



# содержание

## Практическое руководство по электроснабжению медицинских помещений группы 2

### 1 Введение

1.1	Цели данного руководства .....	2
1.2	Предложения компании АББ в области здравоохранения .....	3
1.3	Примеры использования оборудования АББ в области здравоохранения .....	4

### 2 Основные определения стандарта

2.1	Медицинское помещение .....	6
2.1.1	Медицинское помещение .....	6
2.1.2	Медицинское электрооборудование .....	7
2.1.3	Медицинская электрическая система .....	8
2.1.4	Контактирующая часть .....	8
2.1.5	Внешняя проводящая часть .....	10
2.1.6	Медицинские помещения группы 0, 1 и 2 .....	10
2.1.7	Окружающая обстановка пациента .....	14
2.1.8	Медицинская система ИТ электрического питания .....	15
2.1.9	Главный распределительный щит .....	16

### 3 Проектирование и монтаж систем электро- снабжения в медицинских помещениях

3.1	Область применения стандарта .....	18
3.2	Указания по безопасности для медицинских помещений .....	18
3.2.1	Шина уравнивания потенциалов .....	21
3.2.2	Медицинская система ИТ электрического питания .....	27
3.2.3	Устройство контроля изоляции .....	31
3.2.4	Устройства контроля изоляции для линий 230 В .....	33
3.2.5	Устройства контроля изоляции для линий 24 В .....	38
3.2.6	Панели дистанционной сигнализации QSD .....	40
3.3	Проектирование и монтаж электрических систем .....	43
3.3.1	Электрические распределительные щиты .....	43

3.3.2	Smissline-система разъемного монтажа электрооборудования .....	47
3.3.3	Кабельные каналы .....	49
3.3.4	Электропитание радиологического и аналогичного оборудования .....	50
3.3.5	Селективность устройств защиты .....	50
3.3.6	Принципы установки .....	51
3.3.7	Заземление .....	52
3.3.8	Безопасность .....	52
3.3.9	Аварийное освещение .....	53

### 4 Прочие сведения по системам для медицинских помещений

4.1	Ветеринарные клиники .....	54
4.1.1	Опасность поражения электрическим током .....	54
4.1.2	Критерии выбора параметров и защиты электрической системы .....	55
4.1.3	Медицинская система ИТ электрического питания в ветеринарных помещениях .....	55
4.1.4	Проверка ветеринарных помещений .....	55
4.2	Приемосдаточные и периодические проверки .....	56
4.2.1	Приемосдаточные испытания .....	56
4.2.2	Периодические проверки .....	61
4.2.3	Документирование результатов .....	61

### 5 Приложение

5.1	Последовательность создания электрических систем в медицинских помещениях .....	62
5.2	Варианты проектирования электрических систем .....	63
5.3	Электромедицинские устройства с рабочими частями .....	66
5.4	Нормативные документы .....	66

# Введение

*Настоящее руководство является результатом многолетнего опыта работы компании «АББ» в области здравоохранения и постоянного контакта с нашими клиентами, работающими в этой области. Такая деятельность позволила нам глубоко изучить практические вопросы, сравнивая при этом нормативную сторону с технической.*

*Мы выражаем признательность всем клиентам компании «АББ», которые постоянно делились своим опытом, что позволило нам сделать все возможное для защиты пациентов.*

## 1.1

### Цели данного руководства

Цель данного документа состоит в иллюстрации требований, приведенных в стандарте МЭК 60364-7-710 (ГОСТ Р 50571.28-2006), которые должны выполняться при вводе в эксплуатацию электрических систем в медицинских помещениях группы 2. Среда таких помещений представляет собой высокую степень опасности для пациентов, поэтому при установке оборудования требуется принять дополнительные меры по сравнению с электроустановками в обычных помещениях.

Проектирование электроснабжения медицинских помещений групп 2 накладывает дополнительную ответственность на проектировщиков, поэтому данный документ может также послужить руководством для тех, кто впервые сталкивается с проектированием медицинских электроустановок.



## Предложения компании АББ в области здравоохранения

При проектировании систем электроснабжения в госпитале необходимо понимать, как выбрать и установить оборудование с необходимыми параметрами. Компания АББ предлагает полный набор оборудования для электроснабжения любых медицинских помещений, от операционных до служебных помещений, для обеспечения максимально комфортных условий в госпиталях, клиниках, домах престарелых, стоматологических и ветеринарных клиниках. Это позволяет медицинскому персоналу эффективно выполнять свои обязанности и предоставлять пациентам постоянную и высокопрофессиональную помощь в полностью безопасном окружении.

Так, система вызова и оповещения SIGNAL позволяет организовать вызов медсестры в госпиталях и санаториях. Шкафы QSO служат для обеспечения электроснабжения операционных. Изолирующие трансформаторы и устройства контроля изоляции ISOLTESTER и SELVTESTER позволяют защитить систему от пробоя изоляции без автоматического разрыва цепи при первой неисправности.

> Связь между пациентами и сестринским персоналом

Компания «АББ» также предоставляет все необходимое оборудование для создания электрических систем и автоматизации зданий от общих распределительных щитов до автоматов защиты сетей освещения, от систем диспетчеризации зданий с помощью систем EIB/KNX до высокопроизводительных приводов и электродвигателей для систем кондиционирования воздуха и гидротермальных систем, от воздушных автоматических выключателей и автоматов в литом корпусе до устанавливаемых на стену и заподлицо распределительных коробок. Функции защиты, управления и измерения могут быть реализованы не только за счет устройств общего назначения для распределительных сетей, но и с помощью специальных устройств, таких как устройства защитного отключения (УЗО), блоки утечки, устройства защиты от импульсных перенапряжений, а также с помощью прочих устройств, устанавливаемых на DIN-рейку.

Продукция АББ представляет собой полностью законченные серии для любых задач, поэтому позволяет воплощать лучшие решения, делать лучшие капиталовложения и добиваться наилучших результатов в области качества, контроля стоимости и производительности.

> Готовые решения

Выбрав продукцию компании «АББ», вы доверяете работу ваших систем ведущей компании в областях энергетики и систем автоматизации, которая всегда была среди лидеров в производстве электрооборудования для госпиталей.



## 1.3

**Примеры использования оборудования АББ в области здравоохранения**

Опыт компании АББ в области здравоохранения подтвержден рядом успешных реализованных проектов, которые признаны лучшими с технической точки зрения. Ниже приведен перечень наиболее значимых учреждений здравоохранения, с которыми АББ сотрудничала в последнее время:

- Клиника Хуманитас клиник в Родзано, Милан
- Клиника Коламбас тритмент клиник, Милан
- Ортопедический институт Гаэтано Пини, Милан
- Госпиталь Нигуарда Кагранда, Милан
- Госпиталь Чивили, Брешия
- Госпиталь Читта ди Бреша, Брешия
- Медицинский центр Фондационе Полиамбуланца, Брешия
- Госпитали ди Чирколо и Фондационе Макки, Варезе
- Региональный госпиталь Аоста
- Центральный госпиталь Кастельфранко Венето, Тревизо
- Центральный госпиталь Монтебеллуна, Тревизо



Госпиталь Чирколо  
Фондационе Макки, Варезе



Госпиталь Чирколо  
Фондационе Макки, Варезе





Госпиталь Спедали Чивили, Брешия



Госпиталь Спедали Чивили, Брешия



Центральный госпиталь  
Кастельфранко Венето, Тревизо



Госпиталь Нигурда Кагранда,  
Милан

# 2 Основные определения стандарта

## 2.1

### Основные определения стандарта

Перед тем как приступить к рассмотрению различных вариантов создания систем электро-снабжения учреждений, дадим ряд необходимых определений.

#### 2.1.1

##### Медицинское помещение

МЭК 60364-7-710 Ст. 710.2.1  
(ГОСТ Р 50571.28-2006)

**Помещение, предназначенное для диагностики, лечения (включая косметологические процедуры), наблюдения и ухода за пациентами.**

Медицинские помещения также могут состоять из группы комнат, если они соединены функционально, причем они могут не сообщаться напрямую, и быть предназначены для диагностики, лечения, проведения хирургических операций, наблюдения за пациентами и реабилитации (включая косметологические операции). Например, функционально соединенными комнатами можно назвать операционную, комнату для проведения процедур перед анестезией и послеоперационное помещение. Медицинские помещения являются помещениями с большей опасностью электрического поражения, так как пациенты находятся в более уязвимом состоянии и подвергаются воздействию электрических устройств. Поэтому, для обеспечения максимальной безопасности пациентов для электрических систем следует использовать специальные технологии.

Тип помещения	Примеры	Максимально допустимое напряжение прикосновения ( $U_L$ )
Медицинские помещения	амбулаторное отделение	25 В
Обычные помещения	Приемная	50 В



Рисунок 2.1:  
Медицинское помещение (сверху)  
и обычное помещение (снизу).

## 2.1.2

## Медицинское электрооборудование

Электрическое оборудование, снабженное не более чем одним присоединением к специальной питающей сети и предназначенное для диагностики, лечения или мониторинга пациента, находящегося под медицинским наблюдением, которое имеет физический или электрический контакт с пациентом и/или передает энергию к или от пациента и/или обнаруживает передачу энергии к или от пациента. Дополнительные принадлежности, указанные производителем, необходимые для нормальной работы оборудования, относятся к медицинскому оборудованию.

Питание также может подаваться от внутреннего источника. В зависимости от степени изоляции, медицинское электрическое оборудование можно отнести к классу I или классу II. В устройствах класса I защита от прямого контакта обеспечивается путем подсоединения к защитному проводу (рис. 2.2.а), а в устройствах класса II — защита обеспечивается двойной или усиленной изоляцией (рис. 2.2.б).

> МЭК 60364-7-710 Ст. 710.2.3  
(ГОСТ Р 50571.28-2006)

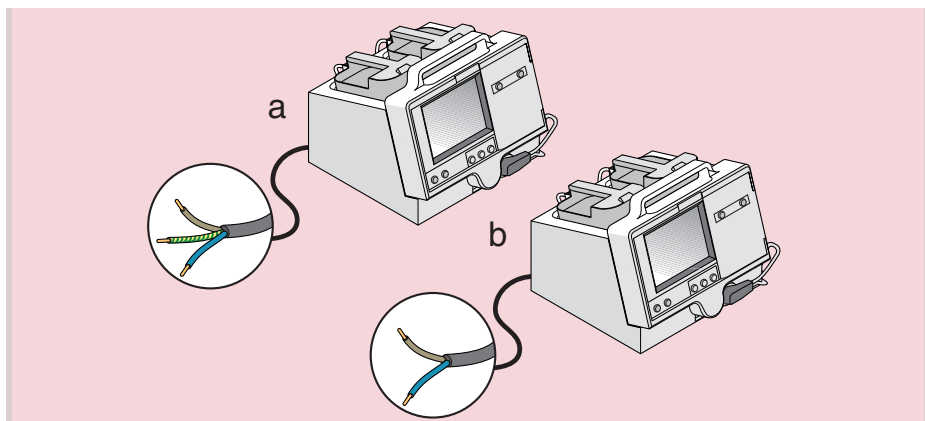


Рисунок 2.2: Медицинское электрооборудование.



## 2.1.3

## Медицинская электрическая система

Комплекс оборудования, по крайней мере одна единица которого является медицинским электрооборудованием, соединенным с остальным оборудованием функционально или посредством электрических разъемных соединений. В состав медицинской электрической системы входят принадлежности, необходимые для обеспечения работоспособности системы, и приведенные в инструкции по эксплуатации.

Медицинские электрические системы представляют собой группу электрических медицинских устройств или электрических медицинских и немедицинских устройств, соединенных электрически для передачи сигналов или данных и имеющих общее питание. Например, устройство, контролирующее физиологические параметры пациента и передающее соответствующие данные другому оборудованию, которое, в свою очередь, обрабатывает эти параметры для предоставления необходимой для диагностики информации.

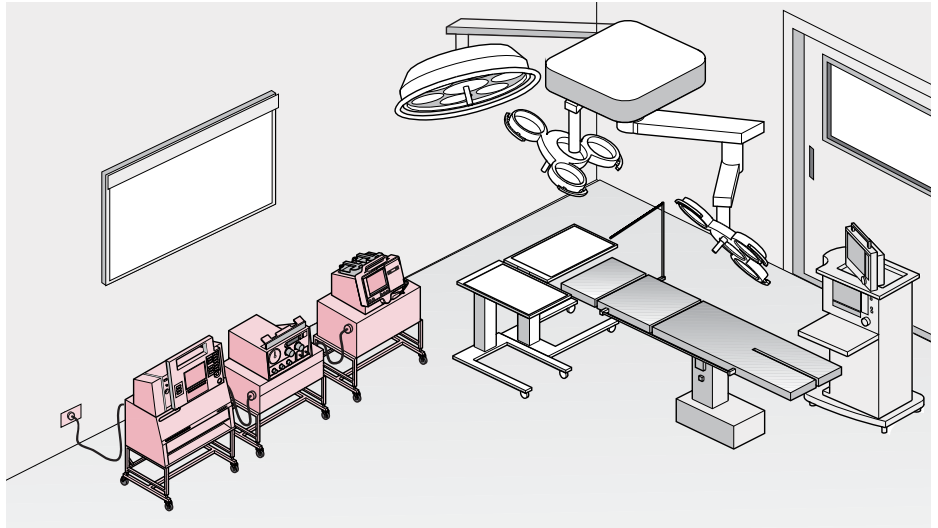


Рисунок 2.3: Медицинская электрическая система.

## 2.1.4

## Контактирующая часть

МЭК 60364-7-710 Ст. 710.2.1  
(ГОСТ Р 50571.28-2006) <

Часть медицинского электрического оборудования, которая при нормальной работе

- физически соприкасается с пациентом для выполнения своей функции или;
- может быть введена внутрь или;
- должна касаться пациента.

Контактирующая часть может являться электродом, находящимся внутри или вне корпуса устройства или поверхностью устройства, которое при использовании соприкасается с пациентом. Медицинское оборудование с контактирующей частью подразделяется на классы CF, BF и B.

Рабочая часть	Символ	Описание
CF		Устройства с изолированной контактирующей частью, которую можно ввести в непосредственное соприкосновение с сердцем.
BF		Устройства с изолированной рабочей частью, но степень защиты у которых ниже, чем для устройств класса CF. Поэтому они не пригодны для прямого использования на сердце.
B		Устройства с неизолированной контактирующей частью. Поэтому они менее безопасны с точки зрения утечек тока.

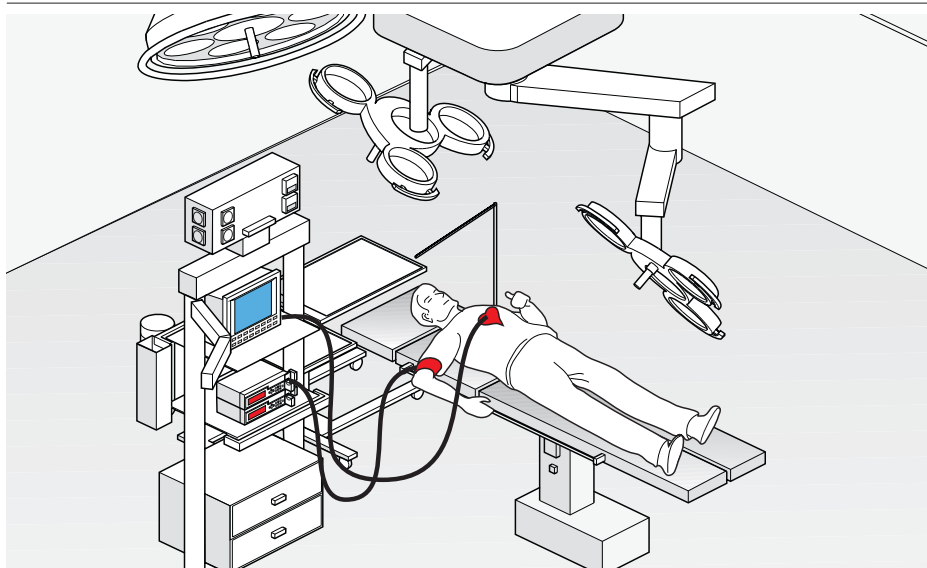


Рисунок 2.4: Пример медицинского электрического оборудования с контактирующей частью.

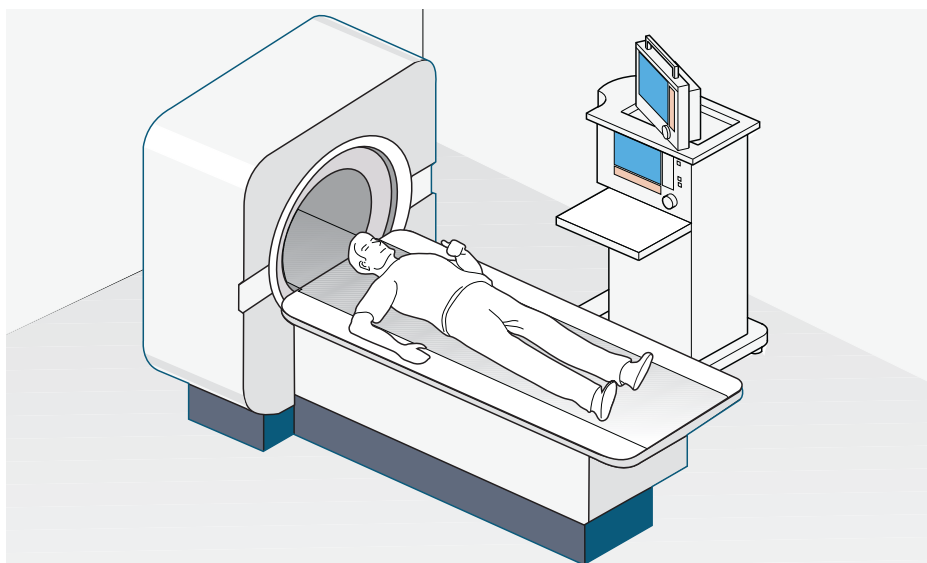


Рисунок 2.5: Пример медицинского электрического оборудования без контактирующей части.

## 2.1.5

### Внешняя проводящая часть

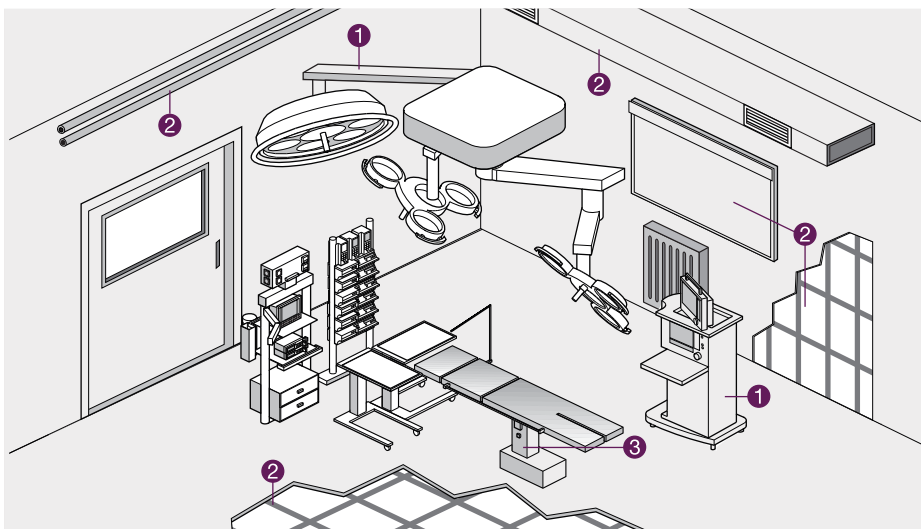
МЭК 60364-7-710 <  
Ст. 23.12

**Проводящая часть, ответственная за ввод электрического потенциала, как правило, потенциала земли, и не входящая в состав электросистемы.**

Например, внешними проводящими элементами являются металлические газо- и водопроводы, операционный стол, воздуховоды системы кондиционирования воздуха, а также такие металлические элементы здания, как рамы окон, выходящие за пределы помещений или конструкций, поддерживающих гипсокартонные стенные плиты. Металлические элементы, присутствующие в помещении, следует рассматривать как внешние проводящие элементы, если их сопротивление относительно земли:

$R < 0,5 \text{ МОм}$	для медицинских помещений группы 2, где имеется опасность микрошока (например, все операционные помещения)
$R < 200 \text{ Ом}$	для медицинских помещений групп 1 и 2, где отсутствует опасность микрошока, а имеется только опасность макрошока
$R < 1.000 \text{ Ом}$	в обычных помещениях

- 1 Проводящие части
- 2 Внешние проводящие части
- 3 Внешние проводящие части (если стол не электрический)



## 2.1.6

### Медицинские помещения группы 0, 1 и 2

Согласно МЭК 60346-7 (ГОСТ Р 50571.28-2006) медицинские помещения классифицируются следующим образом:

МЭК 60364-7-710 <

**Ст. 710.2.5 помещения группы 0: медицинские помещения, где не предполагается использование контактирующих частей.**

Например, амбулаторные отделения и массажные помещения, в которых не используются электромеханические устройства;

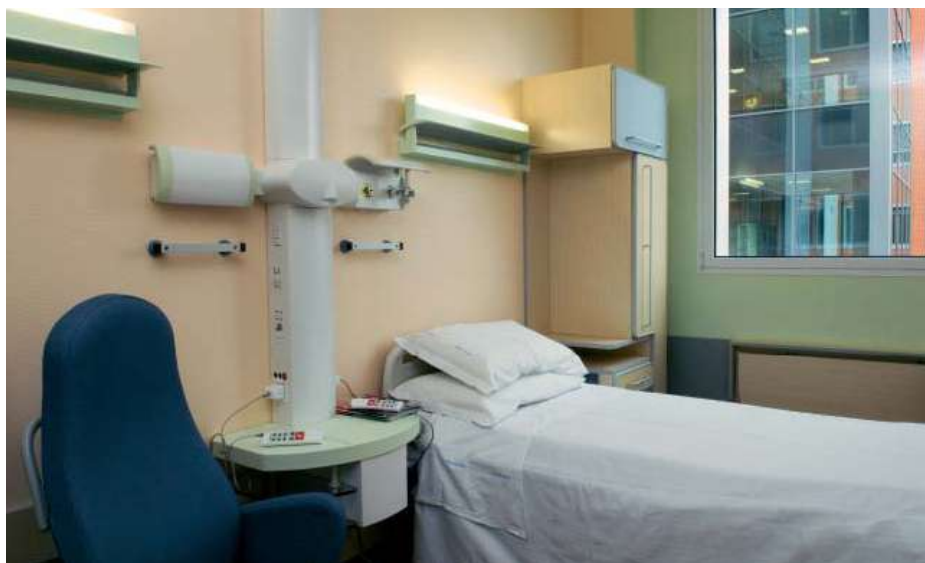


Рисунок 2.6: Медицинские помещения группы 0, амбулаторные отделения.



Помещения группы 1: медицинские помещения, в которых предполагается внутреннее или наружное применение контактирующих частей для любых частей тела, кроме зоны сердца.

В этих помещениях электромеханические устройства с рабочей частью используют как внутренне, так и наружно для любых частей тела пациента, за исключением зоны сердца;



> МЭК 60364-7-710  
Ст. 710.2.6

Рисунок 2.7: Медицинское помещение группы 1, палата госпиталя.

Помещения группы 2: медицинские помещения, в которых контактирующие части предполагается использовать для внутрисердечных процедур, в операционных для показательных операций и при выполнении других жизненно важных лечебных процедур, когда прекращение (сбой) электроснабжения представляет опасность для жизни пациента.

> МЭК 60364-7-710  
Ст. 710.2.7

Это помещения, в которых электромедицинские устройства с катетерами, проводящими жидкостями или электродами используются в зоне сердца или непосредственно на сердце пациента, вследствие чего возникает **опасность микрошока**. К группе 2 также относятся помещения, в которых с пациентами проводятся жизненно важные процедуры и **перебои в электропитании** могут привести к риску для жизни, а также комнаты для подготовки к операциям, операционные и послеоперационные помещения для пациентов, в отношении которых выполнялась общая анестезия.



Рисунок 2.8: Медицинское помещение группы 2, операционное помещение.

## Обычные помещения

Это такие помещения госпиталя, как офисные помещения, комнаты для персонала (раздевалки, столовые и др.), кладовые, коридоры, служебные помещения, служебные санузлы, приемные и т. д.

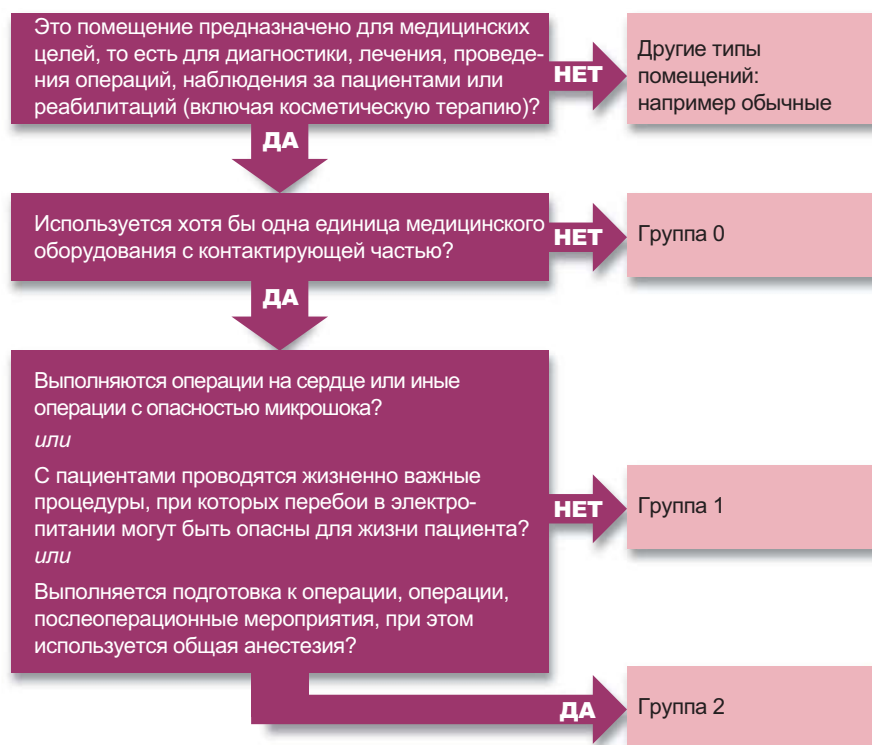
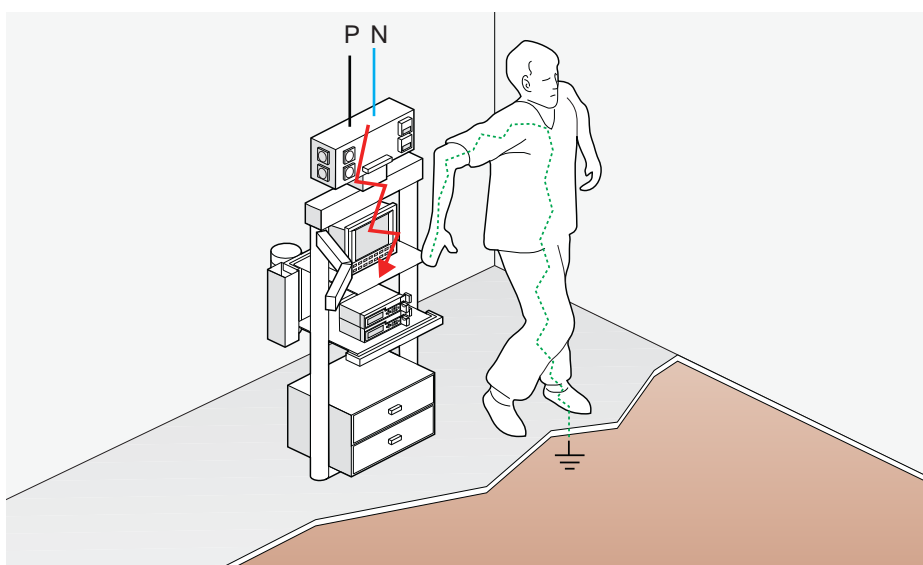
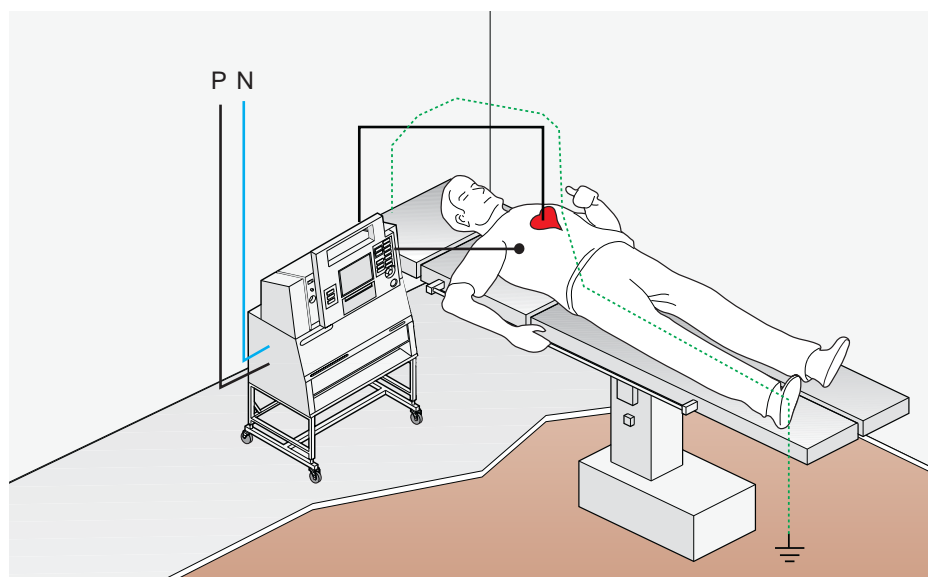


Рисунок 2.9: Блок схема для определения типа помещения.

