

**Важные документы**

- [Предисловие](#)
- [1 Область применения](#)
- [2 Нормативные ссылки](#)
- [3 Термины и определения](#)
- [4 Сокращения](#)
- [5 Классификация и типы заземляющих устройств, заземлителей и заземляющих проводников](#)
- [6 Общие технические требования](#)
- [7 Общие требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам электроустановок](#)
  - [7.1 Характеристики](#)
  - [7.2 Назначение](#)
  - [7.3 Требования к конструкции](#)
  - [7.4 Требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам электроустановок электрических станций и подстанций напряжением выше 1 кВ](#)
  - [7.5 Требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ](#)
  - [7.6 Требования к заземляющим устройствам электроустановок напряжением до 1 кВ](#)
  - [7.7 Требования к заземляющим устройствам молниезащиты](#)
  - [7.8 Требования к заземляющим устройствам взрыво- и пожароопасных объектов](#)
  - [7.9 Требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам в высоковольтных испытательных лабораториях](#)
  - [7.10 Требования к заземляющим устройствам электрохимической защиты](#)
  - [7.11 Требования к комплектности поставки](#)
- [8 Требование к проверке состояния заземляющих устройств](#)

Текст документа

найти в оглавлении

Поиск в тексте

Документ вступил в силу

# ГОСТ Р 58882-2020 Заземляющие устройства. Системы уравнивания потенциалов. Заземлители. Заземляющие проводники

ГОСТ Р 58882-2020

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА. СИСТЕМЫ УРАВНИВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ. ЗАЗЕМЛИТЕЛИ. ЗАЗЕМЛЯЮЩИЕ ПРОВОДНИКИ

Технические требования

Grounding devices. Equation potentials systems. Grounders. Grounding conductors. Technical requirements

ОКС 29.120.40

Дата введения 2021-01-01

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "Научно-производственная фирма. Электротехника: наука и практика" (ООО "НПФ ЭЛНАП")

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 336 "Заземлители и заземляющие устройства различного назначения"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ [Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16 июня 2020 г. N 254-ст](#)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в [статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации"](#). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе "Национальные стандарты", а официальный текст изменений и поправок - в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты". В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты". Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет ([www.gost.ru](http://www.gost.ru))*

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на заземляющие устройства для объектов электроэнергетики (электрические станции и подстанции, линии электропередачи, распределительные пункты, переходные пункты и др.), электроустановок промышленных, жилых и административных зданий и сооружений, объектов связи и транспорта и устанавливает технические требования к системам выравнивания и уравнивания потенциалов, заземлителям и заземляющим проводникам, а также классификацию и типы заземляющих устройств.

Настоящий стандарт не распространяется на заземляющие устройства объектов связи и железнодорожного транспорта, если эти объекты не расположены на общей территории с электроустановками.

Настоящий стандарт обязателен к применению всеми организациями, осуществляющими проектирование, изготовление, приемку, испытания и эксплуатацию заземляющих устройств.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

[ГОСТ 12.1.030](#) Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

[ГОСТ 12.1.038](#) Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

[ГОСТ 10434](#) Соединения контактные электрические. Классификация. Общие технические требования

[ГОСТ 21130](#) Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры

[ГОСТ 24291](#) Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения

[ГОСТ 30331.1](#) (IEC 60364-1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения

[ГОСТ Р 50571.5.54/МЭК 60364-5-54:2011](#) Электроустановки низковольтные. Часть 5-54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов

[ГОСТ Р 57190](#) Заземлители и заземляющие устройства различного назначения. Термины и определения

[ГОСТ Р 58344](#) Заземлители и заземляющие устройства различного назначения. Общие технические требования к анодным заземлениям установок электрохимической защиты от коррозии

[ГОСТ Р МЭК 60715](#) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Установка и крепление на рейках электрических аппаратов в низковольтных комплектных устройствах распределения и управления

[ГОСТ Р МЭК 62305-1](#) Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы

[ГОСТ Р МЭК 62305-4](#) Защита от молнии. Часть 4. Защита электрических и электронных систем внутри зданий и сооружений

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по [ГОСТ 24291](#), [ГОСТ 30331.1](#), [ГОСТ Р 57190](#), а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **вынос потенциала:** Появление на коммуникациях, выходящих за пределы электроустановки, напряжений (по отношению к земле) выше допустимых значений.

3.2 **гальваническая связь:** Электрическое соединение двух объектов металлическим проводником с незначимо малым сопротивлением.

3.3 **импульсный потенциал на заземляющем устройстве:** Напряжение между какой-либо точкой заземляющего устройства и точкой на поверхности грунта, расположенной не ближе 20 м от рассматриваемой точки.

Примечание - Наибольший импульсный потенциал имеют точки, в которые вводится импульсный ток.

3.4 **термическое воздействие:** Нагрев заземляющих проводников и заземлителей протекающим по ним током электроустановки.

## 4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВЛ - воздушная линия электропередачи;

ГЩУ - главный щит управления;

ЗУ - заземляющее устройство;

КЗ - короткое замыкание;

КЛ - кабельная линия электропередачи;

КРУ - комплектное распределительное устройство;

КРУЭ - комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией;

ЛР - линейный разъединитель;

ОРУ - общеподстанционное распределительное устройство;

ОПУ - общеподстанционный пункт управления;

ПВХ - поливинилхлорид;

ПС - подстанция;

РЗА - релейная защита и автоматика;

РПН - регулирование под нагрузкой;

РУ - распределительное устройство;

РЩ - релейный щит;

СИП - самонесущий изолированный провод;

ТСН - трансформатор собственных нужд;

ТН - трансформатор напряжения;

ТП - трансформаторная подстанция;

ТТ - трансформатор тока;

ЭС - электрическая станция;

ЭМС - электромагнитная совместимость.

## **5 Классификация и типы заземляющих устройств, заземлителей и заземляющих проводников**

5.1 ЗУ классифицируют по следующим признакам:

а) по назначению:

- ЗУ электроустановок напряжением до 1 кВ;
- ЗУ электроустановок напряжением выше 1 кВ;
- ЗУ молниезащиты;
- ЗУ взрыво- и пожароопасных объектов;
- ЗУ высоковольтных испытательных лабораторий;
- ЗУ электрохимической защиты;

б) по выполняемым функциям:

- защитное заземление - для обеспечения электробезопасности;
- помехозащитное заземление - для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования;
- молниезащитное заземление - для отвода в грунт токов молнии;
- рабочее заземление - для обеспечения требуемых режимов и надежной работы электроустановки, системы или оборудования.

5.2 Заземлители классифицируют по следующим признакам:

а) по типу исполнения:

- искусственные и естественные;

б) по конструктивному исполнению:

- продольные и поперечные горизонтальные;

- вертикальные (или наклонные);
- выносные;
- контурные горизонтальные;
- радиально расходящиеся.

5.3 Заземляющие проводники классифицируют по назначению:

- защитные проводники;
- проводники системы уравнивания потенциалов;
- магистральные проводники.

## **6 Общие технические требования**

6.1 В случае противоречий требований настоящего стандарта требованиям нормативных документов, указанных в разделе 2, приоритетными являются требования настоящего стандарта.

6.2 ЗУ должно изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта и стандартов или технических условий на ЗУ конкретного типа по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

6.3 ЗУ должно соответствовать требованиям [1]-[5], настоящего стандарта и изготавливаться по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

В технически обоснованных случаях в стандартах или технических условиях на ЗУ конкретных типов могут быть установлены и другие требования, не предусмотренные настоящим стандартом.

6.4 Электробезопасность характеризуется предельно допустимыми значениями напряжения прикосновения по [ГОСТ 12.1.038](#) и должна быть обеспечена при любых условиях эксплуатации объекта.

6.5 Рабочее заземление должно обеспечивать нормальное функционирование оборудования при эксплуатации.

6.6 Анодные заземления предназначены для передачи защитного постоянного тока в электропроводную среду, в которой располагается защищаемое металлическое сооружение.

6.7 На всех объектах должен быть паспорт ЗУ (см. приложение А).

6.8 В процессе эксплуатации необходимо проводить периодический контроль состояния ЗУ.

## **7 Общие требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам электроустановок**

## 7.1 Характеристики

Характеристики ЗУ должны отвечать требованиям обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и надежной работы оборудования в нормальных и аварийных условиях в течение всего срока службы электроустановки.

