



# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

## ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- ⊕ категории электроснабжения
- ⊕ аварийные источники питания
- ⊕ защитное и функциональное заземление
- ⊕ аварийное освещение
- ⊕ практические схемы

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

- ⊕ медицинская IT-сеть
- ⊕ особенности подключения и эксплуатации оборудования

**2017**  
СЕНТЯБРЬ



196084, г. Санкт-Петербург,  
ул. Коли Томчака,  
д. 9 лит. Ж



8 (812) 323-91-75  
8 (812) 327-07-06  
8 (800) 333-00-68



[www.poligonspb.ru](http://www.poligonspb.ru)  
[www.medelectro.ru](http://www.medelectro.ru)



[zakaz@poligonspb.ru](mailto:zakaz@poligonspb.ru)



## О компании



# 8000

трансформаторов

изготовлено  
за время  
существования  
компании



# 6

ежегодно

проводим по России  
обучающих  
семинаров  
для проектировщиков

Участие в государственной программе оснащения онкологических центров России. Среди заказчиков: НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, ОАО «Мегафон», ФГБУЗ «Северный медицинский клинический центр имени Н.А. Семашко ФМБА России», ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента РФ, Космодром «Плесецк».

Оборудование "Полигон™" находит применение в больницах, на заводах и промышленных предприятиях по всей России. Среди клиентов: 3 Центральный Военный Клинический Госпиталь им. А.А. Вишневского" Минобороны РФ, ПСПбГ Медицинский Университет им. акад. И.П. Павлова.

Создан и отгружен первый разделительный трансформатор торговой марки «Полигон».



## 1999



## 2000- 2004



## 2005- 2007



## 2008- 2010

«Полигон» запускает в серийное производство стабилизаторы напряжения: Каскад и Сатурн. Среди клиентов: ЗАО «ПетроЭлектроСбыт», Ленинградская АЭС, ГУ ЦБ РФ по Лен. обл.



## 1994- 1998

Создатели компании ушли от пути развития, основанного на перепродаже, и открыли собственное производство электротехники.



## 1993

Среди заказчиков: Билайн, МТС, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России (г. Москва), НПК «ЭЛЕКТРОН», ОАО «МЗ Арсенал», ОАО «МОЛОТ» (Вятские поляны), ФГУП «Росморпорт» (Таганрог), НК «Роснефть». Поставка систем питания «Каскад 12Т Авто» для передвижных комплексов в ОАО «ПО ЕлАЗ», ФГУП «Росморпорт», Лукомская ГРЭС (Беларусь), ФГБНУ «Госпиталь для инкурабельных больных - Научный лечебно-реабилитационный центр».

Год основания  
«Полигон»

# 23

года

на рынке  
электро-  
оборудования



**18**  
лет

создаём и  
производим  
оборудование  
для медицины

Производственное предприятие «Stentex» (здание R&D Renova), Окружной кардиологический диспансер «ЦД и ССХ» (г. Сургут)

Расширена линейка стабилизаторов. Открыты сервис-центры в Москве, Чехове, Воронеже, Екатеринбурге. Дилерская сеть расширена до 70 городов России, поставки в Казахстан, Белоруссию и Украину. Среди клиентов: ФГБУ Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины имени А.М. Никитова МЧС России, ФГБУ «ЦИТО им. Н.Н. Приорова».

Стали почетным резидентом Центра импортозамещения и локализации в СПб. Выпустили партию эксклюзивного оборудования для нужд Минобороны РФ. Изготовили 90 медицинских трансформаторов для организации безопасного питания в «Центре сердца, крови и эндокринологии им. Алмазова».

2017

2011

2012-  
2013

2014

2015

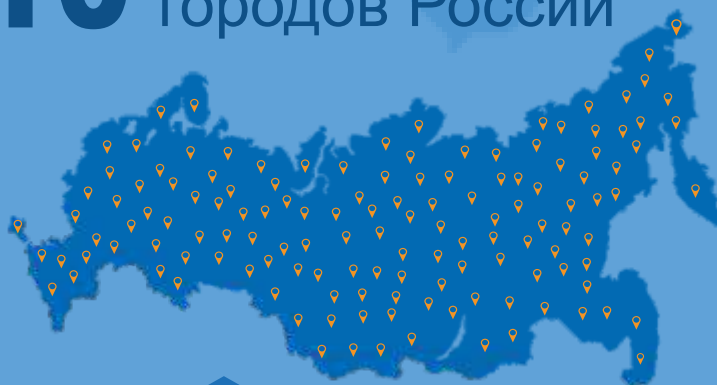
2016

Система клиник «МЕДИ», Архангельский областной клинический онкологический диспансер, МУЗ «Гурьевская ЦРБ», МУЗ «Гусевская ЦРБ», МУЗ «Зеленоградская ЦРБ», Центр эстетической медицины (г. Иваново), Мурманский перинатальный центр, ГУ «Медицинский радиологический научный центр РАМН», Академия имени Мечникова (СПб), ГУЗ «Городская поликлиника №112» (СПб), МУЗ «Моготуйская ЦРБ» (г. Чита), ГАУЗ ТО «МКМЦ «Медицинский город» (г. Тюмень), Курский Перинатальный центр.

Разработаны и выпущены устройства автоматики, силовой регулируемый выпрямитель ВАС-1500-35Р. Среди клиентов: КГБУЗ «Красноярский краевой клинический онкологический диспансер им. А.И. Крыжановского» (г. Красноярск), Больница скорой помощи №1 (г. Улан-Удэ), Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского.

Медико-санитарная часть для социального обеспечения деятельности космодрома «Восточный» (г. Циолковский), ГБУ «Родильный дом» (г. Грозный), Медицинская клиника «НАКФ» (г. Москва), Частная хирургическая клиника «Бонус» (Крым, г. Севастополь), ГБУЗ «Челябинский областной клинический онкологический диспансер».

**110** Дилерская сеть  
городов России





## Оглавление

Предисловие .....	5
-------------------	---

### Книга 1. Рекомендации по проектированию электроустановок

Глава 01. Категории надежности электроснабжения. Спорные вопросы .....	6
Глава 02. I-я категория особая группа. Схемы. Разделение нагрузок .....	10
Глава 03. Защитное заземление. Основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов. Сторонние проводящие части .....	12
Глава 04. Занос потенциала в электроустановку .....	17
Глава 05. Рабочее (функциональное, технологическое) заземление .....	20
Глава 06. Практика выполнения дополнительной системы уравнивания потенциалов .....	25
Глава 07. Выбор сечения проводников уравнивания потенциалов .....	27
Глава 08. Выбор марки кабеля .....	29
Глава 09. Мероприятия по борьбе со статическим электричеством .....	31
Глава 10. УЗО. Типы и области применения. Ошибки применения .....	33
Глава 11. Дизель-генераторные установки (ДГУ). Проблемы совместимости с ИБП .....	34
Глава 12. Проверка сертификатов и патентов .....	38
Глава 13. Оценка качества поставляемой щитовой продукции .....	42
Глава 14. Фильтры заземления «Квазар XXXPE» .....	44
Глава 15. Контроль «заземления» .....	45

#### Приложения:

Приложение 1. Схема заземления и основной системы уравнивания потенциалов .....	46
Приложение 2. Схема заземления и основной системы уравнивания потенциалов с функциональным заземлением .....	47
Приложение 3. Схема дополнительного уравнивания потенциалов душевых и ванных помещений .....	48

### Книга 2. Рекомендации по проектированию электроснабжения медицинских помещений

Глава 01. Нормативная база проектирования .....	49
Глава 02. Классификация медицинских помещений по электробезопасности .....	51
Глава 03. Медицинская IT-сеть .....	52
- На что тратятся деньги? .....	52
- Требования к медицинскому разделительному трансформатору. Выбор между однофазным и трехфазным трансформатором .....	53
- Выбор автоматов защиты для разделительного трансформатора. Подключение нагрузки .....	57
- Размещение и установка медицинских разделительных трансформаторов .....	59
- Расстояние до трансформатора .....	60
- Обеспечение дистанционного контроля. Размещение постов ПДК .....	60
- Выбор нагрузок, подключаемых к IT-сети .....	62
- Варианты схем подключения дополнительных щитков операционной .....	63
- Схемы подключения медицинских разделительных трансформаторов .....	65
Глава 04. Токи утечки на землю в IT-сети .....	67
Глава 05. Практика контроля токов утечки в медицинских IT-сетях .....	69
Глава 06. Кабинеты физиотерапии .....	71
Глава 07. Рабочее, аварийное и дежурное освещение медицинских учреждений .....	74

#### Приложения:

Приложение 1. Схема заземления и дополнительного уравнивания потенциалов операционной. Вариант с защитным заземлением .....	80
Приложение 2. Схема заземления и системы дополнительного уравнивания потенциалов операционной с функциональным заземлением .....	81
Приложение 3. Схема электропитаия операционной (Пример). Схема с учетом ГРЩ с АВР и ДГУ с под-держкой секции 2 .....	82
Разделительные трансформаторы торговой марки «Полигон» .....	83
Другая продукция торговой марки «Полигон» .....	85
Сертификаты на продукцию «Полигон» .....	86

## Предисловие

Приведенные в данном методическом пособии материалы представляют собой сборник статей посвященных проектированию электроустановок, а также проектированию электроснабжения медицинских помещений.

В статьях проводится анализ требований нормативных документов в данной области, приводятся примеры практической реализации технических решений.

Автор не претендует на «истину в последней инстанции», а излагает свое видение на решение тех или иных проблем. Представленные материалы помогут тем, кто занимается проектированием и эксплуатацией электроустановок.

Технический директор  
ГК «Полигон»

Соснин Владимир Вячеславович  
sosnin@poligonspb.ru

Р. С. Обоснованные замечания приветствуются, что поможет внести необходимые изменения и дополнения в этот действительно полезный документ.

## Авторское право

Данное пособие является результатом интеллектуальной деятельности и имеет **Свидетельство о депонировании объекта авторского права №217.015.9433** в АО «Единый депозитарий результатов интеллектуальной деятельности» (АО «ЕДРИД»).

**Название:** «Рекомендации по проектированию электроустановок медицинских учреждений».

**Вид объекта:** Произведения литературы.

**Автор:** Соснин Владимир Вячеславович.

**Правообладатели:** Соснин Владимир Вячеславович, НЕПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «СОЗВЕЗДИЕ».

**Дата публикации:** 16 мая 2017 года.

Настоящее Свидетельство удостоверяет, что все авторские, исключительные и иные права, на задепонированные в ЕДРИД данные, составляющие результат интеллектуальной деятельности, принадлежат соответствующим лицам, указанным в настоящем Свидетельстве.

Внимание: Результат интеллектуальной деятельности защищен законодательством Российской Федерации и международными соглашениями. Любое незаконное использование этих данных, а также любой их части, может повлечь за собой различные меры ответственности в соответствии с действующим законодательством.



Копия РИД (электронный депозитарий):  
<https://edrid.ru/rid/217.015.9433.html>



# Книга 1. «Рекомендации по проектированию электроустановок»

## Глава 01

### Категории надежности электроснабжения. Спорные вопросы

В соответствии с характером ущерба, который может быть нанесён предприятию из-за перерывов в энергоснабжении, все потребители, согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), делятся на три, а фактически на четыре категории:

#### I-я категория:

Электроприёмники, нарушение электроснабжения, которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб предприятию, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, угрозу для безопасности государства, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Электроприёмники I-й категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых источников питания. Перерыв в питании допускается на время включения резервного источника питания.

#### I-я категория, особая группа:

Электроприёмники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров. Для учреждений здравоохранения см. **ГОСТ Р 50571.28 п. 710.556 «Обеспечение безопасности»**. Для электроснабжения особой группы электроприёмников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания. В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприёмников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприёмников первой категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

#### II-я категория:

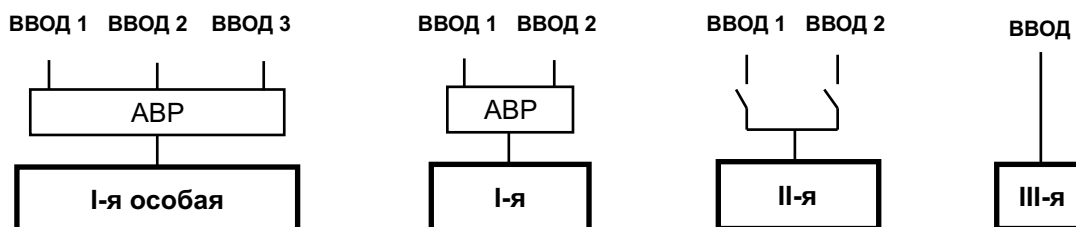
Электроприёмники, нарушение электроснабжения которых связано с массовым недоотпуском продукции, простоем рабочих, механизмов и промышленного транспорта.

Электроприёмники снабжаются по двум независимым линиям, перерыв допускается на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой.

#### III-я категория:

Все остальные электроприёмники.

Перерыв в электроснабжении не вызывает значительного ущерба. Продолжительность перерыва определяется необходимым временем на замену вышедшего из строя электрооборудования, но не более суток.



При определении категории электроприёмника можно пользоваться двумя способами:

1. Перечни электрооборудования с указанием категории электроснабжения существуют как в общих, так и в отраслевых нормативных документах. Однако подобный способ может не учитывать определенной специфики объекта с точки зрения технологических процессов, архитектуры и наличия совершенно нового оборудования, которое ранее не применялось. Социальный и политический фактор тоже могут стать критерием выбора категории.

Например, попробуйте определить по какой категории должны быть подключены веб-камеры на избирательных участках, а также сервера по обработке поступающей информации при выборах президента страны...



2. Второй способ не отменяет первый – категория должна быть не нижеуказанной в нормативных документах, но необходимо анализировать и учитывать последствия отключения некоторых электроприемников для конкретного объекта, согласуя категорию с заказчиком и технологами.

**Пример 1:** «малая», частная стоматологическая клиника, расположенная на арендованных площадях 4-го этажа в историческом центре города. Одна операционная челюстно-лицевой хирургии. Ввод питания один. Обеспечить второй ввод или установить и согласовать ДГУ практически невозможно.

В качестве аварийного источника – источник бесперебойного питания со временем поддержания 3 часа. Время работы источника автономного аварийного источника питания определяется временем гарантированно-го окончания операции и временем эвакуации пациентов и персонала из клиники. Формально, надежность электропитания операционной здесь не обеспечивается, однако характер проведения операций в сочетании с существующей надежностью электроснабжения вполне достаточен и, как правило, проект удается согласовать. Если это не удалось, то приходится устанавливать второй ИБП.

**Пример 2:** «большая» областная многопрофильная больница, с собственной территорией, множеством операционных и т.д. Питание от двух подстанций. В качестве аварийных источников питания ДГУ, с гарантированным временем поддержания 24 часа и локальные ИБП для поддержания некоторых электроприемников на время запуска ДГУ. Длительное время работы аварийного источника определяется значительным временем необходимым для завершения операций и сложностью эвакуации многочисленных пациентов и персонала. Если исходить из концепции «эвакуации», то для определения категорий для тех или иных электроприемников достаточно соблюдения нормативов.

Однако данная концепция имеет принципиальный недостаток по следующим причинам:

1. На практике последствия урагана или «ледяного дождя» приводят к невозможности эвакуации.
2. Имеется большое количество пострадавших, которым требуется срочная медицинская помощь.

Таким образом, больница оказывается важнейшим объектом, который должен иметь возможность функционировать в условиях техногенной или природной катастрофы. Количество нагрузок, подключенных к аварийному источнику электроснабжения, соответственно, увеличивается.

Определиться с подключением тех или иных нагрузок можно проведя так называемый виртуальный тур – представить, что именно вы, как пациент, попадаете с травмой позвоночника в данную больницу. Приемный покой, лифт для перемещения лиц с тяжелыми травмами, операционная экстренной помощи, холодильники с лекарствами и запасами крови для переливания, передвижные рентгенологические аппараты и кухня в минимальном объеме для спецпитания больных – далеко не полный перечень нагрузок для эффективной работы больницы в экстренных условиях.

### Схемы электроснабжения

На практике широкое распространение получили две основные схемы: радиальная и магистральная. При совместном использовании образуется смешанная система.

При **радиальной системе** электроэнергия поступает по независимой питающей линии к каждому потребителю (выделенной группе ответственных потребителей). Эта система удобна в эксплуатации тем, что повреждение или ремонт линии отражается на работе только одного потребителя. Взаимное влияние оборудования друг на друга с точки зрения помех при такой схеме минимально. Для потребителей первой категории и особой группы является обязательной.

**Магистральная система** предусматривает питание нескольких потребителей через одну или две параллельные линии с односторонним или двухсторонним питанием. Экономически более выгодна, чем радиальная, но разрешена только для нагрузок по третьей и второй надежности электроснабжения.

**Смешанные схемы** питания получили распространение на крупных объектах, имеющих различные группы, как по мощности, так и по требованию к надёжности.

**СП 256.1325800.2016 п.8.9** «При наличии в здании электроприемников, требующих первой категории по степени надежности электроснабжения, рекомендуется выполнять питание всего здания от двух независимых источников с устройством АВР независимо от требуемой степени обеспечения надежности электроснабжения других электроприемников в соответствии с таблицей 6.1.».



## Спорные вопросы

**Вопрос №1.** Будет ли считаться первой категорией надежность электроснабжения объекта, при условии, что вместо второго независимого ввода от подстанции будет использоваться дизель-генераторная установка с автоматическим запуском?

**ПУЭ п.1.2.10** «Независимый источник питания - источник питания, на котором сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах при исчезновении его на другом или других источниках питания...».

**п.1.2.19.** «Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания».

**Аргумент против** такого решения: в п.1.2.10. ключевое слово «сохраняется» - то есть на выходе источника напряжение постоянно в наличии. Время запуска составляет до 15 с. Держать ДГУ на холостом ходу (горячий резерв) - плохо закончится для самого генератора. Постоянно питать часть нагрузок от дизель-генераторной установки - довольно дорогое удовольствие.

### Аргументы за:

1. Кроме времени запуска, по всем остальным параметрам ДГУ с автозапуском подходит под понятие независимого источника.

2. Автоматическое переключение на мощных АВР тоже составляет несколько секунд (автоматы с мотор-приводами + искусственная задержка переключения на случай быстрого восстановления напряжения). И это никого не беспокоит, так как часть нагрузок, не терпящих прерывания сети, подключается через ИБП.

3. Согласно **ГОСТ Р 50571.5.56-2013** ДГУ считается независимым вводом, который вполне удовлетворяет требования по питанию систем безопасности.

**Мнение автора.** Вопрос неоднозначный. В Европе ввод от одной подстанции и ДГУ в режиме автозапуска считаются достаточными условиями для обеспечения первой категории надежности электрообеспечения. Однако в нашей стране отношение к ДГУ в большинстве случаев довольно наплевательское – не проводятся элементарные регламентные работы по проверке, обслуживанию и периодическому запуску станции. Соответственно нет гарантии, что в нужный момент ДГУ запустится штатно. Относительно подстанции, то здесь в случае аварии ремонтные работы производятся довольно оперативно.

**Вопрос №2.** Имеется централизованный АВР непосредственно в помещении ГРЩ. Нагрузки I-й категории надежности электроснабжения на разных этажах. Будет ли считаться обеспечена I-я категория, при условии, что каждая нагрузка подключена к централизованному АВР одним кабелем, проходящем через этажи?

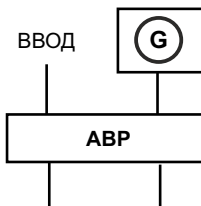
**СП 256.1325800.2016 п.6.13** «Место установки устройства АВР (централизованно на вводах в здание или децентрализованно у электроприемников I-й категории по надежности электроснабжения) выбирается в проекте в зависимости от их взаимного расположения, условий эксплуатации и способов прокладки питающих линий до удаленных электроприемников».

Фактически, согласно данному пункту, инженер-проектировщик самостоятельно принимает решение, и любое его решение (один кабель от централизованного АВР или два кабеля к местному АВР) будет законно. При условии, что нагрузка находится в пределах одного здания, используется огнестойкий кабель и соблюдены необходимые правила прокладки кабельной линии, обеспечивающие надежность кабельной линии в целом, первый вариант вполне приемлем.

**Вопрос №3.** Каким образом должен быть запитан щит противопожарных устройств, при условии, что ГРЩ имеет собственный АВР и сама электроустановка I-ю категорию надежности электроснабжения?

Для начала обратимся к СП по правилам проектирования противопожарных систем:

**СП 6.13130.2013 п.4.10** «Питание электроприемников СПЗ должно осуществляться от панели противопожарных устройств (панель ППУ), которая питается от вводной панели вводно-распределительного устройства (ВРУ) с устройством автоматического включения резерва (АВР) или от главного распределительного щита (ГРЩ) с устройством АВР».





Далее стоит уточнить, что означает термин «вводная панель ВРУ». Для этого подходит ГОСТ Р 51732-2001 «Устройства вводно-распределительные для жилых и общественных зданий», где в разделе «определения» есть следующая информация:

**ГОСТ Р 51732-2001 п.3.3.3 «панель вводная с АВР (панель АВР):** Панель вводная по 3.3.2, содержащая также блок с аппаратурой АВР».

**п.3.3.5. «панель противопожарных устройств (панель ППУ):** Распределительная панель многопанельного ВРУ, присоединяемая к вводной панели с АВР и предназначенная для питания электрооборудования и цепей управления средств пожаротушения, цепей сигнализации противопожарных устройств, эвакуационного освещения и ликвидации пожара электроприемников».

Согласно всему вышеизложенному, если присутствует АВР в ГРЩ или ВРУ, то питание щита ППУ вполне законно можно осуществлять от данной панели с АВР.

Аналогичная ситуация и с эвакуационным освещением, которое относится к системам противопожарной защиты (СПЗ): **СП 256.1325800.2016 п.8.12.4** «В зданиях, в которых электроснабжение по I-й категории надежности выполнено для части нагрузок, для которых предусмотрена панель устройства АВР, распределительную сеть аварийного эвакуационного освещения следует выполнять от этой панели отдельной линией...».

Не стоит забывать, что эвакуационное освещение и система пожарной сигнализации должны быть оснащены автономными источниками питания, обеспечивающими работу до 1 часа.

**Аргумент против:** в случае пожара возникает необходимость обесточить помещения, подвергшиеся возгоранию, и в общей обстановке нервозности и паники, весьма вероятно, будут отключены главные рубильники, что при такой схеме приведет к обесточиванию систем противопожарной защиты.

Никто не запрещает использовать щит ППУ с собственным АВР и сделать подключение к входным клеммам головных рубильников или автоматов защиты. В этом случае мы избегаем ситуации описанной выше, но придется озаботиться установкой дополнительных счетчиков электроэнергии. В **СП 256.1325800.2016 п. 8.12.8** рекомендуется использовать данную схему подключения ППУ в качестве меры повышения надежности для зданий с круглосуточным пребыванием людей, с протяженными путями эвакуации без естественного освещения и перепадами высот на этих путях, зданий, предназначенных для длительного нахождения в них маломобильных групп населения и т.д.



ВРУ-02 (торговой марки «Полигон»)



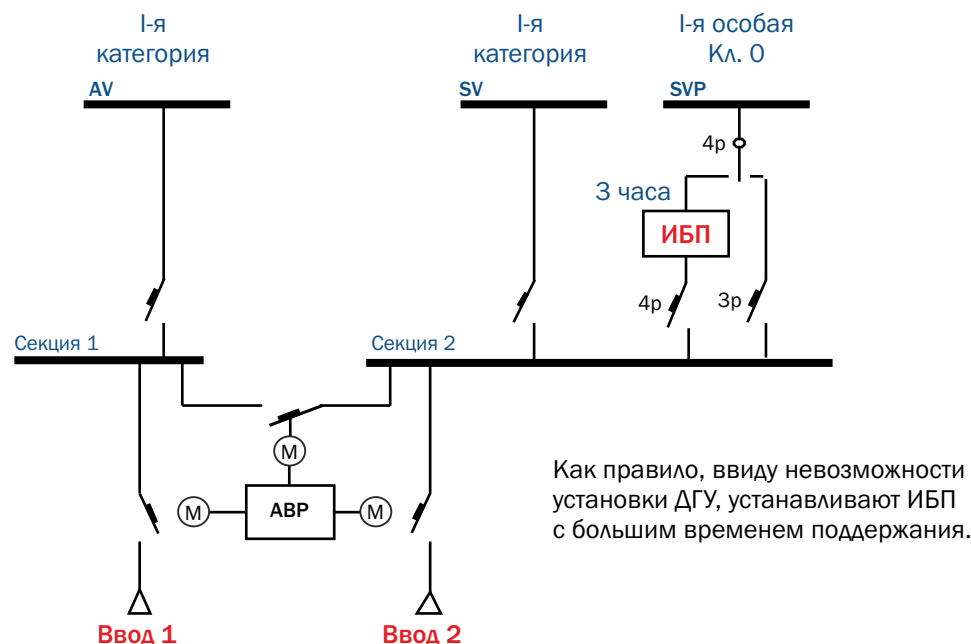
## Глава 02

### I-я категория, особая группа. Схемы. Разделение нагрузок

Согласно ГОСТ Р 50571.28-2007 и СП 158.13330.2014 медицинские учреждения, в составе которых присутствуют помещения гр. 2, по электробезопасности должны быть подключены по I-й категории, особой группе надежности электроснабжения. Время работы аварийных автономных источников электроснабжения – 24 часа. По согласованию с органами Минздрава для «малых» клиник (например, зубоучрежденная клиника с одной единственной операционной челюстно-лицевой хирургии) время может быть сокращено до 1,5 – 3 часов.

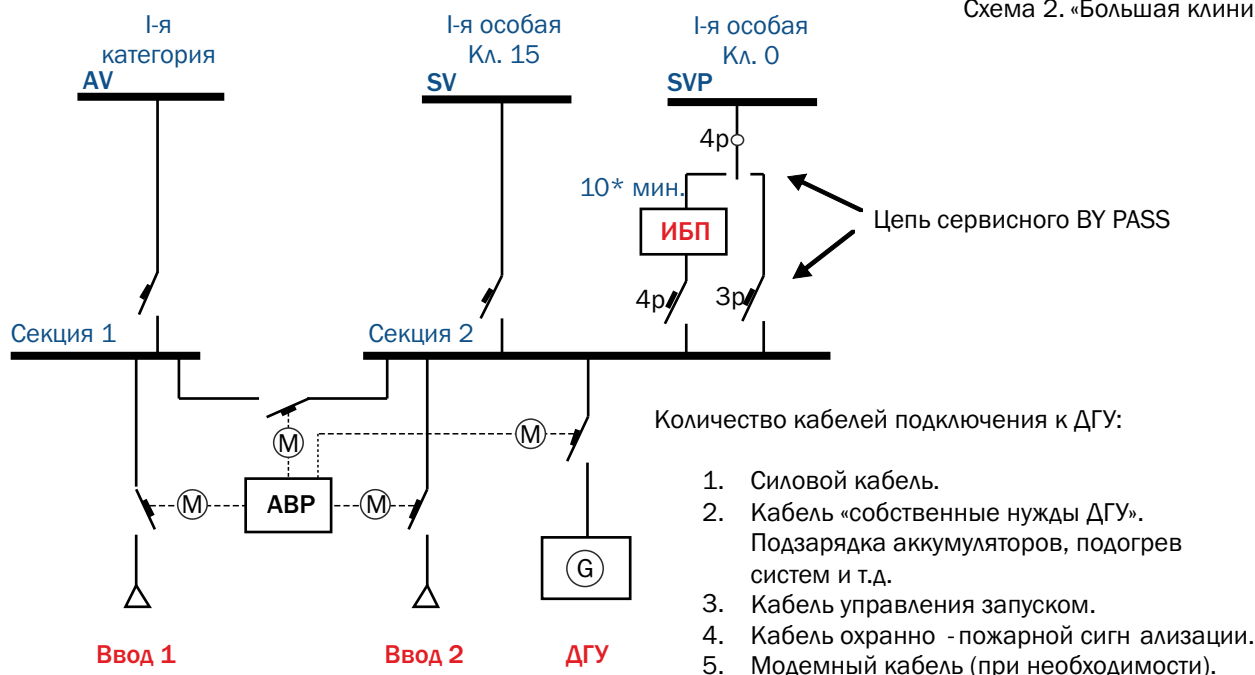
Формально, время работы аварийных источников определяется временем окончания операций и эвакуацией больных и персонала из учреждения.

Схема 1. «Малая клиника»



Вторая схема подразумевает использование ДГУ в качестве третьего ввода. Разделение нагрузок позволяет минимизировать взаимное влияние нагрузок по помехам (AV – рабочая сеть с большей частью освещения, «бытовыми» и прочими малоответственными нагрузками). Так же за счет разделения уменьшается мощность аварийных источников питания.

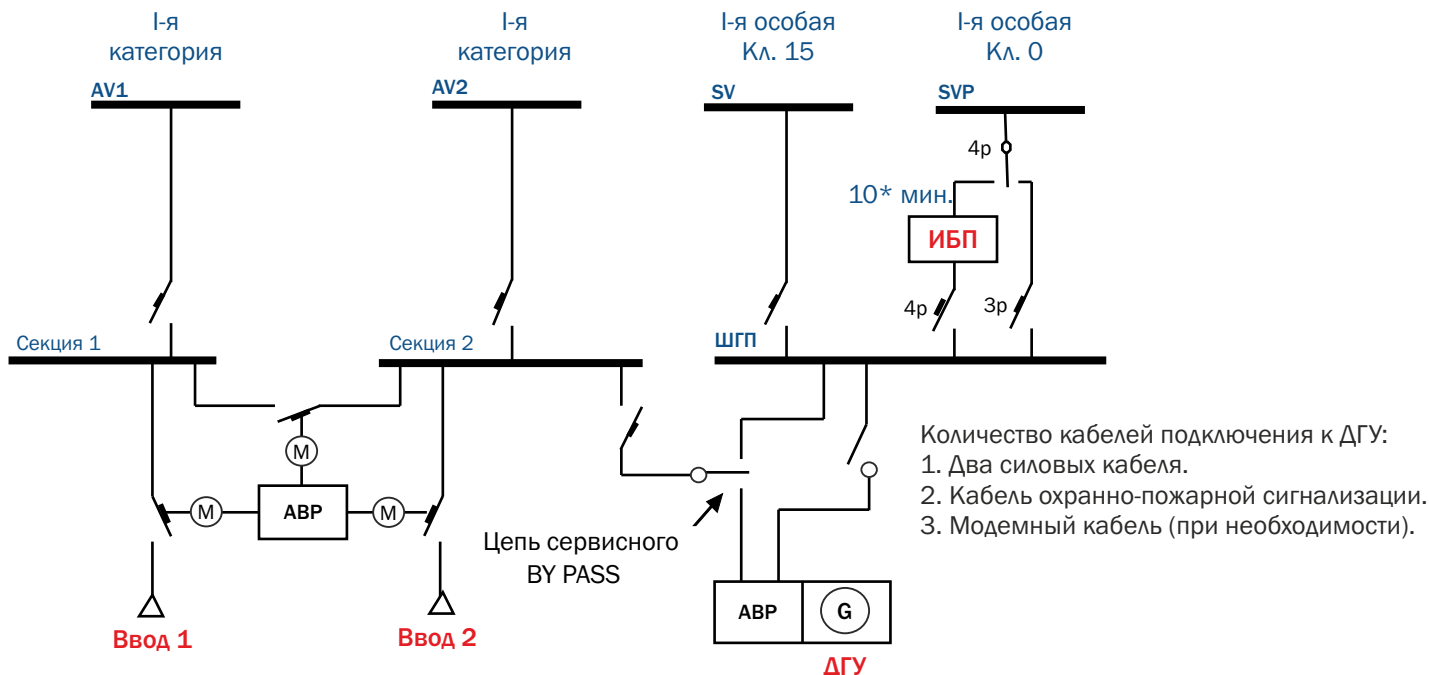
Схема 2. «Большая клиника 1»





Третья схема подразумевает использование ДГУ с собственным АВР.

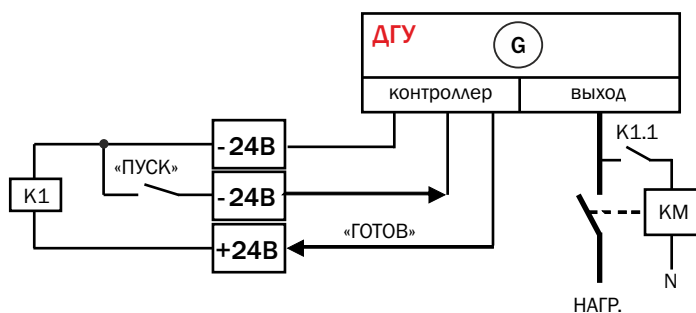
Схема 3. «Большая клиника»



### Управление запуском ДГУ по схеме 2

В обязательном порядке в ГРЩ должна быть предусмотрена возможность запуска дизель-генераторной станции на холостом ходу для периодической проверки ее работоспособности. Это требование необходимо прописать в проекте.

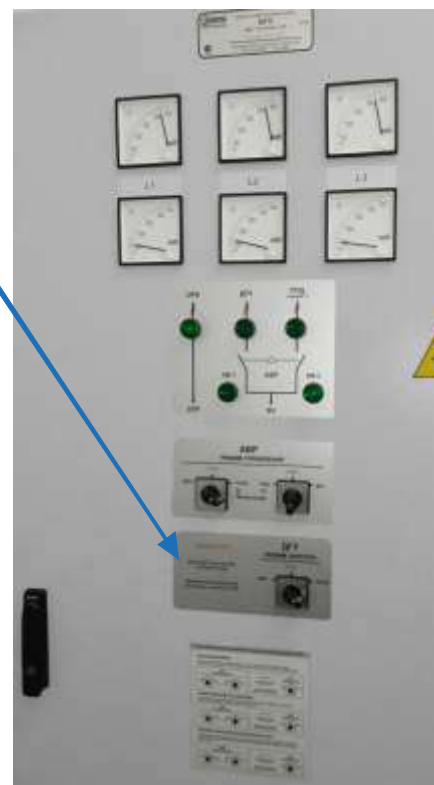
Ниже приведена упрощенная схема запуска ДГУ с обратной связью.



Сигнал «ГОТОВ» появляется после выхода станции в режим готовности принять нагрузку.

В реальной схеме управления дополнительно предусматриваются:

1. Возможность ручного запуска ДГУ для проверки работоспособности без подключения нагрузки.
2. Взаимные блокировки контакторов (автоматов с моторприводами) в схеме АВР ГРЩ.
3. Определенное время отработки ДГУ на холостом ходу после снятия нагрузки при восстановлении питания основного ввода.



Шкаф шины гарантированного питания ШГП (торговой марки «Полигон»)



## Глава 03

# Защитное заземление. Основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов. Сторонние проводящие части

**Защитное заземление** – заземление, выполняемое в целях электробезопасности. (ПУЭ п.1.7.29)

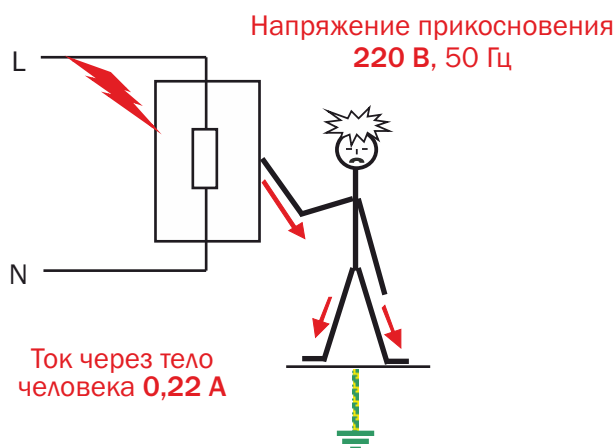
**Защитное заземление** — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

**Цель защитного заземления** — снизить до безопасной величины напряжение относительно земли на металлических частях оборудования, которые не находятся под напряжением, но могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции электроустановок. В результате замыкания на корпус заземленного оборудования снижается напряжение прикосновения и, как следствие, ток, проходящий через тело человека, при его прикосновении к корпусам.

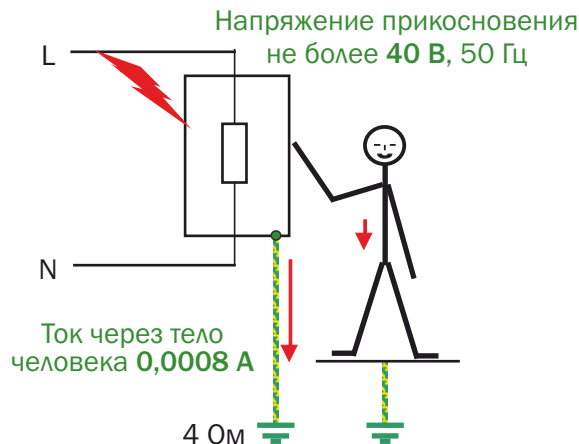
При электрическом переменном токе промышленной частоты (50 герц) берут во внимание только активное сопротивление человека (его тела) и соотносят его с величиной **равной 1 кОм**. При длительном прохождении тока сопротивление тела снижается до 500 – 300 Ом.

**Примечание:** сопротивление тела человека постоянному току от 3 до 100 кОм.

### Корпус без заземления



### Корпус заземлен



Расчеты, приведенные на рисунках, весьма приблизительны, но показывают, как оценить эффективность защитного заземления.

Существенное влияние на ток, проходящий через человека, оказывает величина тока короткого замыкания и сопротивление системы заземления. Наибольшее допустимое значение сопротивления заземления в установках до 1000 В: 10 Ом — при суммарной мощности генераторов и трансформаторов 100 кВА и менее, 4 Ом — во всех остальных случаях.

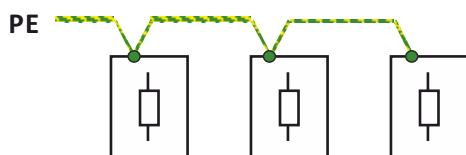
Указанные нормы обосновываются допустимой величиной напряжения прикосновения, которая в сетях до 1000 В не должна превышать 40 В.

Защитное заземление применяется в трехфазных трехпроводных сетях напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью, а в сетях напряжением 1000 В и выше — с любым режимом нейтрали.

