



итальянские
стабилизаторы
напряжения

Е.Г. АКИМОВ

Выбор, проектирование и монтаж электроустановок зданий

Справочное пособие



Е.Г. АКИМОВ

Выбор, проектирование и монтаж электроустановок зданий

Справочное пособие
Пилотная версия

Спонсоры проекта:



Москва

ООО «Ай Би Тех»

2008



ЕКФ - НАДЕЖНЫЙ ПРОДУКТ, ВЫГОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО!



www.ekf.su



ООО "КУБАНЬЭЛЕКТРОЩИТ"

**ЗАНИМАЕТ ЛИДИРУЮЩЕЕ МЕСТО НА ЮГЕ РОССИИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА НАПРЯЖЕНИЕ ДО 10 КВ.**

ПРОДУКЦИЯ:

- блочные комплектные трансформаторные подстанции в железобетонном объемном корпусе мощностью до 1600 кВА;
- распределительные пункты 10 кВ в железобетонном объемном корпусе, совмещенные с трансформаторной подстанцией;
- распределительные пункты 10 кВ в железобетонном объемном корпусе;
- блочные комплектные трансформаторные подстанции в корпусе из "сэндвич" панелей и металлическом утепленном корпусе с отделкой "сайдингом";
- комплектные трансформаторные подстанции киосково - го типа мощностью от 25 до 1000 кВА типовых и индивидуальных схемных решений;
- камер КСО всех типоразмеров;
- комплектные распределительные устройства наружной и внутренней установки с применением отечественной и импортной коммутационной аппаратуры (вакуумных выключателей Саратовского "НПП "Контакт", ВВ/TEL "Таврида-Электрик", "Самараэле - трошит", Schneider Electric, ABB и др.)
- панелей серии ЩО-70 с комплектацией отечественными и импортными аппаратами;
- установки компенсации реактивной мощности.



ПОСТОЯННО РАЗРАБАТЫВАЮТСЯ И ВНЕДРЯЮТСЯ В ПРОИЗВОДСТВО НОВЫЕ ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ
География поставок включает в себя Москву и Московскую обл., Санкт-Петербург, Омск, Башкортостан, Воронеж, Тулу, Волгоград, Саратов, респ. Карелия, Ставропольский край, Ростовская обл., Северный Кавказ, Абхазия и мн. др.

ВСЯ ПРОДУКЦИЯ ИМЕЕТ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ СЕРТИФИКАТЫ

350072, г. Краснодар, ул. Тополиная аллея, 2, т.: (861) 274-22-69, 274-33-00, 248-88-06

e-mail: k.e.sh@mail.ru

www.kubelectrosh.ru

621.316

УДК: 621.316.4

Выбор, проектирование и монтаж электроустановок зданий. Справочное пособие. Акимов Е.Г./ Под ред. Ю.С. Коробкова - М.: ООО «Ай Би Тех», 2008. _____ с.

В пособии даны рекомендации по проектированию и монтажу систем электроснабжения зданий бытового и общественно-административного назначения. Основное внимание уделено подготовке технического задания и выбору изделий и оборудования для практической реализации проекта. Пособие построено по принципу хода выполнения работ и поддержано конкретным примером проектирования электроснабжения здания.

Пособие изобилует большим набором информационно-справочных материалов и рассчитано на проектировщиков и монтажников низковольтной электротехнической аппаратуры, а также будет полезно студентам и учащимся электротехнических специальностей и специалистам не электротехникам, кто связан с электротехникой по роду своей профессиональной деятельности.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Электричество все больше входит в нашу жизнь.

Уровень «электрификации квартиры» растет с каждым днем. Это рост количества бытовой техники, уровня ее энергопотребления, все более интенсивное использование систем автоматизированного управления, на базе которых строятся интеллектуальные здания, включение помещений и зданий в целом в систему автоматизированного контроля расхода электроэнергии (АСКУЭ) с использованием компьютерных систем и др.

