

Максим Рябчицкий, руководитель учебного центра LP

Р21 – «Основы проектирования современных электроустановок на базе оборудования АББ»

Цели и задачи курса

Цель данного курса в представлении системного подхода к процессу проектирования низковольтных электроустановок.

Задачи курса

- Обзор требований современных нормативных документов применяемых в низковольтных электроустановках;
- Рассмотрение основных этапов проектирования и принципов решения возникающих в процессе проектирования проблем;
- Демонстрация преимуществ оборудования АББ для решения задач проектирования.

Содержание курса

- **Используемые термины и определения. Нормативные документы.**
- Принципы и особенности расчета электроустановок
- Выбор аппаратов защиты и селективность
- Влияние реактивной мощности и нелинейных искажений на расчет
- Защита от поражения электрическим током, от импульсных перенапряжений, учет электроэнергии

Правила поведения при чрезвычайных ситуациях

Уважаемые гости офиса компании АББ, в нашем офисе работает система голосового оповещения о чрезвычайных ситуациях!

Убедительная просьба, заранее ознакомиться с планом эвакуации, расположенном на стенде 5-го этажа.

При срабатывании звукового сигнала Вы должны:

- сохранять спокойствие
- следовать к эвакуационным лестницам по световым указателям на потолках
- следовать указаниям ответственных сотрудников компании АББ и сотрудников бизнес-центра «Кругозор».

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

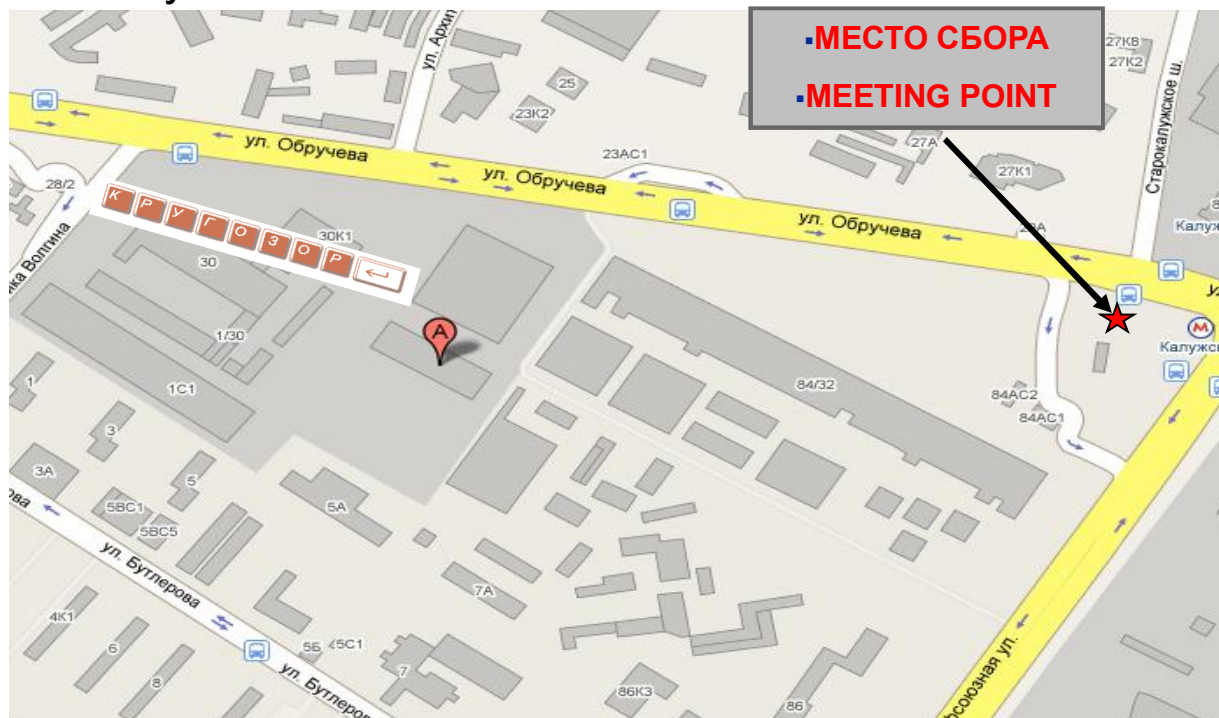
При срабатывании звукового сигнала ЗАПРЕЩЕНО:

- **пользоваться лифтами**, при срабатывании сигнала тревоги лифты автоматически следуют на первый этаж без остановок;
- **двигаться вверх по эвакуационным лестницам**, необходимо спуститься на первый этаж и покинуть здание.

