

Утверждаю  
Директор центра инжиниринга  
ООО "АББ Реле-Чебоксары"  
\_\_\_\_\_  
М.Г. Линт  
«31» марта 1998 года

**Инструкция по проектированию и монтажу систем управления и защиты  
электростанций и подстанций электрических сетей.**

**АББ. 656. 122. 023 И**

Чебоксары

1998 год

## Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| 1. Введение.....   | 3         |
| 2. Основные положения.....   | 4         |
| 3. Требования по электромагнитной совместимости технических средств.....                               | 5         |
| 4. Требования к электротехническим помещениям.....   | 9         |
| 5. Заземление измерительных трансформаторов и низковольтной аппаратуры распределения и управления..... | 10        |
| 6. Заземление шкафов, панелей, устройств РЗА, ПА и АСУ ТП.....   | 11        |
| 7. Выбор, прокладка кабелей вторичных цепей и заземление их экранов.....                               | 12        |
| 8. Выбор, прокладка и заземление кабелей программно-технических комплексов (ПТК) АСУ ТП.....           | 13        |
| 9. Оптические кабели. Общие технические требования.....  | 14        |
| 10. Термины и пояснения.....   | 18        |
| Пояснение.....   | 18        |
| 11. Нормативно-техническая документация.....   | 20        |
| <b>Приложение 1.....</b>   | <b>23</b> |
| Технические требования.....  | 23        |
| <b>Приложение 2.....</b>   | <b>25</b> |
| Заземление шкафов, панелей, технических средств АСУ ТП.....  | 25        |
| <b>Приложение 3.....</b>   | <b>31</b> |
| Прокладка кабелей, заземление экранов.....   | 31        |
| <b>Приложение 4.....</b>   | <b>37</b> |
| Основные технические характеристики волоконно-оптических кабелей.....                                  | 37        |
| <b>Приложение 5.....</b>   | <b>43</b> |
| Руководство по прокладке волоконно-оптического кабеля в кабельной канализации.....                     | 43        |
| <b>Приложение 6.....</b>   | <b>53</b> |
| Инструкция по монтажу антенны GPS 167.....   | 53        |

## **1. Введение.**

Инструкция содержит указания по проектированию и монтажу систем управления и защиты электростанций и подстанций электрических сетей. Требования инструкции распространяются на низковольтное электрическое и электронное оборудование, которое подключается к сетям электропитания, измерительным трансформаторам или датчикам сигналов, линиям управления, контроля и передачи информации.

Инструкция включает основные требования по электромагнитной совместимости, заземлению измерительных трансформаторов, низковольтных устройств, шкафов, панелей, а также требования к монтажу кабелей систем контроля, управления, измерения. Инструкция составлена на основании стандартов (ГОСТ, МЭК); технических описаний и руководств пользователя на терминалы защит и технические средства систем управления; материалов исследования ВНИИЭ, института "Энергосетьпроект", НПФ ЭЛНАП; опыта проектирования и наладки микропроцессорных устройств ООО "АББ Реле-Чебоксары", НПП "Экра".

Инструкция предназначена для персонала, занимающегося проектированием, наладкой и эксплуатацией терминалов защит и автоматики, систем контроля и управления.

## **2. Основные положения.**

2.1. Проектирование систем контроля, управления, защиты и автоматики выполняется в соответствии с основной нормативно-технической документацией:

- Правила устройств электроустановок (ПУЭ).
- Нормы технологического проектирования электростанций и подстанций электрических сетей (НТП).
- Директивные указания Департамента науки и техники РАО "ЕЭС России"
- Технические описания и руководства пользователя заводов-изготовителей.
- Дополнительный перечень нормативно-технической документации приведен в главе 10.

2.2. Заземление электрооборудования и защитные меры безопасности должны соответствовать требованиям гл.1.7 ПУЭ и обеспечивать безопасность людей, защиту электроустановок и эксплуатационные режимы работы.

2.3. Молниезащита зданий и сооружений выполняется в соответствии с РД 34.21.122-87 и должна быть выполнена так, чтобы не было выноса высокого потенциала на низковольтную аппаратуру и цепи вторичной коммутации через металлические надземные и подземные конструкции.

2.4. При проектировании систем электроснабжения, сети, источников, преобразователей и приемников электрической энергии должны выполняться требования ГОСТ 21128.

2.5. Низковольтная аппаратура распределения и управления должна соответствовать ГОСТ 50030.1 (МЭК 947-1).

2.6. При проектировании силовых электроустановок и размещения оборудования необходимо обеспечивать электромагнитную совместимость с терминалами защит, автоматики, технических средств АСУ ТП в соответствии с заданной для них степенью жесткости. Электромагнитная совместимость должна соответствовать требованиям:

- ГОСТ 29280 (МЭК 1000-4-91)
- ГОСТ Р 50648 (МЭК 1000-4-8-93)
- ГОСТ Р 50627

### **3. Требования по электромагнитной совместимости технических средств.**

3.1. Требования по электромагнитной совместимости применимы для технических средств, подключаемых:

- к низковольтным электрическим сетям электростанций и подстанций электрических сетей;
- к измерительным трансформаторам;
- к цепям контроля и управления;
- к линиям передачи информации.

3.2. Требования установлены для электрических, магнитных, статических и электромагнитных помех, которые возникают в результате:

- коммутационных явлений и повреждений в сетях;
- разрядов молний и других атмосферных явлений;
- влияния искажающей нагрузки;
- несимметричного режима работы электрооборудования;
- статического электричества;
- работы радиопередающих устройств.

3.3. Выбор степени жесткости для конкретных условий определяется видом помех и условиями эксплуатации.

Низкочастотные помехи в низковольтных электрических сетях зависят от типа применяемых электроустановок, протяженности распределительной сети, заземления, условий прокладки кабелей.

Уровень высокочастотных помех зависит от условий экранирования, заземления, защиты от перенапряжений, коммутационных аппаратов, режима заземления нейтрали.

Электростатические помехи зависят от условий установки технических средств (ТС), от типа покрытия пола и влажности воздуха.

Уровень магнитной помехи определяется значениями тока в проводниках, расположенных вблизи ТС, расстояния между ними и наличия в непосредственной близости магнитных материалов.

Радиочастотные электромагнитные помехи зависят от мощности радиопередатчиков и расстояния их до ТС.

3.4. Требования стандартов и характеристики устройств релейной защиты.

Электрические станции и подстанции являются сложными техническими системами. Электромагнитная обстановка в местах расположения устройств релейной защиты характеризуется большим разнообразием видов кратковременных повышений и понижений напряжений промышленной частоты, импульсных напряжений и помех, магнитных полей. Уровни воздействующих на устройства перенапряжений и помех в условиях эксплуатации в общем случае являются случайными величинами.

Устойчивость релейной защиты к перенапряжениям, изменениям напряжения питания, помехам и магнитным полям должна быть такой, чтобы обеспечить очень малое значение вероятности ухудшения качества функционирования при стандартных типовых испытаниях аппаратуры.

Уровень электромагнитной совместимости должен быть таким, чтобы вероятность появления перенапряжений, помех, магнитных полей с уровнем, превышающим устойчивость устройств, была мала.

Устойчивость отдельных устройств регламентирована стандартами РФ и международными стандартами.

3.4.1. Нормы испытаний изоляции определены ГОСТ Р50514 (МЭК 255-5).

Устройства с номинальным напряжением питания от 60 до 250 В должны быть испытаны напряжением 2 кВ, 50 Гц в течение 1 минуты, импульсная прочность изоляции испытывается напряжением 5 кВ, 1/50 мкс.

3.4.2. Нормы испытаний на помехоустойчивость технических средств определены ГОСТ 29280 (МЭК 100-4-92).

Устройства релейной защиты и автоматики в соответствии с международными стандартами и РД 34.35.310-97 должны испытываться на воздействие:

- затухающих колебаний частотой 1 МГц, ГОСТ 29280 (приложение 3 П.2.5, табл.7, степень жесткости 3) МЭК 255 -22-1;
- электростатического разряда, ГОСТ 29280 (приложение 3, п.3.1, табл. 9, степень жесткости 3) МЭК 255-22-2, ГОСТ 29191;
- радиочастотного электромагнитного поля ГОСТ 29280 (приложение 3, П.2.5., табл. 13, степень жесткости 3) МЭК 255-22-3;
- наносекундных импульсных помех, ГОСТ 29280 (приложение 3, п.2.3., табл. 5, степень жесткости 4) МЭК 255-22-4;

Характеристики отдельных устройств релейной защиты и автоматики приведены в Приложении 1, Табл.1.

Из таблицы 1, Приложения 1 следует, что устройства релейной защиты соответствуют требованиям указанных стандартов РФ и МЭК по максимально рекомендуемым степеням жесткости.

3.4.3. Испытания на воздействие магнитного поля промышленной частоты определены ГОСТ Р 50648 (МЭК 1000-4-8-93).

В приложении А этого стандарта даны рекомендации по определению степеней жесткости испытаний.

Для залов управления электрических станций и подстанций, в которых размещаются устройства релейной защиты, рекомендуется применять устройства, испытанные по степени жесткости 4, 30А/м 50 Гц длительно и 300 А/м кратковременно 1-3 с.

Устройства релейной защиты таблицы 1 Приложения 1 соответствуют этому требованию.

3.4.4. Нормы испытаний при отключении источников постоянного тока установлены ГОСТ 27916 (МЭК 255-1 1 ).

При включении и отключении питания и любой посадке напряжения и отсутствии условий для срабатывания устройств не должно быть ложной работы.

При прерывании питания (посадка до 0) на время, выбираемое из ряда  $\leq 20$  мс,  $\leq 50$  мс,  $\leq 100$  мс, не должно быть прерывания работы устройства. Предпочтительной является величина  $\leq 50$  мс.

Этим требованиям удовлетворяют все устройства защиты табл. 1 Приложения 1.

С целью уменьшения времени вывода устройств защиты из работы при повреждениях в сети оперативного постоянного тока, встроенные блоки питания обеспечивают работу устройств защиты при  $U_n = 220$  В от 88 до 265 В.

### 3.5. Требования стандартов и характеристики устройств информационной системы.

В зависимости от места расположения, организации питания вспомогательным напряжением устройства системы, список которых приведен в табл. 2 Приложения 1, разделяются на две группы.

Устройства первой группы размещаются в одних рядах шкафов (панелей) устройств релейной защиты, либо непосредственно в шкафах или отсеках КРУ рядом с устройствами защиты. Требования по видам и жесткости испытаний отличаются от указанных в разделе 3.4 только ввиду отсутствия подключения цепей от ТТ и ТН.

При этом к устройствам не предъявляются требования по воздействию помехи 1 МГц, а также в зависимости от вида и напряжения питания соответственно изменяются нормы по испытанию изоляции и класс жесткости испытаний к воздействию наносекундных импульсных помех.

К таким устройствам относятся RER111, RER103, SPA-ZC100, SPA-ZC21, SPA-ZC22 и другие устройства подобные им по назначению.

К другой группе относятся устройства, располагающиеся на рабочих местах инженерного персонала, либо рядом с ними; компьютеры, их клавиатура, мониторы, источники бесперебойного питания, серверы. В виду того, что на этих рабочих местах длительное время находятся люди, а также вследствие наличия мониторов по ГОСТ Р50648, устройства должны испытываться по степени жесткости 2 при длительном магнитном переменном поле 3 А/м, 50 Гц.

Для второй группы устройств характерно питание от источников бесперебойного питания с  $U_n = 220$  В, 50 Гц. На прерывание питания в этом случае испытания проводятся вместе с источником питания по ГОСТ Р50627.

Остальные требования по видам и нормам испытаний аналогичны разделу 3.4.

Устройства информационной системы или системы управления (SCS) должны быть испытаны и выдерживать виды и уровни воздействия, приведенные в табл. 2 Приложения 1.

### 3.6. Технические требования к уровням помех в эксплуатации.

Нормы испытательных воздействий, указанные в разделах 3.4.1, 3.4.2 относятся к типовым испытаниям устройств, выполняемых на новой аппаратуре предприятиями-изготовителями.

Ввиду длительного срока службы устройств и многократности воздействий перенапряжений и помех в эксплуатации максимальные допустимые уровни снижаются.

#### 3.6.1. Нормы испытаний изоляции повышенным напряжением в эксплуатации установлены ПУЭ [1].

Испытательное напряжение для устройств с номинальным напряжением до 250 В составляет 1 кВ, 50 Гц, 1 мин.

Максимальный уровень импульсного напряжения 1,2/50 мкс в соответствии с п.8.6 ГОСТ Р50514 составляет 60% от уровня при типовых испытаниях.

#### 3.6.2. Максимальный уровень помехи 1 МГц в соответствии с РД 34.20.116-93, таблица раздела 3 [12] не должен превышать 1,5 кВ, т. е. предусмотрено снижение до 60% от уровня при типовых испытаниях.

Снижение уровней напряжений при воздействии электростатических разрядов, внешнего радиоизлучения и наносекундных импульсных помех целесообразно принять также 60% от величин при типовых испытаниях, что соответствует мировой практике.

3.6.3. Для требований по прерыванию цепи питания и воздействию магнитного поля промышленной частоты уменьшение норм для эксплуатации стандартами РФ и МЭК не предусмотрено.

3.7. Рекомендации по обеспечению электромагнитной совместимости.

На этапе проектирования, выполнения строительно-монтажных работ при вводе и во время эксплуатации системы РЗА и технических средств АСУ ТП должны приниматься технические решения и организационные мероприятия, обеспечивающие малую вероятность превышения уровней, указанных в разделе 3.6 настоящих технических требований.

Основным регламентирующим документом являются "Правила устройства электроустановок" (ПУЭ) [1].

В соответствии с требованиями гл. 1.7 ПУЭ должны быть выполнены заземления и защитные меры безопасности.

Дополнительные технические требования по заземлению изложены в "Методических указаниях по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех" [3] и "Рекомендациях по защите от электромагнитных воздействий оборудования цифровых терминалов АББ на электрических станциях и подстанциях" [4].

Прокладка кабелей и вторичных цепей определяется правилами гл. 2.3 и 3.4 ПУЭ, а также рекомендациями [3] и [4], усиливающими и уточняющими требования ПУЭ.

В части выполнения защиты от грозовых перенапряжений ссылку на СН 35-77 в ПУЭ п.4.2.135 следует заменить на РД 34.21.122-87 [5].