## 7.2 Назначение

ЗУ должны обеспечивать следующие эксплуатационные функции электроустановок:

- действие релейных защит от замыкания на землю;
- действие защит от перенапряжений;
- отвод в грунт токов молнии;
- отвод рабочих токов (токов несимметрии и т.д.);
- защиту изоляции низковольтных цепей и оборудования;
- снижение электромагнитных влияний на вторичные цепи;
- защиту подземного оборудования и коммуникаций от токовых перегрузок;
- стабилизацию потенциалов относительно земли и защиту от статического электричества;
- обеспечение взрыво- и пожаробезопасности.

ЗУ, используемое для заземления электроустановок одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к заземлению электроустановок конкретных типов:

- защита людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции;
  - условия режимов работы сетей;
  - защита электрооборудования от перенапряжения и др.,
- в течение всего периода эксплуатации.

Требования, предъявляемые к защитному заземлению, являются приоритетными.

## 7.3 Требования к конструкции

7.3.1 Для заземления в электроустановках различных назначений и напряжений, территориально сближенных, рекомендуется применять одно общее ЗУ.

7.3.2 При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

7.3.3 Для объединения ЗУ различных электроустановок в одно общее ЗУ могут быть использованы естественные и искусственные заземляющие проводники, количество которых должно быть не менее двух.

## 7.4 Требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам электроустановок электрических станций и подстанций напряжением выше 1 кВ

### 7.4.1 Характеристики заземляющих устройств

7.4.1.1 ЗУ электроустановок напряжением выше 1 кВ (электрических станций и подстанций) должно обеспечивать нормируемые параметры по условиям обеспечения электробезопасности и ЭМС для нормальных и наиболее опасных аварийных режимов:

- однофазное (двухфазное) КЗ на землю на РУ;
- КЗ на землю на линиях, отходящих от РУ;
- двойное замыкание на землю (замыкание на землю двух фаз в различных точках) в сети с изолированной нейтралью;
- стекание токов молнии с молниеотводов, установленных на зданиях и в РУ электрических станций и подстанций, и токов через ограничители перенапряжений;
- стекание токов несимметрии и токов шунтирующих реакторов.

7.4.1.2 Нормируемые параметры должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года.

7.4.1.3 Расчет параметров ЗУ рекомендуется проводить с помощью специализированного программного обеспечения по методике (см. приложение Б).

Нормируемые параметры ЗУ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Нормируемые параметры заземляющего устройства

Нормируемый параметр	Допустимое значение
1 Напряжение прикосновения	<p>Предельно допустимое напряжение прикосновения - по <a href="#">ГОСТ 12.1.038</a>.</p> <p>В качестве расчетного времени воздействия следует принимать сумму времени действия защиты и полного времени отключения выключателя.</p> <p>У рабочих мест РУ следует принимать время действия резервной защиты, а для остальной территории - резервной защиты.</p> <p>В качестве рабочих мест, как правило, рассматривают выключатели, разъединители и трансформаторы/автотрансформаторы с РПН</p>



2 Напряжение на ЗУ относительно зоны нулевого потенциала	Напряжение на ЗУ при стекании с него тока замыкания на землю не должно превышать 10 кВ. Напряжение выше 10 кВ на ЗУ допускается, если исключен вынос потенциала за пределы электроустановки. При напряжении выше 5 кВ должны быть предусмотрены меры по защите изоляции отходящих кабелей связи и телемеханике и по предотвращению выноса опасных потенциалов за пределы электроустановки
3 Напряжение между точкой заземления силового оборудования и точками ЗУ в месте расположения вторичного оборудования, к которому приходят контрольные кабели от силового оборудования	Не более 2 кВ
4 Температура нагрева экранов и брони кабелей	Кабели с бумажной пропитанной изоляцией на напряжение до 10 кВ - 200°C, ПВХ и резиновой изоляцией - 150°C, полиэтиленовой изоляцией - 120°C
5 Импульсный потенциал на ЗУ при коммутациях силового оборудования и КЗ на землю в РУ	Не более 10 кВ
6 Температура нагрева заземляющих проводников и заземлителей при КЗ	Не более 400°C. Для проводников, присоединяемых к оборудованию, - не более 300°C

#### 7.4.2 Требования к конструкции заземляющих устройств

7.4.2.1 ЗУ зданий и сооружений на ЭС и ПС должны быть объединены в одно общее ЗУ, обеспечивающее выполнение условий электробезопасности и ЭМС по нормированным параметрам.

Допускается применение отдельного ЗУ для объектов (отдельно стоящие молниеотводы, переходной пункт, вспомогательные здания и сооружения), расположенных на территории ЭС или ПС при соблюдении следующих условий:

- между объектом и ЗУ ЭС или ПС отсутствуют гальванические связи по металлу: броня, оболочки, PEN-проводники, металлоконструкции;

- исключается пробой между ЗУ при КЗ и ударах молнии;

- к объекту не подходят контрольные кабели и кабели сети напряжением 0,4 кВ от ТСН;

- отдельное ЗУ на объекте должно обеспечивать выполнение условий электробезопасности и ЭМС.

7.4.2.2 На ЭС и ПС должны быть выполнены системы выравнивания и уравнивания потенциалов. Все сторонние проводящие части должны быть заземлены путем присоединения с помощью заземляющих проводников к заземлителю или магистрали заземления.

7.4.2.3 ЗУ административных зданий и вспомогательных сооружений, расположенных на территории ЭС или ПС, должно быть соединено с помощью заземлителей или заземляющих проводников с общим ЗУ.

По периметру здания или сооружения должен быть оборудован заземлитель, который присоединяют к системе уравнивания потенциалов здания или сооружения не менее чем в двух точках.

7.4.2.4 Внутри зданий или сооружений выполняют основную и дополнительную системы уравнивания потенциалов. Магистральи заземления должны образовывать замкнутые контуры по внутренним периметрам помещений здания. Магистральи заземления, расположенные на разных отметках зданий, должны последовательно соединяться между собой не менее чем в двух точках.

Для заземления корпусов оборудования, экранов кабелей следует использовать систему уравнивания потенциалов здания.

К ЗУ присоединяют все находящиеся в здании металлические конструкции (рамы, рельсы, балки, железобетонная арматура, кабельные лотки и каналы и т.д.).

### 7.4.3 Требования к системе выравнивания потенциалов

7.4.3.1 Для выравнивания потенциалов вокруг зданий и сооружений необходимо соблюдение одного из следующих условий:

а) прокладка в земле на глубине 1 м и на расстоянии 1 м от фундамента здания или от периметра территории, занимаемой оборудованием, заземлителя, соединенного с системой уравнивания потенциалов этого здания или этой территории, а у входов и у въездов в здание - укладка проводников на расстоянии 1 и 2 м от заземлителя на глубине 1 и 1,5 м соответственно и соединение этих проводников с заземлителем;

б) использование железобетонных фундаментов в качестве заземлителей, если при этом обеспечивается допустимый уровень выравнивания потенциалов.

7.4.3.2 Обеспечение условий выравнивания потенциалов с помощью железобетонных фундаментов, используемых в качестве заземлителей, определяется в соответствии с [ГОСТ 12.1.030](#).

Не требуется выполнение условий, указанных в 7.4.3.1 [перечисления а) и б)], если вокруг зданий имеются асфальтовые отмостки, в том числе у входов и у въездов. Если у какого-либо входа (въезда) отмостка отсутствует, должно быть выполнено выравнивание потенциалов путем укладки двух проводников, как указано в 7.4.3.1, перечисление а), или соблюдено условие по 7.4.3.1, перечисление б).

7.4.3.3 Для выравнивания потенциалов и обеспечения надежной работы охранной сигнализации и других устройств (например, видеонаблюдения), установленных по периметру ограждения, и обеспечения безопасности людей (в том числе посторонних) и животных контур ЗУ должен выходить за пределы ограждения и располагаться в 1 м от него на глубине 1 м.

При расчетных размерах ЗУ, превышающих размеры указанного контура, последний сохраняется. Допускается не выполнять внешний контур за пределами ограждения при отсутствии электроприемников на ограждении или изолированных от ограждения на расчетное значение напряжения на ЗУ при КЗ на землю. В этом случае ограждение не следует подсоединять к внутреннему ЗУ, и его следует располагать на расстоянии не менее 2 м.

7.4.3.4 Во избежание выноса потенциала не допускается питание электроприемников, находящихся за пределами ЗУ электроустановок напряжением выше 1 кВ сети с эффективно заземленной нейтралью, от обмоток напряжением до 1 кВ с заземленной нейтралью трансформаторов, находящихся в пределах контура ЗУ электроустановки напряжением выше 1 кВ.

При необходимости питание таких электроприемников может осуществляться от трансформатора с изолированной нейтралью на стороне напряжением до 1 кВ по кабельной линии, выполненной кабелем без металлической оболочки и без брони, или по ВЛ. Питание таких электроприемников может также осуществляться от разделительного трансформатора.

