателей, выпускаемых в нашей стране. Установка в этих цепях СОТ с уровнем ограничения тока КЗ хотя бы в 3 раза позволила бы использовать в этих цепях серийные отечественные выключатели с соответствующим значительным снижением затрат.

При помощи СОТ может быть решен вопрос токоограничения при соблюдении требований по самозапуску двигателей в цепях собственных нужд электростанций и ТЭЦ, а также на промышленных предприятиях со сложными непрерывными технологическими процессами. При этом могут быть улучшены оба параметра, влияющие на самозапуск двигателей: увеличено напряжение на шинах с подключенными двигателями, которое прикладывается к ним после отключения короткого замыкания, и уменьшена длительность посадки напряжения при коротком замыкании за счет уменьшения времени торможения двигателей.

В случае установки в рассматриваемых цепях бетонных реакторов, реактанс которых выбирается по уровню токоограничения, напряжение за ними после ликвидации короткого замыкания может оказаться недостаточным для самозапуска двигателей. Исходя из этих соображений, в ряде случаев приходится отказываться от установки токоограничивающих реакторов, завышая при этом коммутационную способность выключателей и удорожая тем самым стоимость распределительных устройств.

Установка СОТ в цепь секционного выключателя позволяет держать его нормально замкнутым, не боясь увеличения тока КЗ. При этом время работы с пониженным напряжением определится только временем отключения поврежденного присоединения или ввода питания. Снижение же напряжения на той секции, где нет короткого замыкания вообще, практически не произойдет.

Технические характеристики СОТ:

- минимальный реактанс в нормальном режиме,
- уровень токоограничения, скоординированный как по допустимой величине тока КЗ в конкретной сети, так и по требованиям релейной защиты и условиям эксплуатации основного оборудования,

- мгновенное быстроедействие,
- минимальное время восстановления после отключения КЗ.

Применение СОТ совместно с СП кабелями и трансформаторами позволяет реализовать более дешёвые, устойчивые и надёжные системы электроснабжения (Рис.1.)

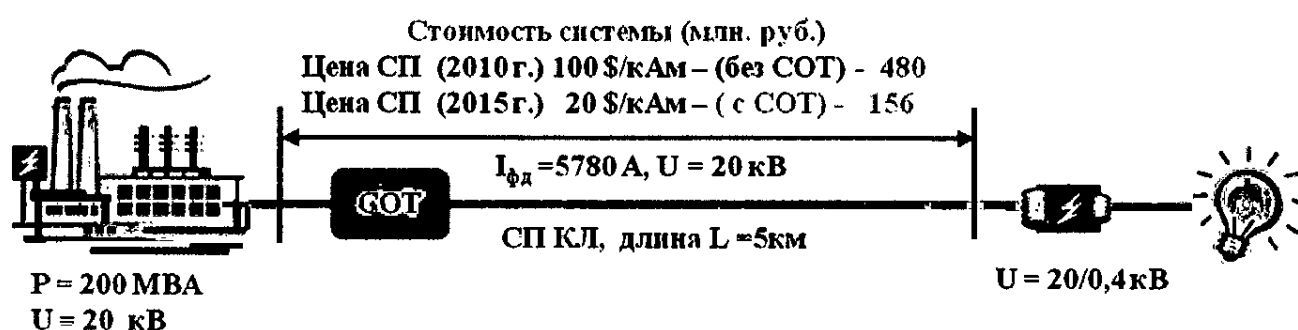


Рис.1. Элемент сети в исполнении на основе ВТСР-2

Появление высокотемпературных сверхпроводников (ВТСР) сделало возможным создание принципиально нового, самоуправляемого токоограничивающего устройства – сверхпроводникового токоограничителя (СОТ). В нормальном режиме импеданс СОТ имеет невысокую величину (близкую к нулю), практически не влияющую на снижение уровня напряжения в защищаемой им сети, в отличие от индуктивных токоограничивающих реакторов (рис. 1). Однако при коротком замыкании импеданс СОТ резко возрастает, что позволяет ограничить ток до существенно меньшего значения, чем упомянутые выше реакторы.

Стоимость системы с применением СП кабельной линии уже при нынешней цене СП материала 100 \$/кАм на 8% ниже традиционного исполнения. При снижении цены СП материала до 20 \$/кАм, ожидаемом к 2015 году, и применения СОТ стоимость системы снизится более чем в 3 раза.

Таким образом, СОТ является практически безальтернативным устройством, позволяющим скоординировать прогрессирующий рост токов КЗ в энергосистемах с отключающей способностью выключателей и термической и динамической стойкостью всего оборудования электрических систем.

Корпорация «Русский сверхпроводник», объединяя усилия многих ведущих научных, академических и производственных предприятий, занимается разработкой технологии и организацией производства высокотемпературных сверхпроводников второго поколения (ВТСП -2) и электротехнических устройств на их основе. К настоящему времени завершены НИР, определившие основные технологические процессы, позволяющие создать линию по производству ВТСП -2 ленты.

Разработаны, изготовлены и находятся на различных стадиях испытаний ограничители токов КЗ (Рис.2.) для уровня сетей 3,5 кВ (постоянного тока железнодорожного транспорта), током отключения 300 А и с приемлемыми временными характеристиками.

27-29 октября 2010 года в здании Правительства г. Москвы прошла XXVII Конференция и выставка «МОСКВА: проблемы и пути повышения энергоэффективности» - главный общероссийский форум в области энергосбережения, который в течение семнадцати лет демонстрирует свою высокую значимость в решении приоритетных задач по повышению энергоэффективности московской и российской экономики [3].

В форуме принимали участие руководители федеральных и региональных отраслевых ведомств, специалисты ведущих производственных, проектных, строительных, монтажных, эксплуатационных и научных организаций из более чем 80 городов России. Огромный интеллектуальный и производственный потенциал участников форума способствовал качественной оценке достигнутых результатов и определению путей дальнейшей реализации энергосберегающей политики не только для Москвы, но и для других регионов Российской Федерации. В рамках конференции состоялся X Международный симпозиум «Энергетика крупных городов», было проведено 20 заседаний секций, семинаров и круглых столов, на которых было обсуждено более 200 докладов.

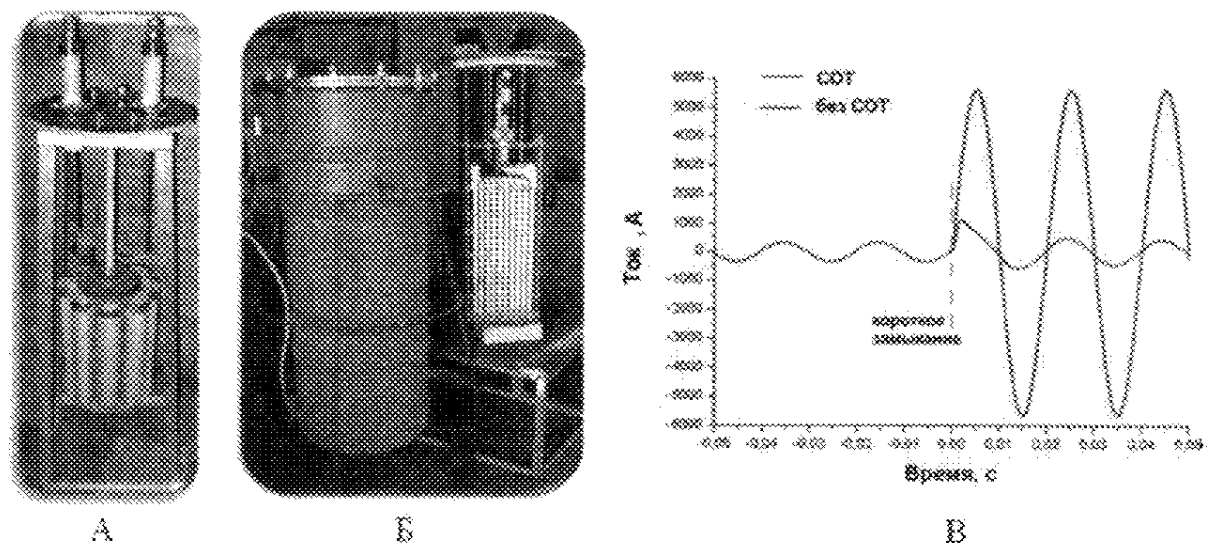


Рис. 2. Сверхпроводниковый ограничитель токов КЗ COT-1 (А), COT-2 (Б) и осциллограмма токов (В)

На прошедшем вышеназванном мероприятии Компания «Русский сверхпроводник» завоевала премию в области энергосбережения «Берегите энергию 2010» в номинации за производство энергосберегающей продукции и внедрение энергоэффективных технологий как «Лучшая компания-разработчик энергоэффективных технологий». Премия вручена за успехи в разработке сверхпроводникового оборудования для энергетических систем и электрифицированного транспорта (ограничителей тока короткого замыкания и кинетических накопителей энергии) в категории «Силовое оборудование. Пускорегулирующая аппаратура, автоматические выключатели». Премии вручал руководитель подкомитета РСПП по энергоэффективности и возобновляемой энергетике Валентин Борисович Иванов.

В своем выступлении генеральный директор компании «Русский сверхпроводник» Александр Кацай отметил, что получение награды в области энергоэффективности показывает два значительных момента. Первый касается заслуги многочисленного коллектива разработчиков, конструкторов, техников и рабочих из отраслевых, академических и образовательных организаций, которые участвуют в создании и испытаниях перспективных изделий для большой энергетики. Второй момент показывает, что

в сознании общества происходит постепенный поворот к положительному восприятию новейших достижений науки и техники, которые могут дать старт значительному изменению в технологическом укладе промышленности, энергетики, транспорта, других отраслей и всего нашего общества в целом.

Литература

1. Сверхпроводниковые устройства для электроэнергетических систем. Александр Кацай, Александр Авдиенко, Дмитрий Комаров, Александр Гаркавенко// ЭНЕРГО-ИНФО, 2010, № 10 (45), с. 70 – 72.

2. Макетный образец однофазного сверхпроводникового токоограничителя. Информационный материал Корпорации «Русский сверхпроводник».

От редакции

Информация по сверхпроводниковым накопителям энергии и другим разработкам Корпорации «Русский сверхпроводник», а также более подробная информация по сверхпроводниковым ограничителям токов к.з. будет приведена в последующих выпусках ИИМ.

Режимы нейтрали в сетях 6-35кВ

Комментарий ВНИПИ Тяжпромэлектропроект

В России, как правило, используется преимущественно система с изолированной нейтралью.

Правильно ли это? По всей видимости, такой режим нейтрали при проектировании часто принимается традиционно, без должного анализа.

В то же время ПУЭ рекомендуют использовать не только изолированную нейтраль, но и нейтраль, заземленную через дугогасящий реактор или через резистор. Необходимо в конкретных случаях учитывать преимущества и недостатки разных режимов нейтрали.

В требованиях к распределительному электросетевому комплексу (Техническая политика ФСК), опубликованному в ИИМ-4-2010 г., говорится:

«При новом строительстве и реконструкции сетей напряжением 6-35 кВ необходимо рассматривать варианты проектных решений сети с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор с автоматической компенсацией емкостных токов, и нейтралью, заземленной через резистор».

В журнале «Энергоэксперт» №2 - 2010 г. опубликована статья о режимах нейтрали в сетях 6-35 кВ (статья приведена ниже). Информация, изложенная в статье, позволяет более осознанно отнестись к выбору режима нейтрали. Надо отдать должное авторам статьи за всесторонний анализ различных режимов.

Существенную помощь проектировщикам электроснабжения могут оказать материалы, опубликованные по этой теме в разные годы.

Перечень публикаций в журнале «Энергоэксперт»:

1. Челазнов А.А. Методические указания по выбору режима заземления нейтралей в сетях напряжением 6-10 кВ. № 1, 2007, стр. 60-67.

2. *Аношин О.А.* Режимы заземления нейтрали. Распределительные сети XXI века: куда идти? № 1, 2008, стр.20-23.
3. Для дальнейших действий необходим регламент. «Круглый стол», проведенный журналом «Энергоэксперт» 8 февраля 2008 года. № 1, 2008, стр. 24-31.
4. Общие требования по выбору режима заземления нейтрали в распределительных сетях 3-35 кВ (проект-предложение). № 1, 2008, стр. 32-39.
5. *Д. Гриффель, Ю. Хармланд, В. Лейтилофф, Дж. Бергеаль.* Распределительные сети Франции: опыт перехода на другой режим заземления нейтрали. № 1, 2008, стр. 40-47.
6. *Евдокунин Г.А.* Системы заземления нейтралей сетей средних классов напряжений (6-10 кВ). № 1, 2008, 84-88.
7. *Шалин А.И.* Защита от замыканий на «землю» сетей средних классов напряжений (6-10 кВ). № 1, 2008, стр. 91-96.
8. *Сарин Л.И., Ильиных М.В., Ширковец А.И., Буянов Э.В., Шамко В.Н.* Анализ результатов мониторинга процессов при однофазных замыканиях на «землю» в сети 6 кВ с дугогасящими реакторами и резисторами в нейтрали. № 1, 2008, стр. 98-106.
9. *Миронов И.А., Коновалов Е.Ф.* Современные проблемы режимов заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ. № 3, 2008, стр. 98-105.
10. *Беляев А.В., Сарин Л.И., Челазнов А.А.* Тема - важная, попытка - неудачная. № 3, 2008, стр. 106-107.