Классификация помещений должна производиться согласно штатному использованию помещения, причем определение окружающей обстановки пациента должно **выполняться медицинским персоналом** или по согласованию с организацией здравоохранения, которая должна указать, какой тип медицинской помощи будет оказываться в рассматриваемом помещении. Для определения группы, к которой относится помещение, следует учесть опасность микрошока и макрошока и вероятность проведения местной или общей анестезии.

Макрошок – это поражение человека электрическим током, то есть прохождение тока через тело человека, которое происходит, когда два участка кожи подвергаются разности потенциалов (например, от одной руки к другой или от одной ноги к другой). В этом случае ток может проходить различными путями, в том числе затронуть область сердца. В случае протекания тока через область сердечной мышцы опасными значениями являются уже 40 – 60 мА.





> Микрошок – это поражение электрическим током, которое происходит, если разность потенциалов, которая может быть и небольшой, прилагается непосредственно к сердечной мышце через внутрисердечный датчик или катетер (но также и через скальпель, который является хорошим проводником, если он случайно оказался под напряжением). В данном случае, ток воздействует на сердечную мышцу с большей интенсивностью в точке приложения зонда, вызывая с высокой вероятностью фибрилляцию. Ток становится опасными, если он превышает 10 – 60 мкА, то есть значения в несколько тысяч раз меньшие, чем для макрошока.

#### Примеры классификации медицинских помещений

Тип помещения	Группа 0	Группа 1	Группа 2
Массажное помещение	●	●	
Палаты		●	
Родильная палата		●	
Помещения для ЭКГ, ЭЭГ, ЭНГ и ЭМГ		●	
Помещение для эндоскопии		● <sup>(1)</sup>	
Амбулаторное отделение	●	● <sup>(1)</sup>	
Урологическое отделение		● <sup>(1)</sup>	
Помещения для радиологии и лучевой терапии		●	
Помещение для гидротерапии		●	
Помещение для психотерапии		●	
Помещение для анестезии			●
Операционная			●
Помещения для подготовки к операции		●	● <sup>(2)</sup>
Комната для гипсования		●	● <sup>(2)</sup>
Послеоперационное помещение		●	● <sup>(3)</sup>
Помещение для установки сердечных катетеров			●
Помещение интенсивной терапии			●
Помещение для ангиографии и гемодинамического анализа			●
Помещение для гемодиализа		●	
МРТ-помещение		●	
Помещение для радиационной медицины		●	
Помещение для недоношенных детей			●

<sup>(1)</sup> Если не операционная.

<sup>(2)</sup> Если используется общая анестезия

<sup>(3)</sup> Если имеются пациенты, пробуждающиеся после общей анестезии



МЭК 60364-16-710 <  
Ст. 710.2.80

### Окружающая обстановка пациента

Любое пространство, где может произойти намеренный или непреднамеренный контакт пациента с частями медицинской электрической системы или с каким-либо лицом, имеющим контакт с частями системы.

В качестве исходной точки для определения окружающей обстановки пациента можно, например, взять операционный стол, койку в палате или же стоматологическое кресло.

Окружающая обстановка пациента не распространяется выше 2,5 метров от пола и за пределы помещений. Следует отметить, что при нефиксированном положении пациента нужно рассматривать все возможные ситуации. Кроме того, при наличии нескольких единиц электрооборудования и (или) переносного оборудования, окружающая обстановка пациента может включать в себя все помещение. Следовательно, требуется учесть все возможные перемещения электромедицинских устройств или пациента.

Определение окружающей обстановки пациента на этапе проектирования позволяет избежать соединения внешних проводящих частей, расположенных вне окружающей обстановки пациента с системой уравнивания потенциалов, уменьшить ее размеры и упростить установку, а, следовательно, снизить стоимость. То есть следует заранее определить все положения, в которых пациент может находиться при контакте с электромедицинским устройством. В противном случае имеется опасность несоответствия электрической системы требованиям, когда в медицинских целях требуется переместить медицинское электрооборудование с рабочими частями в положение отличное от предусмотренного.

Поэтому иногда все помещение рассматривают как окружающую обстановку пациента, что позволяет достичь гибкости при использовании пространства.

## 2

### ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАНДАРТА

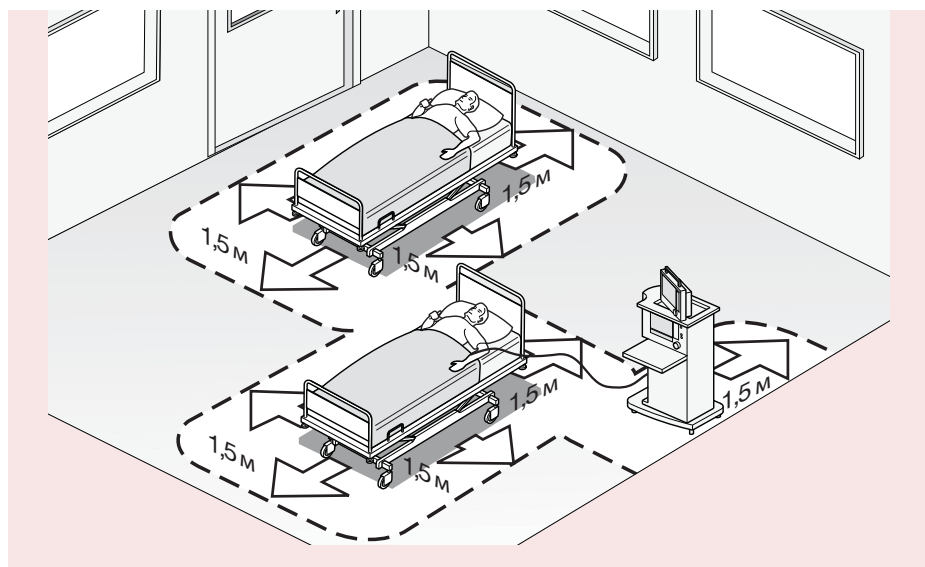
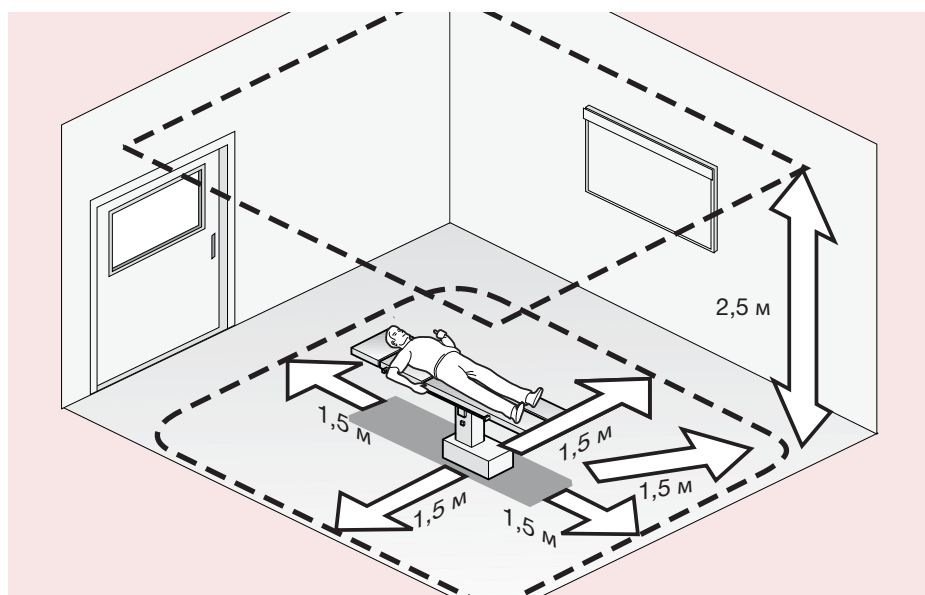
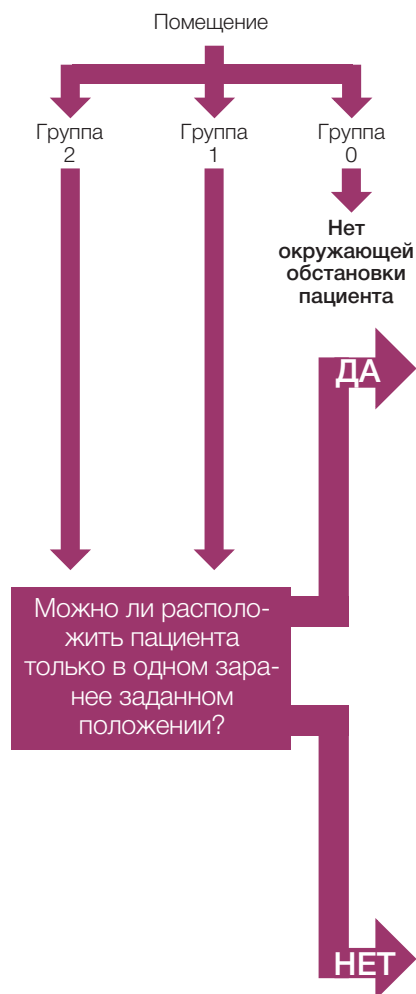


Рисунок 2.10: Определение окружающей обстановки пациента.

## Медицинская система ИТ электрического питания

Электрическая система, предназначенная для подачи питания в медицинские помещения группы 2.

➤ МЭК 60364-7-710  
Ст. 710.2.10

Медицинская ИТ система электрического питания включает в себя разделительный трансформатор для медицинского использования и устройство для постоянного контроля изоляции. Разделительный трансформатор обеспечивает две основные функции: продолжение работы при замыкании на землю и поддержание в безопасных пределах напряжения, воздействию которого может подвергнуться пациент, а, следовательно, и тока, предохраняя тем самым пациента от микрошока. Так как вторичный не прямой контакт равносителен короткому замыканию с последующим срабатыванием защитных устройств и серьезной угрозой пациенту, устройство контроля изоляции должно быть связано с изолирующим трансформатором, для того, чтобы определять любое уменьшение изоляции и предупреждать о первом замыкании на землю.

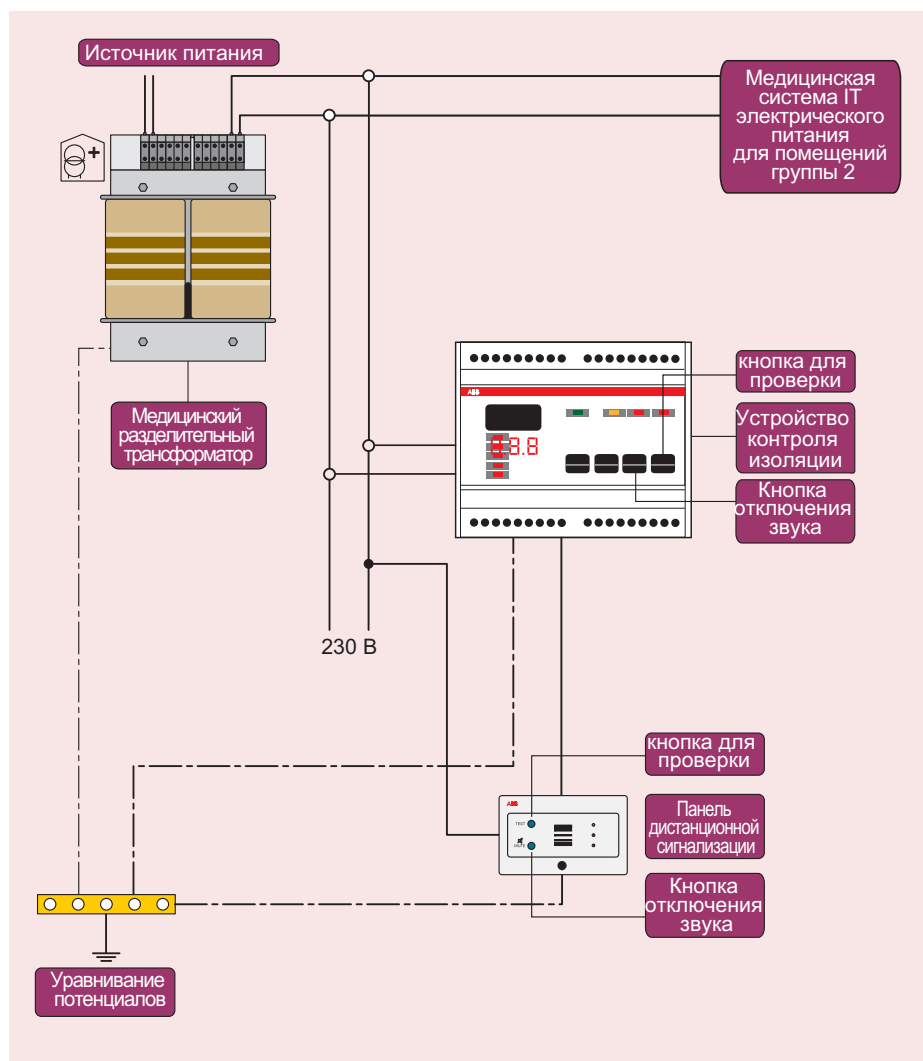


Рисунок 2.11:  
Медицинская система ИТ.





## 2.1.9 продолжение

Рекомендуется:

- располагать главный распределительный щит здания и распределительные щиты отделений в защищенном от огня месте;
- располагать распределительный щит здания в соответствующих помещениях, которые не связаны непосредственно с помещениями свободного доступа, а также вдали от легко воспламеняющихся конструкций или складов горючих веществ.



Рисунок 2.13: Главный распределительный щит (пример).

# 3

## Проектирование и монтаж систем электроснабжения в медицинских помещениях

**МЭК 60364-7-710** <  
распространяется  
на госпитали, клиники,  
медицинские и стоматоло-  
гические хирургические  
кабинеты, массажные и  
физиотерапевтические  
кабинеты, центры красоты и  
ветеринарные  
хирургические помещения.

### 3.1

#### Область применения стандарта

В медицинских помещениях требуется обеспечить безопасность медицинского персонала и, в особенности, пациентов, которые могут вступить в контакт с электромедицинскими устройствами. Поэтому, в дополнение к общим предписаниям стандарта МЭК 60364-7-710, требуется соблюдать конкретные меры безопасности, относящиеся как к устройствам, так и к системам. Безопасность электрических систем в медицинских помещениях рассматривается в разделе 710 стандарта 60364, относящегося к госпитальным, клиникам, медицинским и стоматологическим кабинетам, массажным и физиотерапевтическим кабинетам и всем прочим помещениям независимо от их местонахождения (например, медицинские кабинеты на предприятиях или в жилых зданиях), в которых используются электромедицинские устройства с контактирующими частями для пациентов. Эти предписания также относятся к помещениям для косметологических операций.

МЭК 60364-7-710 предусматривает в медицинских помещениях использование следующих систем защиты от прямого и косвенного контакта.

### 3.2

#### Указания по безопасности для медицинских помещений

Опасность поражения электрическим током может возникнуть от непосредственного контакта с частью электрической цепи, находящейся под напряжением, или от непрямого контакта с металлической частью, например, металлическим корпусом стерилизатора, которая при нормальных условиях не находится под напряжением, но по причине пробоя изоляции может оказаться под напряжением.

##### *Защита от прямого контакта*

Для защиты от непосредственного контакта с частями под напряжением разрешается только изоляция или отдельное размещение активных частей путем использования изолирующих слоев или корпусов с уровнем защиты не ниже IPXXD (или IP4X) для горизонтальных поверхностей в пределах досягаемости и IPXXB (или IP2X) во всех остальных случаях.

##### *Защита от косвенного контакта*

Защита от косвенного контакта в медицинских помещениях основана на следующем:

- а) Защита путем автоматического отключения питания.
- б) Дополнительное эквипотенциальное соединение проводящих частей и внешних проводящих частей, имеющихся в окружении пациента или тех, которые могут попасть в эту зону;
- в) Медицинская система ИТ электрического питания;
- г) Использование оборудования с классом изоляции II;
- д) Системы с очень низким безопасным напряжением (БСНН и ЗСНН).

Меры безопасности	Группа 1	Группа 2
Автоматическое отключение питания	●	● Для всех цепей, питание на которые подается не от медицинской ИТ системы
Медицинская система ИТ		●
Дополнительное эквипотенциальное соединение	●	● Сопротивление проводников $\leq 0,2$ Ом
Оборудование с классом изоляции II	●	● Подсоединение проводящих частей к системе уравнивания потенциалов
Системы с низким безопасным напряжением (БСНН и ЗСНН).	●	● Подсоединение проводящих частей к системе уравнивания потенциалов

а) Защита с помощью автоматического разрыва цепи

Такая защита должна быть реализована способом, совместимым со способом заземления нейтрали, используемым в сети (TN или TT), причем следует учитывать, что предельное значение контактного напряжения  $U_L$  в случае неисправности уменьшается до 25В (для частей системы с низким напряжением).

В TN-системах запрещено использование PEN-проводников (схема TN-C) после главного распределительного щита, так как это может нарушить работу и привести к опасности возникновения пожара, поэтому допускается только использование систем TN-S. В таких системах короткое замыкание на землю должно вызывать срабатывание защитных устройств (обычно автоматов защиты цепи) во временных пределах, указанных в таблице 3.2.

Напряжение $U_0$ (фаза - земля) (В)	Оконечная цепь t (с)	Распределительные цепи t (с)
120	0,4	5
230	0,2	5
400	0,06	5

В TT-системах должно выполняться следующее соотношение:  $R_E \cdot I_{dn} \leq 25$

где:

$R_E$  – сопротивление шины заземления (в Омах);

$I_{dn}$  – максимальный рабочий номинальный ток утечки устройств защитного отключения для защиты системы (в Амперах).

В медицинских помещениях группы 1, согласно стандарту, требуется защита только конечных цепей, от которых подается питание на сетевые розетки с номинальным током до 32 А, путем использования устройств дифференциального тока с током утечки  $I_{dn} \leq 30$  mA, хотя желательна защита устройствами дифференциального тока всех цепей. В медицинских помещениях группы 2 требуется установка УЗО с  $I_{dn} \leq 30$  mA для всех цепей, которые запитываются не от медицинской ИТ системы (за исключением случаев, когда эти цепи подают питание на стационарные устройства, находящиеся на высоте более 2,5 м и которые не могут попасть в окружающую обстановку пациента).

Выбор устройства защитного отключения (УЗО)

Некоторые потребители, такие как источники бесперебойного питания (ИБП), персональные компьютеры, принтеры, электромедицинское оборудование (например, устройства для аксиальной компьютерной томографии или для МРТ) включают в себя электронные схемы, которые при коротком замыкании на землю порождают токи с постоянной составляющей, к которым не чувствительны обычные дифференциальные устройства типа АС (тороидальный трансформатор не реагирует на постоянные токи). Поэтому для помещений группы 1 и 2 требуется (в зависимости от типа тока утечки) использовать УЗО типа А, которые реагируют на пульсирующие токи с постоянной составляющей, или УЗО типа В, которые реагируют на длительные и пульсирующие постоянные токи.

Согласно стандарту, при подаче питания через трехфазный ИБП требуется использовать УЗО типа В.

Таблица 3.1: Обзор мер по защите от косвенного контакта.

Таблица 3.2: Максимальное время разрыва для систем TN-S.




МЭК 60364-7-710  
Art. 710.413.1.3



Рисунок 3.1: Пример УЗО типа А и В.



## Типы УЗО

Обозначение	Тип	Применение	Описание
	АС	Помещения группы 1 и 2 с системой заземления TN	Только для переменного тока при замыкании на землю, который возникает мгновенно или медленно возрастает
	A	Помещения группы 2: Цепи систем освещения, розетки радиологических систем, розетки для оборудования вне окружения пациента	Только для переменного тока или постоянного пульсирующего тока при замыкании на землю, который возникает мгновенно или медленно возрастает
	B		Только для переменного тока, постоянного пульсирующего тока и длительного тока при замыкании на землю, который возникает мгновенно или медленно возрастает

Постоянный пульсирующий ток – это ток, величина которого не выше 6 мА для интервала минимум 150° каждого периода при номинальной частоте (50 Гц, 8,33 мс).

Требования <  
по эквипотенциальным  
соединениям

МЭК 60364-7-710 <  
Ст. 710.413.1.2.2.1

Условия, при которых <  
использование  
медицинской системы ИТ  
обязательно

**б) Дополнительное уравнивание потенциалов**

Согласно стандарту МЭК 60364-7-710 потенциалов в фундаменте здания требуется установка главной системы уравнивания для обеспечения эквипотенциальности всех внешних проводящих частей входящих в то же здание и дополнительных систем уравнивания там, где велика вероятность повреждения электрическим током.

Каждое медицинское помещение должно быть поэтому оборудовано собственной эквипотенциальной шиной, к которой должны подсоединяться электрические устройства и все металлические части, которые могут замкнуть электрическую цепь, поэтому, если возникает непрямо́й контакт с устройством (даже вне данного помещения), происходит практически мгновенное уравнивание потенциалов всех проводящих части и внешних проводящих частей (отсутствует значительная разность потенциалов между устройствами, доступными пациенту).

Для медицинских помещений группы 2 сопротивление шины уравнивания потенциалов не должно превышать 0,2 Ом.

**в) Медицинская система ИТ**

Известно, что УЗО ограничивает не ток утечки, а время его протекания (примерно от 10 до 30 мс); но и за этот, довольно небольшой промежуток времени, напряжение может достигать существенных значений и может возникнуть серьезная опасность при контакте пациента с проводящими частями неисправного устройства и или внешними проводящими частями.

Поэтому для медицинских помещений группы 2, где имеется опасность микрошока, стандарт предписывает использование медицинской ИТ системы совместно с шиной уравнивания потенциала всех цепей, подающих питание на:

- медицинское электрическое оборудование, расположенное на высоте ниже 2,5 м от пола или находящееся в окружающей обстановке пациента;
- сетевые розетки (кроме розеток для устройств с потреблением тока выше 5 кВА и радиологических устройств).

Фактически медицинская ИТ система позволяет:

- ограничить токи пробоя изоляции путем снижения контактного напряжения;
  - снизить токи утечки;
  - обеспечить бесперебойную работу устройств при первом коротком замыкании на землю.
- В медицинских ИТ системах цепи, запитанные от вторичной обмотки разделительного трансформатора, должны быть защищены плавкими предохранителями или термоманитными автоматами защиты сети, а не УЗО, так как УЗО для данных систем не эффективны.

**г) Оборудование с изоляцией класса II**

Медицинское электрооборудование также может иметь изоляцию класса II и иметь символ «двойная изоляция».

Такие устройства не требуется заземлять при установке в обычных помещениях и помещениях группы 1, в то время как при установке в помещениях группы 2 необходимо соединение с шиной уравнивания потенциалов (или с шиной дополнительного уравнивания потенциалов).



Символ  
«Двойная изоляция»

**д) Защита от прямого и косвенного контакта (БСНН (SELV) и ЗСНН (PELV))**

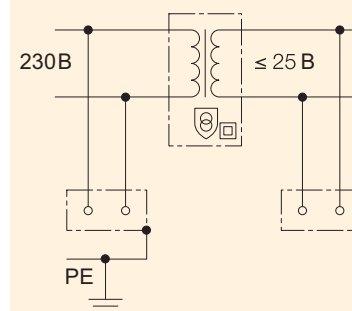
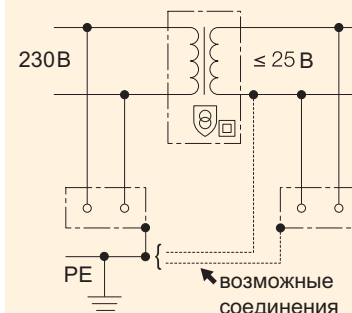
Комбинированная защита от прямого и косвенного контакта обеспечивается очень низким безопасным напряжением, которое осуществляется системами БСНН (безопасная система сверхнизкого напряжения) и ЗСНН (заземленная система сверхнизкого напряжения) при условии, что их номинальное напряжение не выше 25 В переменного тока и 60 В постоянного тока. Подача питания должна идти от трансформатора безопасности или аккумулятора, а системы БСНН и ЗСНН должны быть установлены согласно МЭК 60364-4, статья 411.1 (ГОСТ Р 50571.28-2006).

Если активные части недостаточно изолированы, то они должны иметь, по меньшей мере, степень защиты IP XXB, а для горизонтальных поверхностей в пределах досягаемости (например, кровати, столы и другие поверхности) – по меньшей мере, IP XXD.

Использование этих систем в помещениях группы 2 требует соблюдения следующих дополнительных мер:

- питание на первичную обмотку трансформатора подается от основной сети через медицинскую ИТ систему (типичный пример — подача питания на бестеневую лампу, если ее напряжение 25 В);
- все устройства, на которые подается напряжение, должны быть подключены к системе уравнивания потенциалов (шине уравнивания потенциалов).

Системы БСНН и ЗСНН используются нечасто, а именно, для питания определенных устройств, например, бестеневых ламп или инфузионных насосов.

**Система БСНН****Система ЗСНН****3.2.1****Шина уравнивания потенциалов**

Шина уравнивания потенциалов предназначена для гальванического соединения всех имеющихся проводящих частей и внешних проводящих частей или тех элементов, которые могут оказаться в окружении пациента (рис. 3.2). В этом случае, при неисправности проводящей части, все проводящие части будут иметь одинаковый потенциал и пациент при прикосновении к двум или более проводящим частям не подвергается опасности.

Согласно стандарту, установка шины уравнивания потенциалов требуется в медицинских помещениях групп 1 и 2.

Шина уравнивания потенциалов представляет собой медную шину (клеммный блок), к которой подключаются все проводники (по одному к каждой точке подключения). Она располагается в боксе на стене помещения или неподалеку снаружи помещения.

В медицинских помещениях группы 0 применения шины уравнивания потенциалов не требуется, за исключением ванных и душевых комнат.