Разделительный трансформатор и линия от его вторичной обмотки к электроприемнику, если она проходит по территории, занимаемой ЗУ электроустановки напряжением выше 1 кВ, должны иметь изоляцию от земли на расчетное значение напряжения на ЗУ.

7.4.3.5 Для выравнивания электрического потенциала и обеспечения присоединения электрооборудования к заземлителю на территории с открытым распределительным устройством прокладывают продольные и поперечные горизонтальные

искусственные заземлители и соединяют их между собой в заземляющую сетку.

7.4.3.6 Горизонтальные заземлители должны быть проложены по краю территории, занимаемой ЗУ, так, чтобы они в совокупности образовывали замкнутый контур.

7.4.3.7 При выходе искусственного ЗУ за пределы ограждения электроустановки горизонтальные заземлители, находящиеся вне территории электроустановки, следует прокладывать на глубине не менее 1 м. Внешний контур ЗУ в этом случае рекомендуется выполнять в виде многоугольника с тупыми или скругленными углами.

7.4.3.8 Продольные заземлители должны быть проложены вдоль рядов электрооборудования со стороны обслуживания на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли и на расстоянии 0,8-1,0 м от фундаментов или оснований оборудования. Допускается увеличение расстояний от фундаментов или оснований оборудования до 1,5 м с прокладкой одного заземлителя для двух рядов оборудования, если стороны обслуживания обращены одна к другой, а расстояние между основаниями или фундаментами двух рядов не превышает 3,0 м.

7.4.3.9 Поперечные заземлители следует прокладывать в удобных местах между оборудованием на глубине 0,5-0,7 м от поверхности земли. Расстояние между ними рекомендуется принимать увеличивающимся от периферии к центру заземляющей сетки. В скальных грунтах глубина прокладки горизонтальных заземлителей может быть уменьшена до 0,15 м. В грунтах с повышенной коррозионной опасностью глубину укладки горизонтальных заземлителей выбирают по условиям коррозии.

7.4.3.10 Расстояния между продольными и поперечными горизонтальными искусственными заземлителями не должны превышать 30 м.

7.4.3.11 Для снижения импульсного сопротивления плотность сетки искусственного заземлителя должна быть повышена вблизи высоковольтного силового оборудования. Размеры ячеек заземляющей сетки, примыкающих к местам присоединения нейтралей силовых трансформаторов и короткозамыкателей к ЗУ, не должны превышать  $6 \times 6 \text{ м}^2$ .

7.4.3.12 Продольные и поперечные горизонтальные заземлители следует прокладывать в четырех направлениях вблизи мест расположения заземляемых нейтралей силовых трансформаторов, короткозамыкателей, шунтирующих реакторов, ограничителей перенапряжений. При этом непосредственно у мест присоединения оборудования заземляющими проводниками к ЗУ растекание тока должно осуществляться не менее чем в двух направлениях.

7.4.3.13 Все стыки рельсов в районе расположения силовых трансформаторов и реакторов должны быть шунтированы стальными проводниками диаметром не менее 6 мм, привариваемыми к рельсам.

Соединение с рельсами следует проводить при помощи горизонтальных заземлителей: места заземления нейтралей трансформаторов и/или нейтральных точек автотрансформаторных групп, а также конструкции РУ, питающихся от этих трансформаторов (не менее чем двумя горизонтальными заземлителями диаметром от 20 мм).

Запрещается подсоединять непосредственно к рельсам заземляющие проводники от молниеотводов и ограничителей перенапряжений.

7.4.3.14 Для снижения напряжения прикосновения до допустимых значений на территории РУ должны быть применены дополнительные мероприятия: уменьшение шага ячеек сетки заземлителей, местное выравнивание потенциала и использование высокоомных (гравий, щебень) или изоляционных (асфальт) покрытий.

7.4.3.15 Местное выравнивание потенциала должно быть выполнено у оборудования на рабочих местах. Для местного выравнивания потенциала рекомендуется выполнить квадратную решетку размером не менее 1 м с ячейками не более 0,5 м из стали круглого сечения диаметром не менее 6 мм. Решетка должна быть присоединена к оборудованию в одном или двух местах.

Выравнивание потенциалов для обеспечения допустимого напряжения прикосновения рекомендуется сочетать и допускается заменять покрытиями из асфальта толщиной не менее 5 см, щебня толщиной не менее 10 см или изоляционного бетона. Площадь покрытия должна выступать за устройства выравнивания потенциала не менее чем на 0,2

м.

7.4.3.16 В качестве основных элементов ЗУ закрытых РУ в пределах здания в первую очередь должны быть использованы металлоконструкции под оборудование и металлические кабельные конструкции.

Дополнительные элементы в виде горизонтальных заземлителей прокладывают только со стороны обслуживания оборудования, расположенного на первом этаже при наличии набивных и бетонных полов. При этом заземлители должны быть проложены в бетоне при укладке полов.

Все естественные и искусственные элементы ЗУ должны быть соединены между собой и не менее чем в четырех местах присоединены к контурному горизонтальному заземлителю, который прокладывают по периметру здания. В качестве контурного заземлителя рекомендуется использовать арматуру фундамента здания. При выполнении гидроизоляции с помощью синтетических материалов фундамент здания не может быть использован в качестве заземлителя.

#### **7.4.4 Требования к системе уравнивания потенциалов**

7.4.4.1 Заземление оборудования закрытого РУ осуществляется с помощью магистралей заземления, прокладываемых по стенам с учетом удобства присоединения оборудования. Закладные элементы металлоконструкций здания должны быть присоединены к магистралям заземления. Магистрали заземлений должны соединяться не менее чем в четырех местах вертикальными спусками между этажами и с контурным заземлителем.

7.4.4.2 Для снижения импульсного сопротивления заземления оборудования в помещениях РУ рекомендуется выполнить сетку с шагом не менее 2 м.

В качестве сетки допускается применять арматуру железобетонной конструкции пола (при обеспечении электрического соединения арматуры между собой). Сетку присоединяют к закладным металлоконструкциям оборудования и к магистрали заземления не менее чем в четырех местах равномерно по периметру.

В помещениях распределительных устройств с элегазовым оборудованием для выравнивания высокочастотных импульсных напряжений прокладывают непрерывную стальную (медную) сетку, залитую бетоном, или металлические пластины, расположенные на одном или нескольких уровнях.

В качестве сетки может быть использована арматура железобетонной конструкции пола. По периметру помещения с оборудованием КРУЭ прокладывают магистральный заземляющий проводник (шину) уравнивания потенциалов. Сетку присоединяют к закладным металлоконструкциям, на которых устанавливают оборудование, и к шине. К шине также присоединяют закладные металлоконструкций и оборудование КРУЭ.

7.4.4.3 Заземление оборудования КРУЭ выполняют в соответствии с заводскими чертежами. Для заземления оборудования КРУЭ оборудуют выводы от сетки и закладных металлоконструкций, число которых должно быть не менее двух для каждого присоединения КРУЭ. Все оборудование КРУЭ соединяют между собой замкнутой шиной уравнивания потенциалов.

7.4.4.4 Корпус элегазового оборудования присоединяют к сети заземления у основания каждой опоры (кронштейна). Данные соединения выполняют не менее чем двумя заземляющими проводниками.

От магистрального заземляющего проводника к внешнему заземлителю прокладывают заземляющие проводники. Количество заземляющих проводников определяют расчетом.

Для уравнивания потенциалов в помещении КРУ напряжением 10-20 кВ корпуса ячеек КРУ должны быть присоединены к металлоконструкциям и соединены между собой заземляющими проводниками (например, стальной полосой). Связи между рядами ячеек КРУ и внутренним контуром заземления выполняют с шагом не более 10 м.

7.4.4.5 Для уравнивания потенциалов в камерах трансформаторов выполняют следующее:

- внутри помещений трансформаторных (и автотрансформаторных) камер по периметру по стене прокладывают стальную полосу системы уравнивания потенциалов на высоте 0,5 м от пола;

- на полу трансформаторной камеры укладывают сетку из стальной полосы с шагом не более 10×10 м;

- корпус трансформатора присоединяют к точке пересечения проводников сетки для обеспечения растекания тока в четырех направлениях;

- в местах заземления нейтралей силовых трансформаторов прокладывают продольные и поперечные заземляющие проводники в четырех направлениях, соединенные с сеткой на полу трансформаторной камеры.

7.4.4.6 Внутри зданий (ГЩУ, РЩ и ОПУ), а также других зданий и сооружений, содержащих вторичное оборудование и системы связи, применяют замкнутую сеть заземления (систему уравнивания потенциалов).