Режимы заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ и организация релейной защиты от однофазных замыканий на землю

ТИТЕНКОВ С.С., генеральный директор ООО «Энерган», к.т.н.
ПУГАЧЕВ А.А. директор по развитию ООО «Энерган», к.т.н.

Рассматриваются вопросы, связанные с эксплуатацией, новым строительством, реконструкцией и модернизацией устройств РЗА, находящихся в собственности разных компаний.

Выбор режима заземления нейтрали в сети 6-35 кВ (или, по-другому, способа заземления нейтрали) - исключительно важный вопрос при проектировании и эксплуатации (реконструкции). Режим заземления нейтрали в сети 6-35 кВ определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор ОПН для защиты от перенапряжений;
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;
- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.

Таким образом, очевидно, что режим заземления нейтрали в сети 6-35 кВ влияет на значительное число технических решений, которые реализуются в конкретной сети.

В сетях среднего напряжения (с номинальным напряжением до 69 кВ по зарубежной классификации) применяются 4 режима заземления нейтрали (рис. 1).

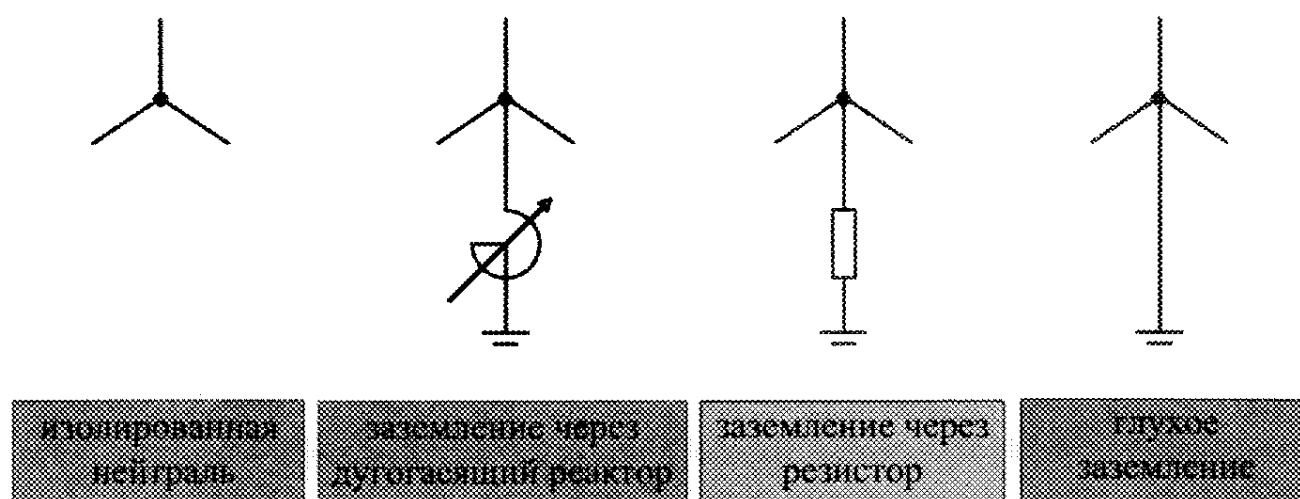


Рис. 1. Режимы заземления нейтрали сетей среднего напряжения

То есть всего в мире в сетях среднего напряжения (до 69 кВ), в отличие от сетей высокого напряжения (110 кВ и выше), используются четыре возможных варианта заземления нейтральной точки сети, а именно:

- изолированная (незаземленная);
- заземленная через дугогасящий реактор;
- заземленная через резистор (низкоомный или высокоомный);
- глухозаземленная (в России не применяется).

Кроме указанных четырех режимов заземления нейтрали в мире применяется также комбинация (параллельное включение) дугогасящего реактора и резистора. Например, такая комбинация встречается в воздушных сетях 20 кВ Германии, где дугогасящий реактор обеспечивает гашение кратковременных однофазных перекрытий изоляции на землю, а низкоомный резистор подключается к нейтрали сети параллельно реактору только кратковременно специальным однофазным силовым выключателем. Резистор в такой схеме служит для селективного определения фидера с устойчивым однофазным замыканием на землю.

Таблица 1. Режим заземления нейтрали в сетях среднего напряжения 3-69 кВ в различных странах мира

Страна	Способ заземления нейтрали			
	Изолиро- ванная	Заземленная через реактор	Заземленная через резистор	Глухозазе- мленная
Россия	+	+		
Австралия			+	+
Канада			+	+
США			+	+
Испания		+	+	+
Португалия			+	
Франция		+	+	
Япония			+	
Германия		+	+	
Австрия		+	+	
Бельгия			+	
Великобритания			+	+
Швейцария		+	+	
Финляндия	+	+	+	
Италия		+	+	
Чехия		+	+	
Словакия		+	+	
Швеция		+	+	
Норвегия		+	+	

Если посмотреть на мировую практику эксплуатации сетей среднего напряжения (см. табл.1), то хорошо видно, что в отличие от России, где используется режим изолированной нейтрали (примерно 80% сетей 6-35 кВ) и режим заземления через дугогасящий реактор (примерно 20% сетей 6-35 кВ), в других странах чаще всего применяется заземление нейтрали через резистор или дугогасящий реактор. Режим заземления нейтрали через резистор сравнительно новый и используется в России в ограниченном числе сетей 6-35 кВ. Впервые режим резистивного заземления нейтрали использовался в России в карьерных сетях 6 кВ в 1978-1983 г. [1, 2] и сетях 6 кВ собственных нужд блочных

электростанций примерно в 1987 г. [3]. Однако, несмотря на полученный положительный опыт, развития использования резистивного заземления нейтрали в СССР не произошло. Вероятно, это было связано с отсутствием в основном нормативном документе – «Правилах устройства электроустановок» разрешения на использование режима резистивного заземления нейтрали.

В настоящее время в России в сетях 6-35 кВ нормативными документами (Правилами устройства электроустановок) разрешены к применению только три режима заземления нейтрали. Пункт 1.2.16 ПУЭ, введенных в действие с 1 января 2003 г., гласит:

«...работа электрических сетей напряжением 3–35 кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор».

Таким образом, в сетях 6-35 кВ в России разрешены все режимы заземления нейтрали, кроме глухого заземления.

Четкого определения и рекомендаций, в каких случаях в сетях 6-35 кВ должен использоваться тот или иной режим заземления нейтрали, в ПУЭ, к сожалению, нет. В том же пункте 1.2.16 только указаны граничные емкостные токи, начиная с которых должна применяться компенсация емкостного тока:

«Компенсация емкостного тока замыкания на землю должна применяться при значениях этого тока в нормальных режимах:

- в сетях напряжением 3-20 кВ, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи, и во всех сетях напряжением 35 кВ - более 10 А;
- в сетях, не имеющих железобетонных и металлических опор на воздушных линиях электропередачи:
- более 30 А при напряжении 3-6 кВ;
- более 20 А при напряжении 10 кВ;
- более 15 А при напряжении 15-20 кВ;
- в схемах генераторного напряжения 6-20 кВ блоков генератор-трансформатор – более 5А».

Отсутствие рекомендаций по использованию режима нейтрали в сетях 6-35 кВ в ПУЭ, скорее всего, связано со сложностью формирования таких рекомендаций для большого разнообразия сетей 6-35 кВ (сельских, городских, сетей промышлен-

ных предприятий и др.) и необходимости учета при этом многих условий.

Из других нормативных документов, касающихся режима заземления нейтрали, можно отметить также РД 34.20.179 (ТИ 34-70-070-87) «Типовая инструкция по компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ». Это документ, касающийся исключительно компенсации емкостного тока замыкания на землю с помощью дугогасящих реакторов (катушек). Другие режимы заземления нейтрали в нем не рассматриваются.

В части существующих нормативных документов следует отметить отдельный пункт 5.11.8 в последней редакции «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей», посвященный режиму заземления нейтрали, который гласит: «...В сетях собственных нужд 6 кВ блочных электростанций допускается режим работы с заземлением нейтрали сети через резистор».

Режим изолированной нейтрали

Режим изолированной нейтрали используется в России достаточно давно, и подавляющее большинство сетей 6-35 кВ (примерно 80%) работает именно с этим режимом заземления нейтрали.

На рис. 2 приведена типовая двухтрансформаторная подстанция с изолированной нейтралью на стороне 6-10 кВ.

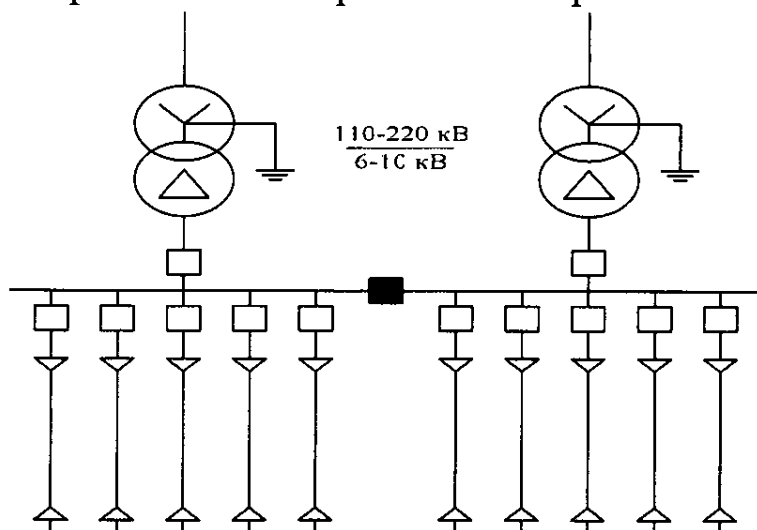


Рис. 2. Понижающая подстанция с изолированной нейтралью на стороне 6-10 кВ

Как видно из рис. 2, в этом случае нейтральная точка в сети 6-10 кВ физически отсутствует, так как обмотки силовых трансформаторов на стороне 6-10 кВ соединены в треугольник. В сетях 35 кВ с изолированной нейтралью нейтральная точка физически присутствует, так как обмотки трансформаторов 35 кВ в большинстве случаев соединены в звезду с выводом нейтральной точки через отдельный проходной изолятор на крышку бака трансформатора.

Многолетний опыт эксплуатации сетей с изолированной нейтралью, накопленный не только в России, но и во всем мире, позволяет говорить о существенных недостатках режима изолированной нейтрали в сетях 6-35 кВ, таких как:

- дуговые перенапряжения и пробой изоляции на первоначально неповрежденных фидерах при однофазных замыканиях на землю в сети;
- возможность возникновения многоместных повреждений изоляции (одновременное повреждение изоляции нескольких фидеров) при однофазных замыканиях на землю;
- повреждения трансформаторов напряжения (НТМИ, ЗНОЛ, ЗНОМ) при замыканиях на землю;
- сложность обнаружения места повреждения (места замыкания);
- неправильная работа релейных защит от однофазных замыканий на землю;
- опасность электропоражения персонала и посторонних лиц при длительном существовании замыкания на землю в сети.

В связи с наличием такого количества недостатков режим изолированной нейтрали в сетях 6-35 кВ был исключен в подавляющем большинстве стран Европы, Северной и Южной Америки, Австралии и других странах еще в 40–50-х годах прошлого века.

В сетях среднего напряжения 3-69 кВ стран Европы, Северной и Южной Америки, Австралии режим изолированной нейтрали применяется крайне редко (в исключительных случаях). В основном сети среднего напряжения 3-69 кВ этих стран работают с нейтралью, заземленной через резистор или дугогасящий реактор.

Одна из стран, в которых имеется значительное число сетей с изолированной нейтралью, – Финляндия. Там указанный режим используется исключительно в воздушных сетях 20 кВ и его применение существенно отличается от отечественной практики эксплуатации. В частности, при наличии режима изолированной нейтрали в сети 20 кВ защиты от замыканий на землю действуют на мгновенное отключение поврежденной воздушной линии. При отказе в отключении выключателя отходящей линии с выдержкой времени 0,5 секунды отключается выключатель ввода на секцию. Режим изолированной нейтрали в воздушных сетях 20 кВ Финляндии применяется исключительно для повышения чувствительности защит от замыканий на землю, так как сопротивление грунта на большей части территории этой страны в 20-50 раз выше, чем среднеевропейское. При таком высоком удельном сопротивлении грунта заземление нейтрали (глухое или через резистор) не увеличивает ток в поврежденном фидере, так как он в основном определяется сопротивлением грунта. Применение изолированной нейтрали в данном случае является вынужденной мерой и причина такого технического решения – не обеспечение надежности электроснабжения, а повышение чувствительности защит от замыканий на землю и безопасности людей.

Режим заземления нейтрали в сети 6-35 кВ через дугогасящий реактор

На рис.3 приведена типовая двухтрансформаторная подстанция с нейтралью на стороне 6-10 кВ, заземленной через дугогасящий реактор.

В этом режиме на секцию шин 6-10 кВ через специально выделенную ячейку подключается трансформатор вывода нейтрали (с соединением обмоток Y-0/D или Z-0) и дугогасящий реактор.