Дополнительные сведения и пояснения можно найти в [6]-[9].

Для уменьшения электростатических потенциалов рекомендуется применять полупроводящие покрытия полов. Применение таких покрытий обязательно в местах расположения дежурного персонала и мониторов информационных систем или систем управления (SCS).

При определении уровней магнитных полей промышленной частоты следует использовать данные, содержащиеся в приложении Б ГОСТ Р50648 [18], а также в отчете [20].

Во всех необходимых случаях должны быть выполнены расчеты, а при монтаже и вводе в эксплуатацию - измерения.



#### **4. Требования к электротехническим помещениям.**

4.1. Производственные здания, сооружения, электротехнические помещения выполняются в соответствии со СНиП.

Заземление, защитные меры безопасности, электроснабжение и канализация электроэнергии выполняются в соответствии с разделами I, II ПУЭ.

Электротехнические помещения при эксплуатации электрооборудования должны поддерживаться в исправном состоянии в соответствии с требованиями ПТЭ, гл. 11.

Не допускается пробивка отверстий, проемов, установка технологического и иного оборудования без согласования с проектной организацией.

4.2. В помещениях, где расположены микропроцессорные терминалы или технические средства АСУ ТП рекомендуется применять полы с полупроводящим покрытием.

Применение полов с полупроводящим покрытием обязательно в местах расположения оперативного персонала и мониторов информационных систем или АСУ ТП.

4.3. В местах установки микропроцессорных терминалов и мониторов не допускается применение синтетических материалов для покрытия полов, образующих большой электростатический заряд (линолеум, синтетические ковровые покрытия и т.д.).

4.4. В местах установки микропроцессорных терминалов и мониторов величина внешних магнитных полей промышленной частоты не должна превышать:

4.4.1. На рабочих местах с длительным (8 часов и более) нахождением оперативного персонала при интегральной оценке магнитного поля - 0,2 А/м.

4.4.2. В местах установки мониторов - 3 А/м.

4.4.3. В местах установки микропроцессорных терминалов и технических средств АСУ ТП - 30 А/м.

4.4.4. В кратковременном режиме: при КЗ в силовых цепях, аварийных перегрузках электрооборудования, в пусковых режимах - 300 А/м.

4.5. В составе проекта на установку и размещение электрооборудования должны быть выполнены расчеты значений магнитных полей промышленной частоты.

При вводе в эксплуатацию электрооборудования, при необходимости, следует произвести измерение действительных значений магнитных полей.

4.6. Для уменьшения влияния магнитных полей промышленной частоты на микропроцессорные терминалы и технические средства АСУ ТП следует размещать эти устройства по возможности дальше от силовых электроустановок, силовых цепей, токопроводов или выполнять экранирование.

## **5. Заземление измерительных трансформаторов и низковольтной аппаратуры распределения и управления.**

5.1. В составе проекта должно быть предусмотрено заземление и защитные меры безопасности для измерительных трансформаторов и низковольтной аппаратуры распределения и управления в соответствии с гл. 1-7 ПУЭ.

5.2. Заземление корпусов трансформаторов напряжения и защитные меры безопасности выполняются по ГОСТ 1983, а трансформаторов тока по ГОСТ 7746.

5.3. Конструкция и размеры заземляющих зажимов корпусов трансформаторов выполняются в соответствии с ГОСТ 21130, при этом трансформаторы с первичным напряжением до 660 В должны иметь заземляющие зажимы с резьбовым соединением не менее М6 и не менее М8 для трансформаторов остальных напряжений.

Поверхность площадок у заземляющего зажима должна быть достаточной для получения надежного соединения со стальной шиной не менее 20 мм<sup>2</sup> для трансформаторов с первичным напряжением 3-35 кВ и не менее 40 мм<sup>2</sup> для трансформаторов с первичным напряжением 110 кВ и выше.

5.4. Заземление корпусов (или конструкций) измерительных трансформаторов тока и напряжения каждой фазы, коммутационных аппаратов, разрядников, конденсаторов связи, фильтров присоединения и шкафов РЗА следует выполнять присоединением их кратчайшим путем к продольным горизонтальным элементам заземляющего устройства, которые прокладываются на расстоянии 0,8-1,5 метра от их фундаментов.

В радиусе не более 3-х метров от мест присоединения заземляющего спуска к заземляющему устройству его конструкция должна обеспечивать растекание токов не менее, чем в четырех направлениях по магистралям заземляющего устройства. Непосредственно у места присоединения заземляющего спуска к заземляющему устройству должно обеспечиваться растекание токов не менее, чем в двух направлениях. Для снижения входного сопротивления растеканию токов высокой частоты, в местах присоединения заземляющего спуска могут дополнительно заглубляться вертикальные электроды длиной 3-5 м или прокладываться горизонтальные заземлители. Необходимость применения дополнительных заземлителей и их количество определяется расчетом (РД 34.20.116-93, п.4.1).

5.5. Конструкция и меры по защитному заземлению низковольтной аппаратуры распределения и управления должна соответствовать ГОСТ Р50030.1 и техническим условиям (ТУ) на аппаратуру.

5.5.1. Токопроводящие части аппаратуры (корпус, рама, металлические оболочки) должны быть электрически связаны между собой и присоединены к защитному выводу заземления для подключения к заземлителю или защитному проводнику.

5.5.2. Защитный вывод заземления должен быть легко доступным и при снятии кожуха, крышки сохранять соединение аппарата с электродом заземления или защитным проводником.

5.5.3. Аппараты с токопроводящими конструкциями должны обеспечивать электрическое соединение между открытыми токопроводящими частями и металлическими оболочками.

5.6. На электрооборудовании около заземляющего зажима должен быть нанесен знак заземления.

5.7. Защитный вывод заземления не должен использоваться для других целей или выполнения других функций.

## **6. Заземление шкафов, панелей, устройств РЗА, ПА и АСУ ТП.**

6.1. Конструкция, меры по защитному заземлению и безопасности шкафов панелей, устройств РЗА, ПА и АСУ ТП должны соответствовать требованиям ГОСТ Р50030.1 и техническим условиям на эти устройства.

6.2. Шкафы, панели, устройства РЗА, ПА и АСУ ТП должны соответствовать требованиям электромагнитной совместимости в соответствии с принятой степенью жесткости (ГОСТ 29280) для данного объекта.

6.3. Защитное заземление шкафов, панелей, устройств РЗА, ПА и АСУ ТП выполняется присоединением к заземляющим электродам, заземляющим проводникам, закладным металлоконструкциям, к которым крепятся эти устройства.

6.4. Закладные металлоконструкции, проложенные в полу, должны быть соединены между собой на сварке стальной полосой сечением не менее  $100 \text{ мм}^2$  в следующих местах:

- по концам каждого ряда шкафов, панелей;
- внутри каждого ряда шкафов, панелей через 4-6 метров;
- между рядами шкафов, панелей - не менее чем в двух местах.

6.5. Подключение закладных металлоконструкций к внутреннему контуру заземления производится в соответствии с проектом не менее, чем в двух местах стальной полосой сечением не менее 100 кв. мм.

6.6. Рабочее заземление систем РЗА, ПА допускается осуществлять присоединением рабочих (схемных) точек заземления устройств кратчайшим путем к зажимам защитного заземления шкафов (панелей) и корпусов устройств РЗА и ПА (РД 34.20.116-93).

6.7. Рабочее заземление систем АСУ ТП выполняется согласно требованиям, предъявляемым к рабочим заземлениям вычислительных комплексов (РД 34.20.116-93).

6.8. Способы заземления шкафов, панелей, микропроцессорных устройств и технических средств АСУ ТП даны в Приложении 2.

## **7. Выбор, прокладка кабелей вторичных цепей и заземление их экранов.**

7.1. Проектирование и монтаж вторичных цепей электроустановок (цепи управления, контроля, сигнализации, автоматики и релейной защиты) выполняются в соответствии с требованиями ПУЭ, гл. 111-1У; РД 34.20.116-93, п. 4.3; РД 34.35.310-97.

7.2. При проектировании вторичных цепей и выборе низковольтной аппаратуры расчет токов КЗ в электроустановках переменного тока до 1 кВ и в электроустановках постоянного тока производится в соответствии с требованиями ГОСТ 28249, ГОСТ 29176, методическими указаниями ОРГРЭС [28], [29], МУ 34-70-035-83,

7.3. Проектирование схем трансформаторов напряжения и их вторичных цепей следует производить в соответствии с инструкцией Союзтехэнерго [23 ], типовой работой института "Теплоэлектропроект" [24].

7.4. Способы прокладки, заземления, экранирования, разделения цепей вторичной коммутации приведены в Приложении 3.

## **8. Выбор, прокладка и заземление кабелей программно-технических комплексов (ПТК) АСУ ТП.**

8.1. Для связи технических средств АСУ ТП, которые находятся в разных помещениях или кабельные трассы, которые проходят через распределительные устройства следует, как правило, применять оптические кабели.

При этом оптические кабели должны выбираться соответственно для внутренней и наружной прокладки в соответствии с техническим заданием на проектирование.

8.2. Для связи технических средств АСУ ТП, находящихся в одном или соседних помещениях, могут применяться электрические кабели.

8.3. В электрических кабелях не допускается применение цепей различных классов по уровню испытательного напряжения и характеру передаваемой информации.

8.4. Экраны кабелей должны заземляться с обеих сторон. Подключение экрана к защитному заземлению должно производиться внутри шкафа или панели.

8.5. Для помещений с установленными техническими средствами АСУ ТП и имеющими отдельный контур заземления, который соединяется в одной точке с наружным контуром заземления, заземление брони или экранов кабелей выполняется вне этого помещения.

8.6. Кабели межмашинного обмена должны прокладываться в отдельных кабельных лотках и находиться на расстоянии не менее 0,5 м от силовых кабелей.

8.7. Трассы кабелей межмашинного обмена должны проходить на расстоянии не менее 10 м от проводников молниезащиты и от электрооборудования с напряжением 110 кВ и выше.

## 9. Оптические кабели. Общие технические требования.

1. Оптические кабели по условиям прокладки и эксплуатации разделяются на "кабели линейные" (Outdoor) и "кабели станционные" (Indoor).

Кабели линейные предназначены для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, и в воде ручным и механизированным способами при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С до плюс 50 °С.

Кабели станционные предназначены для эксплуатации внутри зданий при температуре от минус 10 °С до плюс 50 °С и в необслуживаемых регенерационных пунктах (НРП) при температуре от минус 40 °С до плюс 50 °С.

Марки кабелей типов ОКЗК-1, ОКЗБ-1, ОКЗО-1, ОКЗМК-1, ОКЗС-1, ОКС-1 должны соответствовать техническим требованиям ТУ16-K71.115-91.

Марки других кабелей должны соответствовать техническим условиям производителей или международным стандартам.

Линейные кабели должны иметь климатическое исполнение V по ГОСТ15150.

2. Для соединений линейных или станционных оптических кабелей с оконечными устройствами (терминалы защит и управления, концентраторы, оптические преобразователи, и т. д.) установленными в шкафу на панели или в кассете, могут использоваться разъемы (Connector), монтажные боксы или распределительные коробки, соединительные шнуры (Patch Cord).

3. Основные технические характеристики оптических кабелей даны в ТУ16-K71.115-91 и в **Приложении 4**.

Технические характеристики соединительных шнуров должны соответствовать ТУ-16.K12-16-97 или техническим условиям производителей Patch Cord.

4. При проектировании волоконно-оптических систем необходимо учитывать размещение оборудования, трассы прокладки кабелей, условия эксплуатации. В проектной документации должны выполняться требования по:

- 1) условиям прокладки оптических кабелей;
- 2) минимальному радиусу изгиба оптического кабеля (кратковременному и длительному);
- 3) допустимому растягивающему усилию;
- 4) прочности на раздавливание;
- 5) защищенности от механических повреждений;
- 6) условиям окружающей среды (температура, влажность);
- 7) условиям электромагнитных влияний.

### 5. Основные технические требования к механическим параметрам оптических кабелей.

5.1. Кабели должны быть стойкими к растягивающим усилиям:

1. 50Н - для кабеля марки ОКС-1;
2. 2000Н - для кабеля марки ОКЗО-1, ОККО;
3. 2500Н - для кабеля марки ОКЗС-1, ОКЗБ-1, ОКСТ, ОКК;
4. 3000Н - для кабеля марки ОКЗК-1, ОКК;
5. 10000Н - для кабеля марки ОКЗМК-1, ОМЗКГ.

5.2. Кабели должны быть стойкими к раздавливающим усилиям на длине 1 см:

- до 50Н - для станционного кабеля;
- до 1000Н - для линейных кабелей.

5.3. Кабели должны быть стойкими к изгибам в стационарном состоянии с радиусом изгиба, равным 20 номинальным диаметрам кабеля.

5.4. Кабели (кроме марок ОКЗМК-1, ОМЗКГ) должны быть стойкими к воздействию 20 циклов изгибов при температуре минус 10°C на угол  $\pm 0,5 \pi$  рад. при радиусе изгиба 250 мм.

5.5. Кабели (кроме марок ОКЗМК-1, ОМЗКГ) должны выдерживать 10 перемоток с барабана на барабан с радиусом шейки не более 250 мм при температуре минус 10 °С.

5.6. Кабели (кроме марок ОКЗМК-1, ОМЗКГ) должны выдерживать 10 циклов осевых закручиваний на угол  $\pm 2 \pi$  рад. на длине 2 м при температуре минус 10°C.

#### 6. Основные технические требования по стойкости кабелей к внешним воздействующим факторам.

6.1. Линейные кабели должны выдерживать вибрационные нагрузки в диапазоне частот 10-80 Гц с ускорением до  $40 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  (4g).

6.2. Линейные кабели должны удерживать одиночные удары с ускорением до  $1000 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  (100g) и длительностью импульса  $(2,0 \pm 0,5) \text{ мс}$ .

6.3. Линейные кабели должны выдерживать многократные удары с ускорением до  $400 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$  (40g).

6.4. Линейные кабели должны выдерживать акустические шумы с уровнем звукового давления до 150 дБ в диапазоне частот 50-1000 Гц.

6.5. Кабели должны быть стойкими к воздействию повышенной рабочей температуры +50 °С.

6.6. Линейные кабели и стационарный кабель для НРП (на длине 5 м) должны быть стойкими к воздействию пониженной рабочей температуры до минус 40° С.