Магистралы заземления должны образовывать замкнутые контуры по внутренним периметрам помещений здания. Магистралы заземления, расположенные на разных отметках зданий, должны соединяться между собой не менее чем в четырех точках.

К ЗУ здания присоединяют все находящиеся в здании металлические конструкции (рамы, рельсы, балки, железобетонную арматуру, кабельные лотки и каналы и т.д.).

7.4.4.7 Для заземления корпусов оборудования, экранов кабелей следует использовать систему уравнивания потенциалов здания.

7.4.4.8 Ряды рамных конструкций оборудования (шкафов, панелей) соединяют между собой проводниками с шагом не более чем 2 м. Каждый ряд рамной конструкции присоединяют к магистральям заземления не менее чем в четырех местах. Экраны кабелей и параллельные заземленные проводники присоединяют к шинам заземления (корпусам) шкафов/панелей. Внутреннее устройство заземления присоединяют к наружному контуру заземления не менее чем в четырех точках.

7.4.4.9 Присоединение к системе уравнивания потенциалов помещения осуществляют при помощи сварки или болтового соединения.

7.4.4.10 Выполнение системы уравнивания потенциалов внутри шкафа следует выполнять таким образом, чтобы создать эквипотенциальную плоскость, к которой подключаются короткими соединительными проводниками все устройства.

Эквипотенциальной плоскостью внутри шкафа может служить проводящая задняя стенка (или специальная металлическая плоскость, возможно сетчатой структуры), к которой присоединяются все корпуса устройств и отдельные крепежные элементы, например DIN-рейки по [ГОСТ Р МЭК 60715](#).

7.4.4.11 Все подвижные и неподвижные элементы должны иметь не менее двух связей друг с другом (в том числе каждый элемент внутренней перегородки, DIN-рейки, двери). Соединение с общей эквипотенциальной плоскостью выполняют либо при помощи гибкой связи, либо при помощи надежного контакта (контактная поверхность, освобожденная от покрытия или неокрашенная). Длина соединительных проводников должна быть не более 25 см.

7.4.4.12 Двери шкафа должны иметь механизмы, обеспечивающие электрический контакт с корпусом в закрытом состоянии по всему периметру двери.

7.4.4.13 Для заземления различных элементов, в том числе резервных жил вторичных цепей, должны быть предусмотрены шинки вдоль боковин, соединенные с корпусом шкафа.

Экраны вторичных кабелей следует заземлять с обоих концов.

Для заземления экранов рекомендуется использовать специальные зажимы или разъемы.

7.4.4.14 Кабельная линия должна подключаться к локальному заземлителю под землей. Место соединения конца кабеля с заземлителем в целях защиты от коррозии должно иметь гидроизоляцию.

#### **7.4.5 Требования к заземлителям**

7.4.5.1 При выполнении ЗУ электроустановок напряжением выше 1 кВ используют искусственные и естественные заземлители.

Материал, конструкция и размеры заземлителей должны обеспечивать устойчивость к механическим, химическим и термическим воздействиям в течение всего периода эксплуатации.

7.4.5.2 В качестве естественных заземлителей могут быть использованы:

- металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей, в том числе железобетонные фундаменты зданий и сооружений, имеющие защитные гидроизоляционные покрытия в неагрессивных, слабоагрессивных и среднеагрессивных средах;

- металлические трубы водопровода, проложенные в земле;

- обсадные трубы буровых скважин;

- подъездные рельсовые пути при устройстве стыковых соединителей между рельсами;

- металлические оболочки бронированных кабелей, проложенных в земле;

- заземлители опор ВЛ, соединенные с ЗУ электроустановок при помощи грозозащитного троса ВЛ, если трос не изолирован от опор ВЛ;

- другие находящиеся в земле металлические конструкции и сооружения.

7.4.5.3 В качестве естественных заземлителей не рекомендуется использовать:

- трубопроводы горючих жидкостей;

- трубопроводы горючих или взрывоопасных газов и смесей;

- трубопроводы канализации и центрального отопления.

Указанные ограничения не исключают необходимости присоединения таких трубопроводов к ЗУ с целью уравнивания потенциалов.

При этом должны быть приняты меры, исключающие искрение в местах присоединения и на стыках труб при протекании электрического тока по трубопроводу.

7.4.5.4 Возможность использования естественных заземлителей по условию плотности протекающих по ним токов, необходимость сварки арматурных стержней железобетонных фундаментов и конструкций и необходимость приварки анкерных болтов стальных колонн к арматурным стержням железобетонных фундаментов, а также возможность использования фундаментов в сильноагрессивных средах должны быть определены расчетом.

7.4.5.5 Использование естественных заземлителей в качестве элементов ЗУ не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

При включении в систему уравнивания потенциалов трубопроводов с горючими и взрывоопасными жидкостями, газами и смесями должны быть обеспечены меры, исключающие искрение в местах присоединения проводников уравнивания потенциалов (сварка) и во фланцах трубопроводов (шунтирующие перемычки).

7.4.5.6 При напряжении на ЗУ выше допустимого значения для снижения сопротивления должны быть установлены вертикальные заземлители или выносные заземлители.

7.4.5.7 Вертикальные заземлители должны быть установлены равномерно по периметру ЗУ. Длина и число вертикальных заземлителей должны быть определены расчетом.

7.4.5.8 Выносной заземлитель сооружается в местах с низким удельным сопротивлением грунтов, недоступных для частого пребывания людей и животных.

Выносной заземлитель представляет собой горизонтальный контур с вертикальными заземлителями или без них, который выполняется в виде многоугольника с тупыми или скругленными углами и прокладывается на глубине не менее 1 м.

7.4.5.9 Соединение выносного заземлителя с ЗУ электроустановки осуществляется с помощью горизонтальных заземлителей, а также ВЛ и КЛ. Удаленность выносного заземлителя от искусственного заземлителя при их соединении горизонтальными заземлителями не должна превышать 0,5 км, а при соединении ВЛ и КЛ - 2 км.

7.4.5.10 Число горизонтальных заземлителей должно быть не менее двух. Их прокладка осуществляется на глубине не менее 1 м. Число и сечение проводов или жил кабеля выбирают так, чтобы продольное сопротивление линии было менее сопротивления выносного заземлителя.

7.4.5.11 При устройстве выносного заземлителя должны быть предусмотрены меры по защите людей и животных от поражения электрическим током. Для этого необходимо, чтобы линия была изолирована от земли на напряжение не менее напряжения на ЗУ и исключена возможность прикосновения к проводнику, соединяющему линию с выносным заземлителем.

7.4.5.12 Искусственные заземлители могут быть из черной или оцинкованной стали или медными. Оцинкованную сталь для заземлителей допускается применять, если площадь оцинкованной поверхности, находящейся в грунте, существенно больше площади поверхности заземляемой арматуры железобетонных фундаментов и других подземных, не изолированных от грунта, связанных с ЗУ металлических сооружений.

Искусственные заземлители не должны иметь цветовой индикации.

Материал и наименьшие размеры заземлителей должны соответствовать приведенным в таблице 2.

Таблица 2 - Наименьшие размеры заземлителей и заземляющих проводников, проложенных в земле

В миллиметрах

Материал	Профиль сечения	Диаметр	Площадь поперечного сечения	Толщина стенки
Черная сталь	Круглый:  - для вертикальных заземлителей	16	-	-

	- горизонтальных заземлителей	10	-	-
	Прямоугольный (полоса)	-	100	4
	Угловой	-	100	4
	Трубный	32	-	3,5
Оцинкованная сталь	Круглый:			
	- для вертикальных заземлителей	12	-	-
	- горизонтальных заземлителей	10	-	-
	Прямоугольный (полоса)	-	75	3
	Трубный	25	-	2
Медь	Круглый	12	-	-
	Прямоугольный	-	50	2
	Трубный	20	-	2
	Многопроволочный канат	1,8*	35	-
* Диаметр каждой проволоки.				

#### 7.4.6 Требования к соединениям заземлителей и заземляющих проводников

7.4.6.1 Соединения и присоединения заземляющих проводников, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов должны быть надежными и обеспечивать непрерывность электрической цепи. Соединения стальных проводников рекомендуется выполнять при помощи сварки.

7.4.6.2 Допускается в помещениях и в наружных установках без агрессивных сред выполнять соединения заземляющих проводников другими способами, обеспечивающими требования [ГОСТ 10434](#). Соединения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений. Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта.