При однофазном замыкании на землю в сети дугогасящий реактор создает в месте повреждения индуктивную составляющую тока, равную емкостной. При этом суммарный ток в месте повреждения становится равным практически нулю, и первое возникшее в сети однофазное замыкание на землю можно не от-

ключать.

Режим с заземлением нейтрали через дугогасящий реактор (катушку) также достаточно давно используется в России в сетях с большими емкостными токами (городских сетях, сетях промышленных предприятий).

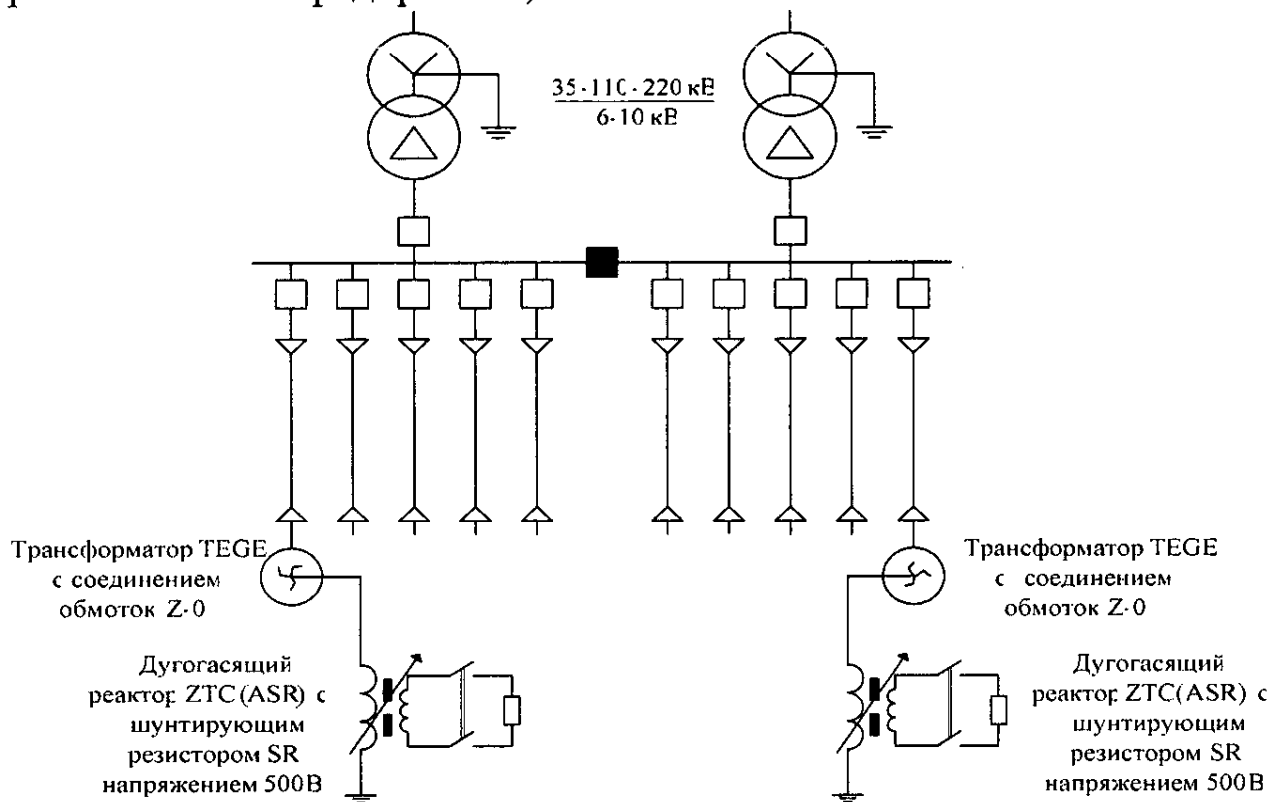


Рис. 3. Понижающая подстанция с нейтралью на стороне 6-10 кВ, заземленной через дугогасящий реактор

В сетях среднего напряжения 3-69 кВ европейских стран (Германия, Чехия, Швейцария, Австрия, Франция, Италия, Румыния, Польша, Финляндия, Швеция, Норвегия и др.) широко используется заземление нейтрали через дугогасящий реактор с шунтирующим низковольтным резистором (рис. 3). Низковольтный шунтирующий резистор напряжением 500 В подключается через специальный контактор во вторичную силовую обмотку 500 В дугогасящего реактора. Такое техническое решение имеет следующие преимущества:

- отсутствие необходимости в немедленном отключении однофазного замыкания на землю и, соответственно, потребителя;

- малый остаточный ток в месте повреждения (не более 1-2 А);
- самоликвидация однофазных замыканий (особенно на воздушных линиях);
- возможность организации селективной автоматически действующей релейной защиты от однофазных замыканий на землю;
- исключение повреждений измерительных ТН из-за феррорезонансных процессов.

Структурная схема технического решения по заземлению нейтрали сети 6-10 кВ через дугогасящий реактор с шунтирующим низковольтным резистором приведена на рис. 4.

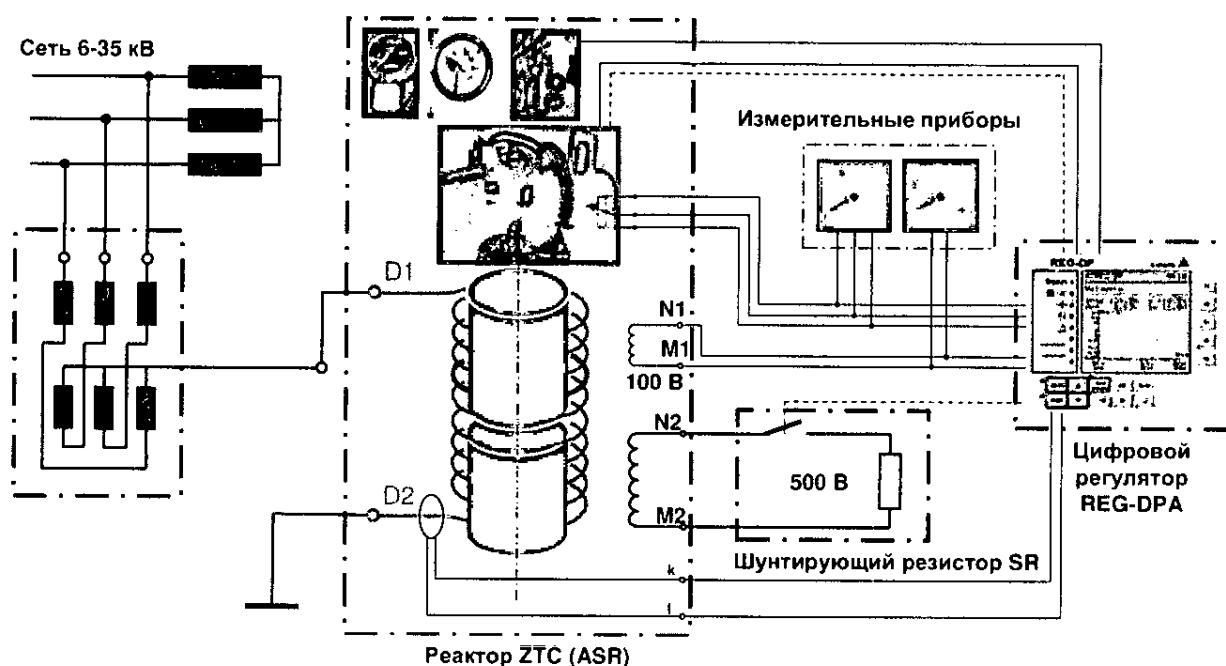


Рис. 4. Структурная схема технического решения по заземлению нейтрали сети 6-10 кВ через дугогасящий реактор

В существующих российских сетях 6-35 кВ с заземлением нейтрали через дугогасящие реакторы старой конструкции с ручным регулированием и реакторы с подмагничиванием, но без шунтирующего резистора существует проблема организации селективной защиты от однофазных замыканий на землю. В этих сетях не могут использоваться как простые токовые защиты от замыканий на землю (код ANSI 51G), так и направленные защиты (код ANSI 67N). Первые в связи с тем, что дугогасящий ре-

актор компенсирует ток однофазного замыкания (ток $3I_0$) в поврежденном присоединении практически до нуля. Вторые в связи с совпадением направления тока $3I_0$ в поврежденном и неповрежденных фидерах по направлению. В поврежденном фидере в направлении «от шин» течет индуктивный ток $3I_0$, по величине равный собственному емкостному току фидера, а в неповрежденных фидерах – собственные емкостные токи в направлении «к шинам».

Режим заземления нейтрали через дугогасящий реактор с шунтирующим низковольтным резистором, подключаемым во вторичную силовую обмотку напряжением 500 В, позволяет реализовать селективную защиту от замыканий на землю как с использование простых токовых защит (код ANSI 51G), так и более сложных направленных защит по направлению тока $3I_0$ (код ANSI 67N) или активной мощности нулевой последовательности («ваттметрические», код ANSI 32). Как правило, защиты от замыканий на землю в этом случае действуют на сигнал (ток в месте повреждения мал, и его немедленное отключение не требуется).

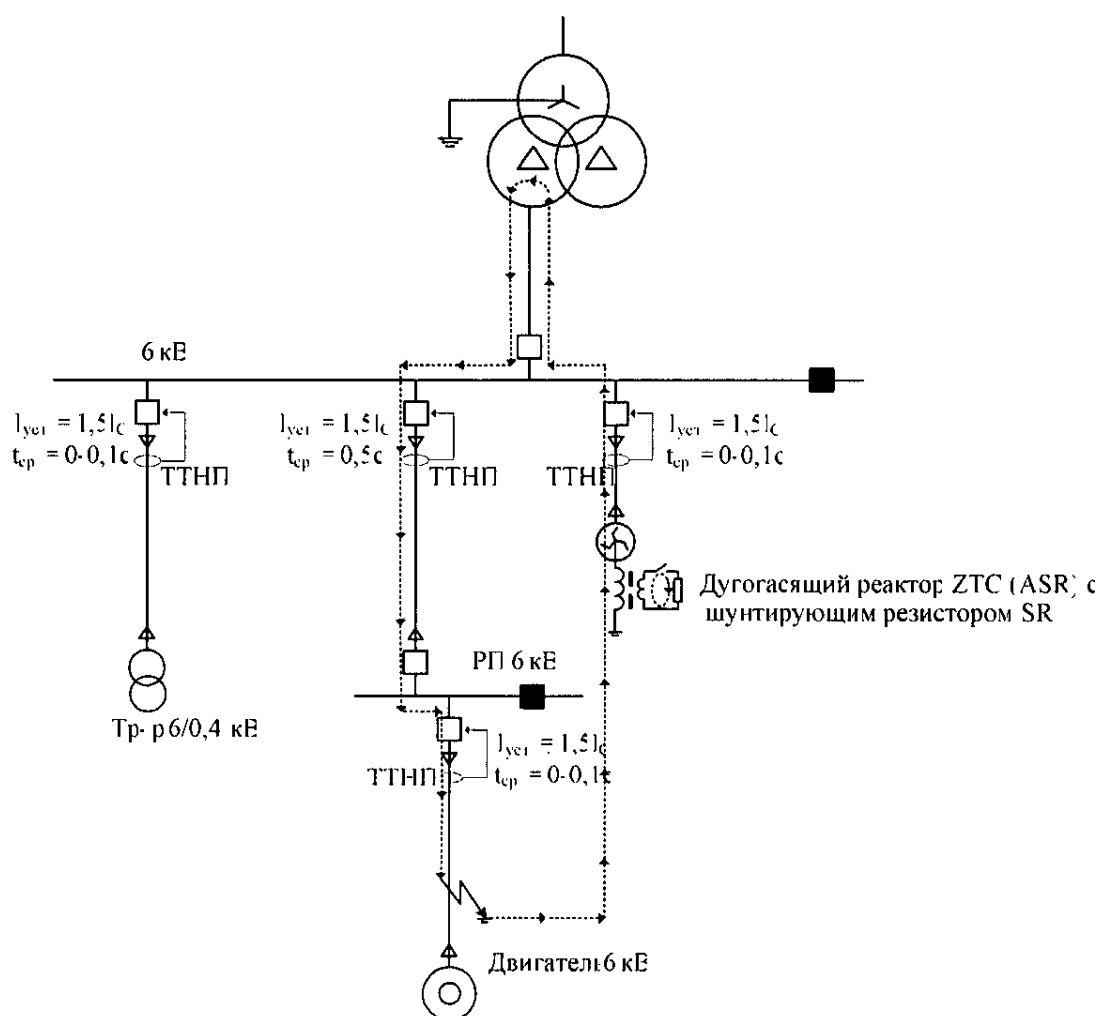


Рис. 5. Организация селективной релейной защиты от однофазных замыканий в сети с заземлением через дугогасящий реактор с шунтирующим низковольтным резистором

При наличии шунтирующего низковольтного (500 В) резистора логика использования дугогасящих реакторов следующая. До момента возникновения однофазного замыкания дугогасящий реактор настроен в резонанс, а шунтирующий резистор отключен. В начальной стадии замыкания дуга обычно неустойчива, и возникают повторные зажигания и гашения. При этом реактор действует как дугогасящее устройство и позволяет не отключать поврежденный фидер.