С другой стороны, старый жилищный фонд требует постоянного контроля за качеством электрооборудования и электропроводки в помещениях. Несоблюдение правил эксплуатации электрооборудования, снижение контроля за состоянием электропроводки и электробезопасности могут привести к тяжелым последствиям для людей и снижает пожаробезопасность помещений. Известно, что основная причина пожаров происходит именно по вине неисправной электропроводки и из-за нарушения изоляционных свойств электрооборудования.

Далеко не все пользователи электроприборов знакомы с правилами их эксплуатации в достаточно полном объеме и очень немногие способны оценить состояние системы электроснабжения своего помещения.

В последнее время значительно снизилось число публикаций на тему выбора и проектирования систем электроснабжения зданий, выбора изделий для ее реализации, на тему рекомендаций по монтажу и эксплуатации электротехнических изделий и оборудования. Пользователю становится трудно разобраться с обилием нормативных документов и требований.

Все это вынуждает Заказчика обращаться в проектно-монтажные организации, которые навязывают ему зачастую завышенные дорогостоящие условия работы и дорогие комплектующие, выполняя так называемые работы «под ключ». На крупных объектах это экономически обосновано, однако мелкие объекты электроснабжения требуют индивидуального подхода, с учетом мнения клиента, с постоянным контролем с его стороны за ходом выполнения проекта. Для этого такой Заказчик должен быть подготовлен, хотя бы на уровне общих требований и понятий.

Ряд операций, особенно по замене изделий и оборудования, включая его монтаж, пользователь может выполнять сам, зная лишь требуемые условия выбора изделий.

Что касается проектных организаций, то и здесь есть проблемы, с которыми они постоянно сталкиваются.

В первую очередь это правильный выбор изделий из большого многообразия продукции на рынке электротехники.

Рынок электротехники это самый многочисленный и многообразный из существующих рынков страны. На нем представлены сотни тысяч наименований продукции, миллионами единиц, тысячи производителей и поставщиков.

Отслеживать состояние рынка с целью выбора оптимальных, с точки зрения технико-экономических требований, продуктов - задача сверхсложная. Ее под силу решить лишь крупным информационным центрам, которые используют современные программно-технические средства.

К таким центрам в сети Интернет можно отнести информационную систему www.iElectro.ru «Все об электротехнике».

Опираясь на информационный массив данных системы iElectro, любая проектная организации может значительно облегчить проблему поиска и выбора требуемых изделий и оборудования, а пользователь может проконтролировать правильность выбора и оценить стоимостные затраты проекта.

Настоящее справочное пособие и направлено на решение описанных задач.

Оно изобилует большим набором справочных материалов, конкретными примерами расчета и выбора изделий для заданного схмотехнического решения.

Автор искренне признателен всем, оказавшим прямое или косвенное содействие и помощь в оформлении рукописи и принявшим участие в подготовке её к изданию. Особая благодарность редактору издания канд. техн. наук доценту Юрию Сергеевичу Коробкову за полезные замечания и рекомендации по содержанию пособия.

Автор также заранее выражают свою сердечную благодарность всем, кто пожелает дать свои критические замечания, советы и отзывы, которые можно направлять по адресу: 121352, Москва, а/я 40, e-mail:redaeg@iElectro.ru.

Акимов Е.Г.

Введение. Общие сведения

Работы, связанные с электрооборудованием помещений и зданий, представляют собой достаточно сложный комплекс операций, охватывающий мероприятия от формирования задания на проектирование и заканчивающиеся сдачей и приемкой объекта.

Последовательность выполнения работ, связанных с электрооборудованием зданий может быть следующей:

1. подготовка задания. Формирование пояснительной записки (технических условий). Выполняется совместно с Заказчиком при анализе существующей системы электроснабжения (если речь идет о замене устаревших изделий и оборудования) или оценки условий, необходимых для формирования новой системы электроснабжения (в построенных зданиях). При этом необходимо знать не только внутренние особенности помещений и зданий, но и положение здания относительно источника электроэнергии (комплектной трансформаторной подстанции и др.). Заканчивается это и выдачей рекомендаций в виде пояснительной записки, которая в дальнейшем ляжет в основу Проекта. Последующий порядок работ приведен ниже.