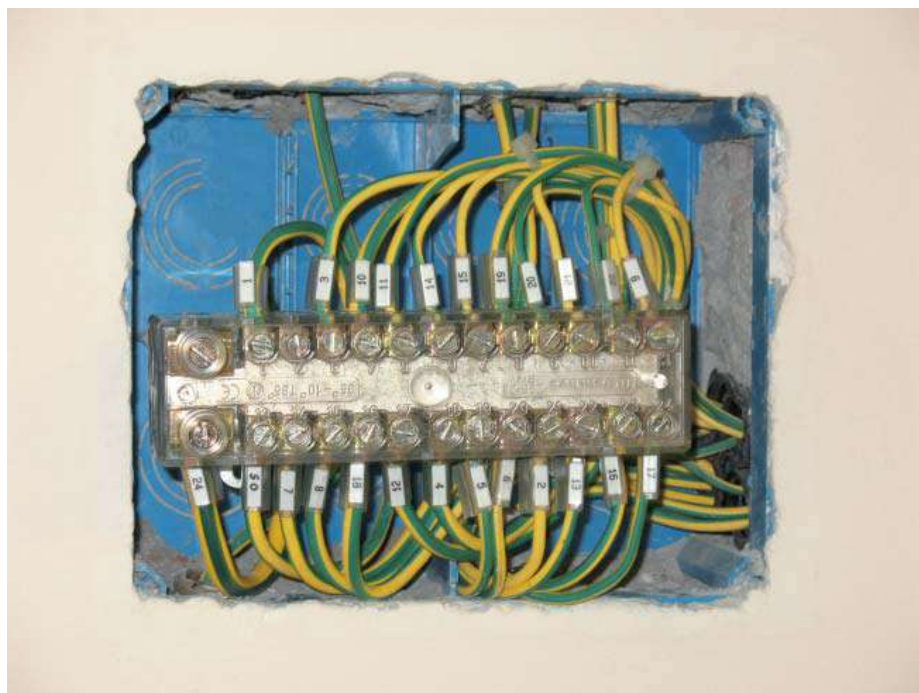


Рисунок 3.2: Шина уравнивания потенциалов, состоящая из клеммного блока.

Каждый из элементов, <  
которые могут вызвать раз-  
ность потенциалов  
необходимо подсоединять к  
шине уравнивания  
потенциалов,  
причем каждый –  
своим проводником

- <sup>(1)</sup> трубопроводы горячей и холодной воды, стоков, кислорода, медицинских газов, кондиционирования воздуха, а также конструкции для поддержки гипсокартона, металлические детали за исключением таких подвижных частей, как двери и открываемые окна
- <sup>(2)</sup> так как при использовании могут оказаться в окружении пациента
- <sup>(3)</sup> только для помещений группы 2, также устройств систем БСНН и ЗСНН
- <sup>(4)</sup> кроме заземляющих контактов розеток, расположенных на высоте от 2,5 м, используемых только для питания осветительных приборов, которые должны быть соединены с системой заземления
- <sup>(5)</sup> в помещениях группы 2
- <sup>(6)</sup> без электрических компонентов

Таблица 3.3: Элементы, требующие и не требующие подключения к узлу заземления

<p>Элементы, которые требуется подключить к шине уравнивания потенциалов</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводящие части и внешние проводящие части <sup>(1)</sup>, которые расположены в окружающей обстановке пациента или могут оказаться там при их использовании, включая установленные на высоте от 2,5 м, такие как проводящие части бестеневых операционных ламп <sup>(2)</sup></li> <li>– защитные провода устройств <sup>(3)</sup></li> <li>– контакты заземления всех розеток в помещении, так как они могут подавать питание на устройства, которые могут быть помещены в окружающую обстановку пациента <sup>(4)</sup></li> <li>– железные части железобетонной арматуры в помещениях (по возможности)</li> <li>– металлические экраны между обмотками медицинских изолирующих трансформаторов <sup>(5)</sup></li> <li>– металлические экраны для ослабления электромагнитных полей</li> <li>– проводящие сетки, расположенные под полом</li> <li>– неэлектрические и стационарные операционные столы, если для них не предусмотрено заземление</li> </ul>
<p>Элементы, которые не требуется подключать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– металлическая мебель <sup>(6)</sup></li> <li>– металлические части мебели</li> </ul>

## Окружающая обстановка пациента

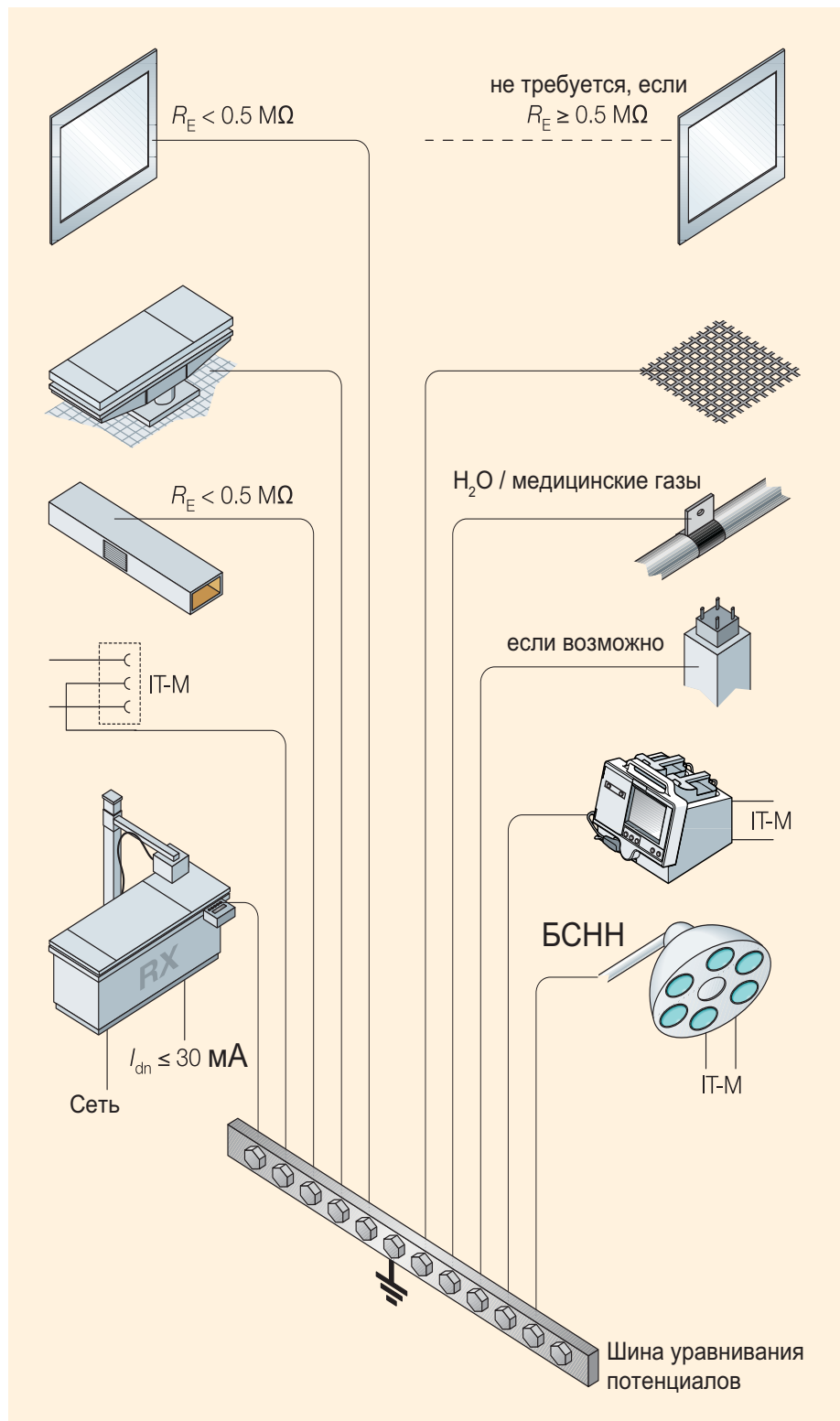


Рисунок 3.3: Пример: элементы, подключаемые к шине уравнивания потенциалов.

Все проводящие части и внешние проводящие части, а также любые экраны для предотвращения электромагнитных помех, расположенные в палатах госпиталя (помещения группы 1), необходимо подсоединить к шине уравнивания потенциалов, так как обстановкой пациента следует считать всю палату.

Если туалетные или душевые комнаты соединены с помещениями группы 1 и обычно используются пациентами, они тоже должны быть подключены к системе уравнивания потенциалов через местную шину.



### Дополнительные шины уравнивания потенциалов

В общем случае, каскадное соединение шин уравнивания потенциалов не допускается (дополнительные шины уравнивания потенциалов), за исключением металлических трубопроводов и расположенных рядом розеток.

Между проводящей частью (внешней проводящей частью) и шиной уравнивания потенциалов можно использовать только одну дополнительную шину уравнивания потенциалов. При условии соблюдения указанного выше правила в одном и том же помещении может иметься несколько промежуточных шин уравнивания потенциалов.

Промежуточное соединение между розетками рассматривается как дополнительная шина уравнивания потенциалов и, следовательно, не может включать в себя более двух розеток.

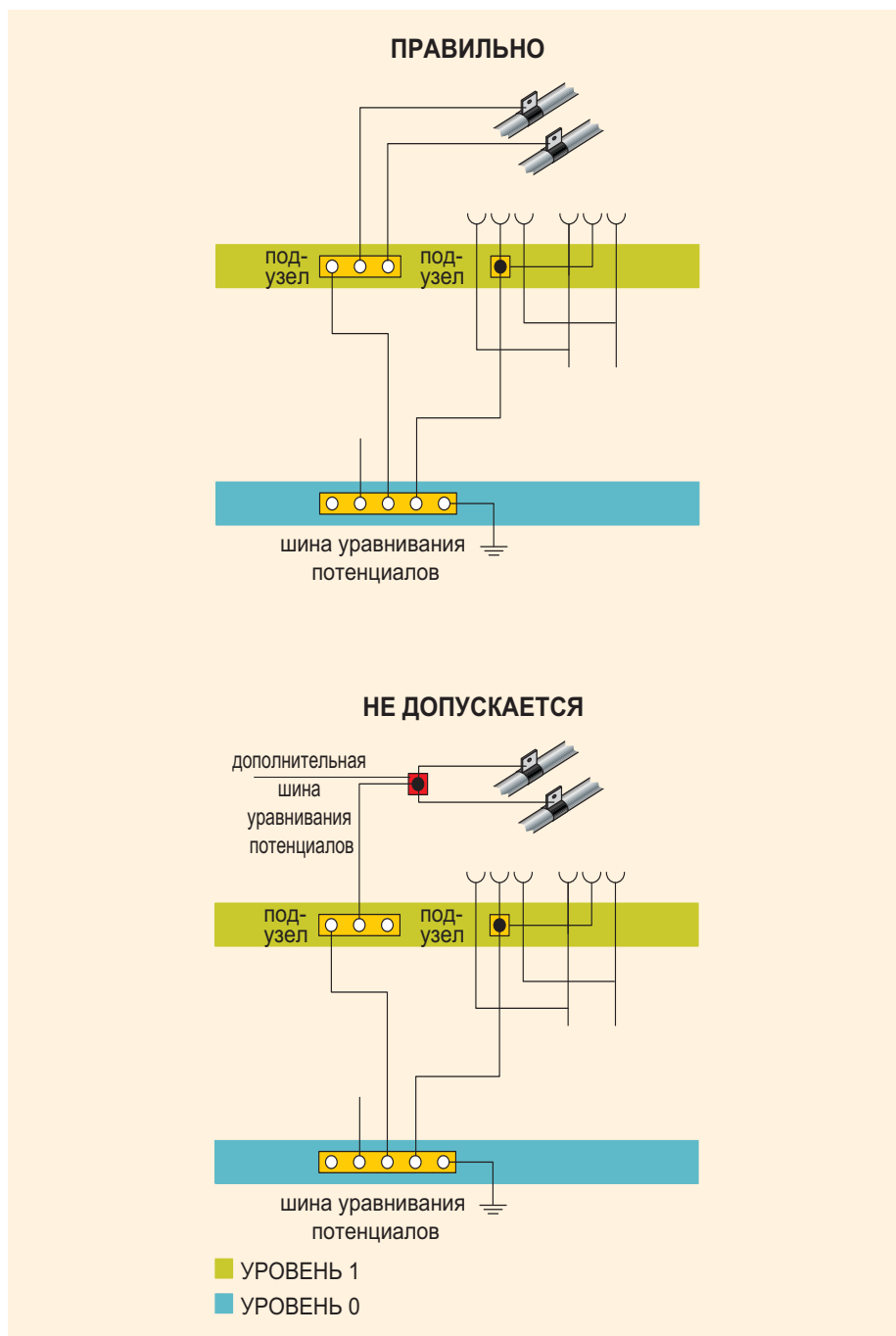


Рисунок 3.4: Правильное и неправильное соединение подузлов.

Сечение проводников, подсоединяемых к шине уравнивания потенциалов

Проводники, соединяющие внешние проводящие части с шиной уравнивания потенциалов, называются проводниками уравнивания потенциалов и должны иметь сечение не менее 6 мм². Проводники, соединяющие проводящие части с шиной уравнивания потенциалов, называются защитными (РЕ) проводниками и их поперечное сечение должно соответствовать общему стандарту, то есть быть не меньше сечения фазных проводов. Поперечное сечение провода, соединяющего дополнительную шину уравнивания потенциалов с основной шиной уравнивания потенциалов должно быть не меньше проводника с максимальным сечением из подключенных к дополнительной шине.

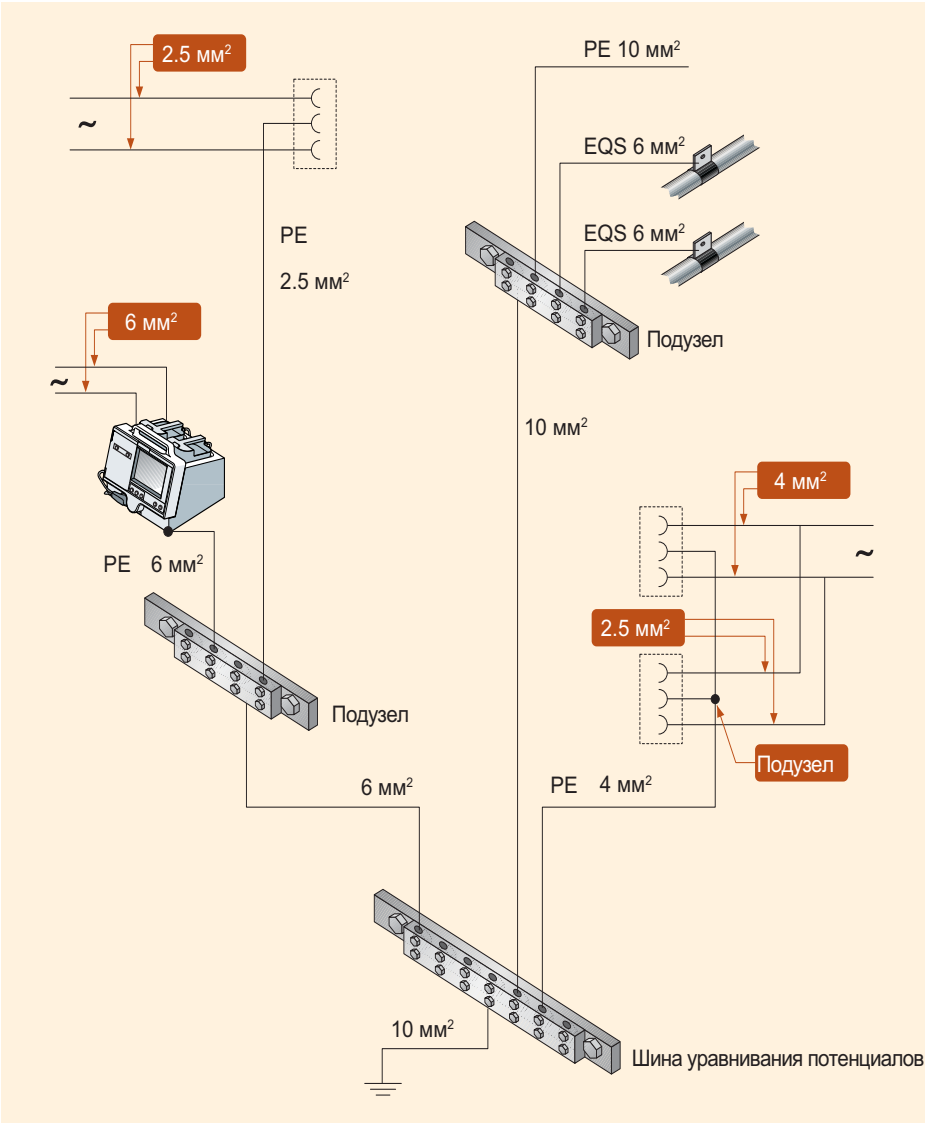


Рисунок 3.5: Минимальные значения поперечных сечений, допустимые для проводников уравнивания потенциалов.

Шина уравнивания потенциалов подключается к контуру заземления с помощью проводника сечением не меньшим максимального сечения из проводников, подключенных к этой шине. Для медицинских помещений группы 2 электрическое сопротивление проводников, включая сопротивление соединений между зажимами защитного проводника штепсельных розеток и ли стационарного оборудования или любых сторонних проводящих частей и шины уравнивания потенциалов, не должно превышать 0,2 Ом. При наличии шин дополнительного уравнивания потенциалов, предел 0,2 Ом относится к сопротивлению всего соединения, включая сопротивление этих шин. Для медицинских помещений группы 1 достаточно обеспечить электрическую непрерывность проводников. В таблице 3.4 приведены рекомендации по максимальной длине защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов, при которых их сопротивление не превышает указанного значения.

Поперечное сечение провода (мм²)	1,5	2,5	4	6	10
Максимальная длина (м)	12	19	31	47	78

Таблица 3.4: Максимальная длина проводников, при которой их сопротивление не превышает 0,2 Ом.

### Маркировка проводов, подключаемых к шине уравнивания потенциалов

Шина уравнивания потенциалов должна быть легкодоступна для проверки. Её, например, можно установить в коробку или шкаф, встраиваемый в стену.

Должна иметься возможность отдельно отсоединить любой из проводов, подключенных к шине (не допускается подсоединять два провода к одной клемме), при этом они должны быть легко различимы по источнику (поэтому рекомендуется маркировать провода с обоих концов) для облегчения проверки.

Маркировка должна содержать наименование подключенного оборудования или представлять собой номера, расшифровка значений которых должна быть приведена в списке, находящемся в доступном месте (например, с задней стороны дверцы шкафа).

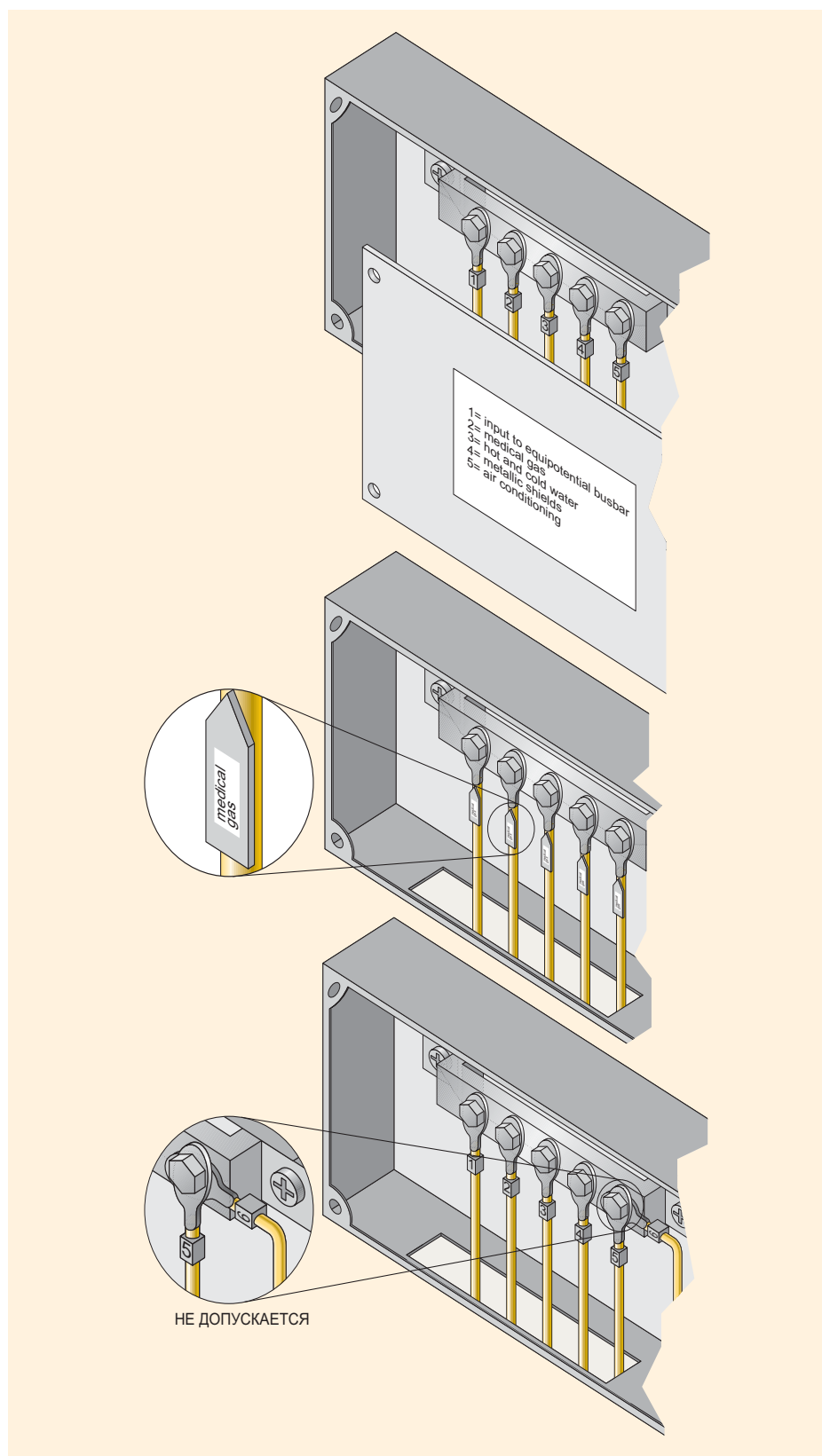


Рисунок 3.6: Обозначение проводов уравнивания потенциалов путем нумерации (вверху) и маркировочных табличек (в середине).

### Медицинская система ИТ электрического питания

Использование медицинской системы ИТ предписывается стандартом МЭК 60364-7-710 (ГОСТ Р 50571.28-2006), где указываются требуемые характеристики электрических распределительных систем специального назначения (Раздел 7), в том числе для медицинских помещений (710). Питание на медицинскую ИТ систему подается с помощью специального разделительного трансформатора для медицинского использования, при этом необходимо применение устройства для постоянного контроля состояния изоляции согласно МЭК 61557-8.

#### Медицинская система ИТ электрического питания

Согласно статье 710.2.10 стандарта МЭК 60364-7-710 медицинская ИТ система электрического питания – это электрическая система, соответствующая требованиям, приведенным в параграфе 710.413.1.5 (защита посредством электрического разделения с постоянным контролем сопротивления изоляции). Медицинские системы электрического питания не являются обязательными, но рекомендуются для помещений группы 0 и 1, а в медицинских помещениях группы 2 они являются обязательными в окружении пациента для подключения сетевых розеток и стационарного оборудования в пределах досягаемости пациента.

Медицинская система электрического питания обеспечивает бесперебойную работу даже в случае первого замыкания на землю. В стандартной системе, например, в бытовой электрической сети, при неисправности (короткое замыкание или перегрузка) срабатывает соответствующее защитное устройство. Такая защита не пригодна для операционных помещений, так как при первом коротком замыкании на землю подача питания не должна прерываться. Прекращение подачи питания опасно, так как это может помешать работе врача и оборудования, отвечающего за жизнеобеспечение пациента.

#### Устройство контроля изоляции

В соответствии со Стандартом МЭК 61557-8 питание на медицинскую ИТ систему должно подаваться от разделительного трансформатора для медицинского применения, при этом необходимо устройство для постоянного контроля состояния изоляции. Устройство контроля изоляции должно соответствовать следующим требованиям:

- 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 1мА;
- система должна иметь устройство для проверки сопротивления изоляции и устройства индикации снижения сопротивления изоляции до 50 кОм.

Устройство контроля изоляции не должно отключаться от ИТ-системы.

Медицинская ИТ система обеспечивает непрерывную работу при первой неисправности и гарантирует безопасность пациента, поэтому всегда должна использоваться для помещений группы 2





Требуемые <  
характеристики данных  
трансформаторов приве-  
дены в статье стандарта  
МЭК 60364-7-710 (ГОСТ Р  
50571.28-2006)

МЭК 60364-7 <  
и медицинские раздели-  
тельные трансформаторы.



### Медицинские разделительные трансформаторы

**В стандарте МЭК 60364-7 (ГОСТ Р 50571.28) статья 710.512.1.6 для медицинских раз-  
делительных трансформаторов устанавливается следующее:**

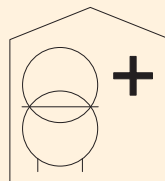
- трансформаторы должны устанавливаться внутри медицинских помещений или в не-  
посредственной близости от них;
- номинальное напряжение вторичной обмотки не должно превышать 250 В перемен-  
ного тока;
- трансформаторы должны соответствовать стандарту МЭК 61558-2-15.

Кроме того, они должны отвечать следующим требованиям:

- ток утечки на землю выходных проводников и защитной оболочки (кожуха), измерен-  
ный при отсутствии нагрузки при номинальном напряжении и номинальной частоте,  
не должен превышать 0,5 мА.
- номинальная мощность однофазных трансформаторов, используемых в медицинских  
системах ИТ для переносного и стационарного оборудования, должна быть не менее  
0,5 и не более 10 кВА.
- если в медицинских помещениях имеется оборудование с трехфазной системой пи-  
тания, требующее установки медицинской системы ИТ, то следует использовать от-  
дельный трехфазный трансформатор с выходным линейным напряжением, не пре-  
вышающим 250 В.

#### Прочие требования к трансформаторам:

- естественное воздушное охлаждение;
- двойная или усиленная изоляция между обмотками, а также между обмотками и про-  
водящей частью оборудования;
- между обмотками может быть установлен металлический экран, который требуется  
заземлить;
- напряжение короткого замыкания не выше 3%;
- ток холостого хода первичной обмотки не более 3%;
- пиковый ток должен быть не более, чем в 12 раз выше номинального;
- маркировка трансформатора должна содержать символ



#### Реализация медицинской системы ИТ согласно Стандарту

Изолирующие трансформаторы должны изготавливаться согласно стандарту МЭК 61558-1, где приводятся требования к техническим условиям на медицинские изолирующие трансформаторы. Конструкция трансформаторов должна соответствовать ограни-  
чениям на мощность от 0,5 кВА до 10 кВА при напряжении 230 В на первичной обмотке  
и 230 В на вторичной, приведенным в стандарте МЭК 60364-7-710. Фактически, ограни-  
чения по силовой нагрузке дают следующее:

- уменьшение размеров системы;
- меньшее количество пользователей;
- меньшая вероятность неисправности;
- упрощение обслуживания;
- лучшее резервирование схемы;
- большая непрерывность работы.

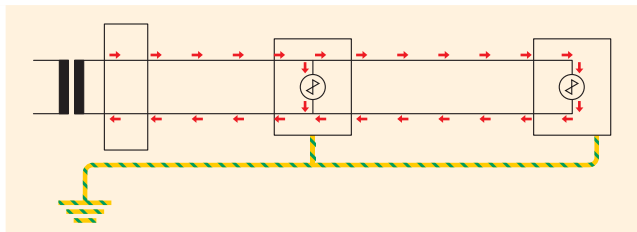
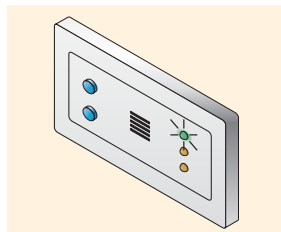
Кроме того, следует соблюдать все указания стандарта МЭК 60364-7-710 – от наличия  
устройства контроля изоляции до установки в постоянно наблюдаемом месте, а также от  
подключения экрана изолирующего трансформатора к шине уравнивания потенциалов в  
медицинских помещениях групп 1 и 2.