В том случае, если замыкание перешло в устойчивое с определенной выдержкой времени, задаваемой в регуляторе REG-DPA реактора, подключается шунтирующий резистор (на время от 1 до 3 секунд). Цифровой регулятор REG-DPA реактора дает команду на включение контактора шунтирующего резистора

напряжением 500 В, который подключается ко вторичной силовой обмотке реактора 500 В (рис. 5). Подключение шунтирующего резистора на 1-3 секунды создает только в поврежденном фидере активный ток $3I_0$, величина которого определяется сопротивлением резистора и может составлять от 5 до 50 А. Этого тока достаточно для селективного срабатывания даже обычной токовой защиты от замыканий на землю поврежденного присоединения. Уставка простых токовых защит (код ANSI 51G) от замыканий на землю по току $3I_0$ на фидерах выбирается исходя из собственного емкостного тока присоединения (или суммарного тока присоединения и питаемого им РП). Для современных цифровых защит с фильтрацией входного сигнала можно рекомендовать уставку на уровне 1,5 собственных емкостных тока присоединения. Уставка по времени защит от замыканий на землю при действии на сигнал может приниматься в диапазоне от 0 до 0,5 с в зависимости от необходимости отстройки от переходных процессов.

В нормальном режиме низковольтный шунтирующий резистор SR дугогасящего реактора отключен и не влияет на точность настройки компенсации. Резистор подключается только на время, требуемое для срабатывания защит от замыканий на землю (1-3 с). Термическая стойкость резистора, как правило, от 6 до 60 секунд. Подключение шунтирующего резистора регулятор REG-DPA реактора может выполнять как по факту перехода замыкания в устойчивое, так и просто через определенную выдержку времени (например, через 5 с после возникновения перемежающегося замыкания). Если замыкание в течение выдержки времени не перешло в устойчивое, то подключение шунтирующего резистора увеличивает активную составляющую в месте повреждения, тем самым способствуя стабилизации дуги (переходу замыкания в устойчивое). Если замыкание самоустранилось за время менее 5 с, резистор не подключается и сеть продолжает работать в нормальном режиме.

В проектной практике и эксплуатации мощность дугогасящего реактора выбирается исходя из емкостного тока сети и перспектив развития сети. В РД 34.20.179 (ТИ 34-70-070-87) мощность дугогасящих реакторов рекомендуется выбирать по

формуле:

$$Q_p = 1,25 \cdot \frac{U_{ном}}{\sqrt{3}} \cdot I_c$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий возможное развитие сети; $U_{ном}$ – номинальное напряжение сети; I_c – суммарный емкостный ток сети (включая емкостные токи РП при их питании от подстанции, где устанавливаются дугогасящие реакторы).

Мощность трансформатора для подключения дугогасящего реактора выбирается равной или большей мощности реактора.

Режим заземления нейтрали в сети 6-35 кВ через резистор (резистивное заземление нейтрали)

На рис. 6 приведена типовая двухтрансформаторная подстанция с нейтралью на стороне 6-10 кВ, заземленной через высоковольтный резистор.

В этом режиме на секцию шин 6-10 кВ через специально выделенную ячейку подключается трансформатор вывода нейтрали (с соединением обмоток Y-0/D или Z-0), в нейтраль которого включается резистор.

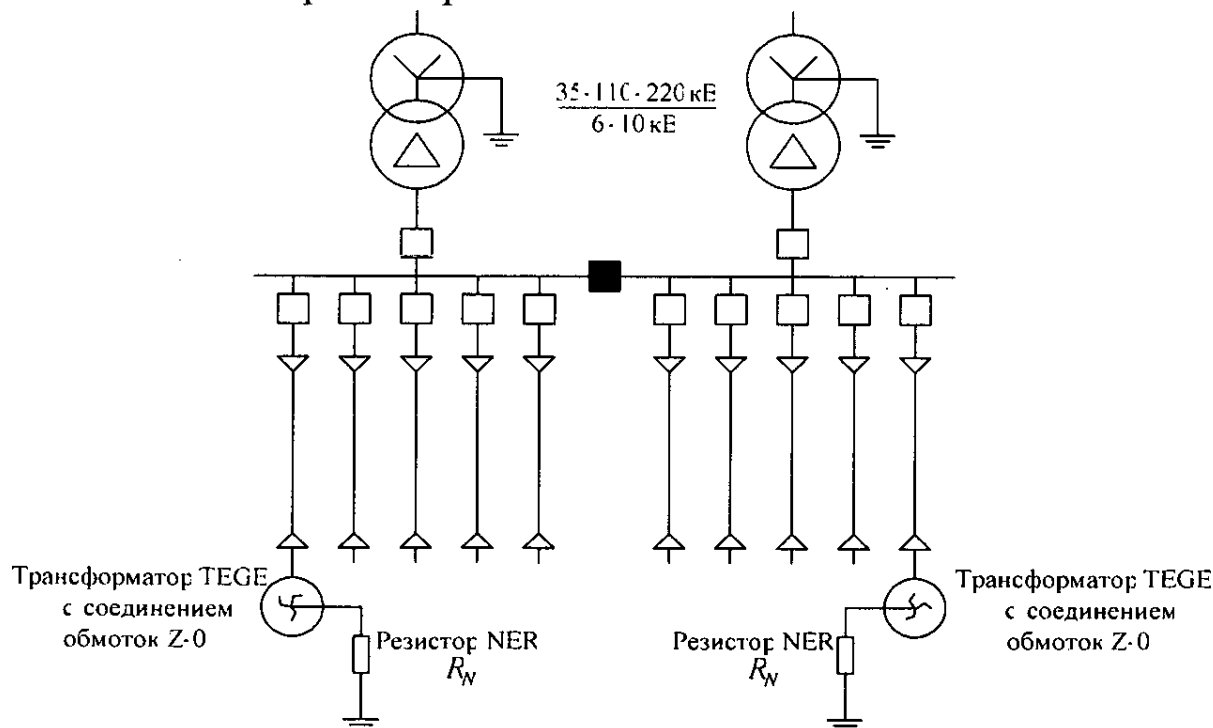


Рис. 6. Понижающая подстанция с нейтралью на стороне 6-10 кВ, заземленной через резистор

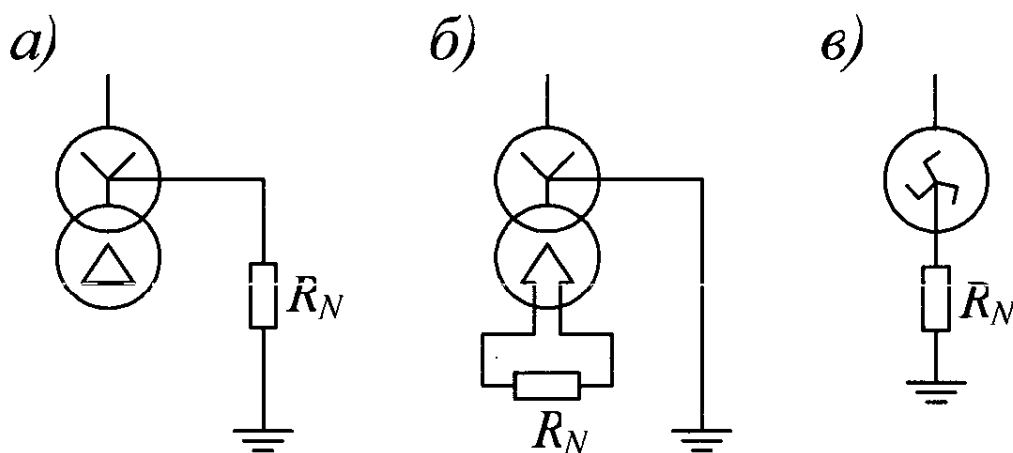


Рис. 7. Варианты включения резистора в сеть

На рис.7 приведены возможные варианты включения резистора в сеть. Как правило, для реализации резистивного заземления нейтрали используют варианты 7а и 7в. Вариант 7б достаточно редкий и требует для своей реализации специального трансформатора.

Все режимы заземления нейтрали через резистор (или, по-другому, резистивное заземление нейтрали) можно разделить на две большие группы с позиции создаваемого активного тока:

- высокоомное резистивное заземление нейтрали – это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостный ток сети) не превышает 10 А. Как правило, однофазное замыкание на землю при таком режиме заземления нейтрали можно не отключать, и защиты от замыканий на землю действуют на сигнал;
- низкоомное резистивное заземление нейтрали – это заземление нейтрали через резистор, при котором суммарный ток в месте замыкания (активный ток резистора плюс емкостный ток сети) превышает 10 А. Как правило, суммарный ток однофазного замыкания при этом режиме заземления нейтрали существенно превышает 10 А, а именно, достигает десятков и сотен ампер, что требует действия защит от замыканий на землю на отключение без выдержки времени (или малой выдержкой).

Указанное деление на высокоомное и низкоомное резистивное заземление в отечественных документах не выполнено. Четкая граница между этими двумя подвидами резистивного заземления нейтрали дана в зарубежных нормативных документах, в частности, в IEEE Std 142-1991 «Recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems».

Высокоомное резистивное заземление нейтрали может выполняться только в сетях с емкостным током I_C не более 5-7 А, при этом активный ток I_R , создаваемый резистором, должен быть больше емкостного тока сети:

$$I_C \leq 5 \div 7 \text{ А}$$

$$I_C \leq I_R$$

При высокоомном резистивном заземлении нейтрали суммарный ток в месте повреждения складывается из емкостного тока сети и активного тока, создаваемого резистором заземления нейтрали:

$$I_{\text{зам}} = \sqrt{I_C^2 + I_R^2}$$

Указанные активный и емкостный токи суммируются векторно и сдвинуты друг относительно друга на 90° (рис. 8).

При равенстве активного тока, создаваемого резистором, и емкостного тока сети суммарный ток в месте повреждения увеличивается всего в $\sqrt{2}$ раз. Так при емкостном токе сети величиной 5 А и активном токе 5 А, создаваемом резистором, суммарный ток в месте повреждения составит всего 7 А.

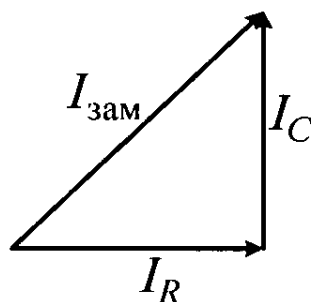


Рис. 8. Векторная диаграмма токов при однофазном замыкании в сети с резистивным заземлением нейтрали

Низкоомное заземление нейтрали может выполняться в сетях с любым емкостным током, при этом активный ток I_R , создаваемый резистором, также должен быть больше емкостного тока сети. Как правило, активный ток, создаваемый резистором, превышает емкостный ток сети не менее чем в 2 раза.

Обычно ток, создаваемый резистором при низкоомном резистивном заземлении нейтрали, лежит в пределах от 20 до 2000 А.

Выбор тока, создаваемого резистором, при низкоомном заземлении нейтрали является разумным компромиссом между двумя противоположными задачами: повышением чувствительности защит от замыканий на землю за счет увеличения тока однофазного замыкания и ограничением тока в месте повреждения (однофазного замыкания) для снижения объема разрушения оборудования.

Преимущества и недостатки сетей с нейтралью, заземленной через резистор, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Преимущества и недостатки сетей с нейтралью, заземленной через резистор

Преимущества	Недостатки
1. Отсутствие необходимости в немедленном отключении однофазного замыкания на землю (только для высокоомного заземления нейтрали). 2. Отсутствие дуговых перенапряжений. 3. Простая реализация релейной защиты. 4. Исключение повреждений измерительных ТН из-за фер-	1. Увеличение тока в месте повреждения (только для низкоомного заземления нейтрали). 2. Необходимость отключения однофазных замыканий (только для низкоомного заземления нейтрали).

Преимущества	Недостатки
рорезонансных процессов. 5. Уменьшение вероятности поражения персонала и посторонних лиц (при низкоомном заземлении нейтрали и быстрым отключении).	

Такие существенные преимущества сетей с резистивным заземлением нейтрали, как отсутствие перенапряжений при однофазных замыканиях на землю, исключение феррорезонансных процессов насыщения трансформаторов напряжения и возможность организации селективной релейной защиты от замыканий на землю, предопределили широкое использование этого режима в зарубежных странах.

Присущие режиму резистивного заземления нейтрали недостатки (увеличение тока в месте повреждения и необходимость отключения замыканий) преодолеваются за счет быстрого отключения поврежденного фидера и организации резервного питания потребителей.

В качестве примера благоприятного влияния резистивного заземления нейтрали можно привести пример подстанции № 21 «Шуя» Карелэнерго. В 2009 году на этой подстанции произошли три повреждения трансформаторов напряжения с литой изоляцией при однофазных замыканиях на землю. Осциллограмма одного из таких аварийных процессов, записанная цифровым блоком релейной защиты, приведена на рис. 9.