Место сбора

Покинув здание, необходимо следовать к месту сбора по указаниям сотрудников АББ у эвакуационных выходов на 1-ом этаже

На месте сбора необходимо зарегистрироваться у ответственного сотрудника АББ, оставаться на месте до особых указаний



Структура электроснабжения

Типовая схема

ГРЩ

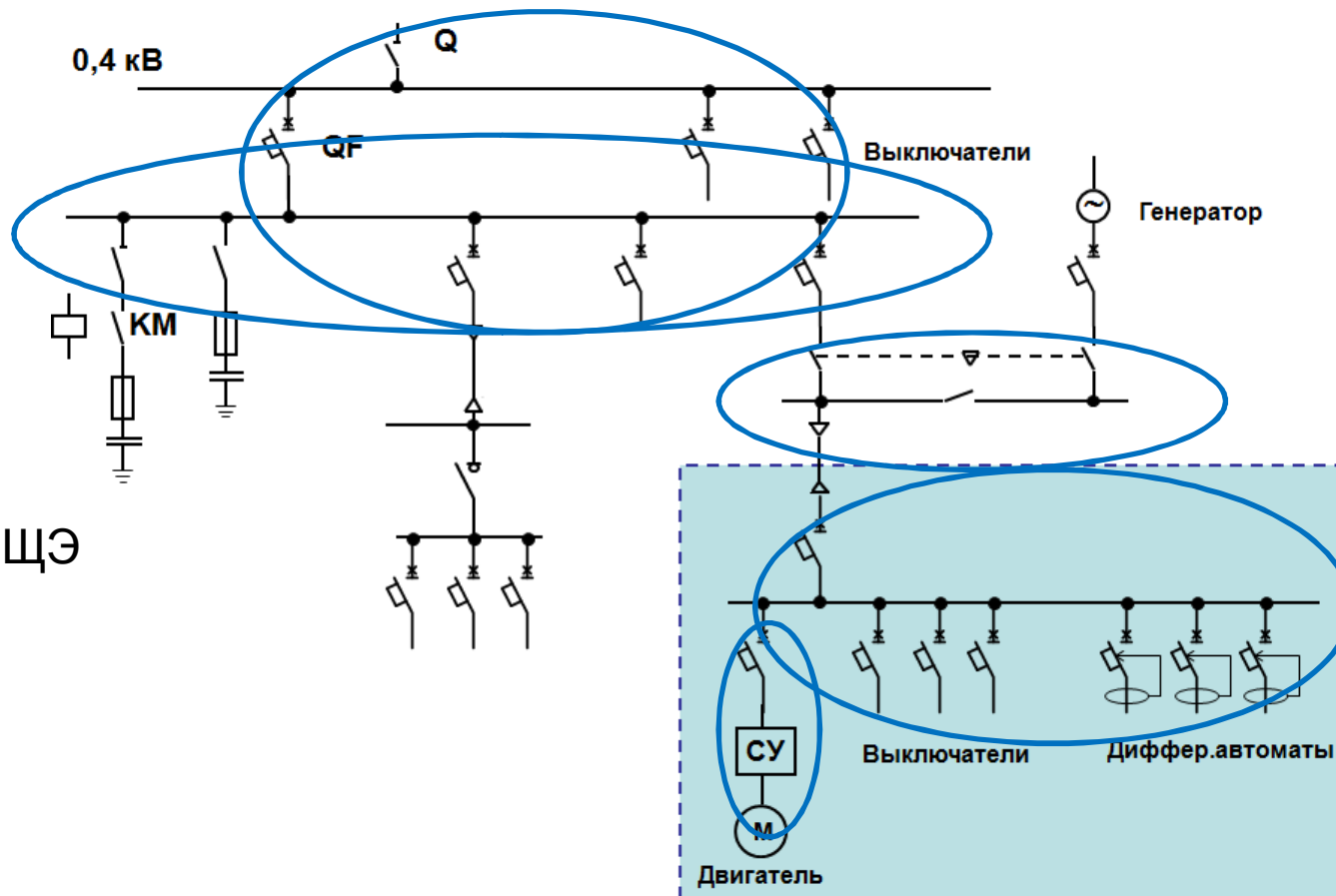
0,4 кВ

ВРУ

АВР

ЩР, ЩО, ЩЭ

ЩУ



Структура электроснабжения

Сравнение гражданских и промышленных объектов



Гражданский объект:

- жилой дом;
- торговый центр;
- офисное здание;
- больницы, школы, банки, центры обработки данных.