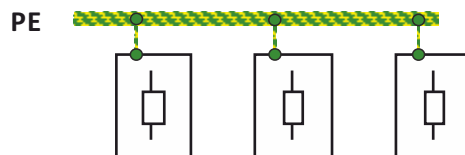
### ВНИМАНИЕ!

1. Каждый корпус электроустановки должен быть присоединен к заземлителю или к заземляющей магистрали с помощью отдельного ответвления. Последовательное включение нескольких заземляемых корпусов электроустановок в заземляющий проводник запрещается.

### ЗАПРЕЩЕНО!



### РАЗРЕШЕНО





**Заземляющее устройство** — это совокупность заземлителя и заземляющих проводников, соединяющих заземляемые части электроустановки с заземлителем.



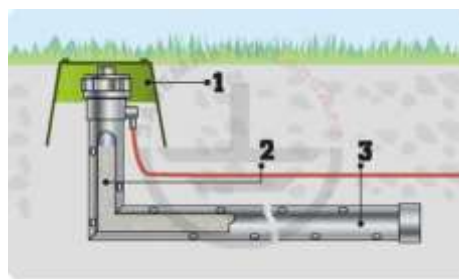
Традиционно, для искусственных заземлителей применяют угловую оцинкованную сталь толщиной полки не менее 4 мм, стальные полосы толщиной не менее 4 мм или прутковую сталь диаметром от 10 мм.

Широкое распространение в последнее время получили глубинные заземлители с омедненными или оцинкованными электродами, которые по долговечности и затратам на изготовление заземлителя существенно превосходят традиционные методы.

Особая проблема - создание качественного заземления в условиях вечной мерзлоты. Здесь стоит обратить внимание на системы электролитического заземления, позволяющие эффективно решить проблему.



Состояние «традиционного» заземлителя после нескольких лет эксплуатации в вечномерзлых грунтах.



Пример схемы электролитического заземлителя.

Подробную информацию о различных схемах заземлителей, способах расчета и консультации можно получить на сайте [www.zandz.ru](http://www.zandz.ru).

См. также ГОСТ Р 50571.5.54-2013 «...Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов».



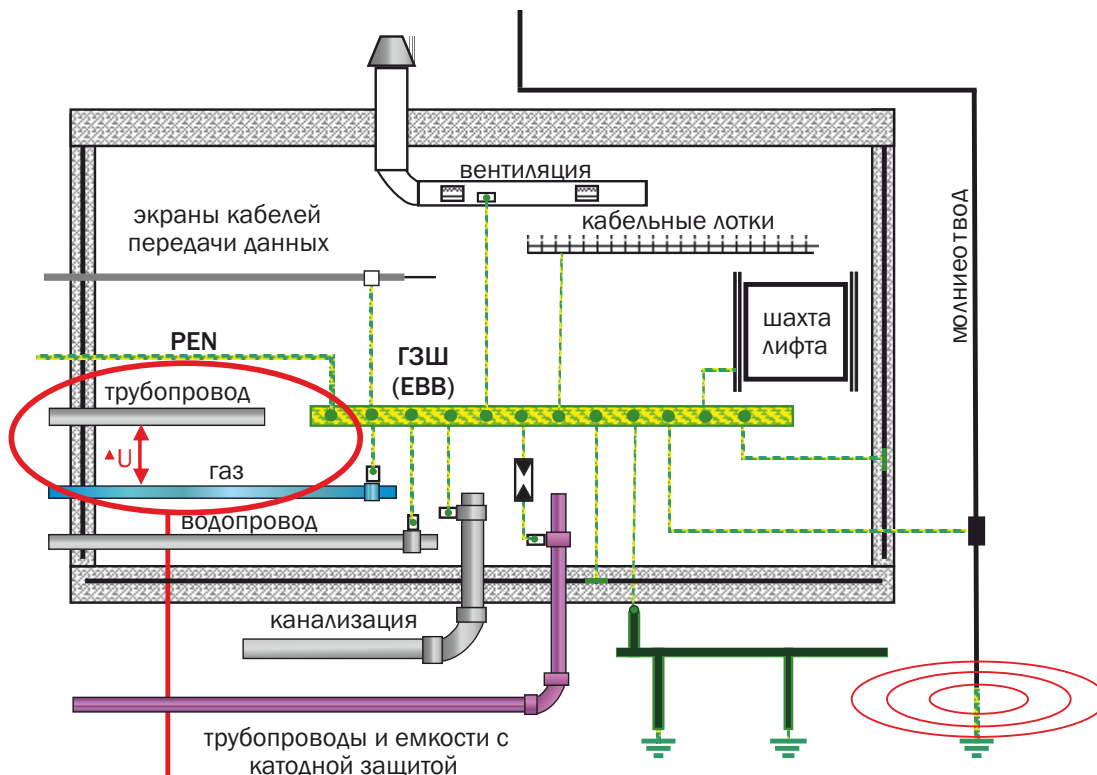
## Основная система уравнивания потенциалов

Построение основной системы уравнивания потенциалов – создание эквипотенциальной зоны в пределах электроустановки с целью обеспечения безопасности персонала и самой электроустановки при срабатывании системы молниезащиты, заносе потенциала и коротких замыканиях.

**Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:**

- 1) нулевой защитный РЕ- или PEN- проводник питающей линии в системе TN;
- 2) заземляющий проводник, присоединенный к заземляющему устройству электроустановки, в системах IT и TT;
- 3) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание;
- 4) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание...
- 5) металлические части каркаса здания;
- 6) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования....
- 7) заземляющее устройство системы молниезащиты 2-й и 3-й категории;
- 8) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если таковое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления;
- 9) металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Для соединения с основной системой уравнивания потенциалов все указанные части должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников системы уравнивания потенциалов. (ПУЭ п. 1.7.82.)



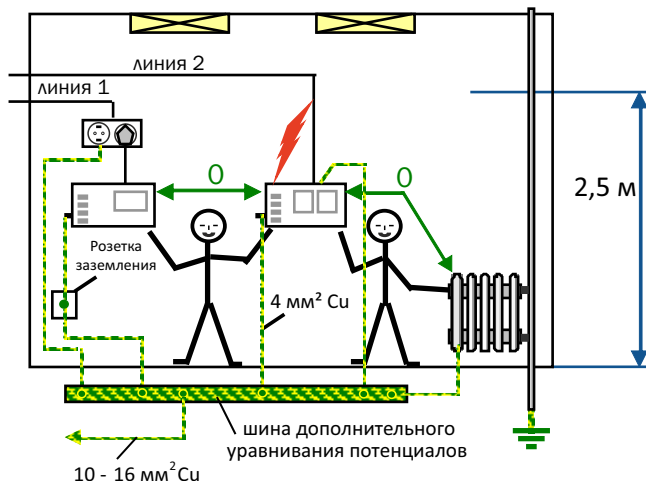
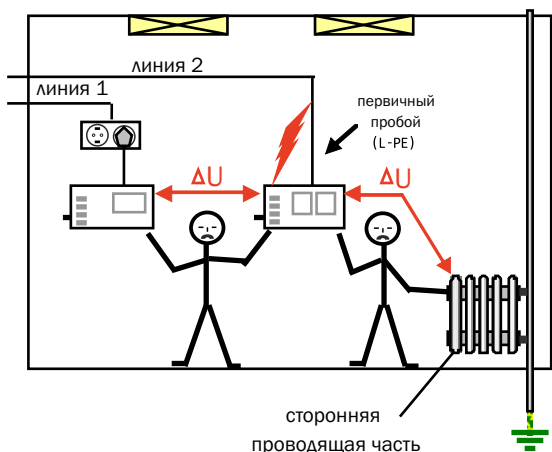
Несоединенный с ГЗШ элемент конструкции, инженерной системы, независимой системы рабочего заземления (FE) и т.д. – грубейшее нарушение целостности основной системы уравнивания потенциалов. Появление разности потенциалов (возможность искры) – угроза жизни персонала и безопасности объекта. Разница потенциалов в период грозовой активности может достигать десятков и сотен кВ.

**Примечание:** разрядник, указанный на рисунке – специализированный искровой разрядник с малым напряжением срабатывания для систем уравнивания потенциалов. Например: серии «KFSU», «EXFS..» компании DEHN или отечественный разрядник ОПЗ-1/В НПП «Грозозащита».

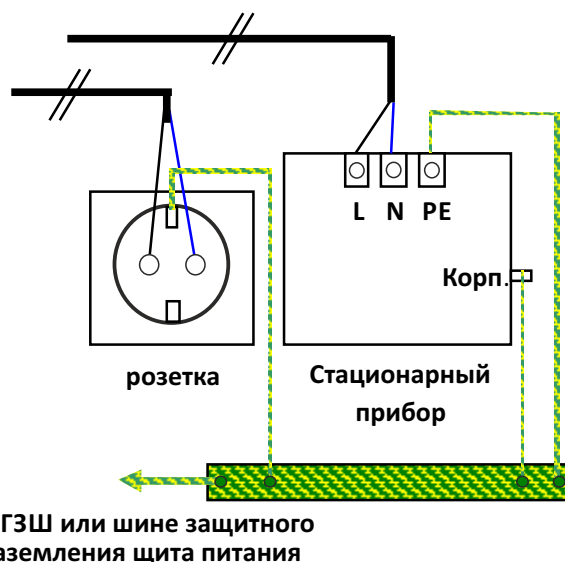
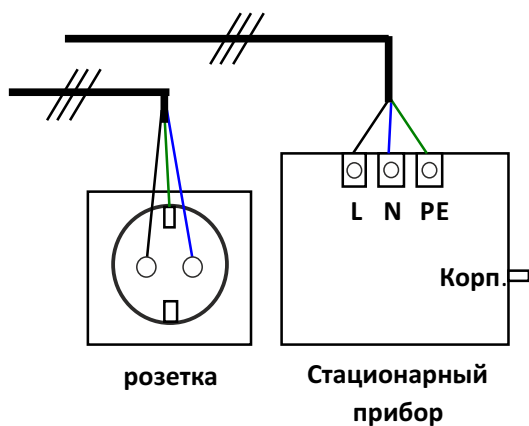


## Система дополнительного уравнивания потенциалов

Должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, **включая защитные проводники штепсельных розеток.** (ПУЭ п. 1.7.83.)



Система дополнительного уравнивания потенциалов значительно улучшает уровень электробезопасности в помещении. Короткие проводники защитного заземления и уравнивания потенциалов, сведенные на шину, формируют эквипотенциальную зону по принципу аналогично основной системы уравнивания потенциалов.



Как видно из рисунков, схема электропитания претерпевает существенные изменения. Чрезвычайно важно обеспечить соединение контактов заземления розеток и клемм заземления стационарных приборов на шину дополнительного уравнивания потенциалов. При этом даже если не будет выполнено соединение корпусов приборов с шиной (безалаберная эксплуатация, особенно переносных приборов), система сохранит свою эффективность по безопасности. Ситуация, когда земли розеток и приборов не подключены к шине, а сторонние проводящие части гарантированно соединены с шиной уравнивания потенциалов, в разы ухудшает электробезопасность в помещении даже по сравнению с классической схемой питания.

**Сторонняя проводящая часть - проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки.**


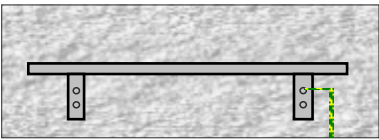

Если формально подходить к определению, то и металлическая дверная ручка и петли на деревянной двери в деревянном доме являются сторонними проводящими частями.

При формировании дополнительной системы уравнивания потенциалов возникает вопрос, что подключать, а что не подключать на шину дополнительного уравнивания потенциалов, чтобы добиться необходимого уровня электробезопасности и не делать систему слишком громоздкой. Здесь, с точки зрения здравой логики, можно руководствоваться двумя принципами:

**1. Фактическая (потенциальная) возможность связи с «землей».**

**2. Возможность появления потенциала на сторонней проводящей части при аварии электрооборудования в процессе эксплуатации.**

Примеры сторонних проводящих частей подключаемых / не подключаемых к шине дополнительного уравнивания потенциалов:

№	Сторонняя проводящая часть	Рисунок	Необходимость подключения
1.	Металлическая полка, закрепленная на стене из непроводящего материала.		<b>НЕТ</b>
2.	Металлическая полка, закрепленная на стене из железобетона.		<b>ДА</b> (потенциальная связь с «землей» за счет крепежа к стене)
3.	Металлическая полка, закрепленная на стене из непроводящего материала. На полке расположен электроприбор.		<b>ДА</b> (возможность появления потенциала при аварии прибора с классом изоляции I)

Некоторое количество вопросов с уравниванием потенциалов возникает по ванным и душевым помещениям. Современные требования и рекомендации по устройству системы дополнительного уравнивания потенциалов изложены в **циркуляре № 23/2009**.

Широкое применение пластиковых труб породило закономерный вопрос: является ли водопроводная вода сторонней проводящей частью и возможен ли занос потенциала через воду...

Ответ, содержащийся в циркуляре, несколько настораживает: «...**Водопроводная вода нормального качества... не рассматривается как сторонняя проводящая часть**».

К сожалению, вода нормального качества из наших кранов течет не всегда и лучше перестраховаться, используя токопроводящие вставки на отводах от стояков водопровода подключив их к шине дополнительного уравнивания потенциалов, чтобы не подключать отдельно каждый смеситель. Этот метод в качестве рекомендуемого описан в этом же циркуляре.



## Глава 04

### Занос потенциала в электроустановку

Избежать заноса потенциала в электроустановку практически невозможно, особенно если объект оборудован системой молниезащиты. При значительных токах разряда молнии даже небольшие сопротивления проводников, а тем более сопротивление системы защитного заземления играют значительную роль. Величину потенциала на ГЗШ относительно «чистой земли» несложно вычислить с помощью закона Ома. Огромную роль при заносе потенциала играет грамотно выполненная система основного уравнивания потенциалов. Ошибка (инженерная система не соединенная с ГЗШ) может стать причиной большой беды – поражение персонала электрическим током, возгорание и т. д. Описанная ситуация представлена на рис. 1.

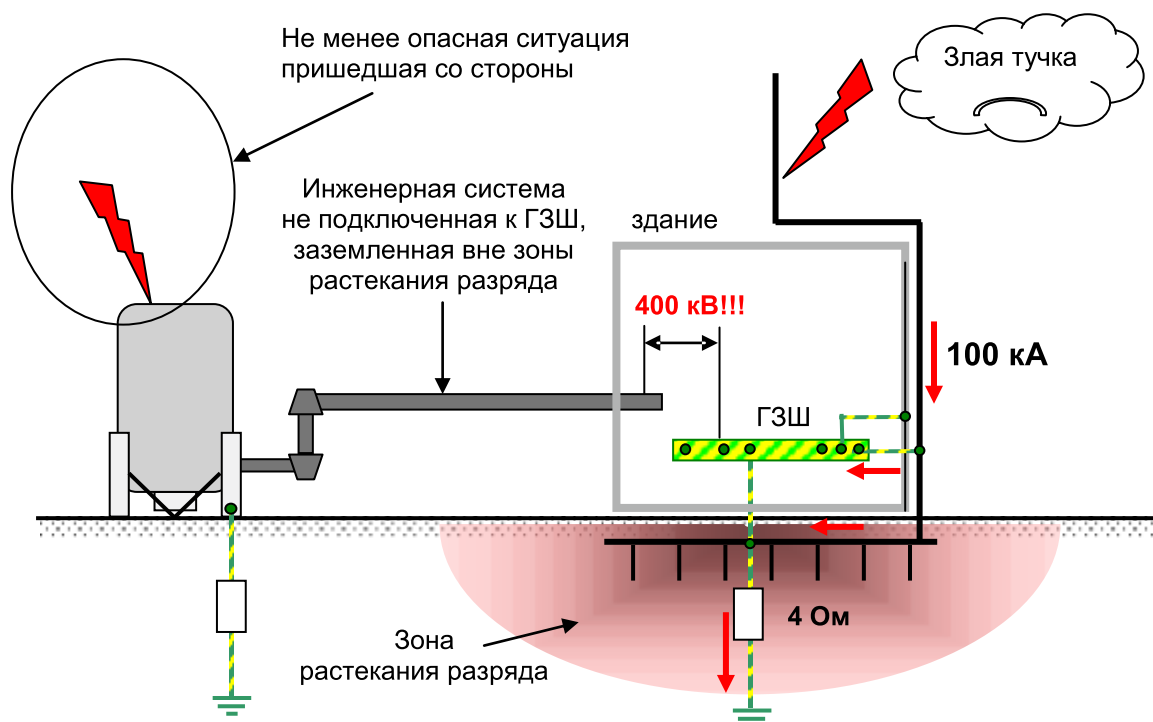


Рис. 1. Схема заноса потенциала при ударе молнии в молниеприемник на здании.

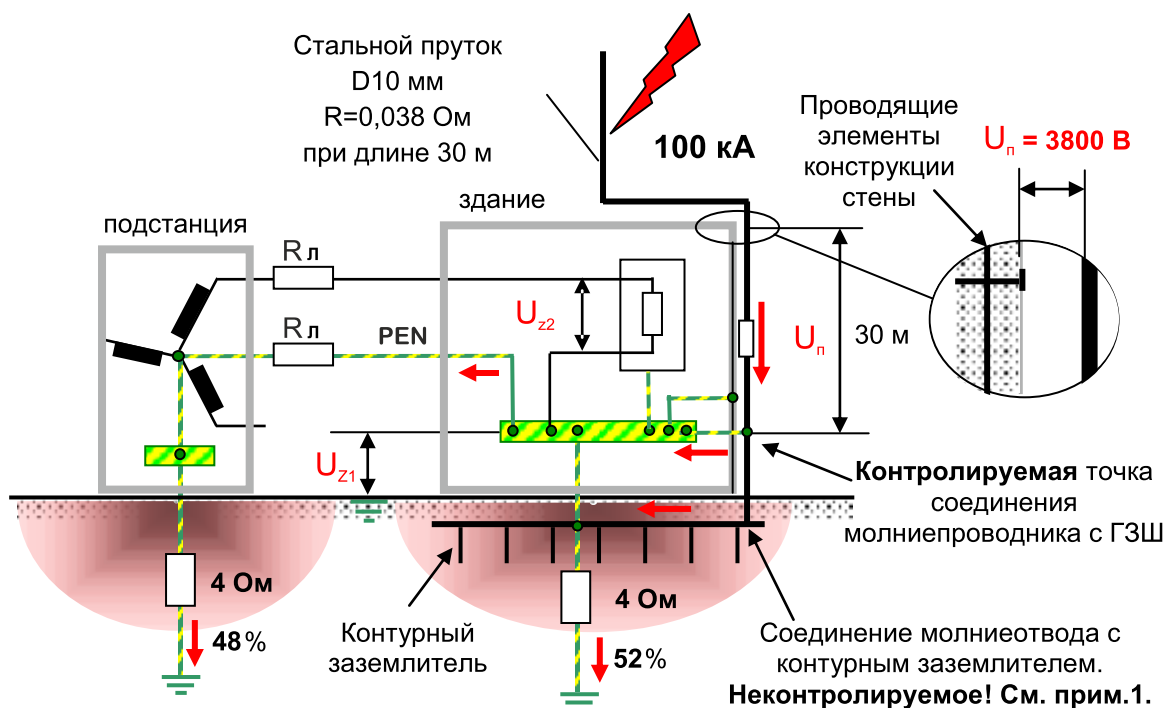


Рис. 2. Схема заноса потенциала с учетом линии питания от подстанции.



**Примечание 1.** Молниеприемник может быть непосредственно соединен с контурным заземлением в земле. Однако такое соединение является неконтролируемым, и чтобы оценить состояние соединения, необходимо провести земляные работы. Поэтому в обязательном порядке выполняют контролируемое соединение молниеотвода с ГЗШ (дублирующее гарантированное соединение).

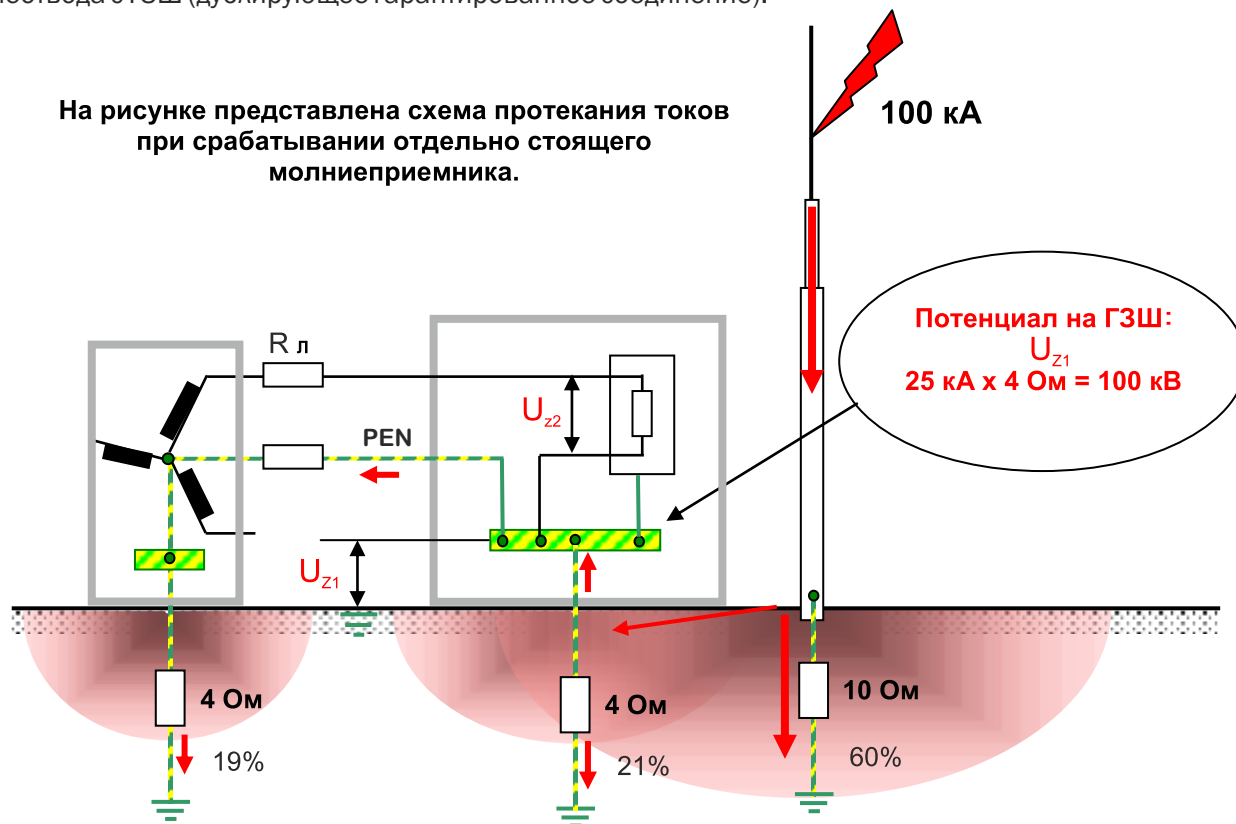


Рис. 4. Схема протекания токов при срабатывании отдельно стоящего молниеприемника.

Значительную роль играют:

1. Расстояние до молниеприемника не более 20. Большее расстояние сказывается на эффективности молниезащиты.
2. Проводимость грунта и величина зоны растекания.
3. Отношение сопротивлений заземлителей электроустановки и молниеприемника.

Кроме описанных выше вариантов существует схема заноса потенциала через проводящие подземные коммуникации.

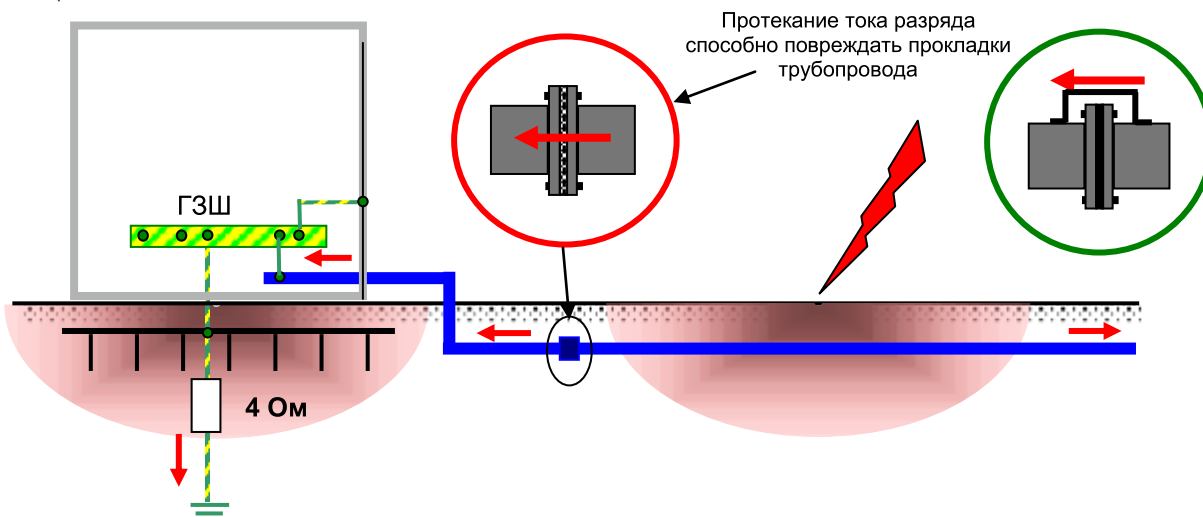


Рис. 3. Схема заноса потенциала через подземные коммуникации.



Способ уравнивания потенциалов между металлическими составными частями и элементами объекта, которые не могут быть по условиям эксплуатации напрямую электрически соединены друг с другом (изолированные части, изолированные фланцы и т. д. на секциях трубопроводов с катодной защитой), представлен на рис. 4.

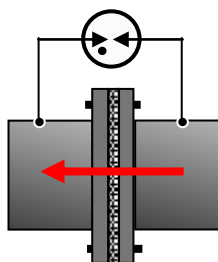
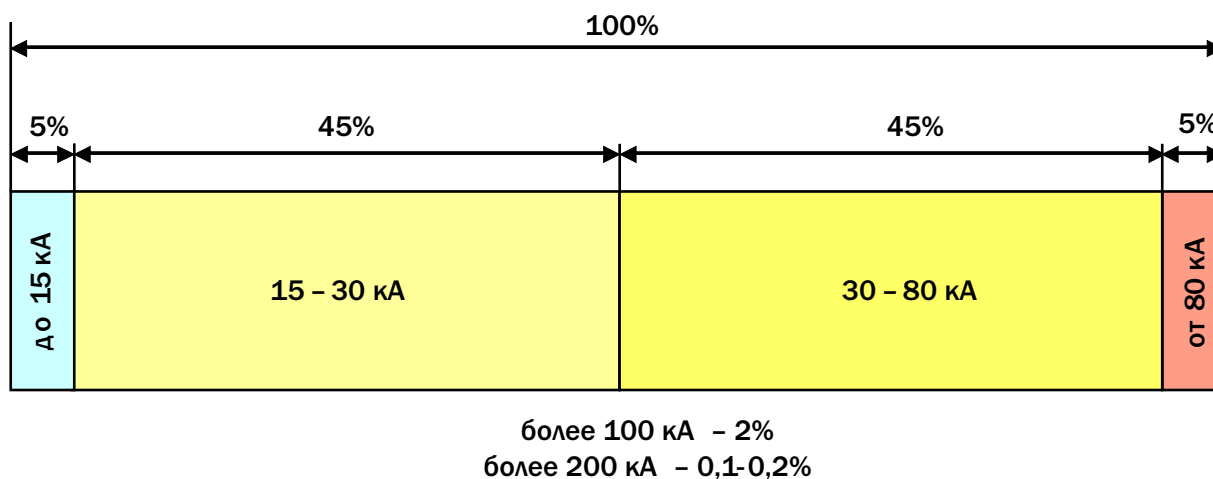


Рис. 4.

### Вероятностное распределение токов молнии

Согласно статистическим данным диапазон токов молнии находится в пределах от 5 до 350 кА. Абсолютно точных данных по вероятностному распределению величины токов молнии не существует, но по имеющейся на данный момент статистике для территории России распределение выглядит следующим образом:





## Глава 05

### Рабочее (функциональное, технологическое) заземление

**Рабочее (функциональное) заземление** – заземление точки или точек токоведущих частей электроустановки, выполняемое для обеспечения работы электроустановки (не в целях электробезопасности) (ПУЭ п. 1.7.30).

**Примечание:** фраза «не в целях электробезопасности» - акцент на надежную работу оборудования, но если сопротивление функционального заземления не более 4 Ом, то проблем с электробезопасностью не возникает в принципе.

Определение FE для сетей питания информационного оборудования и систем связи дано в следующих ГОСТах:

**«Функциональное заземление: заземление для обеспечения нормального функционирования аппарата, на корпусе которого по требованию разработчика не должен присутствовать даже малейший электрический потенциал ( иногда для этого требуется наличие отдельного электрически независимого заземлителя )».** ГОСТ Р 50571.22-2000 п. 3.14 (707.2)

**«Функциональное заземление может выполняться путем использования защитного проводника (РЕ-проводника) цепи питания оборудования информационных технологий в системе заземления TN-S.**

**Допускается функциональный заземляющий проводник (FE-проводник) и защитный проводник (РЕ-проводник) объединять в один специальный проводник и присоединять его главной заземляющей шине (ГЗШ)».** ГОСТ Р 50571.21-2000 п. 548.3.1

ПУЭ 1.1.17. Для обозначения обязательности выполнения требований ПУЭ применяются слова "должен", "следует", "необходимо" и производные от них.

Слова **"как правило"** означают, что данное требование является преобладающим, а отступление от него должно быть обосновано.

Слово **"допускается"** означает, что данное решение применяется в виде исключения как вынужденное (вследствие стесненных условий, ограниченных ресурсов необходимого оборудования, материалов и т. п.).

Слово **"рекомендуется"** означает, что данное решение является одним из лучших, но не обязательным.

Слово **"может"** означает, что данное решение является правомерным.

**Обозначение: FE** – рабочее (функциональное, технологическое) заземление.

Исторически, в связи с широким распространением вычислительной техники в 90-х годах, возникла необходимость обеспечения надежной работы нового оборудования в сетях типа TN-C.

При передаче информации по линии связи между двумя компьютерами за опорную точку принимается корпусное заземление. Заземление, выполненное проводником PEN, по которому текут рабочие токи, приводит к разнице потенциалов между корпусами приборов.

Помимо разницы потенциалов вносимых в линию связи, туда же вносятся пульсации, гармоники и высокочастотные помехи при работе оборудования с большими реактивными токами.

Локальное применение отдельной системы рабочего (функционального) заземления позволяло «малой кровью» обеспечить устойчивую работы вычислительной техники. Разумеется, перемонтаж всей электроустановки на «пятипроводную» систему типа TN-S обходился значительно дороже.

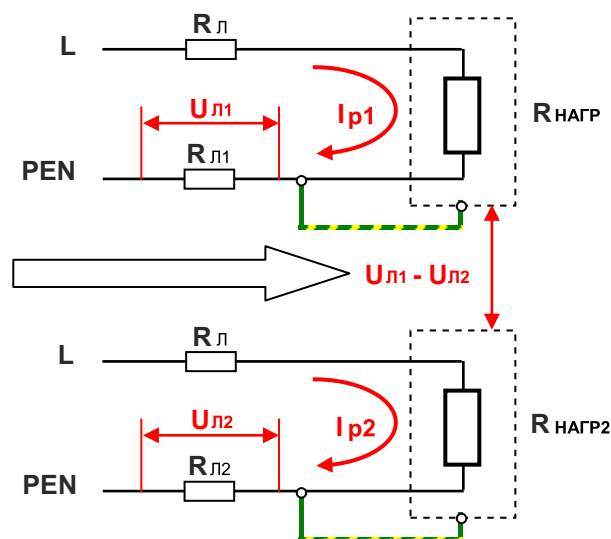


Рис. 1.



Вторая причина распространения функционального заземления – «безобразное» состояние защитного заземления в существующих электроустановках. Поставщик дорогостоящего цифрового оборудования не без оснований требует от заказчика выполнения отдельного заземления для своей «нежной» техники.

Третья причина – специфические требования по защите информации, специализированные испытательные лаборатории и т.д.

Основные схемы выполнения функционального заземления представлены на рис. 2.

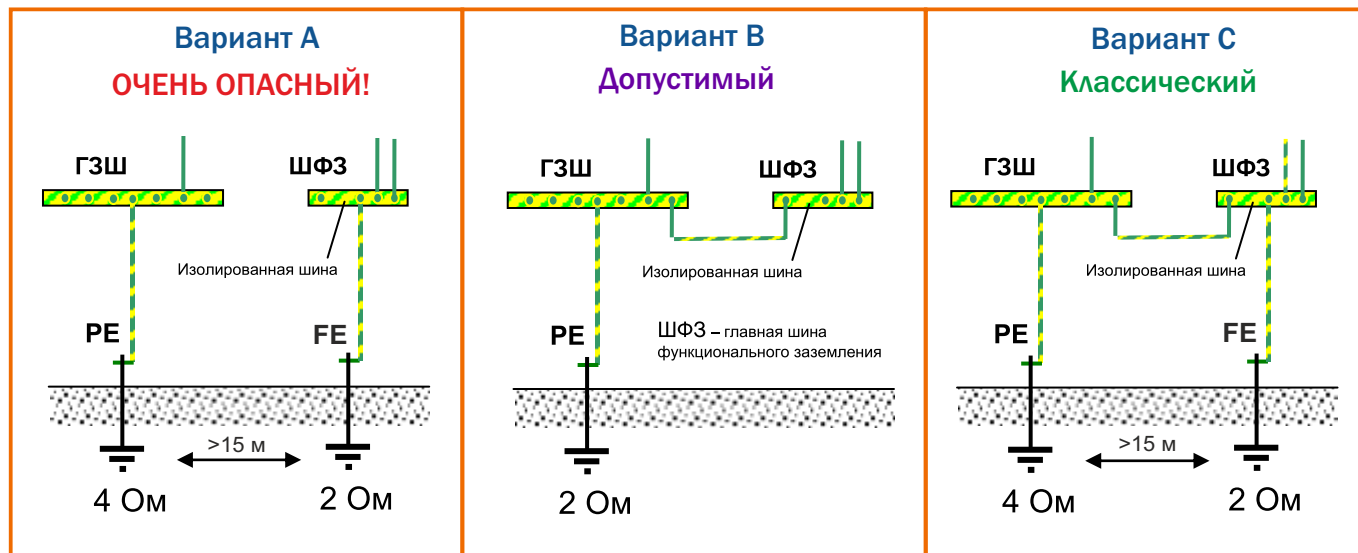


Рис. 2.

**Вариант «А»** - наиболее опасный из представленных, с точки зрения электробезопасности и безопасности объекта в целом. Нужно иметь «очень веские» основания для применения данной схемы или быть безграмотным инженером проектировщиком. Далее будут приведены аргументы против использования данной схемы.

**Аргумент против схемы «А» №1:** разрушение целостности основной системы уравнивания потенциалов и как следствие появление разности потенциалов на независимых системах заземления в процессе эксплуатации.

Причины появления разницы потенциалов:

1. КЗ на корпус в сети TN-S до срабатывания системы защиты (~110В).
2. Внешние электромагнитные поля (близкий разряд молнии) из-за разницы в длине проводников. Может достигать единиц киловольт.
3. Занос потенциала на ГЗШ при срабатывании молниеприемника. Разница потенциалов достигает сотен киловольт. См. главы «Защитное заземление. Основная и дополнительные системы уравнивания потенциала» и «Занос потенциала в электроустановку».

**В довершении этих неприятностей разность потенциалов возникает между FE и N внутри электроаппаратов...**

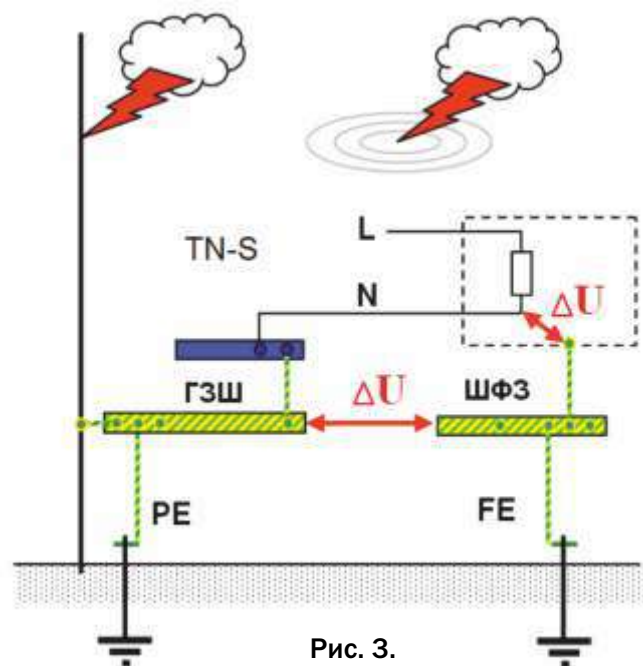
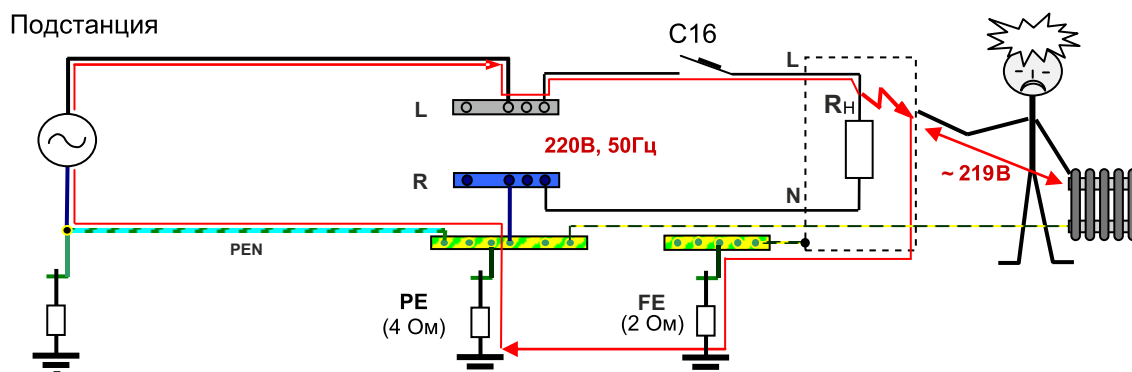


Рис. 3.