6.7. Линейные кабели должны быть стойкими к воздействию циклической смены температуры от -40 °С до +50 °С.

6.8. Линейные кабели должны быть стойкими к повышенной влажности воздуха до 100% при температуре до +35 °С.

6.9. Линейные кабели должны быть стойкими к воздействию плесневых грибов, росы, дождя, соляного тумана.

6.10. Кабели должны выдерживать воздействие пониженного атмосферного давления до  $5,3 \cdot 10^4 \text{ Па}$  (400 мм рт. ст.)

6.11. Линейные кабели (кроме ОКЗО-1) должны быть стойкими к повреждению грызунами.

6.12. Кабель ОКЗМК-1 должен быть стойким к избыточному гидростатическому давлению до 0,7 МПа ( $7 \text{ кг} / \text{см}^2$ ).

6.13. Кабели марок ОКЗК-Н-1, ОКЗБ-Н-1, ОКЗО-Н-1, ОКЗС-Н-1 не должны распространять горение.

## 7. Основные технические требования к электрическим параметрам.

7.1. Если конструкция оптических кабелей предусматривает медные жилы, то сопротивление их изоляции, пересчитанное на 1 км длины и температуру 20 °С, должно быть не менее 5000 МОм.

7.2. Электрическое сопротивление изоляции наружной полиэтиленовой оболочки на длине кабеля 1 км, измеренному между всеми металлическими элементами и водой, должно быть не менее 100 МОм.

7.3. Кабели должны выдерживать испытания номинальным напряжением между жилами 5000 В постоянного тока или 2500 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 2 мин.

## 8. Основные технические требования к соединительным шнурам.

8.1. Соединительные шнуры должны предусматривать однопроводную (Simplex) и двухпроводную (Duplex) конструкцию.

Соединительные шнуры по длине имеют стандартные размеры: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 метров.

8.2. Технические характеристики соединительных шнуров должны соответствовать ТУ-16.К12-16-97, техническим условиям поставщиков или международным стандартам (IES 874-1 и др.).

8.3. Соединительные шнуры должны допускать температуру окружающей среды от -10 °С до 50 °С.

8.4. Соединительные шнуры при допустимом радиусе изгиба должны допускать не менее 1000 изгибов.

## 9. Требования по монтажу и прокладке оптического кабеля.

9.1. Монтаж и прокладка волоконно-оптических кабелей производится в соответствии с указаниями:

- РД 16.235-85 - Кабели световодные. Руководство по применению;
- РД 45.054.071-90 - Разделка оптического волокна, оптического кабеля;
- ГОСТ 26814 - Кабели оптические. Методы измерения параметров;
- Приложения 4, 5, 6 настоящей инструкции.

9.2. Волоконно-оптические кабели должны, как правило, прокладываться в отдельных кабельных каналах, кабельных коробах, коробах сопровождения.

Допускается прокладка в одном коробе на разных полках линейных волоконно-оптических кабелей (бронированных, экранированных, кабелей с металлической оплеткой) и контрольных кабелей систем управления.

Запрещена прокладка в одном коробе волоконно-оптических кабелей и силовых кабелей.

9.3. Для исключения механического напряжения, недопустимого радиуса изгиба следует использовать жесткую или гибкую гофрированную трубку.

9.4. Прокладка волоконно-оптического кабеля должна производиться при температуре не ниже -10 °С.



9.5. При прокладке волоконно-оптических кабелей радиус изгиба должен быть не менее 20 номинальных диаметров кабеля.

9.6. При прокладке волоконно-оптического кабеля усилие натяжения не должно превышать максимального растягивающего усилия. Натяжение кабеля должно осуществляться одновременно за оболочку и армирующие элементы кабеля. Кручение кабеля не допускается.

#### 10. Указания по эксплуатации.

10.1. Эксплуатация волоконно-оптических кабелей должна выполняться с соблюдением технических требований настоящей инструкции.

10.2. При техническом обслуживании волоконно-оптических кабелей должны исключаться механические удары, напряжения, изгибы кабелей с радиусом менее 20 номинальных диаметров кабеля или 250 мм.

10.3. Температура окружающей среды не должна превышать максимально допустимую для данного типа кабеля.

При наличии на трассе участков с повышенной температурой (не более 70° С) должны быть приняты меры к изоляции поверхностей нагрева или переносу источников теплоизлучения.

## 10. Термины и пояснения

| Термин                               | Пояснение  |
|--------------------------------------|--|
| 1. Линии питания                     | Линии, отходящие от источника питания (переменного или постоянного тока)   |
| 2. Линии управления                  | Линии, предназначенные для управления, сигнализации и измерений  |
| 3. АСУ ТП                            | Автоматизированная система управления технологическим процессом  |
| 4. ПТК                               | Программно-технический комплекс  |
| 5. ПТК АСУ ТП                        | Комплекс технических и программных средств вычислительной техники, в том числе средств специального программного обеспечения, а также информационного обеспечения, предназначенный для выполнения одной или более функций системы (ОСТ 25 1299-88) |
| 6. ТС                                | Технические средства (АСУ ТП)  |
| 7. Напряжение общего вида            | Напряжение между каждым из проводников и установленным эталоном, обычно землей или металлическим листом  |
| 8. Напряжение дифференциального вида | Напряжение между любыми двумя проводниками из заданной группы активных проводников   |
| 9. Импульс напряжения                | Переходный процесс напряжения, характеризующийся быстрым нарастанием, за которым следует более медленный спад  |

|   |   |
|---|---|
| 10. Переходный процесс                            | Явление или величина, изменяющаяся между двумя установившимися состояниями за интервал времени, короткий по сравнению с полной рассматриваемой шкалой времени |
| 11. Электромагнитная совместимость                | По ГОСТ 29073   |
| 12. Электромагнитная помеха                       | По ГОСТ 29073   |
| 13. Устойчивость к помехе<br>(помехоустойчивость) | По ГОСТ 29073   |
| 14. Уровень электромагнитной<br>совместимости     | Регламентированный максимальный уровень электромагнитной помехи, которая, как ожидается, будет воздействовать на ТС в конкретных условиях                     |
| 15. Уровень помехоустойчивости                    | Максимальный уровень электромагнитной помехи, воздействующей на ТС, при котором оно сохраняет требуемое качество работы                                       |
| 16. Степень жесткости                             | Значение влияющей электромагнитной величины, установленное для испытания на помехоустойчивость  |
| 17. Электромагнитная<br>восприимчивость           | Неспособность ТС функционировать без ухудшения качества в присутствии электромагнитных помех  |

## 11. Нормативно-техническая документация.

1. Правила устройства электроустановок, "Энергия", Москва, 1987.
2. РД 34.35.310-97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем.
3. РД 34.20.116-93. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех.
4. Рекомендации по защите от электромагнитных воздействий оборудования цифровых терминалов АББ на электрических станциях и подстанциях, АББ Реле-Чебоксары, ред. 1.1, 1996 .
5. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
6. Инструкция по устройству сетей заземления и молниезащите. ВНИПИпроектэлектромонтаж, 1992.
7. Стандарт МЭК 1024. Молниезащита зданий и сооружений, 1990.
8. Стандарт МЭК-364-5-54. Заземляющие устройства и проводники, 1986.
9. Стандарт МЭК-364-4-41. Электробезопасность, 1992.
10. Отчет МЭК 77В/168/СДУ. Электромагнитная совместимость. Руководство по монтажу. Заземление и прокладка кабелей, 1996.
11. ГОСТ 29280-92 (МЭК 1000-4-8-92). Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения.
12. ГОСТ Р50397-92. Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.
13. ГОСТ Р50514-93 (МЭК 255-5-77). Реле электрические. Испытания изоляции.
14. МЭК 255-22-1. Испытание измерительных реле и устройств защиты на воздействие электрических помех. Испытание на воздействие импульсной помехи частотой 1 МГц.
15. ГОСТ 29191-91 (МЭК 255-22-2). Испытание измерительных реле и устройств защиты на воздействие электрических помех. Испытание на воздействие электростатического разряда.
16. МЭК 255-22-3. Испытание измерительных реле и устройств защиты на воздействие электрических помех. Испытание на воздействие электроизлучаемым электромагнитным полем.
17. МЭК 255-22-4. Испытание измерительных реле и устройств защиты на воздействие электрических помех. Испытание на воздействие наносекундных импульсных помех.
18. ГОСТ Р50648-94 (МЭК 1000-4-8-93). Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний.
19. ГОСТ 27916-88 (МЭК 255-11). Отключение и переменная составляющая вспомогательных воздействующих величин постоянного тока измерительных реле.
20. Проведение работ с целью обеспечения требований ЭМС для систем РЗиА фирмы АББ Реле-Чебоксары, в части выполнения заземляющего устройства, монтажа кабелей вторичной коммутации и молниезащиты зданий п/ст "Зубовская". Технический отчет, НПФ "Электротехника: Наука и Практика", Москва, 1997.
21. ГОСТ 1983-89 (МЭК 44-4, 1980), (МЭК 186, 1987). Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
22. ГОСТ 7746-78. Трансформаторы тока. Общие технические условия.
23. Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей. Союзтехэнерго, Москва, 1979.
24. Типовые схемы устройств синхронизации для ТЭС. Москва, ТЭП, ЭА-05.
25. Вавин. Трансформаторы напряжения и их вторичные цепи. Энергия, Москва, 1967.
26. ГОСТ 28249-89. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.
27. ГОСТ 29176-91. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках постоянного тока.

28. МУ 34-70-035-83. Методические указания по расчету защит в системе постоянного тока тепловых электростанций и подстанций (с дополнением). Союзтехэнерго, Москва, 1983 (1987).
29. Методические указания по расчету токов короткого замыкания в сети напряжением до 1 кВ электростанций и подстанций с учетом влияния электрической дуги. ОРГРЭС, Москва, 1993.
30. ГОСТ 12434-83\*Е. Аппараты коммутационные низковольтные.
31. ГОСТ Р 50030.1-92. Низковольтная аппаратура распределения и управления.
32. ТУ 16-К71.115-91. Кабели оптические для зоновых линий связи. Технические условия.
33. РД16.235-85. Кабели световодные. Руководство по применению.
34. РД45.054.071-90, Разделка оптического волокна, оптического кабеля.
35. ГОСТ26814. Кабели оптические. Методы измерения параметров.
36. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Москва, ОРГРЭС, 1996 г.

Технический руководитель проекта

В.Н.Рычагов

Главный специалист по РЗА

Г.С.Нудельман

Главный специалист по системам управления

В.А. Игнатьев



**Технические требования  
по электромагнитной совместимости**

# Технические требования по электромагнитной совместимости микропроцессорных терминалов защит

Таблица 1

| № | Тип устройства РЗА | ГОСТ Р 50514-93    |                          | ГОСТ 29280-92 |                      |                           |                      |                                |                      |                                 |                      | ГОСТ Р 50648-93       |                      |
|---|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|   |                    | Испытания изоляции |                          | Помеха 1 МГц  |                      | Электростатический разряд |                      | Уровень внешних радиоизлучений |                      | Наносекундная импульсная помеха |                      | Внешнее поле 50 Гц    |                      |
|   |                    | 50 Гц х<br>1 мин   | Импульсное<br>напряжение | Напряжение    | Степень<br>жесткости | Напряжение                | Степень<br>жесткости | Напряжение                     | Степень<br>жесткости | Напряжение                      | Степень<br>жесткости | Уровень,<br>длит./3 с | Степень<br>жесткости |
| 1 | REG216             | 2 кВ               | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/300А/м             | 4                    |
| 2 | RET316             | 2 кВ               | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/300А/м             | 4                    |
| 3 | REL511R            | 2 кВ               | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 100/1000 А/м          | 5                    |
| 4 | REC561             | 2 кВ               | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 100/1000 А/м          | 5                    |
| 5 | SPAD346            | 2 кВ               | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/400 А/м            | 4                    |
| 6 | SPAF140            | 2кВ                | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/400 А/м            | 4                    |
| 7 | SPAC801            | 2кВ                | 5 кВ                     | 1/2,5 кВ      | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/400 А/м            | 4                    |
| 8 | SPAC802, SPAC804   | 2кВ                | 5кВ                      | 1/ 2,5 кВ     | 3                    | 6/8 кВ                    | 3                    | 10 В/м                         | 3                    | 2/4 кВ                          | 4                    | 30/400 А/м            | 4                    |



**Заземление шкафов, панелей, технических средств АСУ ТП**

## **Заземление шкафов, панелей, технических средств АСУ ТП.**

### **1. Введение**

Оперативные переключения в высоковольтных установках вызывают повреждения в распределительной сети, перенапряжения в контрольных и измерительных кабелях. Электростатические и магнитные поля появляются также вследствие различных переключений, индуцируемых в самих приборах или в кабелях, соединенных с ними.

Помехи такого типа могут мешать работе электронного оборудования.

С другой стороны электронное оборудование может передавать электромагнитные волны, которые мешают работе другого электронного оборудования.

Чтобы эти помехи находились в допустимых пределах, оборудование должно быть снабжено заземлением, экранами и соответствовать требованиям стандарта по электромагнитной совместимости.

**Для предосторожности, чтобы иметь желаемый эффект, стационарное заземление должно быть хорошего качества.**

### **2. Шкаф.**

#### **2.1. Конструкция.**

Шкаф должен быть спроектирован и изготовлен так, чтобы сопротивление помехам на пути заземления от электронного прибора до зажима заземления шкафа было как можно меньше.

Металлические панели должны быть эффективно соединены поверхность к поверхности к заземляющей раме, чтобы обеспечить низкоимпедансный путь заземления. Контактные поверхности должны не только обладать хорошей проводимостью, но и быть антикоррозийными.

Если указанные выше условия не выполняются, то тогда могут возникнуть резонансные цепи на определенной частоте, которые могут усиливать передачу помех к установленным приборам и также уменьшать их стойкость к индуцированным помехам.