Медицинская система электрического питания подключается параллельно по отношению  
к питающей линии электроснабжения с использованием медицинского разделительного  
трансформатора. Это позволяет гальванически отделить обычные цепи от специальных  
и избежать использования непрерывного защитного проводника.

Данные системы предназначены для обеспечения непрерывности проведения медицин-  
ских процедур при первом сбое системы питания. Тем не менее, такие ситуации должны  
отслеживаться и контролироваться для своевременного устранения первого сбоя, по-  
зволяя тем самым избежать второго.

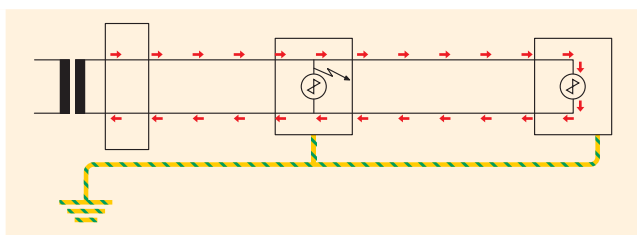
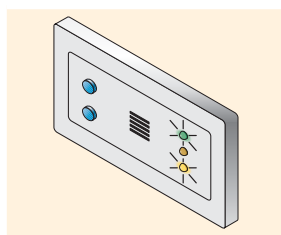
Принцип работы медицинской системы электрического питания состоит в том, что цепь, питаемая от вторичной обмотки разделительного трансформатора, гальванически изолирована, и когда происходит первый сбой по причине неисправности изоляции, электромедицинские устройства продолжают работать.

Неисправность, однако, не может оставаться неустраненной в течение длительного промежутка времени, так как при втором сбое безопасность и функционирование системы будут нарушены.



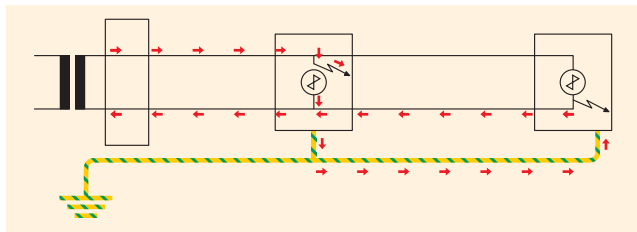
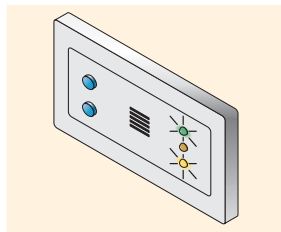
Нет аварии

Отсутствие опасного тока в защитном проводнике, все нагрузки функционируют в штатном режиме.



Первая неисправность

Первая нагрузка вышла из строя, но ток в защитном проводнике отсутствует.



Вторая неисправность

Появился ток в защитном проводнике, поэтому необходимо отключить источник питания сети, так как нарушены требования безопасности.

### Лидерство компании АББ в области здравоохранения

АББ представляет линейку продуктов H+LINE, которая воплощает богатый опыт компании в области здравоохранения, обеспечивая безопасность и бесперебойность работы в любом медучреждении.

### Медицинские разделительные трансформаторы Т1

Медицинские разделительные трансформаторы компании АББ отлично удовлетворяют следующим требованиям:

они соответствуют стандарту и обеспечивают максимальные полезные характеристики при минимальных размерах. Благодаря малым размерам, существенно снижаются затраты на распределительные щиты, где устанавливаются эти трансформаторы.

Линейка продуктов включает в себя трансформаторы с номинальной мощностью 3, 5, 7,5 и 10 кВА, с возможностью заказа с установленными температурными датчиками на первичной и вторичной обмотках. Датчики РТ100, не обладая положительным температурным коэффициентом, являются настоящими датчиками температуры, а не просто сигнализаторами перегрева, которые срабатывают при превышении заданных пределов для температуры. Датчики РТ100 обеспечивают постоянный и точный контроль температуры, которая отображается с помощью прибора ISOLTESTER. Кроме того, такие датчики позволяют компенсировать ошибки от внутреннего сопротивления кабеля самого датчика, что весьма полезно, так как используемые кабели имеют большую длину, а область применения требует соблюдения большой точности.

Важный параметр, который следует учитывать при выборе разделительного трансформатора – класс тепловой изоляции, то есть насколько изделие может нагреться при нагрузке, оставаясь при этом безопасным. В трансформаторах АББ используется особая система пропитки, которая благодаря технологии вакуумного давления обеспечивает максимальное рассеяние тепла при естественной воздушной вентиляции.

И наконец, изолирующий трансформатор имеет металлический экран между двумя обмотками, который подавляет сетевых помех и гармонические составляющие от источника питания.



Рисунок 3.7:  
Разделительный трансформатор Т1.

### Технические характеристики медицинских разделительных трансформаторов

Мощность	кВА	3	5	7,5	10
Напряжение первичной обмотки	В	230	230	230	230
Напряжение вторичной обмотки	В	230	230	230	230
Частота	Гц	50-60	50-60	50-60	50-60
Ток вторичной обмотки	А	13	21,7	32,6	43,5
Номинальный ток предохранителя вторичной обмотки	А	T 12,5	T 20	T 32	T 40
Класс температурной изоляции	°C	B 130	B130	F 155	F 155
Размеры	мм	205x340x150	240x380x150	240x380x160	277x380x260
Масса	кг	29,5	44	50,5	73
Пусковой ток (пиковое значение)		< 12-кратного номинального тока			
Ток утечки вторичной обмотки на землю и ток утечки оболочки (оба – без нагрузки)	мА	< 0.5			
Максимальная температура окружающей среды	°C	40	40	40	40
Стандарты		МЭК 61558-1	МЭК 61558-2-15	МЭК 62041	
Класс электробезопасности		1	1	1	1

### Коды для заказа медицинских разделительных трансформаторов

Мощность кВА	Датчик РТ100	Тип	Код заказа	BbN 8012542 EAN
3	–	Т1 3	2CSM110000R1541	2896005
5	–	Т1 5	2CSM120000R1541	2896104
7,5	–	Т1 7.5	2CSM130000R1541	2896203
10	–	Т1 10	2CSM140000R1541	2521204
3	■	Т1 3-S	2CSM210000R1541	2521402
5	■	Т1 5-S	2CSM220000R1541	2521501
7,5	■	Т1 7.5-S	2CSM230000R1541	2521600
10	■	Т1 10-S	2CSM240000R1541	2521709

Устройство контроля изоляции

В условиях медицинских учреждений даже небольшие токи утечки в электрических сетях могут привести к серьезным проблемам. Так, во время проведения операций достаточно тока всего в несколько десятков микроампер, чтобы вызвать фибрилляцию желудочков сердца.

- Ток утечки можно разделить на три следующих типа:
- ток утечки на землю (защитного проводника), рис. 3.8.А;
  - контактный ток - ток утечки на землю через человека, то есть ток, проходящий через человека при контакте с корпусом устройства, который находится под напряжением по причине пробоя изоляции, рис. 3.8.В;
  - ток утечки через катетеризованного пациента на землю, рис. 3.8.С.

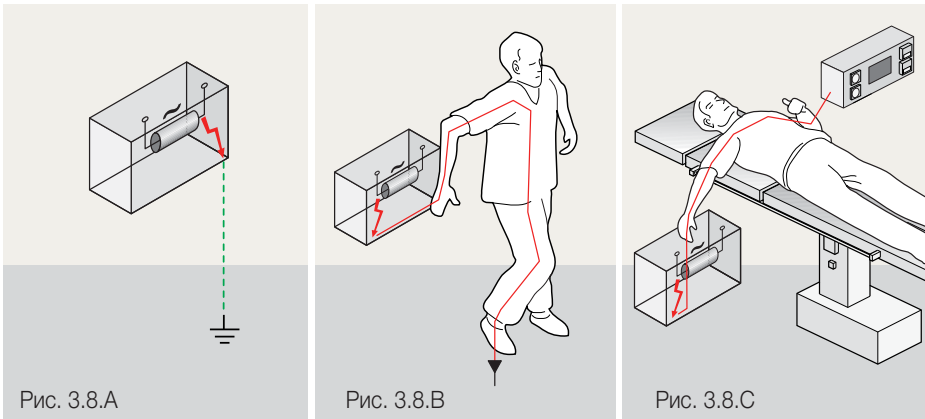


Рисунок 3.8: Примеры ситуаций, в которых возникает ток утечки.

Для каждого из указанных случаев имеются допустимые значения, которые зависят от типа электромедицинского устройства согласно стандарту МЭК 60601-1 «Медицинское оборудование – Общие требования по безопасности и производительности», который относится к медицинскому электрооборудованию, предназначенному для использования квалифицированным персоналом или под контролем такового, в окружающей пациента обстановке или на самом пациенте, так что это оборудование непосредственно влияет на безопасность людей и животных (в случае ветеринарных клиник) в данном окружении. В стандарте указываются предписания по транспортировке, хранению, вводу в действие и техническому обслуживанию таких устройств в условиях, указанных в стандарте (стандартах) или поставщиком. Основная цель стандарта заключается в том, чтобы обеспечить удовлетворительный уровень безопасности для всех электромедицинских устройств, используемых в окружении пациента.

Устройство с частями, относящимися к типу В		Самый низкий уровень безопасности
Устройство с частями, относящимися к типу ВF		Безопаснее
Устройство с частями, относящимися к типу CF		Наиболее безопасные

Таблица 3.5: Типы медицинского электрического оборудования с контактирующей частью.

Ток утечки [мА]	Условия	Тип контактирующей части		
		B	BF	CF
На землю <sup>(1)</sup>	Нормальная работа	5	5	5
	Первая неисправность	10	10	10
Контактный ток	Нормальная работа	0,1	0,1	0,1
	Первая неисправность	0,5	0,5	0,5
Через пациента <sup>(2)</sup>	Нормальная работа	0,1	0,1	0,01
	Первая неисправность	0,5	0,5	0,05

Таблица 3.6: Допустимые значения тока утечки (МЭК 60601-1).

<sup>(1)</sup> Изменено по сравнению с более ранней редакцией МЭК 60601-1.  
<sup>(2)</sup> Для постоянного тока, предельные значения для контактирующих частей типов В и ВF составляют одну десятую от указанных. Кроме того, для некоторых случаев допустимы более высокие значения.



## МЭК 61557-8 &lt;

**Характеристики устройства контроля изоляции**

Постоянный контроль первого короткого замыкания на землю должен выполняться с помощью соответствующего устройства контроля изоляции, установленного между вторичной обмоткой разделительного трансформатора и защитным проводом. Каждый разделительный трансформатор для медицинского применения должен иметь устройство контроля изоляции для немедленной сигнализации о первом пробое на землю. Таким образом, появляется возможность устранить неполадку до второго замыкания на землю, которое уже является опасным. Устройство контроля должно отвечать положениям стандарта МЭК 615587, а при его установке на медицинское оборудование должно иметь следующие характеристики:

- внутренний импеданс: не менее 100 кОм (между клеммами системы и землей);
- тестовое напряжение: максимум 25 В постоянного тока (между клеммами);
- тестовый ток: максимум 1 мА постоянного тока (между системой и землей, а также при неисправности);
- невозможность отключения.

Когда сопротивление изоляции заземления падает ниже 50 кОм, устройство должно выдать сигнал о неисправности.

МЭК 60364-7 <  
Art. 710.512**Световая и звуковая сигнализации**

Система контроля состояния изоляции должна быть оборудована звуковой и световой сигнализацией. Эту функцию выполняет панель дистанционной сигнализации, которая непосредственно соединена с устройством контроля изоляции. Сигнализационная панель позволяет следующее:

- передавать сигнал в несколько помещений;
- осуществлять сигнализацию об аварии в помещениях, где наиболее вероятно нахождение соответствующего персонала (коридоры, технические помещения);
- определить тип предупреждающего сигнала (пробой изоляции, перегрузка, и т. д.).

Имеются следующие сигналы:

- зеленый индикатор (нормальная работа);
- желтый индикатор (сопротивление изоляции ниже 50 кОм);
- звуковой сигнал.

Пока в системе не устранена неисправность, желтый индикатор отключить нельзя.

При неисправности выдается следующая последовательность сигналов:

- звуковой сигнал;
- звуковой сигнал отключен (продолжает гореть желтый сигнал);
- желтый сигнал отключается при восстановлении нормального состояния сети (после выяснения причин неисправности и ее устранения);
- также выдается сигнал о разрыве соединения между медицинской системой электрического питания или землей и устройством контроля изоляции.

## Указания по установке &lt;

**Также рекомендуется выполнять следующее:**

Не требуется устанавливать устройство контроля изоляции, если трансформатор запитывает только одно медицинское электроустройство. В этом случае вероятность непрямого контакта (а тем более второго непрямого контакта) невелика. Кроме того, при коротком замыкании вследствие второго непрямого контакта не создадутся опасные напряжения на проводящих частях других устройств.

Рекомендуется устанавливать сигнализационные панели сразу в нескольких помещениях. Это позволит увеличить вероятность того, что персонал быстро среагирует на сигнал об аварии.



Рисунок 3.9: Панель дистанционной сигнализации QSD позволяет немедленно предупредить медицинский персонал о неисправностях.

### Устройства контроля изоляции для линий 230 В

ISOLTESTER – это устройство контроля состояния изоляции компании АББ, предназначенное для использования в медицинских сетях электрического питания с изолированной нейтралью для помещений группы 2. ISOLTESTER контролирует сопротивление изоляции сети электропитания, а также электрическую или тепловую перегрузку трансформатора согласно предписаниям международных стандартов:

- МЭК 61557-8
- МЭК 60364-7-710
- UNE 20615.

Сопротивление изоляции измеряется с помощью сигнала постоянного тока и измерения тока утечки на землю. Наличие в приборе цифрового фильтра обеспечивает эффективность измерений даже при наличии помех и гармонических составляющих.

С помощью ЖК дисплея и четырех кнопок можно легко запрограммировать устройство, установить пороговые значения срабатывания, при этом возможность ошибки полностью исключена (настраиваемые значения находятся в пределах, установленных стандартами).

При установленных на обмотках медицинского разделительного трансформатора датчиков PT100 прибор ISOLTESTER позволит контролировать электрическую и тепловую перегрузку путем задания пороговых значений температуры.

Контроль перегрузки трансформатора позволяет избежать установки автомата защиты после вторичной обмотки. Информация обо всех неисправностях передается дистанционно с помощью панелями удаленной сигнализации (до 4-х панелей можно подключить к одному прибору ISOLTESTER-DIG-PLUS). Кроме того, система контроля сбоя в соединении выполняет самодиагностику устройства путем проверки наличия и правильности подключения проводов к клеммам прибора. Это позволяет исключить возможность работы медицинского помещения группы 2 без устройства контроля состояния изоляции.

ISOLTESTER-DIG-PLUS работает с кодированным сигналом, который гарантирует надежность измерений в любом состоянии, даже при наличии сильных помех в сети, создаваемых электронным оборудованием в помещении. Кроме того, эта версия оборудована последовательным портом RS485, что позволяет интегрировать устройство с системами связи PLC/PC по протоколу ModbusRTU. Измерение максимального и минимального значений каждого параметра является важным условием для определения ошибки. Наконец, программируемое реле позволяет контролировать любое тревожное состояние.



#### < Простое программирование с помощью четырех клавиш



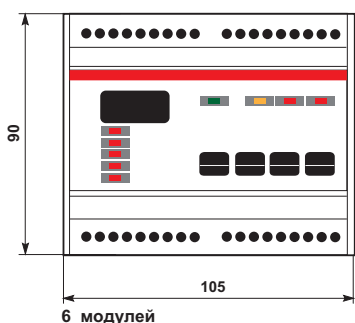
- Нажмите и удерживайте клавиши «←» и «SET» для входа в режим установки для задания контролируемых параметров
- Нажмите и удерживайте клавишу «SET» для входа в режим настройки для задания пороговых значений

#### < Надежные измерения в любых условиях

Рисунок 3.10: Устанавливаемый на стену распределительный щит QSO.



Габаритные размеры



## 3.2.4 продолжение

## Технические характеристики ISOLTESTER-DIG-RZ

Напряжение питания	110 – 230 В, 50 – 60 Гц
Контролируемое напряжение	24÷230 В переменного тока
Максимальное напряжение измерения	24 В
Максимальный ток измерений	1 мА
Напряжение изоляции	2,5 кВ / 60 с
Тип контрольного сигнала	непрерывная составляющая с цифровым фильтром
Измерения	<div>диапазон измерения сопротивления 0÷999 кОм/HIGH шаг 1 кОм</div> <div>температура, измеряемая датчиком типа PT100 (2 или 3 провода), 0÷250°C, точность 2%</div> <div>ток, измеряемый внешним ТТ, на вторичной обмотке 5 А, точность 2% (коэффициент 1÷200)</div> <div>измеряемый импеданс 0÷999 кОм/HIGH, шаг 1 кОм (тестовый сигнал 2500 Гц)</div>
Порог срабатывания	<div>низкое сопротивление изоляции 50÷500 кОм, точность 5%, гистерезис 5%, настраиваемая задержка</div> <div>температурная перегрузка 0÷200°C, точность 2%</div> <div>перегрузка по току 1÷999 А, точность 2%</div> <div>минимальный импеданс (отключаемый)</div> <div>устройство не подключено (ошибка соединения)</div>
Имеющиеся выходы	<div>до 2-х панелей удаленной сигнализации</div> <div>выход вспомогательного реле НО-З-НЗ, 5 А, 250 В переменного тока</div>
Дисплеи	<div>значение сопротивления изоляции с предупреждением о падении значения ниже допустимого предела и коротком замыкании на землю</div> <div>измеряемый диапазон температур 0÷200°C для первого датчика</div> <div>измеряемый диапазон температур 0÷200°C для второго датчика</div> <div>измеряемый диапазон тока 0÷999 А</div> <div>полное сопротивление</div> <div>программируемые параметры</div> <div>предупреждение об отсутствии подключения устройства (ошибка соединения)</div> <div>состояние релейных выходов</div>
Соединения	максимальное сечение подключаемого провода 2,5 мм <sup>2</sup>
Рабочая температура	-10...60 °C
Температура хранения	-25...70 °C, влажность < 90%
Количество модулей	6
Вес	0,5 кг
Установка	бокс из самозатухающего пластика с DIN-рейкой, с прозрачной дверцей и возможностью пломбировки
Степень защиты	IP20
Потребляемая мощность	5 ВА
Стандарты	МЭК 60364-7-710, МЭК 61557-8, EN 60255-6, UNE 20615

## Коды для заказа ISOLTESTER-DIG-RZ

Описание Тип	Код ABB	BbN 8012542 EAN
ISOLTESTER-DIG-RZ	2CSM244000R1501	884507

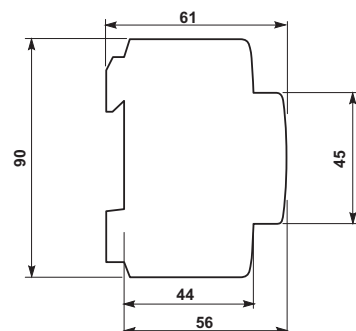
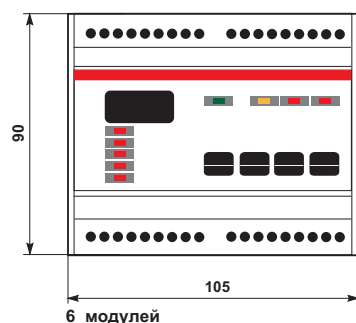
## Технические характеристики ISOLTESTER-DIG-PLUS

Напряжение питания	110 – 230 В, 50 – 60 Гц
Контролируемое напряжение	24÷230 В переменного или постоянного тока
Максимальное напряжение измерений	24 В
Максимальный ток измерений	1 мА
Напряжение изоляции	2,5 кВ / 60 с
Тип контрольного сигнала	кодированный
Измерения	диапазон измерения сопротивления 0÷999 кОм/HIGH шаг 1 кОм температура, измеряемая датчиком типа PT100 (2 или 3 провода), 0÷250°C, точность 2% ток, измеряемый внешним ТТ, на вторичной обмотке 5 А, точность 2% (коэффициент 1÷200) диапазон измерения сопротивления 0÷999 кОм/HIGH шаг 1 кОм (сложный переменный сигнал)
Пороговые значения срабатывания	низкое сопротивление изоляции 50÷500 кОм, точность 5%, гистерезис 5%, настраиваемая задержка температурная перегрузка 0÷200°C, точность 2% перегрузка по току 1÷999 А, точность 2% низкое полное сопротивление (отключаемый) устройство не подключено (ошибка соединения)
Имеющиеся выходы	до 4-х удаленно расположенных панелей сигнализации программируемый выход вспомогательного реле НО-З-НЗ, 5 А, 250 В переменного тока последовательный выход RS 485, стандартный протокол Modbus RTU
Дисплеи	значение сопротивления изоляции с предупреждением о падении значения ниже допустимого предела и коротком замыкании на землю измеряемый диапазон температур 0÷200°C для кабель-канала 1 измеряемый диапазон температур 0÷200°C для кабель-канала 2 измеряемый диапазон тока 0÷999 А значение импеданса изоляции емкость относительно земли программируемые параметры предупреждение об отсутствии подключения устройства (ошибка соединения) состояние выходных реле память для минимального значения сопротивления изоляции, максимальной температуры и максимального тока
Соединения	максимальное сечение подключаемого провода 2,5 мм <sup>2</sup>
Рабочая температура	-10...60 °C
Температура хранения	-25...70 °C, влажность < 90%
Количество модулей	6
Вес	0,5 кг
Установка	бокс из самозатухающего пластика с DIN-рейкой, с прозрачной дверцей и возможностью пломбировки
Степень защиты	IP20
Потребляемая мощность	5 ВА
Стандарты	МЭК 60364-7-710, МЭК 61557-8, EN 60255-6, UNE 20615

## Коды для заказа ISOLTESTER-DIG-PLUS

Расширенные функции	Описание Тип	Код ABB	BbN 8012542 EAN
RS485, Мин./макс. значения, программируемое реле	ISOLTESTER-DIG-PLUS	2CSM341000R1501	884606

Габаритные размеры

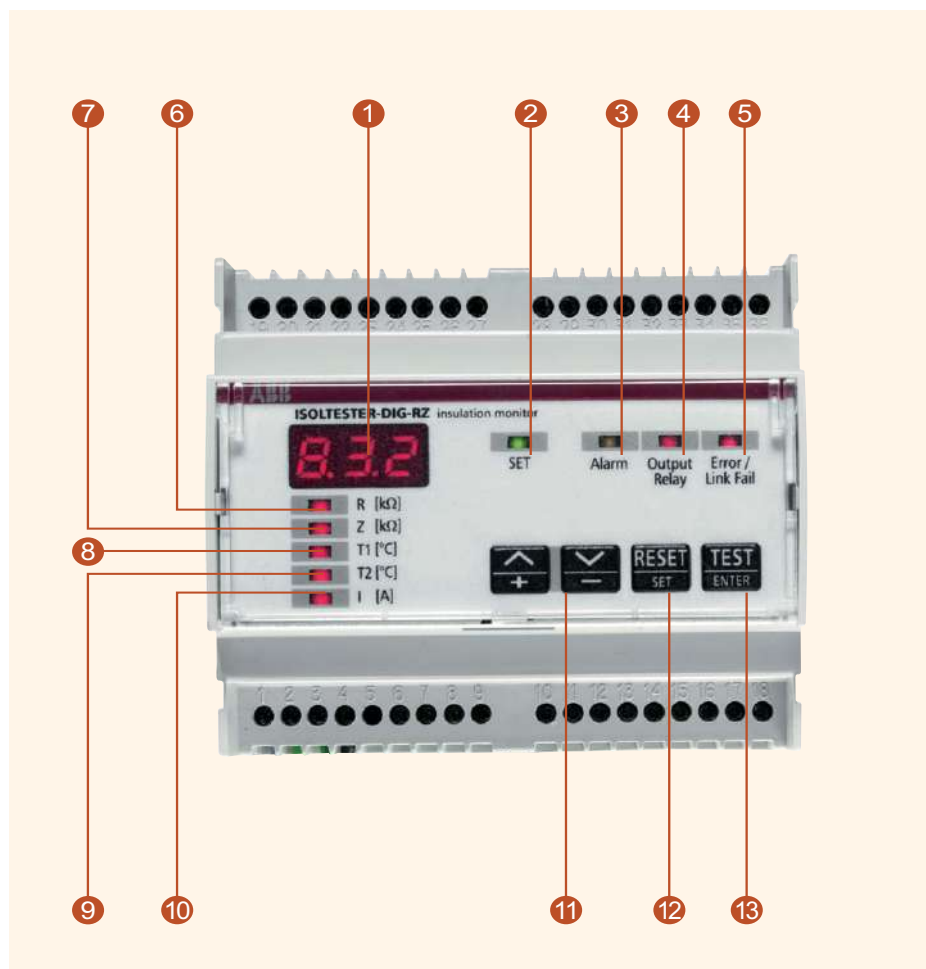




## 3.2.4 продолжение

## Лицевая панель

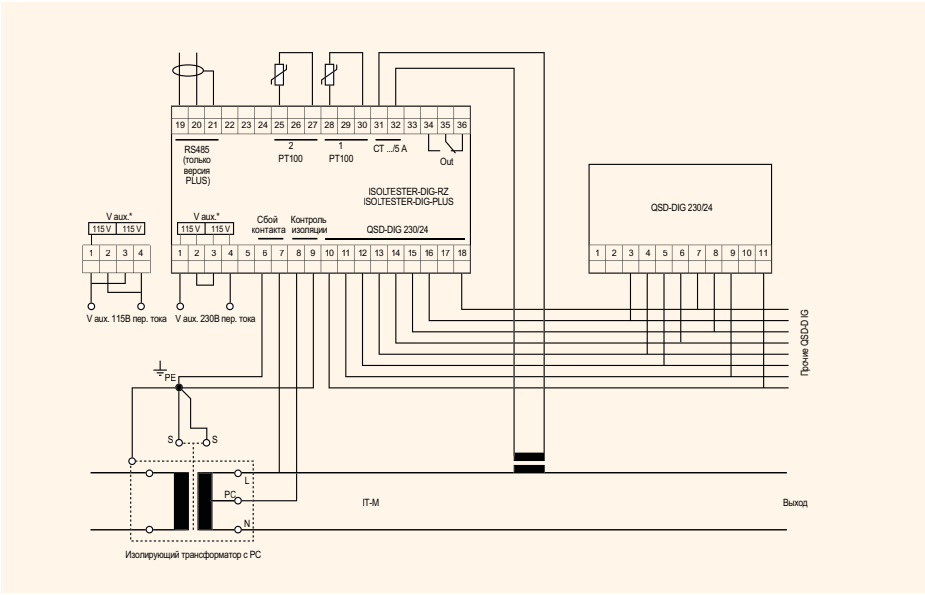
- 1 Дисплей для отображения значений тестируемых параметров и установок
- 2 Зеленый светодиод, SET (установка): режим программирования прибора
- 3 Желтый светодиод, Alarm (тревога): предупреждение о значении параметра вне допустимого предела
- 4 Красный светодиод, Output relay (выходное реле): состояние вспомогательного реле
- 5 Красный светодиод, Error / Link fail (ошибка / сбой соединения): предупреждающий сигнал о внутреннем сбое, нет соединения с контролируемой линией, датчик температуры PT100 отключен или замкнут накоротко
- 6 Красный светодиод, R: сопротивление изоляции (кОм), моргает, если параметр вне пределов
- 7 Красный светодиод, Z: импеданс изоляции (только для ISOLTESTER-DIG-PLUS): импеданс изоляции и емкость линии, моргает, если параметры вне пределов
- 8 Красный светодиод, T1: 1-й датчик температуры
- 9 Красный светодиод, T2: 2-й датчик температуры
- 10 Красный светодиод, I: ток линии
- 11 +/- UP/DOWN (увеличить/уменьшить): выбор отображаемого параметра, регулировка настроек и отображение сохраненного максимального или минимального значений (только для ISOLTESTER-DIG-PLUS)
- 12 RESET | SET (Сброс/установка): программирование прибора, приглушение предупреждающего сигнала и удаление сохраненных значений
- 13 TEST | ENTER (Тест/ввод): проверка прибора и панели дистанционной сигнализации, а также подтверждение установок



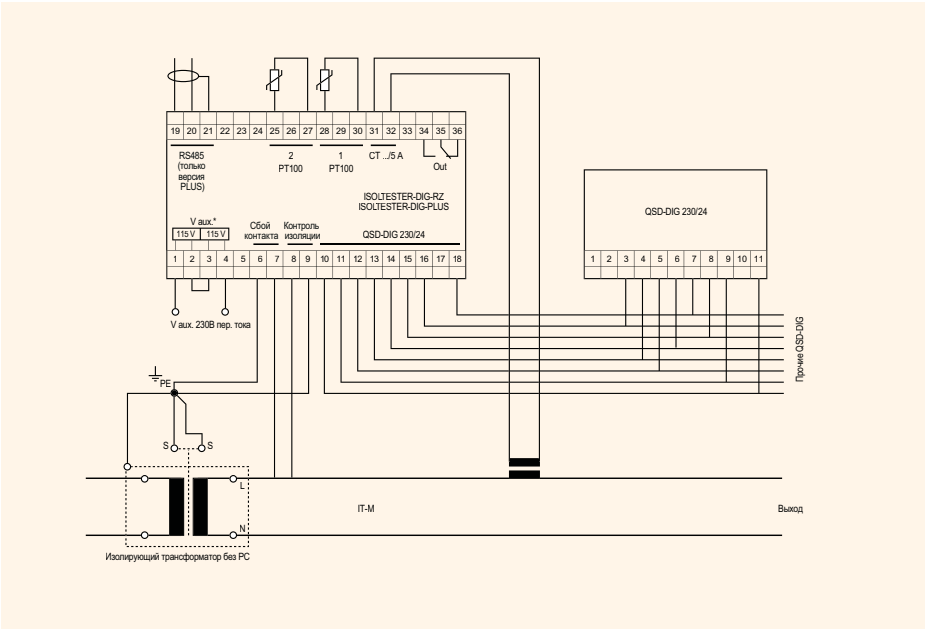
## Преимущества устройства ISOLTESTER

- ISOLTESTER специально разработан для использования в медицинских учреждениях;
- контроль и электрических и температурных параметров с помощью одного устройства;
- позволяет задавать пороги срабатывания по всем контролируемым значениям;
- является признанным стандартом для контроля изоляции в учреждениях здравоохранения;
- возможность измерения и отображения сопротивления, температуры первичной и вторичной обмотки трансформатора, импеданса, тока перегрузки;
- последовательный порт связи RS485 с протоколом ModbusRTU (для версии PLUS);
- контроль максимальных и минимальных значений (для версии PLUS);
- устойчивость к сетевым помехам (для версии PLUS).