Большая доля однофазных нагрузок

Высокий уровень гармонических искажений

Неквалифицированный персонал

Структура электроснабжения

Сравнение гражданских и промышленных объектов



Промышленный объект:

- промышленное предприятие;
- насосная станция;
- предприятия инфраструктуры, ремонтные мастерские и т.д.



Большая доля двигательных нагрузок

Высокий уровень реактивной мощности

Квалифицированный персонал

Возможны нелинейные и резкопеременные нагрузки

Структура электроснабжения

Этапы проектирования

Составление технического задания

Общие требования

Требования к трансформаторной подстанции

Требования к ГРЩ и ВРУ

Требования к гарантированной и бесперебойной системам электроснабжения

Требования к системе освещения

Требования к заземлению

Требования к молниезащите

Требования к учету электроэнергии

Требования к энергоэффективности

Требования к мониторингу и диспетчеризации

Структура электроснабжения

Этапы проектирования

Выбор структуры электроснабжения

Место трансформаторной подстанции

Места расположения НКУ

Определение мощности и характера нагрузок

Мощность нагрузок для каждого пункта распределения

Коэффициенты мощности

Коэффициенты одновременности

Выбор системы заземления и резервирования

TN-C / TN-S / TT / IT

Категории потребителей, места АВР

Структура электроснабжения

Этапы проектирования

Выбор проводников

Материал проводников

Способы прокладки

Поперечное сечение

Расчет режимов работы токоведущих частей

Потери мощности

Тепловой режим

Падение напряжения

Параметры короткого замыкания

Структура электроснабжения

Этапы проектирования

Выбор аппаратов защиты

Защита на предохранителях или автоматических выключателях

Выбор номиналов аппаратов защиты

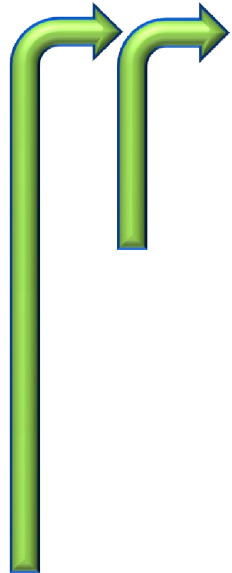
Определение настроек расцепителей АВ

Выбор устройств дифференциальной защиты

Выбор защиты от перенапряжений

Структура электроснабжения

Этапы проектирования



Селективность и координация

Выбор метода селективности

Проверка и коррекция выбора аппаратов по селективности и координации

Компенсация реактивной мощности

Выбор метода и средств компенсации

Расчет параметров компенсаторов

Расчет гармоник и выбор фильтров

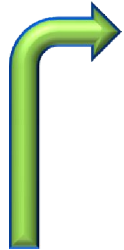
Дополнительное оборудование и функции

Учет электроэнергии

Мониторинг и диспетчеризация

Структура электроснабжения

Этапы проектирования



Составление сметы

Спецификация

Оценка стоимости

Разработка технических требований

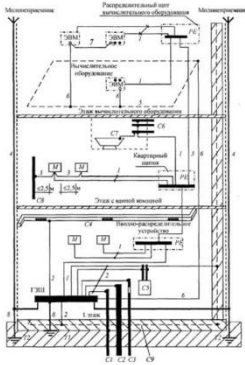
Требования к габаритам

Требования к конструкции

Требования по устойчивости к внешним воздействиям

Термины и определения

Электроустановка и НКУ



- **Электроустановка** — любое сочетание взаимосвязанного электрооборудования в пределах данного пространства или помещения (ГОСТ Р 50571.1).
- **Низковольтное устройство распределителя и управления (НКУ)** - Низковольтные коммутационные аппараты и устройства управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирования, собранные на предприятии-изготовителе на единой конструктивной основе со всеми внутренними электрическими и механическими соединениями. (ГОСТ Р 51321.1-2007.)