#### 7.5 Требования к заземляющим устройствам, заземлителям и заземляющим проводникам воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ

##### 7.5.1 Характеристики заземляющих устройств воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ



7.5.1.1 На ВЛ напряжением выше 1 кВ должны быть заземлены:

а) опоры, имеющие грозозащитный трос или другие устройства молниезащиты;

б) железобетонные и металлические опоры ВЛ напряжением 3-35 кВ;

в) опоры, на которых установлены силовые или измерительные трансформаторы, разъединители, предохранители и другие аппараты;

г) металлические и железобетонные опоры ВЛ напряжением 110-500 кВ без тросов и других устройств молниезащиты, если это необходимо по условиям обеспечения работы релейной защиты и автоматики.

7.5.1.2 Деревянные опоры и деревянные опоры с металлическими траверсами ВЛ без грозозащитных тросов или других устройств молниезащиты не заземляются.

Наибольшее сопротивление ЗУ опор ВЛ приведено в таблице 3.

Сопротивления ЗУ опор, имеющих грозозащитный трос:

- при их высоте до 50 м должны быть не более приведенных в таблице 3;

- при высоте опор более 50 м - в два раза ниже по сравнению с приведенными в таблице 3.

Таблица 3 - Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ

Удельное эквивалентное сопротивление грунта $\rho$ , Ом·м	Наибольшее сопротивление ЗУ, Ом
До 100 включ.	10
От 100 до 500 включ.	15
От 500 до 1000 включ.	20
От 1000 до 5000 включ.	30
Св. 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

7.5.1.3 На двухцепных и многоцепных опорах ВЛ, независимо от напряжения линии и высоты опор, рекомендуется снижать сопротивления ЗУ в два раза по сравнению с приведенными в таблице 3.

7.5.1.4 Для повышения грозоупорности ВЛ рекомендуется выполнять ЗУ опор ВЛ напряжением 110 кВ с сопротивлением не более 5 Ом, а ВЛ напряжением 220 кВ - не более 10 Ом. Для снижения сопротивления рекомендуется ЗУ опор объединять общим горизонтальным заземлителем (электрическая уравновешивающая система).

## 7.5.2 Требования к заземлителям воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ

7.5.2.1 ЗУ опор ВЛ напряжением 6-35 кВ, защищенные грозозащитным тросом на подходах к ПС, рекомендуется объединять общим горизонтальным заземлителем (электрическая уравнивающая система), подсоединяемым к ЗУ подстанции.

7.5.2.2 Железобетонные фундаменты опор ВЛ напряжением 110 кВ и выше могут быть использованы в качестве естественных заземлителей (при осуществлении металлической связи между анкерными болтами и арматурой фундамента и отсутствии гидроизоляции железобетона полимерными материалами). Битумная обмазка на железобетонных опорах и фундаментах не влияет на их использование в качестве естественных заземлителей.

7.5.2.3 При прохождении ВЛ напряжением 110 кВ и выше в местности с глинистыми, суглинистыми, супесчаными и тому подобными грунтами с удельным сопротивлением менее 1000 Ом·м следует использовать арматуру железобетонных фундаментов, опор и пасынков в качестве естественных заземлителей без дополнительной укладки или в сочетании с укладкой искусственных заземлителей. В грунтах с более высоким удельным сопротивлением естественная проводимость железобетонных фундаментов не должна учитываться, а требуемое значение сопротивления ЗУ должно обеспечиваться только применением искусственных заземлителей.

7.5.2.4 В грунтах с высоким удельным сопротивлением должны быть спроектированы ЗУ с применением глубинных вертикальных заземлителей, достигающих хорошо проводящих слоев грунта, или горизонтальных (лучевых) заземлителей длиной до 60 м.

7.5.2.5 На территории объектов, расположенных в охранной зоне, должно быть выполнено выравнивание потенциалов с помощью заземлителей (горизонтальных и вертикальных) таким образом, чтобы напряжение прикосновения и шага не превышали допустимых значений по [ГОСТ 12.1.038](#).

### **7.5.3 Требования к конструкции заземляющего устройства кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ**

7.5.3.1 Кабели с металлическими оболочками или броней, а также кабельные конструкции, на которых прокладываются кабели, должны быть заземлены.

7.5.3.2 При заземлении металлических оболочек силовых кабелей оболочка и броня должны быть соединены гибким медным проводом между собой и с корпусами муфт (концевых, соединительных и др.). Заземление оболочки и брони кабелей напряжением 6 кВ и выше с алюминиевыми оболочками должно выполняться отдельными проводниками.

7.5.3.3 Если на опоре конструкции установлены наружная концевая муфта и комплект разрядников, то броня, металлическая оболочка и муфта должны быть присоединены к ЗУ разрядников.

Использование в качестве заземлителя только металлических оболочек кабелей не допускается.

7.5.3.4 На кабельных маслонаполненных линиях низкого давления заземляются концевые, соединительные и стопорные муфты.

7.5.3.5 У кабелей с алюминиевыми оболочками маслоподпитывающие устройства должны подсоединяться к линиям через изолирующие вставки, а корпуса концевых муфт должны быть изолированы от алюминиевых оболочек кабелей. Указанное требование не распространяется на КЛ с непосредственным вводом в трансформаторы.

7.5.3.6 При применении для кабельных маслонаполненных линий низкого давления бронированных кабелей в каждом колодце броня кабеля с обеих сторон муфты должна быть соединена сваркой и заземлена.

7.5.3.7 Стальной трубопровод маслонаполненных КЛ высокого давления, проложенных в земле, должен быть заземлен во всех колодцах и по концам, а проложенных в кабельных сооружениях - по концам и в промежуточных точках, определяемых расчетами в проекте.

Экран кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена должен быть заземлен по крайней мере в одной точке.

7.5.3.8 Заземление экранов может быть выполнено: с одного конца (одностороннее заземление); с двух концов (двустороннее заземление); с двух концов с использованием полного цикла транспозиции.

Заземление экрана кабеля с одной стороны, как правило, используется для кабелей длиной не более 1 км. Заземление экранов кабелей с двух сторон целесообразно только при небольших сечениях жилы и экрана и при прокладке кабелей треугольником. Заземление экранов кабелей с обоих концов с применением транспозиции используется, как правило, в протяженных (более 1 км) КЛ.

7.5.3.9 Заземляющие проводники от экранов и концевых коробок следует присоединять к ЗУ РУ. В местах расположения (кабельные колодцы) транспозиционных коробок и промежуточных муфт должна быть выполнена система выравнивания и уравнивания потенциалов.

Сечение экрана кабеля и заземляющих проводников должно соответствовать уровню токов КЗ и длительности их протекания.

Плотность тока в экране  $j_{э1}$  не должна превышать 0,15-0,17 кА/мм<sup>2</sup> в течение 1 с. Для времени существования тока короткого замыкания  $t_{кз}$  от 0,2 до 5 с допустимую плотность тока  $j^{(t_{кз})}$  вычисляют по формуле

$$j^{(t_{кз})} = j_{э1} / \sqrt{t_{кз}} . \quad (1)$$

#### 7.5.4 Требования надежности заземляющих устройств, заземлителей и заземляющих проводников

7.5.4.1 В электроустановках напряжением выше 1 кВ сечения заземляющих проводников должны быть выбраны такими, чтобы при протекании по ним наибольшего тока однофазного КЗ в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью или тока двухфазного КЗ в электроустановках с изолированной нейтралью температура заземляющих проводников не превышала 400°С (кратковременный нагрев, соответствующий полному времени действия защиты и отключения выключателя).

7.5.4.2 Соединения и присоединения заземляющих проводников, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов должны быть надежными и обеспечивать непрерывность электрической цепи. Соединения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений. Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта.

7.5.4.3 Присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику должно быть выполнено при помощи отдельного ответвления. Последовательное включение в защитный проводник открытых проводящих частей не допускается. Присоединение проводящих частей к основной системе уравнивания потенциалов должно быть выполнено также при помощи отдельных ответвлений.

7.5.4.4 Определение коррозионного износа стальных заземляющих проводников и заземлителей включает в себя:

- определение коррозионных характеристик грунта и расчетную оценку возможного снижения сечения в результате коррозии;
- определение наличия блуждающих постоянных токов;
- прогноз развития подземной коррозии.

Коррозионные характеристики грунта определяют путем измерения окислительно-восстановительного потенциала стали в грунте  $\Phi_{ов}$  и эквивалентного удельного сопротивления верхнего слоя грунта  $\rho_{эжв}$ . По полученным данным выполняют расчетную оценку возможного снижения сечения в результате коррозии.