**Аргумент против схемы «А» №2:** крайне низкие токи короткого замыкания фаза – корпус применительно к сетям типа TN-S со всеми вытекающими последствиями.

Рассмотрим простой пример:



**Рис.4. Схема протекания тока замыкания на корпус аппарата при использовании независимого функционального заземления в сети типа TN.**

Так как функциональное заземление в отличие от защитного не имеет точки соединения с ГЗШ, а соответственно с нейтралью, то токи короткого замыкания составят не сотни и тысячи ампер, как это происходит при защитном заземлении, а всего лишь десятки ампер. Ситуация усугубится тем, что в цепи отсутствует УЗО (вычислительная техника, томографы, рентгеновское оборудование и т.д.).

Максимальный ток короткого замыкания всего 36,6 А.

$$I_{кз} = \frac{220 \text{ (В)}}{4 + 2 \text{ (Ом)}} = 36,6 \text{ (А)}$$

Время отключения составит от 30 до 120 секунд, что не укладывается ни в один норматив по безопасности и все это время на корпусе будет присутствовать практически фазное напряжение, по корпусным элементам будет протекать достаточно значительный ток (возможность возгорания). При наличии автоматов с номинальным рабочим током более 32 А цепь вообще не отключится.

**Использовать вариант «А» для сетей типа TN-S опасно!**

**Вариант «В»** - формальное, но законное выполнение системы функционального заземления. Фактически представляет собой качественное защитное заземление с радиальной схемой разводки.

**Вариант «С»** - удобная схема для реконструируемых объектов так и для вновь возводимых. Имеет существенное преимущество перед вариантом «В» с точки зрения воздействия помех на ответственное электрооборудование.

Предположим, что в электроустановке имеется нагрузка R1, которая создает значительные помехи.

Основные пути распространения помехи в электроустановке - это кондуктивный (по проводам) и радиоэфи́рный. По степени воздействия на стороннее оборудование кондуктивный, как правило, в десятки раз превосходит радиоэфи́рный.

Петля тока помехи замыкается между источником и нагрузкой, как это показано на рис. 5.



### Основной контур тока кондуктивной помехи от нагрузки R1

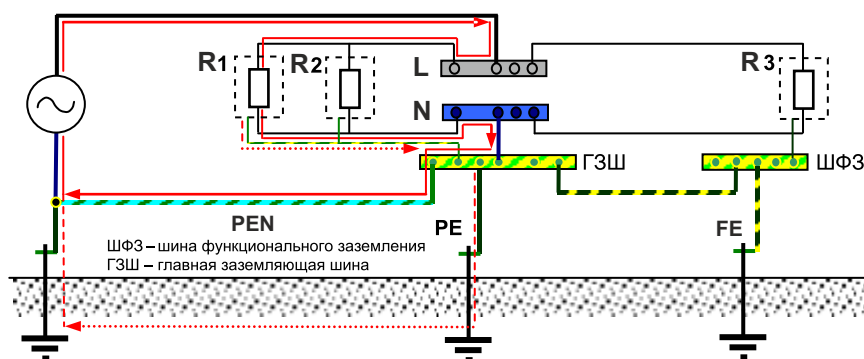


Рис. 5.



Популярный сетевой фильтр **ФС-16М** небольшой мощности для защиты вычислительной техники со встроенной защитой от импульсных перенапряжений класса III.

220 В, 50 Гц, 16 А

**Вариант «D»** - FE соединено с ГЗШ посредством разрядника уравнивания потенциалов.

Проблема схемы с разрядником заключается в том, что срабатывать он будет исключительно в случае заноса потенциала при грозовых разрядах, когда разница в напряжении достаточна для срабатывания разрядника (600 – 900В).

В остальных случаях целостность системы основного уравнивания потенциалов электроустановки остается нарушенной и проблема электробезопасности при первичном пробое остается актуальной.

### Вариант D

**ОПАСНЫЙ!**

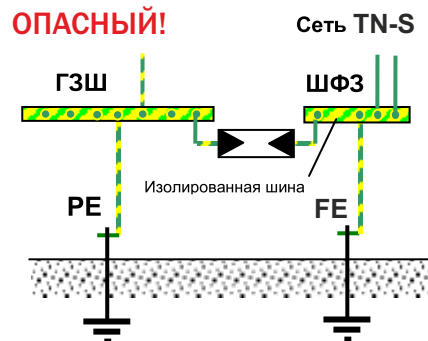


Рис. 6.

Далее рассматриваются варианты построения функционального заземления с постепенным увеличением уровня защиты ответственного электрооборудования от помех, без проблем, связанных с электробезопасностью.

### Вариант E

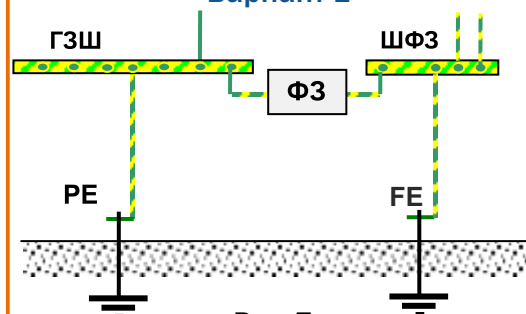


Рис. 7.

Ф – сетевой магистральный фильтр

ФЗ – фильтр заземления

### Вариант F

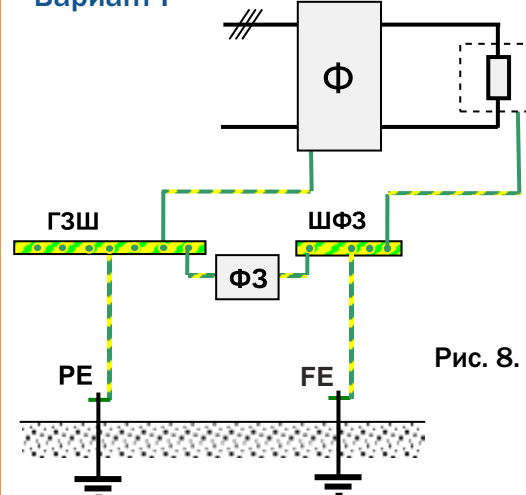


Рис. 8.

В **варианте «E»** дополнительно используется фильтр заземления типа «Квазар Ф – xxx PE», которые в значительной степени подавляют возможные проникновения высокочастотных составляющих помехи в систему функционального заземления. См. Главу 14.

При **варианте «F»** нагрузка дополнительно защищается сетевым магистральным фильтром типа «Квазар Ф – xxxx P», который помимо фильтрации сетевых помех обеспечивает защиту нагрузки от мощных импульсных перенапряжений, что весьма актуально для цифрового оборудования и источников бесперебойного питания.



Вариант Г

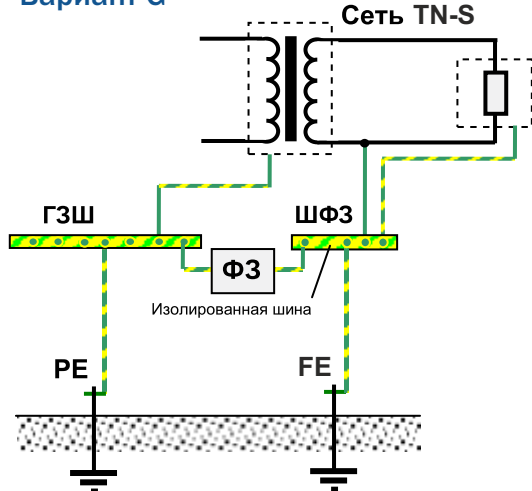


Рис. 9.

Вариант Н

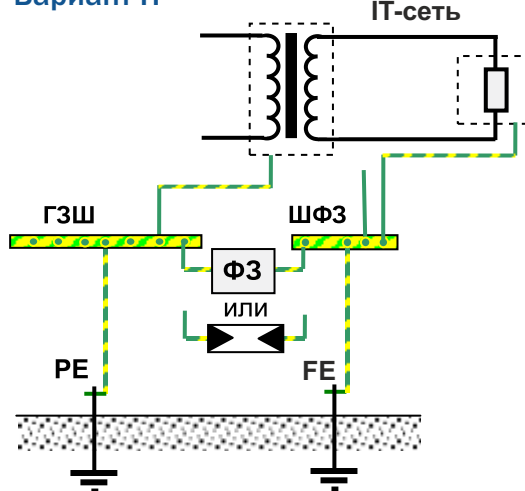


Рис. 10.

**Вариант «Г»**, где группа ответственного электрооборудования подключается к собственному разделительному трансформатору, выход нейтрали заземляется на FE. Режим сети остается TN-S. Здесь используются свойства разделительного трансформатора, как устройства обладающего достаточными свойствами по фильтрации помех и весьма эффективной защитой от импульсных перенапряжений, как грозового, так и коммутационного типа. Улучшить защиту можно применением трансформаторного фильтра типа «ФСТО-xxxx» или «ФСТТ-xxxx», где установлены дополнительные элементы фильтрации и экранирующая обмотка.

**Вариант «Н»** позволяет вместо фильтра заземления (ФЗ) использовать разрядник для систем уравнивания потенциалов. В данном случае используются свойства IT сети (режим изолированной нейтрали), где при первичном пробое проблем с электробезопасностью не возникает. Более подробно это свойство рассматривается в главе 03 «Медицинская IT-сеть». Аналогично варианту «Г» вместо разделительного трансформатора может быть установлен фильтр сетевой трансформаторный «ФСТО-xxxx» или «ФСТТ-xxxx». При работе в режиме изолированной нейтрали обязательно оснащение разделительного трансформатора или трансфильтра системой контроля изоляции и постом ПДК-02.

**ПУЭ п. 1.7.82.** «Основная система уравнивания потенциалов в электроустановках до 1 кВ должна соединять между собой следующие проводящие части:

...

8) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если таковое имеется и отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к заземляющему устройству защитного заземления»;

### МЕД

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.3.7** «Основная система уравнивания потенциалов...

...Устройство независимых заземлителей и (или) функционального заземлителя медицинского оборудования, не подключенного к ГЗШ, не допускается».

При отсутствии особых требований изготовителей аппаратуры общее сопротивление растеканию тока заземляющего устройства не должно превышать 2 Ом. См. **Циркуляр №24/2009.**

«...Устройство независимых заземлителей для защитного и/или функционального заземления медицинского оборудования, не подключенных к ГЗШ, в зданиях с медицинскими помещениями не допускается...».



Фильтр сетевой трансформаторный  
ФСТО-1000 (торговой марки «Полигон»)



Фильтр заземления Кварз Ф-35 PE  
(торговой марки «Полигон»)



## Глава 06

### Практика выполнения дополнительной системы уравнивания потенциалов

Фактически, наиболее распространены пять вариантов выполнения шин системы дополнительного уравнивания потенциалов:

Вариант 1. С использованием стандартных коробок уравнивания потенциалов (КУП).

Вариант 2. Стальная шина 4x40 (4x50) с приварными болтами опоясывающая помещение.

Вариант 3. Стальная шина, уложенная в стандартный пластиковый короб.

Вариант 4. Использование шины заземления в РЩ (для небольших помещений).

Вариант 5. С использованием специализированного щитка типа **ЩРМ-ШЗ** (встроенный щиток с шиной 100 мм<sup>2</sup> (Cu) со степенью защиты Ip54).

Вне зависимости от конструкции должны быть соблюдены два основных условия:

- возможность осмотра соединения;
- возможность индивидуального отключения.

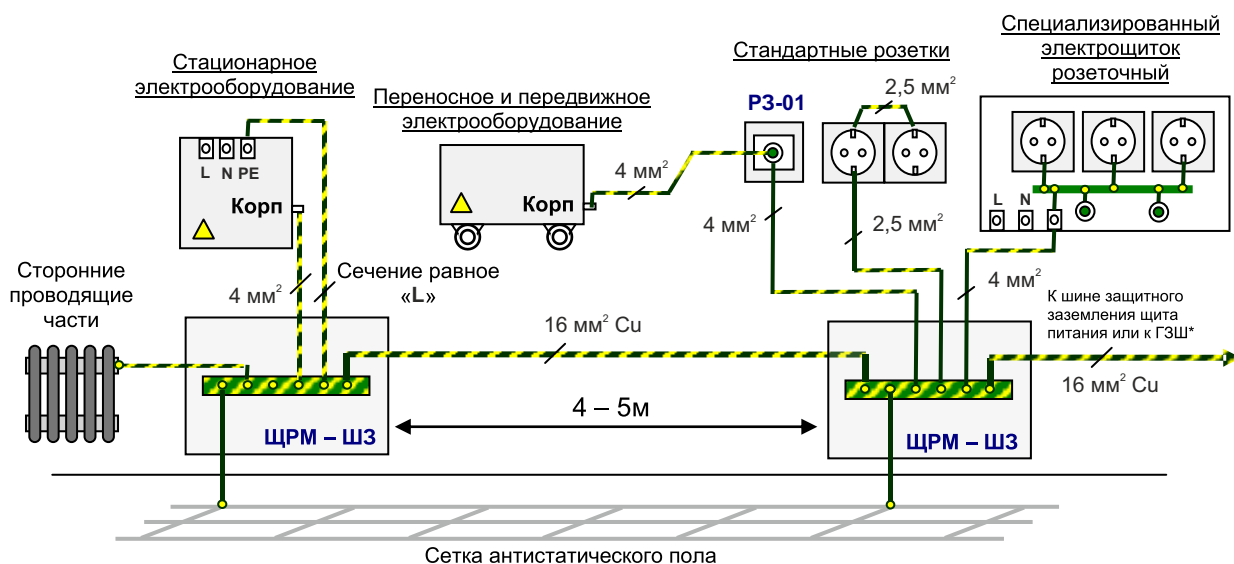
1. Длина проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов, соединяющих контакты штепсельных розеток, сторонние проводящие части и корпуса электрооборудования не должна превышать 2,5 м. Сечение 2,5 - 4 мм<sup>2</sup> Cu (ПУГВ). См. ПУЭ 1.7.82 рис. 1.7.7.

2. Для электроустановки здания, где применяются негорючие (ВВГнг – FRLS...) кабеля, следует с осторожностью использовать кабеля марки ПУГВ. Данный тип кабеля, будучи уложенным вместе с негорючими кабелями, формально превращает всю систему в распространяющую горение. В большинстве случаев контролирующие органы относятся к этому спокойно, но в некоторых случаях стоит применить негорючие одножильные кабеля той же марки с нанесением соответствующей маркировки.

3. Для зданий детских дошкольных учреждений, больниц, специальных домах престарелых и т.д. применяемые пластиковые короба должны иметь сертификат о не выделении токсичных веществ при горении. То же касается линолеума. Поставляемые в Россию короба Legrand, ABB ... таких сертификатов не имеют. Как вариант - короба фирмы DKC или SPL, в которых в качестве отбеливающего вещества используется мел и есть все необходимые сертификаты.

**ГОСТ Р 50571.28 п. 710.413.1.6.3** «Шина уравнивания потенциалов должны быть расположены в самом медицинском помещении или в непосредственной близости от него. В каждом распределительном шкафу или в непосредственной близости от него должна быть расположена шина системы дополнительного уравнивания потенциалов, к которой должны быть подключены проводники...».

Пример схемы с использованием электрощитка **ЩРМ-ШЗ** (формирование шинной системы дополнительного уравнивания потенциалов) и розеток **P3-01** (для оперативного подключения к шине дополнительного уравнивания потенциалов).





Система дополнительного уравнивания потенциалов в данном случае формируется из встроенных электрощитков **ЩРМ-ШЗ** (IP54) соединенных между собой проводником 16 мм<sup>2</sup>. В каждом щите установлена медная шина 100 мм<sup>2</sup> с необходимым количеством клеммников. Съемная крышка позволяет получить доступ до каждого соединения системы. Количество щитков определяется размером помещения и количеством необходимых подключений. Рекомендуемое расстояние между щитками – 4-5 м.

Система дополнительного уравнивания потенциалов одновременно выполняет функцию защитного заземления установленного в данном помещении электрооборудования. Для стационарных электроаппаратов сечение защитного заземляющего проводника, подсоединенного к шине, должно соответствовать сечению фазного (равно фазному до 16 мм<sup>2</sup> и не менее 1/2 при больших значениях).

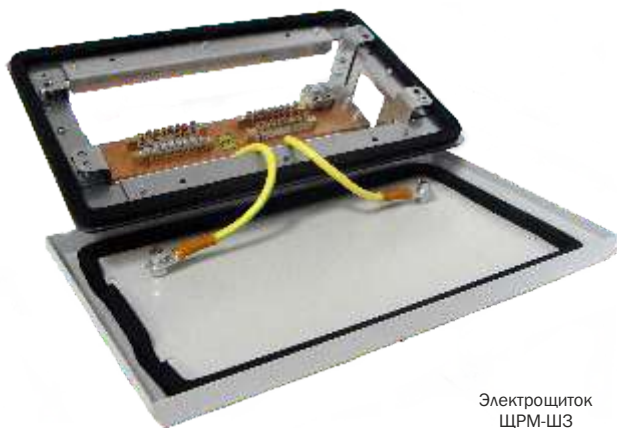
Для присоединения переносной и передвижной аппаратуры используются розетки. В случае использования стандартных розеток, в непосредственной близости от них должны располагаться розетки с клеммниками (розетка заземления **РЗ-01**) для оперативного подключения корпусов электрооборудования к системе дополнительного уравнивания потенциалов. Количество заземляющих розеток определяется составом электрооборудования, но в среднем - половина от числа силовых.

При использовании мощных силовых розеток сечение проводников подключения к шине должно быть выбрано с учетом сечения фазного проводника данной розетки.

Использование специализированных розеточных электрощитков упрощает задачу, так как они уже содержат клеммники для подключения к дополнительной системе уравнивания потенциалов корпусов переносного и передвижного электрооборудования.



Щиток розеточный  
ЭЩРП-П-04БК  
(торговой марки «Полигон»)



Электрощиток  
ЩРМ-ШЗ  
(торговой марки «Полигон»)



Розетка заземления  
РЗ-01  
(торговой марки «Полигон»)

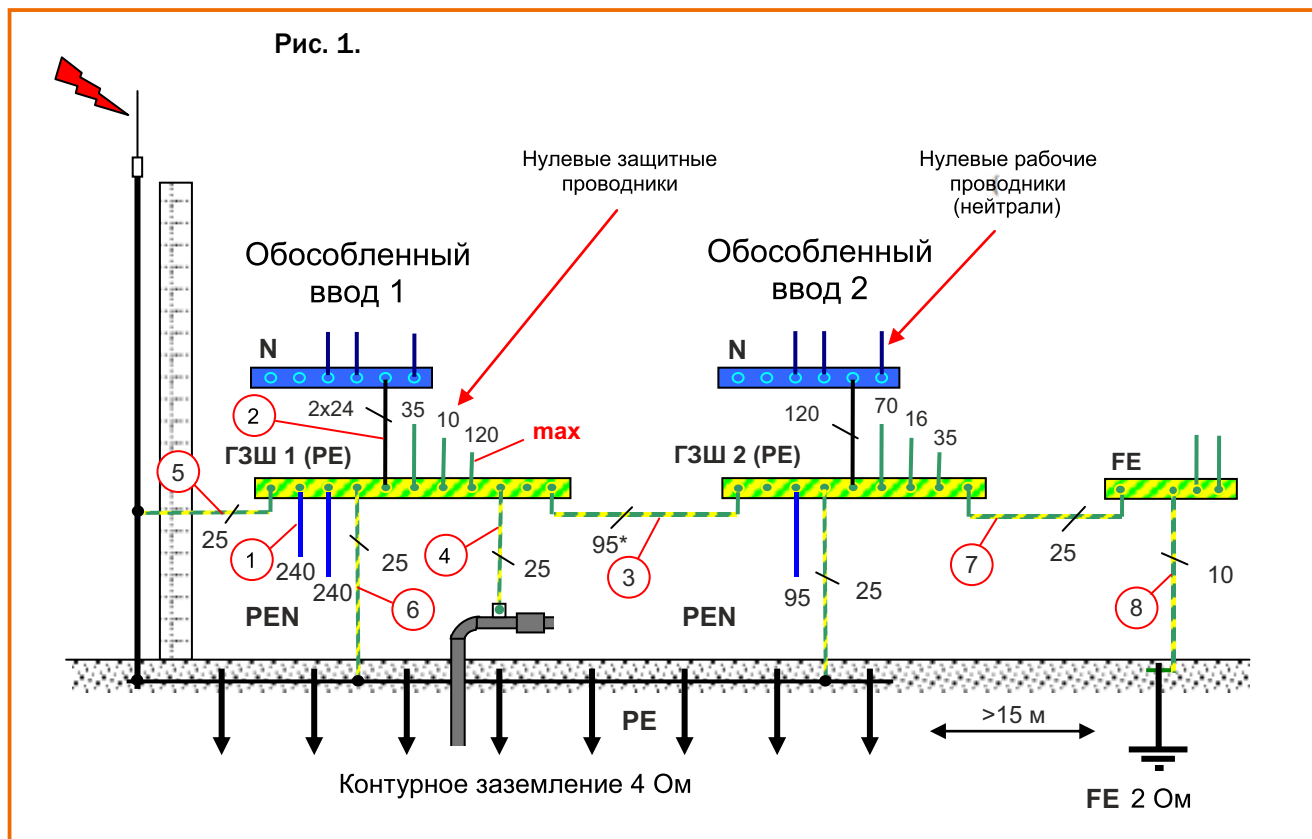
**МЕД:** Для учреждений здравоохранения в помещениях гр. 1 и особенно в помещениях гр. 2 (чистые помещения) удобно воспользоваться вариантом № 5, схема которого представлена на рисунке.



## Глава 07

### Выбор сечения проводников уравнивания потенциалов

Пример определения сечений проводников заземления, проводников основной и дополнительной системы уравнивания потенциалов:



**Примечание:** указанные сечения проводников по меди (исключая PEN проводники). При замене на сталь или алюминий расчет сечения можно провести согласно **ТЕХНИЧЕСКОМУ ЦИРКУЛЯРУ №6/2004, приложение 2**.

#### Пояснения к рис. 1.

1. PEN – совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник. В данном примере это могут быть алюминиевые проводники от подстанции в составе двух кабелей питания АВБбШа 4х240 мм<sup>2</sup>.

В качестве ГЗШ используется шина заземления ВРУ. Шина может выполняться и выносной. Сечение шины должно быть равно или более суммарного сечения PEN проводников (ПУЭ 1.7.119). Брать минимальное сечение не рекомендуется. Шина должна иметь достаточную конструктивную прочность и хорошую площадь подключения, чтобы выдерживать механические напряжения при подключении довольно жестких кабелей и «грубую» работу монтажников. В нашем случае для ввода 1 можно выбрать медную шину 60х10 мм.

2. Сечение проводника (шины) соединения ГЗШ с шиной нейтрали должно быть равно или более суммарного сечения PEN-проводников.

3. В примере максимальное сечение PEN-проводников -480 мм<sup>2</sup> (2 х 240) на вводе 1. Соответственно, согласно ПУЭ 1.7.120, проводник уравнивания потенциалов между ГЗШ 1 и ГЗШ 2 должен быть 240 мм<sup>2</sup> (½ PEN).

**ПУЭ п.1.7.120** «Если здание имеет несколько обособленных вводов, главная заземляющая шина должна быть выполнена для каждого вводного устройства. При наличии встроенных трансформаторных подстанций главная заземляющая шина должна устанавливаться возле каждой из них. Эти шины должны соединяться проводником уравнивания потенциалов, сечение которого должно быть не менее половины сечения РЕ (PEN)-проводника той линии среди отходящих от щитов низкого напряжения подстанций, которая имеет наибольшее сечение. Для соединения нескольких главных заземляющих шин могут использоваться сторонние проводящие части, если они соответствуют требованиям 1.7.122 к непрерывности и проводимости электрической цепи».



**\*Примечание:** в **ТЕХНИЧЕСКОМ ЦИРКУЛЯРЕ №6/2004** согласно п. 1 сечение проводника уравнивания потенциалов между ГЗШ 1 и ГЗШ 2 должен быть равно меньшему сечению из соединяемых шин и, соответственно, в нашем примере 95 мм<sup>2</sup>.

Этот вариант более логичен, так как конструктивно ВРУ 2 не предназначено для подсоединения проводников сечением более 95 мм<sup>2</sup>.

4. Сечения проводников основной системы уравнивания потенциалов определяется с учетом максимального сечения групповых нулевых защитных проводников. В нашем примере это проводник 120 мм<sup>2</sup>.

**ПУЭ п. 1.7.137** «Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника электроустановки, если сечение проводника уравнивания потенциалов при этом не превышает 25 мм<sup>2</sup> по меди или равноценное ему из других материалов. Применение проводников большего сечения, как правило, не требуется. Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов в любом случае должно быть не менее: медных - 6 мм<sup>2</sup>, алюминиевых - 16 мм<sup>2</sup>, стальных - 50 мм<sup>2</sup>».

Если перевести на русский язык, то сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов выглядит так, как представлено в таблице ниже:

Максимальное сечение группового РЕ проводника, мм <sup>2</sup> Cu	Сечение проводника основной системы уравнивания потенциалов, мм <sup>2</sup> Cu
10	6
16	10
25	16
35	16-25
50	25
70	
95	
120	
150 и далее	

5. Проводник соединения молниеприемника с ГЗШ относится к системе основного уравнивания потенциалов, где сечение 25 мм<sup>2</sup> Cu уже определено. Если имеется специальный контур молниезащиты, к которому подключены молниеотводы, то такой контур также должен подключаться к ГЗШ (ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦИРКУЛЯР №6/2004 согласно п. 3).

6. Сечение заземляющего проводника к повторному заземлению больше или равно 16 мм<sup>2</sup> по меди для защищенных проводников, 25 мм<sup>2</sup> по меди и 50 мм<sup>2</sup> по стали для проводников, не защищенных от коррозии (ГОСТ 30331.10 п. 542.3.1).

7, 8. **ПУЭ 1.7.117** «Заземляющий проводник, присоединяющий заземлитель рабочего (функционального) заземления к главной заземляющей шине в электроустановках напряжением до 1 кВ, должен иметь сечение не менее: медный - 10 мм<sup>2</sup>, алюминиевый - 16 мм<sup>2</sup>, стальной - 75 мм<sup>2</sup>».



## Глава 08

### Выбор марки кабеля

При выборе марки силового кабеля руководствуются **ГОСТ 31565-2012** «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности», введенным в действие взамен ГОСТ Р 53315-2009 с 01.01.2014 г.

П.6 ГОСТ 31565 содержит **таблицу 2: «ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ИХ ТИПА ИСПОЛНЕНИЯ»**.

Таблица 2 продолжение...

нг (A F/R)-LSLTx нг(A)-LSLTx нг(B)-LSLTx нг(C)-LSLTx нг(D) LSLTx	П1а.8.2.1.2 П16.8.2.1.2 П2.8.2.1.2 П3.8.2.1.2 П4.8.2.1.2	Для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки кабелей, в зданиях детских дошкольных и образовательных учреждений, специализированных домах престарелых и инвалидов, <u>больницах</u> , в спальнях корпусах образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений.
нг (A F/R)-HFLTx нг(A)-HFLTx нг(B)-HFLTx нг(C)-HFLTx нг(D)-HFLTx	П1а.8.1.1.1 П16.8.1.1.1 П2.8.1.1.1 П3.8.1.1.1 П4.8.1.1.1	
нг (A F/R)-FRLSLTx нг (A)-FRLSLTx нг (B)-FRLSLTx нг (C)-FRLSLTx нг(D)-FRLSLTx	П1а.7.2.1.2 П16.7.2.1.2 П2.7.2.1.2 П3.7.2.1.2 П4.7.2.1.2	Для прокладки, с учетом объема горючей нагрузки кабелей, в системах противопожарной защиты, а также в других системах, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара, в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений, специализированных домах престарелых и инвалидов, <u>больницах</u> , спальнях корпусах образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений.
нг (A F/R)-FRHFLTx нг(A)-FRHFLTx нг(B)-FRHFLTx нг(C)-FRHFLTx нг(D)-FRHFLTx	П1а.7.1.1.1 П16.7.1.1.1 П2.7.1.1.1 П3.7.1.1.1 П4.7.1.1.1	

Слово «ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫЕ» вызывает двойное толкование. Для обязательности применения в наших нормативах существуют слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них (см. ПУЭ п. 1.1.17). Данное слово выпадает из общего ряда, и все желающие трактуют его по своему усмотрению.

#### Расшифровка буквенных обозначений:

Нг – не распространяющий горение при групповой прокладке

LS – пониженное дымо- и газовыделение

HF – не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов

FR – огнестойкие, сохраняющие работоспособность на некоторое время при пожаре

LTx – низкое выделение токсичных веществ при горении и тлении

**Пример:** ВВГнг-FRLSTx -5х35 – кабель огнестойкий, не распространяющий горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением и с низкой токсичностью продуктов горения.

**Примечание:** даже в нормативных документах постоянно путается порядок буквенных обозначений.



**СП 158.13330-2014 п.7.7.2.4.2** «Для одиночной или групповой прокладки цепей питания электроприемников систем противопожарной защиты, операционного, реанимационного и наркозно-дыхательного оборудования, а также для других электроприемников, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара, следует применять кабельные изделия исполнения - нг(А)-FRLS или нг(А)-FRHF (в зависимости от класса пожарной опасности).

Для одиночной или групповой прокладки цепей питания остальных электропотребителей медицинских организаций следует применять кабельные изделия исполнения - нг(А)-LSTx или нг(А)-HFLTx (в зависимости от класса пожарной опасности).

**Примечание:** в наименование кабеля «LSTx» пропущена буква «L», правильно «LSLTx».

Выдержка из свода Правил **СП 6.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».**

Статья 4. Требования пожарной безопасности

4.1 Кабельные линии систем противопожарной защиты должны выполняться

Огнестойкими кабелями с медными жилами, не распространяющими горение при групповой прокладке по категории А по ГОСТ Р МЭК 60332-3-22 с низким дымо- и газовыделением (нг-LSFR) или не содержащими галогенов (нг-HFFR).

**Примечание:** здесь буквы переставлены местами.

### **Замена провода ПВ-3**

Производство провода ПВ-3 практически прекращено. На замену идет провод ПУГВ с улучшенными характеристиками.

ПУГВ – силовой, одножильный провод с гибкой жилой из отожженных проволок в изоляции из ПВХ пластика. Соответствует ГОСТ 31947-2012.

Применяется для установок в осветительных и силовых сетях при стационарной прокладке, а также для монтажа станков, механизмов, машин, автоматов, при сборке щитового оборудования при номинальном и переменном напряжении до 450/750 В включительно, номинальной частотой до 400 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Провод ПУГВ прокладывается в трубах, коробах, на лотках и пустотах всевозможных конструкций для монтажа осветительных и силовых сетей, где требуется повышенная гибкость при прокладке и монтаже. Разные цвета, включая желто-зеленый.

Провода ПУГВ могут прокладываться как открытым, так и закрытым способом (под штукатуркой, в бетон, кирпичную кладку).

**ПУГВ не распространяет горение при одиночной прокладке.**

### **Выбор применяемых материалов**

Для учреждений здравоохранения, детских дошкольных и школьных учреждений, домов престарелых и инвалидов, мест массового пребывания людей предъявляются повышенные требования к применяемым материалам по пожарной и гигиенической безопасности.

Соответственно, применяемые напольные, стеновые, потолочные покрытия и материалы должны иметь сертификат пожарной безопасности и разрешительную документацию о применении в выше означенных учреждениях.

### **Способ прокладки в помещениях**

В медицинских помещениях гр. 1 и 2 прокладки кабелей должны быть выполнены скрыто.



## Глава 9

### Мероприятия по борьбе со статическим электричеством

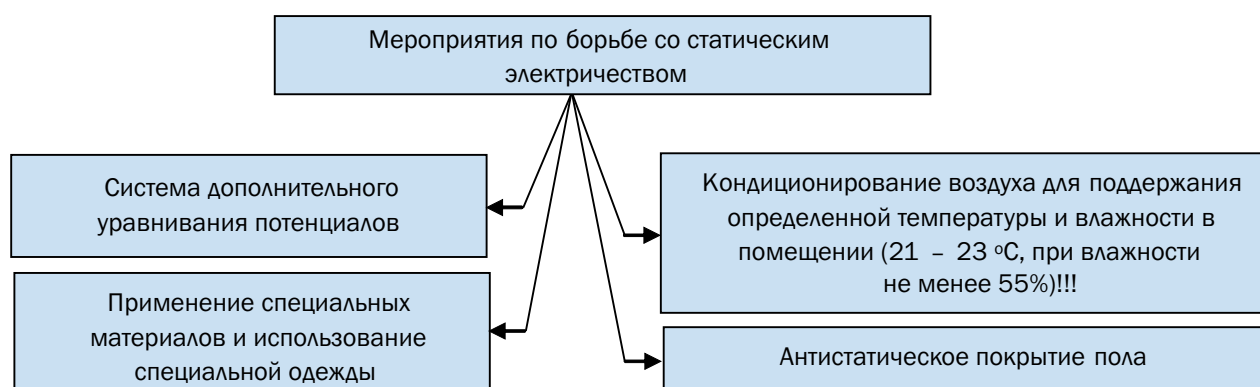
**РТМ 42-2-4-80 п.2.1.6** «Полы в операционных должны быть выполнены из антистатического материала удельное, сопротивление которого должно находиться в пределах  $5 \times 10$  (в степени 4) –  $10$  (в степени 6) Ом/м. Материал пола не должен давать искру при падении на него металлических предметов».

**ГОСТ Р 50571.28 п. 710.512.2.1** «Обеспечение взрывобезопасности

*Примечание 1. Требования к медицинскому электрооборудованию, используемому совместно с легковоспламеняющимися газами и жидкостями содержатся в группе стандартов ГОСТ Р 50267.*

*Примечание 2. В случае возможности возникновения опасных условий (например, утечки легковоспламеняющихся жидкостей и газов) должны быть предприняты особые меры предосторожности.*

*Примечание 3. Рекомендуется принимать меры для предотвращения возникновения статического электричества».*



**Для эффективной борьбы со статическим электричеством необходимо выполнить все четыре мероприятия!!!**

Как правило, антистатический пол в учреждениях ЛПУ выполняется в кабинетах УЗИ, флюорографии, рентгенографии, в операционных и предоперационных, палатах интенсивной терапии, лабораториях и серверных.

**Цель применения антистатического пола:**

- обеспечение надежной работы ответственного электронного оборудования.
- отвод статического электричества в помещениях с требованиями повышенной пожаро- и взрывобезопасности.

Дополнительно – антистатический пол меньше подвержен запылению и загрязнению.

**Виды антистатического покрытия:**

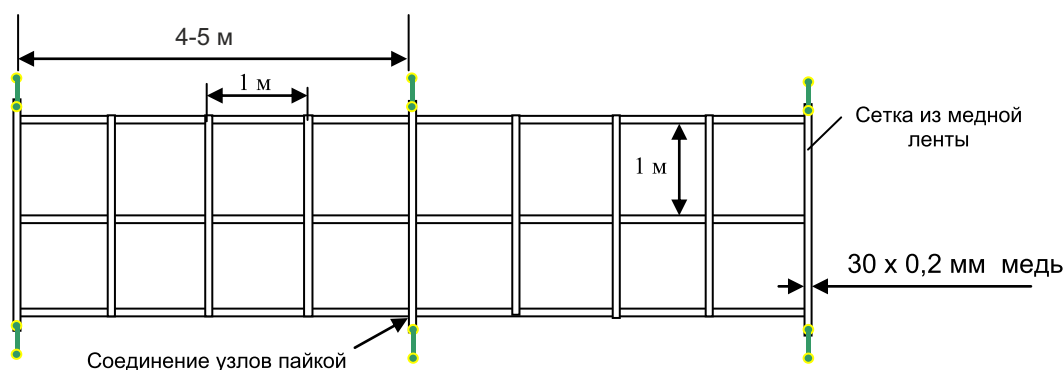
1. С применением антистатического линолеума.
2. Заливные полимерные антистатические полы.

**Покрывтие пола керамической плиткой на медную сетку антистатическим полом не является!**

Данный вариант вызывает большие сомнения с точки зрения эффективности и не обеспечивает отсутствие искры при падении металлических предметов и приборов.

Вне зависимости от типа покрытия обязательным элементом любого антистатического пола является металлическая сетка, которая укладывается под покрытие.

Классический вариант изготовления медной сетки показан на рисунке ниже:

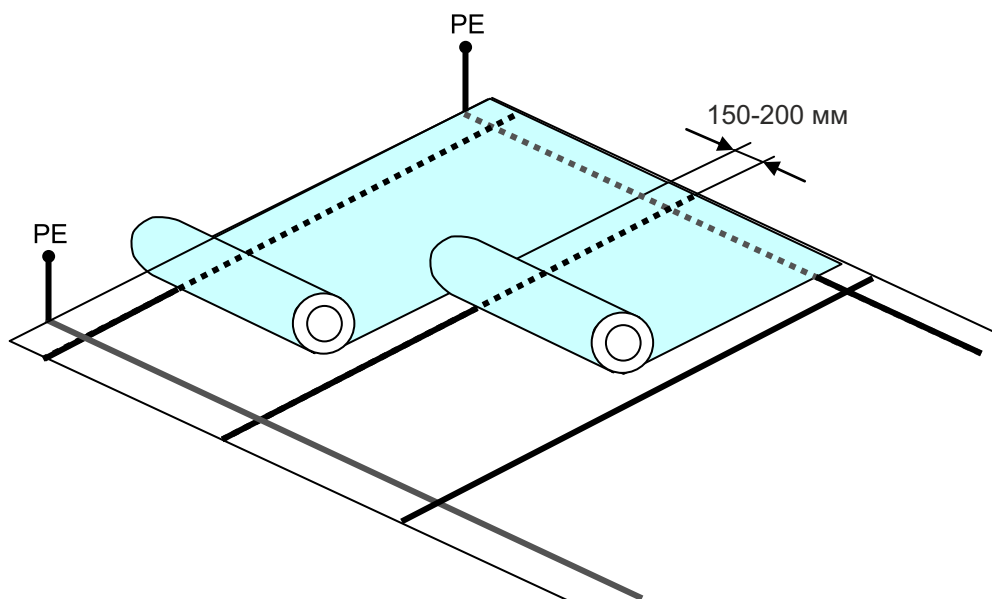


Сечение медной ленты выбрано не случайно. Малая толщина ленты позволяет выполнить качественную пропайку узлов обычным 100 Вт паяльником.