Термины и определения

Тепловые и электродинамические режимы

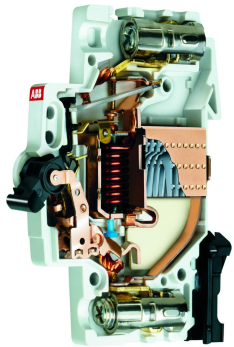
Параметры электроустановки определяются тепловыми и электродинамическими нагрузками в нормальных и аварийных режимах.

- Номинальный (нормальный) режим
- Режим перегрузки
- Короткое замыкание (КЗ)
- Обрыв фазы
- Импульсные перенапряжения
- Перерыв питания
- Не соответствие качества питающего напряжения



Термины и определения

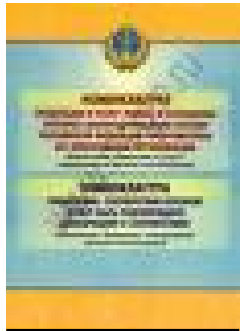
Аппараты защиты и управления



- Плавкий предохранитель
- Автоматический выключатель
- Выключатель дифференциального тока (ВДТ) или устройство защитного отключения (УЗО)
- Устройство защиты от импульсных перенапряжений
- Контактторы и пускатели
- Электромеханические и электронные реле



Нормативная документация ГОСТ Р



- Стандарты ГОСТ Р – аутентичны стандартам МЭК.
- Сами стандарты носят рекомендательный характер, но правительством утверждена «Номенклатура продукции и услуг, в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация».
- Система существует до введения технических регламентов.

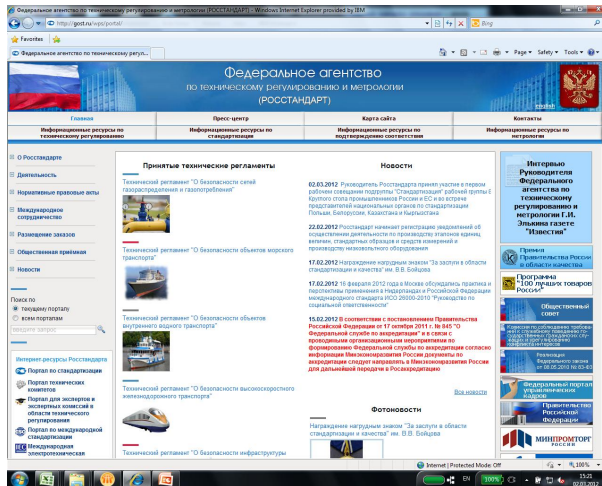
Нормативная документация ГОСТ Р, технический регламент, ПУЭ



- **ПУЭ** – шестое издание ПУЭ (1984) подготовили организации Министерства энергетики, седьмое издание (начало выходить частями с 2000 г), подготовленно ОАО "ВНИПИ Тяжпромэлектропроект" совместно с Ассоциацией "Росэлектромонтаж". **Утверждены** Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204

Нормативная документация Технический регламент

Подробнее
gost.ru



Федеральное агентство
по техническому
регулированию и
метрологии
(Росстандарт).

Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ
«О техническом регулировании».

Принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года.
Одобен Советом Федерации 18 декабря 2002 года.

Нормативная документация

Технический регламент по НВО

Подробнее
gost.ru

Технический регламент подготовлен, но не введен.

Федеральный закон от 27 декабря 2009 г. N 347-ФЗ «Технический регламент о безопасности низковольтного оборудования» (с изменениями от 28 декабря 2010 г., 12 декабря 2011 г.) Принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года. Одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года

УТВЕРЖДЕН
распоряжением Правительства
Российской Федерации
от 29 июля 2010 г. № 1284-р

Нормативная документация

Ведомственная нормативная документация

Различные ведомства предъявляют дополнительные требования к применяемой продукции:

- Речной и морской регистры;
- РЖД;
- РосАтом;
- ГосСтрой.



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Общие положения.

**ГОСТ Р 50571.1-2009 «Электроустановки
низковольтные. Часть 1. Основные положения,
оценка общих характеристик, термины и
определения»**

«Комплекс стандартов на электроустановки зданий содержит требования по проектированию, монтажу, наладке и испытанию электроустановок, а также к выбору электрооборудования, обеспечивающие их безопасность и удовлетворительную работу при условии использования по назначению.»