2. разработка проекта:

- предварительный расчет;*
- выполнение однолинейной расчетной схемы электроснабжения;*
- получение разрешения на присоединение мощности;*
- выбор изделий и оборудования;*
- проверка работоспособности в номинальном режиме и в режиме КЗ;*
- подготовка спецификации изделий и оборудования;*
- разработка электрической схемы осветительной и розеточной сети;*
- подготовка монтажной схемы.*

3. согласование проекта в местном надзоре, в кабельных сетях (если нужно), в Энергосбыте.

4. выполнение электромонтажных работ.

5. приемо-сдаточные работы:

- вызов представителя Госэнергонадзора для оценки правильности выполнения работ по проекту;*
- оформление документации и составление акта допуска к эксплуатации;*
- вызов представителя Энергосбыта для опечатывания счетчика.*

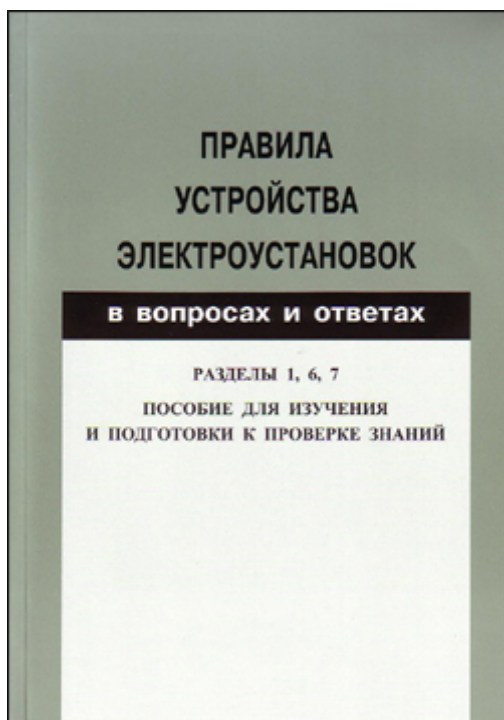
Прежде чем приступить к проектным и монтажным работам, связанным с электрооборудованием помещений и зданий необходимо ознакомиться с **нормативно-технической документацией**, которой необходимо следовать.

Нормативно-техническая документация, используемая при подготовке проекта и выполнении электромонтажных работ

Все работы, связанные с подготовкой и проведением электропроектов, электромонтажных работ, заменой изделий и оборудования, электрических измерений и контрольно-сдаточных работ выполняются в соответствии с нормативно-технической документацией, к которой относятся: "Правила устройства электроустановок (ПУЭ)", ГОСТы и ОСТы, руководящие документы (РД), инструкции, правила по охране труда (ПОТ РМ), правила системы сертификации, правила учета энерго- и теплоносителей, нормативы и сборники документов.

Основными из них являются **"Правила устройства электроустановок (ПУЭ)"** [1], которые распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки постоянного и переменного тока напряжением до 750 кВ, в том числе на специальные электроустановки и **"ГОСТ Р 50571. Электроустановки зданий"**.

Если **"Правила устройств электроустановок"** формулируют требования к любым электроустановкам низкого и высокого напряжения, то **"ГОСТ Р 50571.**



Электроустановки зданий" ориентирован на электрооборудование помещений и зданий на всех стадиях его проектирования, монтажа и эксплуатации.