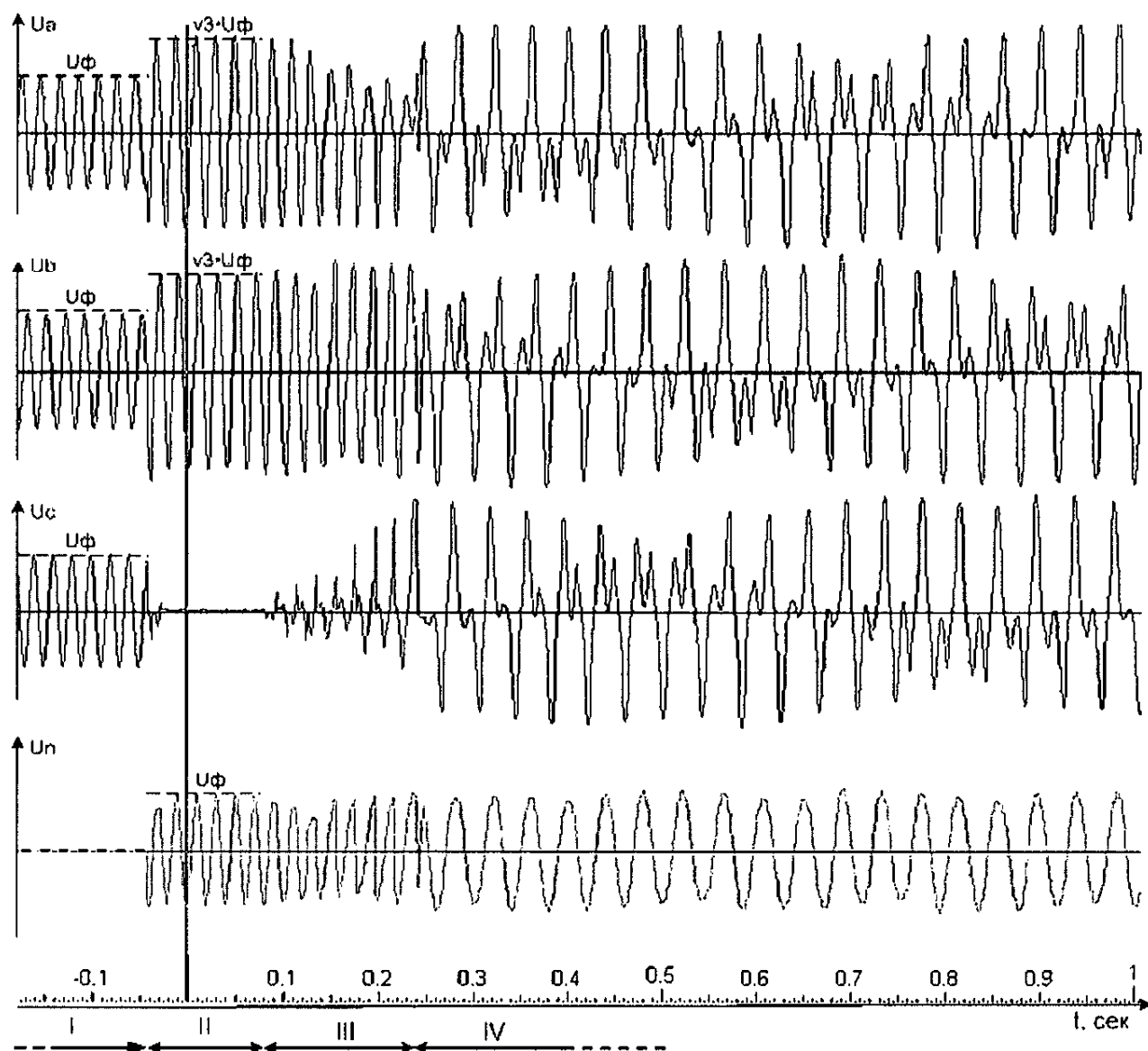


Рис. 9. Переходный процесс в сети 35 кВ ПС №21 «Шуя» (однофазное замыкание с последующим возникновением феррорезонанса)

На осциллограмме рис. 9 период времени I соответствует нормальному режиму работы сети, период II - устойчивому замыканию на землю, период III – дуговому замыканию на землю, период IV – исчезновению однофазного замыкания на землю и возбуждению феррорезонансного процесса в сети (феррорезонанс на измерительных трансформаторах напряжения четко фиксируется по возникновению на нейтрали субгармоники напряжения с частотой 25 Гц). При возбуждении феррорезонансного процесса в сети происходило насыщение трансформаторов напряжения, повышение их тока существенно выше номинального и термическое повреждение со взрывом и коротким замы-

канием в ячейке 35 кВ КРУ внутренней установки.

Емкостный ток сети 35 кВ на секциях подстанции № 21 «Шуя» Карелэнерго по расчетам составляет всего 3-4 А, поэтому для исключения феррорезонансных явлений было использовано техническое решение по заземлению нейтрали секций 35 кВ через высокоомные резисторы.

После заземления нейтрали на секциях 35 кВ подстанции № 21 «Шуя» Карелэнерго через резисторы NER-3000-182-40,5 (активное сопротивление 3000 Ом, длительно допустимый ток 7,8 А) повреждения трансформаторов напряжения прекратились. Проведенный в сети 35 кВ специалистами Карелэнерго эксперимент показал, что после исчезновения однофазного замыкания на землю феррорезонансный процесс в сети с резистивным заземлением нейтрали не возникает.

Организация релейной защиты от замыканий на землю в сетях с высокоомным и низкоомным заземлением нейтрали может отличаться.

Как правило, в сетях с высокоомным заземлением нейтрали защиты от замыканий на землю действуют на сигнал. При этом могут использоваться как простые токовые защиты (код ANSI 51G) при существенном превышении активным током емкостного, так и направленные защиты при значительных собственных емкостных токах присоединений. Защита от замыканий на землю с действием на отключение в сетях с высокоомным резистивным заземлением нейтрали может применяться, но необходимости в немедленном отключении однофазного замыкания в таких сетях нет.

В сетях с низкоомным заземлением нейтрали защиты от замыканий на землю должны действовать на отключение поврежденного фидера с минимально возможной выдержкой времени. Однофазное замыкание при низкоомном резистивном заземлении нейтрали должно отключаться также быстро, как и двухфазное или трехфазное КЗ.

Пример организации селективной релейной защиты от замыканий на землю в сети 6-10 кВ с низкоомным резистивным заземлением нейтрали показан на рис.10.

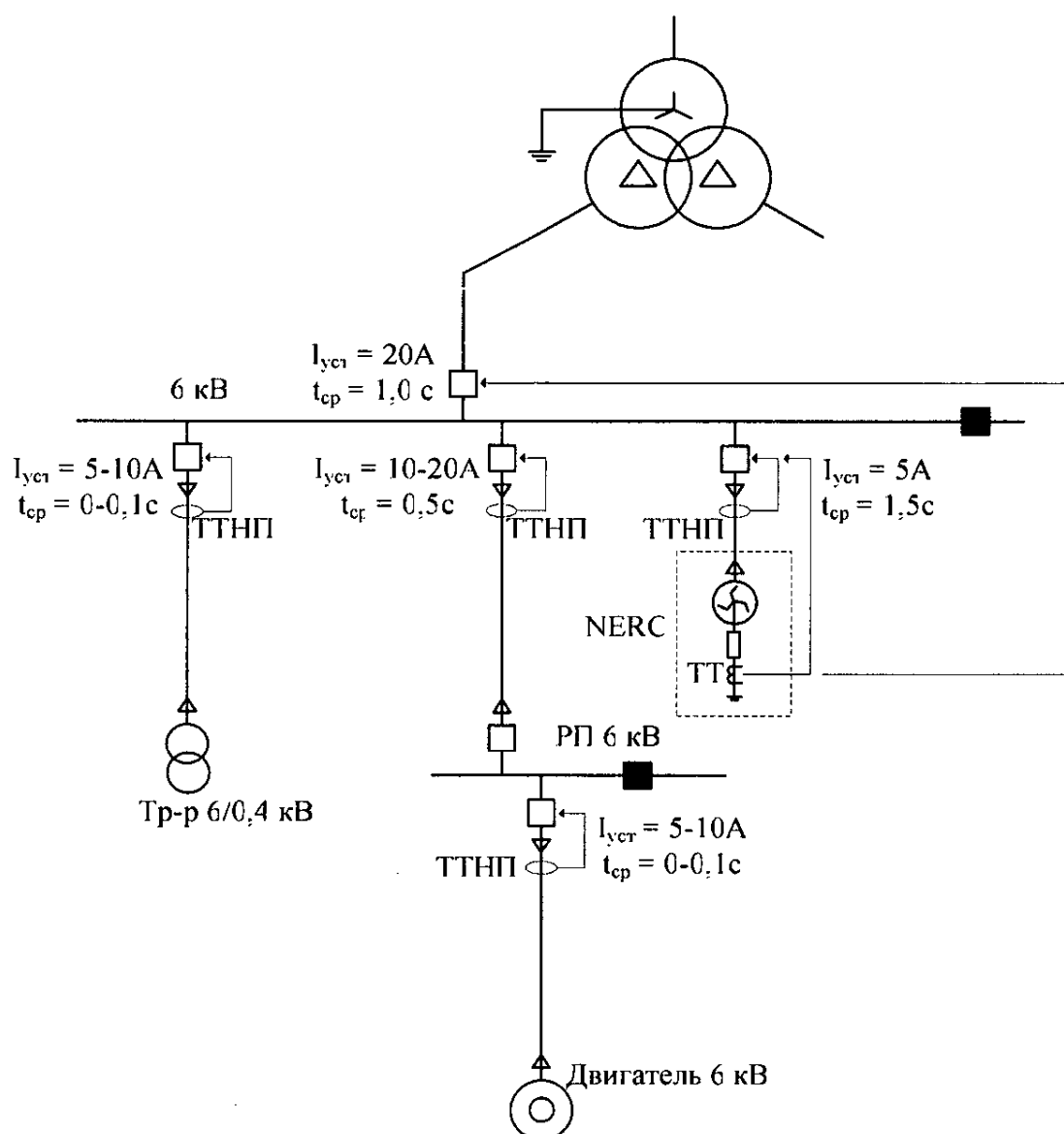


Рис. 10. Вариант релейной защиты от замыканий на землю в сети 6-10 кВ с низкоомным резистивным заземлением нейтрали (активный ток резистора 100-400А)

При значительном токе однофазного замыкания на землю (порядка сотен ампер), создаваемом резистором, могут использоваться простые токовые защиты (код ANSI 51G). Уставка по току токовых защит от замыканий на землю отстраивается от собственного емкостного тока присоединений. Как правило, при применении современных цифровых защит с входной фильтрацией сигнала уставка по току может приниматься на уровне 1,5 собственных емкостных тока присоединения. Уставки по времени выбираются по ступенчатому принципу с нарастанием по мере приближения к шинам подстанции и ступенью порядка 0,5

сек. На тупиковых присоединениях уставка по времени равна нулю. При отказе в действии защиты или выключателя, отходящего от шин подстанции присоединения, резервирование отказа осуществляется отключением выключателя ввода (аналогично резервированию при отказах в отключении междуфазных КЗ). Резервирование в отключении выключателя ввода осуществляется отключением присоединения с резистором. То есть резистор отключается последним, как исключительная мера.

Основываясь на изложенном выше, можно сделать вывод о том, что в сетях 6-35 кВ наиболее благоприятными с точки зрения эксплуатации являются режим заземления нейтрали через дугогасящий реактор с низковольтным шунтирующим резистором и режим заземления через резистор (высокоомный или низкоомный). Режим изолированной нейтрали должен быть полностью исключен из практики эксплуатации.

Выводы

1. Выбор режима заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ является исключительно важным вопросом при эксплуатации и проектировании сети.

2. От выбора режима заземления нейтрали зависит уровень аварийности в сети, правильная работа защит от замыканий на землю, автоматизация поиска поврежденного фидера и последствия от возникновения однофазных замыканий на землю.

3. Применение в сетях 6-35 кВ современного оборудования заземления нейтрали (дугогасящих реакторов с шунтирующими низковольтными резисторами и высоковольтных резисторов заземления нейтрали) позволяет существенно повысить надежность работы сетей, автоматизировать процесс поиска поврежденного фидера и снизить аварийность при однофазных замыканиях на землю.