В последнее время появляются новые материалы и технологии в данной области. Например, вместо обычных медных полос используются медные самоклеющиеся ленты, которые в зависимости от фирмы производителя могут быть разной ширины и толщины. Применение таких лент безусловно сокращает время и затраты при изготовлении антистатического пола.

При выборе поставщика материалов для изготовления антистатического пола в учреждениях ЛПУ обязательным являются два условия:

1. Наличие у поставщика разрешительной документации на применение материалов в учреждениях здравоохранения.
2. Наличие подробной инструкции по технологии монтажа с указанием сопутствующих материалов (марка токопроводящих клея и грунтовок, технология электрического соединения самоклеющихся лент в узлах и выходов подключения сетки к системе заземления).










Один из рекомендуемых производителем вариантов укладки медной сетки при использовании антистатического линолеума.



## Глава 10

### УЗО. Типы и области применения. Ошибки применения

#### Типы УЗО:

По рабочему (проходному) току, А	По величине тока утечки, мА	По типу утечки	По времени срабатывания
16 25 32 40 50 63 80 100 125	<b>противопожарные</b> 500, 300, <u>100</u> ?	тип <b>АС</b>  - переменный синусоидальный	Типовые ~0,04 сек
	<b>электробезопасность</b> 30, 10	тип <b>A</b>  - переменный синусоидальный - пульсирующий постоянный	селективные  0,08 - 0,1 сек
УЗО  Дифференциальный автомат 		тип <b>B</b>  - переменный синусоидальный - пульсирующий постоянный - постоянный ток	 0,15 – 0,5 сек

#### Селективность

При построении многоступенчатых схем для обеспечения селективности срабатывания УЗО их подбирают по току утечки так, как это показано на рис. 1. На практике, примерно в 80% случаев происходит не постепенное нарастание токов утечки, а резкое. Результат - одновременное отключение всех УЗО последовательной цепи и потеря питания всей группы нагрузок.

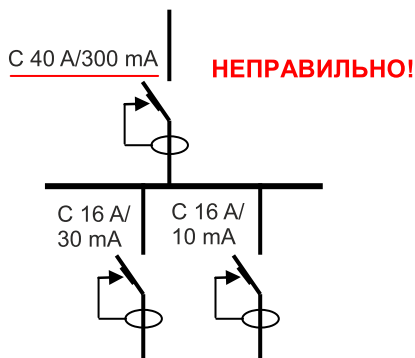


Рис.1.

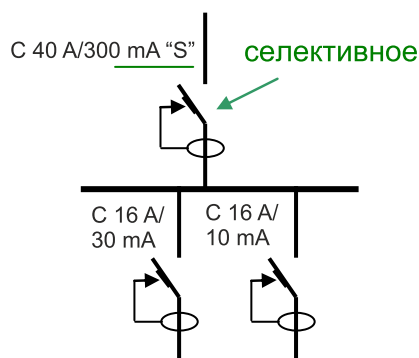


Рис.2.

**СП 31-110-2003. Пункт А.4.2:** «При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах расположенное ближе к источнику питания УЗО должно иметь уставку тока срабатывания и время срабатывания не менее чем в три раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю...».

#### УЗО и дифференциальные автоматы не устанавливаются:

- цепи питания цифрового и вычислительного оборудования
- цепи питания противопожарных систем
- привода вентиляции
- медицинские IT-сети (режим изолированной нейтрали).
- аварийное освещение

В учреждениях здравоохранения запрещено использование УЗО типа АС, как не обеспечивающее должного уровня безопасности. Предписывается использование типа А или В.



## Глава 11

# Дизель-генераторные установки (ДГУ). Проблемы совместимости с ИБП

Одним из важнейших элементов систем бесперебойного электроснабжения (СБЭ), помимо источников бесперебойного питания, являются дизель-генераторные установки.

Их применение особенно актуально на объектах, где требуется длительное поддержание электропитания ответственных потребителей.

Важно! Для обеспечения стабильной работы дизель-генераторной станции необходимо обеспечить следующие условия:

1. Не допускать работу ДГУ на холостом ходу более 10 мин. (коксование цилиндров, засорение форсунок и т.д.).
2. При длительной работе необходимо обеспечить минимальную нагрузку (25-30% от номинальной мощности).
3. При длительной работе не допускать перекоса нагрузки по фазам более 30%.
4. Не допускать длительной перегрузки более 110%.

### Эффект «КАЧЕЛИ»

Подключение нагрузки с большими пусковыми токами к дизель-генераторной установке может сопровождаться весьма опасным явлением, называемым эффект «качели». К такого рода потребителям относятся индуктивные нагрузки (трансформаторы, моторы...) и нагрузки с выпрямителями на входе, в частности ИБП.

ДГУ комплектуются автоматическими регуляторами, обеспечивающими стабилизацию напряжения и частоты до 1,5%, но в момент наброса нагрузки с большими пусковыми токами происходит скачкообразный провал по этим параметрам до 15-20%.

На рисунке 8 поэтапно представлен процесс эффекта «качели»:

- при пропадании основной сети поступает команда на запуск ДГУ и через некоторое время генератор выходит в рабочий режим и готов принять нагрузку
- нагрузка, включая ИБП работающий от батарей, подключается к генератору
- при подключении нагрузки происходит провал выходного напряжения и частоты ДГУ
- ИБП, согласно внутренним настройкам контроля входного напряжения, реагирует на провал напряжения и вновь переходит на батареи
- генератор выходит на рабочий режим, выдавая номинальное напряжение и частоту
- ИБП вторично подключается к генератору, вызывая очередной провал выходного напряжения
- цикл непрерывно повторяется, приводя в итоге к полному разряду батарей ИБП и потере ответственного потребителя.

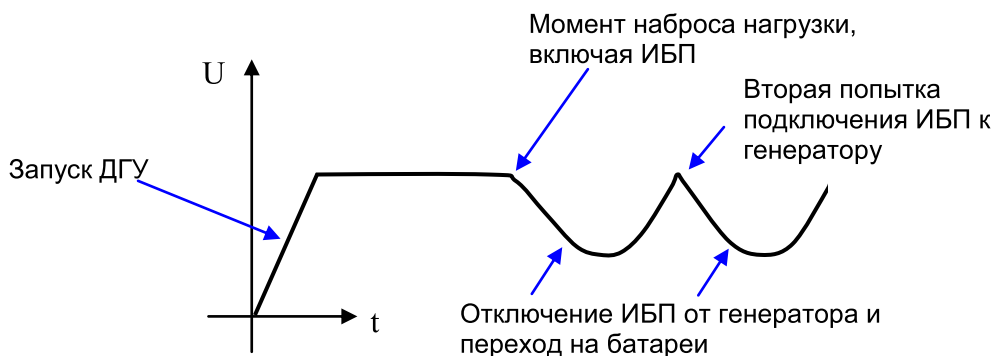


Рис. 1.



Факторы, влияющие на появление эффекта «качели»:

1. Различные модели ДГУ по-разному реагируют на подключение нагрузки. Например, дизель-генераторные установки с двойным турбонаддувом мгновенно могут принять лишь 50 – 60% нагрузки от своей номинальной мощности, зато гарантированно запускаются в холодное время года и быстрее выходят на номинальный режим работы.

2. Различные модели ИБП имеют разные пусковые токи. Худшим вариантом в данном случае будет применение ИБП с 6-плечевым выпрямителем (самый дешевый класс источников).

3. Источники бесперебойного питания различных моделей имеют различные уровни отклонения входной сети, при которых они не переходят на работу от батарей. В среднем это +10/-15% от номинального входного напряжения. Более дорогие модели могут иметь более широкий диапазон.

Таким образом, избежать подобного эффекта можно следующими способами:

1. Выбрать ДГУ с высоким коэффициентом «наброса» нагрузки.

2. Выбрать ДГУ большей мощности.

3. Использовать ИБП с 12-плечевым выпрямителем или с выпрямителем на IGBT транзисторах, как имеющих низкий пусковой ток.

4. Применить ИБП с более широким диапазоном входных напряжений.

5. При наличии нескольких нагрузок с большими пусковыми токами обеспечить последовательное включение нагрузок с использованием реле времени и силовых контакторов.

### Согласование работы ДГУ и ИБП

Помимо проблемы связанной с пусковыми токами в момент подключения нагрузки к ДГУ существуют некоторые сложности вызванные характером нагрузки при длительном режиме работы.

Если ДГУ работает на нагрузку с активно-индуктивным характером, а потребляемый ток близок по форме к синусоидальному, то генератор работает в оптимальном режиме и при расчетах мощности ДГУ берется минимальный запас по мощности.

К сожалению, современные нагрузки (ИБП, компьютеры, моторные привода с частотными регуляторами и энергосберегающие светильники) носят ярко выраженный емкостной характер и весьма негативным образом сказывается на работе ДГУ: **искажение формы синусоиды на выходе генератора, уменьшение отдаваемой мощности, проблемы с автоматическим регулятором напряжения вплоть до аварийной остановки ДГУ и т.д.**

Для примера на рисунках 2 и 3 приведены формы входного тока для нагрузок типа «компьютер» и ИБП с различными схемами выпрямителей.

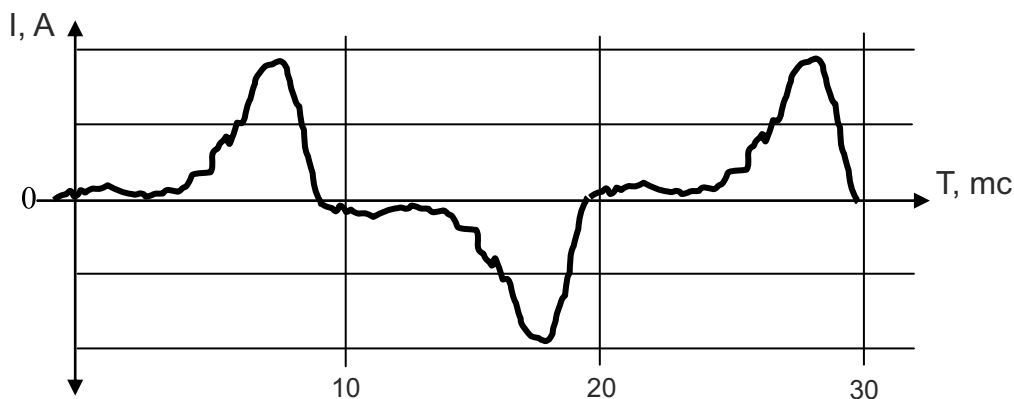


Рис.2. Кривая тока потребления однофазным импульсным источником питания.

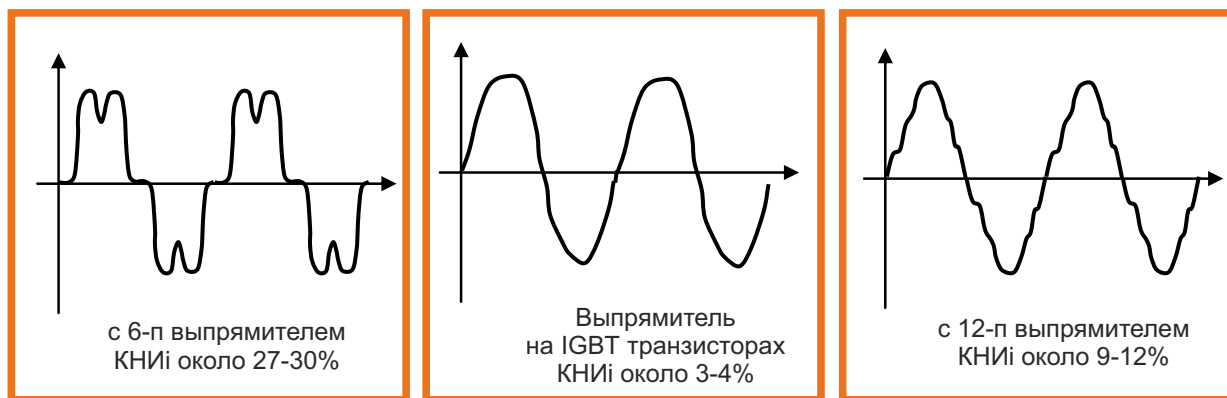


Рис. 3. Входной ток ИБП в зависимости от типа выпрямителя

Как видно из графиков входного тока (рис. 10), наиболее предпочтительно применить ИБП с 12-плечевым выпрямителем или с выпрямителем на IGBT транзисторах.

С одной стороны эти модели ИБП несколько дороже, с другой стороны экономия на источниках бесперебойного питания в итоге не получится, так как коэффициент запаса при расчете требуемой мощности ДГУ для 6-плечевого выпрямителя значительно выше:

Тип выпрямителя ИБП	Коэффициент запаса мощности ДГУ
6-плечевой выпрямитель	2,5 – 3,0
12-плечевой выпрямитель	1,25 -1,6
Выпрямитель на IGBT транзисторах	1,1 – 1,2

Данные таблицы приведены для схемы питания, когда ДГУ полностью работает на ИБП.

На практике чаще всего генератор нагружен не только на источник бесперебойного питания, но и на группу потребителей, для которых прерывание питания не является критичным. Рисунок 4.

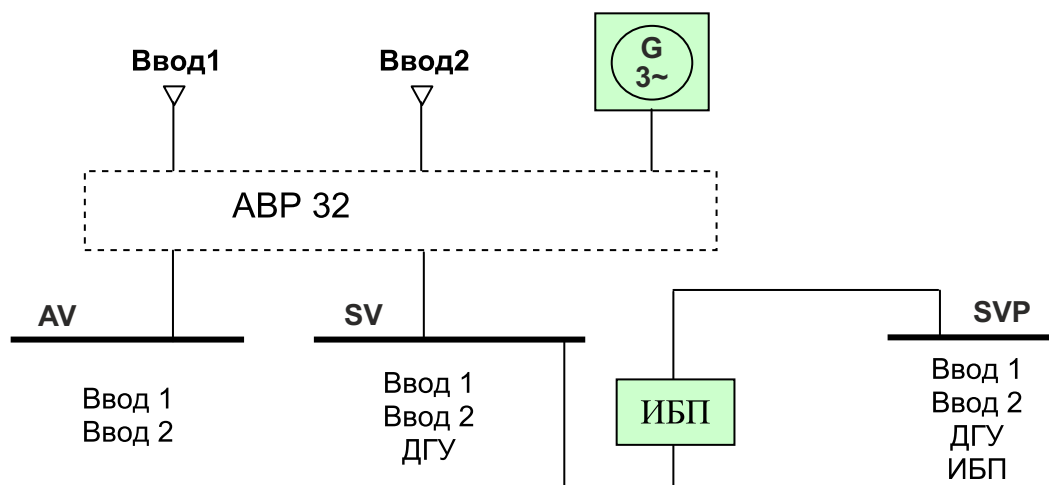


Рис. 4



### Пример расчета:

Нагрузка группы «SVP»  $P_{\text{раб}} = 100$  кВт,  $\cos F = 0,85$ . Соответственно  $S_{\text{раб}} = 117,6$  кВА

Нагрузка группы «SV»  $P_{\text{раб}} = 100$  кВт,  $\cos F = 0,9$  (активно-индуктивный характер) Соответственно  $S_{\text{раб}} = 111,1$  кВА.

Мощность ИБП (Delta NH Series с 12-плечевым выпрямителем) 160 кВА / 128 кВт. Коэффициент запаса по мощности взят 1,1.

Требуемая мощность ДГУ в кВт = мощность ИБП в кВА умноженная на 1,3 + мощность нагрузок SV в кВА умноженная на 1,1.

Итого:  $160 \times 1,3 + 111,1 \times 1,1 = 332,2$

Например: ДГУ модели DVA 410Е мощностью 329 кВт / 412 кВА.

Принцип расчета более наглядно представлен на рисунках 5 и 6.

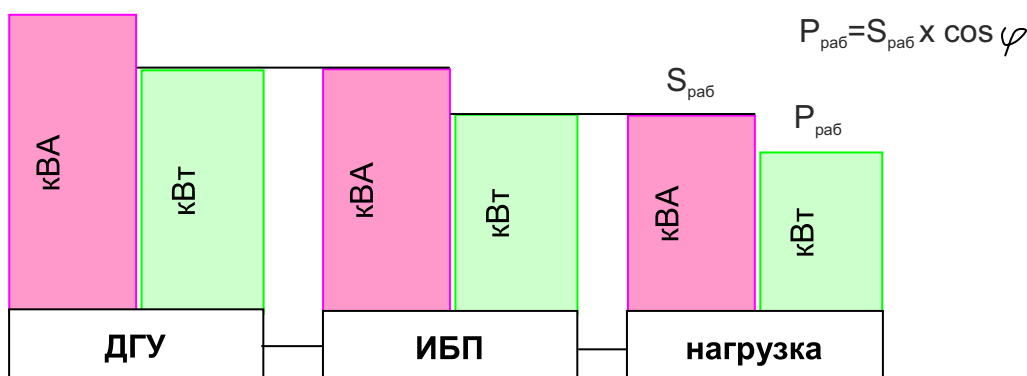


Рис. 5. Расчет мощности без коэффициентов запаса

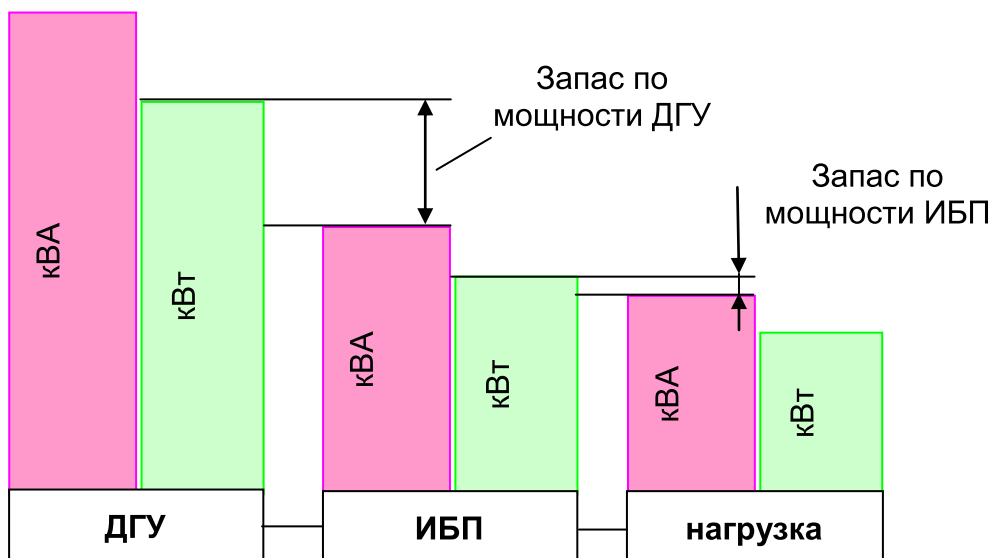


Рис. 6. Расчет мощности с коэффициентами запаса

Приведенные в разделе цифры по минимальной нагрузке ДГУ, по проценту «наброса» нагрузки и т.д., являются достаточно средними и во многом зависят от конкретных моделей генераторных станций. Тоже самое касается и источников бесперебойного питания. Еще на стадии проектирования необходим контакт с поставщиками оборудования и все существенные моменты должны быть оговорены в проекте, в противном случае нет никаких гарантий надежной работы электроустановки в целом, а внесение изменений и доработки на стадии строительства или при эксплуатации процесс весьма «болезненный» и дорогостоящий.



## Глава 12

### Как найти сертификат или декларацию о соответствии и проверить их подлинность

Часто мы сталкиваемся с фальсификацией документов, о чем узнаем довольно поздно, что вынуждает нас нести ответственность за недобросовестное исполнение обязанностей. Чтобы избежать подобных случаев необходимо проверять подлинность документов. Можно ли проверить подлинность указанных документов? В настоящее время такая возможность реализована для всех желающих проверить подлинность документов.

Все выданные и зарегистрированные должным образом сертификаты соответствия, декларации соответствия и т.п. в обязательном порядке вносятся в соответствующие реестры, большинство которых доступны пользователям интернета, но которые иногда очень тяжело найти из-за сайтов по сертификации, которые копируют данные реестры и вставляют их у себя на сайте, не актуализируя их, таким образом данные реестры не являются полноценными и если Вы решите посмотреть зарегистрирован выданный сертификат или нет, то можете его там не найти, хотя в действительности он зарегистрирован.

Где и как можно проверить подлинность сертификата соответствия таможенного союза?

Проверить подлинность сертификатов соответствия или деклараций о соответствии требованиям технических регламентов, выданных любым органом по сертификации можно с помощью информационной системы Федеральной службы по аккредитации "Росаккредитация", которая является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции национального органа Российской Федерации по аккредитации.

Для этого сначала достаточно пройти на ее сайт по ссылке <http://fsa.gov.ru/>, а затем перейти в раздел «Реестры».





Федеральная служба по аккредитации ведёт 10 реестров, но для поиска нужного документа следует выбрать из списка:

**1. Для проверки документов о подтверждении соответствия требованиям национальных технических регламентов (ряд регламентов уже отменен).**

**Реестр 2.** Сертификаты соответствия. Пункт 1. Единый реестр сертификатов соответствия

Путь: Главная/ Реестры/ Сертификаты соответствия/ Единый реестр сертификатов соответствия.

#### Поиск в Едином реестре сертификатов соответствия

Номер сертификата	<input type="text"/>
Дата выдачи	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Срок действия	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Заявитель	<input type="text"/>
Изготовитель	<input type="text"/>
Продукция	<input type="text"/>
<input type="button" value="Поиск"/>	

**Реестр 3.** Декларации о соответствии. Пункт 1. Единый реестр деклараций о соответствии.

Путь: Главная/ Реестры/ Декларации о соответствии/ Единый реестр деклараций о соответствии.

#### Поиск в Едином реестре деклараций о соответствии

Номер декларации	<input type="text"/>
Дата выдачи	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Срок действия	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Заявитель	<input type="text"/>
Изготовитель	<input type="text"/>
Продукция	<input type="text"/>
<input type="button" value="Поиск"/>	

**2. Для проверки документов о подтверждении соответствия требованиям технических регламентов Таможенного Союза.**

**Реестр 2.** Сертификаты соответствия. Пункт 2. Национальную часть Единого реестра выданных сертификатов соответствия, оформленных по единой форме

Путь: Главная/ Реестры/ Сертификаты соответствия/ Национальная часть Единого реестра выданных сертификатов соответствия, оформленных по единой форме.

#### Поиск в Национальной части единого реестра выданных сертификатов соответствия, оформленных по единой форме

Номер сертификата	<input type="text"/>
Дата выдачи	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Срок действия	от: <input type="text"/> <input type="text"/> до: <input type="text"/> <input type="text"/>
Заявитель	<input type="text"/>
Изготовитель	<input type="text"/>
Продукция	<input type="text"/>
<input type="button" value="Поиск"/>	



**Реестр 3.** Декларации о соответствии. Пункт 2. Национальную часть Единого реестра зарегистрированных деклараций о соответствии, оформленных по единой форме

**Путь:** Главная/ Реестры/ Декларации о соответствии/ Национальная часть Единого реестра зарегистрированных деклараций о соответствии, оформленных по единой форме.

Поиск в Национальной части единого реестра зарегистрированных деклараций о соответствии, оформленных по единой форме

Номер декларации

Дата выдачи от:  до:

Срок действия от:  до:

Заявитель

Изготовитель

Продукция

В появившемся окне необходимо заполнить предложенные ячейки (одну или несколько, в зависимости от имеющейся у Вас информации об интересующем документе) и нажать кнопку «Поиск».

Поиск и проверку подлинности документов - сертификатов и деклараций можно осуществить по следующим данным: Номер / Дата выдачи документа / Срок действия документа / Заявитель / Изготовитель / Продукция.

Например, для поиска декларации о соответствии автотрансформаторов нерегулируемых, используемых ГК "Полигон" при изготовлении оборудования, можно перейти по пути: Главная/ Реестры/ Декларации о соответствии/ Национальная часть Единого реестра зарегистрированных деклараций о соответствии, оформленных по единой форме, и в ячейке "Номер декларации" набрать RU Д-DE.AY04.B.10264 (регистрационный номер декларации). И нажать "Поиск". Затем в открывшемся окне останется лишь найти искомый документ и сведения, занесенный в реестр при его регистрации.

**Проверка осуществляется по базе Росаккредитации - онлайн - бесплатно - регистрация НЕ требуется.**

Всего 1 страница, 1 запись

Статус	Номер декларации	Дата регистрации	Дата окончания действия
	<a href="#">TC N RU Д-DE.AY04.B.10264</a>	04.03.2015	03.03.2020

Если Вы не обнаружили искомый документ, то подлинность его поставлена под сомнение, теперь Вы владеете информацией для принятия соответствующих мер. В случае необходимости Вы можете направить официальный запрос в адрес Росаккредитации, который будет являться государственной услугой по предоставлению выписки из реестра.

**Н.В.** Все декларации и сертификаты на электротехническое оборудование должны соответствовать Требованиям технического регламента Таможенного союза, а именно:

- Технический регламент ТР ТС 004/2011 "О безопасности низковольтного оборудования".
- Технический регламент ТР ТС 020/2011 "Электромагнитная совместимость технических средств".

Только в случае указания двух регламентов возможна законная реализация продукции в России и заграницей.



## Как проверить подлинность патентов

Проверить подлинность патентов на то или иное изделие можно на сайте Федеральной службы по интеллектуальной собственности Федерального государственного бюджетного учреждения "Федеральный институт промышленной собственности" (ФИПС). Адрес в сети Интернет [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru).



На сайте ФИПС Вам необходимо найти кнопку "Информационные ресурсы" в левом меню. Переходим в "Открытые реестры". Выбираете раздел.

Открытые реестры представляют собой структурированный список документов по номеру регистрации или заявки по определенному объекту интеллектуальной собственности. Пользователям предоставляется доступ к информации о регистрациях с указанием правового статуса или состояния делопроизводства по заявкам. На портале открыты сведения об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах Российской Федерации, о товарных знаках и знаках обслуживания Российской Федерации, о наименованиях мест происхождения товаров Российской Федерации, об общеизвестных в Российской Федерации товарных знаках, о программах для ЭВМ, базах данных, топологиях интегральных микросхем, также доступны сведения по заявкам на выдачу патента Российской Федерации на изобретения, полезные модели и промышленные образцы, по заявкам на регистрацию товарных знаков, знаков обслуживания и наименований мест происхождения товаров (НМПТ) Российской Федерации.

Выбираете раздел.

Выберите раздел	По зарегистрированным объектам	
	По зарегистрированным объектам	По заявкам
Изобретения	<a href="#">Реестр изобретений</a>	<a href="#">Реестр заявок на выдачу патента на изобретение</a>
Полезные модели	<a href="#">Реестр полезных моделей</a>	<a href="#">Реестр заявок на выдачу патента на полезную модель</a>
Промышленные образцы	<a href="#">Реестр промышленных образцов</a>	<a href="#">Реестр заявок на выдачу патента на промышленный образец</a>

В Открытом реестре найти документ можно по следующим данным: номер регистрации, дата публикации и индекс МПК. В окно "Значение" необходимо ввести известные Вам данные и нажать поиск.

В открытых реестрах предусмотрена возможность просмотра официальной публикации в формате PDF.

**Н.В.** Довольно часто используется такой способ введения в заблуждение. Компания получает Патент, например, на полезную модель и перестает платить государственную пошлину. Патент становится недействительным, но компания продолжает его использовать, надеясь на некомпетентность своих клиентов.



## Глава 13

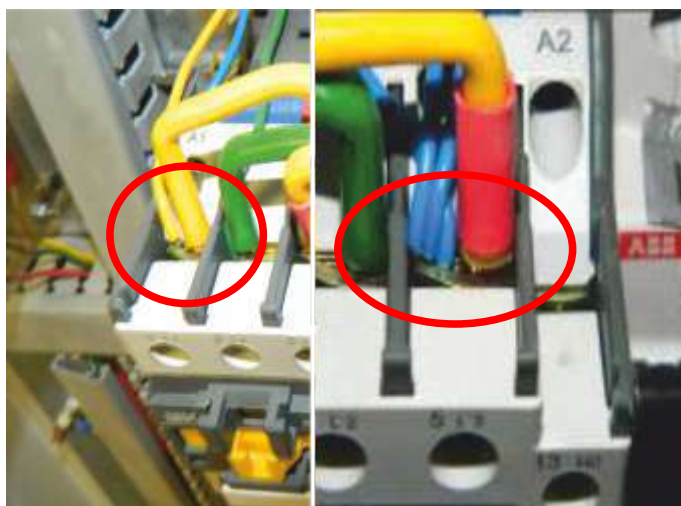
### Оценка качества поставляемой щитовой продукции

Надежность электроустановки в целом определяется не только грамотным проектным решением, но и качеством элементов ее составляющих. Некачественное щитовое оборудование вполне способно поставить крест на надежности электропитания нагрузки.

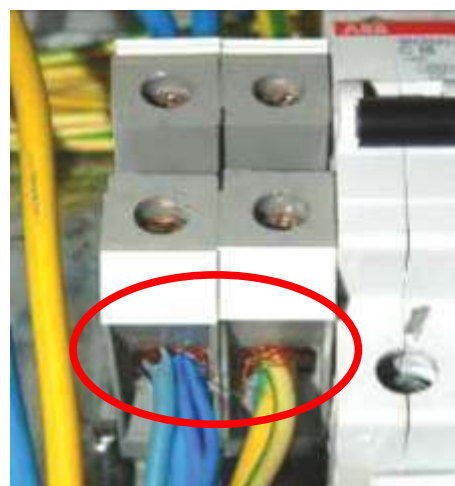
Знание элементарных правил монтажа позволяет определить качество поставляемого щитового оборудования. Ниже приведены примеры безграмотного выполнения монтажа и соответствующие пояснения.

1. Под одну клемму зажаты проводники разного сечения.
2. На одну клемму подключено более двух фазных проводников.
3. Фазные проводники синего цвета (нарушение ГОСТ Р 50462-2009).

Под одну контактную клемму допустимо подключение двух фазных проводников равного сечения и типа проводника. Возможно подключение проводов разного сечения так, как это показано на рисунке:



1. На клеммах отсутствуют обозначения «N», «PE».
2. При отсутствии обозначения допускается использовать цветные клеммные колодки синего и желто-зеленого цвета соответственно.
3. Многожильные провода без наконечников.
4. На одну клемму нейтрали (заземления) подключено более одного проводника.
5. Монтаж просто безобразный.



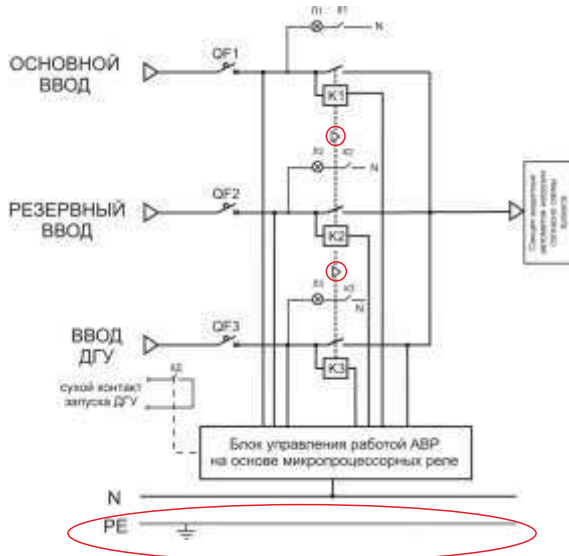
Существует жесткое правило касающееся проводников заземления и нейтрали: один болт (клемма) – один проводник! В первую очередь это касается распределительных секций щитов. См. ПУЭ и ГОСТ 10434 «Соединения контактные электрические».



На схеме указаны механическая блокировка между контакторами и шина заземления.

В данном щите и то, и другое отсутствует.

Сальники для ввода кабелей подключения недостаточного сечения.



Обжим наконечников выполнен без применения специального инструмента.

Результат – разрушенная изоляция, надрезанные жилы и выпадающие провода.



Нарушены радиусы загиба проводов (вероятно загибали плоскогубцами).





## Глава 14

### Фильтры заземления серии Квазар Ф XXX PE

ТУ 3433-019-39441565-2010. Сертификат соответствия РОСС RU.МЛ02.В01135.



Квазар Ф-35 PE  
(торговой марки «ПолYGON»)

Серия фильтров, предназначенных для разделения линий заземления с целью защиты выделенной группы электронного оборудования. Применение фильтров заземления позволяет сохранить целостность основной системы уравнивания потенциалов при наличии двух заземлителей (PE и FE). Типовые схемы применения представлены на рис. 1. и 2.

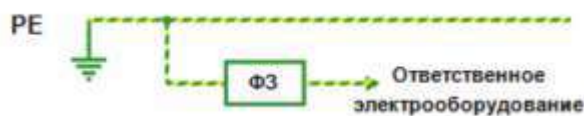


Рисунок 1.



Рисунок 2.

Подбор фильтра производится исходя из внутреннего сечения шины фильтра. Внутреннее сечение должно быть равно или более сечения проводника заземления.

#### Технические характеристики:

Сопротивление изоляции, не менее \_\_\_\_\_ 20 Мом

Степень защиты \_\_\_\_\_ IP20

Допустимый температурный диапазон \_\_\_\_\_ - 50 / + 50 °C

Подавление несимметричных помех в диапазоне от 1МГц до 1,5 ГГц \_\_\_\_\_ от 3 до 35 Дб

№	Наименование	Габаритные размеры, мм (ШхВхГ)	Внутреннее сечение шины фильтра, мм <sup>2</sup> (Cu)
1.	Квазар Ф 016 PE	400 x 100 x 100	16
2.	Квазар Ф 025 PE	400 x 100 x 100	25
3.	Квазар Ф 035 PE	400 x 100 x 100	35
4.	Квазар Ф 095 PE	920 x 100 x 100	95
5.	Квазар Ф 120 PE	920 x 100 x 100	120
6.	Квазар Ф 185 PE	920 x 100 x 100	185
7.	Квазар Ф 240 PE	920 x 200 x 100	240



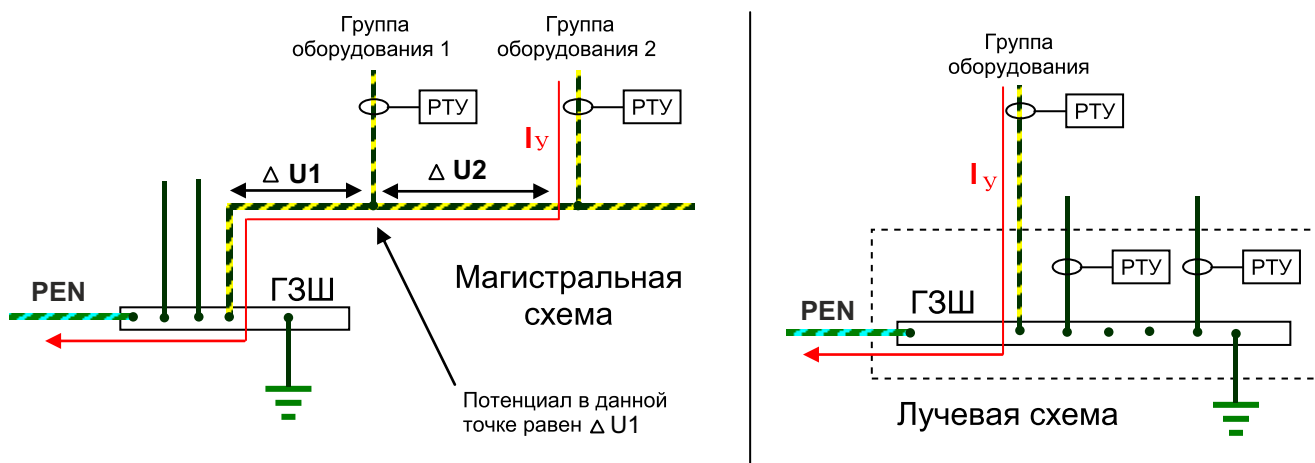
## Глава 15

### Контроль системы заземления

**Эпиграф:** Заземление – это такое полезное металлическое растение с разветвленной корневой штыревой системой.

Идеальное заземление – заземление, потенциал на котором равен нулю. Это залог безопасности и надежной работы чувствительного оборудования. Добиться этого можно при условии отсутствия токов утечки в проводной системе заземления и постоянным мониторингом токов утечки в системе. В европейской практике подобный контроль обязателен для ответственных электроустановок первой и первой особой группы надежности электропитания. Польза подобного мониторинга в оперативном выявлении непреднамеренного соединения заземления с нейтралью и определение приборов и оборудования, у которого в процессе эксплуатации появляются недопустимые токи утечки, что является одним из признаков отказа в перспективе.