Раздел 1 ПУЭ определяет общие требования к электроустановкам, требования к электроснабжению и электрическим сетям, к выбору проводников по нагреву, к выбору проводников и аппаратов по условиям короткого замыкания (КЗ), к учету электроэнергии, включая требования к измерительным устройствам, работающим в системе АСКУЭ, особые требования к измерительным приборам, работающим с электрооборудованием, к

заземлению и мерам электробезопасности. Приводятся нормы приемосдаточных испытаний и требования к изоляции электроустановок. И хотя все требования распространяются на большую группу изделий в различных областях народного хозяйства, можно выделить особенности, характерные для электрооборудования зданий бытового и общественно-административного назначения.

Вопросам канализации (проводки) электроэнергии посвящен **раздел 2 ПУЭ**. Он распространяется на электропроводки силовых, осветительных и вторичных цепей напряжением до 1 кВ переменного и постоянного тока, выполняемые внутри зданий и сооружений, на наружных их стенах, территориях предприятий, учреждений, микрорайонов, дворов, приусадебных участков, на строительных площадках с применением изолированных установочных проводов всех сечений, а также небронированных силовых кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в металлической, резиновой или пластмассовой оболочке с сечением фазных жил до 16 мм².

Другой раздел ПУЭ, непосредственно связанный с электрооборудованием зданий, это **раздел 3**. Здесь необходимо ознакомиться с требованиями к защите электрических сетей напряжением до 1 кВ (**раздел 3.1**).

Распределительным устройствам и подстанциям посвящен **раздел 4 ПУЭ**. Требования распространяются на распределительные устройства (РУ) и низковольтные комплектные устройства (НКУ) до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока, устанавливаемые в помещениях и на открытом воздухе и выполняемые в виде щитов распределительных, управления, релейных, пультов, шкафов, шинных выводов, сборок.

Важным является **раздел 6**, связанный с требованиями к электрическому освещению (внутреннему и наружному) и светотехническим приборам.

Раздел 7.1 ПУЭ непосредственно связан с электроустановками жилых, общественных, административных и бытовых зданий.

"ГОСТ Р 50571. Электроустановки зданий" является основополагающим в комплексе государственных стандартов на электроустановки зданий, разрабатываемых Техническим комитетом по стандартизации ТК 337 "Электрооборудование жилых и общественных зданий" на основе применения международных стандартов **МЭК 364 "Электрические установки зданий"** (см. приложение 1).

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

1. Разработка проекта. Подготовка технического задания

1.1.Предварительный выбор

Рассмотрим процесс разработки проекта электроснабжения и электрооборудования здания.

Чтобы приступить к разработке проекта, необходимо предварительно разработать и согласовать с Заказчиком **техническое задание (ТЗ)** проекта.

Как правило, ТЗ выполняется в виде пояснительной записки, содержащей:

-перечень основных рабочих чертежей и перечень ссылочных и прилагаемых документов, включая нормативно-техническую документацию (НТД);

-условные обозначения, принятые на схемах;

-пояснения к проекту.

Пояснения к проекту включают:

-указание источника электроснабжения (место расположения, напряжение питания, установленная и расчетная мощность, категория надежности электроснабжения)

-место расположения счетчика электрической энергии (этажное, квартирное)

-основные потребители электроэнергии (электрическое освещение, включая эвакуационное, розеточная сеть, силовое электрооборудование: электрические плиты, стиральные машины, система вентиляции и кондиционирования, электронагревательные приборы, электроводонагревательные приборы, компьютерная сеть и другие специальные приборы и оборудование)

-требования к проводникам, кабелям, к маркировке и способам их прокладки

-требования к способу установки выключателей и розеток (открытое исполнение, скрытое)

-требования к защитным мерам безопасности (заземлению и занулению, устройствам защитного отключения (УЗО), системе уравнивания потенциалов)

-указания по монтажу.

Чтобы сформировать пояснительную записку к проекту в полном объеме отвечающую на все поставленные вопросы, необходимо изначально запросить требования к проекту Заказчика, т.е. Заказчик должен высказать свои пожелания и рекомендации по всем перечисленным вопросам.

Кроме того, Заказчик представляет примерное размещение в помещении осветительного и силового оборудования, т.е. набрасывает план осветительной и розеточной сети.