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Общие положения.

**ГОСТ Р 50571.1-2009 «Электроустановки
низковольтные. Часть 1. Основные положения,
оценка общих характеристик, термины и
определения»**

В электроустановке должна быть обеспечена защита от:

- прямого прикосновения;
- косвенного прикосновения;
- тепловых воздействий;
- сверхтока;
- перенапряжения;
- пожара (взрыва).



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Характеристики.



**ГОСТ Р 50571.2-94 «Электроустановки зданий.
Часть 3. Основные характеристики.»**

Классы внешних воздействующих факторов.

Классы условий пользования электроэнергией.

Классы строительных материалов и конструкций.

Таблица соответствия классификации МЭК классам
принятым в РФ (УХЛ...).

Национальные стандарты

Электроустановки зданий. Допустимые температуры.

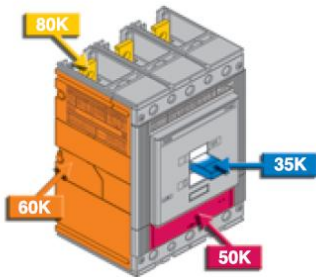
ГОСТ Р 50571.4-94 «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий»

Доступные для прикосновения части электрооборудования	Материал доступных частей	Макс. температуры, °С
Ручки управления	Металл	55
	Не металл	65
Части, не предназначенные для удерживания руками	Металл	70
	Не металл	80
Части, не предназначенные для прикосновения при нормальных условиях обслуживания	Металл	80
	Не металл	90

Национальные стандарты

Автоматические выключатели. Допустимые температуры.

ГОСТ Р 50030.2-1999 (с 1.01.2012 ГОСТ Р 50030.2-2010)
Аппаратура распределения и управления низковольтная.
Часть 2. Автоматические выключатели.



Части устройств-описание	Пределы превышения температуры	Температурные пределы (начиная от $T_A = 40^\circ\text{C}$)
Выводы	80K	120 °C

Ручные устройства управления:

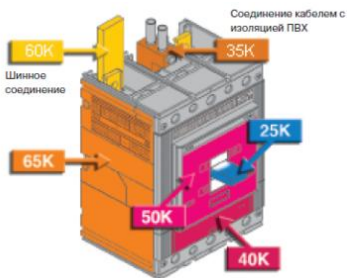
металлические части	25K	65 °C
части из изоляционного материала	35K	75 °C

Части, к которым прикасаются, но не берутся за них:

металлические части	40K	80 °C
части из изоляционного материала	50K	90 °C

Части, которые не предназначены для прикосновения при нормальной эксплуатации:

металлические части	50K	90 °C
части из изоляционного материала	60K	100 °C



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Защита от сверхтока.

ГОСТ Р 50571.5-94 «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока»

Рабочие характеристики устройств защиты от перегрузки должны обеспечивать:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq 1,45 \bullet I_Z$$

Национальные стандарты

Выбор аппаратов защиты по ПУЭ



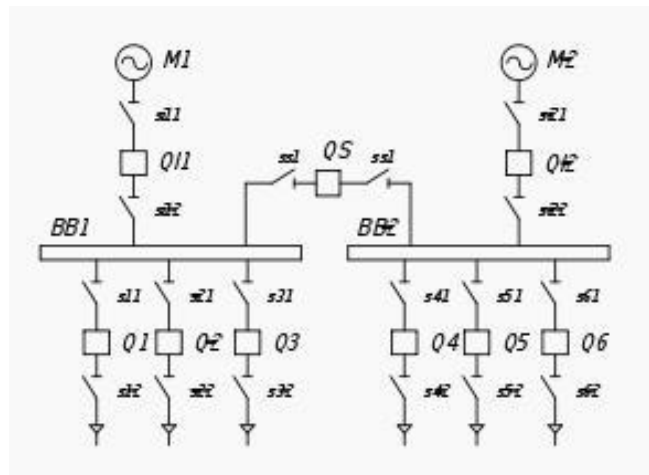
Глава 1.4 «ВЫБОР ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПРОВОДНИКОВ»

Глава 3.1 «ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ»

Национальные стандарты Электроустановки зданий. Защита от сверхтока.

ГОСТ Р 50571.9-94

«Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Применение мер защиты от сверхтока»



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Защита от сверхтока.