По измеренному электродному потенциалу и удельному электрическому сопротивлению грунта определяют номер зоны коррозионной опасности  $З_k$  по формуле

$$З_k = 6,167 - 0,833 \cdot \ln \left( \frac{|\varphi_{\text{ов}}| - 125}{\rho_{\text{эkv}}} \right) \quad (2)$$

Рассчитанные по формуле значения округляют в меньшую сторону до целого значения.

Значения  $З_k$ , равные 0; 1; 2, соответствуют большой степени опасности коррозии; значения  $З_k$ , равные 3 и 4, - средней степени опасности; значения  $З_k$ , равные 5 и более, - слабой степени опасности.

Динамика изменения глубины коррозии во времени для различных коррозионных зон показана на рисунке 1.

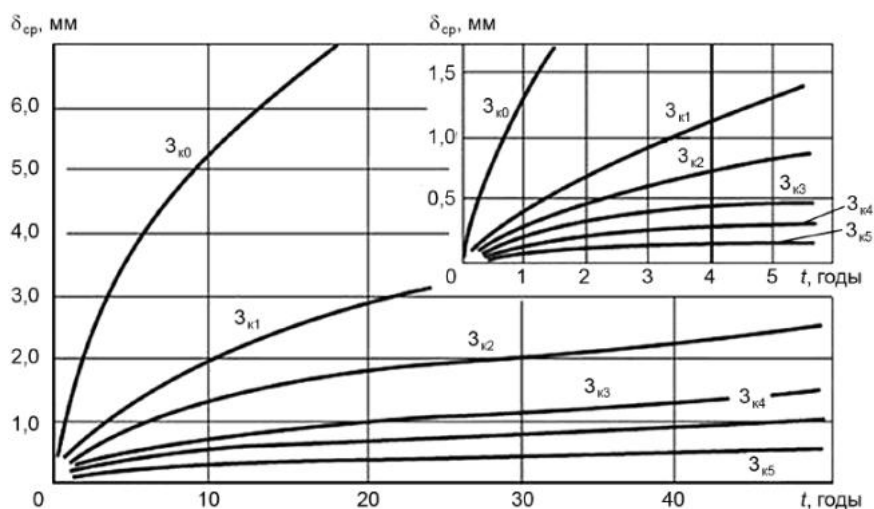


Рисунок 1 - Зависимость глубины коррозии стальных заземлителей  $\delta_{\text{ср}}$  от времени для различных коррозионных зон

По кривым, приведенным на рисунке 1, можно сделать прогноз коррозионного уменьшения сечения заземлителей.

При наличии блуждающих токов должны быть приняты меры и средства защиты.

7.5.4.5 В случае опасности коррозии ЗУ следует выполнять одно из следующих мероприятий:

- увеличение сечения заземлителей и заземляющих проводников с учетом расчетного срока их службы;
- применение заземлителей и заземляющих проводников с гальваническим покрытием или медных.

При этом следует учитывать возможное увеличение сопротивления ЗУ, обусловленное коррозией.

7.5.4.6 Траншеи для горизонтальных заземлителей необходимо заполнять однородным грунтом, не содержащим щебня и строительного мусора.

7.5.4.7 Не следует располагать (использовать) заземлители в местах, где земля подсушивается под действием тепла трубопроводов и т.п.

## 7.6 Требования к заземляющим устройствам электроустановок напряжением до 1 кВ

### 7.6.1 Требования назначения

7.6.1.1 Основные требования к ЗУ, защитным проводникам и проводникам уравнивания потенциалов, применяемых для обеспечения безопасности в электроустановках, определены в [ГОСТ Р 50571.5.54](#).

7.6.1.2 ЗУ, используемое для заземления электроустановок напряжением до 1 кВ одного или различных назначений и напряжений, должно удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к заземлению этих электроустановок:

- защита людей от поражения электрическим током при повреждении изоляции;
- условия режимов работы сетей;
- защита электрооборудования от перенапряжения и т.д. в течение всего периода эксплуатации.

Приоритетными являются требования, предъявляемые к защитному заземлению.

### 7.6.2 Характеристики заземляющих устройств

Допустимые значения напряжений прикосновения и сопротивления ЗУ при стекании с них токов замыкания на землю и токов утечки должны быть обеспечены при наиболее неблагоприятных условиях в любое время года. Предельно допустимые значения напряжения прикосновения приведены в [ГОСТ 12.1.038](#).

При определении сопротивления ЗУ должны быть учтены искусственные и естественные заземлители.

При определении удельного сопротивления земли в качестве расчетного следует принимать его сезонное значение, соответствующее наиболее неблагоприятным условиям.

Наибольшие допустимые значения сопротивлениям ЗУ см. в приложении В.

### 7.6.3 Требования к конструкции заземляющих устройств

7.6.3.1 В электроустановках различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных относительно друг друга, должно применяться одно общее ЗУ.

7.6.3.2 ЗУ должны быть механически прочными и термически и динамически стойкими к токам замыкания на землю.

7.6.3.3 При выполнении отдельного (независимого) заземлителя для рабочего заземления по условиям работы информационного или другого чувствительного к воздействию помех оборудования должны быть приняты специальные меры защиты от поражения электрическим током, исключающие одновременное прикосновение к частям, которые могут оказаться под опасной разностью потенциалов при повреждении изоляции.

7.6.3.4 Для ЗУ электроустановок напряжением до 1 кВ могут быть использованы искусственные и естественные заземлители.

Если сопротивление ЗУ или напряжение прикосновения имеют допустимые значения, а также обеспечиваются нормированные значения напряжения на ЗУ и допустимые плотности токов, протекающих по естественным заземлителям,

выполнение искусственных заземлителей в электроустановках напряжением до 1 кВ не является обязательным.

7.6.3.5 Использование естественных заземлителей в качестве элементов ЗУ не должно приводить к их повреждению при протекании по ним токов короткого замыкания, возникновению искрения в местах присоединения или на стыках труб или к нарушению работы устройств, с которыми они связаны.

7.6.3.6 При применении системы TN при питании по кабельным линиям на вводе в электроустановки зданий, а также в других доступных местах рекомендуется выполнять повторное заземление PE- и PEN-проводников.

Для повторного заземления в первую очередь следует использовать естественные заземлители.

Сопротивление заземлителя повторного заземления не нормируется. Внутри больших и многоэтажных зданий функцию повторного заземления выполняет дополнительное уравнивание потенциалов при помощи присоединения нулевого защитного проводника к сторонним проводящим частям. Такие присоединения рекомендуется выполнять как можно более равномерно.

7.6.3.7 При применении в качестве защитной меры автоматического отключения питания указанные сторонние проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания в системе TN и заземлены в системах IT и TT. В электроустановках, в которых в качестве защитной меры применено автоматическое отключение питания, должно быть выполнено уравнивание потенциалов.

7.6.3.8 Не требуется преднамеренно присоединять к нейтрали источника в системе TN и заземлять в системах IT и TT:

а) корпуса электрооборудования и аппаратов, установленных на металлических основаниях: конструкциях, распределительных устройствах, на щитах, шкафах, станинах станков, машин и механизмов, присоединенных к системе уравнивания потенциалов, при условии обеспечения надежного электрического контакта между этими корпусами и основаниями;

б) конструкции оборудования при условии надежного электрического контакта между этими конструкциями и установленным на них электрооборудованием, присоединенным к защитному проводнику;

в) съемные или открывающиеся части металлических каркасов камер распределительных устройств, шкафов, ограждений и т.п., если на съемных (открывающихся) частях не установлено электрооборудование или если электрооборудование находится в зоне системы уравнивания потенциалов, а наибольшее рабочее напряжение не превышает 25 В переменного тока или 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности и 6 В переменного тока или 15 В постоянного тока - во всех остальных случаях.

г) арматуру изоляторов ВЛ и присоединяемые к ней крепежные детали;

д) открытые проводящие части электрооборудования с двойной изоляцией;

е) металлические скобы, закрепы, отрезки труб механической защиты кабелей в местах их прохода через стены и перекрытия и другие подобные детали электропроводок площадью до 100 см<sup>2</sup>, в том числе коробки для установки выключателей и розеток.

#### **7.6.4 Требования к системам уравнивания потенциалов**

7.6.4.1 В зданиях и сооружениях должны быть выполнены основная и дополнительная системы уравнивания потенциалов.

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

а) нулевой защитный (РЕ) проводник или PEN-проводник питающей линии в системе TN;

б) заземляющий проводник, присоединенный к ЗУ электроустановки, в системах IT и TT;

в) заземляющий проводник, присоединенный к заземлителю повторного заземления на вводе в здание (если заземлитель имеется);

г) металлические трубы коммуникаций, входящих в здание: трубы горячего и холодного водоснабжения, канализации, отопления, газоснабжения и т.п.