#### **2.2. Заземляющая система.**

##### **2.2.1. Заземление шкафа**

Разборные части шкафа, такие как передние и задние двери или прикрепленное оборудование на рамах, должны быть эффективно заземлены к трем медным полоскам (см. Рис. 1)

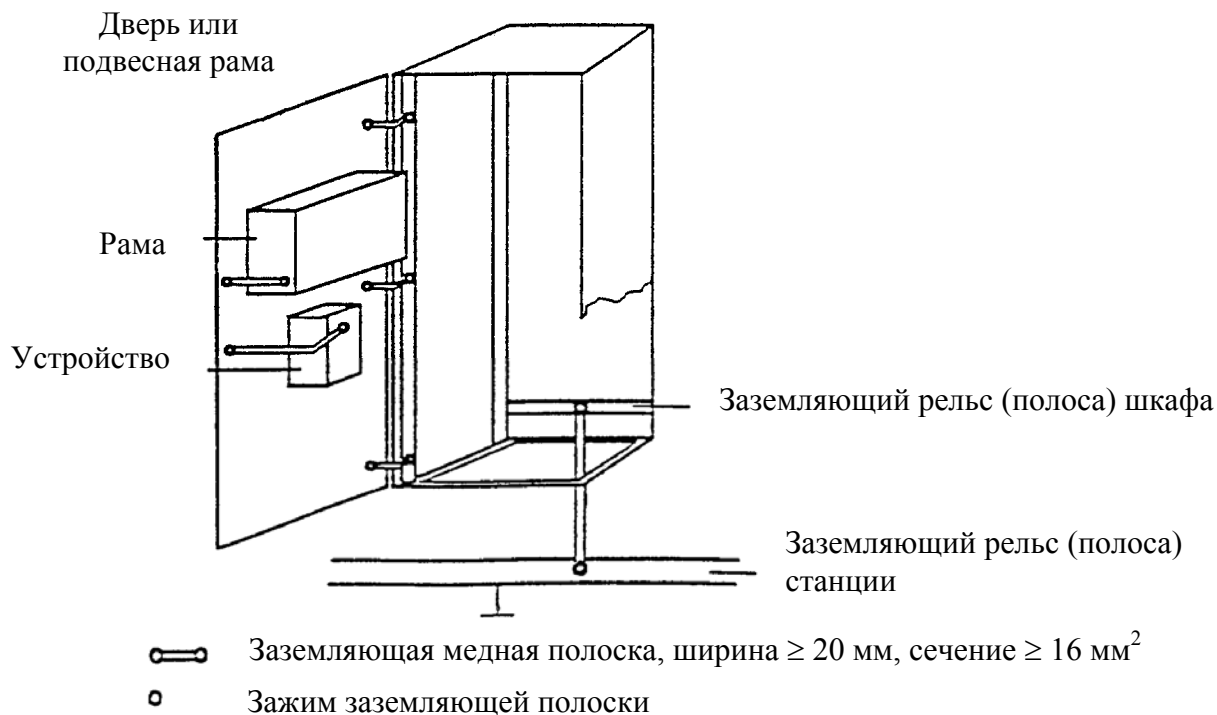


Рис. 1. Система заземления шкафа.

Заземляющий рельс шкафа должен быть надежно заземлен с заземляющим рельсом станции с помощью заземляющей полосы (см. Раздел 5)

Если два заземляющих рельса больше чем 5 м, то две заземляющие полосы должны быть параллельны и расположены, как можно ближе друг к другу.

### 2.2.2. Заземляющая система шкафа

Если шкафы размещены на расстоянии до 1 м (см. Рис. 2), то требования по заземлению должны рассматриваться как дополнение к требованиям п.2.2.1.

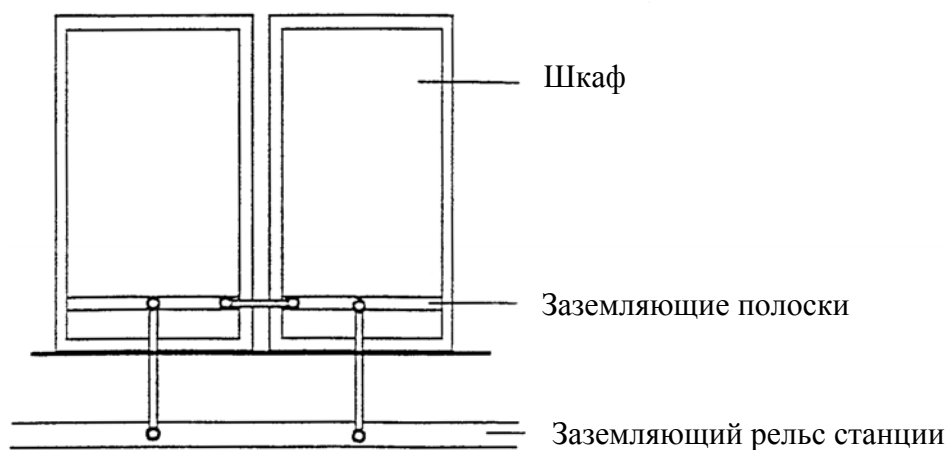


Рис. 2. Заземляющая система шкафа в случае нескольких шкафов, расположенных рядом друг с другом.

### 2.2.3. Заземляющая система для оборудования

Заземляющая полоса может быть прикреплена слева (как на Рис. 1) или справа (см. Рис. 3а). Следите за тем, чтобы заземляющая полоса всегда была как можно короче.

Заметьте, что разрешенное и неразрешенное расположение заземляющих полос показано на (Рис 3).

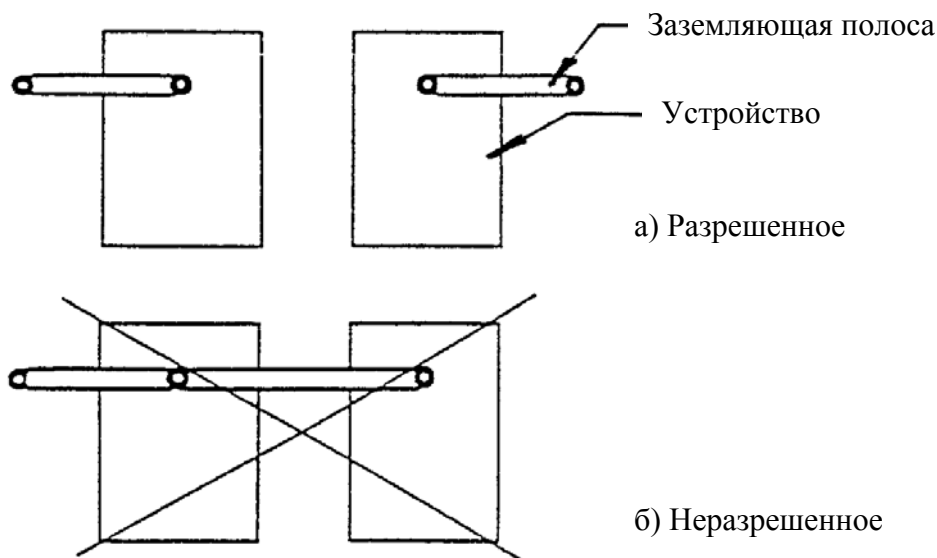


Рис. 3. Заземляющая система для двух устройств, установленных друг за другом.

### 3. Открытые кассеты оборудования.

Открытые кассеты оборудования должны быть электрически проводимыми и не подвергаться коррозии, и быть надежно заземленными к заземляющему рельсу станции (см. Рис. 4).

Металлические модули интерфейса, не имеющие своей собственной заземляющей полосы, монтажной пластинки и всех типов покрывающих пластин, должны иметь электрически проводимое соединение с кассетами оборудования.

Контактирующая поверхность может быть покрашена, и иметь антикоррозийное покрытие.

Устройство и 19" кассеты должны заземляться как показано на (Рис. 1). Следите за тем, чтобы заземляющая полоса всегда была как можно короче.

Как обосновано в разделе 2.2.1, вторая заземляющая полоска должна идти параллельно и как можно ближе к первой, если заземляющий рельс станции расположен на расстоянии более 5 м.

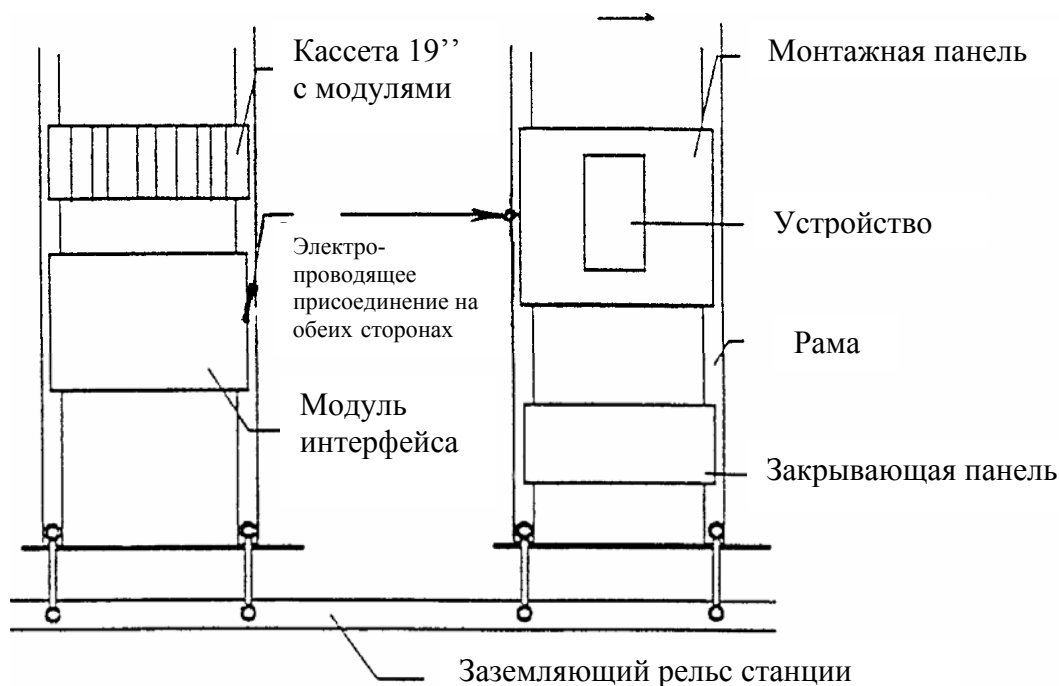


Рис.4. Заземляющая система для открытых кассет оборудования (Вид спереди).

#### 4. Консоль системы управления (SCS).

Обычно механическая конструкция консоли SCS (пульта, оконечного устройства) такая же, как у шкафа (см. Раздел 2.1).

Корпус консоли должен быть электрически соединен с рельсом заземления станции при помощи плетеной медной полоски (см. Раздел 5), как показано на (рис.5).

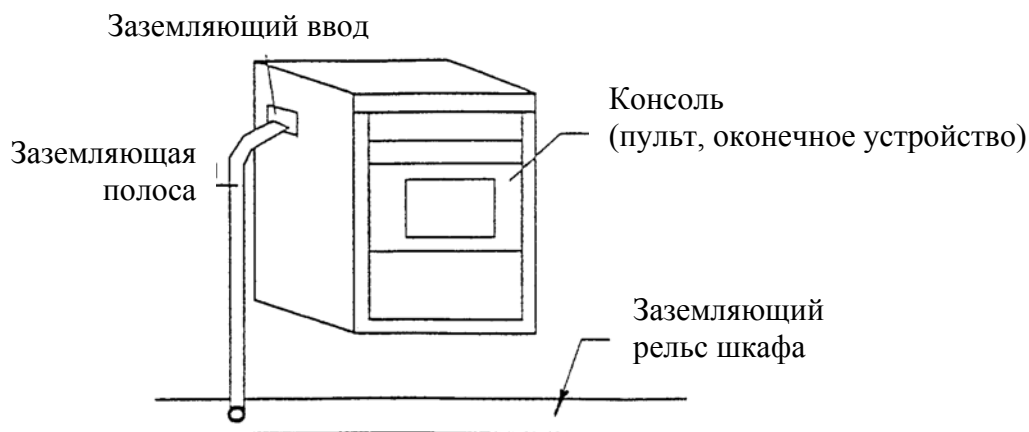


Рис. 5. Система заземления для консоли SCS.

Заземляющая полоска прикручивается с внутренней стороны корпуса консоли сразу за входным отверстием, создавая проводимость поверхность к поверхности (см. Рис. 6).

Как обосновано в Разделе 2.2.1, вторая заземляющая полоска должна идти параллельно и как можно ближе к первой, если заземляющий рельс станции расположен на расстоянии более 5 м.

Все устройства, установленные в консоли, должны быть соединены с корпусом консоли при помощи заземляющих полос. Следите за тем, чтобы заземляющая полоса всегда была как можно короче.

## 5. Заземляющие полоски (из переплетенной меди) и их установка.

Высокочастотные токи вызываются помехами в заземляющих соединениях и по причине поверхностного эффекта на этих частотах, при котором имеет значение только площадь поверхности заземляющих полосок.

Заземляющие полоски должны быть выполнены из плетеного, луженого, медного провода, а не из круглых проводников, так как площадь поверхности круглого медного проводника была бы слишком большой.

### Технические данные на плетеную медную полоску.

Ширина  $\geq 20$  мм.

Площадь поверхности  $\geq 16 \text{ мм}^2$ .

Полоска должна быть оконцована с двух сторон соответствующим образом при помощи пластинки с отверстиями для надежного соединения с поверхностью подключения.

Поверхность, к которой прикручиваются заземляющие полоски, должна быть электрически проводима и антикоррозийна.

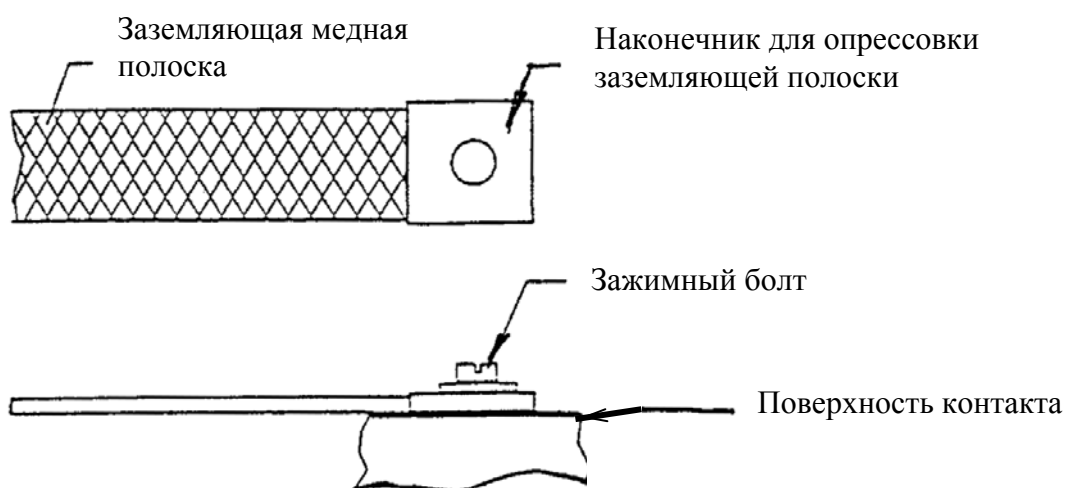


Рис. 6. Оконцовка заземляющей полоски.