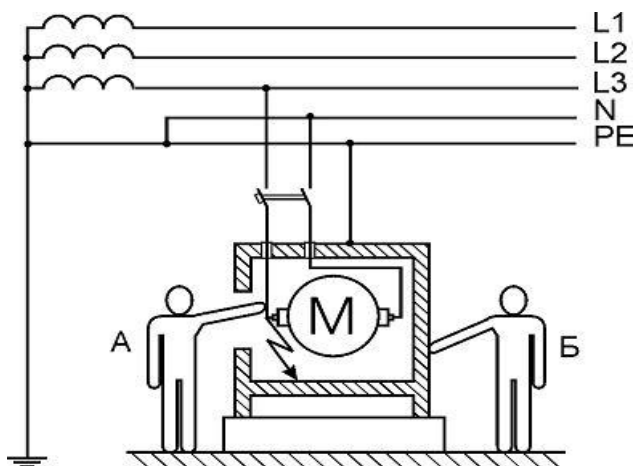
ГОСТ Р 50571.9-94

«Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Применение мер защиты от сверхтока»



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Защита человека.

ГОСТ Р 50571.3--2009 «Электроустановки
низковольтные. Часть 4-41. Требования для
обеспечения безопасности. Защита от поражения
электрическим током»



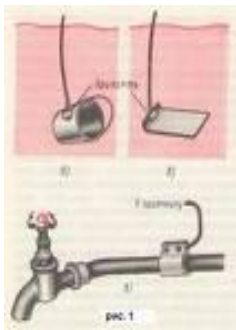
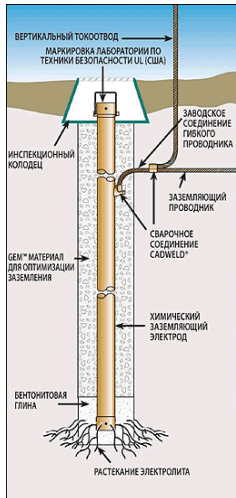
Национальные стандарты Электроустановки зданий. Меры защиты.

**ГОСТ Р 50571.3-2009 «Электроустановки
низковольтные. Часть 4-41. Требования для
обеспечения безопасности. Защита от поражения
электрическим током»**

Меры защиты следует применять к каждой электроустановке или к ее части, или к отдельному электрооборудованию, входящему в состав электроустановки.

Национальные стандарты Электроустановки зданий. Заземление.

ГОСТ Р 50571.10-96 «Электроустановки зданий.
Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования.
Глава 54. Заземляющие устройства и защитные
проводники.



Национальные стандарты Электроустановки зданий. Прокладка кабеля.

ГОСТ Р 50571.15-97 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки.

Провода и кабели		Способ монтажа							
		без крепле- ния	с непосредстве- нным креплением	в трубах	в короба х	в специаьн ых коробах	на латках и кронштей нах	на изолятор ах	на тросе (струне)
Неизолированные провода		-	-	-	-	-	-	+	-
Изолированные провода		-	-	+	+	+	-	+	-
Изолированн ые провода в защитной оболочке и кабели в оболочках (в т. ч. бронированн е и с мине- ральной изоляцияй)	Многожил ьные	+	+	+	+	+	+	0	+
	Одножил ьные	0	+	+	+	+	+	0	+

Национальные стандарты Электроустановки зданий. Перенапряжения.



ГОСТ Р 50571.19-2000 «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 44. Защита от перенапряжений. Раздел 443. Защита электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений.

Если установка питается полностью от кабеля напряжением до 1 кВ, проложенного в земле, и не имеет воздушной линии, нет необходимости в дополнительной защите от перенапряжений атмосферного происхождения.

.

Национальные стандарты

Низковольтные комплектные устройства



ГОСТ Р 51321.1-2007 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний.



НКУ распределения и управления, прошедшие типовые испытания (ПИ НКУ), согласно п. 8.1.1.

НКУ распределения и управления, прошедшее частичные типовые испытания (ЧИ НКУ)



Национальные стандарты

Дополнительные требования к НКУ



ГОСТ Р 51321.3-2009 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 3.

IP31

Дополнительные требования к устройствам распределения и управления, предназначенным для эксплуатации в местах, доступных неквалифицированному персоналу, и методы испытаний.