Если трубопровод газоснабжения имеет изолирующую вставку на вводе в здание, к основной системе уравнивания потенциалов присоединяется только та часть трубопровода, которая находится относительно изолирующей вставки со стороны здания;

д) металлические части каркаса здания;

е) металлические части централизованных систем вентиляции и кондиционирования. При наличии децентрализованных систем вентиляции и кондиционирования металлические воздуховоды следует присоединять к шине РЕ-щитов питания вентиляторов и кондиционеров;

ж) ЗУ системы молниезащиты 2-й и 3-й категорий;

и) заземляющий проводник функционального (рабочего) заземления, если таковой имеется и если отсутствуют ограничения на присоединение сети рабочего заземления к ЗУ защитного заземления;

к) металлические оболочки телекоммуникационных кабелей.

Проводящие части, входящие в здание извне, должны быть соединены как можно ближе к точке их входа в здание.


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

7.6.4.3 Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания, а также нулевые защитные проводники в системе TN и защитные заземляющие проводники в системах IT и TT, включая защитные проводники штепсельных розеток.

Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые проводящие части и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют требованиям к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи.

7.6.4.4 Главная заземляющая шина может быть выполнена внутри вводного устройства электроустановки напряжением до 1 кВ или отдельно от него. Внутри вводного устройства в качестве главной заземляющей шины следует использовать шину РЕ. При отдельной установке главная заземляющая шина должна быть расположена в доступном, удобном для обслуживания месте вблизи вводного устройства.

В местах, доступных только квалифицированному персоналу (например, щитовых помещениях жилых домов), главную заземляющую шину следует устанавливать открыто. В местах, доступных посторонним лицам (например, подъездах или подвалах домов), она должна иметь защитную оболочку - шкаф или ящик с запирающейся на ключ дверцей.

На дверце или на стене над шиной должен быть нанесен знак заземления  по [ГОСТ 21130](#).

Если здание имеет несколько обособленных вводов, главная заземляющая шина должна быть выполнена для каждого вводного устройства. При наличии встроенных трансформаторных подстанций главная заземляющая шина должна устанавливаться возле каждой из них. Эти шины должны соединяться проводником уравнивания потенциалов, сечение которого должно быть не менее половины сечения РЕ(PEN)-проводника той линии среди отходящих от щитов низкого напряжения подстанций, которая имеет наибольшее сечение.

Для соединения нескольких главных заземляющих шин допускается использовать сторонние проводящие части, если они соответствуют требованиям к непрерывности и проводимости электрической цепи.

7.6.4.5 Главная заземляющая шина должна быть, как правило, медной. Допускается применение главной заземляющей шины из стали. Применение алюминиевых шин не допускается.

Сечение отдельно установленной главной заземляющей шины должно быть не менее сечения РЕ(PEN)-проводника питающей линии.

7.6.4.6 Для выполнения измерений сопротивления ЗУ в удобном месте должна быть предусмотрена возможность отсоединения заземляющего проводника. В электроустановках напряжением до 1 кВ таким местом, как правило, является главная заземляющая шина. Отсоединение заземляющего проводника должно быть возможно только при помощи инструмента.

### **7.6.5 Требования к заземляющим устройствам опор воздушных линий**

7.6.5.1 На опорах ВЛ напряжением до 1 кВ должны быть выполнены ЗУ, предназначенные для повторного заземления, защиты от грозовых перенапряжений, заземления электрооборудования, установленного на опорах ВЛ. Проводящие части опор ВЛ и установленное на опорах оборудование должны быть присоединены к PEN-проводнику ВЛ.

7.6.5.2 Металлические опоры, металлические конструкции и арматура железобетонных элементов опор должны быть присоединены к PEN-проводнику.

Оттяжки опор ВЛ должны быть присоединены к заземляющему проводнику.

На железобетонных опорах PEN-проводник следует присоединять к арматуре железобетонных стоек и подкосов опор.

Крюки и штыри деревянных опор ВЛ, а также металлических и железобетонных опор при подвеске на них СИП с изолированным несущим проводником или со всеми несущими проводниками жгута заземлению не подлежат, за исключением крюков и штырей на опорах, где выполнены повторные заземления и заземления для защиты от атмосферных перенапряжений.

Крюки, штыри и арматура опор ВЛ напряжением до 1 кВ, ограничивающих пролет пересечения, а также опор, на которых проводится совместная подвеска, должны быть заземлены.

На деревянных опорах ВЛ при переходе в кабельную линию заземляющий проводник должен быть присоединен к PEN-проводнику ВЛ и металлической оболочке кабеля.

Защитные аппараты, устанавливаемые на опорах ВЛ для защиты от грозовых перенапряжений, должны быть присоединены к заземлителю отдельным спуском.

### **7.6.6 Требования к заземляющим проводникам**

7.6.6.1 Сечения заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ должны соответствовать требованиям [ГОСТ Р 50571.5.54](#) к защитным проводникам.

Прокладка в земле алюминиевых неизолированных проводников не допускается.



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

У мест ввода заземляющих проводников в здания должен быть нанесен опознавательный знак .

7.6.6.3 В качестве РЕ-проводников в электроустановках напряжением до 1 кВ допускается использовать:

а) специально предусмотренные проводники: жилы многожильных кабелей; изолированные или неизолированные провода в общей оболочке с фазными проводами; стационарно проложенные изолированные или неизолированные проводники;

б) открытые проводящие части электроустановок: алюминиевые оболочки кабелей; стальные трубы электропроводок; металлические оболочки и опорные конструкции шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления.

Примечание - Металлические короба и лотки электропроводок допускается использовать в качестве защитных проводников при условии, что конструкцией коробов и лотков предусмотрено такое использование и что данное указание приведено в документации изготовителя, а их расположение исключает возможность механического повреждения. При демонтаже конструкцией коробов и лотков, используемых в качестве защитных проводников, должен быть выполнен монтаж дополнительных проводников, обеспечивающих непрерывность защитной цепи;

в) некоторые сторонние проводящие части: металлические строительные конструкции зданий и сооружений (фермы, колонны и т.п.); арматура железобетонных строительных конструкций зданий; металлические конструкции производственного назначения (подкрановые рельсы, галереи, площадки, шахты лифтов, подъемников, элеваторов, обрамления каналов и т.п.);

г) ЗУ электроустановки напряжением выше 1 кВ, если электроустановка напряжением до 1 кВ (сеть собственных нужд) расположена на территории ЭС или ПС.

7.6.6.4 Использование открытых и сторонних проводящих частей в качестве РЕ-проводников допускается, если они отвечают требованиям к проводимости и непрерывности электрической цепи.

Сторонние проводящие части могут быть использованы в качестве РЕ-проводников, если они, кроме того, одновременно отвечают следующим требованиям: непрерывность электрической цепи обеспечивается либо их конструкцией, либо соответствующими соединениями, защищенными от механических, химических и других повреждений; их демонтаж невозможен, если не предусмотрены меры по сохранению непрерывности цепи и ее проводимости.

7.6.6.5 Не допускается использовать в качестве РЕ-проводников: металлические оболочки изоляционных трубок и трубчатых проводов, несущие тросы при тросовой электропроводке, металлорукава, а также свинцовые оболочки проводов и кабелей; трубопроводы газоснабжения и другие трубопроводы горючих и взрывоопасных веществ и смесей; трубы канализации и центрального отопления; водопроводные трубы при наличии в них изолирующих вставок.

7.6.6.6 Нулевые защитные проводники цепей не допускается использовать в качестве нулевых защитных проводников электрооборудования, питающегося по другим цепям.

7.6.6.7 Запрещается использовать открытые проводящие части электрооборудования в качестве нулевых защитных проводников для другого электрооборудования, за исключением оболочек и опорных конструкций шинопроводов и комплектных устройств заводского изготовления, обеспечивающих возможность подключения к ним защитных проводников в нужном месте.

Использование специально предусмотренных защитных проводников для иных целей не допускается.

7.6.6.8 В многофазных цепях в системе TN для стационарно проложенных кабелей, жилы которых имеют площадь поперечного сечения не менее  $10 \text{ мм}^2$  по меди или  $16 \text{ мм}^2$  по алюминию, функции нулевого защитного (PE) и нулевого рабочего (N) проводников могут быть совмещены в одном проводнике (PEN-проводник).

7.6.6.9 Не допускается совмещение функций нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в цепях однофазного и постоянного тока. В качестве нулевого защитного проводника в таких цепях должен быть предусмотрен отдельный, третий проводник. Это требование не распространяется на ответвления от ВЛ напряжением до 1 кВ к однофазным потребителям электроэнергии.