Заказчик определяет способ установки выключателей и розеток, способ прокладки проводов и кабелей (открытый монтаж в кабель-каналах или скрытый в трубах), дает другие рекомендации по проектированию и монтажу.

Перед подготовкой технического задания необходимо провести предварительный выбор системы электроснабжения, схем построения щитов и вводов ВРУ, классифицировать потребителей.

В приложение 2 описан подход к выбору системы электроснабжения потребителей.

Там даны основные понятия, используемые при построении схем электроснабжения, типы систем токоведущих проводников и заземлений, описана система уравнения потенциалов, крайне необходимая для обеспечения безопасности зданий.

В приложение 3 приведен перечень электроприемников, используемых в помещениях, параметры которых могут быть взяты за основу при расчете реальной нагрузки потребителей.

Предварительно необходимо выбрать схему построения распределительных щитов (квартирных, этажных щитков, вводно-распределительных устройств).

Рекомендации по выбору даны в приложениях 4 и 5.

Теперь можно приступать к расчету и выбору параметров ЩР, ВРУ, кабелей и проводов, защитных аппаратов и к построению однолинейной схемы электроснабжения.

1.2.Выбор проводов и кабелей

Составление электрических схем и расчет максимальной мощности потребителей

Выбирая систему электроснабжения помещения или комплекса помещений, в первую очередь, следует исходить из наличия потенциальных потребителей электроэнергии с учетом перспективы их наращивания.

Условно все потребители можно разделить на 4 части:

- осветительные приборы;
- бытовое электрооборудование общего назначения;
- бытовое электрооборудование специального назначения;
- информационное оборудование.

Другим условием является равномерность распределения нагрузки по питающим проводам до защитного аппарата.

Согласно потенциально существующим электроприемникам в помещении составляется таблица нагрузки (табл. 1.1).

Таблица 1.1

№	Характер нагрузки	Количество	Суммарная расчетная мощность $P_{расч}$, кВт	Установленная мощность $P_{уст}$, кВт
1	Стиральная машина - с подогревом воды	1	0,76	2,00-2,50
2	Стационарная электрическая плита	-	-	8,50-10,50
3	Печь гриль	-	-	0,65-1,35
4	СВЧ печь	1	0,85	0,90-1,30
5	Морозильники, холодильники	2	0,2	0,14-0,30
6	Электромясорубка	1	0,1	1,10
7	Электрочайник	1	1,7	1,85-2,00
8	Электрокофеварка	1	1,7	0,65-1,00
9	Соковыжималка	1	0,2	0,20-0,30
10	Тостер	1	0,7	0,65-1,05
11	Миксер	1	0,3	0,25-0,40
12	Электрофен	1	0,5	0,40-1,60
13	Электроутюг	1	1,8	0,90-1,70
14	Электропылесос	1	1,6	0,65-1,40
15	Вентилятор	1	0,4	1,00-2,00
16	Кондиционер	1	3,5	
17	Телевизоры	3	0,3	0,12-0,14
18	Радиоаппаратура	2	0,1	0,07-0,10
19	Осветительные приборы	13	1	0,50-1,20
20	Компьютер	1	0,3	
21	Обогреватель	1	1,5	
22	Водонагреватель	1	3-5	
	ИТОГО			

Номинальные рабочие токи однофазных вводных аппаратов квартирных щитков и вводных аппаратов квартир этажных щитков зданий массового строительства должны определяться исходя из *расчетной мощности* 11 кВт на квартиру с электроплитами и 7 кВт на квартиру с газовыми плитами, если иные меньшие значения не заданы потребителем (см. [ГОСТ Р 51628-2000](#)).