Национальные стандарты

Щитки распределительные



ГОСТ Р 51628-2000 Щитки распределительные для жилых зданий. Общие технические условия.

Настоящий стандарт распространяется на распределительные щитки, применяемые в жилых зданиях для поквартирного и внутриквартирного распределения электроэнергии и учета ее потребления, а также для защиты распределительных и групповых линий цепей при перегрузках и коротких замыканиях.



Национальные стандарты

Щитки распределительные



ГОСТ Р 51778-2001 Щитки распределительные для производственных и общественных зданий. Общие технические условия.

Настоящий стандарт распространяется на распределительные щитки (далее — щитки), применяемые в осветительных и силовых установках производственных, общественных, административных и других подобных зданий для приема и распределения электрической энергии.



Национальные стандарты

Вводно-распределительные устройства



ГОСТ Р 51732-2001 Устройства вводно-распределительные для жилых и общественных зданий. Общие технические условия.

ВРУ: Электротехническое устройство низкого напряжения, содержащее аппаратуру, обеспечивающую возможность ввода, распределения и учета электроэнергии.



Национальные стандарты

Низковольтная аппаратура



ГОСТ Р 50030.1-2007 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования.



Распространяется на аппараты предназначенные для эксплуатации в цепях с номинальным напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 постоянного тока.



Аппаратура распределения и управления – общий термин для коммутационных аппаратов управления, измерения, защиты и регулирования.

Национальные стандарты

Автоматические выключатели



ГОСТ Р 50030.2-2010 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели.

Автоматический выключатель: механический коммутационный аппарат, способный включать, проводить и отключать токи при нормальных условиях цепи, включать и проводить токи в течение определенного промежутка времени и прерывать их при определенных аномальных условиях цепи, например при коротких замыканиях.

Национальные стандарты

Бытовые автоматические выключатели



ГОСТ Р 50345-1999 (с 01.01.2012 ГОСТ Р 50345-2010)
Аппаратура малогабаритная электрическая.
Автоматические выключатели для защиты от
сверхтоков бытового и аналогичного назначения.
(с 01.01.2012 Часть 1. Автоматические выключатели
для переменного тока)

Настоящий стандарт распространяется на воздушные автоматические выключатели переменного тока для работы при частоте 50 или 60 Гц с номинальным напряжением (между фазами) не более 440 В, номинальным током не более 125 А и номинальной отключающей способностью не более 25 000 А.

Национальные стандарты

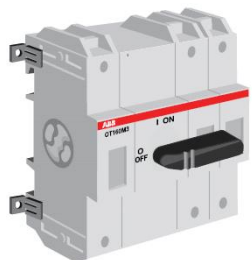
Выключатели, разъединители



ГОСТ Р 50030.3-99 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 3. Выключатели, разъединители, выключатели-разъединители и комбинации их с предохранителями.



Функция		
Включение и отключение тока	Разъединение	Включение, отключение, разъединение
Выключатель 2.1 	Разъединитель 2.2 	Выключатель-разъединитель 2.3
Комбинированное устройство с предохранителем 2.4		
Выключатель-предохранитель 2.5 	Разъединитель-предохранитель 2.7 	Выключатель-разъединитель-предохранитель 2.9
Плакий предохранитель может находиться на любой стороне или в неподвижном состоянии между контактами аппарата		
Предохранитель-выключатель 2.6 	Предохранитель-разъединитель 2.8 	Предохранитель-выключатель-разъединитель 2.10



Национальные стандарты

Контакторы

ГОСТ Р 50030.4.1-99 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4-1. Контакторы и пускатели. Электромеханические контакторы и пускатели.



Национальные стандарты

Аппараты управления

ГОСТ Р 50030.5.1-2005 Часть 5. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления.