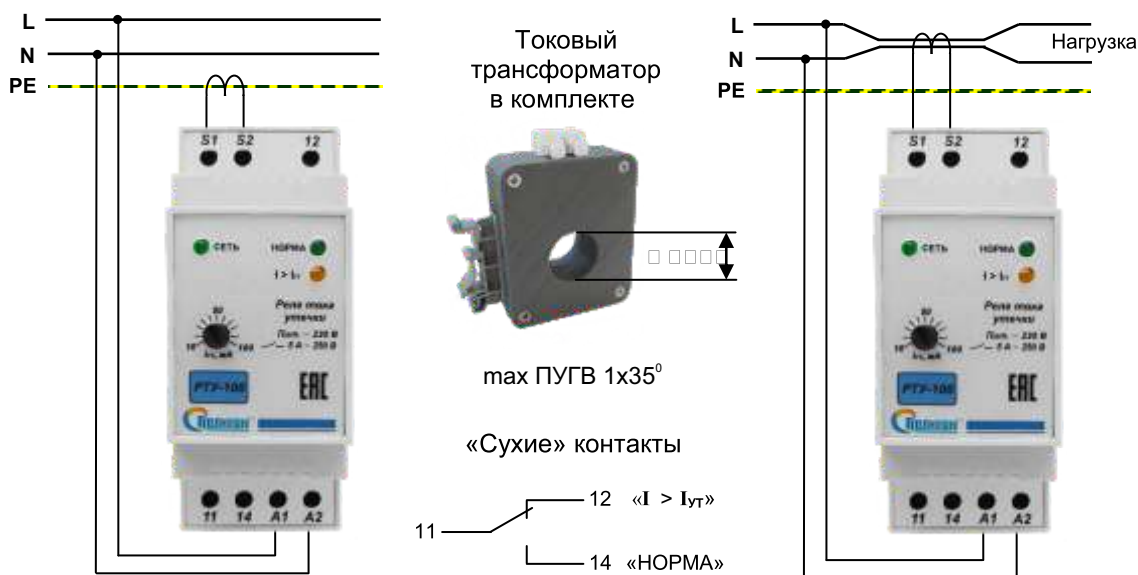
#### Точки контроля



#### Реле тока утечки РТУ-100

Предназначено для контроля величины тока утечки в заземляющем проводнике или контроля дифференциального тока утечки без отключения линии в однофазной или трехфазной сети переменного тока 0,4 кВ.

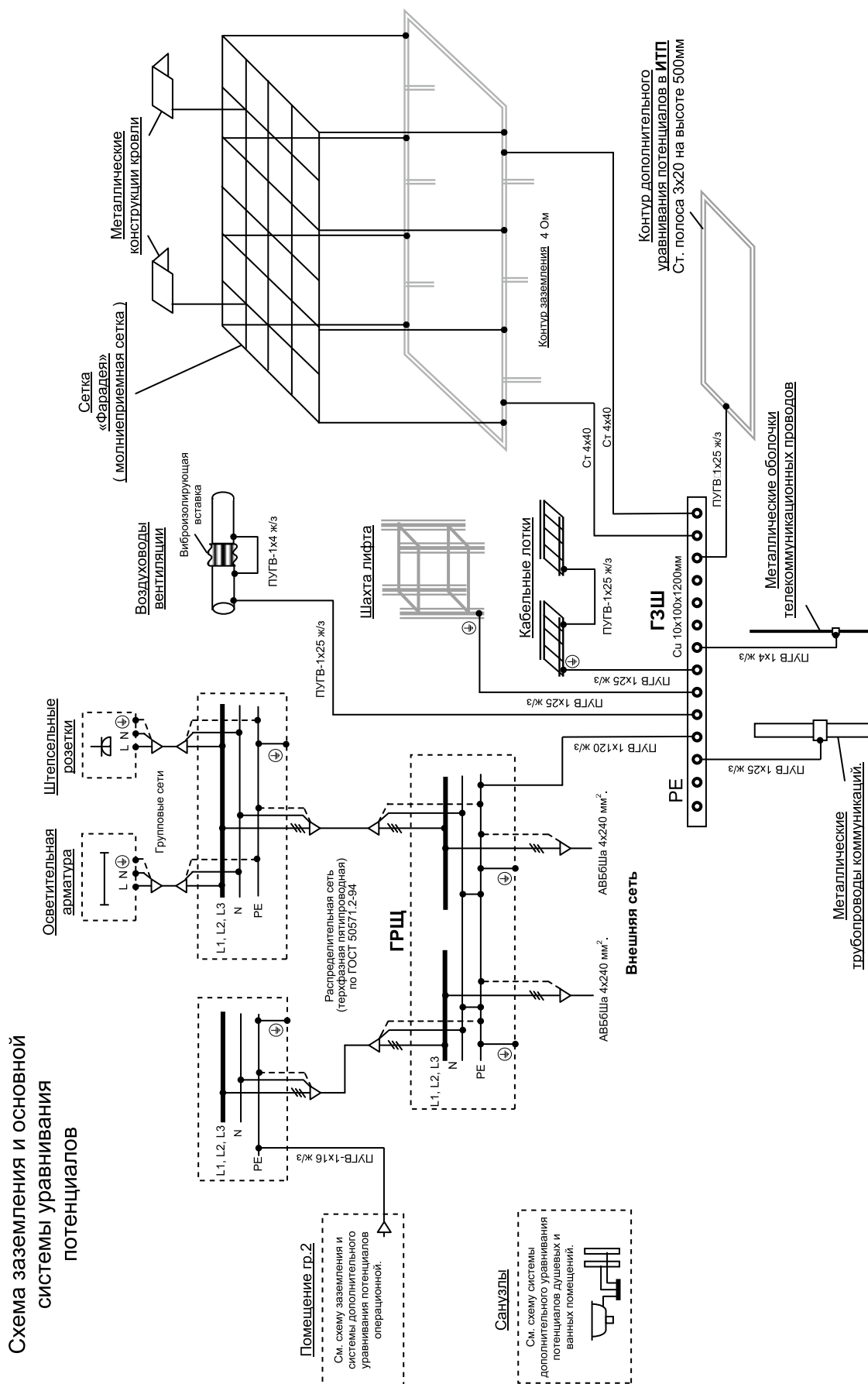
Реле тока утечки **РТУ-100** – с уставкой от 10 до 100 мА, реле тока утечки **РТУ-500** – от 50 до 500 мА.



Сухие переключающие контакты, звуковая сигнализация. Ширина корпуса -2 модуля.

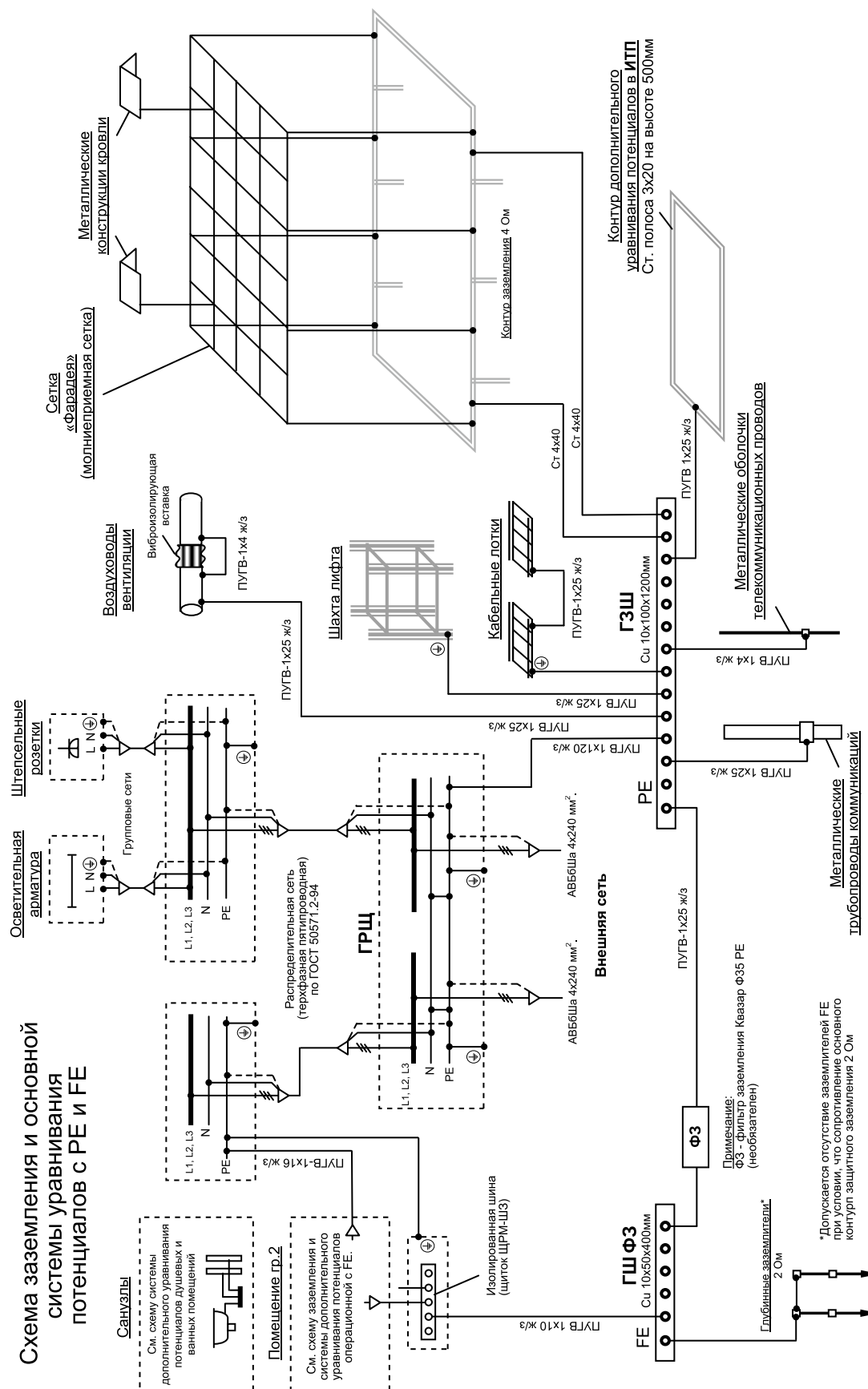
## Приложение 1

## Схема заземления и основной системы уравнивания потенциалов



## Приложение 2

### Схема заземления и основной системы уравнивания потенциалов с РЕ и FE

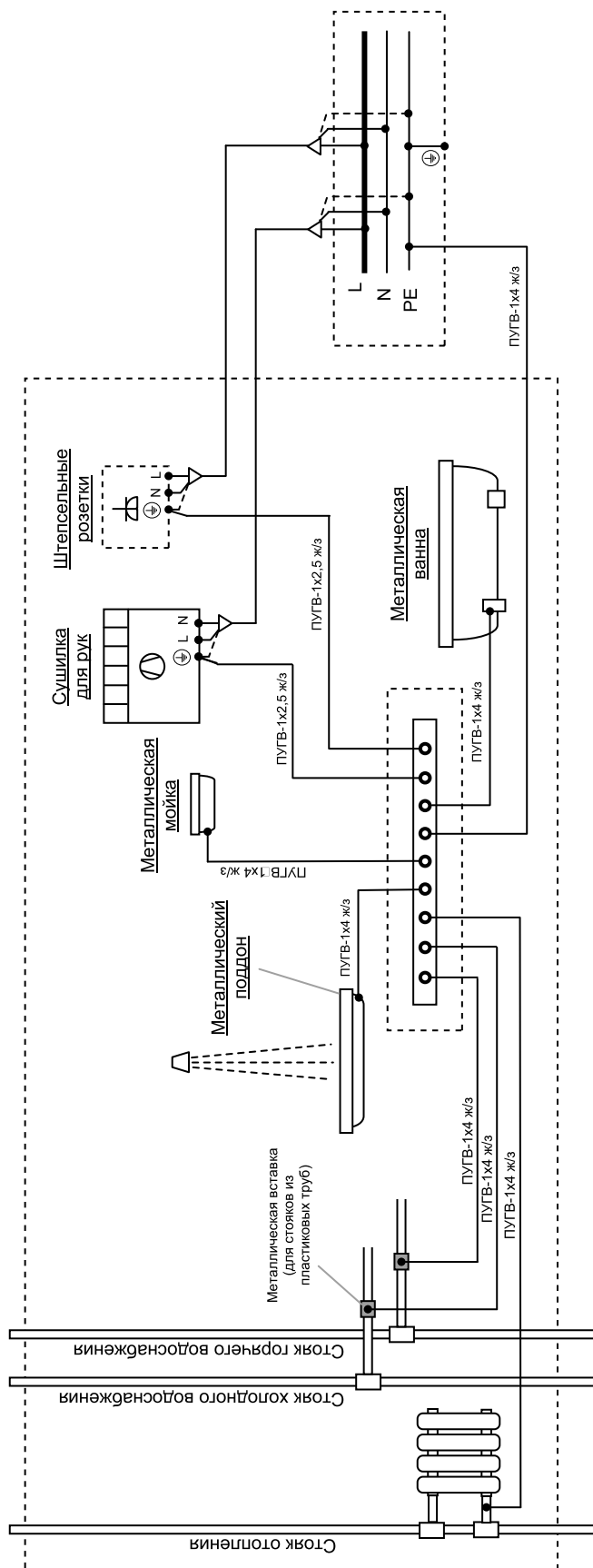




## Приложение 3

### Схема системы дополнительного уравнивания потенциалов ванных и душевых помещений (пример)

Схема системы дополнительного уравнивания потенциалов ванных и душевых помещений (пример)



1. Дополнительная система уравнивания потенциалов должна быть выполнена в соответствии с данной схемой. Монтаж должен соответствовать ПУЭ п. 7.1.87, 7.1.88 и Техническому циркуляру №23/2009.
2. Места для подключения проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов к сторонним проводящим частям (металлические корпуса ванн, поддонов, металлических моек и т.д.) должны указываться специалистами организаций, осуществляющими сантехнические и другие работы.
3. Прокладка проводников должна быть выполнена скрыто в поливинилхлоридных трубах диаметром 16 мм.
4. В качестве шины дополнительного уравнивания потенциалов использовать коробку КУП (Э1075, Э1076, Э1077, Э1078 – в зависимости от количества подключений. МПО Электромонтаж).
5. Коробка КУП скрытого монтажа устанавливается на высоте 800 мм от поверхности пола.
6. Должен быть обеспечен доступ ко всем соединениям системы для возможности осмотра, индивидуального отключения и замены проводников.
7. Отключение соединений проводников и доступ в коробку КУП только с помощью инструмента.



## Книга 2. «Рекомендации по проектированию электроснабжения медицинских помещений»

### Глава 01

### Нормативная база проектирования электроустановки ЛПУ

При проектировании электроустановок лечебно-профилактических учреждений по состоянию нормативной базы в Российской Федерации на 2016 год следует руководствоваться следующими документами:

#### Действующие:

1. Руководящий технический материал **РТМ-42-2-4-80** «ОПЕРАЦИОННЫЕ БЛОКИ. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ САНИТАРИИ».
2. **ГОСТ Р 50571.28-2007** «Электроустановки зданий. Часть 7. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ. Раздел 710. Медицинские помещения». Статус документа – действующий.
3. Свод правил **СП 158.13330.2014** «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».
4. Технический циркуляр №24/2009 Ассоциация РОСЭЛЕКТРОМОНТАЖ.
5. ПУЭ, издание 7.
6. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

#### Отменены:

1. Пособие по проектированию учреждений здравоохранения (к СНиП 2.08.02-89).
2. СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения» заменен на СНиП 31-06-2009 «Общественные здания и сооружения».
3. СП 31-110-2003 с 2 марта 2017г. заменен на СП 256.1325800.2016.

#### Отсутствуют:

1. ГОСТ на медицинские разделительные трансформаторы. В ГОСТ Р 50571.28 пункты 710.413.1.5, п.710.512.1.1 и п.710.512.1.1 содержится некоторое количество требований к трансформаторам и IT-сети, после этого делается ссылка на **МЭК 61558-2-15**, который не имеет даже официального перевода на русский язык и имеет массу нестыковок с вышеозначенными документами.

#### К «медицине» не относятся:

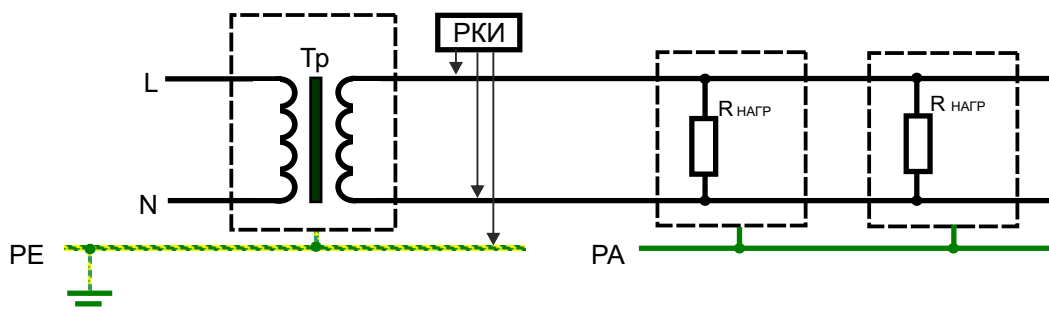
1. ГОСТ 30030-93 «ТРАНСФОРМАТОРЫ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ И БЕЗОПАСНЫЕ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ. Технические требования», распространяющийся на бытовые и промышленные трансформаторы. Согласно **Техническому циркуляру №24** «Использование разделительных трансформаторов по ГОСТ 30030-93 (МЭК 742-83) ... для медицинской IT системы не допускается, как не обеспечивающие нормируемых параметров электробезопасности и надежности установки».

2. ПУЭ п. 1.7.85 «...Допускается питание нескольких электроприемников от одного разделительного трансформатора при одновременном выполнении следующих условий:

... 2) открытые проводящие части отделяемой цепи должны быть соединены между собой изолированными, незаземленными проводниками местной системы уравнивания потенциалов, не имеющей соединений с защитными проводниками и открытыми проводящими частями других цепей;

- 3) все штепсельные розетки должны иметь защитный контакт, присоединенный к местной незаземленной системе уравнивания потенциалов...».

Теперь, для наглядности, нарисую рекомендуемую данным пунктом схему:





Подобная схема уравнивания потенциалов абсолютно неприемлема для операционных по следующим причинам:

**Во-первых:** ГОСТ Р 50571.28-2007 п. 710.413.1.6.1. «В каждом медицинском помещении группы 1 или 2 должна быть выполнена система дополнительного уравнивания потенциалов...». Согласно ПУЭ п. 1.7.83. «должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток...»

Выполнение п. 1.7.85. применительно к операционным разрушит дополнительную систему уравнивания потенциалов в пределах помещения.

**Во-вторых:** совершенно непонятно к чему подключать систему контроля изоляции. Если подключить на незаземленную систему уравнивания потенциалов, то пробой IT-сети на реальную землю обнаружен не будет. Соответственно, обратная ситуация, если подключаться к заземлению.

**В-третьих:** борьба со статическим электричеством в помещениях, где присутствуют медицинские газы (особенно кислород!) и используются легкие эфирные вещества - важнейшая задача обеспечения безопасности. Заземление корпусов оборудования (открытые проводящие части) – один из основных элементов системы мероприятий по борьбе со статическим электричеством.

РТМ-42-2-4-80 п.5.16. «Все металлические и электропроводные неметаллические части оборудования должны быть заземлены для отвода зарядов статического электричества».

Вывод из этого следующий: выполнить требования п. 1.7.85 относительно помещений, где требуется установка дополнительной системы уравнивания потенциалов, не нарушив логику работы и безопасность практически нереально. В европейских схемах электропитания операционных система заземления вполне согласуется с требованиями наших нормативов по учреждениям здравоохранения.

### Замечания:

Руководящий технический материал РТМ-42-2-4-80 – бесспорно полезный документ, в котором достаточно подробно расписано, что и как должно быть выполнено, как расположено и каким сечением подключено. Однако с момента принятия этого руководящего материала прошло уже более 35 лет, и техническое оснащение операционных претерпело значительные изменения.

п.2.3.4. «Для каждого операционного блока должен быть установлен стационарный разделительный трансформатор мощностью 2-3 кВА...» - сегодня количество и потребляемая мощность медицинского оборудования, подключаемого к IT-сети, значительно возросли, и согласно ГОСТ Р 50571.28-2007, разрешенная мощность медицинских разделительных трансформаторов теперь возросла до 10 кВА.

п.2.3.5. «В помещениях операционных должно быть установлено по два электрощитка на каждый операционный стол с комплектом розеток с заземляющими контактами. Щитки должны подключаться к вторичной обмотке разделительного трансформатора и устанавливаться на стенах на высоте 1,6 м от пола до низа электрощитка». В 80-х годах еще практически не было потолочных и прочих комплектных консолей с электророзетками и гнездами подключения медицинских газов, которые в наше время с успехом решают задачу размещения и подключения медицинской аппаратуры в пределах зоны операционного стола (зона пациента).

п.2.5.9. «Шину защитного заземления (выравнивания потенциалов) следует устанавливать на стенах на высоте 100-150 мм от пола, при этом следует добиваться плотного прилегания шины к стене (щели не допускаются)». В данном случае речь идет о шине дополнительного уравнивания потенциалов, и присутствует ошибка в терминологии, так как термин «выравнивание потенциалов» согласно ГОСТам относится к мероприятиям по борьбе с шаговым напряжением.

Более неприятная «несстыковка» присутствует между ГОСТ Р 50573.28 и СП 158.13330, где согласно первому документу система дополнительного уравнивания потенциалов должна быть установлена, как в помещениях гр.2, так и в помещениях гр.1, а во втором документе только в гр.2. Возникает логичный вопрос: согласно какому нормативу выполнять проект?

Приведенные выше примеры - лишь небольшая часть сложностей, с которыми придется столкнуться при проектировании лечебно-профилактических учреждений.



## Глава 02

### Классификация медицинских помещений по электробезопасности

**Группа 0:** Медицинские помещения, в которых не применяются медицинское оборудование с электрическими контактирующими частями.

**Группа 1:** Медицинские помещения, в которых контактирующие части применяются наружно или внутренне, но отказ (поломка) оборудования, прекращение электроснабжения не приводит к ситуациям опасным для жизни и здоровью ни пациента, ни медицинского персонала.

**Группа 2:** Медицинские помещения, где контактирующие части используются для внутрисердечных процедур, операционные, палаты с оборудованием жизнеобеспечения пациента, кабинеты с медицинскими аппаратами для проведения сложных, жизненно важных лечебных процедур, где прекращение электроснабжения приводит к ситуациям опасным для жизни и здоровью пациента или медицинского персонала.

Классификация медицинских помещений по группам см. **ГОСТ Р 50571.28 п.710.3.5-7, СП 158.13330 п.7.7.1.1. и ТКП/ОР/45-4.04-86-2008 (Белоруссия) п. 5.3.**

Примеры присвоения групп см. **ГОСТ Р 50571.28 Приложение В и СП 158.13330 Приложение Л.**

В некоторых случаях одному и тому же медицинскому помещению в примерах присвоены разные группы (массажные кабинеты, родовые палаты и т.д.). При присвоении группы в этих случаях необходим анализ устанавливаемого медицинского электрооборудования с учетом нормативного определения групп.

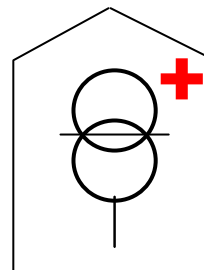
#### Места обязательного применения медицинских разделительных трансформаторов (медицинской IT-сети).

**ГОСТ Р 50571.28 п.710.413.1.5.** «Медицинская система IT. В медицинских помещениях группы 2 для питающих цепей электромедицинского оборудования и систем жизнеобеспечения пациентов, хирургического назначения и другого электрического оборудования, расположенного «в окружении пациента», должна использоваться медицинская система IT. Исключение составляет оборудование, перечисленное в п.713.413.1.3».

Перечень медицинских помещений, где предписывается применение медицинских IT-сетей:

- анестезиологические кабинеты
- операционные
- кабинеты для подготовки к операциям\*
- травматологические кабинеты\*
- послеоперационные палаты\*
- помещения для введения сердечных катетеров
- отделения реанимации
- помещения для ангиографии
- палаты для недоношенных детей

\* - в зависимости от оснащения



Так же согласно **ГОСТ Р 50571.28** рекомендуется применять IT-сеть для мобильных и транспортируемых медицинских установок при подключении их к стационарным сетям и при питании медицинских учреждений неизолированными проводами в сетях до 1 кВ.

<p><b>Группа 0</b></p> <p>сеть <b>TN-S</b> <b>PE</b></p>	<p><b>Группа 1</b></p> <p>сеть <b>TN-S</b> <b>PE</b></p> <p>Система дополнительного * уравнивания потенциалов</p> 	<p><b>Группа 2</b></p> <p>сеть <b>TN-S + IT-сеть</b> <b>PE (+ FE **)</b></p> <p>Система дополнительного уравнивания потенциалов</p> 
--------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\* по **ГОСТ Р 50571.28** обязательно, по **СП 158.13330** только на группу 2 и кабинеты физиотерапии.

\*\* - см. раздел «Функциональное заземление».

#### Терминология

Согласно **ГОСТ 30030-93 Разделительный трансформатор** – трансформатор, на выходе которого не более 1000В переменного тока (низкое напряжение).

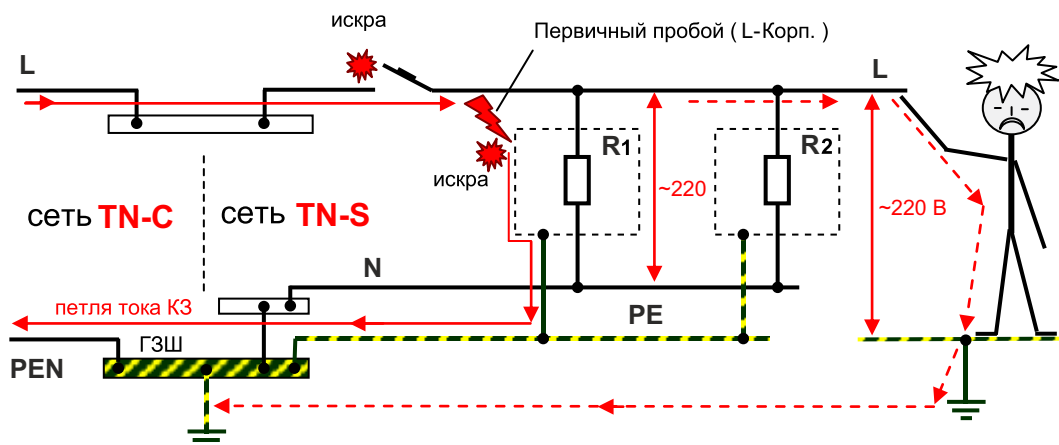
**Безопасный разделительный трансформатор** – трансформатор, на выходе которого не более 50В переменного тока (сверхнизкое напряжение).



## Глава 03

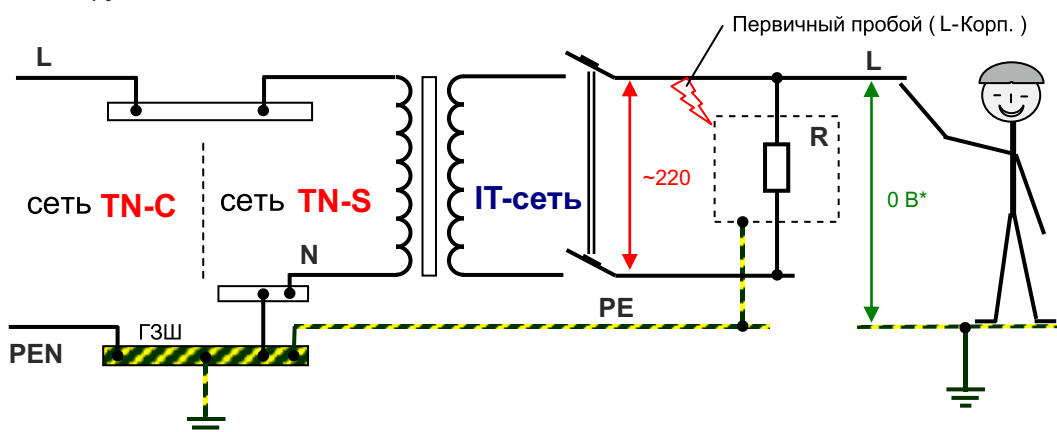
### Медицинская IT-сеть. На что тратятся деньги?

Применение медицинских разделительных трансформаторов (IT-сетей) в учреждениях здравоохранения требует определенного опыта при проектировании, эксплуатации, а что особенно существенно – дополнительных финансовых затрат при строительстве. Логично возникает вопрос: а что мы получим взамен на потраченные деньги? Для того чтобы ответить на данный вопрос рассмотрим сначала ситуацию с надежностью и электробезопасностью в наших «обычных» силовых сетях с глухозаземленной нейтралью (TN-S), где потенциал фазы фактически создан относительно «земли» и гальванически с ней связан. Эта связь собственно и определяет основные свойства сети.



	Случайное касание рабочей проводящей части или открытой проводящей части оборудования в момент первичного пробоя приводит к удару электрическим током.
	Первичный пробой фазы на корпус или на заземленную стороннюю проводящую часть сопровождается искрой, что весьма опасно во взрывопожароопасных помещениях.
	Ток короткого замыкания при первичном пробое вызывает срабатывание аппарата защиты, обесточивая не только «испорченную» нагрузку, но и все остальные нагрузки этой группы.

Теперь из режима глухозаземленной нейтрали перейдем в режим изолированной нейтрали. Разделительный трансформатор обеспечивает изоляцию (гальваническое отделение) рабочей нейтрали и фазы от «земли». В результате получаем некоторое количество весьма ценных свойств с точки зрения безопасности и надежности электропитания оборудования.



	Касание любого силового выхода трансформатора безопасно.		Отсутствует искра при пробое на корпус или стороннюю проводящую часть.
	Пробой фазы на корпус не вызывает формирования тока короткого замыкания и соответственно срабатывания автомата защиты. Данная нагрузка и прочие нагрузки этой группы продолжают работать (неотключение при первичном пробое).		
	Разделительный трансформатор являет очень неплохой защитой от импульсных перенапряжений грозового характера и широкого спектра высокочастотных помех.		



Благодаря этим замечательным свойствам режим изолированной нейтрали используется в метрополитене, на железной дороге, при шахтных и карьерных разработках, в нефтехимической промышленности, на передвижных комплексах, в учреждениях здравоохранения, для защиты вычислительных комплексов и т.д.

В зависимости от области применения первостепенную важность приобретают те или иные положительные свойства ИТ – сетей. Например, во взрывопожароопасных зонах – отсутствие искры при первичном замыкании. Метрополитен и железная дорога – неотключение. Для вычислительных комплексов, расположенных на территории промышленных цехов – эффективная помехозащищенность. Для учреждений здравоохранения – весь набор положительных свойств, включая повышенную электробезопасность\*.

**Примечание:** \* см. раздел «Токи утечки на землю в ИТ – сети».

### **Требования к медицинскому разделительному трансформатору. Выбор между однофазным и трехфазным трансформатором.**

#### **1. Мощность разделительных трансформаторов ограничена диапазоном 0,5 - 10 кВА**

**ГОСТ 50571.28 п. 710.512.1.6** «...Трансформаторы должны соответствовать МЭК 61558-2-15 и следующим дополнительным требованиям:

*...Номинальная мощность однофазных трансформаторов, используемых для медицинских ИТ систем для переносного и стационарного оборудования, не должна быть менее 0,5кВт и более 10кВт...».*

Трехфазные медицинские трансформаторы согласно нашему нормативу вообще не должны использоваться в связи с тем, что в зоне «окружения пациента» нет трехфазных нагрузок. Трехфазные лазерные и рентгенологические аппараты согласно тому же ГОСТу должны быть запитаны от «обычной» сети через дифавтомат тип «А» или «В» 30мА. Некоторые «проектировщики» почему-то считают, что если разрешены однофазные до 10кВт, то вполне логично применить трехфазный на 30кВт (по 10кВа на фазу). Спешу огорчить: согласно

**МЭК 61558-2-15 п.6.102** «...Нормируемая выходная мощность для однофазных и многофазных трансформаторов должна быть не менее 3кВт и не более 10кВт...».

Требование ограничения мощности связано с тем, что контроль за множеством потребителей в сильно разветвленной распределительной ИТ-сети менее эффективен. Не следует забывать, что мы имеем дело с нагрузками 1-й категории особой группы. Возникновение аварии или нарушения изоляции в любой из частей может привести к общей аварии ИТ сети и затрудняет поиск места неисправности. С этим связано требование нормативов, определяющее питание каждой операционной от одного трансформатора (**РТМ-42-2-4-80**) или каждой группы помещений связанным единым процессом (**ГОСТ 50571.28**). Тоже касается палат реанимации – на каждую палату своя ИТ система с отдельным трансформатором.

Весьма удачная и более жесткая формулировка этого требования в **ТКП 45-04.4-86 п.11.5** «Не следует подключать к одному разделительному трансформатору электроприемники разных помещений гр.2, не объединенных единым лечебным процессом. Для медицинских помещений гр.2, оборудованных несколькими операционными столами или койками (например: операционная, палата интенсивной терапии и др.) количество ИТ систем с электрическим разделением цепей следует принимать не менее двух».

**Если в проекте превышена разрешенная мощность трансформатора 10 кВА, то это может означать следующее:**

- к одному трансформатору подключено несколько помещений гр. 2.
- к ИТ системе подключены нагрузки, не относящиеся к хирургической аппаратуре и аппаратуре жизнеобеспечения. Например: стерилизаторы, бактерицидные облучатели, холодильники, привода шлюзовых дверей, розетки вспомогательного оборудования, аварийное освещение, сервопривод операционного стола и т.д.
- расчет нагрузки произведен по розеткам на консолях, а не по мощности установленного оборудования.

Ни у одного добросовестного производителя нет медицинских разделительных трансформаторов мощностью более 10 кВА и, в результате, операционная окажется подключенной к промышленному трансформатору...

Вопрос выбора между однофазным и трехфазным трансформатором в отечественных нормативах однозначно решен в пользу однофазных трансформаторов. Однако по практике на сегодняшний день более



чем в трети проектов используются именно трехфазные трансформаторы, да и производители, как отечественные, так и зарубежные имеют в своем ассортименте сертифицированные трехфазные медицинские трансформаторы.

Причины, по которым так «любят» трехфазные трансформаторы, заключаются в следующем:

- рабочий ток на фазу в три раза меньше чем у однофазного. Пример однофазный трансформатор 10 кВА имеет рабочий ток 50А (входной автомат С80), тогда как трехфазный всего 13А (входной автомат С25).
- пусковые токи и соответственно влияние на сеть значительно меньше.
- сечения фидерных кабельных проводников в четыре раза меньше.
- при необходимости применяются стандартные трехфазные щиты АВР.

Иногда может сложиться ситуация, когда применить однофазный медицинский трансформатор просто невозможно. Пример: малая зубоврачебная клиника на арендованных площадях, в состав которой входит операционная челюстно-лицевой хирургии. Выделенная мощность 30 кВА. Входной трехфазный автомат С50. С учетом селективности автоматов возможна установка однофазного трансформатора не более 5 кВА, тогда как трехфазный трансформатор до 10 кВА.

Казалось бы очевидный выход – применение ИБП с трехфазным входом и однофазным выходом (три в один), однако любой стационарный ИБП должен быть оснащен сервисным BYPASSом и проблема перестает быть разрешимой.

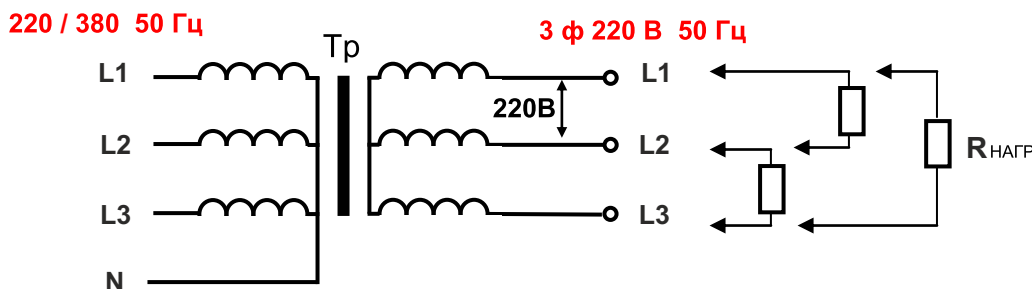
Главный и существенный недостаток трехфазных медицинских разделительных трансформаторов – критичность трансформатора к перекосу по нагрузке, что является весьма вероятным событием при эксплуатации, так как персонал не обязан следить за равномерностью нагрузки на трансформатор.

## 2. Выходное напряжение медицинского трансформатора не более 250В.

Это требование означает, что применяются либо однофазные трансформаторы с выходным напряжением 220В (230В) или трехфазный трансформатор с подключением нагрузки к линейному напряжению (выходное напряжение 3ф 220В). Нейтраль в данном случае не используется. Согласно **МЭК 61558-2-15** использование схемы обмоток «треугольник» в медицинских разделительных трансформаторах запрещено.

### Использование медицинских трансформаторов с выходным напряжением ~220/380В запрещено!!!

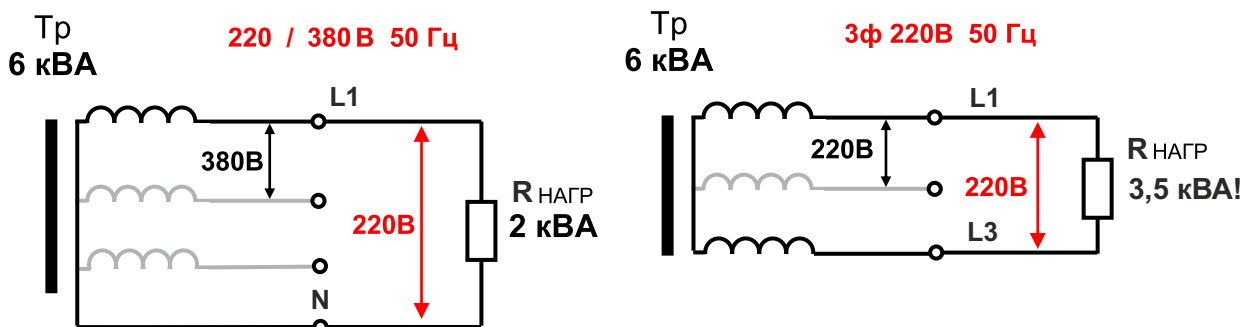
Подключение потребителей к трехфазному трансформатору осуществляется по приведенной схеме на рисунке ниже:



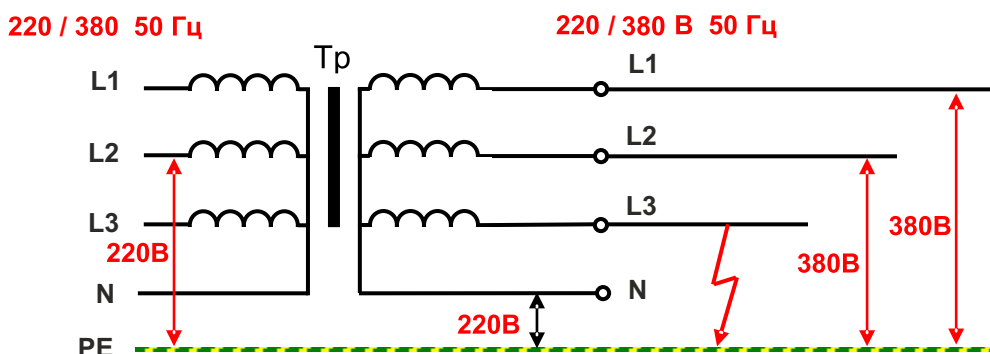
Использование трансформаторов с выходным напряжением 380/220В (400/230В) запрещено. Всегда интересен вопрос: «А почему?»