7.6.6.10 Не допускается использование сторонних проводящих частей в качестве единственного PEN-проводника. Это требование не исключает использования открытых и сторонних проводящих частей в качестве дополнительного PEN-проводника при присоединении их к системе уравнивания потенциалов.

7.6.6.11 Когда нулевой рабочий и нулевой защитный проводники разделены, начиная с какой-либо точки электроустановки, не допускается объединять их за этой точкой по ходу распределения энергии.

В месте разделения PEN-проводника на нулевой защитный и нулевой рабочий проводники необходимо предусмотреть отдельные зажимы или шины для проводников, соединенные между собой. PEN-проводник питающей линии должен быть подключен к зажиму или шине нулевого защитного PE-проводника.

7.6.6.12 В качестве проводников системы уравнивания потенциалов могут быть использованы открытые и сторонние проводящие части, или специально проложенные проводники, или их сочетание.

7.6.6.13 Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее половины наибольшего сечения защитного проводника электроустановки, если сечение проводника уравнивания потенциалов при этом не превышает  $25 \text{ мм}^2$  по меди или равноценное ему из других материалов. Применение проводников большего сечения, как правило, не требуется.

Сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее: медных -  $6 \text{ мм}^2$ , алюминиевых -  $16 \text{ мм}^2$ , стальных -  $50 \text{ мм}^2$ .

7.6.6.14 Сечение проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее:

- при соединении двух открытых проводящих частей - сечения меньшего из защитных проводников, подключенных к этим частям;

- при соединении открытой проводящей части и сторонней проводящей части - половины сечения защитного проводника, подключенного к открытой проводящей части.

## **7.6.7 Требования надежности заземляющих устройств электроустановок напряжением до 1 кВ**

7.6.7.1 Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов должны быть надежными и обеспечивать непрерывность электрической цепи.

7.6.7.2 Соединения стальных проводников рекомендуется выполнять посредством сварки. Допускается в помещениях и наружных установках без агрессивных сред соединять заземляющие и нулевые защитные проводники другими способами, обеспечивающими требования [ГОСТ 10434](#).

7.6.7.3 Соединения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений. Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта.

7.6.7.4 Присоединения заземляющих и нулевых защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов к открытым проводящим частям должны быть выполнены при помощи болтовых соединений или сварки.

7.6.7.5 Присоединения оборудования, подвергающегося частому демонтажу или установленного на движущихся частях или частях, подверженных сотрясениям и вибрации, должны выполняться при помощи гибких проводников.

7.6.7.6 При использовании естественных заземлителей для заземления электроустановок и сторонних проводящих частей в качестве защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов контактные соединения следует выполнять методами, предусмотренными [ГОСТ 12.1.030](#).

7.6.7.7 Места и способы присоединения заземляющих проводников к протяженным естественным заземлителям (например, к трубопроводам) должны быть выбраны такими, чтобы при разъединении естественных заземлителей для ремонтных работ ожидаемые напряжения прикосновения и расчетные значения сопротивления ЗУ не превышали безопасных значений.

7.6.7.8 Шунтирование водомеров, задвижек и т.п. следует выполнять при помощи проводника соответствующего сечения в зависимости от того, используется ли он в качестве защитного проводника системы уравнивания потенциалов, нулевого защитного проводника или защитного заземляющего проводника.

7.6.7.9 Присоединение каждой открытой проводящей части электроустановки к нулевому защитному или защитному заземляющему проводнику должно быть выполнено при помощи отдельного ответвления.

Последовательное включение в защитный проводник открытых проводящих частей не допускается.

Присоединение проводящих частей к основной системе уравнивания потенциалов должно быть выполнено при помощи отдельных ответвлений.

Присоединение проводящих частей к дополнительной системе уравнивания потенциалов может быть выполнено при помощи как отдельных ответвлений, так и присоединения к одному общему неразъемному проводнику.

7.6.7.10 Не допускается включать коммутационные аппараты в цепи РЕ- и PEN-проводников, за исключением случаев питания электроприемников при помощи штепсельных соединителей.

7.6.7.11 Допускается одновременное отключение всех проводников на вводе в электроустановки индивидуальных жилых, дачных и садовых домов и аналогичных им объектов, питающихся по однофазным ответвлениям от ВЛ. При этом разделение PEN-проводника на РЕ- и N-проводники должно быть выполнено до вводного защитно-коммутационного аппарата.

7.6.7.12 Если защитные проводники и/или проводники уравнивания потенциалов могут быть разъединены при помощи того же штепсельного соединителя, что и соответствующие фазные проводники, розетка и вилка штепсельного соединителя должны иметь специальные защитные контакты для присоединения к ним защитных проводников или проводников уравнивания потенциалов.

## **7.7 Требования к заземляющим устройствам молниезащиты**

### **7.7.1 Требования назначения**

7.7.1.1 ЗУ молниезащиты должны обеспечивать:

- отвод в грунт токов молнии;

**Доступ к полной версии этого документа ограничен**

Ознакомиться с документом вы можете, заказав бесплатную демонстрацию систем «Кодекс» и «Техэксперт».

- Заказать демонстрацию

## Метод оплаты:

- Электронным кошельком
- Через интернет-банк
- Банковской картой
- В терминале

E-mail:

Мобильный телефон: +7  (  )

## Что вы получите:

После завершения процесса оплаты вы получите доступ к полному тексту документа, возможность сохранить его в формате .pdf, а также копию документа на свой e-mail. На мобильный телефон придет подтверждение оплаты.

При возникновении проблем свяжитесь с нами по адресу [spp@kodeks.ru](mailto:spp@kodeks.ru)

### Важные документы

- [ТТК, ППР, КТП](#)
- [Классификаторы](#)
- [Комментарии, статьи, консультации](#)
- [Картотека международных стандартов: ASTM, API, ASME, ISO, DNV, DIN, IP](#)
- [Основополагающие ГОСТы](#)
- [ГОСТы, вступающие в силу в течение 3 мес.](#)
- [ГОСТы за последний год](#)
- [Востребованные ГОСТы](#)
- [Проекты стандартов](#)
- [Технические регламенты](#)
- [Проекты технических регламентов](#)
- [СНиПы и своды правил](#)

### Важные документы

- [Международное право](#)
- [Судебная практика](#)
- [Комментарии, статьи, консультации](#)
- [Справки](#)
- [Зарубежные и международные стандарты](#)
- [Профессиональная справочная система «Реформа технического регулирования»](#)
- [Профессиональные справочные системы «Техэксперт»](#)
- [Профессиональные справочные системы «Кодекс»](#)
- [Конституция РФ](#)
- [Кодексы РФ](#)
- [Федеральные законы](#)
- [Указы Президента РФ](#)
- [Постановления Правительства РФ](#)
- [Проекты нормативных актов в Минюсте](#)
- [Документы, зарегистрированные в Минюсте](#)
- [Приказы и письма Минфина](#)
- [Приказы и письма ФНС](#)

ТЕХЭКСПЕРТ

- [Нормы, правила, стандарты и законодательство по техрегулированию](#)
- [Типовая проектная документация](#)
- [Технологические описания оборудования и материалов](#)

КОДЕКС

- [Федеральное законодательство](#)
- [Региональное законодательство](#)
- [Образцы документов](#)
- [Все формы отчетности](#)
- [Законодательство в вопросах и ответах](#)

© АО «[Кодекс](#)», 2020

Исключительные авторские и смежные права принадлежат АО «[Кодекс](#)». [Политика конфиденциальности персональных данных](#)

Версия сайта: 2.2.26

Мобильное приложение

## Приложение «Техэксперт»

Каждому техническому специалисту: строителю, проектировщику, энергетику, специалисту в области охраны труда.

[Узнать больше](#)

## Приложение «Кодекс»

Дома, в офисе, в поездке: ваша надежная правовая поддержка, всегда и везде.

[Узнать больше](#)

## Приложение «Техэксперт»

Каждому техническому специалисту: строителю, проектировщику, энергетику, специалисту в области охраны труда.

[Узнать больше](#)

## Приложение «Кодекс»

Дома, в офисе, в поездке: ваша надежная правовая поддержка, всегда и везде.

[Узнать больше](#)

- [twitter.com/kodeks](https://twitter.com/kodeks) [twitter.com/tehekspert](https://twitter.com/tehekspert)
- [facebook.com/kodeks.ru](https://facebook.com/kodeks.ru) [facebook.com/Техэксперт](https://facebook.com/Техэксперт)
- [rukodeks.livejournal.com](https://rukodeks.livejournal.com) [texekspert.livejournal.com](https://texekspert.livejournal.com)