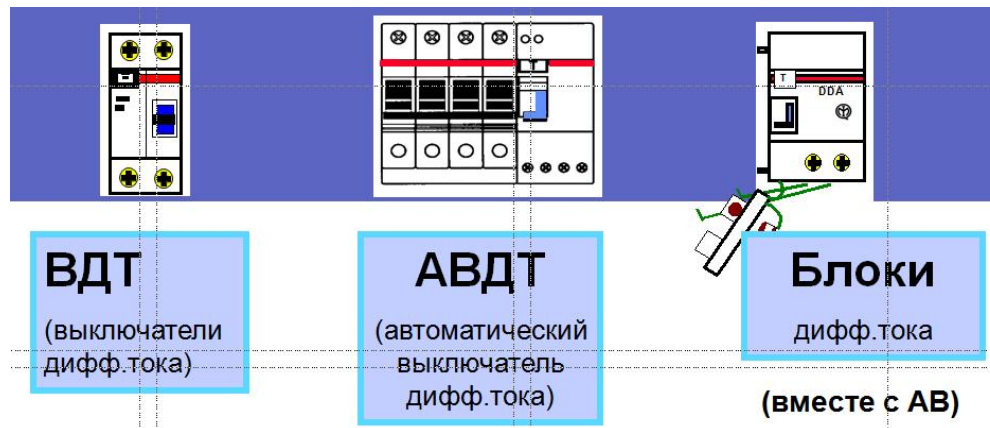


Национальные стандарты УЗО



ГОСТ Р 50807-95 **Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний.**

УЗО — Д — механический коммутационный аппарат или совокупность элементов, которые при достижении (превышении) дифференциальным током заданного значения при определенных условиях эксплуатации должны вызвать размыкание контактов.



Национальные стандарты ВДТ



ГОСТ Р 51326.1-99 Выключатели автоматические управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний.

Национальные стандарты АВДТ



ГОСТ Р 51327.1-99 (с 01.01.2012 ГОСТ Р 51327.1-2010)
**Выключатели автоматические управляемые
дифференциальным током, бытового и
аналогичного назначения со встроенной защитой
от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и
методы испытаний.**

Национальные стандарты УЗИП



ГОСТ Р 51992-2002 (с 01.07.2012 ГОСТ Р 51992-2011)
Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний.



Класс испытаний	Определяемый параметр	Расшифровка параметра
I	I_{imp}	Импульсный ток
II	I_{max}	Максимальный разрядный ток
III	U_{w}	Комбинированная волна

Ведомственные требования

Системы стандартов и сертификации



Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - Система сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения.



Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС) – система сертификации пожарной безопасности.

Свои системы сертификации имеют:

- ОАО ФСК,
- ОАО Газпром,
- ОАО «НК Роснефть»

Ведомственные требования

Требования пожарной безопасности



СП 6.13130.2009

«Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».



Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Глава 32. Требования пожарной безопасности к электротехнической продукции.

Ведомственные требования Морской и речной регистры



Классификационное общество **Российский морской регистр судоходства** было создано 31 декабря 1913 года.



Российский Речной Регистр является федеральным государственным учреждением классификации судов, находящимся в ведении Министерства транспорта Российской Федерации.

Ведомственные требования Регистр РЖД



Федеральное бюджетное учреждение «Регистр сертификации на федеральном железнодорожном транспорте» (ФБУ "РС ФЖТ").

Действуют технические регламенты:

«О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта»

«О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта»

«О безопасности железнодорожного подвижного состава»



Ведомственные требования СП 31-110-2003



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

РАЗРАБОТАН ОАО Компания «Электромонтаж», ОАО ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект», Ассоциацией «Росэлектромонтаж», НИИСФ РААСН, ФГУП «Монтажспецсвязь» и Федеральным государственным унитарным предприятием - Центром методологии нормирования и стандартизации в строительстве (ФГУП ЦНС) Госстроя России и группой специалистов.

Ведомственные требования СНИП



СНИПы (Строительные нормы и правила) разрабатываются и утверждаются Госстроем РФ и используются при приеме зданий в эксплуатацию.

СНИП 10-01-94.

СНИП 12-03-99.

СНИП 31-01-03.

СНИП 31-05-03.

СНИП 30-02-97.

Ведомственные требования СН и НТП



СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ, разрабатывались в СССР для внедрения требований при строительстве промышленных предприятий.

СН 174-75 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.



В РФ введены нормы технологического проектирования.

НТП ЭПП-94 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

Ведомственные требования СПДС

СИСТЕМА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Система проектной документации для строительства - комплекс нормативных организационно-методических документов, устанавливающих общетехнические требования, необходимые для разработки, учета, хранения и применения проектной документации для строительства объектов различного назначения.

- ГОСТ 21.001-93
- ГОСТ 21.101-97
- ГОСТ 21.613-88.
- ГОСТ 21.608-84



Power and productivity
for a better world™