Три причины, по которым выдвинуто данное требование (выходное не более 250В):

- Наличие линейного напряжения 380В в «зоне пациента» (зоне вокруг операционного или процедурного стола) запрещено, так как является фактором, снижающим уровень электробезопасности (ГОСТ 50571.28, Инструкция РТМ – 42).
- При питании нагрузки линейным напряжением фактор неравномерности распределения нагрузки играет значительно меньшую роль. Например, разделительный трехфазный трансформатор мощностью 6 кВА с выходным напряжением 220 / 380В. Максимальная мощность однофазной нагрузки составит 2 кВА (работает 1/3 трансформатора). Трансформатор той же мощности, но с выходным линейным напряжением 3ф 220В позволяет подключать однофазную нагрузку до 3,5 кВА (работает 2/3 трансформатора).



- При замыкании любой из фаз на землю трехфазного разделительного трансформатора с выходным напряжением 220/380В между другими фазами и землей появляется напряжение 380В, что является крайне отрицательным фактором с точки зрения электробезопасности (увеличение напряжения прикосновения).



### 3. Обязательное наличие экранирующей обмотки.

Разделительный трансформатор с экранирующей обмоткой является неплохим фильтром высокочастотных помех и импульсных перенапряжений грозового характера, что весьма положительно сказывается на работе аппаратуры.

### 4. Повышенные требования к изоляции трансформатора соответствующие медицинским стандартам.

Например, испытательное напряжение между обмотками и обмотками и корпусом 4150 В. обеспечить данный параметр можно, лишь изготовив трансформатор с весьма качественной изоляцией, применяя соответствующие материалы и применяя определенную технологию.

### 5. Система ограничения пускового тока.

Введена автором в серийные модели трансформаторов ТРО-xxxxМ и ТРТ-xxxxМ в 2005 г. и, как показала практика, система оказалась весьма полезной.

Пусковой ток обычного трансформатора составляет от 5 до 8 крат рабочего тока, что может вызывать срабатывание автоматов защиты стандартного исполнения со стороны питающей сети и влиять на работу стороннего оборудования, инициируя кратковременный провал напряжения питания. Система ограничения пускового тока (запуск через ограничивающий резистор с последующим шунтированием с помощью контактора) снижает пусковой ток в 2–3 раза.

Системы плавного старта с симисторными ключами для медицинских трансформаторов не применяются в принципе. Наличие симисторного ключа в цепи питания трансформатора искажает форму тока и приводит к увеличению шумности трансформатора в 2-3 раза. Система не является обязательной для медицинских трансформаторов.

### 6. Отклонение выходного напряжения на «холостом» ходу и под нагрузкой не более 5 % от UBX.

См. МЭК 61558-2-15 п. 12.102. Это условие выполняется только при изготовлении трансформатора с высокой перегрузочной способностью, тогда как для бытовых и промышленных трансформаторов эта величина составляет около 10%. Некоторые из российских производителей «медицинских» трансформаторов декларируют выходное напряжение 220В +/- 5%, что совершенно не соответствует стандарту, так как в сумме дает отклонение в 10%.



## 7. Повышенная перегрузочная способность.

В распределительной IT-сети согласно ГОСТу могут применяться автоматы без термического расцепителя и соответственно вероятность перегрузки в течение некоторого времени весьма вероятна. Согласно МЭК 61558-1 медицинский трансформатор должен выдерживать перегрузку до 1,6 раза в течение 60 мин. Стандартные промышленные и бытовые трансформаторы таких перегрузок не выдерживают.

## 8. Обязательный контроль температуры обмоток и тока нагрузки.

Требование первой категории, особой группы надежности электроснабжения подразумевает, в частности, контроль за состоянием источника – в данном случае медицинского трансформатора. Вывести из строя изначально исправный трансформатор можно двумя средствами: во-первых, перегреть трансформатор в результате неудачной установки с отсутствием должного охлаждения и, во-вторых, перегрузить трансформатор. Благодаря измерению этих параметров персонал получает оперативную информацию о перегрузке сети и выполняет необходимые мероприятия (например, отключает неиспользуемые нагрузки).

## 9. Система контроля изоляции (РКИ). 50 кОм.

Наличие системы контроля изоляции для сетей в режиме изолированной нейтрали является обязательным не только для медицинских, но и для промышленных сетей (ПУЭ п. 1.6.12).

Для медицинских IT систем требования к системе контроля изоляции определены в **ГОСТ Р 50571.28-2007 п.710.413.1.5. и СП 158.13330.2014 п.7.7.2.3.5.5.** Для медицины уровень изоляции должен быть не менее 50 кОм. Эта величина означает, что в случае неисправности медицинского прибора через пациента при напряжении питания 220В пройдет ток не более 4,5 мА (напряжение / сопротивление = ток). Для здорового человека токи поражения в 10 мА, а иногда и более не представляют опасности, но для тяжелобольных, людей с больным сердцем и грудных детей ток более 5 мА является смертельно опасным.

## 10. Выход дистанционного контроля (сигнализации) о превышении уровня нагрузки, температуры и состояния изоляции.

В медицинских разделительных трансформаторах отечественного производства все необходимые системы контроля являются встроенными (в отличие от импортных систем, где вы получаете «конструктор Лего» и требуется грамотный инженер, который должен грамотно собрать эти системы). Выход необходим для подключения одного или нескольких постов дистанционного контроля, располагаемых в зоне работы персонала.

## 11. Запрет на использование постоянной принудительной вентиляции для охлаждения трансформатора.

Логичное требование, так как вентиляторы имеют ограниченный ресурс работы и приводят к интенсивному накоплению пыли в аппарате.

## 12. Ток утечки медицинского разделительного трансформатора не более 0,5 мА.

Требование относится непосредственно к трансформатору. Встроенная система контроля изоляции также вносит некоторую утечку по току.

**РТМ-42-2-4-80 п.6** «... Внутреннее сопротивление переменному току устройства для контроля изоляции должно быть не менее 100 кОм. Измерительное напряжение постоянного тока не должно превышать 24 В. Максимальная величина тока при коротком замыкании токоведущего проводника на землю не должна превышать 2 мА».

Здесь цифры практически сходятся: рабочее напряжение ~220В, внутреннее сопротивление цепи между фазами и «землей» 100 кОм, соответственно максимальный вносимый ток утечки 2,2 мА.

## ГОСТ Р 50571.28-2007 п.710.413.1.5.

«- внутреннее сопротивление по переменному току должно быть не менее 100 кОм.

- измерительное напряжение постоянного тока не должно превышать 25В

- максимальное значение измерительного тока даже при возникновении повреждения, не должно превышать 1 мА».

Здесь цифры сойдутся, если поменять внутреннее сопротивление на 200 кОм. Было бы гораздо проще, если бы просто указали максимально допустимый ток утечки IT сети (совокупность трансформатора, системы контроля изоляции и проводников групповой сети).



Итого: по РТМ-42-2-4-80 трансформатор + система контроля изоляции – 2,5 мА.

По ГОСТ Р 50571.28-2007 – 1,5 мА.

На практике медицинские трансформаторы ГК Полигон имеют ток утечки не более 0,5 мА с учетом встроенной системы контроля изоляции.

## 12. Шум трансформатора не должен превышать 35 дБ.

Шум сравнимый с шумом в жилой комнате при закрытых окнах. В отечественных нормативах для медицинских трансформаторов эта норма не прописана, однако все добросовестные производители придерживаются этого параметра. Требования по шуму можно встретить в строительных правилах для помещений. Например: допустимые уровни шума (МГСН 2.04 – 97):

Вид деятельности	Время суток	Уровень шума, дБ	Максимальный уровень шума, дБ
Палаты больниц и санаториев	7 – 23 ч	35	50
	23 – 7 ч	25	40
Операционные больницы		30	45
Кабинеты врачей мед. учреждений		35	50

## Выбор автоматов защиты для разделительного трансформатора. Подключение нагрузки

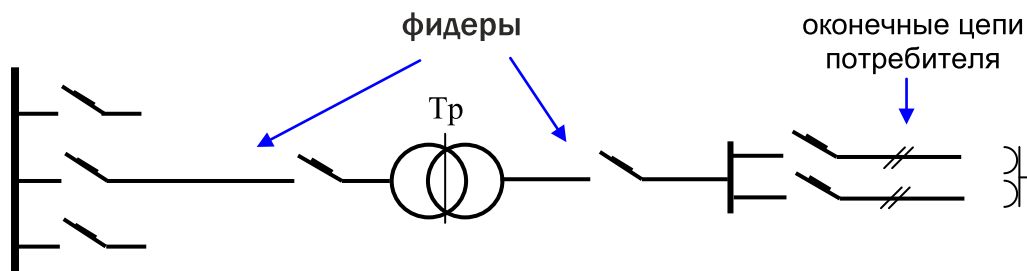
Согласно ГОСТ Р 50571.28 п.710.53.1

.....

В медицинских системах ИТ защита от перегрузок не допускается в питающих линиях (фидерах) до и после разделительного трансформатора.

В медицинских системах ИТ защита от коротких замыканий в питающих цепях до разделительного трансформатора должна быть нечувствительна к пусковым токам разделительного трансформатора и не должна срабатывать при длительных перегрузках, допустимых по условиям применения разделительного трансформатора. Использование предохранителей и/или устройств дифференциальной защиты для автоматического отключения питания не допускается...

...Защита электропроводок оконечных цепей должна быть обеспечена во всем диапазоне токов перегрузки.



Существует два варианта выбора автоматов для разделительного трансформатора:

1. Установить автоматы без теплового расцепителя в фидеры. Например, автоматы серии М (ABB). Стоимость порядка 2000 рублей за автомат.

2. Установить стандартные автоматы группы С, но подобрать номиналы таким образом, чтобы при перегрузке до 60% в течение 1ч (МЭК 61558-1-4.) не происходило отключения питания (условие применения разделительных трансформаторов).



Пример установки автоматов группы С с учетом пусковых токов и допустимой перегрузки:

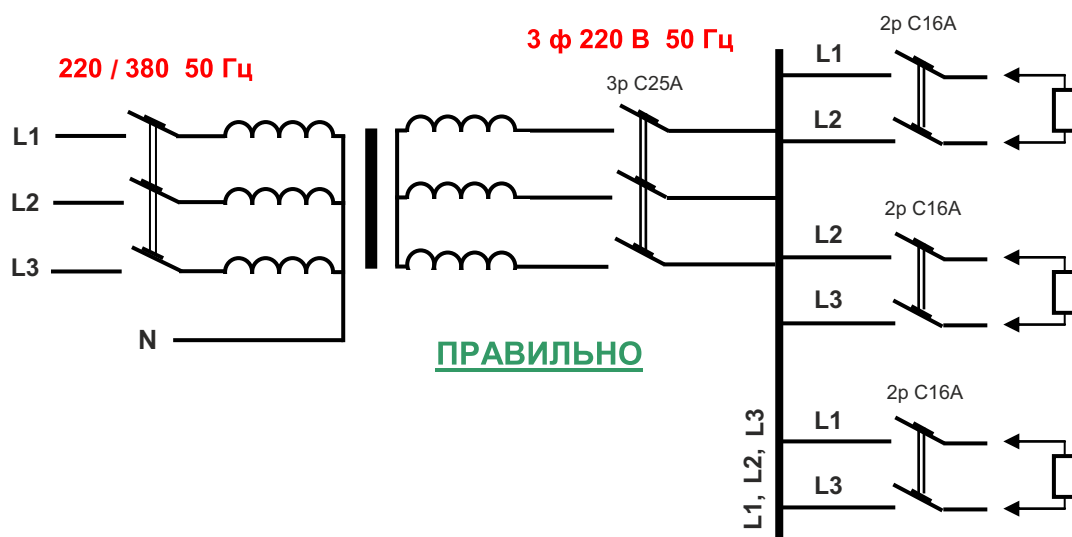
№	Наименование	Входной ток, А	Входной автомат	Выходной ток, А	Выходной автомат
1	ТРО – 600М	3	1р С10	3	2р С6А
2	ТРО – 1000М	5,5	1р С16	5,5	2р С10А
3	ТРО – 2000М	10	1р С20	10	2р С16А
4	ТРО – 3000М	16	1р С25	16	2р С25А
5	ТРО – 4000М	20	1р С32	20	2р С32А
6	ТРО – 5000М	25	1р С40	25	2р С40А
7	ТРО – 7000М	32	1р С50	32	2р С50А
8	ТРО – 9000М	43	1р С63	43	2р С63А
9	ТРО – 10000МБ	48	1р С80	48	2р С63А
10	ТРТ – 3000М – 220	5,5	3р С16	9,5	3р С16А
11	ТРТ – 6000М – 220	10	3р С20	17	3р С25А
12	ТРТ – 9000М – 220	14,5	3р С25	25	3р С40А
13	ТРТ – 10000М – 220	16	3р С25	28	3р С40А

**Примечание:**

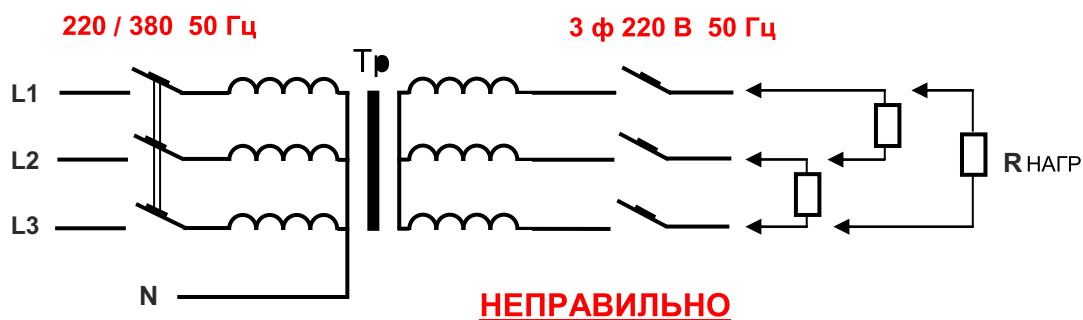
1. Для трехфазных трансформаторов при входном 220/380В и выходном напряжении трехфазном 220В (127/220В) ток на выходе увеличивается на 1,73.

2. На выходе трансформатора автомат не является обязательным (при условии, что автоматы конечных цепей расположены непосредственно в корпусе разделительного трансформатора или может быть установлен рубильник (выключатель нагрузки).

Пример подключения нагрузки к трехфазному медицинскому разделительному трансформатору:



Иногда в проектах встречается весьма забавная схема, где на выходе трансформатора трехполюсный автомат заменен на три однополюсных. «Идея» в том, что в случае короткого замыкания отключается только одна фаза, а две другие остаются в работе. Отключение любого из автоматов приводит к тому, что из пары нагрузок образуется «делитель на сопротивлениях», то есть две нагрузки оказываются включенными последовательно к напряжению 220В. В зависимости от мощности нагрузок напряжение делится между ними обратно пропорционально величине каждой из них. Например, на одной нагрузке может оказаться 150В, а на другой 70В. Низкое напряжение не менее опасно, чем высокое с точки зрения работоспособности оборудования.



### Размещение и установка медицинских разделительных трансформаторов

**ГОСТ Р 50571.28-2007 п. 710.512.1.1.** «Трансформаторы должны быть установлены в непосредственной близости к медицинскому помещению внутри или вне его и помещены в шкаф или иметь защитную оболочку (кожух) для предотвращения случайного прикосновения к токоведущим частям».

Существует четыре варианта размещения трансформаторов:

1. Непосредственно в помещении гр.2
2. В коридорных нишах.
3. В помещении ближайшей щитовой.
4. В холлах и других помещениях, в местах, не используемых для прохода.

Худшим вариантом размещения является установка

трансформаторов непосредственно в операционной или в ином «чистом» помещении. Дополнительный шум в помещении, специальные герметичные кожуха для кабелей подключения, дополнительные сложности при обработке санитарными растворами и нарушение ламинарного воздушного потока – далеко неполный перечень проблем, с которыми придется столкнуться при размещении медицинского трансформатора непосредственно в операционной.

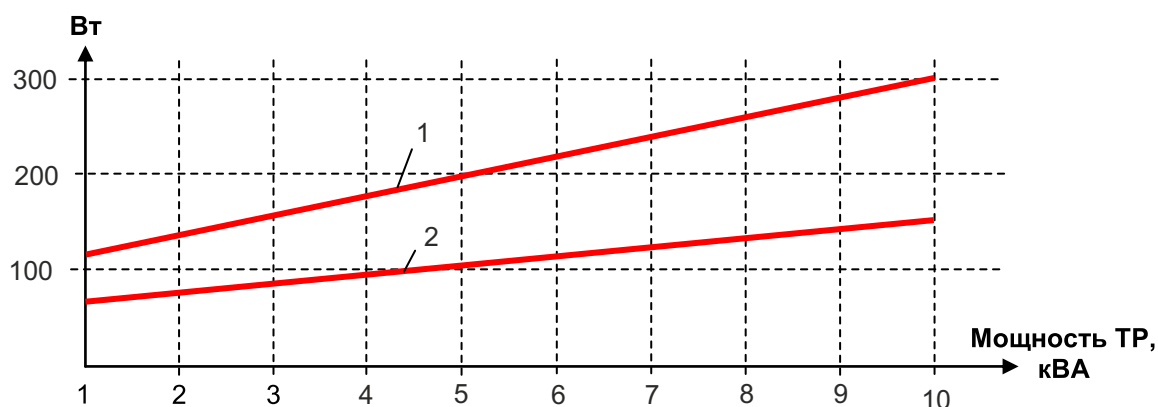
Размещение в коридорной нише – довольно распространенный вариант. Особых сложностей не представляет, кроме обеспечения необходимой вентиляции.

В дверях коридорной ниши в обязательном порядке сверху и снизу (!) необходимо установить вентиляционные решетки.

В помещениях щитовых, как правило, помимо основного щитового оборудования, размещают несколько медицинских трансформаторов, и вопрос тепловыделения становится весьма актуальным. При размещении трансформаторов следует учитывать то, что даже на холостом ходу трансформаторы выделяют тепло. Уровень тепловыделения можно оценить по графику представленному ниже.



Трансформаторы в холле



1 – при номинальной нагрузке. 2 – на холостом ходу.



Тепловыделение щитового оборудования можно рассчитать, пользуясь данными, приведенными в таблице:

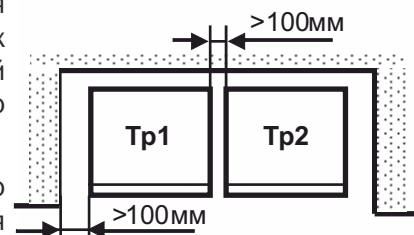
№	Установочное изделие	Тепловыделение, Вт
1	Однополюсный автомат	3
2	Трехполюсный автомат	8
3	Контактор 18 - 32А	12
4	Контактор 40 - 75А	18
5	Контактор 95 - 185А	22 - 35
6	Контактор 210 - 300А	45 - 60
7	Разделительные трансформаторы	по графику

Температура в помещении щитовой должна находиться в пределах от +1 до +35°C, так как большинство оборудования выполняется по УХЛ 3.1. Как правило, используется принудительная вентиляция с 1-2 кратным обменом воздуха в час.

Наличие источников бесперебойного питания осложняет задачу из-за низкого КПД источников (0,87 – 0,9) и наличия аккумуляторных батарей (макс +25°C).

Размещение в холлах не рекомендуется, но в некоторых случаях остается единственным вариантом, особенно при переоснащении исторических зданий. Главное обеспечить свободное перемещение каталок, свободный проход и доступ внутрь шкафа исключительно специального технического персонала.

При установке разделительных трансформаторов в шкафах (особенно со степенью защиты IP54) необходимо обеспечивать технологические зазоры для обеспечения нормального естественного охлаждения.



### Расстояние до трансформатора

Обозначенное в нормативах понятие «рядом» довольно растяжимое. Прежде всего, трансформатор должен быть расположен грамотно, с точки зрения доступа, охлаждения и обслуживания. При правильном выполнении подключения (отсутствие «земляной» жилы в составе кабелей подключения нагрузки, грамотный выбор и прокладка кабелей) расстояние до сотни метров не влияет на надежность и безопасность работы ИТ-сети. Важно правильно выбрать сечение проводников подключения нагрузки с учетом падения напряжения в линии.

### Обеспечение дистанционного контроля. Размещение постов ПДК

Особенность ИТ системы питания в том, что даже подключение неисправного прибора с глухим замыканием фазы на корпус никак внешне не отражается на работе. При этом сеть теряет свои замечательные свойства. Поэтому вопрос контроля изоляции и трансформатора здесь жизненно необходим. Для этого существуют посты дистанционного контроля (ПДК). Требования к системе контроля достаточно подробно изложены в **ГОСТ Р 50571.28-2007 п. 710.413.1.5.** и **СП 158.13330.2014 п. 7.7.2.3.5.5.**

**Вариант 1.** Посты контроля размещаются в диспетчерской контроля инженерных систем здания.

Далее можно представить себе вполне жизненную «картину» следующего порядка:

**15:22** Дежурный оператор отдыхает, все системы работают нормально, думает о предстоящих выходных...

**15:26** Срабатывает сигнализация на ПДК №5. Размышления о том, что это такое? (3 минуты). Далее поиск документации или инструкций, которые куда-то задевались (11 минут).

**15:40** Наконец-то определено, что ПДК №5 относится ко второй операционной на третьем этаже и надо срочно что-то делать.

**15:41** Звонок в операционную и попытка рассказать персоналу с медицинским образованием о проблеме изоляции в ИТ сети.



**15:43** Размышление на тему, куда был послан и что делать.

**15:50** О, чудо! Нашелся электрик и был послан в операционную.

**16:10** Электрик в «нестерильной» робе врывается в асептическое помещение с целью поиграть в интереснейшую игру: угадать, какой из десятка недавно включенных приборов имеет неисправную изоляцию. Игра осложняется тем, что операция уже идет и присутствуют недовольные люди, которые ничего не понимают в электрике....

Интеграция контроля IT системы в систему SCADA сократит процесс на 14 минут, но далее все то, что происходило с **15:41**....

**Вариант 2.** Пост контроля размещен непосредственно в операционной (в зоне работы персонала).

**15:26** При включении одного из медицинских аппаратов через 3 секунды сработала сигнализация на ПДК. Аппарат отключили – сигнализация выключилась.

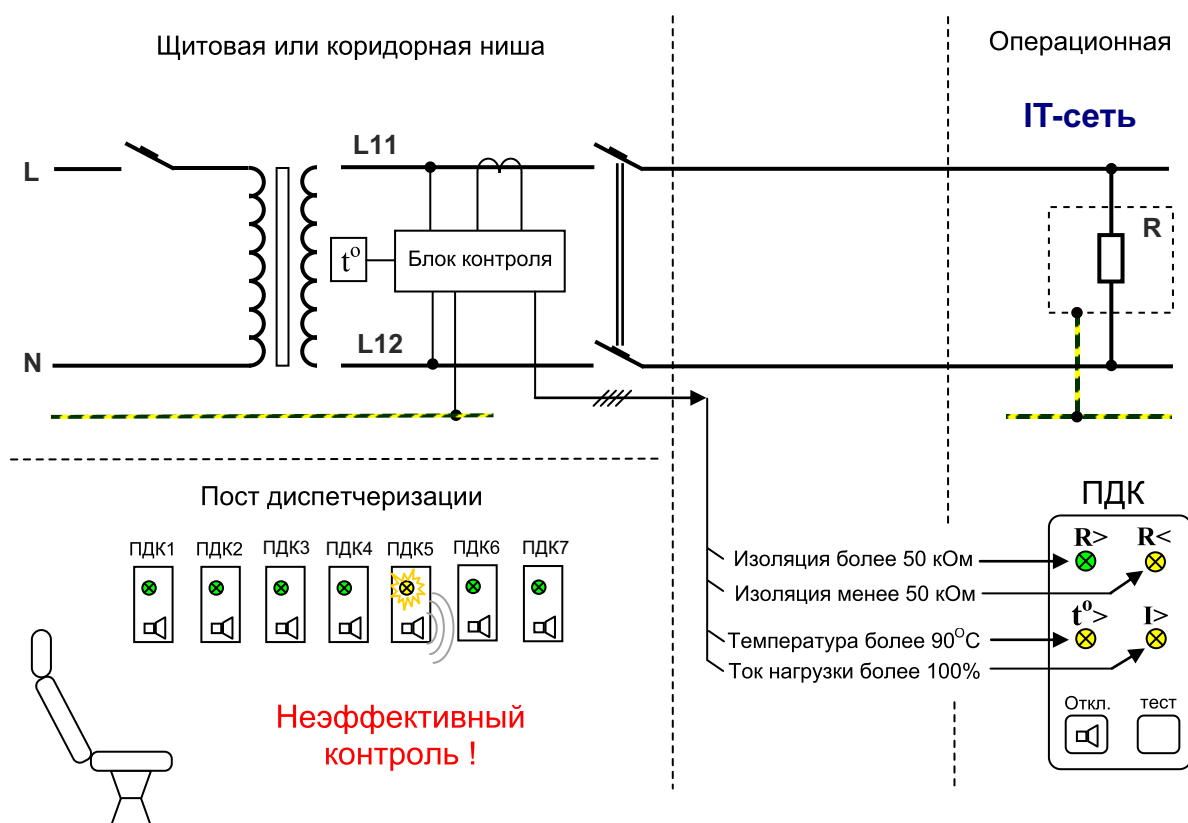
**15:27** Послали ассистента непосредственно к ПДК для контроля. Снова включили «подозрительный» аппарат. Сработала сигнализация и ассистент определил, что на ПДК высветился индикатор нарушения изоляции. Выключили неисправный аппарат, убедившись, что именно он неисправен.

Эффективность второго варианта объясняется тем, что все построено на инстинктах. Совершенно действие – раздалась тревога – действие отменяется.

Если с оборудованием, подключенным к IT-сети, работают люди, то посты дистанционного контроля обязаны быть расположены именно в зоне работы персонала. Для палат интенсивной терапии на посту дежурной медсестры.

Для других случаев (серверная или иное оборудование, работающее без участия персонала) посты располагаются в пункте централизованного контроля инженерных систем.

Для учреждений здравоохранения параллельная установка ПДК в операционной и одновременно в пункте контроля – бессмысленная трата денег (мнение автора).

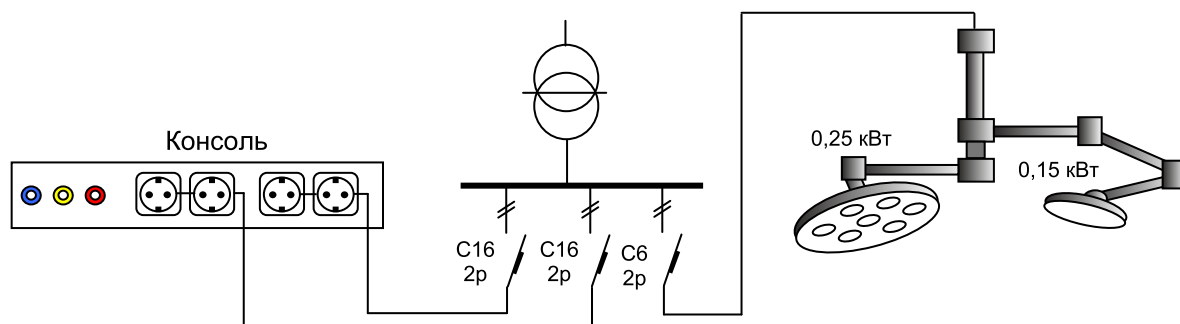




В некоторых случаях сторонники централизованного контроля ссылаются на европейский опыт организации контроля IT-сетей, совершенно не представляя, для чего это делается. Вопрос на самом деле весьма интересный.

В Европе любое негативное событие в электроустановке (отказ и поломка оборудования) фиксируется, архивируется и во многих случаях в автоматическом режиме. Эта информация в обязательном порядке предоставляется в страховую компанию и вносится в единую базу статистики отказов оборудования того или иного производителя. Именно страховая компания своими деньгами отвечает за несчастные случаи и, соответственно, если на объекте применяется некачественное оборудование, то страховая компания, исходя из официальной статистики отказов, на законных основаниях увеличивает страховые взносы для данного клиента. При такой системе экономить на строительстве и применять дешевое оборудование сомнительного качества становится просто не выгодно. В России, к сожалению, такая система до сих пор не создана.

### Выбор нагрузок, подключаемых к IT-сети



В современных клиниках для питания медицинских приборов находящейся в «зоне пациента» (аппаратуры жизнеобеспечения и хирургической аппаратуры) используются медицинские консоли. Именно они должны быть запитаны от медицинской IT-сети.

Хирургический светильник по «русской традиции» так же подключается к разделительному трансформатору. Согласно европейским нормативам для питания хирургических светильников используют свой отдельный разделительный трансформатор без системы контроля изоляции. Пример реализации такого решения система ИБП ФК в комплекте с панелью контроля операционной ПКО.

Прочее оборудование подключается к «стандартной» сети типа TN-S с использованием УЗО или дифференциальных автоматов на 30 мА тип «А» или «В». Примерный перечень такой аппаратуры приведен в **СП 158.13330. 2014 п.7.7.2.3.4.** и далее для примера:

- операционные рентгеновские аппараты
- хирургические лазеры
- сервоприводы операционного стола
- вспомогательное оборудование (стерилизаторы, тромбиксеры, аппараты размораживания плазмы и т.д.).

**СП 158.13330. 2014 п.7.7.2.2.2** «...В помещениях операционных и реанимационных дополнительно к медицинским консолям устанавливаются по два электрощитка на каждый операционный стол с однофазными и трехфазной розетками (при наличии трехфазного подключаемого оборудования). Для обеспечения равномерности нагрузки по фазам каждые две розетки разведены на свою фазу. Трехфазная розетка питается от отдельного автомата.

*Щитки устанавливаются с двух сторон операционного стола на высоте 1,6 м от пола (низ электрощитка).*

Достаточно интересное требование. В техническом материале РТМ-42-2-4-80 есть описание подобных розеточных щитков, которые за отсутствием в те года медицинских консолей применялись для подключения хирургического оборудования в «окружении пациента». Естественно, подключались они от разделительного трансформатора (IT-сеть). В требованиях белорусского **ТКП 45-4.04-86** сказано более конкретно: если нет консолей, то необходимо установить подобные розеточные щитки. Из этого следует логичный вопрос: с какой целью согласно СП устанавливаются розеточные щитки, и к какой сети их необходимо подключить?



### Вероятный ответ:

Дополнительные розеточные электрощитки позволяют оперативно переподключить медицинское оборудование операционного места в случае аварии разделительного трансформатора. Питание щитков осуществляется от «обычной» TN-S сети. Подключать эти розеточные блоки к разделительному трансформатору нельзя. Ввиду их удачного расположения к ним будет подключено вспомогательное оборудование, что ухудшит надежность IT-сети и потребует дополнительной мощности трансформатора, да и в случае аварии трансформатора они окажутся обесточенными вместе с консолями.

Ниже приведены фотографии моделей щитков, которые пользуются наиболее массовым спросом для установки в операционных. К сожалению, ни одна из представленных моделей не отвечает требованию нормативов касательно помещений гр.2 медицинских учреждений.

**СП 158.13330. 2014 п.7.7.2.4.4** «Все цепи питания конечных потребителей в медицинских помещениях группы 2 должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок. Защита электропроводок должна обеспечиваться автоматическими выключателями с одновременным отключением всех фаз, полюсов и нулевого рабочего проводника».

Образец №1, 2, 4 – однополюсные автоматы в нарушении СП 158.13330. 2014 п.7.7.2.4.4.

Образец №1 – красные индикаторы сети (красный цвет аварии).

Образец №3 – бытовая розетка для сетей типа TN-C (четырёхпроводная сеть, запрещенная в медицинских помещениях).



Образец 1



Образец 2



Образец 3



Образец 4

### Варианты схем подключения дополнительных щитков операционной

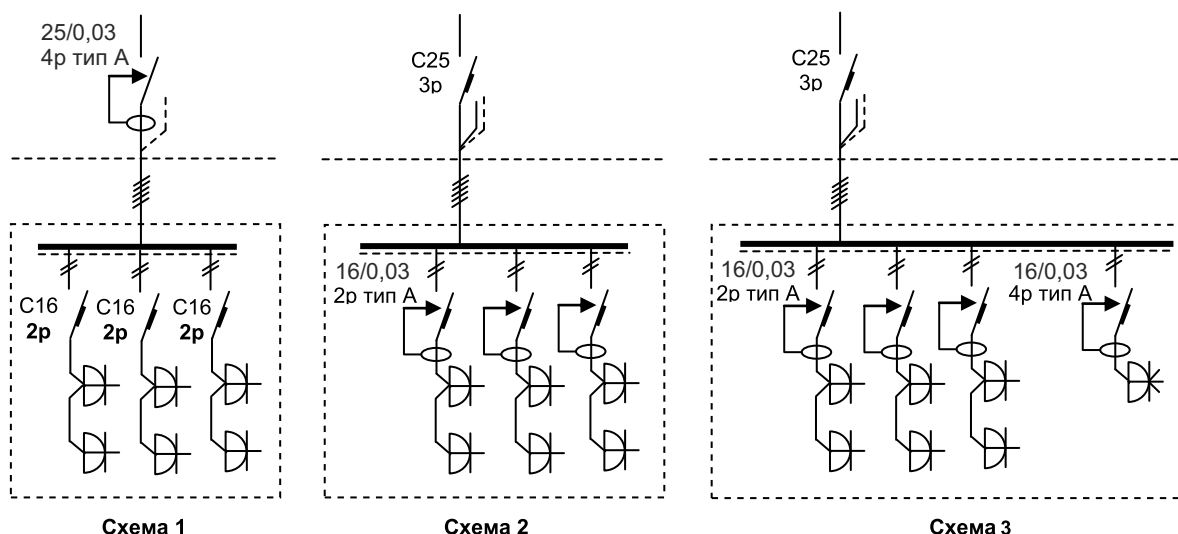


Схема 1

Схема 2

Схема 3

Недостатком схем №1 и №4 является то, что в случае срабатывания УЗО по току утечки в одной нагрузке будет отключена вся группа.

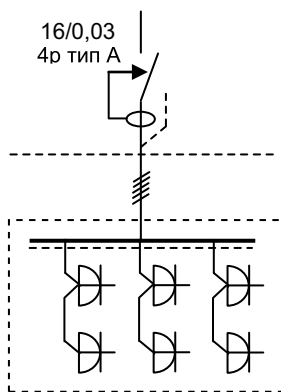


Схема 4

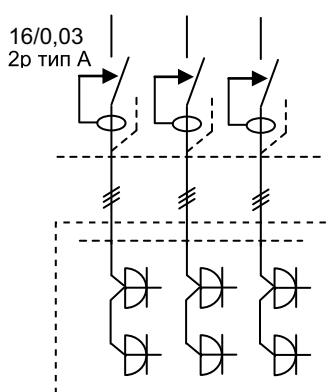


Схема 5

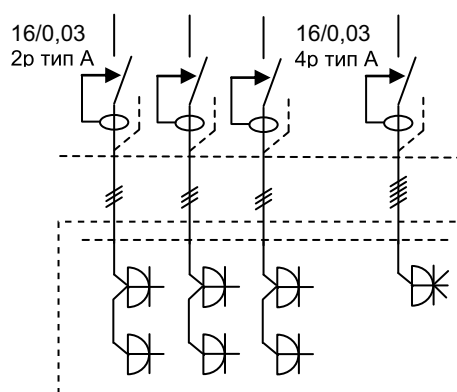


Схема 6

**НАВЕСНЫЕ розеточные электрощитки для операционной.**

Наименование	Комплектация
<b>ЭЩР-О-6К</b>	Три двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки (схема 1), индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЭЩР-О-6К ДИФ</b>	Три двухполюсных дифференциальных автомата С16/0,03А тип «А», каждый на две розетки (схема 2).
<b>ЭЩР-06</b>	Три группы по две розетки 16А, индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЭЩР-06ТЛ</b>	Три группы по две розетки 16А, индикация, внешние контакты РЕ, трехфазная розетка 16А 3L+N+PE (Legrand) (схема 6).
<b>ЭЩР-36</b>	Три двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки (схема 1), индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЭЩР-36 ДИФ</b>	Три двухполюсных дифференциальных автомата С16/0,03А тип «А», каждый на две розетки (схема 2), индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЭЩР-46ТЛ</b>	Три двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки и отдельный четырехполюсный автомат С16 на трехфазную розетку 16А 3L+N+PE (Legrand).
<b>ЭЩР-46ТЛ ДИФ</b>	Три диф. автомата С16/0,03А тип «А», каждый на две розетки и отдельный четырехполюсный диф. автомат С16/0,03А на трехфазную розетку 16А 3L+N+PE (Legrand).



ЭЩР-О-6К (торговой марки «Полигон»)



Трехфазная розетка Legrand

**ВСТРОЕННЫЕ розеточные электрощитки для операционной.**

Наименование	Дополнительно к шести розеткам и контактам РЕ
<b>ЩРМ-06</b>	Три группы по две розетки 16А, индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЩРМ-06ТЛ</b>	Три группы по две розетки 16А, индикация, внешние контакты РЕ, трехфазная розетка 16А 3L+N+PE (Legrand) (схема 6).
<b>ЩРМ-36</b>	Три двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки (схема 1), индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЩРМ-36 ДИФ</b>	Три двухполюсных дифференциальных автомата С16/0,03А тип «А», каждый на две розетки (схема 2), индикация, внешние контакты РЕ.
<b>ЩРМ-46ТЛ</b>	Три двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки и отдельный четырехполюсный автомат С16 на трехфазную розетку 16А 3L+N+PE (Legrand).
<b>ЩРМ-46ТЛ ДИФ</b>	Три диф. автомата С16/0,03А тип «А», каждый на две розетки и отдельный четырехполюсный диф. автомат С16/0,03А на трехфазную розетку 16А 3L+N+PE (Legrand).