Если поверхность контактирования выполнена из алюминия, то между заземляющей полоской и поверхностью должна быть шайба Cural (алюминий с медным покрытием) для предотвращения коррозии.

**Прокладка кабелей, заземление экранов**

## Прокладка кабелей, заземление экранов.

### Монтаж проводов.

#### 1. Внешний монтаж.

Внешний монтаж включает в себя все соединения от первичного оборудования к шкафу, терминалам кассеты открытого оборудования или напрямую к зажимам устройств. Кабель прокладывается по металлическим каналам, которые соединены с заземлением станции в нескольких местах.

Существуют следующие виды внешнего монтажа:

Измерительные выводы трансформатора;  
Кабели источника питания собственных нужд;  
Дискретные входы/выходы.

Как показал опыт основным источником наложения помех являются выводы ТТ и ТН и их цепи должны прокладываться в отдельных кабелях.

**Для программно-технических комплексов АСУ ТП или информационных систем кабели ТТ и ТН должны быть экранированы.**

Экранированные контрольные кабели рекомендуется применять для обеспечения требований по электромагнитной совместимости.

#### 2. Внутренний монтаж.

Внутренний монтаж - это соединения между шкафом или устройствами кассеты оборудования и выводами устройств. В случае открытых кассет оборудования эти соединения должны быть как можно короче.

Цепи измерительных трансформаторов должны прокладываться в отдельных кабельных лотках или жгутах.

Не допускается прокладка цепей тока и напряжения в одном кабеле или в одном жгуте.

Способы разделения цепей в контрольных кабелях указаны в Разделе 4.5.

Взаимного влияния можно избежать, прокладывая кабель различного типа не параллельно, а перпендикулярно (см. Рис.1).

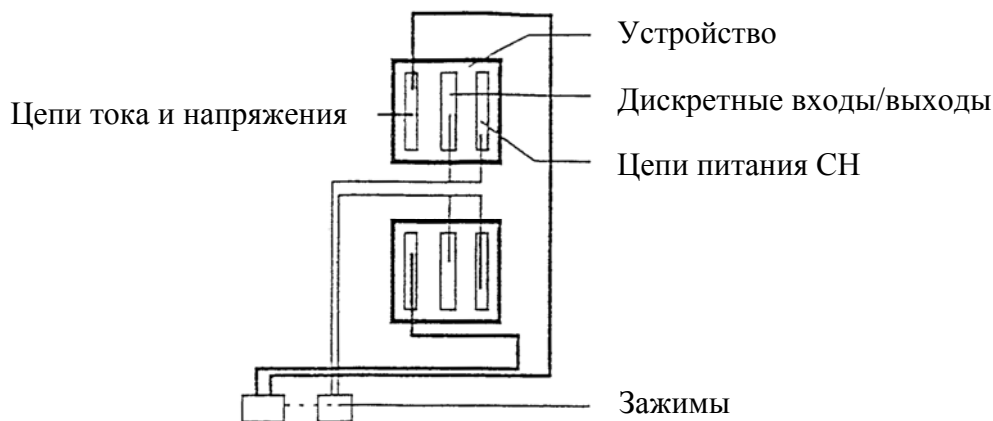


Рис. 1. Пример перпендикулярного пересечения цепей ТТ/ТН и кабелей питания/сигнальных.



### 3. Кабели связи.

Кабели связи соединяют консоль SCS (пульт, оконечное устройство) со шкафом или шкафы между собой.

Обычный медный кабель связи должен быть экранирован (см. Раздел 4). Экран кабеля должен быть надежно заземлен в шкафах с обоих концов (см. Раздел 4.2).

При заземленных с обоих концов экранах кабеля любая разность потенциалов между шкафами приводит к тому, что по экранам будут протекать наведенные токи, которые могут вызвать напряжение помех в кабелях. Это может влиять на функционирование устройства при длине кабеля 10 м и более. Рекомендуется прокладывать кабель в металлических кабельных коробах вдоль заземляющих рельсов (полос) заземляющей системы станции и выполнять заземление экранов на расстоянии 5-10 м (см. Раздел 4.3; 4.4). Кабельные короба должны иметь надежное электрическое соединение между собой и с заземляющей системой в промежутках через 5-10 м.

Для исключения влияния наведенных токов можно провести низкоимпедансное заземление параллельно экранированным кабелям (см. Рис 2).

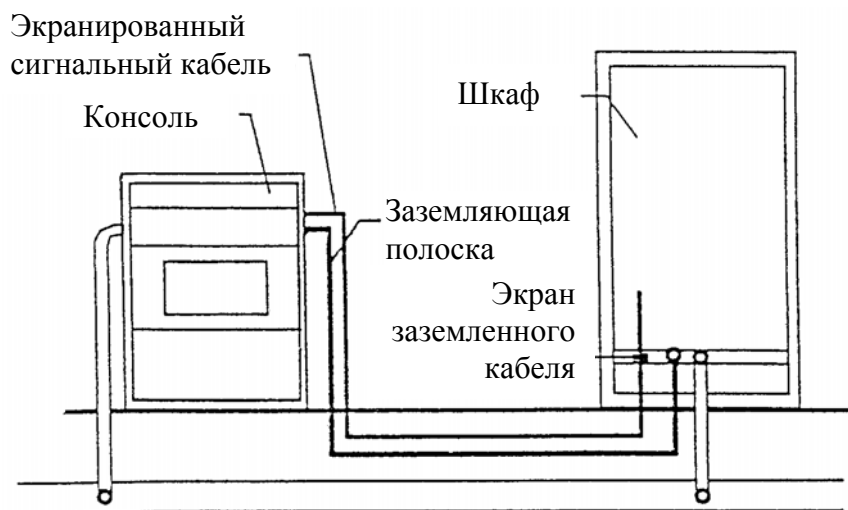


Рис.2. Низкоимпедансное параллельное заземление.

На Рис.2 приведен пример параллельного заземления между консолью SCS и шкафом. То же самое выполняется в случае двух шкафов.

Параллельное заземление осуществляется при помощи витой меди (см. Раздел 5, Приложение 2). Нужно его проводить параллельно контрольному кабелю по возможности по всей длине, и оба этих кабеля должны быть свободно натянуты на интервалах между местами крепления.

Кабели, проводящие аналоговые (НЧ) сигналы, должны быть двухжильными. Многожильные кабели должны иметь скрученные пары (витые пары).

## 4. Экранирование.

### 4.1. Экраны кабеля.

Экраны кабеля должны быть плетеными с коэффициентом поверхности не менее 80 %.

### 4.2. Заземление концов экрана кабеля.

Заземление экрана кабеля должно распространяться на всю поверхность.

**Заземление экрана путем подпайки к нему провода дает недостаточный экранирующий эффект в промышленных установках.**

Экраны кабеля должны быть заземлены с обоих концов.

Наилучший экранирующий эффект, когда кабель подключается к шкафу при помощи винтового соединения. Если такого соединения не существует, то кабель заземляется как показано на Рис. 3 и Рис. 4, с внутренней стороны шкафа непосредственно у места входа кабеля.

Для заземления кабеля удалите изоляцию на нужную длину и заверните экранирующую оплетку на изоляцию. В целях безопасности закрепите кабель на заземляющей поверхности при помощи металлического зажима (Рис. 3). Поверхность и зажим должны быть электрически проводимыми и антикоррозийными.

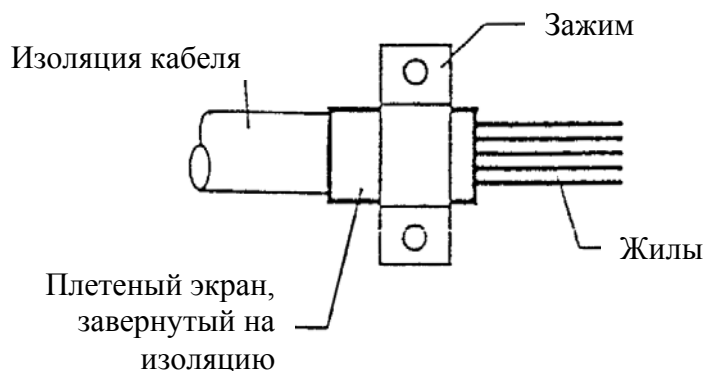


Рис. 3. Круговое заземление конца экрана кабеля.

Экран должен быть завернут поверх изоляции для предотвращения обтрепывания со временем и снижения качества заземления. Это также снижает риск заземления экрана и проводов.

Заземление для случая открытых кассет оборудования выполняется как показано на Рис. 3 и Рис. 4.

Задняя поверхность монтажной пластины должна быть неокрашенной, иметь хорошую проводимость и стойкость к коррозиям.

Как объяснено в Разделе 5, Приложении 2 и показано на Рис.4 Приложения 2, монтажная пластина должна иметь хороший электрический контакт с рамой открытой кассеты.

Не перекручиваемые концы от точки заземления до выводов устройства должны быть как можно короче.

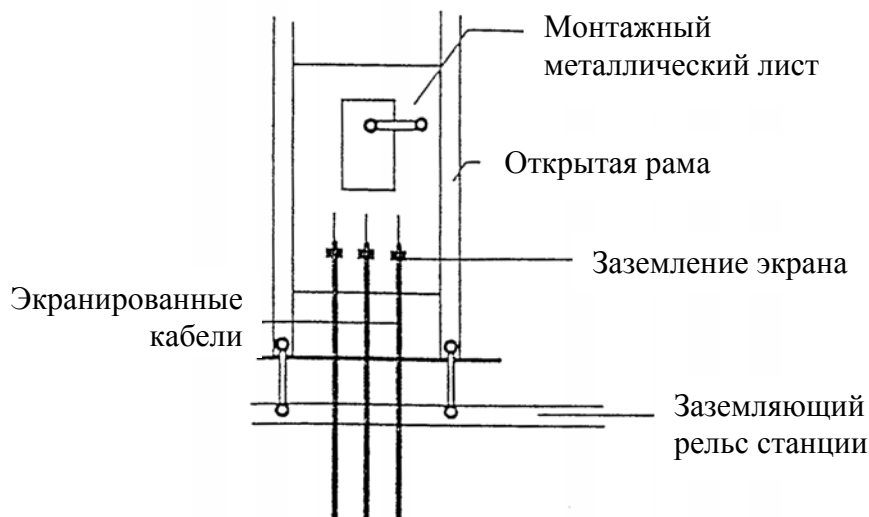


Рис. 4. Экраны заземляющих проводов для открытых кассет оборудования (Вид сзади).

#### 4.3. Дополнительные заземления кабеля между концами

Как указывалось в Разделе 3, рекомендуется заземление экранов длинных кабелей с интервалами 5-10 м. С этой целью удаляется изоляция на нужную длину и экран крепится на заземляющую металлическую поверхность при помощи зажима (Рис. 3). Зажим и контактная поверхность должны иметь хорошую проводимость и стойкость к коррозии.

Выбирайте зажим, который крепко прижимает экран и в то же время не пережимает экран или кабель.

#### 4.4. Заземление экранов кабелей связи.

Корпуса соединительных устройств, разъемов должны быть металлическими или из пластика, покрытого металлом, и снабжены эффективным натяжением рельефа, который электрически соединен с корпусом.

Изоляция должна быть оголена, а экран загнут, как описано в Разделе 4.2. Рельефное натяжение кабеля должно заземляться по окружности, так же, как в предыдущем случае с зажимами.

Винты должны быть хорошо затянуты и обеспечивать надежное заземление.

У большинства контрольных кабелей экран может заземляться при помощи специального вывода на разъеме (обычно с пластиковым корпусом).

То же применяется в случае, когда экран заземлен при помощи провода, идущего от корпуса разъема и подключен к внешнему заземляющему устройству.

#### 4.5. Разделение цепей в контрольных кабелях.

Для цепей измерительных трансформаторов тока и напряжения должны применяться отдельные экранированные кабели или кабели с экраном и броней.

Применение неэкранированных кабелей должно подтверждаться расчетом допустимых уровней помех и электромагнитной совместимости.

Способы выполнения параллельных цепей измерительных трансформаторов показаны на Рис. 5.

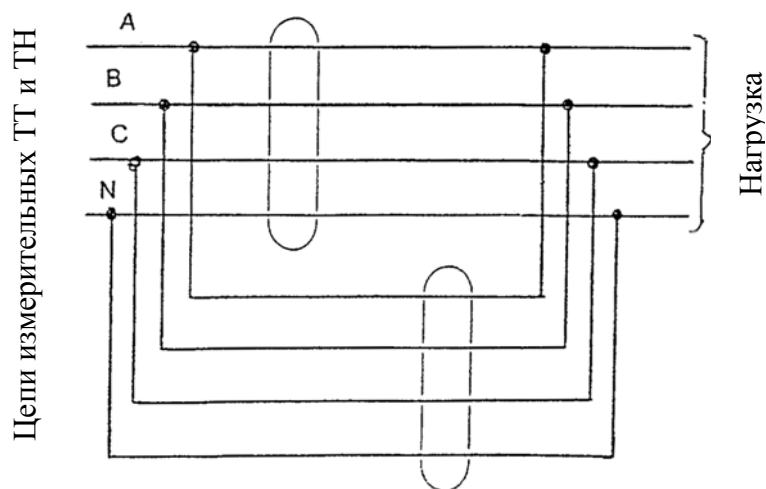


Рис.5. Параллельные кабели в цепях ТТ или ТН.

В одном контрольном кабеле не допускается объединение цепей различных классов по уровню испытательного напряжения, различных информационных систем, силовых цепей и цепей контроля, управления, измерения.

Способы выполнения цепей управления для приводов выключателей показаны на Рис.6.