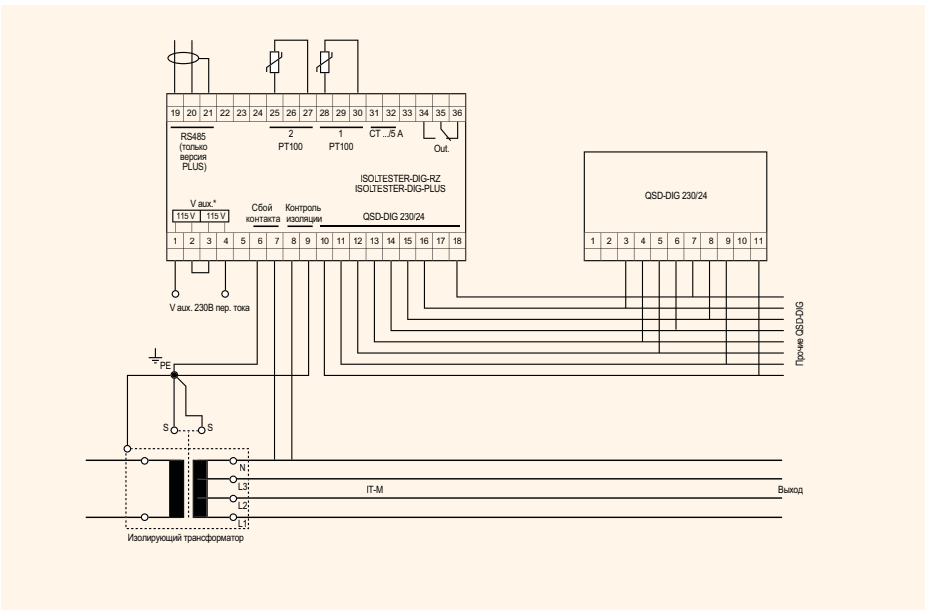
Принципиальная электрическая схема ISOLTESTER-DIG



С трансформатором  
с центральной разъема (PC)



С трансформатором  
без центральной разъема (PC)



С трехфазным трансформатором

\* подключение температурных датчиков и трансформатора тока – по желанию

### 3.2.5

#### Устройства контроля изоляции для линий БСНН 24В (SELV)

SELVTESTER-24 - это устройство контроля изоляции для линий БСНН 24 В постоянного или переменного тока, предназначенное для медицинских помещений, где имеются линии 24 В и 230 В. Постоянный контроль линий низкого напряжения в таких помещениях рекомендуется стандартом МЭК 60364-7-710, так как в случае короткого замыкания возможен скачок напряжения более 250 В, что может причинить вред людям или дорогостоящему медицинскому оборудованию.

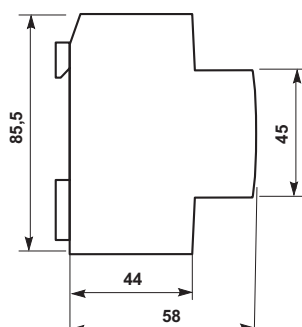
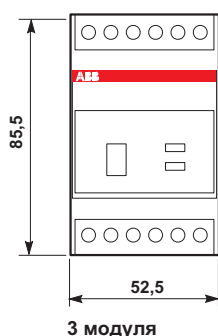
#### Технические характеристики

SELVTESTER-24 контролирует сопротивление изоляции вышеуказанных цепей 24 В переменного или постоянного тока, которые служат для питания бестеневых операционных ламп. Контроль изоляции бестеневых ламп очень важен, так как при изменении положения лампы провода могут отсоединиться и войти в контакт с металлическими конструкциями. SELVTESTER-24 измеряет изменение потенциала полюсов относительно земли и сигнализирует о падении сопротивления ниже указанного значения, позволяя немедленно выявить неисправность. Для линий постоянного тока также возможно определить ошибочный полюс. Выходной сигнал устройства передается на панели удаленной сигнализации QSD-DIG 230/24, установленные в помещениях, где находится медицинский или технический персонал. На лицевой панели SELVTESTER-24 имеется проверочная кнопка, индикатор состояния и два светодиода для предупреждения о низком сопротивлении изоляции. Микропереключатели позволяют установить порог срабатывания (10 – 50 кОм). Кнопка проверки TEST позволяет периодически выполнять проверку функционирования.

#### Технические характеристики SELVTESTER

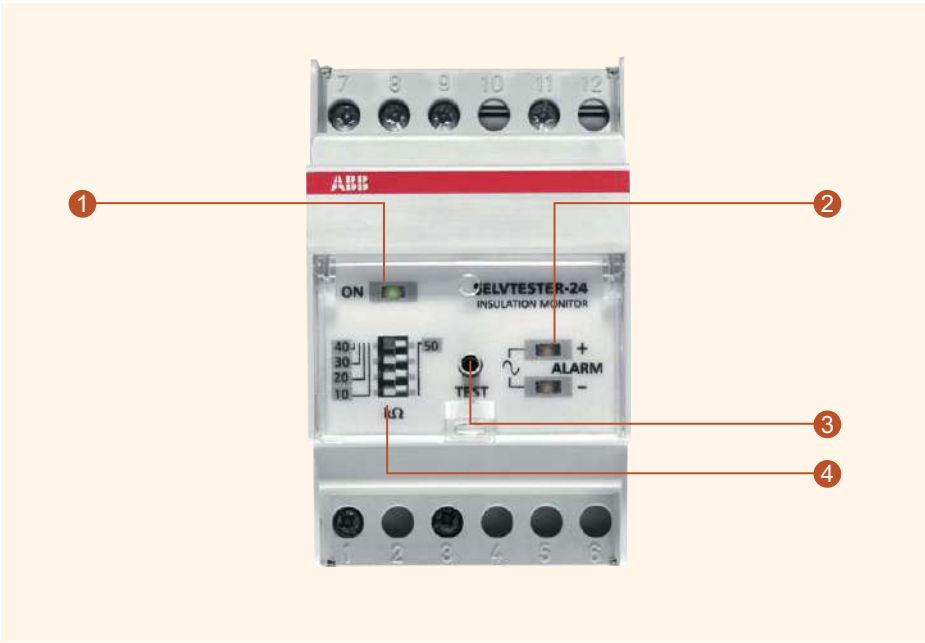
Напряжение питания	24 В 50-60 Гц переменного/постоянного тока $\pm 20\%$
Потребляемая мощность	3 ВА
Измеряемый ток	макс. 0,5 мА
Внутренний импеданс	50 кОм
Пороговые значения срабатывания	настраиваемые от 10 до 50 кОм (с помощью 4 микропереключателей)
Задержка срабатывания	1 с
Сигнализация	Световой индикатор работающего устройства, световой индикатор аварии на «+» полюсе, световой индикатор аварии на «-» полюсе
Выходы	Максимум 2 дистанционных панели QSD-DIG230/24, макс. 24В, 1 А
Рабочая температура, температура хранения	$-10 \div 60^\circ\text{C}$ , $-20 \div 70^\circ\text{C}$
Относительная влажность	$< 95\%$
Тест изоляции	2,5 кВ 60 с / 4 кВ имп. 1,2/50 мкс
Сечение подключаемых проводов	4 мм <sup>2</sup>
Степень защиты	лицевая панель IP40 с крышкой / корпус IP20
Количество модулей	3
Вес	200 г
Стандарты	МЭК 61010-1, МЭК 60364-7-710, МЭК 61326-1

Габаритные размеры

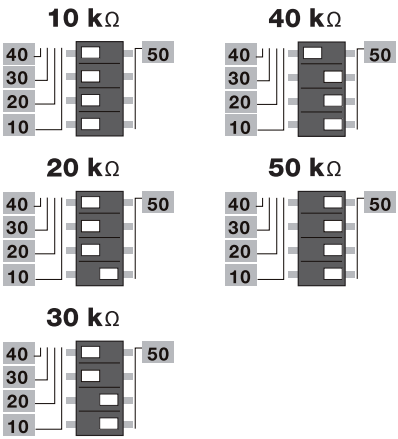


#### Коды для заказа

Контролируемые сети	Описание Тип	Код АББ	BbN 8012542 EAN
IT, 24 В переменного или постоянного тока, БСНН	SELVTESTER-24	2CSM211000R1511	884705



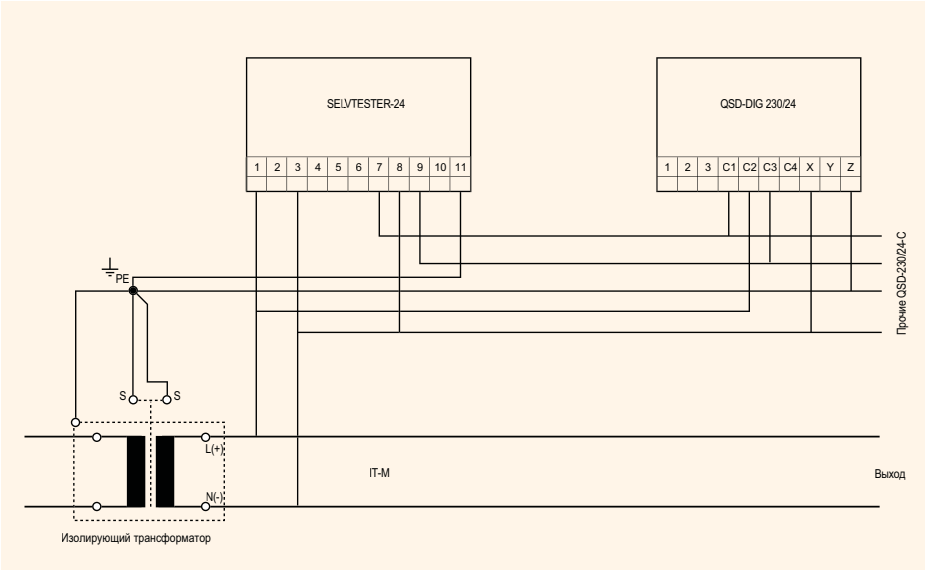
- 1 Зеленый светодиод, ON (включено)  
Индикация работы прибора
- 2 Желтые светодиоды, Alarm (тревога):  
Сигнализация о низком сопротивлении изоляции. Для цепи переменного тока горят оба светодиода, для цепи постоянного тока – светодиод ошибочного полюса.
- 3 Кнопка TEST. Проверка работы прибора
- 4 Микропереключатели  
Микропереключатели на лицевой панели позволяют установить диапазон от 10 до 50 кОм как указано на схеме.



Преимущества SELVTESTER

- Компактность: занимает всего три модуля.
- Практичность: максимально прост при установке и использовании;
- Гибкость: программирование порогов сигнализации;
- Определение неисправного полюса для цепей постоянного тока.

Схема подключения





Единая панель  
для универсальной  
дистанционной  
сигнализации

Стандарты для QSD

### 3.2.6

#### Панели дистанционной сигнализации QSD

Панели дистанционной сигнализации QSD позволяют удаленно оповещать медицинский и технический персонал об аварии. С помощью специальных индикаторов имеется возможность определить тип произошедшей аварии: замыкание на землю, температурная или токовая перегрузка трансформатора.

#### Характеристики

Панели управления QSD-DIG 230/24 легко монтируются в стену с помощью стандартных коробов, которые идут в комплекте с панелями.

Панель имеет кнопку TEST для периодической проверки исправности, а также кнопку MUTE, которая позволяет одновременно отключить звуковой сигнализацию на всех панелях, которые подключены к устройству контроля изоляции ISOLTESTER. QSD-DIG 230/24 полностью совместима со всеми устройствами контроля изоляции компании АББ для цепей 230 и 24 В, то есть как для производимых в данный момент, так и для более ранних версий.

Тип контролируемой линии	230 В	24 В
Устройство контроля состояния изоляции	ISOLTESTER-DIG-RZ ISOLTESTER-DIG-PLUS	SELVTESTER-24
Устройство контроля состояния изоляции (уже производимые)	ISOLTESTER-RZ ISOLTESTER-C	SELVTESTER-C

Монтаж можно выполнять с помощью стандартного провода 0,35 мм<sup>2</sup>, обеспечивающего передачу сигнала на расстояние 300 м.

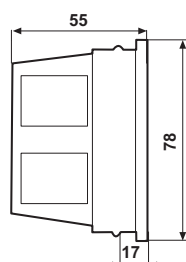
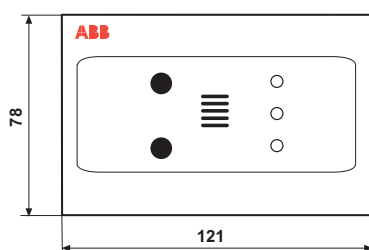
QSD-DIG 230/24 соответствует следующим международным стандартам:

- МЭК 612010-1;
- МЭК 61557/8;
- МЭК 60364-7-710;
- UNE 20615;
- МЭК 61326-1 (Электромагнитная совместимость).

#### Технические характеристики QSD-DIG 230/24

Сигнализация	зеленый светодиод – сеть, красный светодиод – перегрузка, желтый светодиод – нарушение изоляции, зуммер 2400 Гц прерывистый 2 Гц дБ
Кнопки	проверка (TEST), отключение звукового сигнала (MUTE)
Сечение подключаемых проводов	2,5 мм <sup>2</sup>
Степень защиты	IP30
Установка	Коробка скрытого монтажа
Вес	200 г
Рабочая температура	-10 ÷ 60 °С, макс. влажность 95%
Температура хранения	-25 ÷ +80 °
Изоляция	2500 В. 50 Гц на 60 с
Минимальное поперечное сечение провода	0,35 мм <sup>2</sup> (300 м макс.)
Стандарты	МЭК 61010-1, безопасность изделие МЭК 61557-8 / МЭК 60364-7-710 МЭК 60364-7-710 UNE 20615, электромагнитная совместимость МЭК 61326-1

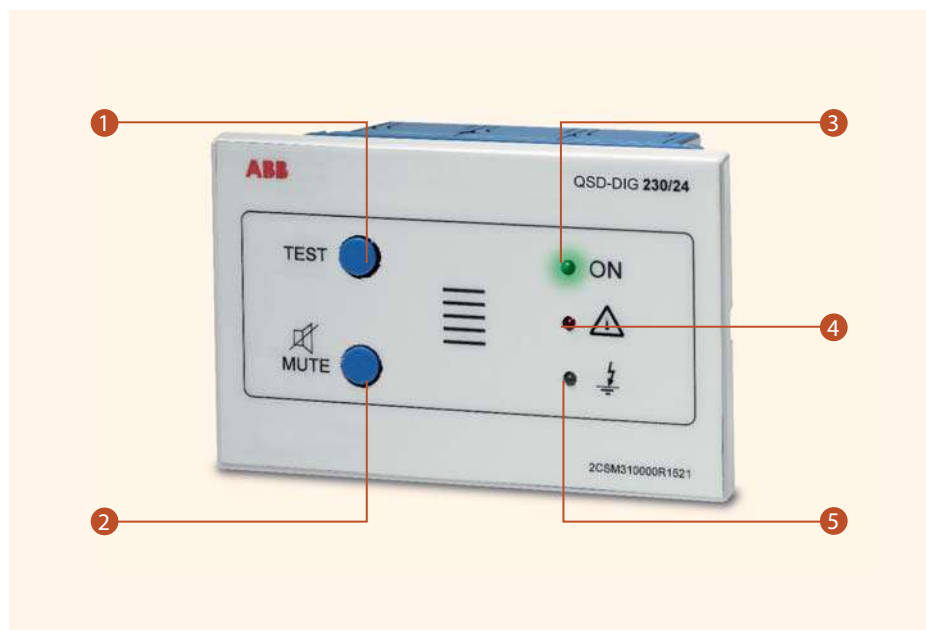
Габаритные размеры



#### Коды для заказа QSD-DIG 230/24

Совместимость	Описание Тип	Код АББ	BbN 8012542 EAN
Универсальн.	QSD-DIG 230/24	2CSM273063R1521	730637



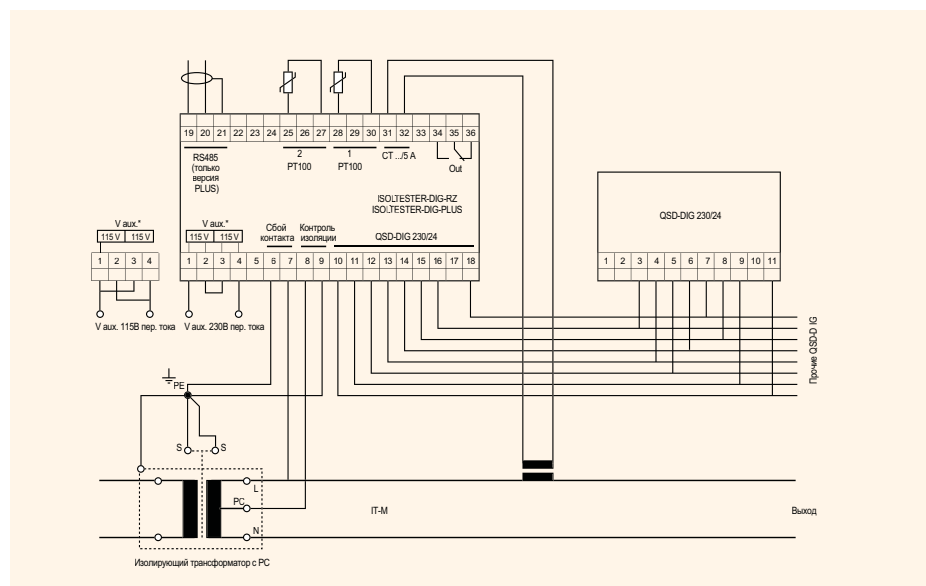


1. Кнопка для проверки
2. Кнопка отключения звука
3. Зеленый светодиод – сеть
4. Красный светодиод – перегрузка
5. Желтый светодиод – неисправность изоляции

### Преимущества

- Малые размеры;
- Возможность установки в стандартной коробке
- Немедленное распознавание типа неисправности
- Одновременное отключение звукового сигнала нескольких панелей
- Двойная сигнализация – звуковая и световая

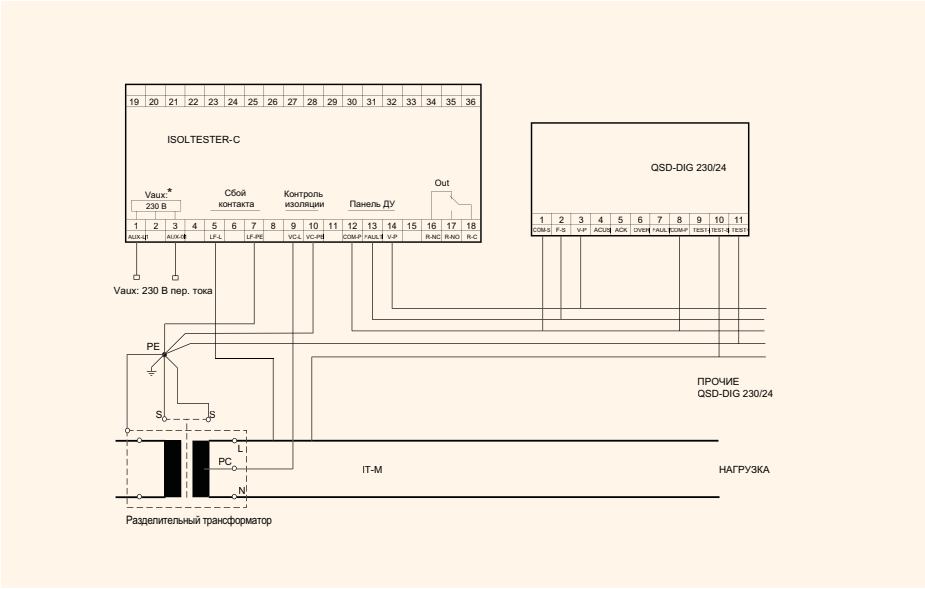
### Принципиальные электрические схемы



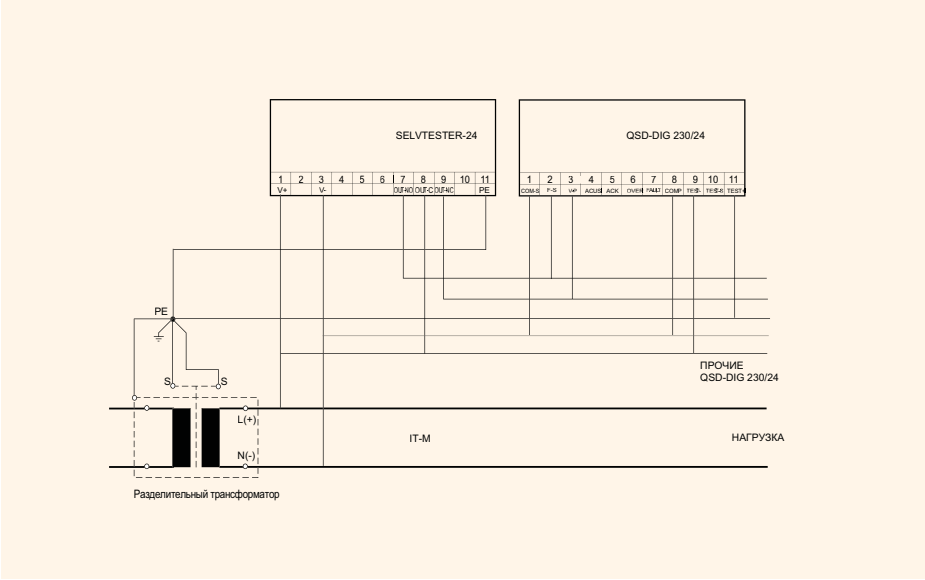
ISOLTESTER-DIG

3.2.6 продолжение

ISOLTESTER- C  
ISOLTESTER-DIG-RZ



SELVTESTER-24



Проектирование и монтаж электрических систем

При проектировании электрической системы в медицинских помещениях следует соблюдать как общие положения стандарта МЭК 60364 (ГОСТ Р 50571), так и конкретные положения раздела 7-710. Основные технические правила, указанные ниже, относятся к распределительным щитам внутри госпиталя и системам электроснабжения в помещениях группы 2.

3.3.1

Электрические распределительные щиты

Все электрические распределительные щиты должны соответствовать указаниям стандартов МЭК 60439-1 (ГОСТ Р 51321.1) и МЭК 60439-3 (ГОСТ Р 51321.3). В медицинских помещениях, в зависимости от их размера, используются следующие типы электрических щитов (рис. 3.11):

- главный распределительный щит;
- вводное распределительное устройство;
- распределительный щит отделения;
- операционный щит (QSO).

Типы электрических распределительных щитов

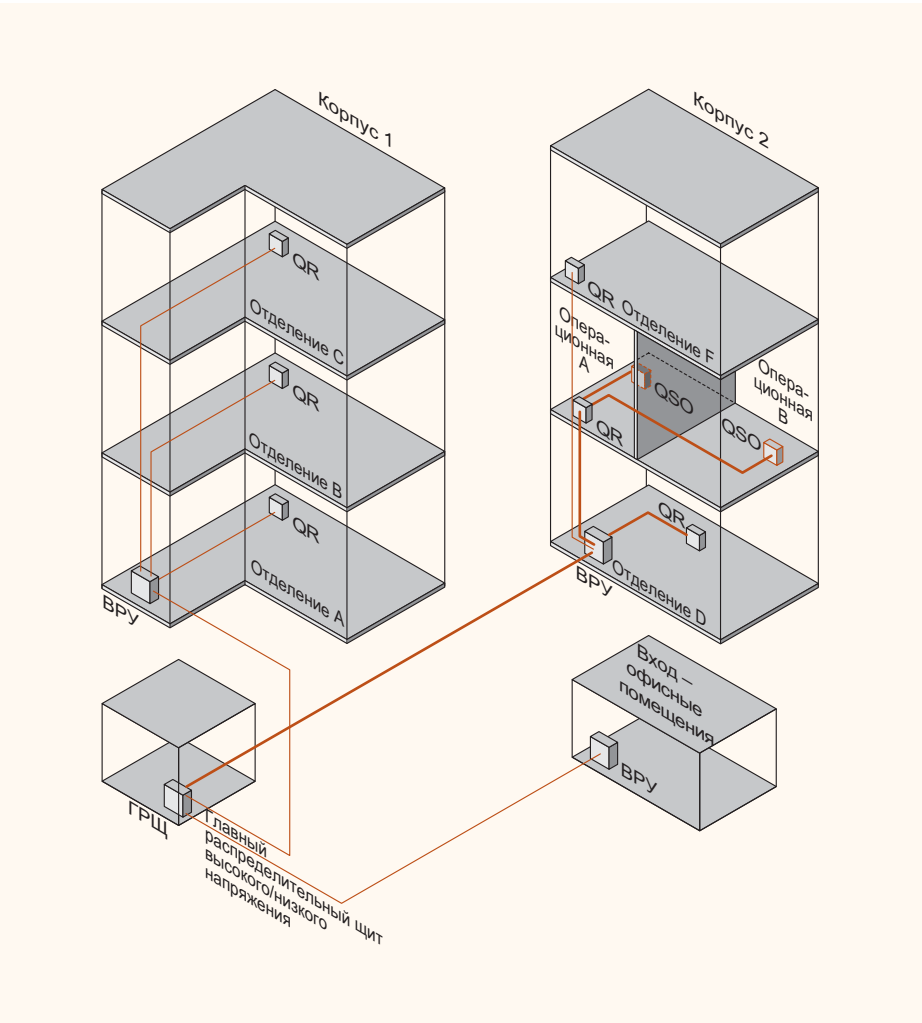


Рисунок 3.11: Система распределения «звезда», используемая в учреждениях здравоохранения.