Литература

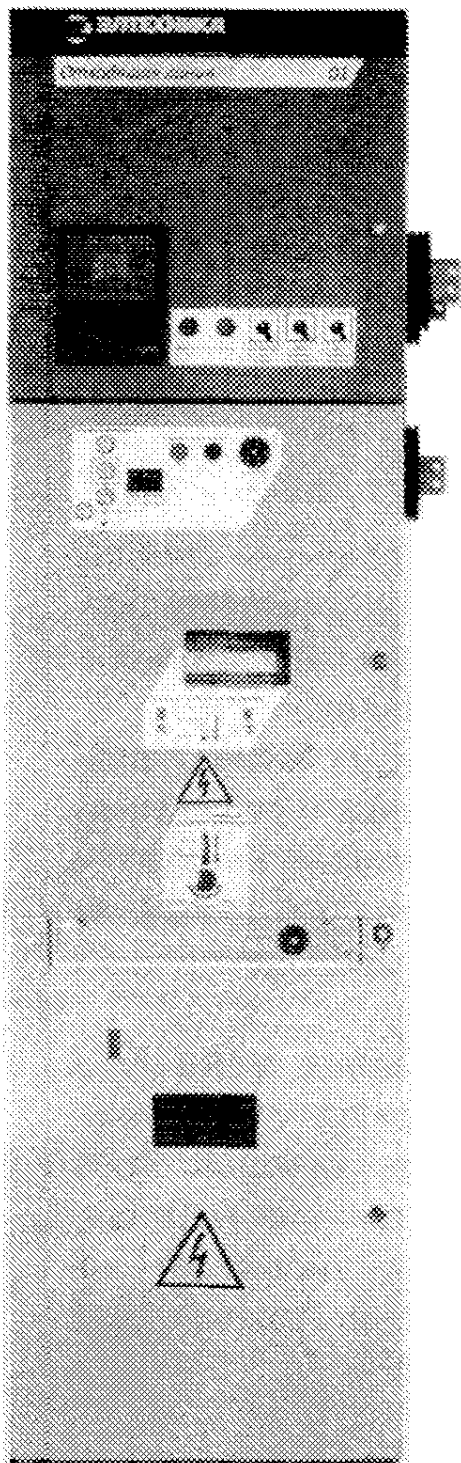
1. Серов В.И., Шуцкий В.И., Ягудаев Б.М. Методы и средства борьбы с замыканиями на землю в высоковольтных системах горных предприятий. – М.: Наука. – 1985. – 135 с.

2. А.с. 1026173 (СССР). Способ изготовления высоковольт-

ного объемного резистора / Врублевский Л.Е., Жаворонков А.А., Захаров Г.А., Николаев И.В.; заявлено 03.07.1981, № 3313567 / 18-21; опубл. в Б.И., 1983, №24.

2. Зильберман В.А., Эпштейн И.М., Петрищев Л.С., Рождественский Г.Г. Влияние способа заземления нейтрали сети собственных нужд блока 500 МВт на перенапряжения и работу релейной защиты // Электричество, №12, 1987, стр. 52-56.

4. ИНФОРМАЦИЯ ОБ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ



В ИИМ-3-2010 дана подробная информация по КРУ «Волга» производственного объединения «Элтехника».

Ниже дана дополнительная информация по конструктивным особенностям КРУ «Волга», опубликованная в журнале «Энергоэксперт» № 6 - 2010.



ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 0,4-6(10), 20 кВ

КРУ 6(10) «ВОЛГА»

КОНСТРУКЦИЯ, ОПТИМАЛЬНАЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Разработка новых конструкций или модернизация имеющейся линейки - традиционная для производителя инженерная задача. На динамично меняющемся рынке особенно важно адекватно оценивать потенциал каждого продукта и своевременно реагировать на требования потребителей, предлагая рациональные по стоимости и условиям эксплуатации решения.

Ячейки распределительных устройств 6(10) кВ КРУ «Волга» - пример реализации новых технических идей и эффективных технологий в соответствии с мировым опытом КРУ-

строения.

Ячейки имеют унифицированную конструкцию и могут быть как одностороннего, так и двухстороннего обслуживания. Корпус ячейки состоит из самостоятельных, имеющих высокую степень локализации отсеков: сборных шин, выкатного элемента, кабельных присоединений, цепей вторичной коммутации.

Каждый отсек с силовым оборудованием имеет индивидуальную систему сброса избыточного давления в случае дугового короткого замыкания. Для удобства визуального наблюдения за состоянием оборудования служат смотровые окна и светодиодное освещение в отсеках.

ОТСЕК СБОРНЫХ ШИН

Современные конструкторские решения неразрывно связаны с понятием надежности и уменьшением затрат на эксплуатацию. Для этого в КРУ «Волга» система сборных шин выполнена необслуживаемой в течение всего срока эксплуатации.

Расположение в отсеке шин, выполненных из бескислородной меди особой твердости, способ их крепления и соединения позволяют гарантировать постоянство контактного нажатия и стабильность переходного сопротивления цепи не только во всем диапазоне рабочих температур, но и в кратковременных аварийных режимах.

Локализацию отсеков сборных шин соседних ячеек КРУ «Волга» обеспечивают проходные изоляторы, которые фиксируют сборные шины и предотвращают распространение дуги. Применение медной шины со скругленными гранями выравнивает напряженность электрического поля и уменьшает вероятность пробоя на корпус КРУ или соседние токоведущие части.

ОТСЕК ВЫКАТНОГО ЭЛЕМЕНТА

В конструкции КРУ «Волга» реализовано среднее расположение выкатного элемента и установка его привода в непосредственной близости к силовым контактам выкатного элемента. Данное решение обеспечивает стабильную работу выкатной тележки и гарантирует перемещение выкатного элемента без за-

метного усилия и перекосов в момент стыковки контактных разъемов.

Во всем диапазоне номинальных токов КРУ шторочный механизм отсека оборудуется металлическими перегородками, гарантирующими безопасность персонала при работе с выкатным элементом. В КРУ «Волга» не допускается применение пластиковых перегородок, так как из-за дефектов внутренней структуры такие перегородки могут оказаться под потенциалом статического или номинального напряжения.

Существенное конструктивное отличие КРУ «Волга» от многих других КРУ, представленных на рынке, - съемная перегородка отсека выкатного элемента. Это решение открывает с фронтальной стороны обслуживания неограниченный доступ к заземляющему разъединителю, трансформаторам тока и прочим удаленным элементам КРУ.

Индикация и мнемосхема на двери отсека в сочетании с полным набором механических и электромагнитных блокировок исключает ошибочные действия персонала при оперативных переключениях и предотвращает несанкционированный доступ к частям, находящимся под напряжением.

Выкатной элемент КРУ «Волга» комплектуется любыми силовыми выключателями и выпускается в нескольких функциональных исполнениях: с трансформаторами напряжения; с предохранителями; с токоведущей перемычкой (секционным разъединителем); для испытания кабелей повышенным напряжением.

ОТСЕК КАБЕЛЬНЫХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ

Наибольшее количество отказов силового оборудования связано с электрическим пробоем кабельных присоединений. Нарушение целостности изоляции может быть вызвано нагревом кабеля и оплавлением изоляции в результате плохого контакта, повреждением изоляционного слоя при изгибе кабельных жил, неправильной разделкой или установкой изолирующих муфт вследствие ограниченного пространства в кабельном отсеке.

В КРУ «Волга» для исключения подобных ситуаций подключение кабеля производится на высоте не менее 750 мм от

пола. В камерах одностороннего обслуживания зона ввода кабеля приближена к фронтальной стороне КРУ, в камерах двухстороннего обслуживания - к задней стороне.

Одно из основных требований эксплуатирующего персонала - обеспечение оперативного доступа к трансформаторам тока, расположенным в кабельном отсеке. В большей степени это связано с обслуживанием вторичных присоединений на трансформаторе, с периодическими поверками или аттестацией оборудования. В КРУ «Волга» применяются трансформаторы тока с длинными выводами, которые подключены к цепям измерения и релейной защиты непосредственно в отсеке вторичных цепей, поэтому отсутствует необходимость проведения профилактических работ с трансформаторами в отсеке кабельных присоединений.

Каждый трансформатор тока установлен на индивидуальной монтажной панели, что упрощает его демонтаж при замене.

ОТСЕК ЦЕПЕЙ ВТОРИЧНОЙ КОММУТАЦИИ

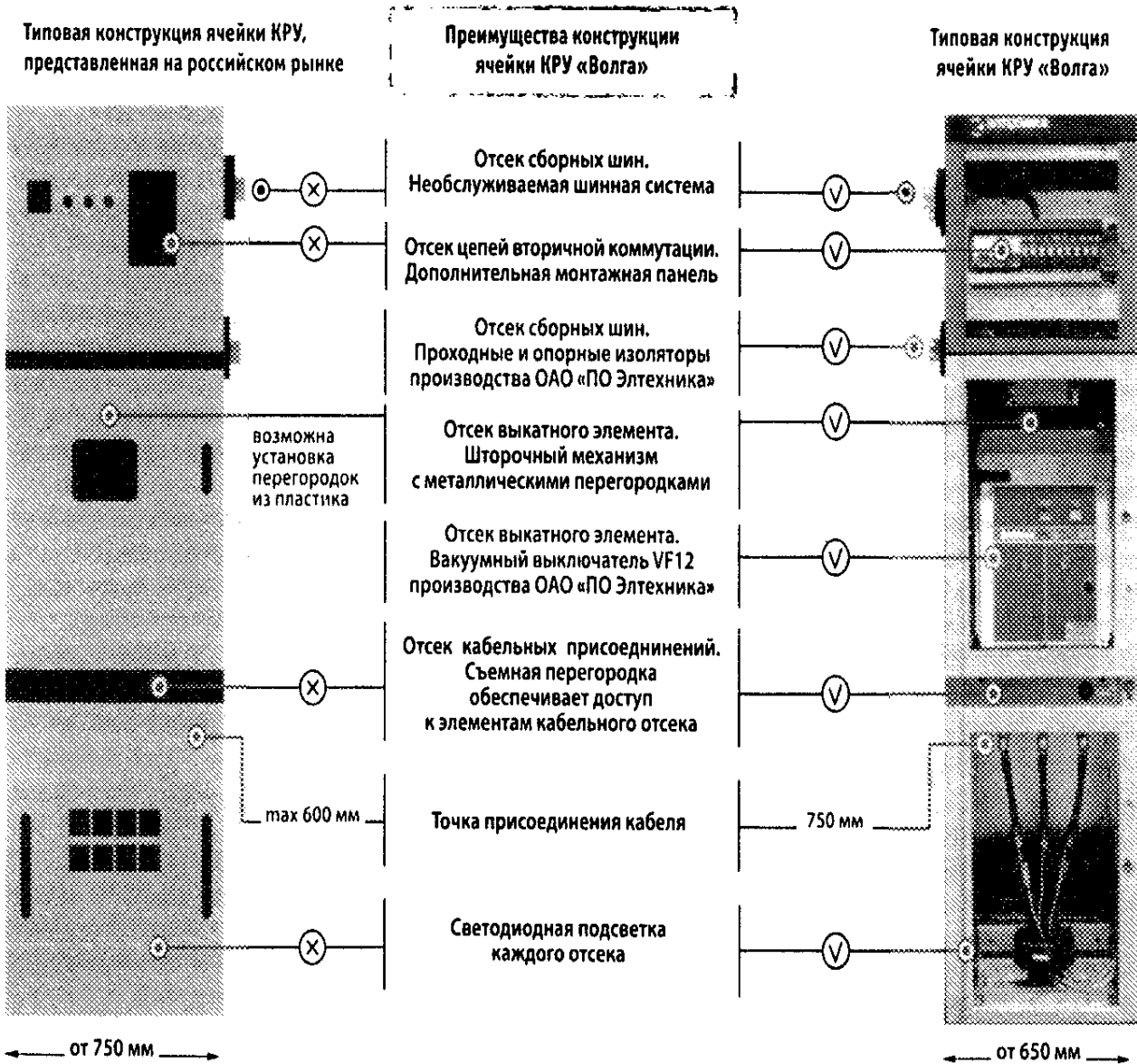
Как правило, для большинства объектов, оборудованных КРУ, необходимо, чтобы камеры были оснащены устройствами телеуправления и сигнализации. При этом существенно возрастает количество комплектующих в отсеках вторичных цепей и плотность монтажа. Зачастую производители КРУ склонны использовать всю полезную площадь отсека, пренебрегая условиями монтажа жгутов межкамерных соединений при установке распределительного устройства на объекте.

Для оптимального использования внутреннего пространства отсека вторичных цепей все комплектующее оборудование КРУ «Волга» размещается по глубине отсека на двух монтажных панелях. На заднюю монтажную панель устанавливается оборудование, не требующее периодического обслуживания, на переднюю монтажную панель, имеющую поворотное исполнение, - обслуживаемые устройства. Тем самым обеспечивается возможность монтажа сложных схем вторичных цепей и свободного монтажа внешних присоединений.

Реализация функциональных задач при построении схем распределительных устройств обеспечивается широкой гаммой

типовых решений КРУ «Волга», а также возможностью применения любого оборудования РЗА.

Конструкция КРУ «Волга» отражает не только нормативные требования к оборудованию данного класса. Представление о том, каким должно быть современное электрооборудование, сформировалось, в том числе, благодаря нашим заказчикам: сочетание их опыта эксплуатации и производственного опыта «ПО Элтехника» гарантируют высокий уровень исполнения такого современного продукта, как КРУ 6(10) «Волга».



5. ИНДЕКСЫ ИЗМЕНЕНИЯ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

О ценах на проектно-изыскательские работы для строительства
на 3-ий квартал 2011 г.



**ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА
РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

127994, Российская Федерация, город Москва,
ГСП-4, Садовая-Самотечная улица, дом 10/23,
строение 1
Тел. 694-33-55; факс 699-38-41

Федеральные органы исполнительной
власти Российской Федерации

Органы исполнительной власти
субъектов Российской Федерации

Организации и предприятия,
входящие в строительный комплекс
Российской Федерации

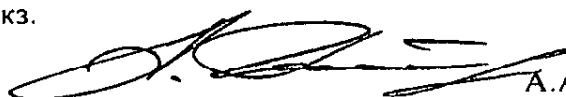
15.04.2011 № 18 469-АП/08
На № _____ от _____

В рамках реализации полномочий Министерства регионального развития Российской Федерации в области сметного нормирования и ценообразования в сфере градостроительной деятельности Минрегион России сообщает рекомендуемые к применению в III квартале 2011 года индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, индексы изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также индексы изменения сметной стоимости оборудования.