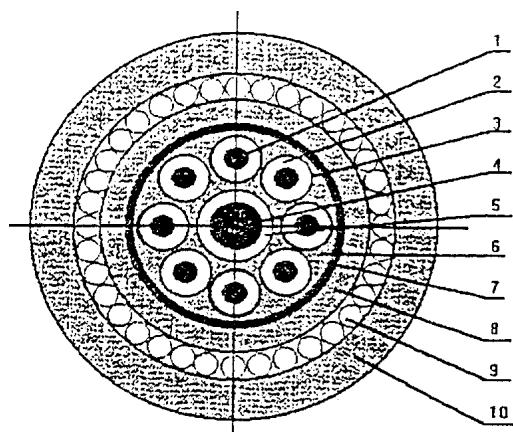
Рис.6. Цепи постоянного тока в контрольных кабелях.

**Основные технические характеристики волоконно-оптических кабелей**

### Кабель оптический типа ОМЗКГ.

Кабели линейные предназначены для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, в грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, через водные преграды ручным и механизированным способом и эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -40 °С до +50 °С.

Кабель имеет защитную броню из стальных проволок.



1. Оптическое волокно.
2. Гидрофобный наполнитель.
3. Полиэтиленовая трубка.
4. Стальной трос (стеклопластиковый прут).
5. Полиэтиленовая трубка.
6. Гидрофобный наполнитель.
7. Скрепляющая лента.
8. Полиэтиленовая защитная оболочка.
9. Броня из стальных проволок.
10. Полиэтиленовая защитная оболочка кабеля.

### Основные технические характеристики

#### Для многомодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км (λ=1300 нм) | Коэф. широкополосности МГц × км (λ= 1300 нм) | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|------------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0,7;1,0;1,3                        | 500:800                                      | 405                   | 215                             | 10000                              | 17                   |

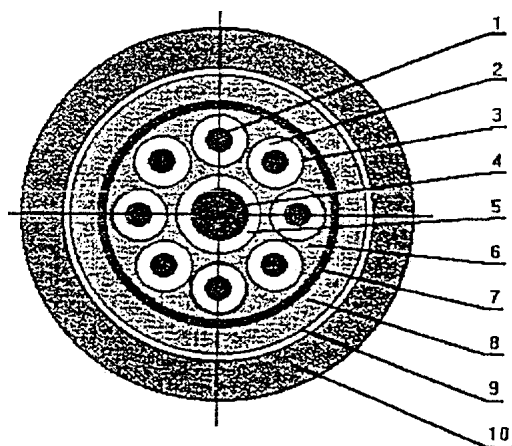
#### Для одномодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км (λ=1310 нм)<br>(λ=1550нм) | Хроматическая дисперсия, пс/нм × км | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0,35;0,4;0,5;0,6;0,7;<br>0,22;0,25;0,3;0,4;0,5   | 3,5 18,0                            | 405                   | 215                             | 10000                              | 17                   |

### Кабель оптический типа ОКСТ.

Кабели городские предназначены для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, в грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, через водные преграды ручным и механизированным способом и эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -40 °С до +50 °С.

Кабель имеет защиту от грызунов в виде стальной гофрированной ленты.



1. Оптическое волокно.
2. Гидрофобный наполнитель.
3. Полиэтиленовая трубка.
4. Стальной трос (стеклопластиковый пруток).
5. Полиэтиленовая трубка.
6. Гидрофобный наполнитель.
7. Скрепляющая лента.
8. Полиэтиленовая защитная оболочка.
9. Стальная гофрированная лента.
10. Полиэтиленовая защитная оболочка кабеля.

### Основные технические характеристики

#### Для многомодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км<br>( $\lambda=1300$ нм) | Коэф. широкополосности, МГц х км<br>( $\lambda=1300$ нм) | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|--|--|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0.7:1.0:1,5                                    | 500:800  | 440                   | 215                             | 2500                               | 13                   |

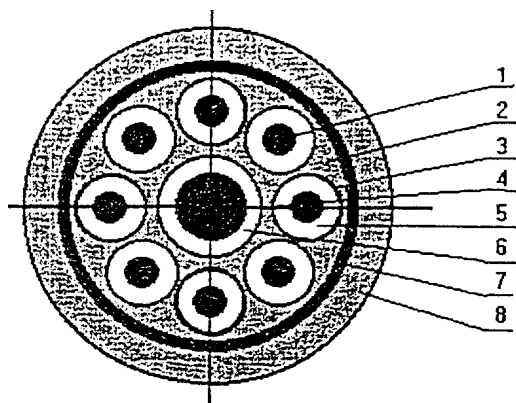
#### Для одномодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км<br>( $\lambda=1310$ нм)( $\lambda=1550$ нм) | Хроматическая дисперсия, пс/нм х км | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|--|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0,35;0,4;0,5;0,6;0,7;<br>0.22:0.25:0.3:0.4:0.5                     | 3,5 18.0                            | 440                   | 215                             | 2500                               | 13                   |

## Кабель оптический типа ОКК.

Кабели городские предназначены для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, в грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, через водные преграды ручным и механизированным способом и эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -40°С до +50 °С.

Кабель выпускается как с одномодовым так и с многомодовым оптическим волокном.



1. Оптическое волокно
2. Гидрофобный наполнитель
3. Полиэтиленовая трубка
4. Стальной трос  
(стеклопластиковый пруток)
5. Гидрофобный наполнитель.
6. Полиэтиленовая трубка.
7. Скрепляющая лента.
8. Полиэтиленовая защитная оболочка  
кабеля

## Основные технические характеристики

### Для многомодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф затухания, ДБ/км (l=1300нм) | Коэф. широкополосности, МГц х км (l=1300нм) | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|----------------------------------|---|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0.7;1.0:1.5                      | 500:800                                     | 110-115               | 200                             | 2500:3000                          | 10-12                |

### Для одномодовых оптических кабелей

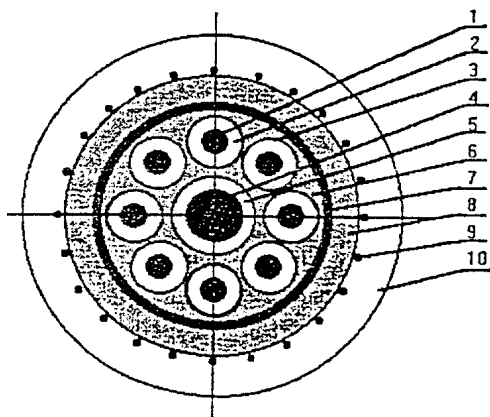
| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км (l=1310нм)<br>(l=1550нм) | Хроматическая дисперсия, пс/нм х км | Масса на километр, кг | Наработка на отказ, тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр, мм |
|----------------|---|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 4-32           | 0,35;0,4;0,5;0,6;0,7;<br>0,22;0,25;0,3;0,4;0,5  | 3,5 18,0                            | 110-115               | 200                             | 2500;3000                          | 10-12                |



### Кабель оптический типа ОККО.

Кабели линейные предназначены для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, в грунтах всех категорий, кроме подверженных мерзлотным деформациям, через водные преграды ручным и механизированным способом и эксплуатации при температуре окружающего воздуха от -40°C до +50°C.

Кабель имеет защиту от грызунов в виде оплетки стальной проволокой.



1. Оптическое волокно.
2. Гидрофобный наполнитель.
3. Полиэтиленовая трубка.
4. Стальной трос (стеклопластиковый прут).
5. Полиэтиленовая трубка
6. Гидрофобный наполнитель
7. Скрепляющая лента.
8. Полиэтиленовая защитная оболочка.
- 9 Оплетка стальной проволокой.
10. Полиэтиленовая защитная оболочка кабеля

### Основные технические характеристики

#### Для многомодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания, ДБ/км<br>( $\lambda=1300$ нм) | Коэффициент широкополосности<br>МГц x км ( $\lambda=1300$ нм) | Масса на километр,<br>кг | Наработка на отказ,<br>тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие,<br>Н | Наружный диаметр,<br>мм |
|----------------|--|---|--------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| 4-32           | 0.7:1.0:1.5                                    | 500:800   | 280                      | 215                                | 2000                                  | 15                      |

#### Для одномодовых оптических кабелей

| Кол-во волокон | Коэф. затухания,<br>ДБ/км ( $\lambda=1310$ нм)<br>( $\lambda=1550$ нм) | Хроматическая дисперсия,<br>пс/нм x км | Масса на километр,<br>кг | Наработка на отказ,<br>тысяч часов | Допустимое растягивающее усилие, Н | Наружный диаметр,<br>мм |
|----------------|--|--|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 4-32           | 0,35;0,4;0,5;0,6;0,7;<br>0,22;0.25;0.3;0,4;0,5                         | 3,5 18,0                               | 280                      | 215                                | 2000                               | 15                      |

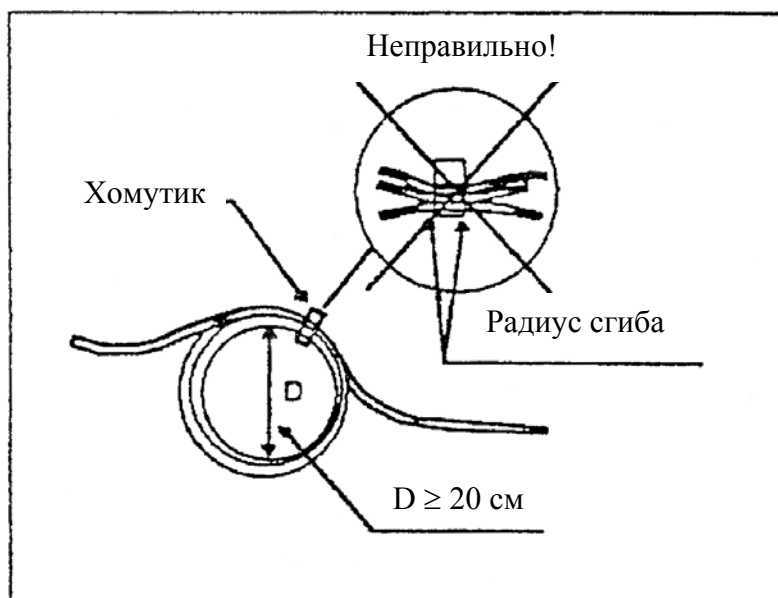


**Руководство по прокладке волоконно-оптического кабеля в кабельной канализации**

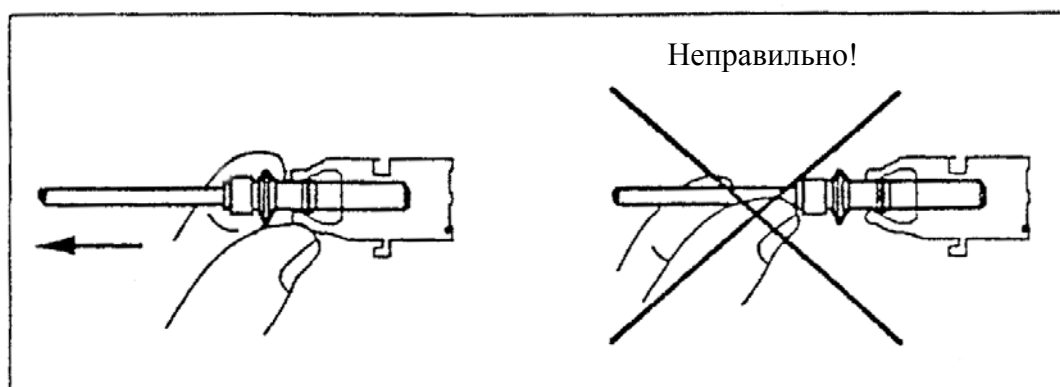
Оптоволоконные кабели нельзя группировать с кабелями других типов.

Особое внимание нужно обратить на радиусы сгиба кабеля вблизи разъемов.

При слишком большой длине кабеля лишнюю часть можно смотать в виде кольца (катушки) с минимальным диаметром 20 см. Кольцо нужно закрепить жгутом так, чтобы кабель не повредился.



При отсоединении разъема от модуля тянуть нужно за разъем, а не за кабель, иначе это приведет к смещению кабеля, что может нарушить проводимость кабеля и ослабить сигнал, а в некоторых случаях (когда длина кабеля более 10 м или смещение больше 0,5 мм ) и прервать передачу.



Необходимо заметить, что оптоволоконный кабель не поддается ремонту.

«ВИМКОМ-ОПТИК»

**Руководство по прокладке волоконно-оптического кабеля в кабельной  
канализации**

МОСКВА, 1997

В настоящем "Руководстве" изложены основные положения, определяющие порядок прокладки оптического кабеля в кабельной канализации. По общим вопросам производства работ, не нашедших отражения в "Руководстве", следует обращаться к "Общей инструкции по строительству линейных сооружений ГТС" М., "Связь", 1978 и "Руководству по прокладке, монтажу и сдаче в эксплуатацию оптических линий связи ГТС" М., ССКТБ, 1987.

## **1. Особенности прокладки оптических кабелей в кабельной канализации**

1.1. Волоконно-оптические линии связи, проходящие в черте населенных пунктов, как правило, прокладывают в телефонной канализации.

1.2. При прокладке оптического кабеля усилие тяжения не должно превышать максимально допустимого растягивающего усилия. Тяжение должно осуществляться одновременно за оболочку и армирующие элементы кабеля. Кручение кабеля не допускается.

1.3. Прокладка производится, как правило, в свободные каналы диаметром 100 мм или в субканалы, образованные предварительно затянутыми в основной канал полиэтиленовыми трубами с внутренним диаметром 25 - 27 мм. Наиболее часто используются трубы ПНД-32-Т. В свободный канал диаметром 100 мм может быть одновременно затянуто 3-4 субканала.

1.4. Для организации оперативной связи во время прокладки кабеля необходим комплект из трех радиостанций типа "Лен" или "Кактус".

1.5. Для прокладки в кабельной канализации ГТС применяется, в основном, кабель оптический типов ОК-50 или ОКК.

### **Механические параметры кабеля типа ОК-50:**

Допустимое растягивающее усилие, Н, для кабелей с силовым элементом:

|                           |      |
|---------------------------|------|
| из нитей СВМ.....         | 1200 |
| из стальных проволок..... | 2200 |

Прочность на раздавливание, Н/см..... 1200

Линейная масса кабеля, кг/км, для кабелей с силовым элементом:

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| из нитей СВМ, не более.....         | 150 |
| из стальных проволок, не более..... | 170 |

Минимально допустимый радиус изгиба, мм ..... 250

Диапазон рабочих температур, град.С ..... - 40...+50

Ниже приведены предельные для прямолинейной канализации длины оптического кабеля типа ОК-50, которые можно затягивать в канал путем тяжения за один конец с допустимым тяговым усилием 1200 Н.