ГРЩ и ВРУ должны располагаться в специальных помещениях с ограниченным доступом, а также вдали от легко воспламеняющихся конструкций или складов горючих веществ.

Степень защиты распределительных щитов

Для защиты от прямого контакта		Защита от внешних воздействий	
IPXXD (IP4X)	Защита от посторонних предметов, >1 мм в диаметре (провода)	IPX4	Защита от брызг
IPXXB (IP2X)	Защита от посторонних предметов, >12,5 мм в диаметре (пальцы)	IPX5	Защита от водяных струй

## 3.3.1 продолжение

**Главный распределительный щит**

ГРЩ – это щит для общего распределения электроэнергии (от сети), в котором может быть установлено следующее:

- устройства общей защиты и секционирования;
- измерительные приборы и устройства для удаленного мониторинга;
- защитные устройства для линий, питающих: дополнительные распределительные шкафы; служебные модули генераторов; здания и внешние нагрузки; технологические станции (системы кондиционирования, пункты тепло- и водоснабжения).

**Вводное распределительное устройство здания**

Распределительный щит с вводом резервного питания, в котором установлено:

- устройства общей защиты и секционирования;
- измерительные приборы и устройства для удаленного мониторинга;
- устройства защиты для линий, питающих устройства, требующие наличия резервного питания (системы пожаротушения, лифты).

**Распределительные щиты отделений**

Если такие щиты находятся внутри корпуса или отделения, их рекомендуется устанавливать в специальном помещении. Желательно, чтобы они имели стеклянные дверцы или дверцы из прозрачной пластмассы для упрощения проверки состояния устройств.

Назначение линий подачи питания, выходящих из щита, зависит от выполняемых отделением функций.

**Распределительные щиты для операционных помещений**

Для операционных помещений группы 2 кроме щитов для подачи питания на общие цепи также требуется щит для подачи питания на медицинские системы электрического питания (рис. 3.12). Разрешается использовать один распределительный щит для оборудования медицинских систем электрического питания и для питания всех прочих устройств в двух различных секциях. При отсутствии стандартного питания, распределительный щит должен переключаться на аварийное питание от источника бесперебойного питания (ИБП).

1. Устройство защиты от импульсных перенапряжений
2. Разделительный трансформатор
3. Датчик температуры PT100
4. Устройство контроля изоляции для линий 230 В
5. Устройство контроля изоляции для линий 24 В
6. Понижающий трансформатор 220/24 В – 1 кВА

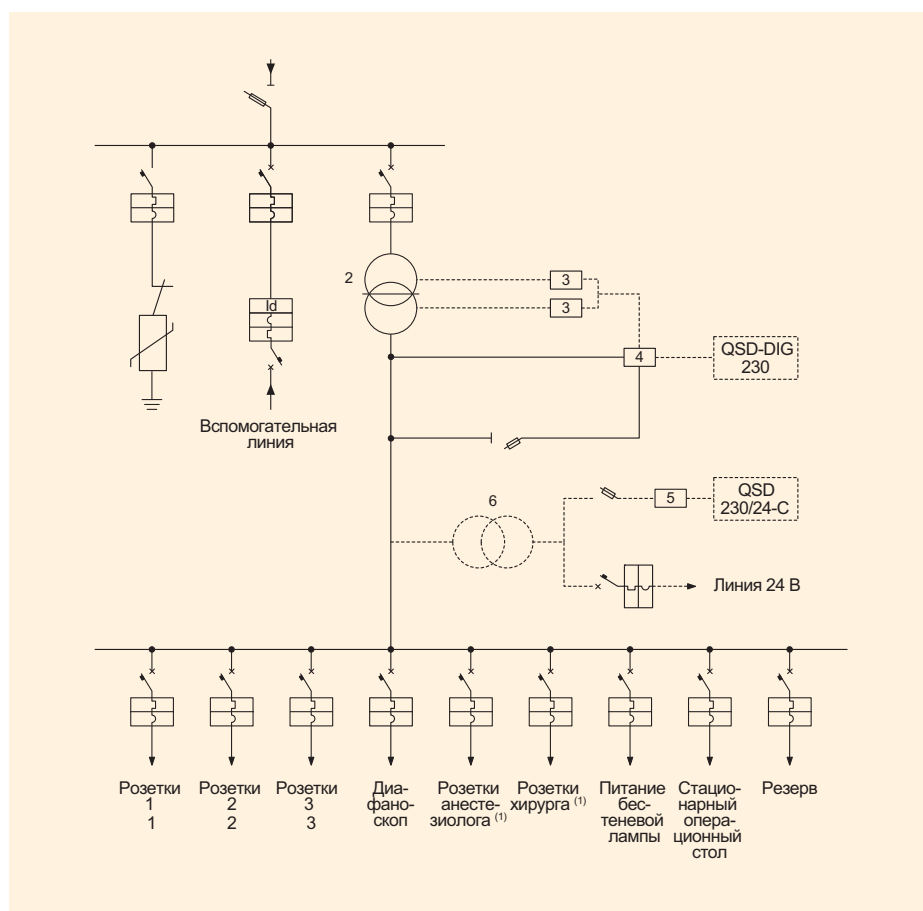


Рисунок 3.12: Распределительный щит для медицинских систем электрического питания.

<sup>(1)</sup> Питание на розетки для оборудования анестезиолога и хирурга должно подаваться от отдельных линий

Таким образом обеспечивается непрерывная работа всех устройств, запитанных от медицинской ИТ системы электропитания, в том числе электромедицинских устройств, особо чувствительных к напряжению и частоте.

При использовании одного распределительного щита, разделенного на две секции, устанавливается следующее оборудование:

- аппарат для секционирования;
- УЗО с  $I_{\Delta n} \leq 30$  мА на каждое исходящее соединение и УЗО типа А или В для общего источника питания;
- устройство для защиты от сверхтоков перед изолирующим трансформатором;
- возможна установка автомата защиты сети после разделительного трансформатора для защиты от перегрузки, при отсутствии температурных датчиков на обмотках трансформатора;
- устройства медицинской системы ИТ электрического питания (разделительный трансформатор, устройство контроля изоляции со световой и звуковой сигнализацией);
- устройства защиты от сверхтоков на линиях, питающих розетки и стационарным устройствам медицинской электрической системы.

Шина уравнивания потенциалов распределительного щита может использоваться как шина уравнивания потенциалов помещения, если это не противоречит стандартам.

#### Выбор медицинского разделительного трансформатора по потребляемой мощности

Потребляемая мощность разделительного трансформатора зависит от типа помещения, потребляемой мощности подключенной нагрузки и требованиям по непрерывности работы.

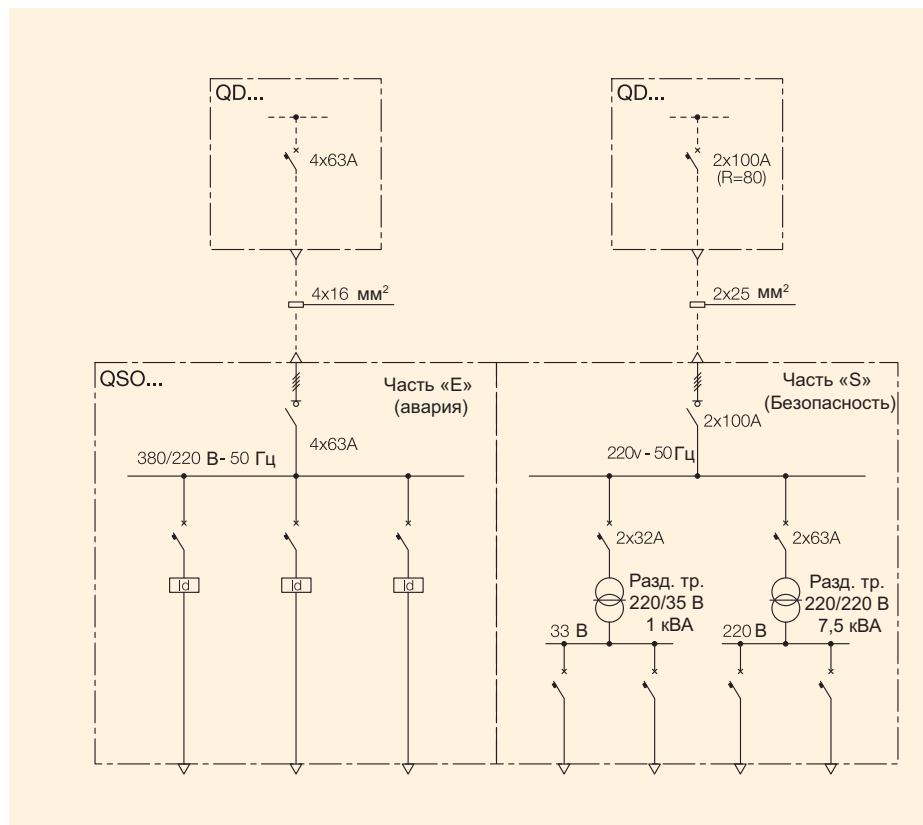
Обычно, питание от медицинских систем электрического питания подается на 6 групп розеток:

- 2 группы розеток для хирургического оборудования;
- 2 группы розеток для анестезионного оборудования;
- 2 группы стенных розеток.

Потребляемая мощность очень большого хирургического помещения для проведения операций на сердце составляет до 15 кВА, поэтому следует использовать два разделительных трансформатора мощностью 10 кВА, что позволит в дальнейшем расширить систему. От одного трансформатора питание может подаваться на стенные розетки, а другой – на проводные розетки.

В обычных операционных и палатах потребляемая мощность составляет 7,5 – 5 – 3,5 кВА.

В любом случае, всегда лучше переоценить потребляемую мощность, чтобы иметь возможность в будущем расширить систему без ее изменения.





## 3.3.1 продолжение

## Технические характеристики щитов QSO

Номинальное напряжение	[В]	230 ± 15% переменного тока
Номинальная частота	[Гц]	50
Количество фаз		1 + N ~ / PE
Номинальное напряжение вспомогательных цепей	[В]	230 переменный ток
Номинальное напряжение изоляции	[В]	300 - 2,500
Система заземления нейтрали		TT / TN-S
Максимальный ток короткого замыкания	[кА]	10
Макс. высота	[м]	2000 над уровнем моря
Степень загрязнения		1, без загрязнения или сухие и непроводящие загрязнения
Степень сопротивления удару		IK09
Степень защиты		IP 65 для лицевой панели с дверцей, IP 31 для лицевой панели без дверцы, IP 20 для верхней части
Относительная влажность		50%
Рабочая температура	[°C]	- 5 / + 40
Температура хранения	[°C]	- 25 / + 55
Стандарты		МЭК 60364-7-710 МЭК 60439-1



## Коды заказа QSO - электрических шкафов для операционных

Тип	Мощность	BbN 8012542 EAN	Код заказа
серия S			
QSO 3S Classic	3	611226	2CSM261122R1551
QSO 5S Classic	5	736929	2CSM273692R1551
QSO 3S Premium	3	736028	2CSM273602R1551
QSO 5S Premium	5	736820	2CSM273682R1551
серия M			
QSO 3M Classic	3	735922	2CSM273592R1551
QSO 5M Classic	5	736721	2CSM273672R1551
QSO 7,5M Classic	7,5	735823	2CSM273582R1551
QSO 3M Premium	3	736622	2CSM273662R1551
QSO 5M Premium	5	735724	2CSM273572R1551
QSO 7,5M Premium	7,5	736523	2CSM273652R1551
серия L			
QSO 10L Classic	10	735625	2CSM273562R1551
QSO 7,5L Premium	7,5	736424	2CSM273642R1551
QSO 10L Premium	10	735526	2CSM273552R1551
серия XL			
QSO 7.5XL Premium	7,5+7,5	736325	2CSM273632R1551
QSO 10XL Premium	10+10	735427	2CSM273542R1551

### Smissline-система разъемного монтажа электрооборудования.

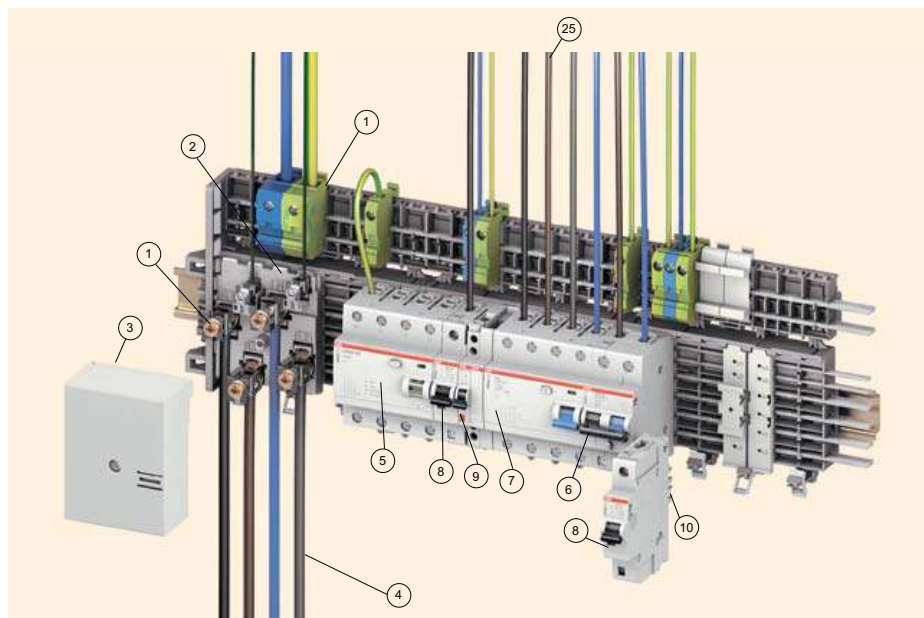
Smissline позволяет сократить время простоя до минимума и реализовать системы энергоснабжения высочайшего уровня. Везде где необходима готовность оборудования к работе 365 дней в году 24 часа в сутки, втычная система разъемного монтажа позволяет обеспечить максимальную гибкость решений.

Модульные втычные устройства серии Smissline легко устанавливаются в шинной распределительной системе. Данная система позволяет сократить финансовые и временные затраты на сборку и монтаж, а также позволяет легко и быстро выполнить замену втычных модульных устройств. В случае необходимости расширения системы, его можно провести без вывода оборудования из эксплуатации, простым добавлением устройств.

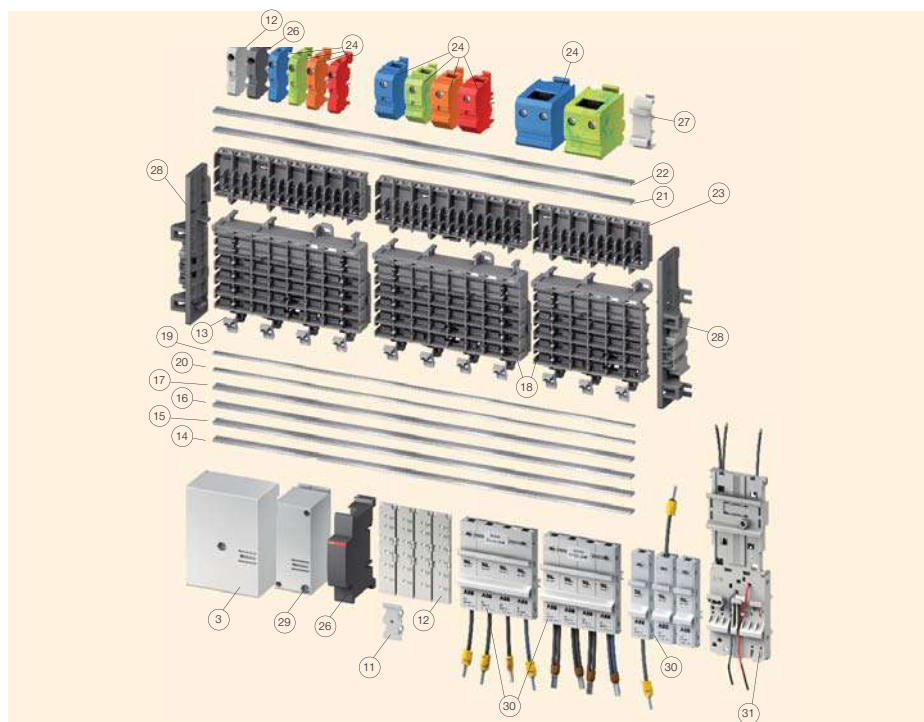
#### Преимущества системы

- масштабируемость и гибкость позволяют реализовывать решения поддерживающие расширение с 63 до 200 А и до 108 модулей на панель;
- быстрое восстановление после аварии (минимальное время простоя) , вы можете быстро заменить как один аппарат так и всю панель;
- возможность параллельного обслуживания - замена оборудования без снятия напряжения с шин;
- система измерения токов отходящих линий.

#### Обзор системы



1. Зажим питания
2. Клеммный блок, макс. ток 160 А 50 мм<sup>2</sup> (2 x 25 мм<sup>2</sup>) + 2 x 10 мм<sup>2</sup> (LA, LB)
3. Крышка клеммного блока
4. Кабель питания
5. Ограничитель перенапряжения OVR404
6. АВДТ FS401
7. УЗО F404
8. Автоматический выключатель S401 M
9. Сигнальный контакт
10. Втычные контакты
11. Адаптер для установки на DIN-рейку
12. Защитная крышка
13. Замок
14. Шина L3 или пост. ток «+», «-»
15. Шина L2 или пост. ток «+», «-»
16. Шина L1 или пост. ток «+», «-»
17. Шина N
18. Шасси, на 8 и 6 модулей
19. Дополнительная шина LA
20. Дополнительная шина LB
21. Шина N, внешн.
22. Шина PE, внешн.
23. Дополнительное шасси
24. Клеммные блоки N и PE, 32 А, 1 мм<sup>2</sup> x 10 мм<sup>2</sup>, 63 А 16 мм<sup>2</sup> x 50 мм<sup>2</sup> и 100 А 16 мм<sup>2</sup> x 95 мм<sup>2</sup>, красного и оранжевого цвета для постоянного тока
25. Отходящие линии
26. Изолятор
27. Кожух
28. Концевой элемент
29. Клеммный блок, центральный источник питания 200 А, максимум 95 мм<sup>2</sup>
30. Универсальный адаптер для тока 32 А, 63 А или 100 А
31. Комбимодуль для тока 32 А



## 3.3.2 продолжение

**Модульные втычные устройства серии Smissline****Модульные автоматические выключатели серии S400**

1,2,3 и 4-х полюсные устройства с номинальными токами в диапазоне 0.5 - 63 А  
 Отключающие характеристики B, C, D, K, UC Z, UC C  
 Дополнительные и сигнальные контакты с установкой по обеим сторонам аппарата.  
 Отключающая способность  $I_{cn}$  6 кА или 10 кА.

**Устройства дифференциальной защиты.**

2 полюсные с номиналами от 25 до 40 А и током утечки 10,30,100 мА  
 4 полюсные с номиналами от 25 до 63 А и током утечки 30,100, 300 мА  
 специальные исполнения (селективное и с защитой от случайных срабатываний)

**Автоматические выключатели дифференциального тока**

2 и 4 полюсное исполнение  
 Отключающая способность 6 кА или 10 кА  
 Возможность установки дополнительных контактов  
 Исполнение с защитой от случайных срабатываний

**Устройство защиты от импульсных перенапряжений**

4 полюсное исполнение  
 Тип 2  
 Номинальный ток разряда 15 кА

**Аппарат защиты двигателя**

Номинальный ток 0,1 А до 25 А

**Дополнительные и сигнальные контакты**

Шинная распределительная система позволяет организовывать систему групповой сигнализации при помощи сигнальных шин La и Lb. Возможна организация системы сигнализации с дифференциацией конкретного аппарата с запитыванием дополнительных контактов напрямую с шин La или Lb.

**Преимущество вертикальной компоновки в сравнении с классической:**

- компактность размещения
- удобство монтажа отходящих линий
- удобное расположение клемм N PE
- простота подключения шин к вводу аппарату
- возможность легкого расширения системы

**Преимущества для клиентов о системе Smissline применяемой в лечебных учреждениях****Надежность и доступность**

Быстрое и простое управление втычными устройствами  
 Бесперебойная работа 24 часа 365 дней в году

**Свобода концепции и дизайна**

Единая система подключения разных типов устройств защиты (АВ и УЗО)  
 Гибкая архитектура с высокой степенью защиты пользователя

**Возможность модернизации**

Простое добавление новых устройств в систему  
 Нет необходимости вносить изменения в конструктив



### Кабельные каналы

Кабельные каналы, устанавливаемые внутри медицинских помещений группы 2, должны предназначаться только для питания электрических, находящихся в том же помещении.

Цепи медицинской системы ИТ должны обязательно отделяться от общих цепей электропитания, а значит должны проводиться в отдельных трубопроводах или кабельных каналах. Использование общих кабельных каналов допускается при условии, что они разделены с помощью изолирующей перегородки (рис. 3.13).

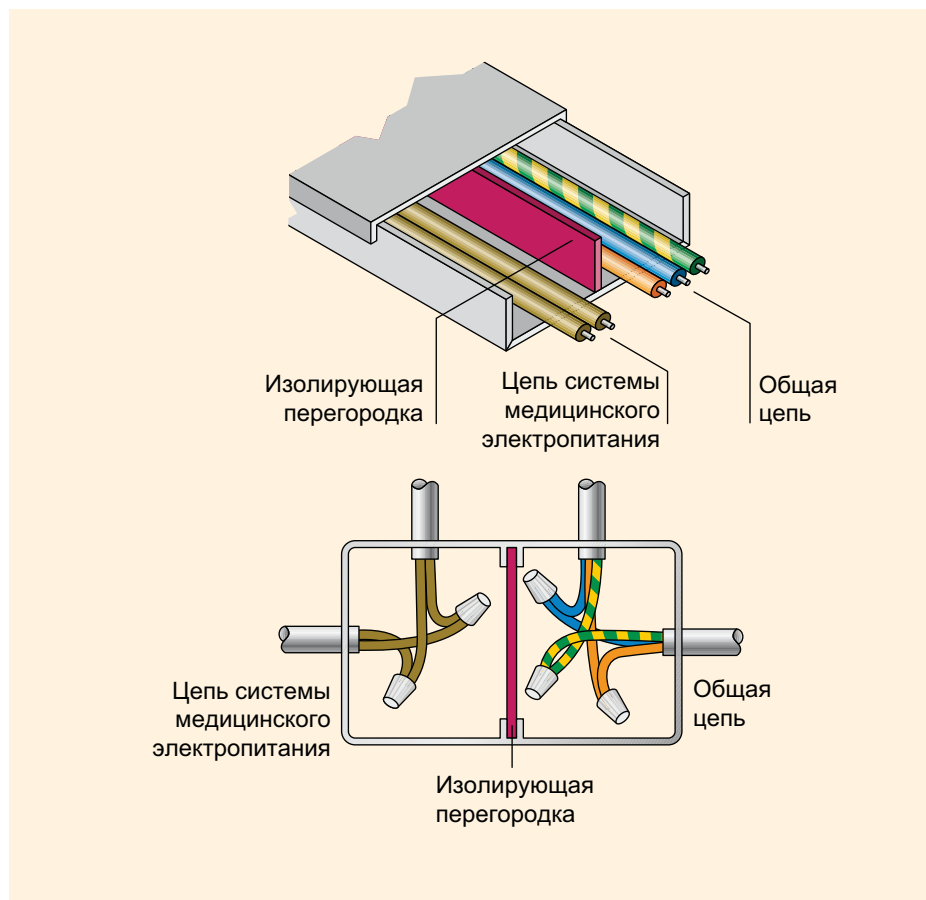


Рисунок 3.13: Разделение цепи медицинской системы электропитания с помощью изолирующей перегородки.

Цепи медицинской системы электрического питания можно реализовать с помощью гибких одножильных проводов типа N07V-K или ПВЗ (не используя при этом провода синего и голубого цветов, так в медицинских системах электрического питания нейтраль не используется).

Если не представляется возможным осуществить физическое разделение двух электрических систем, и цепи медицинских систем и общих систем электропитания проходят через один кабельный канал, необходимо использовать кабели с двойной изоляцией в неметаллической оплетке. Кроме того, при наличии токов утечки, возникающих по причине емкостного эффекта, рекомендуется отделить защитный проводник от фазных проводников и поместить его в отдельную защитную трубу.

В медицинских помещениях группы 2, где используются электромедицинские устройства для контроля и поддержания жизненно важных параметров, например, помещения интенсивной терапии, реанимации и т. п., для защиты от воздействия электромагнитных полей, следует использовать экранированные провода, или провода в металлических трубах. Для выравнивания потенциалов, экраны кабелей и металлические трубы необходимо соединить с ближайшей системой уравнивания потенциалов. В помещениях для выполнения радиологии или компьютерной аксиальной томографии, а также в помещениях, где установлено оборудование, излучающее ионизирующую радиацию, провода питания не должны нарушать имеющейся радиационной защиты. Защита кабельных каналов от сверхтоков реализуется с помощью многополюсных автоматических выключателей. Также в медицинских системах электрического питания, цепи, отходящие от низковольтных частей распределительной сети, должны быть защищены плавкими предохранителями или термомангнитными автоматами защиты сети, а не УЗО, так как УЗО для систем с изолированной нейтралью не эффективны.

## 3.3.4

**Электропитание радиологического и аналогового оборудования**

Радиологическое оборудование и устройства с потребляемой мощностью до 5 кВА получают довольно большой ток от источника питания. Поэтому, во избежание падения напряжения, размеры питающих кабелей необходимо выбирать тщательно. Стационарные радиологические устройства и устройства с потребляемой мощностью свыше 5 кВА, питание на которые подается непосредственно от общей сети и обычно без использования вилок/розеток, могут защищаться с помощью УЗО с током утечки 0,5 А. Если же эти устройства могут оказаться в окружении пациента, их необходимо защитить автоматическим выключателем дифференциального тока с током утечки 30 мА типа «А» (однофазные цепи) или «В» (особенно для трехфазных цепей).

## 3.3.5

**Селективность устройств защиты**

Для обеспечения максимальной непрерывности работы необходимо уделить особое внимание селективности устройств защиты от сверхтоков.

По возможности необходимо использовать горизонтальную и вертикальную селективность. Горизонтальная селективность, а значит и разделение системы на различные цепи, снижает время простоя при неисправности. Разделение на несколько цепей также позволяет предотвратить одновременное использование нескольких устройств, подключенных к одной цепи, что приводит к срабатыванию УЗО (например, от емкостных утечек).

Вопрос горизонтальной селективности особенно актуален для медицинских помещений группы 2. Стандарты требуют, чтобы для каждого места лечения пациентов вилки и розетки, питаемые от медицинской системы электрического питания, должны (рис. 3.14):

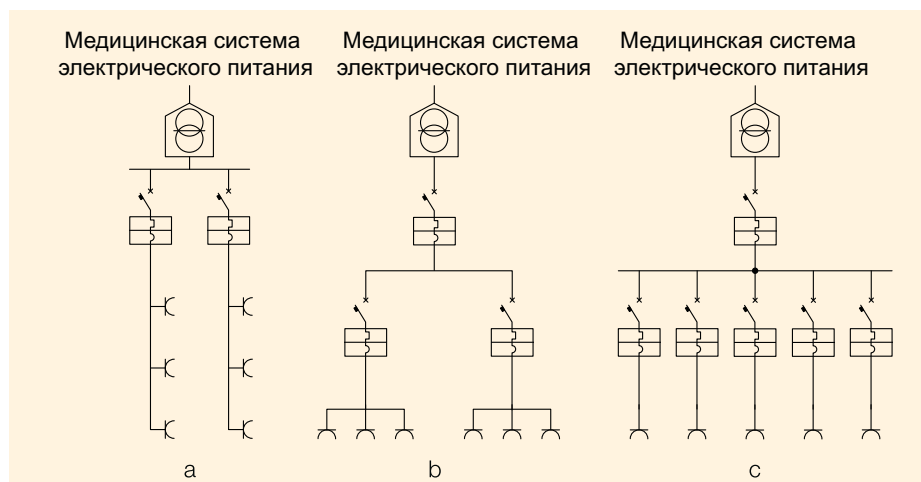
- либо подключаться к двум различным цепям подачи питания (каждая оборудована соответствующим защитным устройством);
- либо быть защищены от сверхтоков отдельно или группами (хотя бы по две).