Указанные индексы разработаны к сметно-нормативной базе 2001г. с использованием данных ФГУ «Федеральный центр ценообразования в строительстве и промышленности строительных материалов», ОАО «ЦЕНТРИНВЕСТпроект», ОАО «ПНИИС», региональных органов по ценообразованию в строительстве за II квартал 2011 года с учетом прогнозного уровня инфляции и учетом положений писем Минрегиона России от 21.02.2011 № 3757-КК/08, от 29.04.2011 № 10753-ВТ/08 и от 09.06.2011 № 15127-ИП/08.

Индексы предназначены для формирования начальной (максимальной) цены торгов при подготовке конкурсной документации, общеэкономических расчетов в инвестиционной сфере для объектов капитального строительства, финансирование которых осуществляется с привлечением средств федерального бюджета. Для взаиморасчетов за выполненные работы указанные индексы не предназначены.

Приложение: на 10 л. в 1 экз.

 А.А.Попов

Исп. Костюк А.Л.
Тел. 980-25-47 доб. 28072

Индексы изменения сметной стоимости
строительно-монтажных работ по видам строительства
на III квартал 2011 года
(без НДС)

№№	Наименование региона	Индексы к ФЕР-2001 по видам строительства															Средний индекс к ФЕР-2001
		Многоквартирные жилищные дома	Объекты образования	Объекты инфраструктуры	Объекты торговли и общественного питания	Административные здания	Объекты спортивного назначения	Объекты коммунального хозяйства	Котельные	Предприятия культуры-бытового обслуживания	Сети газоснабжения	Очистные сооружения	Индекс на научно- исследовательские работы	Объекты* транспорта нефти	Объекты добычи и переработки нефти	Прочие объекты	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Центральный федеральный округ:																	
1	Белгородская область	4,61	4,81	4,76	4,63	4,56	4,29	4,90	4,99	4,65	4,88	5,04	8,61	5,45	5,64	4,68	5,52
2	Брянская область	4,59	5,14	5,04	4,87	4,74	4,64	4,99	5,05	4,84	4,46	4,90	8,82	5,65	5,85	4,85	5,92
3	Владимирская область	5,11	5,48	5,67	5,23	5,18	5,01	5,39	5,34	5,27	5,30	5,31	10,92	6,13	6,34	5,26	6,02
4	Воронежская область	5,10	5,27	5,30	5,01	5,09	4,76	5,61	5,67	5,19	5,39	5,04	9,49	6,03	6,24	5,18	5,62
5	Ивановская область	5,04	5,26	5,27	5,12	5,02	4,91	5,30	5,32	5,12	3,91	4,09	9,07	6,02	6,23	5,17	
6	Калужская область	5,30	5,71	5,88	5,55	5,45	5,26	5,83	5,88	5,55	5,05	4,68	10,44	6,38	6,61	5,48	
7	Костромская область	4,64	4,74	4,68	4,67	4,48	4,63	4,82	5,00	4,58	4,16	4,33	9,96	5,48	5,67	4,70	4,96
8	Курская область	4,11	4,60	4,32	4,51	4,36	4,41	4,71	4,89	4,44	5,48	5,40	9,25	5,16	5,34	4,43	
9	Липецкая область	4,79	4,59	4,49	4,71	4,49	4,42	5,02	5,09	4,59	5,13	5,06	9,36	5,55	5,74	4,76	6,41
10	Московская область	6,05	6,31	6,45	6,13	6,16	5,80	6,61	6,86	6,28	6,65	6,35	15,23	7,25	7,50	6,22	
11	Орловская область	4,70	5,31	4,98	4,96	4,79	4,81	5,05	5,14	4,89	5,21	4,70	9,30	5,69	5,88	4,88	4,92
12	Рязанская область (2 зона)	5,03	5,55	5,47	5,16	5,11	4,99	5,31	5,40	5,21	5,13	5,28	9,12	6,05	6,26	5,19	5,56
13	Смоленская область	4,44	4,87	4,99	4,69	4,60	4,47	4,79	4,85	4,69	4,42	4,78	8,66	5,39	5,58	4,63	5,46
14	Тамбовская область (1 зона)	5,03	4,96	5,35	5,13	4,89	4,85	5,20	5,30	4,99	6,04	5,57	9,10	5,91	6,11	5,07	5,94
15	Тверская область	5,58	6,03	5,68	5,52	5,47	5,28	5,57	5,62	5,57	4,91	5,51	10,37	6,55	6,77	5,62	5,69
16	Тульская область (1 зона)	4,94	5,36	4,95	4,95	4,80	4,83	5,06	5,22	4,90	4,83	5,45	9,28	5,82	6,03	5,00	5,49
17	Ярославская область	4,38	4,70	4,79	4,56	4,46	4,37	4,64	4,71	4,56	5,27	5,02	9,56	5,30	5,48	4,55	5,02
18	г. Москва	5,78	6,10	5,89	5,81	5,86	5,48	6,37	6,65	5,98	5,65	5,60	15,44	6,92	7,16	5,94	

№№	Наименование региона	Индексы к ФЕР-2001 по видам строительства															Средний индекс к ФЕР-2001
		Многоквартирные жилые дома	Объекты образования	Объекты защиты населения	Объекты торговли и общественного питания	Административные здания	Объекты спортивного назначения	Объекты коммунального хозяйства	Котельные	Предприятия культурно-бытового обслуживания	Сети газоснабжения	Очистные сооружения	Индекс на пуско- наладочные работы	Объекты* транспорта нефти	Объекты добычи и переработки нефти	Прочие объекты	
II		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
19	Республика Карелия (1 зона)	6,06	6,15	6,19	6,10	5,98	5,55	6,71	6,82	6,10	5,56	5,94	11,06	7,14	7,39	6,13	4,82
20	Республика Коми (1 зона)	6,53	7,26	7,17	6,94	6,82	6,61	7,36	7,49	6,97	6,9	7,87	14,82	7,99	8,27	6,86	6,04
21	Архангельская область (1 зона)	7,05	7,83	7,93	7,86	7,75	7,56	8,60	8,93	7,90	7,56	7,66	18,41	8,85	9,16	7,60	
22	Вологодская область (3 зона)	5,60	5,64	5,63	5,51	5,28	5,20	5,85	5,92	5,40	5,51	6,06	8,81	6,45	6,68	5,54	5,89
23	Калининградская область	5,73	6,13	6,05	5,92	5,81	5,41	6,27	6,38	5,92	6,02	6,36	11,17	6,89	7,12	5,91	5,03
24	Ленинградская область (1 зона)	5,62	5,38	5,90	5,61	5,49	5,15	5,90	5,98	5,59	5,15	6,03	12,27	6,34	6,76	5,61	
25	Мурманская область	8,13	8,08	8,23	7,92	7,58	7,61	8,20	8,33	7,74	8,41	8,58	16,26	9,33	9,66	8,01	5,49
26	Новгородская область	5,64	5,68	5,91	5,61	5,52	5,21	5,95	6,06	5,62	5,78	5,84	10,73	6,59	6,82	5,66	5,30
27	Псковская область (1 зона)	5,14	5,26	5,61	5,29	5,16	4,99	5,34	5,68	5,26			10,07	6,13	6,34	5,26	
28	г. Санкт-Петербург	5,55	6,38	5,77	5,77	5,61	5,23	5,75	5,79	5,73	4,37	5,48	11,52	6,70	6,93	5,75	5,36
III		Южный федеральный округ:															
29	Республика Адыгея	4,78	5,37	5,46	5,16	5,08	4,84	5,26	5,29	5,18	5,61	5,20	8,25	5,84	6,04	5,01	5,73
30	Астраханская область	5,15	5,58	5,54	5,26	5,21	4,98	5,59	5,74	5,31	5,36	5,70	9,44	6,17	6,39	5,30	5,26
31	Волгоградская область	5,22	5,52	5,30	5,39	5,26	4,83	5,73	5,92	5,37	5,42	5,26	11,06	6,29	6,51	5,40	5,43
32	Республика Кабардиния	5,13	5,31	5,64	5,26	5,20	4,97	5,66	5,84	5,30	5,28	5,13	10,90	6,19	6,40	5,31	4,75
33	Краснодарский край	4,42	5,16	4,98	5,09	4,92	4,78	5,40	5,55	5,02	5,65	5,21	10,23	5,65	5,85	4,85	5,17
34	Ростовская область	4,74	5,18	5,26	5,01	4,90	4,70	5,17	5,15	5,00	5,45	4,96	8,00	5,76	5,95	4,94	5,57
IV		Северо - Кавказский федеральный округ:															
35	Республика Дагестан (1 зона)	5,09	5,67	5,36	5,45	5,29	5,37	5,71	5,68	5,41	4,91	5,38	12,05	6,30	6,52	5,41	4,75
36	Республика Ингушетия	4,42	4,94	4,94	4,66	4,64	4,38	4,89	4,94	4,72	4,48	4,69	8,74	5,44	5,63	4,67	5,48
37	Кабардино-Балкарская Республика (1 зона)	4,97	5,00	5,35	4,99	4,99	4,57	5,41	5,46	5,08	6,10	5,31	11,55	5,93	6,14	5,09	
38	Карачаево-Черкесская Республика	5,31	5,90	5,69	5,49	5,40	5,12	5,73	5,82	5,51	5,98	5,43	9,78	6,40	6,62	5,49	6,35
39	Республика Северная Осетия - Алания	5,29	5,26	5,73	5,09	5,10	4,71	5,26	5,36	5,20	5,60	5,38	10,24	6,13	6,34	5,26	5,54
40	Чеченская Республика	5,61	5,78	6,19	5,90	5,84	5,45	6,37	6,54	5,96	6,78	6,1	13,60	6,80	7,04	5,84	6,03
41	Ставропольский край	4,72	5,38	5,24	5,09	5,07	4,71	5,50	5,67	5,17	5,77	5,29	10,92	5,87	6,08	5,04	6,11

№№	Наименование региона	Индексы к ФЕР-2001 по видам строительства															Средний индекс к ФЕР-2001
		Многоквартирные жилые дома	Объекты образования	Объекты хранения	Объекты торговли и общественного питания	Административные здания	Объекты спортивного назначения	Объекты коммунального хозяйства	Котельные	Предприятия культурно-бытового обслуживания	Сети газоснабжения	Очистные сооружения	Индекс на пуско- малочисленные работы	Объекты* транспорта нефти	Объекты добычи и переработки нефти	Прочие объекты	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
V	Приволжский федеральный округ:																
42	Республика Башкортостан	4,80	5,11	4,74	4,99	4,89	4,65	5,41	5,61	4,99	5,07	5,40	10,82	5,78	5,98	4,96	5,02
43	Республика Марий Эл	4,87	5,56	4,73	5,14	4,94	4,95	5,29	5,44	5,03	5,31	5,66	9,14	5,91	6,11	5,07	5,47
44	Республика Мордовия	4,53	4,98	4,44	4,62	4,49	4,30	4,94	4,97	4,59	5,22	5,06	8,37	5,38	5,57	4,62	5,26
45	Республика Татарстан (Татарстан)	4,29	4,49	4,57	4,38	4,32	4,02	4,65	4,72	4,41	4,66	4,67	8,73	5,14	5,32	4,41	4,99
46	Удмуртская Республика	5,16	6,14	5,71	5,62	5,43	5,47	5,57	5,73	5,54	5,07	5,66	9,99	6,33	6,55	5,43	5,47
47	Чувашская Республика (1 зона)	5,11	5,07	4,71	4,90	4,72	4,59	5,14	5,26	4,82	5,43	5,44	9,10	5,86	6,06	5,03	5,78
48	Кировская область (1 зона)	5,39	5,83	5,75	5,52	5,41	5,16	5,76	5,84	5,52	5,24	5,98	9,56	6,41	6,63	5,50	5,88
49	Нижегородская область	4,73	5,17	4,87	4,87	4,84	4,70	5,21	5,31	4,95	5,14	5,22	10,13	5,77	5,97	4,95	5,41
50	г. Саров (Нижегородская область)	5,04	5,84	5,18	5,58	5,30	5,25	5,92	5,87	5,42	5,17	5,97	10,20	6,24	6,46	5,36	5,82
51	Оренбургская область	4,35	4,86	4,69	4,65	4,55	4,40	4,92	4,95	4,64	4,59	5,06	8,14	5,34	5,52	4,58	4,58
52	Пензенская область (1 зона)	4,70	5,04	4,78	4,85	4,72	4,61	5,12	5,19	4,82	4,81	5,13	8,95	5,62	5,81	4,82	4,87
53	Пермский край	4,86	5,04	5,17	5,06	4,94	4,71	5,30	5,38	5,03	5,05	4,81	10,37	5,81	6,01	4,99	4,37
54	Самарская область	4,78	5,36	5,09	5,05	5,02	4,68	5,44	5,54	5,12	5,39	5,96	9,56	5,89	6,10	5,06	5,80
55	Саратовская область (1 зона)	4,70	5,38	5,08	5,23	5,08	4,85	5,58	5,61	5,18	6,11	5,41	8,97	5,87	6,08	5,04	5,12
56	Ульяновская область	4,71	5,12	4,83	5,01	4,79	4,71	5,27	5,35	4,89	5,16	5,51	8,42	5,66	5,86	4,86	5,73
VI	Уральский федеральный округ:																
57	Курганская область	4,99	5,36	5,20	5,26	5,03	4,92	5,27	5,25	5,13	5,06	5,17	9,55	6,03	6,24	5,18	
58	Свердловская область (г. Екатеринбург)	5,49	5,98	5,71	5,80	5,67	5,36	6,20	6,34	5,79	5,31	5,41	12,39	6,63	6,86	5,69	4,81
59	Тюменская область (1 зона)	5,65	6,24	6,37	5,98	5,89	5,65	6,25	6,38	6,01	5,05	6,01	13,09	6,92	7,16	5,94	
60	Челябинская область	4,47	4,89	4,50	4,84	4,62	4,51	4,99	5,05	4,70	4,89	5,28	9,40	5,49	5,68	4,71	4,90
61	Ханты-Мансийский автономный округ (Югра)	6,67	6,98	7,13	6,74	6,79	6,47	7,40	7,63	6,94	7,11	6,84	17,27	8,04	8,32	6,90	3,78
62	Ямало-Ненецкий автономный округ (2 зона)	6,72	8,01	7,26	7,33	7,17	6,98	7,54	7,44	7,31	5,28	6,26	14,89	8,32	8,61	7,14	