Предельная длина кабеля типа ОК-50 для затягивания в каналы, м:

|                     |      |
|---------------------|------|
| Бетонные.....       | 1075 |
| Асбоцементные.....  | 2350 |
| Полиэтиленовые..... | 2600 |

1.6. При наличии на трассе значительных отклонений от прямолинейности необходимо рассредоточивать тяговое усилие по длине оптического кабеля. Для этого осуществляется ручная или автоматизированная подтяжка кабеля в транзитных колодцах с усилием не более 700 Н.

1.7. Прокладка кабеля ведется при температуре воздуха не ниже минус 10°C.

1.8. При прокладке кабеля радиус изгиба должен быть не менее минимально допустимого (20 номинальных диаметров кабеля)

## **2. Прокладка оптических кабелей в кабельной канализации**

2.1. Прокладка в кабельной канализации производится в соответствии с указаниями "Руководства по прокладке, монтажу и сдаче в эксплуатацию оптических линий связи ГТС" с учетом конструктивных параметров кабеля.

2.2. В кабельной канализации телефонных сетей оптический кабель следует прокладывать в свободном канале, в этом же канале впоследствии можно прокладывать и другие оптические кабели. Прокладка оптических кабелей совместно с электрическими в одном канале запрещена. При острой необходимости использовать канал, занятый электрическим кабелем, следует оптический кабель прокладывать в полиэтиленовой трубе ПНД-32-Т.

При наличии на трассе участков с повышенной рабочей температурой (не более 70°C) оптический кабель следует прокладывать только в свободном канале в полиэтиленовой трубе ПНД-32-Т.

### **2.3. Заготовка каналов и затягивание кабеля в каналы**

2.3.1. Заготовка свободного канала при прокладке кабеля без полиэтиленовой трубы производится в соответствии с гл.4.2 "Общей инструкции". Заготовка канала, в котором уже проложен оптический кабель без полиэтиленовой трубы, должна производиться либо стеклопрутком, либо полиэтиленовой трубой.

2.3.2. Для прокладки оптического кабеля в кабельную канализацию необходим следующий комплект инструментов и приспособлений:

лебедка ручная проволочная (ЛПР) для заготовки каналов и затягивания кабелей;

устройство для размотки кабеля с барабанов (УРКР);

труба направляющая (ТНГ) для ввода через горловину колодца кабеля от барабана до канала кабельной канализации;

ролики люкоогибные (РЛО) для направления прохождения заготовочной проволоки (тягового каната) через горловину колодца;

горизонтальная распорка внутренняя (РГВ) и блок поворотный кабельный (ВПК) для плавного поворота кабеля в угловом колодце;

воронка канальная направляющая ВКН-100 для предотвращения повреждений кабеля и обеспечения требуемого радиуса изгиба кабеля на входе и выходе канала;

чулок кабельный съемный ЧСК-12;

наконечник кабельный с чулком (НСК) для тяжения кабеля за центральный силовой элемент и полиэтиленовую оболочку;

компенсатор кручения (ККР) для исключения передачи на кабель скручивающих усилий.

2.3.3. Устройство для размотки кабеля с барабана устанавливают в начале трассы у люка входного колодца со стороны входа в канал кабельной канализации. Барабан ставят таким образом, чтобы размотка оптического кабеля шла с его верхней части.

На трассе во всех местах, где происходит изменение ее направления, расставляют направляющие устройства.

Перед прокладкой кабеля верхний на барабане конец строительной длины, с которой начнется протяжка, должен быть оснащен наконечником.

2.3.4. Опорные устройства УРКР имеют по два колеса для перемещения их вручную по трассе прокладки кабеля. Перед выездом на объект проверяют отсутствие загрязнений грузового винта, свободное перемещение каретки при вращении маховичка и фиксацию конусов на оси. Опорные устройства устанавливают так, чтобы каретки находились на противоположной от люка стороне площадки. Расстояние между опорными устройствами должно составлять 800 мм. В отверстие барабана вводят ось и фиксируют ее конусами с зажимами. Барабан с устройством размотки устанавливают в начале трассы. Вращением маховичков опускают каретки на 2 - 3 см ниже шеек оси барабана. Заводят ось так, чтобы ее шейки находились над гнездами кареток. Вращением маховичков поднимают барабан, устанавливают необходимую высоту и горизонтальность его положения. Барабан должен свободно (от руки) вращаться на конусах оси.

2.3.5. Заготовочную проволоку или трос, выходящий из канала кабельной канализации, пропускают через люкоогибные ролики и соединяют с наконечником оптического кабеля, пропущенного через направляющую трубу ТНГ.

Направляющую трубу выбирают исходя из расстояния от люка колодца до канала. В нижний конец трубы вводят предварительно вытянутую из канала проволоку, прикрепленную к кабельному наконечнику. Трубу вводят в занимаемый канал по плавной траектории.

2.3.6. Для предотвращения повреждения кабеля и обеспечения требуемого радиуса изгиба на входе и выходе канала кабельной канализации применяют полиэтиленовые воронки. Размер воронки (100 мм или 32 мм) определяется типом канала (канал или субканал).

2.3.7. Блок кабельный ВПК служит для плавного поворота оптического кабеля и устанавливается в угловых колодцах на специальной распорке. Блок устанавливают на 2 - 3 см выше трассы прокладываемого кабеля. Возможна наклонная установка блока при переходе на другой уровень; угол наклона не должен превышать 10 градусов.

2.3.8. На другом конце трассы заготовочную проволоку (или трос) с прикрепленным к ней оптическим кабелем вытягивают с помощью лебедки.

Перед выездом на трассу проверяют и при необходимости регулируют тяговое усилие лебедки, которое по показаниям динамометра не должно превышать допустимое растягивающее усилие для используемого типа оптического кабеля.



Лебедку устанавливают на расстоянии примерно 2 м от люка выходного колодца с противоположной от выходного канала стороны. Протяжка должна осуществляться плавно, без рывков и без допущения слабины заготовки или оптического кабеля. В случае, если установленное на ограничителе лебедки тяговое усилие оказывается недостаточным для протяжки кабеля, необходимо осуществлять подтяжку его в транзитных колодцах используя служебную радиосвязь. Средняя скорость прокладки оптического кабеля составляет 5 - 7 м/мин.

#### **2.4. Выкладка оптического кабеля**

2.4.1. После прокладки кабель выкладывают по форме колодцев и укладывают на консоли. Как правило, оптический кабель укладывают в ближайшем по вертикали ряду консолей, в ближайшем к кронштейну ручье консолей. В точках поворота оптический кабель можно закрепить с помощью липкой ленты или перевязочной проволоки.

2.4.2. Запас кабеля, оставляемый в колодце для монтажа муфты, сворачивают кольцами диаметром 1 - 1,2 м, укладывают к стене и прикрепляют к кронштейнам. При последующем монтаже муфты в монтажно-измерительной автомашине запас кабеля после выкладки должен составлять 8 м, при монтаже муфты в колодце в зависимости от типа колодца от 3 до 5 м.

2.4.3. По окончании выкладки оптического кабеля строительные длины проверяют на соответствие величины километрического затухания оптических волокон данным технических условий на кабель и сдают для проведения монтажных работ. До проведения монтажа концы оптических кабелей должны быть защищены от попадания влаги и механических повреждений.

### **3. Техника безопасности**

3.1. При выполнении работ следует руководствоваться "Правилами техники безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания", М., "Недра", 1991.

### **Перечень ссылочных документов**

|  |  |
|--|--|
| ГОСТ 26599-85  | Компоненты волоконно-оптических систем передачи.<br>Термины и определения                                    |
| ГОСТ 26814-86  | Кабели оптические. Методы измерения параметров.  |
| ОСТ 4.054.033-79   | Устройства связи оптического диапазона, волоконно-оптические линии. Сборка, типовой технологический процесс. |
| РД 16.235-85   | Кабели световодные. Руководство по применению.   |
| Р45.054.071-90   | Разделка оптического волокна, оптического кабеля.<br>Типовой технологический процесс.                        |
| ТУ 11-ТХО.735.092-83   | Кабели волоконно-оптические.   |
| ТУ 11-ТХО.735.124-87   | Кабели оптические одноволоконные.  |
| "Руководство" разработано коллективом авторов в составе:<br>Алферов С.В., Гуца Н.В., Спирин А.А. |  |

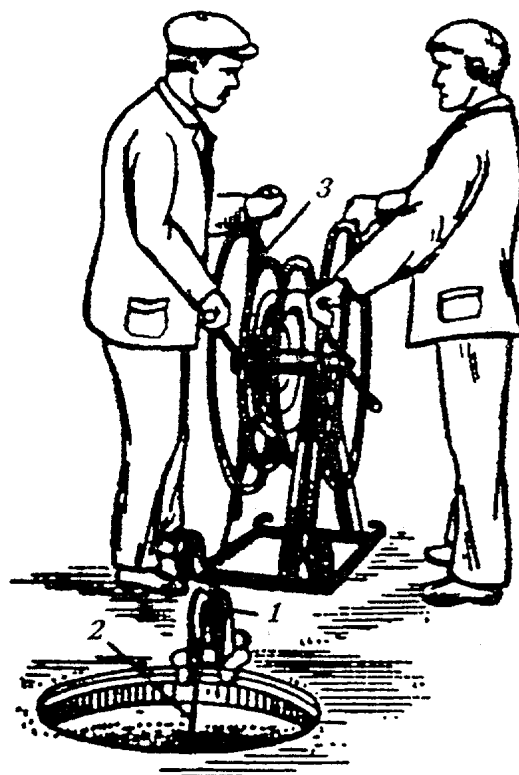


Рис.1 Вытяжка заготовочной проволоки из выходного колодца.

- 1-верхний люкоогибной ролик;
- 2-заготовочная проволока;
- 3-лебедка ручная проволочная ЛПР.

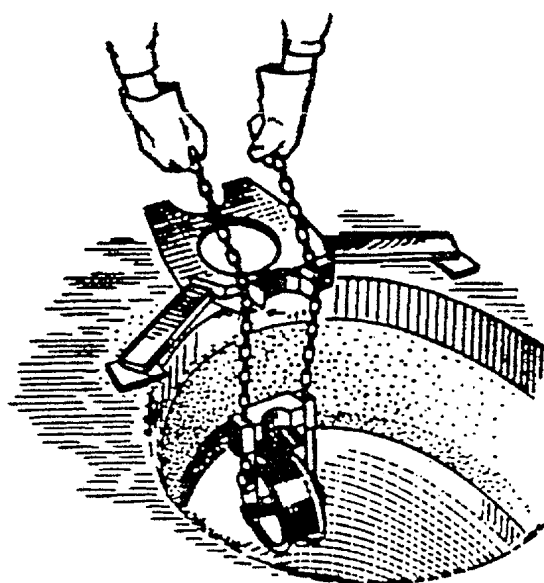


Рис.2 Установка нижнего люкоогибного ролика в выходном колодце.

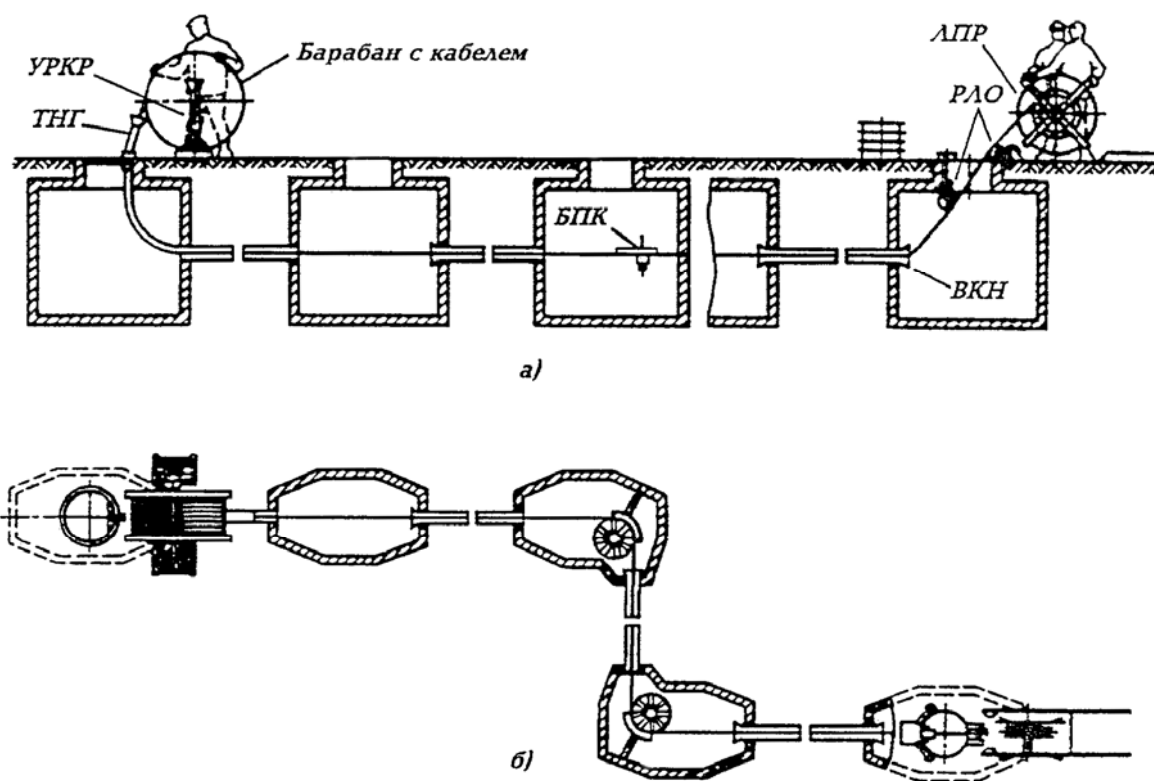


Рис.7. Трасса прокладки оптического кабеля.  
а-вид сверху; б-вид сбоку.