По заданной расчетной мощности ($P_{расч}$) и рабочему напряжению ($U_{раб}$) определяется расчетный рабочий ток при длительном режиме эксплуатации:

$$I_{раб} = P_{расч} / U_{раб}. \quad (1.1)$$

Вся нагрузка, которая подается от распределительного щита, не обязательно потребляется при полной номинальной нагрузке или одновременно. Номинальный коэффициент одновременности нагрузки K_p используется для определения максимального значения номинального тока, которое позволяет, в свою очередь, определить размер силовых шин.

Номинальный коэффициент одновременности НКУ или его части (см. табл. 1.2), имеющей несколько главных цепей (например, в секции или подсекции), является отношение наибольшей суммы всех одновременно действующих токов главных цепей, взятых в любой момент времени, к сумме номинальных токов всех главных цепей НКУ или отдельной его части ([ГОСТ Р 51321.1-2000 \(МЭК 60439-1-92\)](#));

Это для трехфазной нагрузки

Таблица 1.2

Число главных цепей	Коэффициент одновременности
2 и 3	0,9
4 и 5	0,8
6-9	0,7
10 и более	0,6

Из [ГОСТ Р 51628-2000](#) (шкафные, однофазная нагрузка)

Число защитных аппаратов групповых цепей, приходящихся на фазу вводного аппарата	Коэффициент одновременности
2 и 3	0,8
4 и 5	0,7
От 6 до 9 включ.	0,6
10 и более	0,5

Прежде чем приступить к выбору кабеля (сечения и типа) необходимо составить предварительную *однолинейную схему электроснабжения*. Такая схема позволит разбить основные группы потребителей по питающим цепям и защитным аппаратам.

Условно принято все цепи электропитания делить на *цепи освещения и розеточные цепи*. Причем в пределах каждой цепи выделяются отдельные группы энергопотребителей, требующие индивидуальной цепи электропитания и защиты.

Цепи освещения делятся, как правило, по помещениям, либо по группам осветительных приборов. В небольших помещениях и квартирах цепи освещения запитываются по одной цепи с одним защитным аппаратом. Иногда система освещения специальных помещений (ванных комнат, сауны и др.) выполняется по отдельной цепи с отдельным защитным аппаратом.

Розеточные цепи воспринимают основную нагрузку. Часть розеточных цепей питает электроприемники малой мощности (телевизоры, кофемолки и др. кухонные приборы, домашние вентиляторы и переносные нагревательные приборы, пылесосы и т.п.) и могут быть подключены к одной розеточной цепи. В бытовых условиях к этой же цепи через «пилот» обычно подключают и компьютеры.

Отдельно целесообразно формировать розеточные цепи для:
-приборов, используемых в ванной комнате или сауне (например, для электроводонагревателей;

- стиральных машин;
- электрических плит;
- кондиционеров;
- стационарных воздухонагревателей и воздухоохладителей;
- насосных станций;
- системы охранной сигнализации;
- и для другой специальной нагрузки.

Разделение розеточных цепей на отдельные группы, с одной стороны, повышает надежность электроснабжения потребителей, с другой, - позволяет создать резервные схемы электроснабжения, что улучшает качество питания потребителей.

Вопросы резервирования электроснабжения на уровне источников (комплектных трансформаторных подстанций) будут рассматриваться отдельно.

Рассмотрим составление однолинейной электрической схемы на примере двух комнатной квартиры, в которой частично меняется электропроводка внутри помещения и полностью заменяется ввод в жилой дом и разводка по квартирам.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Выбор кабеля (проводника) по длительному режиму

Обычно основными техническими параметрами при выборе кабеля являются: вид электрической системы (однофазная или трехфазная), рабочее напряжение, ток и частота переменного тока. Длина кабеля и условия его прокладки определяются в процессе предварительного расчета.

Значение тока, материал проводника, способ прокладки определяют сечение токопроводящих жил, а значение напряжения – тип кабеля.