**СП 158.13330. 2014 п.7.7.2.2.3** «В палатах интенсивной терапии и послеоперационных палатах устанавливаются медицинские консоли с комплектом двухполюсных штепсельных розеток с заземляющими контактами при соблюдении следующего правила: должно быть установлено не менее двух розеток с питанием от отдельных линий или должна быть обеспечена индивидуальная защита от коротких замыканий для каждой розетки».

#### **НАВЕСНЫЕ розеточные электрощитки для палат реанимации.**

<b>ЭЩР-П-04</b>	Четыре розетки. Контакты РЕ.
<b>ЭЩР-П-24</b>	Два двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки. Контакты РЕ.
<b>ЭЩР-О-2П</b>	Два двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки. Контакты РЕ.

#### **ВСТРОЕННЫЕ розеточные электрощитки для палат реанимации.**

<b>ЩРМ-П-04</b>	Четыре розетки. Контакты РЕ.
<b>ЩРМ-П-24</b>	Два двухполюсных автомата С16, каждый на две розетки. Контакты РЕ.



ЭЩР-П-04 (торговой марки «Полигон»)



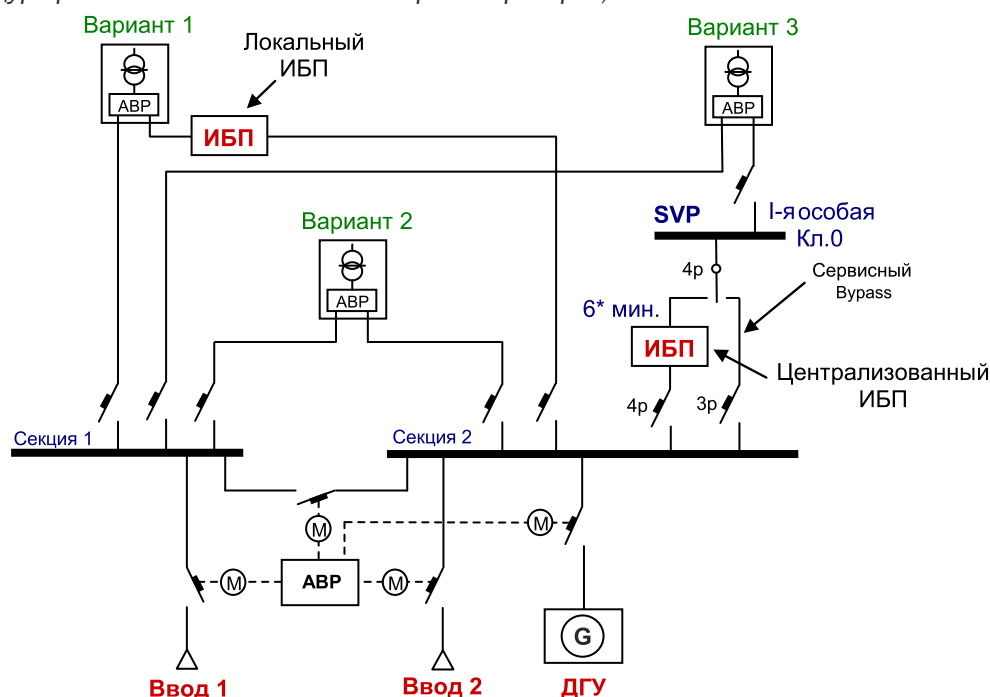
ЭЩР-П-24 (торговой марки «Полигон»)

### **Схемы подключения медицинских разделительных трансформаторов**

**СП 158.13330. 2014 п.7.7.1.2.2** «При наличии помещений группы 2 по степени надежности электроснабжения электропотребителей медицинских организаций подразделяют на следующие категории [32]:

"Особая" группа I категории. Класс 0. Безобрывное переключение: медицинское электрооборудование помещений группы 2, относящееся к системе обеспечения безопасности, когда прекращение (сбой) электроснабжения представляет опасность для жизни пациента»;

**п.7.7.1.3.4** «Требования к дополнительному, автономному источнику электроснабжения ИБП: для электропотребителей "особой" группы категории I (класса 0,5; 0,15 и 0) должен быть использован ИБП с аккумуляторными батареями, рассчитанными на время работы, необходимое для обеспечения гарантированного запуска и прогрева автономного электрогенератора или (по заданию на проектирование) для завершения срочных лечебных процедур при отказе автономного электрогенератора»;





**Вариант №1.** Использование локального ИБП обеспечивает 1-ю категорию, особую группу и непрерывное (класс 0) электроснабжение. Время работы источника бесперебойного питания определяется временем запуска ДГУ или по согласованию с заказчиком временем окончания операции. Благодаря наличию встроенного АВР в шкафу медицинского разделительного трансформатора необходимости в сервисном BYPASS нет. Приоритет – работа трансформатора от линии с ИБП (указать в проекте).

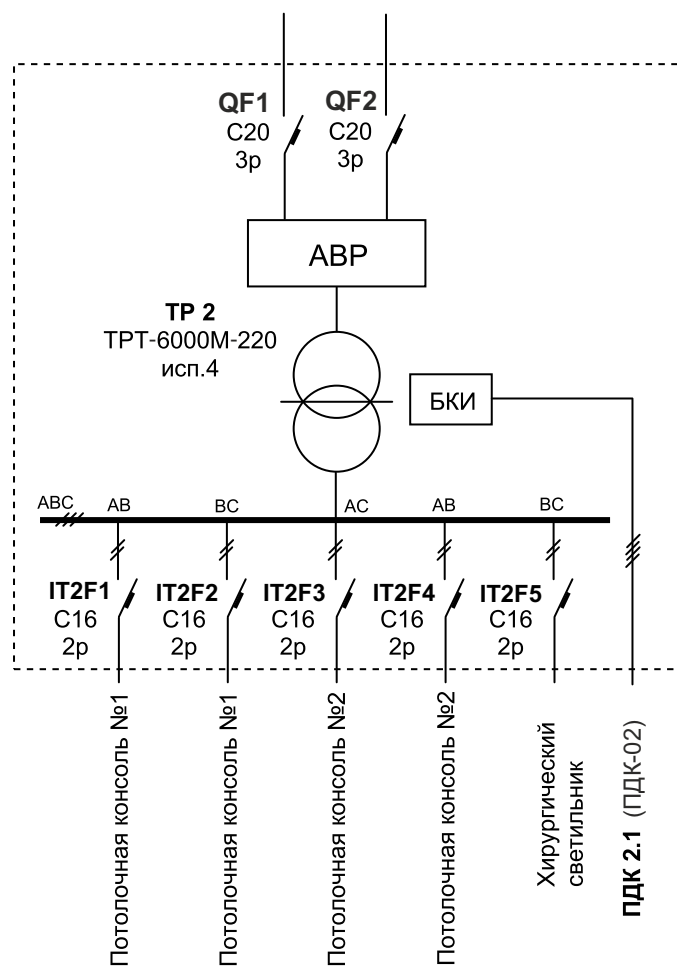
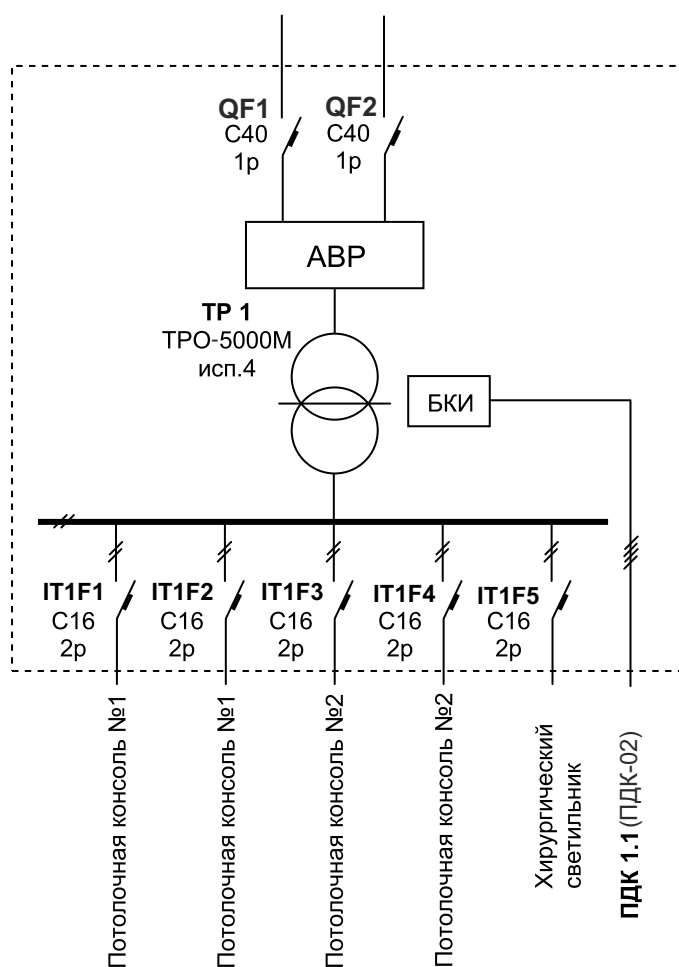
**Вариант №2.** Применяется при условии, что установленная медицинская аппаратура имеет встроенные аккумуляторы, включая систему хирургических светильников.

**Вариант №3.** Установка централизованного источника бесперебойного питания может оказаться более оправданным по следующим причинам:

1. Стоимость одного мощного ИБП оказывается ниже нескольких локальных, особенно с учетом коэффициента одновременности.

2. Централизованный ИБП устанавливается в выделенном помещении с необходимой системой вентиляции и отношение службы эксплуатации к мощному источнику более «трепетное» и внимательное, что, несомненно, сказывается на надежности работы централизованного ИБП.

Ниже приведены примеры схем однофазного и трехфазного медицинских трансформаторов.





## Глава 04

### Токи утечки на землю в IT-сети

По величине тока утечки IT-сети делятся на две группы:

1. «**Длинные IT-сети**», где величина указанного тока может составлять величины до единиц ампер за счет мощных разделительных трансформаторов и значительной протяженности силовых кабелей подключения нагрузки. Здесь сохраняется полезное свойство режима изолированной нейтрали – неотключение питания нагрузки при первичном пробое. На части оборудования такой электроустановки, в котором существует высокая вероятность поражения персонала электротоком при замыкании на корпус, вполне успешно применяются УЗО. Требования к построению таких электроустановок изложены в ПУЭ.

2. «**Короткие IT-сети**», где при первичном пробое ток утечки не должен превышать заданного безопасного уровня. Именно к таким сетям относятся сети электропитания оборудования гр.2 в учреждениях медицинского назначения и носят название «медицинские IT-сети».

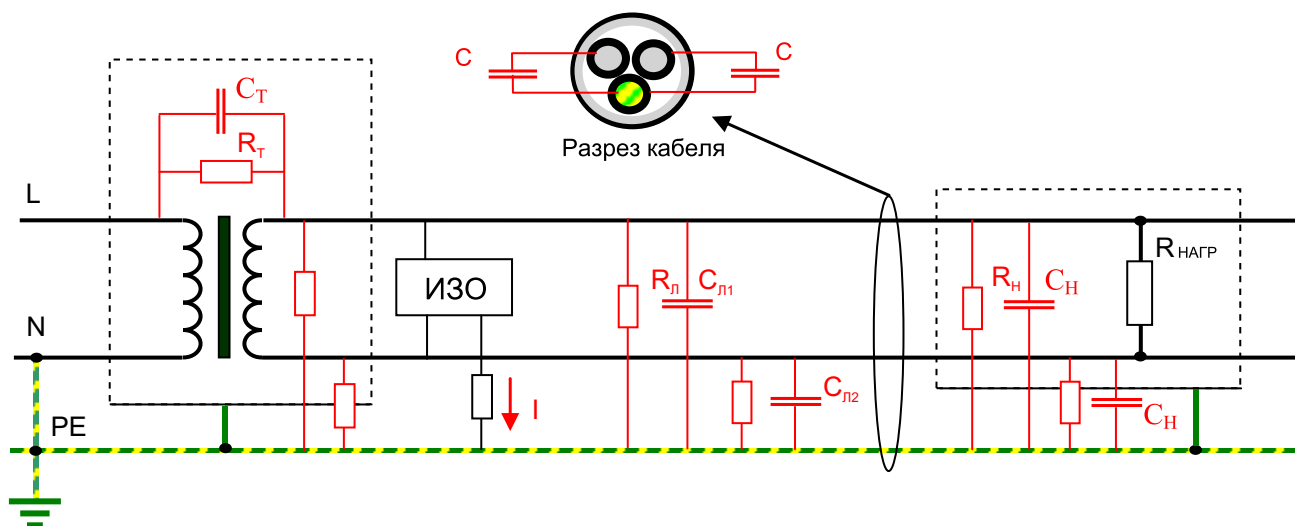
На величину тока утечки в сетях с изолированной нейтралью влияют следующие факторы:

1. Ток утечки на разделительном трансформаторе за счет «паразитной» емкостной связи между обкладками трансформатора. У медицинских разделительных трансформаторов составляет порядка 0,1 – 0,5 мА. У бытовых и промышленных трансформаторов до нескольких миллиампер.

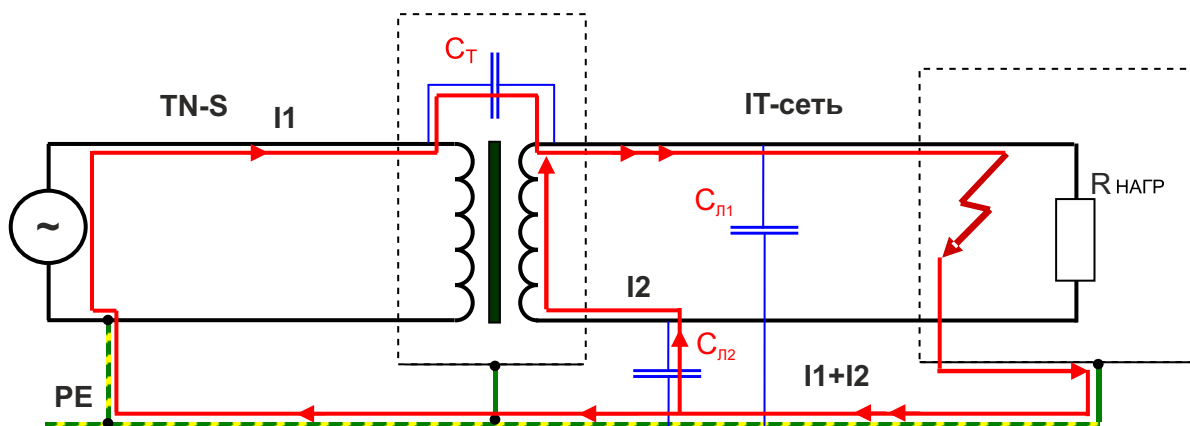
2. Токи утечки через систему контроля изоляции. В среднем и в зависимости от производителя токи утечки составляют от 0,15 до 0,25 мА.

3. Ток утечки на проводах самой линии подключения нагрузки за счет «паразитной» емкости между жилами кабеля (для случая, когда земляной проводник идет в составе кабеля нагрузки). **В среднем 33 мА на 1 км.**

4. Сопротивление изоляции трансформатора, линий питания и подключенной нагрузки. В рабочем режиме токи утечки за счет изоляции достаточно малы и в расчет, как правило, не берутся.



Путь протекания тока первичного замыкания за счет «паразитной» емкости линии питания и емкости между обмотками трансформатора представлен на рисунке ниже.

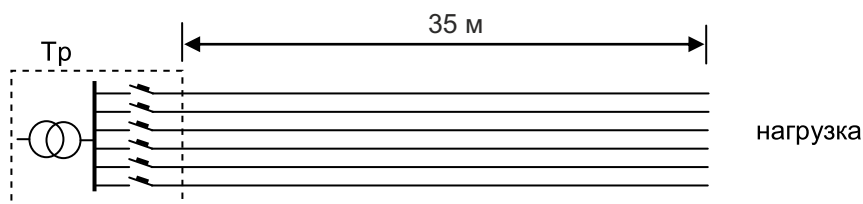


$C_T$  – емкость между первичной и вторичной обмоткой трансформатора.  $C_{Л1}$ ,  $C_{Л2}$  – емкости кабельной линии

Следует помнить, что системы контроля изоляции как импортного, так и отечественного производства не реагируют на емкостной ток утечки, а призваны контролировать именно нарушение изоляции сети по активному сопротивлению.

Длина кабеля питания нагрузки от трансформатора длиной в километр может показаться нереальной для конкретного объекта, однако приведем пример:

Медицинский разделительный трансформатор ТРО – 10000МБ расположен в этажной щитовой и имеет 6 двухполюсных автоматов для непосредственного подключения розеток на консолях и других блоков розеток IT-сети. Операционная расположена на расстоянии 35 метров на том же этаже. Суммарная длина линий подключения (жила заземления в составе кабеля) составит более 210 метров с учетом внутренней разводки в самой операционной. По приблизительным расчетам емкостной ток утечки будет 6,9 мА, что не соответствует нормам безопасности принятым для помещений гр.2 согласно **ПТМ-42-2-4-80** - 4,4 мА – предел безопасности и не более 2 мА при штатной работе.



Суммарная длина линий 210 м. Расчетный ток утечки за счет емкости линии 6,9 мА.

К сожалению, в отечественных нормативах эта проблема не рассматривается вовсе и подавляющее большинство проектов выполнено без учета емкостных токов утечки, что вполне может привести к весьма неприятным последствиям.

Следует отметить, что при правильном выполнении системы дополнительного уравнивания потенциалов эта проблема не возникает вовсе. См. главы «Защитное заземление. Основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов», «Практика выполнения дополнительной системы уравнивания потенциалов».



## Глава 05

### Практика контроля токов утечки в медицинских IT- сетях

Согласно ГОСТ Р 50571.28 п.710.62 «Периодичность проведения контроля.

.... b) Проверку устройств контроля сопротивления изоляции: 12 месяцев;

g) Измерение тока утечки трансформаторов системы IT: 36 мес.»

Штатная проверка системы контроля изоляции проводится с помощью кнопки «ТЕСТ/СБРОС» на посту дистанционного контроля (ПДК-02). См. рисунок.

Для тех, кто не доверяет электронике, существует другой, довольно простой, но эффективный способ (имитация пробоя изоляции):

1. Купить сетевую вилку с заземляющим контактом и резистор 1-2 Вт, 35-40 кОм. Номинал резистора выбран с учетом разброса сопротивления при изготовлении (5-10%) и погрешности системы контроля изоляции (+/- 5%). Система контроля изоляции срабатывает при падении сопротивления менее 50 кОм, что при напряжении 220В соответствует току утечки при пробое 4,4 мА.

2. Внутри вилки резистор подключается между любым силовым и земляным контактом.

3. Готовое устройство включается в розетку проверяемой IT-сети и контролируется срабатывание системы контроля изоляции. Нормируемое время срабатывания до 4с.

**Внимание! Подобные проверки должен проводить квалифицированный персонал при отсутствии пациентов в помещении, подключенном к проверяемой IT-системе!**

Отсутствие срабатывания сигнализации пробоя может быть по нескольким причинам:

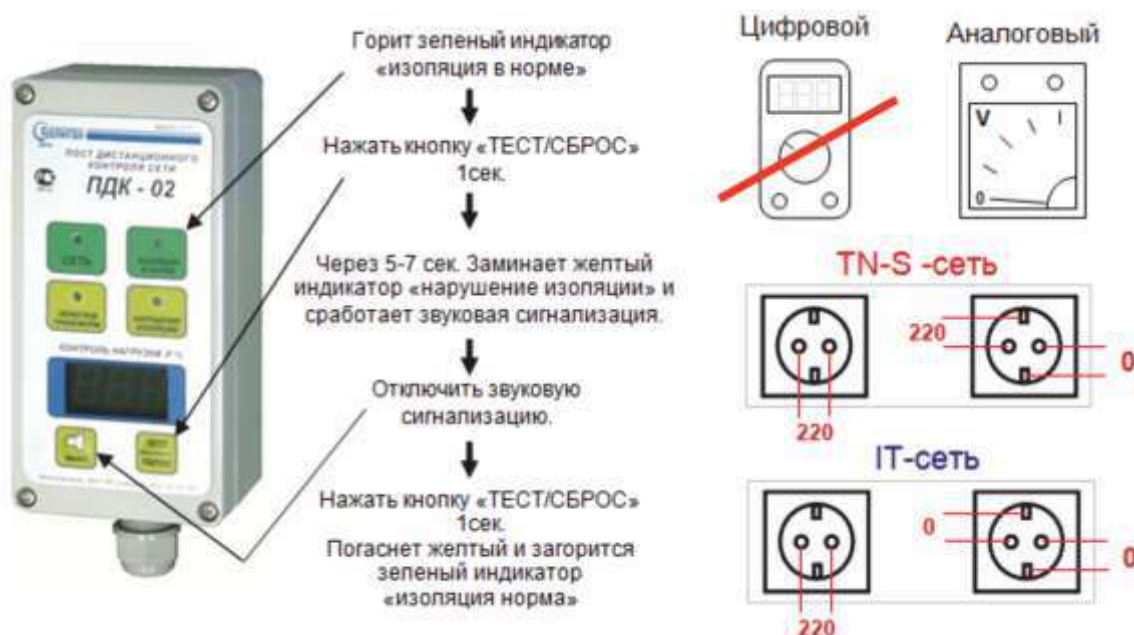
1. Номинал резистора более 45 кОм, что легко проверить с помощью «тестера».

2. Оказалась розетка, подключенная к TN-S- сети (как правило, отсутствует маркировка на розетках, за что отдельное «спасибо» строителям и приемо-сдаточной комиссии).

3. Отсутствует соединение заземляющего контакта розетки с заземлением. Должно было быть проверено при первичных испытаниях и далее раз в 36 месяцев.

4. Не работает система контроля изоляции. Далее вопрос к производителю.

**Примечание.** Если возникло желание измерить (проверить отсутствие) напряжения в розетке IT-сети между фазными и земляным контактом, то нужно воспользоваться аналоговым вольтметром с низкоомным входом. Цифровой тестер реагирует на микротоки утечки в IT-сети и вместо «0» можно измерять напряжения от 30 до 130В. См. рисунок.





Теперь остается один маленький, но существенный вопрос: какой ток утечки считается безопасным в действующей медицинской IT-сети?

Сложность заключается в том, что в СП158 и ГОСТ Р 50571.28 даны токи допустимые токи утечки отдельно для трансформатора и отдельно для измерительной системы. Нам же требуется измерить ток в IT-сети в целом (трансформатор + система измерения + кабельная система и розеточная группа).

#### Для трансформатора:

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.3.9.2** «...Ток утечки на землю выходных проводников и защитной оболочки (кожуха), измеренный при отсутствии нагрузки при номинальном напряжении и номинальной частоте, не должен превышать 0,5 мА».

#### Для системы контроля:

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.3.5.5** «Система IT должна быть оборудована устройством контроля изоляции в соответствии со следующими требованиями:

- внутреннее сопротивление переменному току должно быть не менее 100 кОм;
- измерительное напряжение не должно превышать 25 В постоянного тока;
- максимальное значение измерительного тока даже при повреждении изоляции не должно превышать 1 мА».

**Итого мы имеем суммарное допустимое значение тока утечки для IT-сети 1,5 мА.**

Токами утечки кабельной линии и розеточной группы можно пренебречь, так как при грамотной прокладке и монтаже токи составят единицы микроампер.

## Пост дистанционного контроля (ПДК) торговой марки «Полигон»

### Предназначен

- Для установки в зоне работы персонала и дистанционного контроля параметров разделительных трансформаторов и уровня изоляции IT-сети.

### Обеспечивает

- Визуальный и звуковой контроль за параметрами сети и состоянием разделительного трансформатора в зоне работы персонала.
- Индикацию состояния сопротивления изоляции: «НОРМА» — при  $R > 50$  кОм, «ПРОБОЙ» — при  $R < 50$  кОм;
- Индикацию превышения допустимой температуры трансформатора;
- Индикацию превышения допустимого тока нагрузки;
- Возможность дистанционного тестирования системы контроля изоляции;
- Звуковую сигнализацию при выходе любого из контролируемых параметров за пределы нормы;
- при степени защиты IP 54 обеспечивает возможность обработки санитарными антисептическими растворами;
- Напряжение питания и индикации не более 24 В.

Габариты ПДК-02: 80x160x57мм. Масса не более 0,3 кг.

Габариты ПДК-02 ВС (встраиваемый): 120x200x50 мм.



ПДК-02



ПДК-02 ВС  
(встраиваемый)



## Глава 06

### Кабинеты физиотерапии

#### Требования нормативов:

Согласно **ГОСТ Р 50571.28 Приложение А, В** - группа помещения 1, категория надежности электроснабжения 1, класс электробезопасности 15 (время переключения на резервный ввод не более 15 с).

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.2.5** «В каждом помещении для физиотерапии или в группе таких помещений, обслуживаемых одним постом медицинской сестры, устанавливается распределительный щиток с аппаратом управления на вводе, контролем напряжения на каждой фазе и дифференциальными автоматическими выключателями на отходящей линии к каждой процедурной кабине. В каждой процедурной кабине устанавливается на высоте 1,6 м от уровня пола консоль или кабинный щиток».

**ГОСТ Р 50571.28 п.710.413.1.6.1** «В каждом медицинском помещении группы 1 или 2 должна быть выполнена система дополнительного уравнивания потенциалов для уравнивания электрических потенциалов...».

**ГОСТ Р 50571.28 п.710.413.1.3** «...В медицинских помещениях групп 1 и 2, где УЗО применяется в соответствии с требованиями настоящего подпункта, следует применять УЗО типа А или В, в зависимости от наличия постоянной составляющей возникшего тока повреждения». См. главу УЗО «Типы и области применения. Ошибки применения».

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.3.8.2** «В помещениях физиотерапии стационарное токопроводящее физиотерапевтическое оборудование должно быть присоединено к дополнительной системе уравнивания потенциалов (за исключением случаев, когда техническим паспортом предусмотрено иное)».

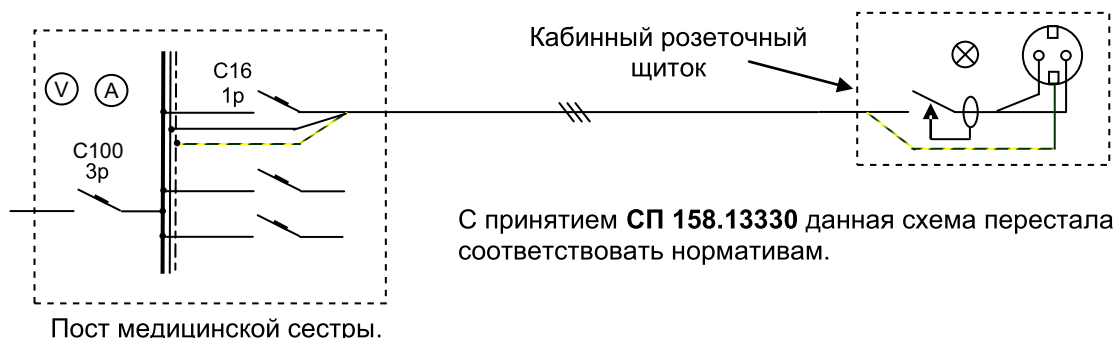
**СП 158.13330.2014 п. 6.4.7** «Полы рентгенпроцедурных (кроме рентгенооперационных), кабинетов лучевой терапии, кабинетов физиотерапии должны быть выполнены из антистатических материалов».

Таким образом, должно быть выполнено следующее:

1. Антистатический пол.
2. Система дополнительного уравнивания потенциалов.
3. Схема заземления должна быть построена с учетом системы дополнительного уравнивания потенциалов.
4. На посту медсестры установлен щит питания кабин с дифференциальными автоматами на отходящих линиях и контролем входного напряжения. Контроль токов и установка входного автомата на номинал 100А теперь не требуется – выбирается из расчета нагрузки. Тип диф. автоматов «А» или «В» обязателен. Тип «АС» запрещен, как не обеспечивающий должный уровень безопасности.
5. В каждой кабине должен быть установлен розеточный щиток с контактами заземления и вводным выключателем питания розеток для возможности оперативного обесточивания аппаратуры.
6. Предусмотрен минимум один светильник аварийного освещения.

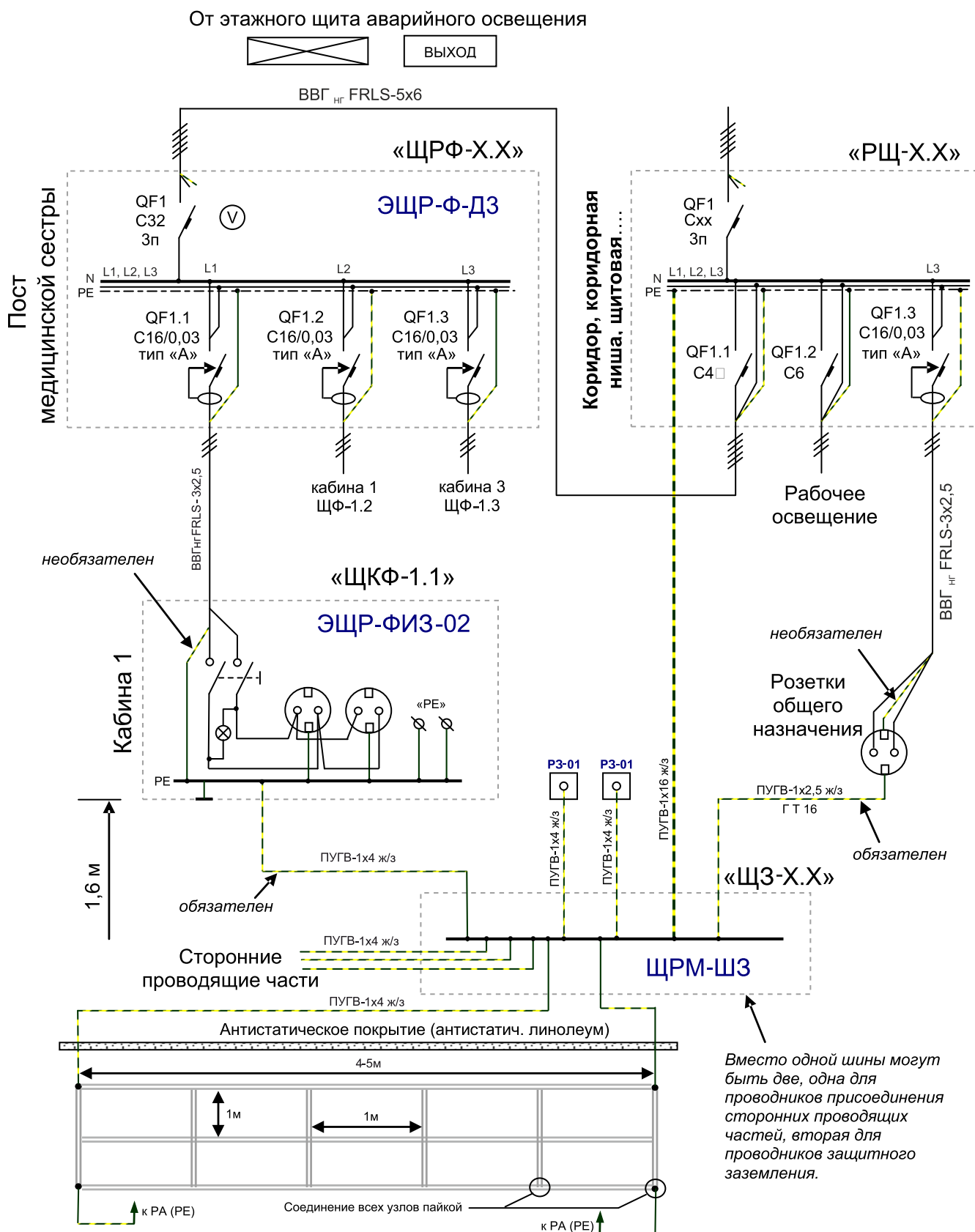
Токопроводящая подложка под антистатический линолеум может быть выполнена иным способом. Можно выбрать поставщика и использовать рекомендуемую технологию укладки с самоклеящимися медными лентами, токопроводящими грунтовками и т.д. Важно, чтобы у поставщика были соответствующие разрешительные документы о допустимости применения его полов в учреждениях здравоохранения, особенно пожарный сертификат.

Ранее, до выхода **СП 158.13330**, широко применялась схема подключения кабин, где УЗО или диф. автомат были установлены в качестве коммутирующего аппарата непосредственно на розеточном щитке:





Пример линейной схемы электроснабжения кабинета физиотерапии.



**Примечание:** «ЩР-Х.Х», «ЩКФ-Х.Х»... - пример позиционного обозначения в проекте.

ЭЩР-ФИЗ-02, ЩРМ-ШЗ... - наименование изделий торговой марки «Полигон».



## Электрощитки физиотерапевтические групповые серии ЭЩР-Ф-Дх:

Трехполюсный входной автомат, диф. автоматы тип «А» КЭАЗ в соответствии ГОСТ Р 50571.28, цифровая индикация сети по каждой фазе.

Модель	Г. размер ШхВхГ, мм	Ном. вх. автомата 3р	Отходящих диф. автоматов шт.
Навесные (IP55)			
ЭЩР-Ф-Д3	303x214x118	C25	3
ЭЩР-Ф-Д4	410x262x150	C40	4
ЭЩР-Ф-Д5			5
ЭЩР-Ф-Д6			6
ЭЩР-Ф-Д7	304x405x116	C50	7
ЭЩР-Ф-Д8			8
ЭЩР-Ф-Д9			9
ЭЩР-Ф-Д10	410x524x150	C63	10
ЭЩР-Ф-Д11			11
ЭЩР-Ф-Д12			12
Встроенные (IP41)			
ЭЩР-Ф-Д3 ВС	305x210x102 (ниша 285x190)	C25	3
ЭЩР-Ф-Д4-ВС	415x210x102 (ниша 393x190)	C40	4
ЭЩР-Ф-Д5-ВС			5
ЭЩР-Ф-Д6-ВС			6
ЭЩР-Ф-Д7-ВС	305x360x102 (ниша 285x340)	C50	7
ЭЩР-Ф-Д8-ВС			8
ЭЩР-Ф-Д9-ВС			9
ЭЩР-Ф-Д10-ВС	305x510x102 (ниша 285x490)	C63	10
ЭЩР-Ф-Д11-ВС			11
ЭЩР-Ф-Д12-ВС			12



ЭЩР-Ф-Д7 (торговой марки «Полигон»)



ЭЩР-ФИЗ-02ВК (торговой марки «Полигон»)

## Электрощитки розеточные серии ЭЩР-ФИЗ-хх: (для кабин кабинета физиотерапии, навесные)

Модель	Примечание	Г. размер ШхВхГ, мм
ЭЩР-ФИЗ-02	Выключатель на две розетки 16А с зк., индикация сети, две клеммы уравнивания потенциалов. IP44.	255x150x63
ЭЩР-ФИЗ-03	Выключатель на три розетки 16А с зк., индикация сети, три клеммы уравнивания потенциалов. IP44.	350x150x63
ЭЩР-ФИЗ-02ВК	Клавишный выкл. с индикацией сети на каждую из двух розеток 16А с зк., две клеммы уравнивания потенциалов. IP44.	310x150x63
ЭЩР-Ф-Оптимa-22	Два автомата C10 на каждую розетку с зк., одна клемма уравнивания потенциалов. IP41.	255x200x95
ЭЩР-Ф-Оптимa-УЗО	Диф. автомат C16/0,03 тип «А», две розетки с зк., индикация сети, одна клемма уравнивания потенциалов. IP41.	255x200x95



ЭЩР-Ф-Оптимa-22 IP41 (торговой марки «Полигон»)



ЭЩР-ФИЗ-02 IP44



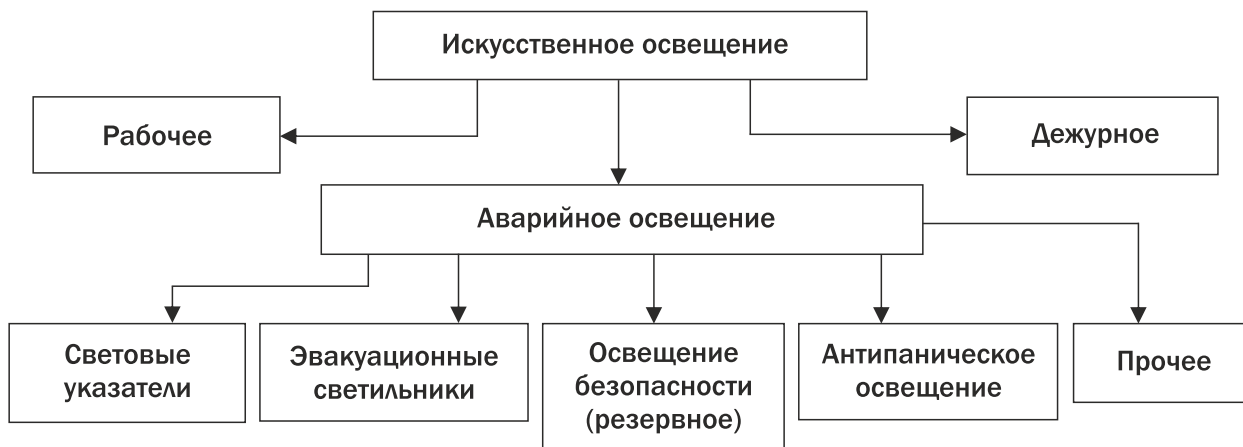
ЭЩР-ФИЗ-03 (торговой марки «Полигон»)



## Глава 07

### Рабочее, аварийное и дежурное освещение медицинских учреждений

Основные требования по освещению для учреждений здравоохранения изложены в ГОСТ Р 50571.28-2007, СП 158.13330.2014, СП 256.1325800.2016 и СанПиН 2.1.3.2630-10.