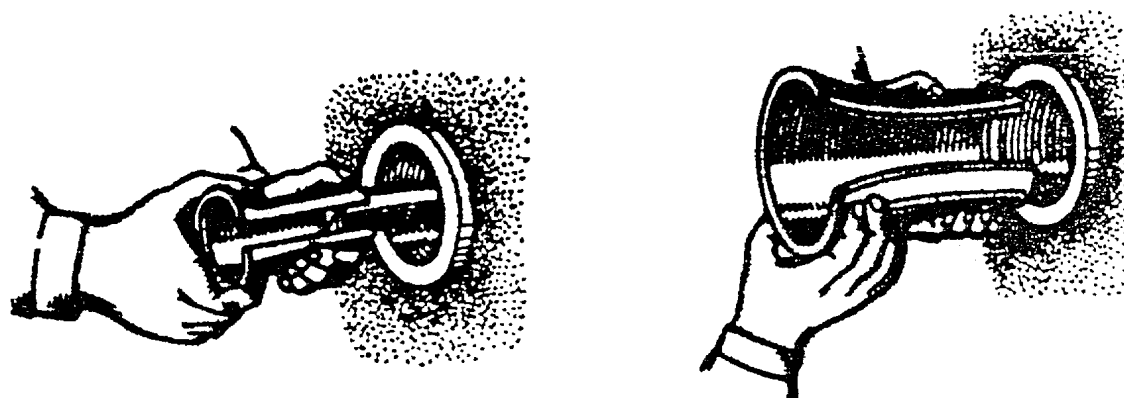


Рис.8. Установка воронок канальных направляющих.  
а - для субканала диаметром 32 мм;  
б - для канала диаметром 100 мм.

**Инструкция по монтажу антенны GPS 167**

## **Инструкция по монтажу антенны GPS 167**

### **Установка антенны**

Спутники GPS не являются неподвижными и вращаются вокруг Земного шара с периодом примерно 12 часов. Сигналы от спутников могут приниматься только в том случае, если в зоне видимости между антенной и спутником нет никаких строений, таким образом, антенна должна быть установлена в таком месте, откуда бы открывался более полный обзор неба.

Устройство должно монтироваться с использованием стержня диаметром не более 60 мм (Рис. 1). Для того, чтобы соединить устройство преобразования антенны с приемником, необходимо использовать стандартный коаксиальный кабель сопротивлением 50 Ом, например, кабель типа RG58 (Рис. 2). Не рекомендуется использовать кабель тоньше RG58 по причине высокого сопротивления по постоянному току и большого коэффициента затухания.

При использовании дополнительного блока частотной развязки антенны общая длина между антенной, блоком частотной развязки и приемником не должна превышать 200 м. При использовании кабеля с более низким затуханием его длина может быть увеличена. Прокладку антенного кабеля осуществлять в отдельных кабельных лотках или в лотках с контрольными кабелями.

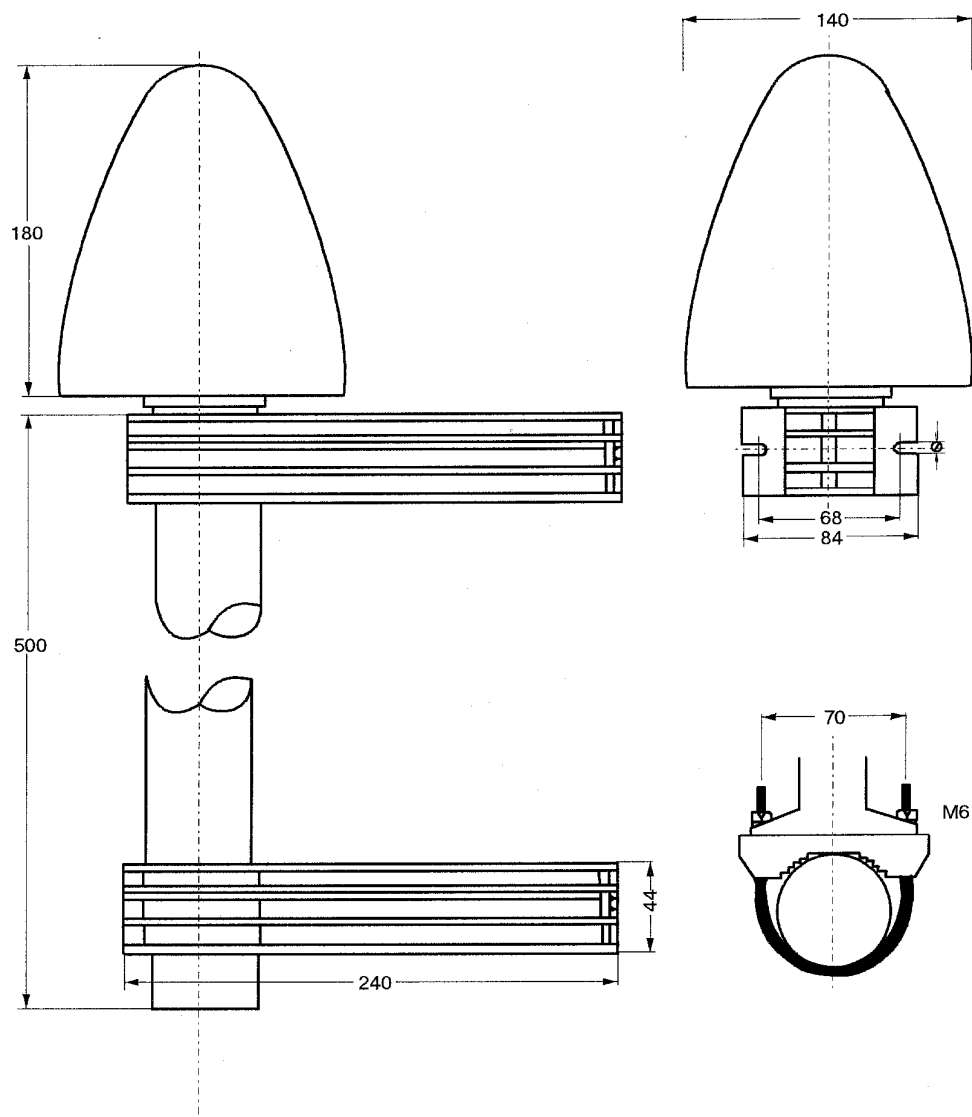
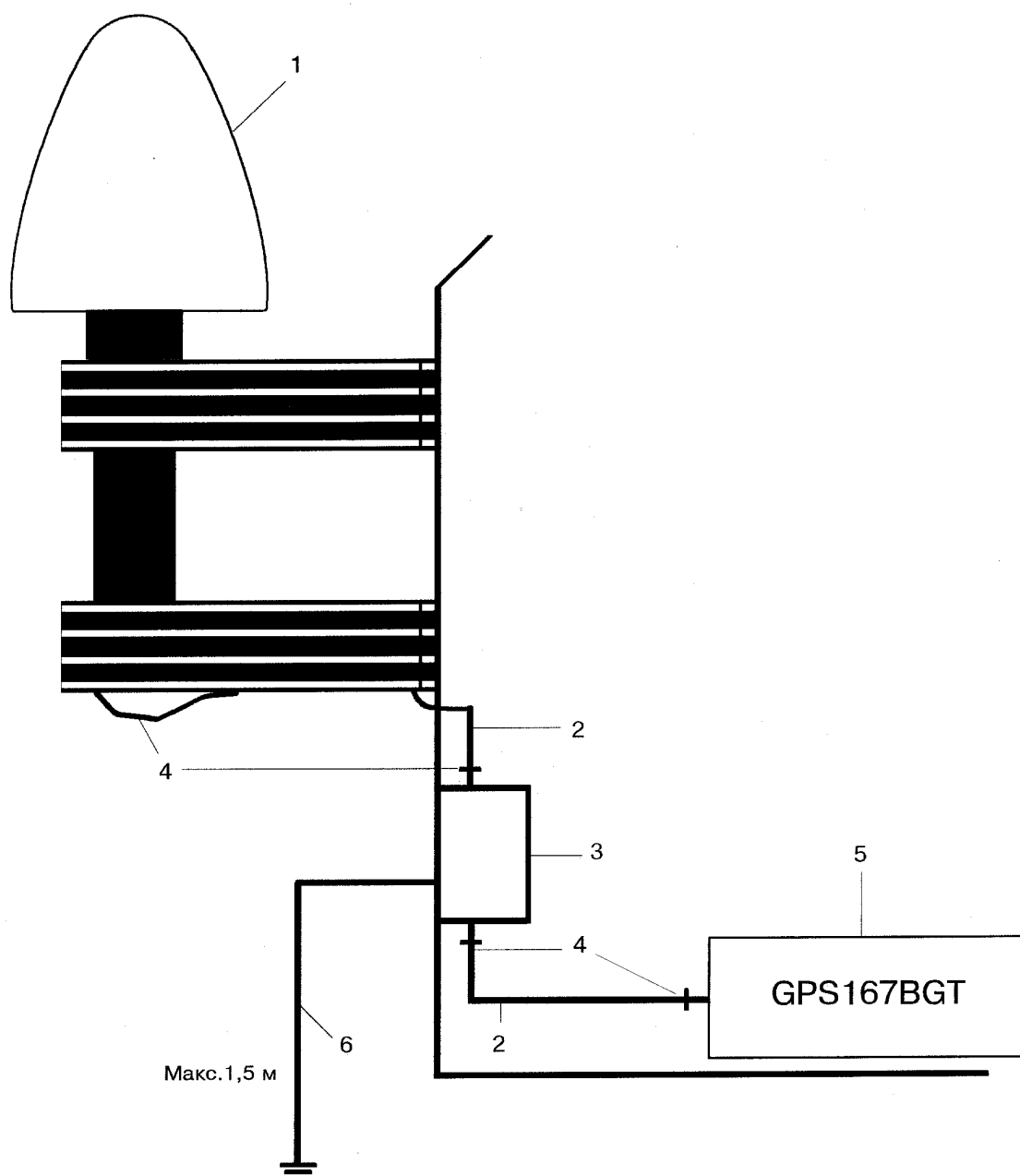


Рис.1



- 1-Антенна GPS167
- 2-Кабель RG58
- 3-Устройство защиты от перенапряжения типа CN-UB/E
- 4-N-Norm PLUG разъем
- 5-Устройство синхронизации времени типа GPS167BGT
- 6-Шинка заземления

Длина кабеля между антенной GPS167 и устройством защиты от перенапряжения CN-UB/E максимум 10 м.

Рис.2



АББЧ.656122.024И

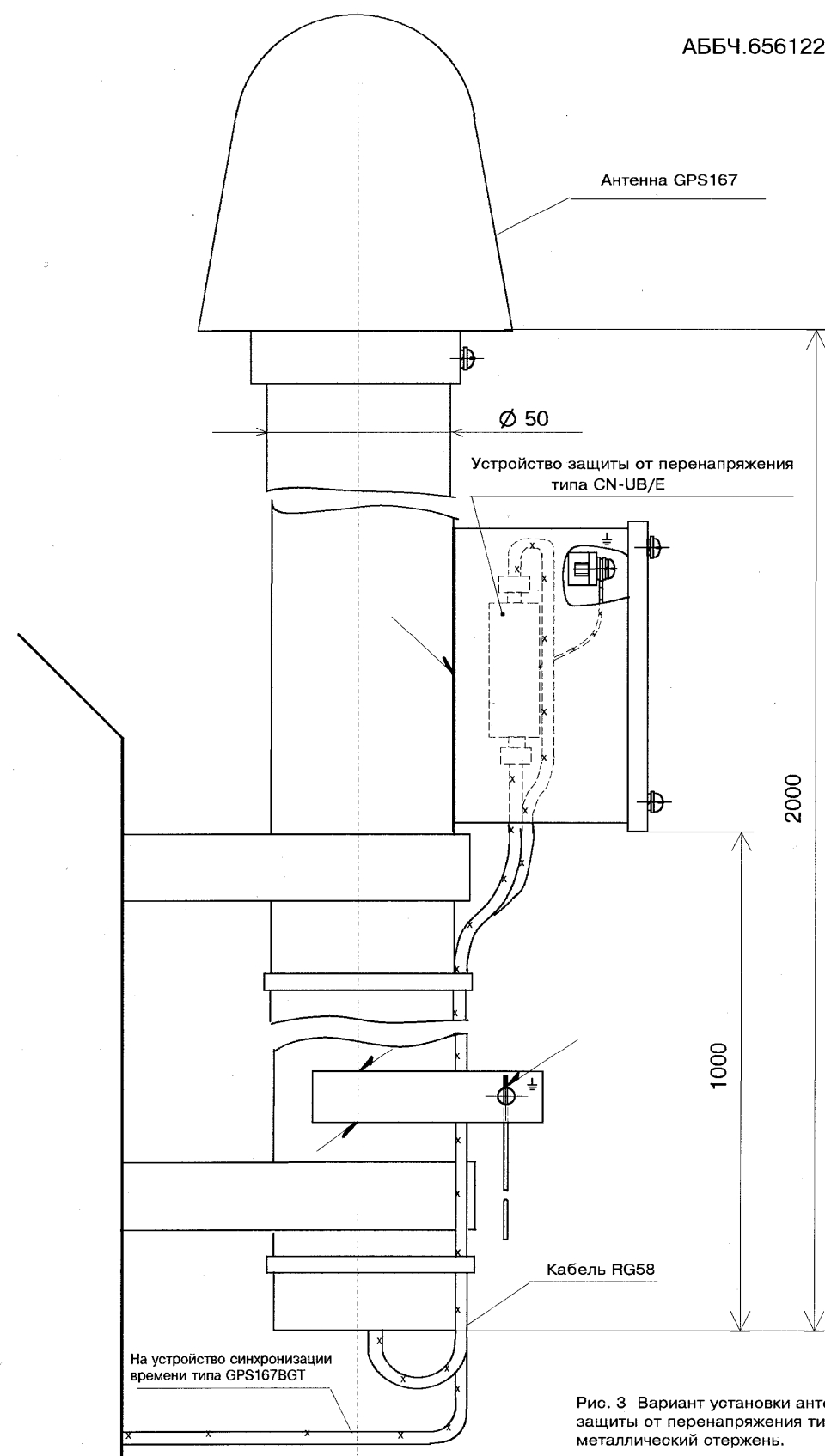


Рис. 3 Вариант установки антенны и устройства защиты от перенапряжения типа CN-UB/E на металлический стержень.