№№	Наименование региона	Индексы к ФЕР-2001 по видам строительства															Средний индекс к ТЕР-2001
		Объекты жилищно-коммунального хозяйства	Объекты образования	Объекты здравоохранения	Объекты торговли и общественного питания	Административные здания	Объекты спортивного назначения	Объекты коммунального хозяйства	Котельные	Предприятия культурно-бытового обслуживания	Сети газоснабжения	Очистные сооружения	Индекс на люксово-напольные работы	Объекты* транспорта нефти	Объекты добычи и переработки нефти	Прочие объекты	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VII		Сибирский федеральный округ:															
63	Республика Алтай (1 зона)	5,28	5,67	5,91	5,55	5,34	5,03	5,63	5,67	5,45	4,11	4,75	9,92	6,20	6,41	5,32	5,15
64	Республика Бурятия	5,46	5,94	6,01	5,71	5,66	5,39	5,93	6,10	5,78	6,56	6,17	11,48	6,64	6,87	5,70	
65	Республика Тыва	5,70	6,09	6,69	5,76	5,67	5,47	5,82	5,84	5,79	8,11	6,80	9,97	6,65	6,88	5,71	4,97
66	Республика Хакасия	5,59	5,84	5,69	5,40	5,40	4,95	5,69	5,84	5,51	6,14	6,42	9,78	6,42	6,64	5,51	
67	Алтайский край (1 зона)	5,56	5,68	5,62	5,54	5,44	4,94	5,83	6,01	5,55	5,10	4,76	11,85	6,43	6,65	5,52	5,49
68	Красноярский край (1 зона)	5,54	5,99	5,98	6,01	5,82	5,43	6,38	6,40	5,93	5,61	5,20	12,56	6,78	7,02	5,82	4,48
69	Иркутская область	5,93	6,31	6,44	6,04	6,02	5,45	6,27	6,30	6,14	5,96	5,96	11,28	7,06	7,30	6,06	3,14
70	Кемеровская область (2 зона)	5,81	5,86	5,80	5,78	5,71	5,29	6,37	6,49	5,84	5,61	5,78	11,73	6,83	7,06	5,86	5,26
71	Новосибирская область (4 зона)	5,35	5,64	5,81	5,45	5,50	4,99	5,93	6,17	5,60	5,89	5,04	10,45	6,37	6,59	5,47	4,94
72	Омская область	5,55	5,94	5,80	5,60	5,54	5,40	5,93	6,15	5,64	5,77	5,55	12,13	6,56	6,79	5,63	5,13
73	Томская область	5,35	5,75	5,54	5,61	5,53	5,10	6,14	6,30	5,63	6,05	5,68	12,21	6,48	6,70	5,56	
74	Забайкальский край	5,21	5,78	5,94	5,51	5,48	5,17	5,73	5,84	5,58	5,13	5,66	10,69	6,35	6,57	5,45	
VIII		Дальневосточный федеральный округ:															
75	Республика Саха (Якутия)	8,77	8,74	9,21	8,86	8,61	8,47	9,41	9,39	8,77	6,89	9,28	17,22	10,18	10,54	8,74	
76	Приморский край	5,35	5,61	5,69	5,47	5,40	5,06	5,75	5,83	5,51	5,06	5,48	11,09	6,35	6,57	5,45	5,42
77	Хабаровский край (1 зона)	5,89	6,47	6,39	6,23	6,13	5,84	6,56	6,75	6,25	5,74	6,27	13,60	7,11	7,35	6,10	5,02
78	Амурская область (1 зона)	5,80	5,96	6,21	5,88	5,81	5,42	6,29	6,47	5,92	5,94	5,99	12,56	6,80	7,04	5,84	5,63
79	Камчатский край (1 зона)	10,04	10,69	10,97	10,11	10,31	9,35	11,06	11,34	10,52	8,93	8,71	25,05	12,01	12,43	10,31	4,01
80	Магаданская область (1 зона)	10,74	11,45	12,02	10,96	10,90	10,49	11,56	11,76	11,11	12,58	12,47	19,97	12,68	13,11	10,88	5,04
81	Сахалинская область (2 зона)	11,69	10,97	11,35	10,62	10,44	9,57	11,19	11,26	10,66	8,54	9,77	20,88	12,95	13,40	11,12	4,63
82	Еврейская автономная область	6,07	6,73	6,86	6,37	6,30	5,97	6,48	6,65	6,42	7,31	7,36	12,09	7,33	7,58	6,29	
83	Чукотский автономный округ	12,55	13,27	14,05	12,35	12,62	11,30	13,41	13,65	12,87	10,96	12,05	24,06	14,75	15,26	12,66	

* Объекты магистрального транспорта нефти и нефтепродуктов

Примечания:

1. Для учета повышенной нормы накладных расходов к индексам изменения стоимости СМР следует применять следующие коэффициенты:

- для районов Крайнего Севера -1,02 (к индексам к ФЕР), 1,005

(к индексам к ТЕР);

- для местностей, приравненных к районам Крайнего Севера

—

1,01 (к индексам к ФЕР), 1,003 (к индексам к ТЕР).

2. Индексы на СМР определены с учетом накладных расходов и сметной прибыли с учетом положений писем Минрегиона России от 21.02.2011 № 3757-КК/08, от 29.04.2011 № 10753-ВТ/08 и от 09.06.2011 № 15127-ИП/08.

3. Индексы применимы только к указанной ценовой зоне, для других зон следует применять поправочные коэффициенты, публикуемые региональными органами по ценообразованию в строительстве.

Индексы изменения сметной стоимости
проектных и изыскательских работ
на III квартал 2011 года
(без НДС)

1. Индексы изменения сметной стоимости проектных работ для строительства к справочникам базовых цен на проектные работы:

к уровню цен по состоянию на 01.01.2001 года – 3,27;

к уровню цен по состоянию на 01.01.1995 года, с учетом положений, приведенных в письме Госстроя России от 13.01.1996 № 9-1-1/6 – 25,20.

2. Индексы изменения сметной стоимости изыскательских работ для строительства к справочникам базовых цен на инженерные изыскания:

к уровню цен по состоянию на 01.01.2001 года – 3,34;

к уровню цен по состоянию на 01.01.1991, учтенному в справочниках базовых цен на инженерные изыскания и сборнике цен на изыскательские работы для капитального строительства с учетом временных рекомендаций по уточнению базовых цен, определяемых по сборнику цен на изыскательские работы для капитального строительства, рекомендованных к применению письмом Минстроя России от 17.12.1992 № БФ-1060/9 – 37,80.

Индексы изменения сметной стоимости
прочих работ и затрат на III квартал 2011 года

№ п/п	Отрасли народного хозяйства и промышленности	Индексы на прочие работы и затраты (без учета НДС) к уровню цен по состоянию на:	
		01.01.1991 г.	01.01.2000 г.
1	Экономика в целом	60,76	6,25
2	Электроэнергетика	70,19	6,82
3	Нефтедобывающая	73,29	5,36
4	Газовая	69,08	5,37
5	Угольная	31,78	7,06
6	Сланцевая	73,11	7,46
7	Торфяная	70,97	7,55
8	Черная металлургия	32,16	5,91
9	Цветная металлургия	40,62	5,78
10	Нефтеперерабатывающая, химическая и нефтехимическая	36,37	7,84
11	Тяжелое, энергетическое и транспортное машиностроение	76,27	6,70
12	Приборостроение	41,53	6,74
13	Автомобильная промышленность	63,49	7,23
14	Тракторное и с/х машиностроение	37,67	5,59
15	Лесная и деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	51,33	6,80
16	Строительных материалов	60,92	8,01
17	Легкая	54,02	5,78
18	Пищевкусовая	51,01	6,35
19	Микробиологическая	60,35	5,91
20	Полиграфическая	74,10	8,06

№ п/п	Отрасли народного хозяйства и промышленности	Индексы на прочие работы и затраты (без учета НДС) к уровню цен по состоянию на:	
		01.01.1991 г.	01.01.2000 г.
21	Сельское хозяйство	60,08	7,18
22	Строительство	51,21	4,73
23	Транспорт	65,23	9,07
24	Связь	70,22	5,67
25	Торговля и общественное питание	71,13	8,60
26	Жилищное строительство	49,90	6,09
27	Бытовое обслуживание населения	60,30	7,77
28	Образование	57,66	5,66
29	Здравоохранение	60,19	5,89
30	По объектам непроизводственного назначения	70,99	7,85

Приложение 4
к письму Минрегиона России
от «15.07.2011» № 18769-АП/08

Индексы изменения сметной стоимости
оборудования на III квартал 2011 года

№ п/п	Отрасли народного хозяйства и промышленности	Индексы на оборудование (без учета НДС) к уровню цен по состоянию на:	
		01.01.1991 г.	01.01.2000 г.
1	Экономика в целом	51,88	3,25
2	Электроэнергетика	61,81	3,48
3	Нефтедобывающая	75,86	3,87
4	Газовая	67,54	3,19
5	Угольная	50,36	3,98
6	Сланцевая	58,82	3,74

№ п/п	Отрасли народного хозяйства и промышленности	Индексы на оборудование (без учета НДС) к уровню цен по состоянию на:	
		01.01.1991 г.	01.01.2000 г.
7	Торфяная	46,70	3,45
8	Черная металлургия	45,67	3,19
9	Цветная металлургия	53,58	3,64
10	Нефтеперерабатывающая, химическая и нефтехимическая	72,09	3,94
11	Тяжелое, энергетическое и транспортное машиностроение	35,81	3,32
12	Приборостроение	35,67	3,49
13	Автомобильная промышленность	34,15	3,27
14	Тракторное и с/х машиностроение	34,91	3,28
15	Лесная и деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	48,69	3,12
16	Строительных материалов	52,19	3,31
17	Легкая	34,09	2,88
18	Пищевкусовая	37,17	3,17
19	Микробиологическая	60,81	3,22
20	Полиграфическая	23,99	3,15
21	Сельское хозяйство	66,78	3,08
22	Строительство	51,08	3,21
23	Транспорт	47,91	3,21
24	Связь	34,63	2,63
25	Торговля и общественное питание	47,39	3,32
26	Жилищное строительство	37,10	3,20
27	Бытовое обслуживание населения	37,15	3,46
28	Образование	46,70	2,83
29	Здравоохранение	53,03	2,93
30	По объектам непроизводственного назначения	33,18	3,00

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Институт выпустил ряд материалов и пособий для применения в системе Тяжпромэлектропроект. Эти работы могут также использоваться в качестве рекомендательных (не обязательных) другими организациями.

Перечень работ

1.Типовой альбом А7-2010. «Защитное заземление и уравнивание потенциалов в электроустановках». Материалы для проектирования и рабочие чертежи.

2.Типовой альбом А10-2011. «Прокладка кабелей в блочной канализации с применением двустенных гофрированных труб ЗАО «ДКС».

3.Типовой альбом А11-2011. «Прокладка кабелей напряжением до 35 кВ в траншеях с применением двустенных гофрированных труб ЗАО «ДКС».

*Для приобретения материалов
обращаться по телефону
(495) 981-12-60 (доб. 6-12)*

Редакционная коллегия:

Ю.Г. Барыбин (отв. редактор), В.Д. Астрахан, Л.И. Гофман,
Т.Ю. Дмитриева, Т.П. Илюхина, А.К. Красовский

Компьютерная верстка – Т.Ю. Дмитриева

Телефон редакции: (495) 981-12-60 (доб. 612)

E-mail: vnipitper@vnipitper.ru

Тираж 200 экз.

Заказ № 2-2011

© ВНИПИ Тяжпромэлектропроект