При таком условии, если выходит из строя одна розетка и срабатывает защитное устройство, то без питания остается только одна розетка или группа розеток, а остальные остаются рабочими.

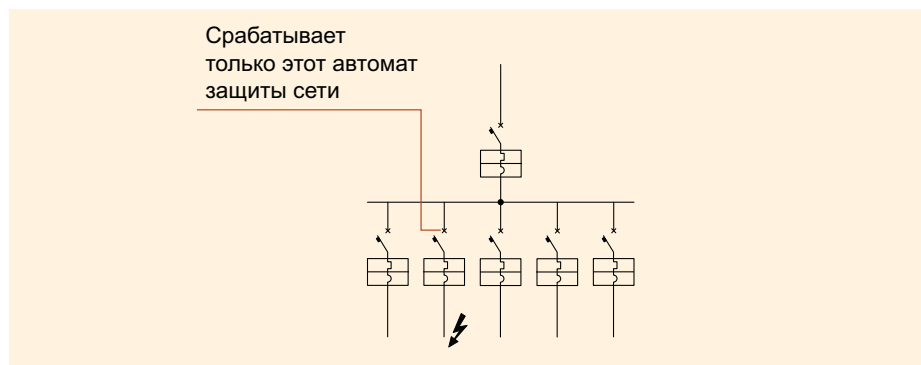
Помимо горизонтальной селективности также необходимо обеспечить вертикальную, то есть при появлении сверхтока срабатывает только устройство защиты цепи, затронутой неисправностью, но не устройство выше по сети (рис. 3.15).

**Рисунок 3.14: Защита розеток медицинской системы электропитания**

- а) разделение на две отдельных цепи, каждая со своей защитой  
б) защита группами  
в) отдельная защита каждой розетки.



**Рисунок 3.15: Вертикальная селективность при наличии установленных последовательно автоматов защиты сети.**





Селективность в медицинских системах электрического питания можно осуществить с помощью термомангнитных автоматических выключателей или плавких предохранителей соответствующего размера.

При использовании автоматических выключателей селективности можно достичь, выбирая устройства защиты так, чтобы для всех значений тока короткого замыкания вплоть до максимального, зоны срабатывания последовательно подключенных автоматов не пересекались (рис. 3.16). Тем не менее, селективности между автоматами защиты цепи также достигают путем настройки их времени срабатывания.

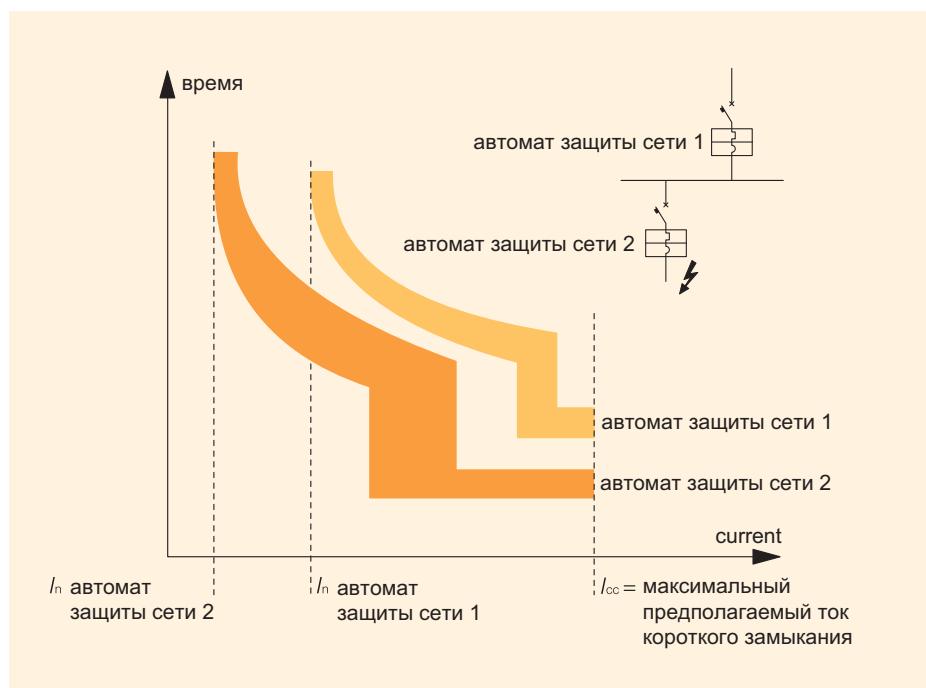


Рисунок 3.16: Полная селективность между двумя автоматами защиты сети, подключенными последовательно.

Селективность также можно осуществить для УЗО, предназначенных для защиты оборудования, питание на которое подается непосредственно от сети.

Например, в палатах госпиталя (помещения группы 1) имеются три цепи (освещение, розетки и розетки в изголовье), каждая из которых защищена УЗО на 30 мА. Для защиты цепей питания нескольких помещений используются УЗО 300 мА, а за ними в шкафу установлены УЗО на 500 мА. Полная селективность также достигается путем настройки времени срабатывания УЗО.

### 3.3.6

#### Принципы установки

Распределительные щиты с изолирующим трансформатором могут устанавливаться либо на стене, либо на полу вне помещений группы 2, а также внутри при условии, что они находятся вне окружения пациента во избежание контакта между пациентом (также и медицинским персоналом) и шкафом, в котором находятся не только цепи, питаемые трансформатором, но и провода от источника питания.

Если требуется мощность выше, чем обеспечивает разделительный трансформатор (10 кВА), то применяют несколько трансформаторов, соединенных параллельно, что ведет к увеличению габаритных размеров электроустановки.

Устройство контроля состояния изоляции можно установить в распределительном шкафу медицинской системы электрического питания, но панели звуковой и световой сигнализации должны находиться в наиболее часто используемых помещениях, где предполагается постоянное нахождение персонала.

Розетки и автоматические выключатели должны устанавливаться на расстоянии более 20 см (от центра до центра) от любой точки подключения медицинского газа.

Розетки медицинской системы электрического питания не должны заменяться розетками, питаемыми от общей сети.

### Заземление

В помещениях групп 1 и 2 непосредственно к защитному проводнику можно подключать только следующие устройства (все остальные требуется подключать к шине уравнивания потенциалов):

- стационарные устройства, такие как потолочные осветительные приборы, если они установлены на расстоянии выше 2,5 м от пола или полностью вне окружения пациента;
- ограничители перенапряжения любого типа (рекомендуется установка на входящей линии, подающей питание в медицинские помещения).

### 3.3.8

#### Безопасность

В медицинских помещениях постоянно используются устройства, требующие постоянного наличия питания во избежание риска для пациента в случае неисправности систем или устройств, а также в случае отключения электроэнергии.

Для обеспечения непрерывности работы после неисправности рекомендуется использовать разделительный трансформатор даже в медицинских помещениях группы 1, амбулаторных отделениях и лабораториях, так как это обеспечивает работу электрооборудования даже при «первом замыкании на землю». Непрерывная подача питания играет, в частности, существенную роль в лабораториях, так как при сбоях в подаче питания требуется значительное время на перепрограммирование оборудования.

Для обеспечения подачи питания потребителям, которые считаются приоритетными в случае перерыва в подаче питания, необходимо установить аварийную систему ввода резерва.

Параметры безопасной подачи питания должны определяться проектировщиком с учетом фактических требований к данному медучреждению и действующим стандартам.

Во всех медицинских помещениях группы 2 (и некоторых группы 1) должна быть реализован автоматический ввод резерва с временной задержкой менее 0,5 с, причем должна обеспечиваться подача питания в течение минимум трех часов на осветительные установки операционных столов, электромедицинские устройства, которые требуют безопасной подачи питания, а также системы мониторинга и сигнализации.

Прочее электромедицинское оборудование может быть подключено к резервному источнику питания с временем переключения не более 15 с (аварийное освещение выходов, электромедицинские устройства и прочее) или с длительным временем переключения, более 15 с (устройства стерилизации, холодильники и пр.).

Аварийный источник питания может включать в себя аккумуляторы, источник бесперебойного питания (ИБП) или электрогенераторы.

В каждой операционной или группе операционных помещений, непрерывность подачи питания должна обеспечиваться, по меньшей мере, двумя ИБП. Следовательно, каждый ИБП работает на 50% своей мощности, не испытывает перегрузку и может подменять другой в случае неисправности.

Использование нескольких ИБП также упрощает техническое обслуживание, которое можно выполнять для одной группы ИБП, обеспечивая при этом питание операционного помещения.

ИБП также обеспечивают качество подаваемой электроэнергии и не создают помех в цепях, расположенных за ними.

ИБП гарантируют непрерывное питание, но они обычно имеют непродолжительное время работы (10 – 30 минут) и поэтому требуют последующего включения электрогенераторов (рис. 3.17).

Необходимость <  
бесперебойности работы

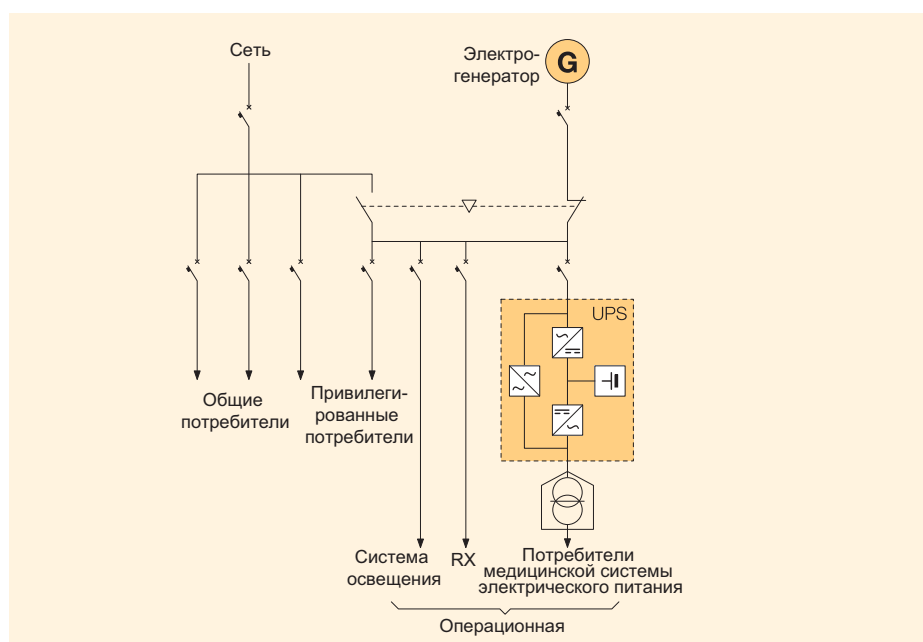


Рисунок 3.17: Аварийная подача питания, осуществляемая с помощью ИБП и электрогенераторов.

Аварийное освещение

Аварийное освещение требуется для следующих помещений:

- медицинские помещения группы 1 и 2;
- маршруты эвакуации и аварийные выходы, включая соответствующие предупредительные знаки;
- помещения, где находятся электрические распределительные щиты, источники питания производственных систем;
- помещения с такими важными системами, как лифтовое оборудование, станции кондиционирования воздуха, центры обработки данных.

Время срабатывания аварийного освещения указано в стандарте (таблица 3.7). Аварийное освещение должно осуществляться через централизованные системы резервного питания (аккумуляторы и электрогенераторы) или от собственных аккумуляторов светильников, обеспечивающих автономность в течение минимум 2-х часов. В таблице приведены значения времени срабатывания для аварийных источников питания согласно стандарту в зависимости от типа помещения.

Тип помещения	Время срабатывания ≤ 0,5 с	Время срабатывания ≤ 15 с
Массажное помещение		● <sup>(1)</sup>
Палаты		●
Родильный зал	● <sup>(2)</sup>	●
Помещения для ЭКГ, ЭЭГ, ЭНГ и ЭМГ		●
Помещение для эндоскопии	● <sup>(2)</sup>	●
Амбулаторное отделение		● <sup>(1)</sup>
Урологическое помещение		●
Помещения для радиологии и лучевой терапии		●
Помещение для гидротерапии		●
Помещение для физиотерапии		●
Помещение для анестезии	● <sup>(2)</sup>	●
Операционное помещение	● <sup>(2)</sup>	●
Помещения для подготовки к операции	● <sup>(2)</sup>	●
Помещение для выполнения операций	● <sup>(2)</sup>	●
Послеоперационное помещение	● <sup>(2)</sup>	●
Помещение для установки сердечных катетеров	● <sup>(2)</sup>	●
Помещение интенсивной терапии	● <sup>(2)</sup>	●
Помещение для ангиографии и гемодинамического анализа	● <sup>(2)</sup>	●
Помещение для гемодиализа		●
Помещение для МРТ		●
Помещение для радиационной медицины		●
Помещение для недоношенных детей	● <sup>(2)</sup>	●

<sup>(1)</sup> Только для медицинских помещений группы 1.  
<sup>(2)</sup> Устройства освещения и электромедицинские устройства для поддержания жизни, требующие перерыва в подаче питания менее 0,5 с.

# 4

## Прочие сведения по системам для медицинских помещений

### 4.1

#### Ветеринарные клиники

##### Область применения стандартов к ветеринарным клиникам

В стандарте МЭК 60364-7-710 (ГОСТ Р 50571.28) указывается, что «в необходимых случаях требования настоящего стандарта применимы в ветеринарных клиниках».

В помещениях ветеринарных клиник могут иметься различные степени опасности в зависимости от их назначения и их структуры. Таким образом, после того, как руководство клиники обозначит процедуры, которые будут проводиться в клинике, проектировщик определяет, какие системы должны быть установлены.

#### 4.1.1

##### Опасность поражения электрическим током

Риск для животных при поражении электрическим током (прямой или не прямой контакт) различен в зависимости от вида, к которому они принадлежат, размера и вида лечения, а в некоторых условиях (включая операции на сердце) они также могут подвергаться микрошоку. Опасность микрошока обычно более существенна в ветеринарных клиниках, госпиталях и исследовательских центрах. С другой стороны в ветеринарных лечебницах и лабораториях:

- операции на сердце и операции, которые могут затронуть сердце, не выполняются;
- электромедицинские устройства с контактирующими частями используются ограниченно, а «электрические устройства» используются часто, также как и такие приспособления, как резательные устройства, переносные электрические дрели и «электромедицинские устройства», например, стационарные или переносные бестеневые лампы, которые могут попасть в среду, окружающую пациента.



Рисунок 4.1: Ветеринарная клиника.

#### 4.1.1 продолжение

Таким образом, можно прийти к заключению, что ветеринарные лечебницы и лаборатории всегда можно рассматривать как помещения группы 1, даже если в них выполняются хирургические операции. Помещения группы 2 могут иметься в ветеринарных клиниках, госпиталях университетов, специализирующихся в ветеринарии и ветеринарных клинично-фармакологических исследовательских центрах.

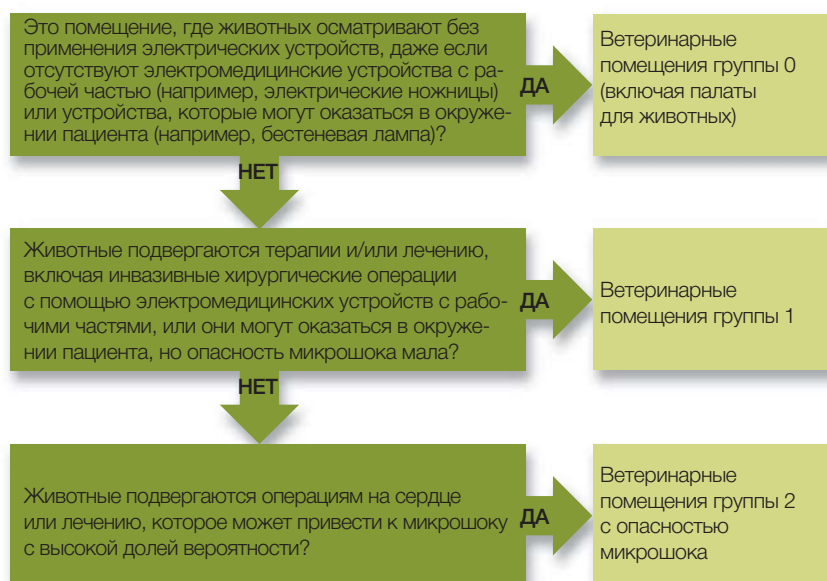


Рисунок 4.2: блок-схема для выбора группы ветеринарных помещений.

#### 4.1.2

##### Критерии выбора параметров и защиты электрической системы

Методы защиты, используемые для помещений и указанные в стандарте МЭК 60364-7-710 (ГОСТ Р 50571.28), также могут применяться к ветеринарным помещениям согласно указанной выше классификации.

#### 4.1.3

##### Медицинская система ИТ электрического питания в ветеринарных помещениях

В зависимости от группы, к которой относится ветеринарное помещение, применение в нём медицинской системы ИТ, может быть обязательным или нет. Если помещение относится к группе 2, то применение системы ИТ обязательно. Если помещение принадлежит к группе 1, то медицинскую систему электрического питания желательно установить, для того, чтобы иметь возможность использовать определенные электрические устройства при первом замыкании на землю.

Использование устройств, контролирующих состояние изоляции системы, питаемой с помощью разделительного трансформатора, обязательно для помещений группы 2 и рекомендуется для помещений группы 1.

#### 4.1.4

##### Проверки ветеринарных помещений

Как и для помещений, предназначенных для лечения людей, для ветеринарных помещений обязательно выполнять приемосдаточные и периодические проверки согласно стандартам.



## 4.2

## Приемосдаточные и периодические проверки

Электрические системы в медицинских помещениях должны подвергаться проверкам, как перед сдачей в эксплуатацию, так и после внесения изменений или ремонта (приемосдаточная проверка). После чего требуется выполнять периодические проверки, в сроки предварительно указанные техническим специалистом, который может являться или не являться работником сферы здравоохранения, причем результаты каждой проверки должны документироваться.

## 4.2.1

## Приемосдаточные испытания

Электрические системы в помещениях группы 0 должны подвергаться проверкам согласно стандарту МЭК 60364. Системы в помещениях группы 1 и 2, кроме проверок для обычных систем должны подвергаться следующим проверкам:

Выполняемые проверки и испытания		Помещения группы 1	Помещения группы 2
1	Функциональные испытания устройства контроля изоляции и системы световой и звуковой сигнализации медицинской системы ИТ электропитания	—	■
2	Измерение токов утечки на вторичной обмотке без нагрузки и на корпусе трансформатора для медицинского применения; испытание не требуется, если оно уже проводилось изготовителем трансформатора	—	■
3	Измерение сопротивления дополнительных эквипотенциальных соединений	—	■
4	Проверка целостности защитных проводников и проводников системы уравнивания потенциалов	■	—
5	Визуальная проверка на выполнение прочих предписаний части 710 стандарта 60364-7	■	■

Контрольно-измерительные приборы. Для проведения испытаний требуются соответствующие приборы, включая:

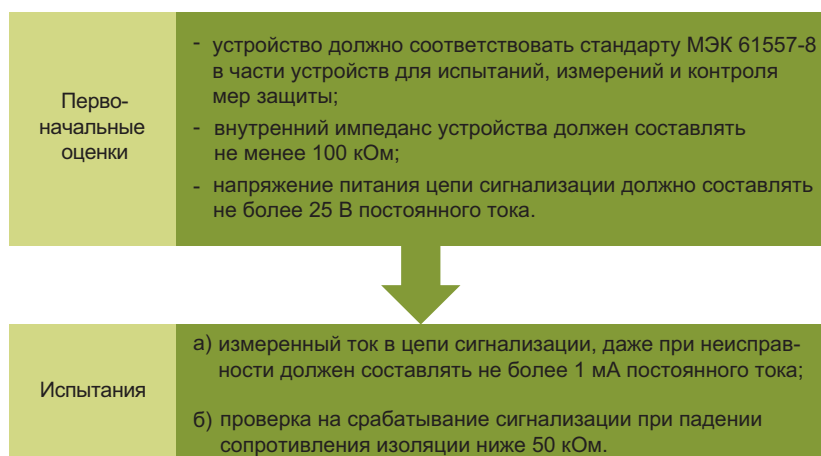
- вольтметр;
- миллиамперметр;
- миллиомметр с напряжением холостого хода от 4 до 24В постоянного или переменного тока и испытательным током 10 А;
- устройство для проверки автоматов защиты сети.

Проверки выполняются на основании проектной документации, которая должна, по меньшей мере, включать следующее:

- поэтажный план здания с указанием группы, к которой принадлежит данное медицинское помещение;
- поэтажный план здания с указанием расположения системы уравнивания потенциалов с соответствующими соединениями;
- принципиальные электрические схемы.

## Функциональное испытание медицинской системы ИТ электрического питания

Функциональное испытание устройства контроля изоляции выполняется путем выполнения ряда измерений.



## а) Измерение тока в цепи сигнализации

**Цель испытания:** испытание должно подтверждать, что даже в случае аварии ток в цепи не должен превышать 1 мА постоянного тока.

**Прибор:** миллиамперметр.

**Методика выполнения:** измерение тока в цепи сигнализации проводится при коротком замыкании на землю путем подключения миллиамперметра в разрыв провода, соединяющего устройство контроля изоляции с шиной уравнивания потенциалов, и подключения одного из проводов цепи изоляции непосредственно к заземлению (рис. 4.3.).

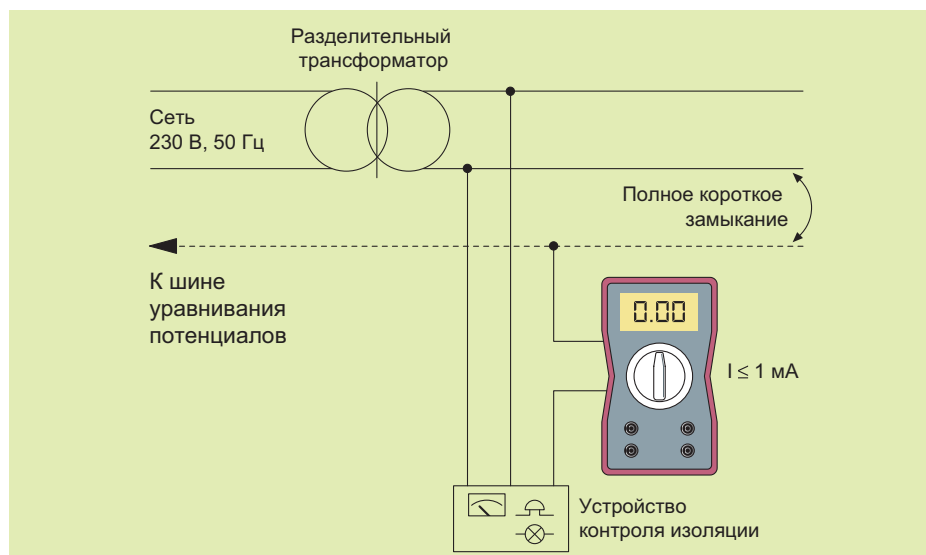


Рисунок 4.3: Измерение тока в цепи сигнализации.

## б) Испытание срабатывания устройства контроля изоляции

**Цель испытания:** проверка правильной работы устройства контроля изоляции, то есть срабатывания сигнализации при падении сопротивления изоляции ниже 50 кОм.

**Прибор:** реостат.

После снятия нагрузки, каждый провод в цепи питающийся от вторичной обмотки изолирующего трансформатора подключается (поочередно) к шине уравнивания потенциалов через реостат (рис. 4.4). Моделирование неисправности осуществляется путем уменьшения сопротивления реостата до значения  $R < 50 \text{ кОм}$ . Это должно привести к срабатыванию световой и звуковой сигнализации. Затем, повышая  $R$  до значения выше 50 кОм, можно проверить, отключается ли сигнализация автоматически.

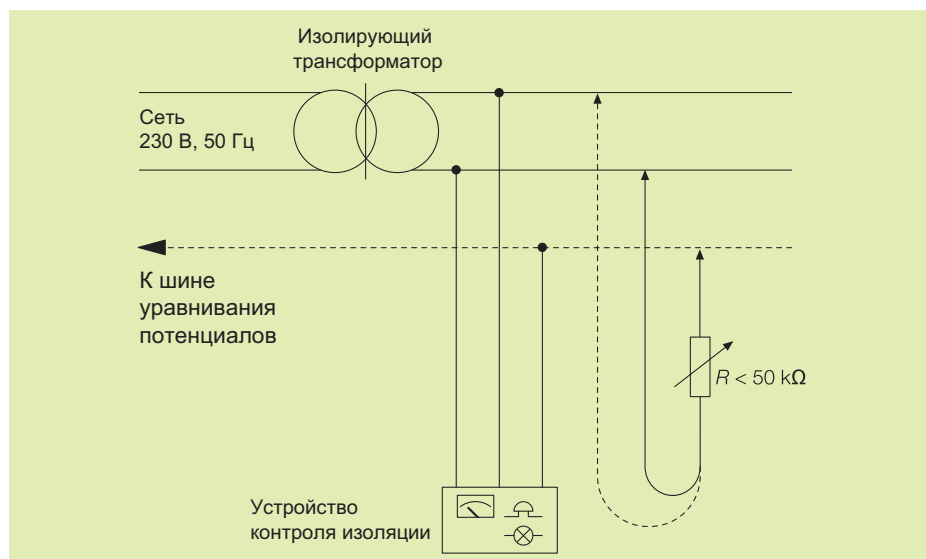


Рисунок 4.4: Испытание на срабатывание устройства контроля изоляции.

#### 4.2.1 продолжение

##### Функциональное испытание систем сигнализации

**Цель испытания:** проверить работу системы звуковой и световой сигнализации.

Испытание выполняется путем визуального определения выполнения следующих условий:

- наличие индикаторного сигнала зеленого цвета при штатной работе;
- наличие индикаторного сигнала желтого цвета при срабатывании сигнализации (сопротивление изоляции менее 50 кОм);
- невозможность отключения желтого индикаторного сигнала, он должен отключаться только после устранения неисправности;
- наличие звукового сигнала, который включается при срабатывании сигнализации (сопротивление изоляции менее 50 кОм). Сигнал должен быть слышен в помещениях отделения, где предполагается наличие персонала.

##### Измерение тока утечки разделительного трансформатора

**Цель испытания:** убедиться, что ток утечки на землю от вторичной обмотки и корпуса разделительного трансформатора не превышает 0,5 мА.

**Прибор:** миллиамперметр.

**Методика выполнения:**

- а) утечка на землю от вторичной обмотки измеряется на трансформаторе, работающем на холостом ходу при номинальном напряжении, при отключенном устройстве контроля состояния изоляции и поочередно подключаемом миллиамперметре между шиной уравнивания потенциалов и каждым из выводов трансформатора (рис. 4.5).
- б) утечка с корпуса на землю измеряется на доступных металлических частях, не соединенных с землей (заклепки, винты и пр.), а также на изолированных частях путем соединения их с металлическим листом.