#### Рабочее освещение

Требования по показателям освещенности для основных помещений медицинских учреждений можно взять из СП 158.13330.2014. Приложение Н, (обязательное) или СанПиН 2.1.3.2630-10 Приложение 5.

**СП 256.1325800.2016 п.5.1.1** «...Для искусственного освещения помещений следует применять энергоэкономичные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы».

**п. 5.3.1** «Для повышения энергоэффективности осветительных установок в проектах следует предусматривать разрядные и светодиодные источники света...».

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.1.1** «В помещениях медицинских организаций, как правило, следует применять систему общего освещения. Общее освещение помещений, в которых осуществляют лечебно-диагностический процесс, как правило, выполняют люминесцентными лампами».

Использование светодиодных светильников допускается, при условии, что они удовлетворяют необходимым условиям по таким параметрам, как цветовая температура, коэффициент пульсаций и коэффициенту дискомфорта (специальные серии).

Использование ламп накаливания не допускается. Светильники должны иметь закрытые рассеиватели и степень защиты IP20 или более. Не допускается использование светильников с «пикселизированной» засветкой.

Для общего освещения чистых помещений, как правило, используются светильники с «безбликовым» корпусом, со степенью защиты IP54, из материалов допускающих санитарную обработку и имеющие матовый рассеиватель.

С экономической и эргономической точки зрения на сегодняшний день наиболее выгодным стало применение светодиодных светильников.

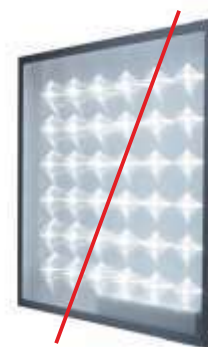
Для сравнения потребляемая мощность при равном световом потоке:

Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодный светильник
100 Вт	32 Вт	10-12 Вт

Для справки:

**Люмен (лм)** – единица измерения светового потока. Эта величина указывается производителем светильника и необходима для расчета освещенности помещения.

**Люкс (лк)** – единица для измерения освещенности одного квадратного метра поверхности. Именно эта величина указывается в требованиях по уровню освещенности того или иного помещения и рабочих поверхностей.





Цветовая температура различных источников в °K:

Свеча	Лампа накаливания	Теплый люминесцентный	Естественный белый	Холодный белый	Синее небо
			медицинские		
1500	2500	2800	4000	5500	9000-10000

Кроме общего рабочего освещения, в большинстве помещений, предусматривают местное освещение. Для освещения рабочего места – настенные светильники или настольные, подключенные к розеточной группе. В обязательном порядке должно быть предусмотрено местное освещение в палатах в виде прикроватных светильников или консолей со встроенными лампами.

### Дежурное освещение

**СП 52.13330.2011 п.7.123** «Область применения, величины освещенности, равномерность и требования к качеству для дежурного освещения не нормируются».

**СП 158.13330.2014 п.7.7.2.1.3** «Для дежурного (ночного) освещения палат следует применять специальные светильники, устанавливаемые в нишах около входов, как правило, на высоте 0,3 м от пола и присоединенные к сети эвакуационного освещения. В палатах психиатрических и детских отделений, спальнях помещений и палатах-изоляторах для детей указанные светильники должны устанавливаться на высоте не менее 2,2 м от пола (над дверным проемом). В помещениях для детей допускается установка светильников дежурного освещения, как правило, на высоте 0,3 м от пола, при этом напряжение сети дежурного освещения должно быть не более 50 В с использованием безопасных разделительных трансформаторов...».

В коридорах дежурные светильники могут располагаться как сверху, так и быть встроенными в коридорные стены на высоте 0,3 м от пола.

### Аварийное освещение

Аварийное освещение относится к противопожарным системам в соответствии со **статьей 82 ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»**.

**СП 52.13330.2011 п.7.112** «Для аварийного освещения следует применять:

а) светодиодные источники света;

б) люминесцентные лампы - в помещениях с минимальной температурой воздуха не менее 5 °С и при условии питания ламп во всех режимах напряжением не ниже 90 % номинального;

в) разрядные лампы высокого давления при условии их мгновенного или быстрого повторного зажигания как в горячем состоянии после кратковременного отключения, так и в холодном состоянии;

г) лампы накаливания - при невозможности использования других источников света.

**п.7.113** Осветительные приборы аварийного освещения допускается предусматривать постоянного действия, включенными одновременно с осветительными приборами рабочего освещения и непостоянного действия, автоматически включаемыми при нарушении питания рабочего освещения в данной зоне. В случае применения для рабочего и аварийного освещения светильников с однотипным корпусом светильники аварийного освещения должны быть помечены специально нанесенной буквой «А» красного цвета».

### Световые указатели

Количество и места расположения указателей определяются согласно **СП 256.1325800.2016 п.5.1.5**. Здесь дано достаточно информации для проектирования. Особенно внимательно необходимо отнестись к размещению указателей в помещениях, не оборудованных системой дымоудаления.

Однако требования норматива написаны таким образом, что если формально подходить к вопросу, то указатель «ВЫХОД» должен быть установлен во всех помещениях без исключения, включая каморку для хранения инвентаря уборщицы...

### Эвакуационные светильники

Требования к местам размещения эвакуационных светильников изложены в **СП 256.1325800.2016 п.5.1.3**. Расчет уровня освещенности согласно **СП 52.13330.2011 п.7.106**.



## Освещение безопасности (резервное)

Минимальное освещение необходимое для продолжения или завершения технологического процесса, прекращение которого может создать угрозу для безопасности людей. К проектированию освещения безопасности лучше всего подходить после анализа функционирования объекта проектирования при различных аварийных ситуациях. Для медицинских учреждений возможны следующие случаи:

- локальный пожар в здании;
- авария во внешней энергосети;
- природный или техногенный катаклизм ( ураганный ветер, наводнение, ледяной дождь, локальные конфликты...) с отключением внешнего электроснабжения.

Во втором случае будет приниматься решение о возможной эвакуации людей, но, как правило, больница будет продолжать функционировать с питанием от дизель-генераторной станции.

В третьем случае сама больница в виду большого количества пострадавших оказывается востребованным объектом, функционирование которого жизненно необходимо. Эвакуация людей технически может оказаться невозможной.

Соответственно, в медицинском учреждении освещением безопасности ( резервным ) должны быть обеспечены следующие помещения и места:

- помещения гр.2 - 50% светильников общего освещения;
- хирургические светильники;
- помещения гр.1 – минимум один светильник (приемный покой, перевязочные, лаборатории срочного анализа и т.д.);
- помещение ГРЩ и щитовые;
- ИТП и диспетчерские;
- посты дежурных медсестер;
- серверные и узлы связи;
- пост охраны и гардеробная;
- помещения хранения баллонов со сжиженным газом;
- аптечные пункты;
- помещения приготовления пищи;
- помещение электрогенераторной.

## Антипаническое освещение

В СП 52.13330.2011 п.7.108 в требованиях по антипаническому освещению указано: «Эвакуационное освещение больших площадей (антипаническое освещение) предусматривается в больших помещениях площадью более 60 м<sup>2</sup> и направлено на предотвращение паники и обеспечение условий для безопасного подхода к путям эвакуации...».

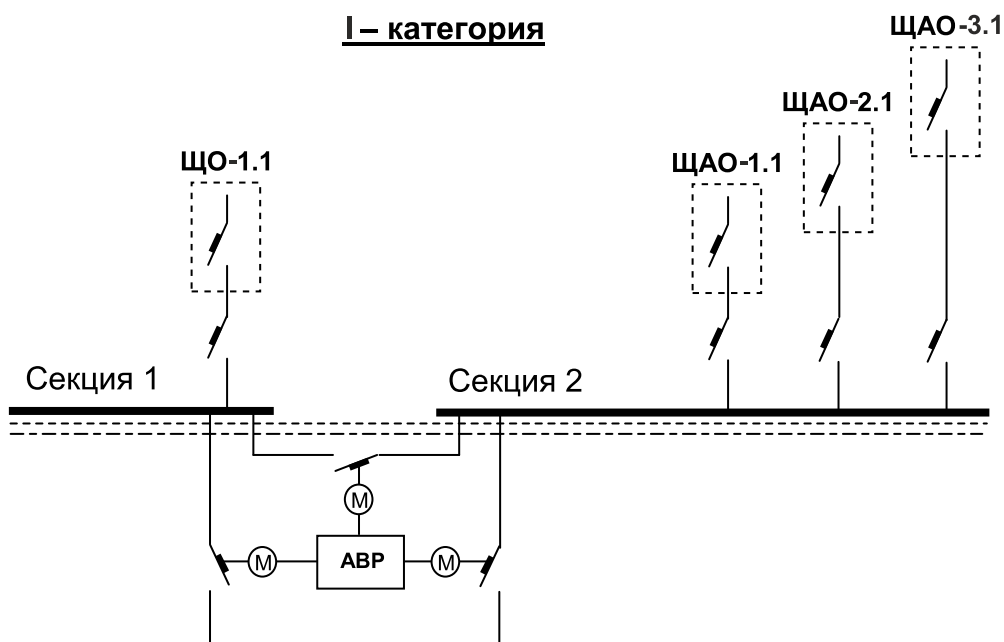
Жаль, что в нормативах нет конкретных уточнений. Например минимальные уровни освещенности при таком освещении и есть ли необходимость ставить эти светильники в помещение, где при нормальных условиях эксплуатации людей практически не бывает...

## «Прочее»

Под термином «прочее» в данном случае понимаются аварийные светильники следующего назначения:

- освещение входов в здание;
- подсветка номерных знаков строения;
- освещение мусоросборных камер;
- огни светового ограждения (согласно приказу Федеральной авионавигационной службы №119 от 28 ноября 2007г. «Размещение маркировочных знаков»).



**I – категория****I – категория, особая группа. Время эвакуации 24 часа!****Вариант 1.**

Для медицинских учреждений, где определено время окончания всех операций и эвакуации персонала до 24 часов, работа аварийного освещения должна быть рассчитана на это же время.

Соответственно щиты аварийного освещения подключаются к шине гарантированного питания. По такой схеме выполнено примерно до 80% проектов. В некоторых случаях дополнительно подстраховываются аккумуляторами, встроенными в светильники.





В СП 256.13258800.2016 применительно к электроустановкам зданий с круглосуточным пребыванием людей, с длительным нахождением в них маломобильных групп населения и тд. рекомендуется применение специальных мер повышения надежности питания систем безопасности и, в частности, эвакуационного освещения. См. п.8.12.8, 8.12.9.

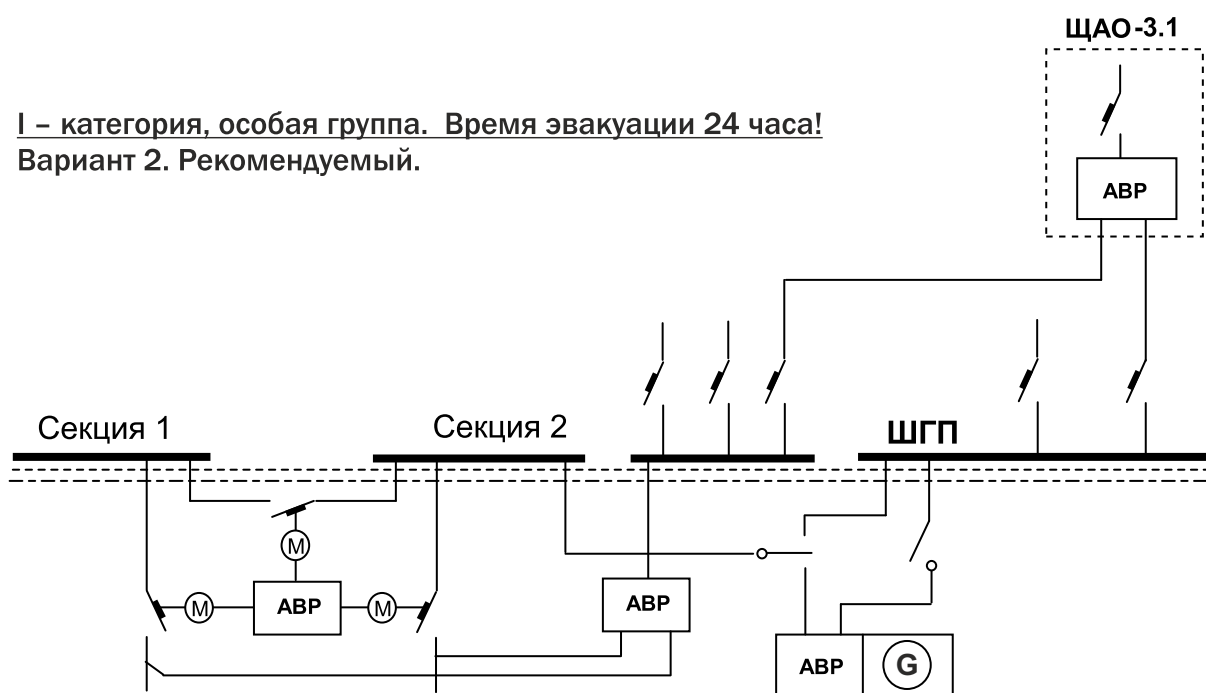
Требования носят рекомендательный характер, что означает лучшее решение.

Схемное решение в принципе как для II-й категории надежности. При отсутствии входных рубильников на вводах необходимо будет установить дополнительный комплект приборов учета потребления электроэнергии.

Для объектов, с установленным временем эвакуации более 1 часа, существует необходимость подключения к аварийному источнику питания с длительным временем поддержания. Формально, с точки зрения норматив, это делать необязательно, но отключение аварийного освещения и прочих систем в процессе завершения операций и дальнейшей эвакуации неприемлемо.

При решении схемы подключения этажных ЩАО можно воспользоваться вариантом номер 2. Данная схема позволяет избежать использования трехпроводных АВР для ЩАО и сократит количество кабельных линий.

**I – категория, особая группа. Время эвакуации 24 часа!**  
**Вариант 2. Рекомендуемый.**



Достаточно интересный пункт содержится в нормативе приведенном ниже. Выводы делайте сами...

**ГОСТ Р 50571.5.56-2013 п.560.9.1** «Системы аварийного освещения могут получать питание от централизованной системы или могут быть автономными. На автономные светильники не распространяются требования пунктов 560.9.1-560.9.4 настоящего стандарта.

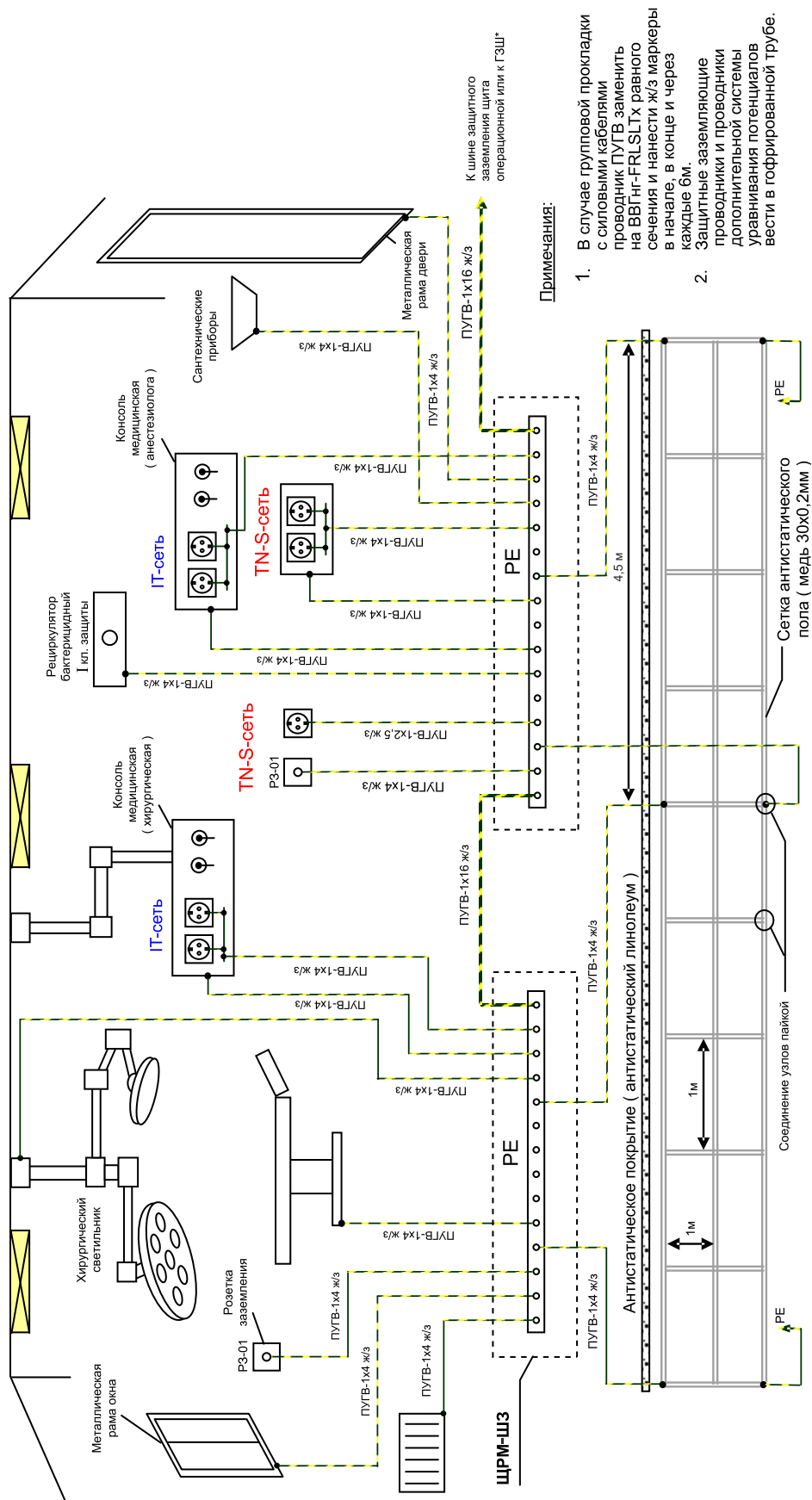
Электропроводки систем аварийного освещения с централизованной системой питания должны сохранить целостность на участке от источника до светильников в течение соответствующего периода в условиях пожара...».



## Приложение 1

### Схема заземления и дополнительного уравнивания потенциалов операционной. Вариант с защитным заземлением

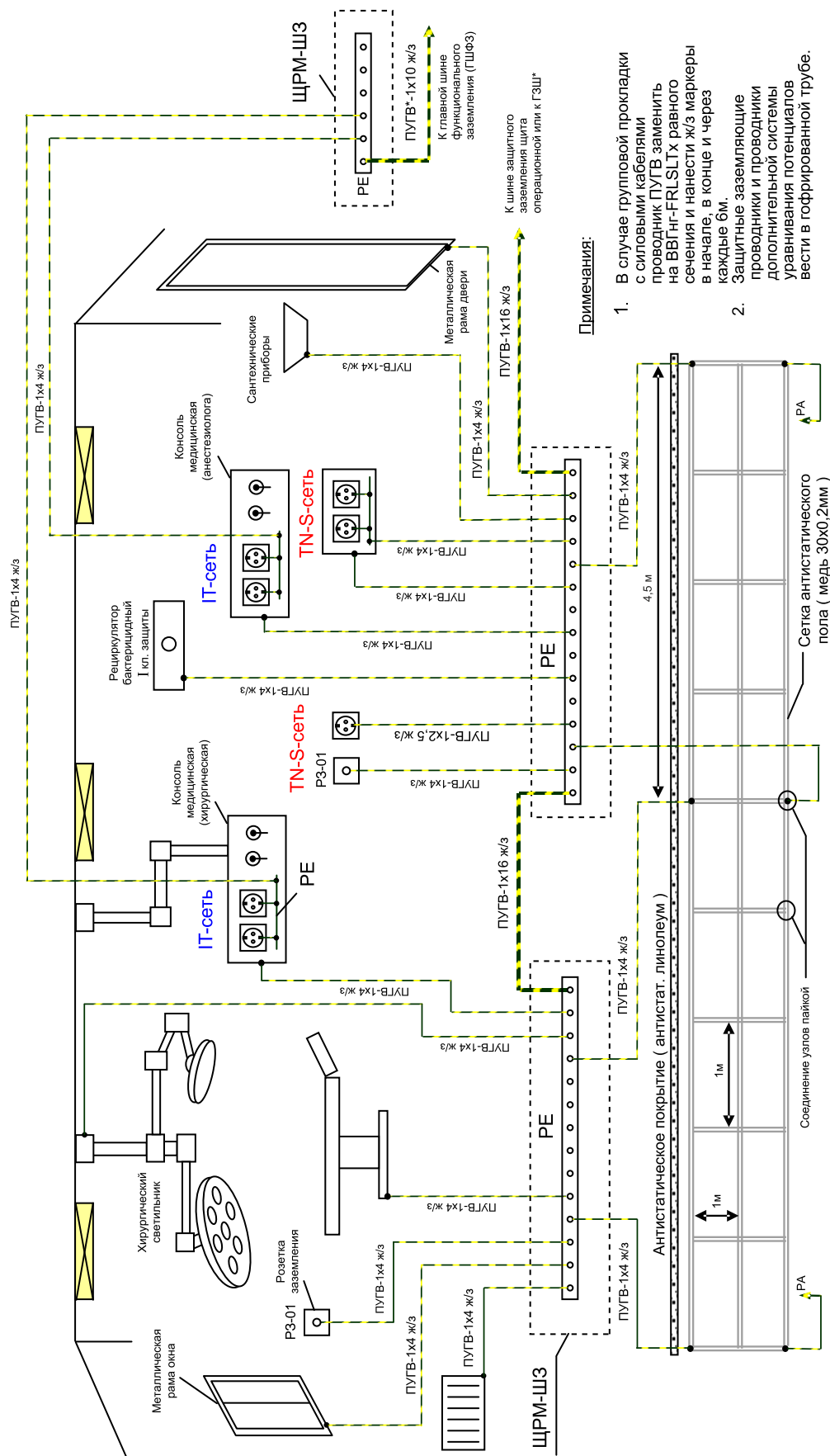
Схема заземления и дополнительного уравнивания потенциалов операционной. Вариант с защитным заземлением.



## Приложение 2

### Схема заземления и дополнительного уравнивания потенциалов операционной. Вариант с защитным и функциональным заземлением

Схема заземления и дополнительного уравнивания потенциалов операционной. Вариант с защитным и функциональным заземлением.



Примечания:

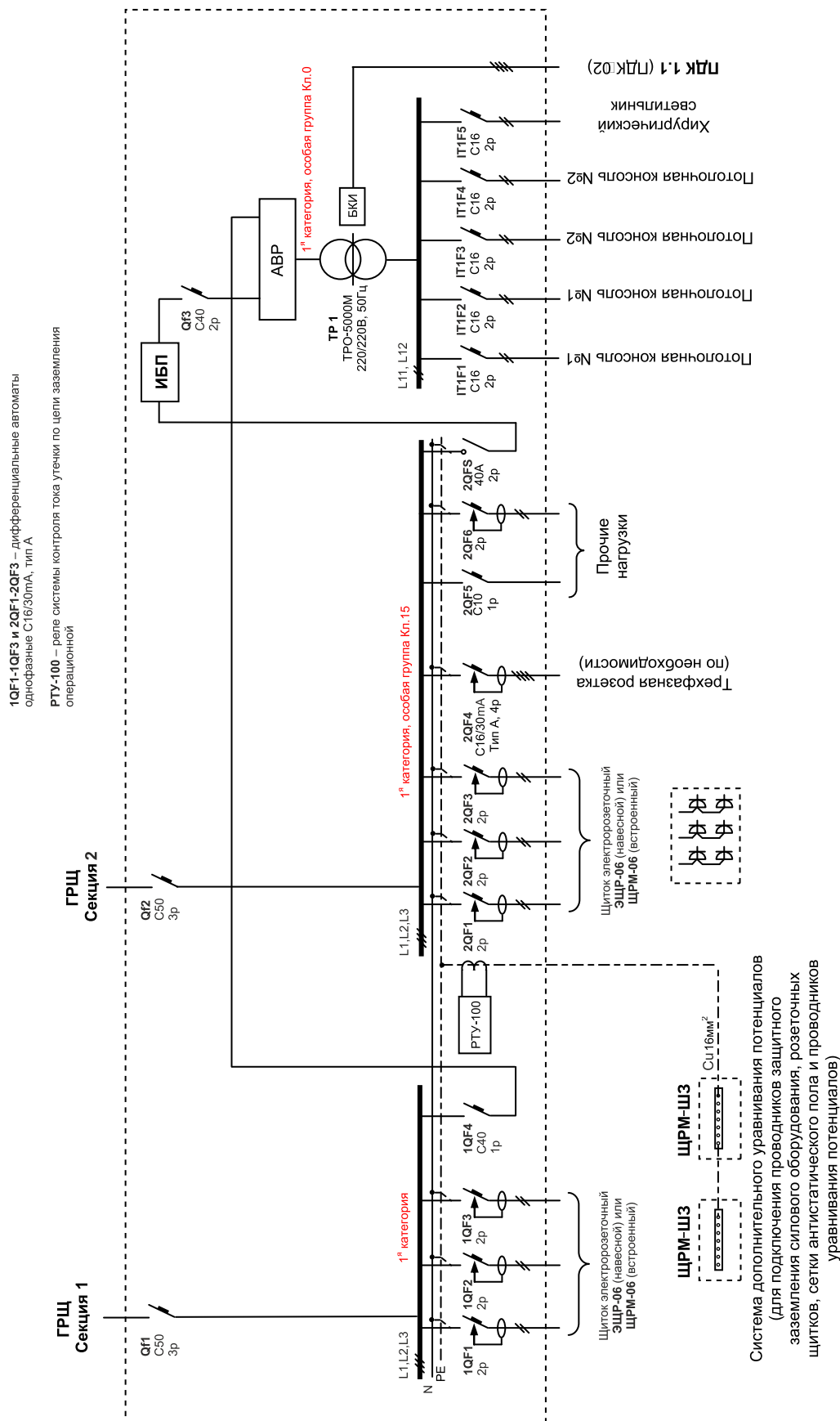
1. В случае групповой прокладки с силовыми кабелями проводник ПУГВ заменить на ВВГнг-FRLSLTx равного сечения и нанести ж/з маркеры в начале, в конце и через каждые 6м.
2. Защитные заземляющие проводники и проводники дополнительной системы уравнивания потенциалов вести в гофрированной трубе.



## Приложение 3

### Схема электропита питания операционной (Пример) (схема с учетом ГРЩ с АВР и ДГУ с поддержкой секции 2)

Схема электропита питания операционной (Пример)  
(схема с учетом ГРЩ с АВР и ДГУ с поддержкой секции 2)





## Разделительные трансформаторы (торговой марки «Полигон»)



Медицинский разделительный трансформатор ТРО-5000М

### Особенности

- ➔ Повышенная нагрузочная способность.
- ➔ Наличие систем:
  - ➔ ограничения пускового тока;
  - ➔ контроля тока и температуры обмоток трансформатора;
  - ➔ контроля изоляции трансформатора и подключенной сети;
- ➔ Высокий уровень изоляции обмоток (испытательное напряжение на пробой – 4150 V AC);
- ➔ Наличие экранирующей обмотки;
- ➔ Естественная вентиляция трансформаторов;
- ➔ Низкая шумность (не более 35 дБ);
- ➔ Отклонение выходного напряжения под нагрузкой и на холостом ходу не более 5% от входного напряжения;
- ➔ Выход подключения поста дистанционного контроля (до 4 постов ПДК от одного трансформатора).

### Предназначены

Для преобразование сети типа TN-S в IT-сеть (режим изолированной нейтрали) с непрерывным мониторингом сопротивления изоляции сети и параметров трансформатора.

Используются в анестезиологических и травматологических кабинетах, операционных и послеоперационных, отделениях реанимации и других медицинских помещениях группы 2.

Трансформаторы торговой марки «Полигон™» ТРО-xxxxМ и ТРТ-xxxxМ изготавливаются и поставляются НПАО «Ф «СОЗВЕЗДИЕ» согласно ТУ 3468-019-39441565-2010. Медицинские разделительные трансформаторы имеют ряд специфических качеств, характерных для медицинского оборудования, которые предписываются соответствующими медицинскими стандартами.

### Конструкция

Трансформаторы серий ТРО – XXXXXМ и ТРТ – XXXXXМ представляют собой законченную конструкцию с трансформаторами, автоматами по входу и выходу, системой контроля изоляции, контролем температуры трансформатора и тока нагрузки. Трансформаторы содержат дополнительную изолированную шину для организации функционального заземления (FE).

### Сертификаты соответствия

- ➔ Декларация соответствия ТР ТС: №ТС N RU Д-RU. АУ14.В.15256 (соответствие ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011).
- ➔ Добровольный сертификат соответствия: РОСС.RU.МЛ02.Н00195 (ГОСТ Р 50571.28-2006 «Требования к специальным электроустановкам. Раздел 710. Медицинские помещения»).
- ➔ Протокол испытаний № 2243 от 14.02.2013 (на соответствие МЭК 61558-2-15: 1999 «Особые требования к силовым трансформаторам медицинских учреждений», по разделам не противоречащим ГОСТ 50571.28).

### НАПОМИНАЕМ!

1. Согласно ГОСТ Р 50571.28 мощность медицинского разделительного трансформатора должна быть не менее 0,5 кВА и не более 10 кВА вне зависимости от количества фаз.
2. Выходное напряжение 380 / 220В (400 / 230 В) для медицинских трехфазных разделительных трансформаторов запрещено!
3. Использование вентиляторов для охлаждения трансформаторов запрещено!



## Технические характеристики

№	Параметр	Значение
1	Сопротивление изоляции трансформатора, не менее	10 МОм
2	Сопротивление изоляции на выходе системы при подключенной системе контроля изоляции	1 МОм
3	Максимально допустимое входное напряжение	+ 20% от U <sub>вх</sub>
4	Ток утечки, не более	0,5 мА
5	Максимально допустимая (неразрушающая) t°С трансформатора	150°С
6	Допустимый диапазон температуры окружающей среды	-10 / +35°С
7	Акустический шум, не более	35 Дб
8	Уставка уровня сопротивления изоляции системы контроля	50 кОм
9	Время срабатывания системы контроля изоляции	1-2 сек
10	Напряжение контроля сопротивления изоляции трансформатора, АС	4150 В

### Тех. характеристики однофазных разделительных трансформаторов (IP20, IP54)

U<sub>вх</sub> - 220В, 50 Гц. U<sub>вых</sub> - 220В +/-2,5%, 50 Гц.

Модель, А	P <sub>ном</sub> , ВА	I <sub>ном</sub> , А	Степень защиты IP20			Степень защиты IP54		
			Масса, кг	Габариты, мм	Сх.исп.*	Масса, кг	Габариты, мм	Сх.исп.*
ТРО-600М	660	3	26	320x510x240 настенный	1	40	380x870x270 настенный	1, 2
ТРО-1 000М	1 200	5,5	32			45		
ТРО-2 000М	2 200	10	45			50		
ТРО-3 000М	3 500	16	55	285x940x345 напольный	1, 2, 3, 4	85	330x1940x340 напольный с цоколем	1, 2, 3, 4
ТРО-4 000М	4 400	20	65			95		
ТРО-5 000М	5 500	25	75			100		
ТРО-6 000М	6 000	27	100			110		
ТРО-7 000М	7 000	32	105			120		
ТРО-8 000М	8 000	36,5	115			130		
ТРО-9 000М	9 500	43	120			140		
ТРО-10 000М	10 500	48	130			150		



TRO-7000M (IP20)



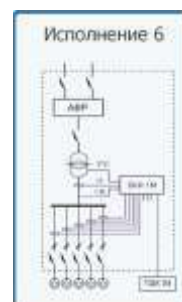
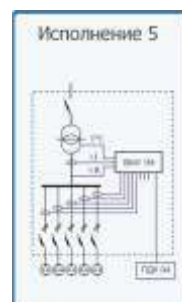
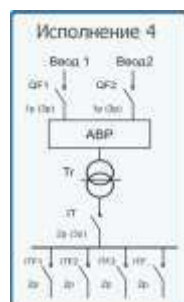
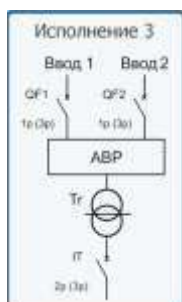
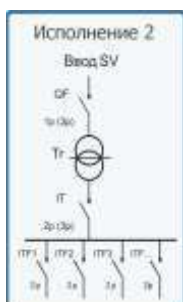
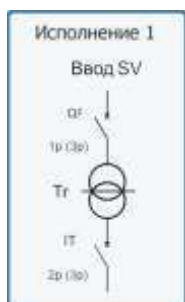
### Тех. характеристики трехфазных разделительных трансформаторов (IP20, IP54)

U<sub>вх</sub> - 380 / 220В, 50 Гц. U<sub>вых</sub> - 3ф 220В +/-2,5%, 50 Гц.

Модель	P <sub>ном</sub> ВА	I <sub>номвх</sub> А	I <sub>номвых</sub> А	Степень защиты IP20			Степень защиты IP54		
				Масса, кг	Габариты, мм	Сх.исп.*	Масса, кг	Габариты, мм	Сх.исп.*
TPT-1 000M (220)	1 000	1,5	3	45	380x870x270 настенный	1	45	380x870x270 настенный	1, 2, 3, 4
TPT-1 500M (220)	1 500	2,5	4	50			50		
TPT-2 000M (220)	2 000	3	5,5	55			55		
TPT-2 500M (220)	2 500	4	7	60	285x940x345 напольный	1, 2, 3, 4	60	330x1940x310 напольный с цоколем	
TPT-3 000M (220)	3 600	5,5	9,5	70			80		
TPT-4 000M (220)	4 600	7	12	85			95		
TPT-5 000M (220)	5 000	8	13,5	100			115		
TPT-6 000M (220)	6 600	10	17,5	120			130		
TPT-7 000M (220)	7 000	11	18,5	130	140		550x1940x340 напольный с цоколем		
TPT-8 000M (220)	8 000	12	21	150	160				
TPT-9 000M (220)	9 500	14,5	25	165	185				
TPT-10000M(220)	10 500	16	28	170	195				

## Схемные исполнения

По требованию заказчика трансформаторы могут быть дополнительно оснащены автоматами нагрузки и встроенной системой АВР.





## Другая продукция торговой марки «Полигон»

### Стабилизаторы напряжения «Сатурн» и «Каскад»

Группа компаний «Полигон» производит отечественные стабилизаторы напряжения и предлагает широкий выбор моделей для дома, офиса, производства или муниципальных учреждений.



«Каскад»  
SN-O-2000

Стабилизаторы напряжения «Сатурн» и «Каскад» торговой марки «Полигон» разработаны с учетом российских сетей и обеспечивают эффективную работу с любыми типами нагрузок за счет плавной стабилизации выходного напряжения в широком диапазоне входного напряжения с высокой точностью (+/-1%), без разрыва фазы, без выброса помех в сеть и искажения формы питающего напряжения. Конструктивные решения позволяют объединить в себе достоинства стабилизаторов различных систем.

Однофазные стабилизаторы предназначены для работы с напряжением 220 В: электронные стабилизаторы «Каскад» мощностью от 0,8 кВА до 20 кВА и электромеханические «Сатурн» мощностью от 4 кВА до 140 кВА. Трехфазные стабилизаторы предназначены для работы с напряжением 380 В: «Каскад» мощностью от 12 кВА до 120 кВА, «Сатурн» мощностью от 12 кВА до 2 000 кВА.



«Сатурн»  
серии 1000

### Трансформаторные и магистральные фильтры

Группа компаний «Полигон» производит сетевые фильтры для защиты электронной техники от помех, распространяемых по сети питания:

- магистральные фильтры «Квазар»;
- трансформаторные фильтры ФСТО и ФСТТ;
- помехоподавляющие фильтры ФС-16М.

#### Фильтры сетевые магистральные "Квазар"

Предназначены для защиты групп вычислительной, измерительной техники, систем связи, промышленного оборудования с ЧПУ, источников бесперебойного питания (UPS) и других потребителей электроэнергии от мощных промышленных импульсных помех, в том числе от грозовых разрядов.



«Квазар»  
Ф-О-4Р

#### Трансформаторные фильтры

Самые эффективные из пассивных фильтров. Применяются для защиты оборудования от помех в условиях, где обычные фильтры оказываются малоэффективными. Например, обеспечение устойчивой работы вычислительных комплексов в условиях промышленного предприятия. В значительной степени сохраняют свою эффективность в условиях некачественного заземления и позволяют организацию режима изолированной нейтрали для нагрузки с использованием технологического заземления.



Фильтр ФСТТ-20000

### Модули автоматики и защиты

Модульные устройства автоматики торговой марки «Полигон» - это ряд устройств, выполненных на единой конструктивной основе для размещения на DIN-рейке 35 мм.

Благодаря большому количеству регулируемых параметров и различных алгоритмов работы позволяют строить гибкие системы контроля, управления трехфазными и однофазными нагрузками в сетях переменного тока 220/380 В, 50 Гц.

Позволяют решать задачи, связанные с индикацией, измерением и регистрацией различных параметров, а также защитой электрооборудования от перенапряжений и промышленных помех сети. Модули самостоятельно могут коммутировать нагрузку с током или управлять контактором.



AVR-3/3-И.01  
AVR-3/3-ПЦИ  
AVR-3/3-ПУ



## Сертификаты на продукцию «Полигон™»





# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

## ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

- ⊕ категории электроснабжения
- ⊕ аварийные источники питания
- ⊕ защитное и функциональное заземление
- ⊕ аварийное освещение
- ⊕ практические схемы

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

- ⊕ медицинская IT-сеть
- ⊕ особенности подключения и эксплуатации оборудования

**2017**  
СЕНТЯБРЬ



196084, г. Санкт-Петербург,  
ул. Коли Томчака,  
д. 9 лит. Ж



8 (812) 323-91-75  
8 (812) 327-07-06  
8 (800) 333-00-68



[www.poligonspb.ru](http://www.poligonspb.ru)  
[www.medelectro.ru](http://www.medelectro.ru)



[zakaz@poligonspb.ru](mailto:zakaz@poligonspb.ru)