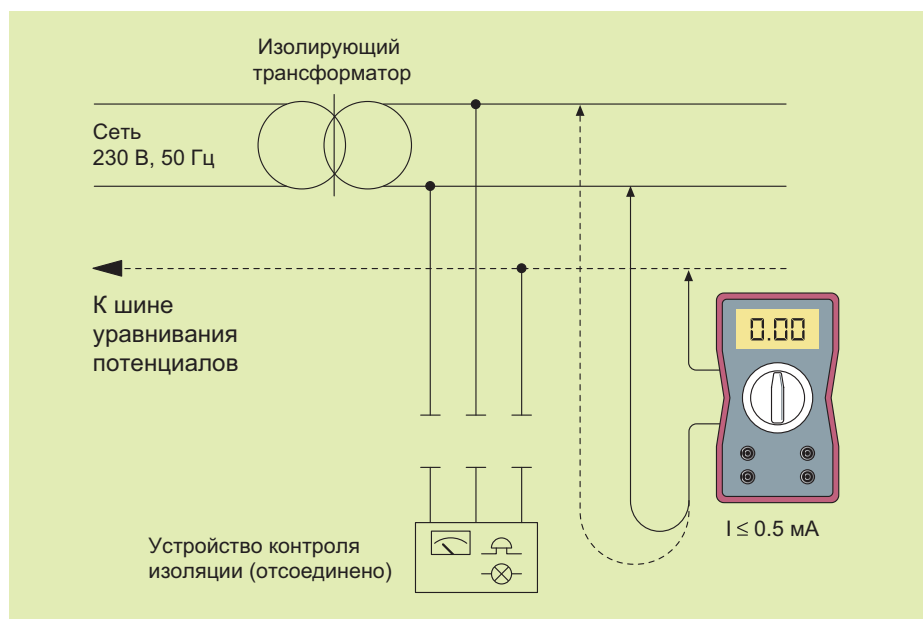


Рисунок 4.5: Измерение тока утечки изолирующего трансформатора.

### Измерение сопротивления дополнительных эквипотенциальных соединений (медицинские помещения группы 2)

В медицинских помещениях группы 2 необходимо измерить сопротивление каждого из проводов, подключенных к шине уравнивания потенциалов.

**Цель испытания:** убедиться, что каждое соединение между шиной уравнивания потенциалов и заземляющим контактом розеток, стационарных устройств и всех внешних проводящих частей имеет сопротивление не выше 0,2 Ом.

**Прибор:** вольтамперметр, с напряжением холостого хода в пределах 4 и 24В переменного или постоянного тока и рассчитанный на ток минимум 10 А.

**Методика выполнения:** контакты прибора соединяются с шиной уравнивания потенциалов – с одной стороны и с проводящей частью или внешней проводящей частью – с другой стороны, как указано на рис. 4.6. Испытательный ток циркулирует с помощью цепи амперметра (контакты A1 и A2), а напряжение измеряется с помощью цепи вольтметра (контакты V1 и V2). Штыревые контакты должны располагаться в двух различных точках на шине уравнивания потенциалов и на проводящей части. Таким способом можно измерить не только сопротивление  $R_c$  эквипотенциального проводника, но также сопротивление соединительных контактов ( $R_1$  и  $R_2$ ). При наличии дополнительной шины уравнивания потенциалов, измерение требуется выполнять между главной шиной уравнивания потенциалов и проводящей частью или внешней проводящей частью, то есть измерение одновременно проводится для двух проводов: одного – между дополнительной и главной шиной уравнивания потенциалов, а другого – между дополнительной шиной и проводящей (внешней проводящей) частью (рис. 4.7).

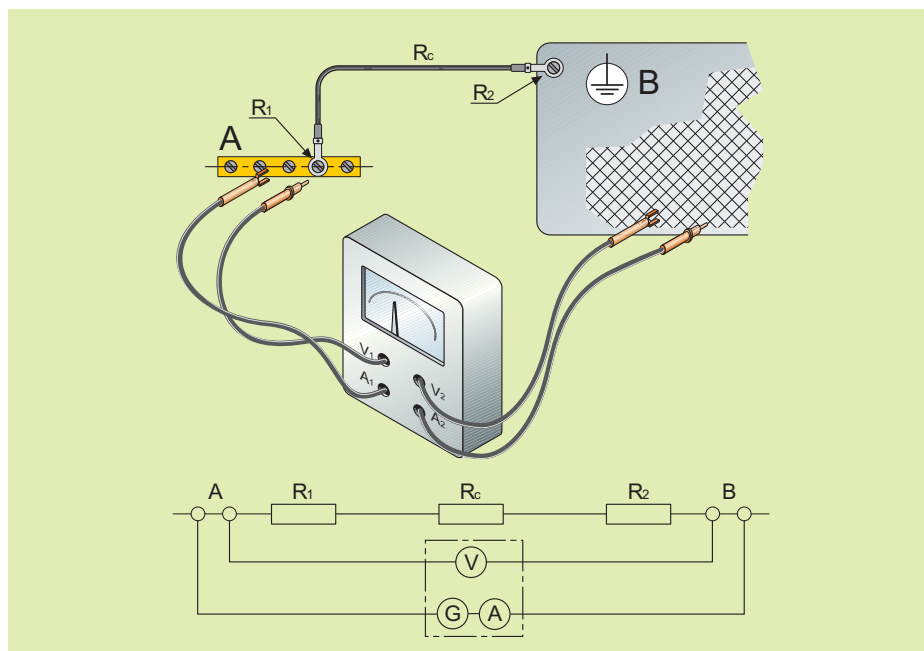


Рисунок 4.6: Измерение сопротивления дополнительных эквипотенциальных соединений.

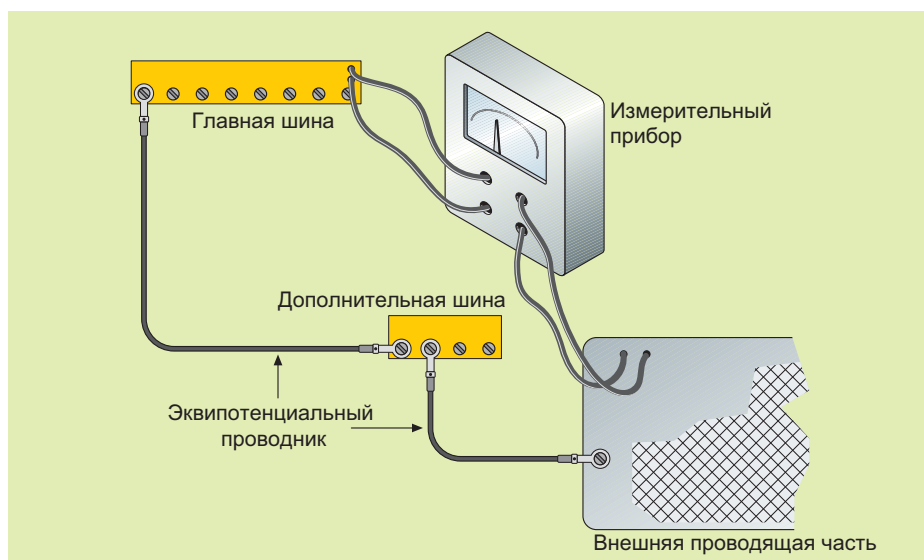


Рисунок 4.7: Измерение эквипотенциального соединения внешней проводящей части через дополнительную шину.

## 4.2.1 продолжение

**Испытание дополнительных эквипотенциальных соединений (медицинские помещения группы 1)**

Испытание выполняется с целью удостовериться в том, что соединения защитного и эквипотенциального проводников с шиной уравнивания потенциалов выполнены правильно и находятся в исправном состоянии.

Цель испытания: проверить неразрывность проводников, то есть на отсутствие неправильных контактов (без измерения их сопротивления).

**Прибор:** омметр с напряжением холостого хода от 4 до 24В постоянного или переменного тока и током не менее 0,2 А.

**Методика выполнения:** контакты прибора соединяются с шиной уравнивания потенциалов – с одной стороны и с проводящей частью или внешней проводящей частью – с другой стороны, затем измеряется значение тока, которое должно быть не ниже 0,2 А.

**Измерения на определение внешних проводящих частей**

**Цель испытания:** убедиться путем измерения сопротивления заземления, является ли металлическая деталь внешней проводящей частью. Деталь считается внешней проводящей частью, если измеренное значение сопротивления менее 0,5 МОм для медицинских помещений группы 2 и менее 200 Ом для медицинских помещений группы 1.

**Прибор:** омметр.

**Методика выполнения:** измерение выполняется путем соединения одного щупа прибора с шиной уравнивания потенциалов, а другого – с исследуемой металлической конструкцией (рис. 4.8).

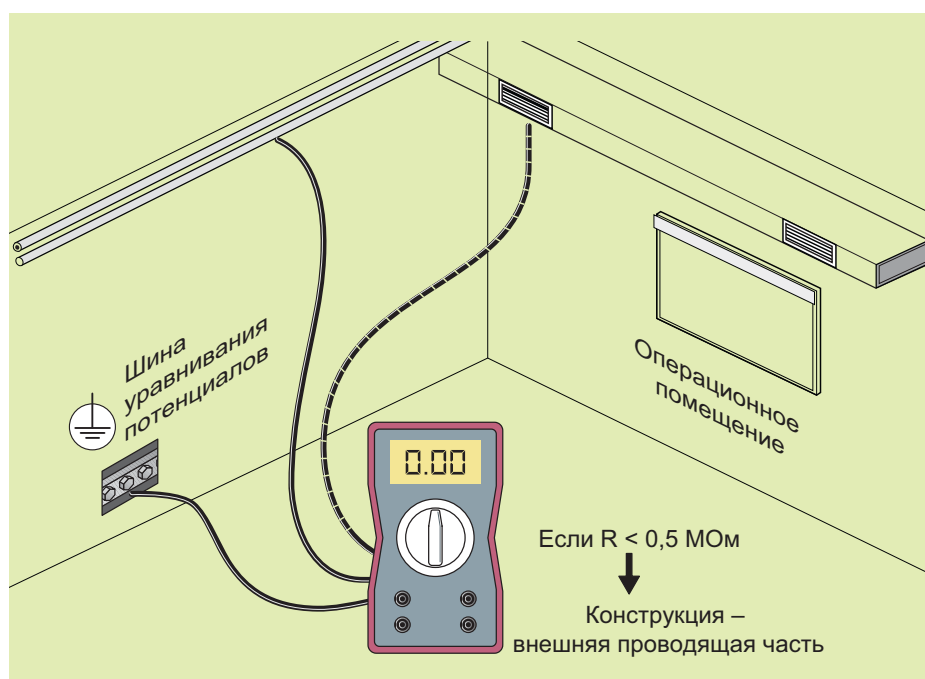


Рисунок 4.8: Измерения сопротивления заземления внешних проводящих частей.

**Внешний осмотр**

При внешнем осмотре требуется, в особенности, проверить следующее:

- согласование устройств защиты в системах TN и TT;
- калибровку защитных устройств;
- характеристики систем БСНН и ЗСНН;
- устройства пожарной безопасности;
- цепи электропитания розеточных групп в медицинских помещениях группы 2;
- четкое обозначение розеток, запитанных от источника бесперебойного питания;
- правильную работу источников бесперебойного питания и аварийного освещения.

### Периодические проверки

Помимо выполнения полной предварительной проверки, в медицинских помещениях также требуется выполнять периодические проверки в указанные интервалы времени. Их цель состоит в проверке на соблюдение условий приемки и стандартов, которые были при первоначальной проверке, а также в обеспечении правильности работы устройств безопасности систем.

В таблице 4.1 приводятся проверки, выполняемые для электрических систем в медицинских помещениях, и их периодичность согласно стандарту МЭК 60364-7-710. Следует отметить, что данные проверки выполняются в дополнение к таковым для общих систем согласно стандарту МЭК 60364.

Проверка	Периодичность
1 Функциональные испытания устройств контроля изоляции (для медицинских систем ИТ электропитания)	6 месяцев
2 Визуальная проверка уставок устройств защиты	1 год
3 Измерение сопротивления дополнительных эквипотенциальных соединений	3 года
4 Испытание УЗО на срабатывание при значении тока $I_{dn}$	1 год
5 Функциональные испытания резервного источника питания (бензогенератора): • без нагрузки • с нагрузкой (минимум 30 минут)	1 месяц 4 месяца
6 Функциональные испытания источника бесперебойного питания на батареях	6 месяцев

Таблица 4.1: Периодические проверки, которые требуется проводить для электрических систем в медицинских помещениях группы 1 и 2.

## 4.2.3

### Документирование результатов

Даты проведения и результаты приемосдаточных и периодических испытаний необходимо записывать на бумажный или электронный носитель и хранить в течение определенного срока согласно статье 710.6 стандарта МЭК 60364-7-710.



## 5.1

### Последовательность создания электрических систем в медицинских помещениях



## Варианты проектирования электрических систем

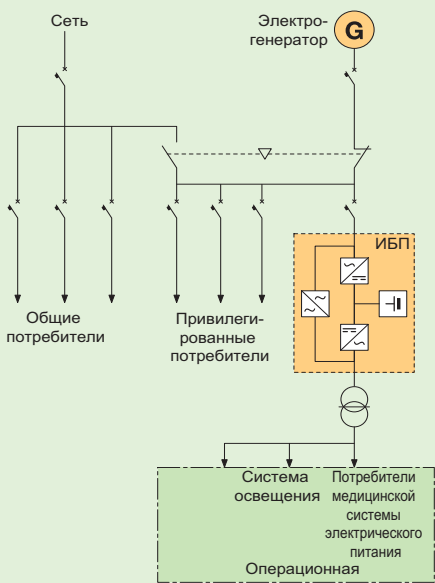
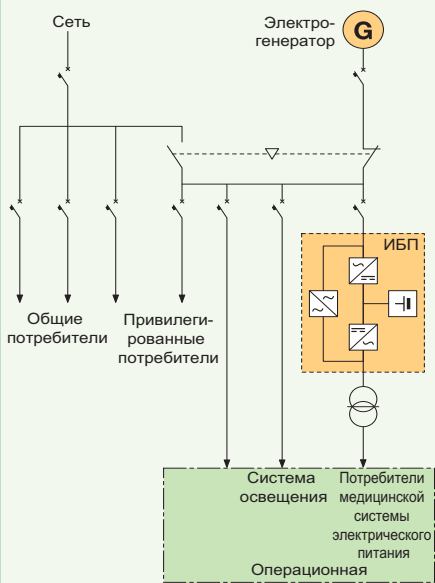
При проектировании электрических систем для госпиталей требуется тщательная проверка ряда факторов, которые совместно гарантируют обеспечение двух по существу противоположных вопросов: защита и непрерывность работы.

Электрические системы в медицинских помещениях группы 2 имеют высокую степень сложности, при это большие требования предъявляются и к вышестоящим системам питания. Разработчик должен точно оценить возможные варианты на соответствие действующим стандартам и конкретным техническим условиям.

Ниже приведены различные варианты установки, которые может использовать проектировщик, с указанием преимуществ и недостатков различных решений.

### Питание важных нагрузок.

Рекомендуется разделять питание отдельных линий согласно стандарту МЭК 60364-7-710, даже если мощность нагрузок, не относящихся к медицинской системе ИТ очень мала по сравнению с установленной мощностью.

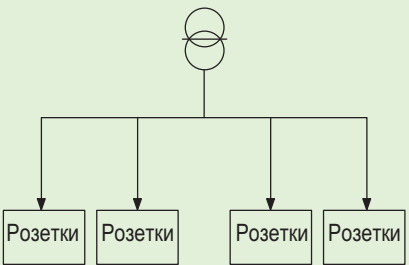
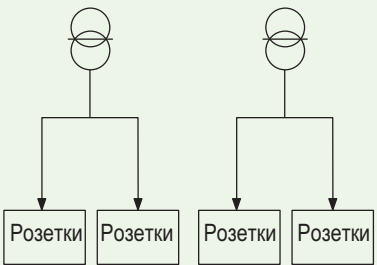
Распределение питания	Разделение
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Меньшая сложность системы</li> <li>• Меньшие затраты</li> <li>• Отсутствие УЗО для линий систем освещения и установок с потреблением питания более 5 кВА, например, радиологических устройств</li> <li>• Нет селективности ниже ИБП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Большие размеры</li> <li>• Бесперебойность работы: если Рентген не функционирует, линии аварийного участка всегда работают в штатном режиме</li> <li>• Уменьшение потребляемой мощности медицинского изолирующего трансформатора</li> <li>• Уменьшение пространства, занимаемого устройствами защиты в панели медицинской системы электропитания</li> </ul>
	

## 5.2 продолжение

Проектировщик выбирает наиболее подходящее устройство защиты в зависимости от области. В помещениях интенсивной терапии, где пациенты проводят продолжительное время, рекомендуется запитывать нагрузки с помощью нескольких трансформаторов, как для повышения бесперебойности обслуживания, так и для возможности обслуживания оборудования без отключения нагрузок.

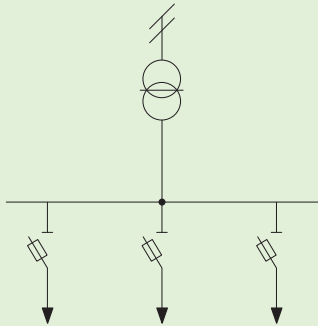
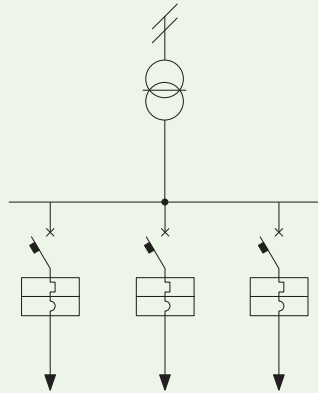
С другой стороны, в хирургических амбулаторных отделениях может оказаться более разумным использование одного, так как потребляемая мощность часто невелика, и можно обеспечить запас мощности с помощью одного разделительного трансформатора на 2 или 5 кВА. Пространство для установки распределительного щита в таких помещениях очень ограничено и поэтому рекомендуется использовать распределительные щиты малых размеров.

### Использование одного или нескольких трансформаторов в медицинских помещениях группы 2

Распределение питания	Разделение
<ul style="list-style-type: none"> <li>Уменьшение количества распределительных щитов</li> <li>Уменьшение общих размеров электроустановки</li> <li>Возможности для будущего расширения системы</li> <li>Меньшие затраты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Избыток мощности</li> <li>Большая бесперебойность работы.</li> <li>Простота обслуживания</li> <li>Более быстрый поиск неисправностей</li> <li>Уменьшение размеров отдельных щитов</li> <li>Проще использовать настенные щиты</li> </ul>
	

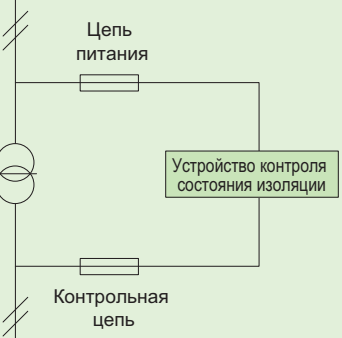
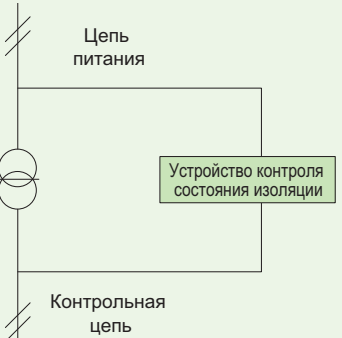
Выбор наиболее подходящего устройства защиты зависит от области применения и должен быть сделан проектировщиком с учетом вышеуказанного.

### Защита цепей медицинской системы электрического питания с помощью плавких предохранителей и автоматов защиты цепи

Предохранители	Автоматы защиты цепи
<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая отключающая способность</li> <li>Быстрота срабатывания</li> <li>Селективность с помощью розеток на столах, в изголовьях и панелях управления в помещении</li> <li>Лучшая горизонтальная и вертикальная селективность цепей</li> <li>Замена только поврежденной части</li> <li>Устройство не затрагивается повреждением, так как заменяется поврежденная часть</li> <li>Возможность выбора линии с нагрузкой с помощью устройства категории AC-22B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мгновенное включение</li> <li>Быстрота технического обслуживания: не требуется заменять действующие части</li> <li>Не требуется специального обучения для обслуживания</li> <li>Калибровка устройства защиты изменяется пользователем при замене компонентов</li> <li>Возможность установки ряда принадлежностей, включая контакты сигнала</li> </ul>
	

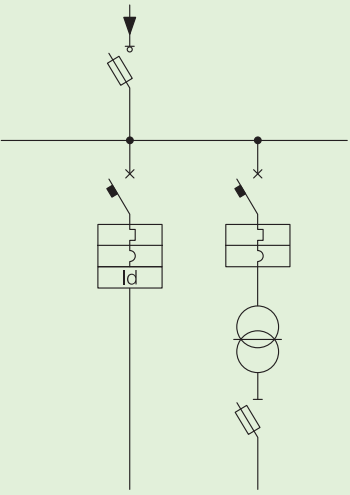
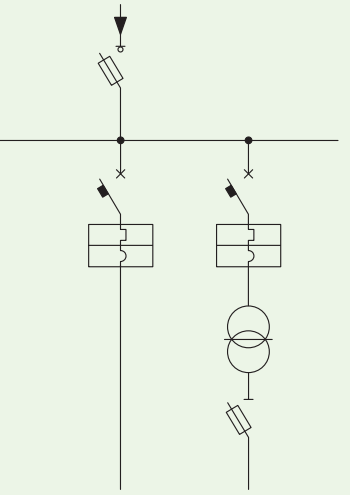
Настоятельно рекомендуется выполнить защиту линии питания для устройства контроля состояния изоляции с помощью соответствующего блока плавких предохранителей. Во избежание деактивации устройства контроля состояния изоляции при работе медицинских цепей электрического питания, рекомендуется установить блок плавких предохранителей в недоступной части распределительного щита, обычно на задней части его дверцы. Для этих же целей важно, чтобы блок не разделялся на части и был опломбирован в закрытом состоянии. Это гарантирует то, что подача питания для устройства контроля состояния изоляции прерывается только, если его вторичная обмотка, а значит и операционное помещение не задействованы.

**Защита устройства контроля состояния изоляции от короткого замыкания или перегрузки**

С защитой	Без защиты
<ul style="list-style-type: none"><li>Отсутствует вероятность возникновения перегрузок и коротких замыканий</li><li>Нет вероятности выхода из строя устройства контроля состояния изоляции</li><li>Пожаробезопасность внутри щита</li><li>Обеспечивается непрерывность работы цепей медицинских систем электрического питания</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ниже стоимость готового щита</li><li>Меньшие размеры распределительного щита</li><li>Нет риска установки несоответствующего плавкого предохранителя</li><li>Существует опасность повреждения устройства контроля состояния изоляции при перегрузке или коротком замыкании</li></ul>
	

Всегда рекомендуется использовать УЗО для цепей, запитанных не от медицинских систем ИТ электрического питания. УЗО защищают от возникновения пожара и позволяют отключить только аварийную линию, не затрагивая работу вышестоящих линий.

**Защита цепей, запитанных не от медицинских систем ИТ электрического питания, с помощью устройства защитного отключения (УЗО)**

Используется УЗО	Не используется УЗО
<ul style="list-style-type: none"><li>Использование УЗО с <math>I_{\Delta n} = 0.03 \text{ A}</math> обеспечивает дополнительную защиту от прямого контакта</li><li>Защита от пожара с помощью УЗО с током утечки <math>I_{\Delta n} \leq 0.5 \text{ A}</math></li><li>Отключение только поврежденной линии</li><li>Возможность обеспечения селективности между вышестоящим и нижестоящим УЗО</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Отсутствие ложных срабатываний</li><li>В TN системах защита от косвенных контактов обеспечивается с помощью термоманитных выключателей</li><li>Более простая схема</li><li>Меньше периодических проверок</li><li>Селективность по непрямому контакту обеспечивается термоманитными выключателями</li></ul>
	

## 5.3

**Электро медицинские устройства с контактирующими частями**

В данной таблице приводятся значения потребляемой мощности основных электро медицинских устройств, устанавливаемых в операционных помещениях.

Как видно, общая потребляемая мощность составляет больше 10 кВт, поэтому требуется использовать, по меньшей мере, два разделительных медицинских трансформатора.

Оборудование, устанавливаемое в помещении для кардиохирургии	
Дефибриллятор	320 Вт
Инфузионные насосы	50 Вт
Дисплеи	100 Вт
Ксеноновая лампа	1500 Вт
Монитор электроскальпеля	1300 Вт
Местный источник питания (контроль)	2500 Вт
Теплообменный аппарат для крови	2400 Вт
Экстракорпоральные насосы	160 Вт
Подогрев воздуха для пациента	1400 Вт
3 бестеневые лампы	450 Вт
Негативоскоп	200 Вт
<b>Общая потребляемая мощность</b>	<b>10380 Вт</b>

Примечание. Потребление электроэнергии рассматривается с коэффициентом одновременности равным 1 согласно стандарту

## 5.4

**Нормативные документы****Стандарты МЭК, CENELEC****EN 50110-1**

Установки электрические. Эксплуатация

**МЭК 60947-2 (ГОСТ Р 50030.2-99)**

Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели

**МЭК 61008-1 (ГОСТ Р 51326.1)**

Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

**ГОСТ Р МЭК 60079-10-1-2008**

Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды

**ГОСТ Р МЭК 60598-1-2003**

Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

**ГОСТ Р МЭК 60598-2-22-99**

Светильники. Часть 2-22. Частные требования. Светильники для аварийного освещения

**ГОСТ Р МЭК 598-2-25-98**

Светильники. Часть 2. Частные требования. Раздел 25. Светильники для использования в клинических зонах больниц и других медицинских учреждений

**ГОСТ Р МЭК 60601-1-1-2007**

Изделия медицинские электрические. Часть 1-1. Общие требования безопасности. Требования безопасности к медицинским электрическим системам

**МЭК 60601-2-21**

Аппаратура электрическая медицинская. Часть 2-21. Частные требования к базовой безопасности и существенным характеристикам инкубаторов для транспортировки новорожденных

**МЭК 60601-2-27**

Аппаратура электрическая медицинская. Часть 2-27. Частные требования к основам безопасности и важным рабочим характеристикам электрокардиографической контрольной аппаратуры

### **МЭК 60601-2-46**

Аппаратура электрическая медицинская. Часть 2-46. Частные требования к базовой безопасности и существенным характеристикам операционных столов

### **МЭК 60601-2-41 (ГОСТ Р 50267.41-2001)**

Изделия медицинские электрические. Часть 2. Частные требования безопасности к смотровым (диагностическим) и хирургическим светильникам

### **МЭК 60364-4-444-96 (ГОСТ Р 50571.20-2000)**

Электроустановки зданий. Часть 4. Требования. по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 444. Защита электроустановок от перенапряжений, вызванных электромагнитными воздействиями

### **МЭК 60364 (ГОСТ Р 50571.1-93)**

Электроустановки зданий. Часть 1. Основные положения

### **МЭК 62305-1**

Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

### **МЭК 62305-2**

Защита от молнии. Часть 2. Определение риска

### **МЭК 62305-3**

Защита от молнии. Часть 3. Физические повреждения конструкций и опасность для жизни

### **МЭК 62305-4**

Защита от молнии. Часть 4. Электрические и электронные системы в зданиях

### **МЭК 61557-8**

Электробезопасность распределительных низковольтных сетей до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Оборудование для испытания, измерения и контроля средств защиты. Часть 8. Устройства контроля изоляции в IT системах

### **МЭК 61558-1**

Безопасность силовых трансформаторов, источников питания, электрических реакторов и аналогичных изделий. Часть 1. Общие требования и методы испытаний

### **МЭК 61558-2-15**

Безопасность силовых трансформаторов и прочего силового оборудования. Раздел 2-15. Особые требования к силовым трансформаторам для медицинских учреждений

## 5.4.1

---

### **Стандарты ISO, CEN**

#### **EN 737-3**

Системы трубопроводов для медицинских газов. Часть 3. Трубопроводы для сжатых медицинских газов и вакуума

#### **EN 1838**

Источники освещения. Аварийное освещение

#### **ISO 11197**

Источники питания для медицинского использования

#### **EN 12464-1**

Свет и освещение. Освещение рабочих мест. Часть 1. Рабочие места в помещениях