Порядок выбора кабеля (проводника) следующий:

-**по способу прокладки**, рабочему напряжению и длине проводников выбирается тип кабельного изделия;

-для выбранного типа кабеля или провода **по расчетному рабочему току ($I_{раб}$)** выбирается сечение медной или алюминиевой токопроводящей жилы. При этом надо учесть, какая нагрузка питается через данный проводник. Сечение вводного кабеля (провода) рассчитывается на полную потребляемую мощность с учетом *коэффициента одновременности нагрузки* - K_p (см. табл.1.2) и с учетом возможного увеличения потребляемой мощности.

-расчетный рабочий ток является **допустимым длительным током** для кабеля или проводника. ПУЭ регламентирует сечение токопроводящей жилы в зависимости от материала проводника, количества жил, способа прокладки и типа изоляции проводника. В табл.1.6 и 1.7 приведены два возможных варианта выбора кабеля. Другие варианты выбора приведены в табл.1.8 и 1.9 и в [разделе 1, 2 ПУЭ](#) [1]. Ниже даны выдержки из соответствующих разделов ПУЭ со ссылкой на таблицы, представленные в нем.

Допустимые длительные токи для проводов с резиновой или поливинилхлоридной изоляцией, шнуров с резиновой изоляцией и кабелей с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках приведены в табл. 1.3.4-1.3.11. Они приняты для температур: жил +65°C, окружающего воздуха +25°C и земли + 15°C.

При определении количества проводов, прокладываемых в одной трубе (или жил многожильного проводника), нулевой рабочий проводник четырехпроводной системы трехфазного тока, а также заземляющие и нулевые защитные проводники в расчет не принимаются.

Данные, содержащиеся в табл. 1.3.4 и 1.3.5, следует применять независимо от количества труб и места их прокладки (в воздухе, перекрытиях, фундаментах).

Допустимые длительные токи для проводов и кабелей, проложенных в коробах, а также в лотках пучками, должны приниматься: для проводов - по табл. 1.3.4 и 1.3.5 как для проводов, проложенных в трубах, для кабелей - по табл. 1.3.6-1.3.8 как для кабелей, проложенных в воздухе. При количестве одновременно нагруженных проводов более четырех, проложенных в трубах, коробах, а также в лотках пучками, токи для проводов должны приниматься по табл. 1.3.4 и 1.3.5 как для проводов, проложенных открыто (в воздухе), с введением снижающих коэффициентов 0,68 для 5 и 6; 0,63 для 7-9 и 0,6 для 10-12 проводников.

Для проводов вторичных цепей снижающие коэффициенты не вводятся.

Таблица 1.6

Допустимый длительный ток для проводов и шнуров с резиновой и поливинилхлоридной изоляцией с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
	открыто	в одной трубе				
		двух одно-жильных	трех одно-жильных	четырёх одно-жильных	одного двух-жильного	одного трех-жильного
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

1.3. Расчет ожидаемого тока короткого замыкания

Важным параметром при выборе защитной аппаратуры является ожидаемый ток короткого замыкания (КЗ).

Причем ожидаемый ток КЗ может иметь как минимальное, так и максимальное значения.

Для того чтобы рассчитать максимальный ожидаемый ток короткого замыкания в реальной цепи (в дальнейшем ток КЗ), необходимо знать параметры соединительных кабелей и энергосистемы. Параметры соединительных кабелей определяются из условий номинальной работы потребителя (см. выше).

Токи КЗ могут быть рассчитаны для заданной схемы электроснабжения или определены по расчетным кривым для широко распространенных типов трансформаторов, мощности энергосистемы, параметров соединительных кабелей с учетом и без учета токоограничивающего действия дуги в месте повреждения. При этом не учитывается активное сопротивление энергосистемы и сопротивление шин, а переходное сопротивление в месте контакта принимается равным $r_{нк} = 15$ мОм.

По току, протекающему в расчетной цепи в длительном режиме $I_{расч}$, выбирается тип соединительного кабеля, его сечение и удельное сопротивление кабеля ($r_{уд}$ и $x_{уд}$), что дает возможность определить активное и индуктивное сопротивление кабелей (r_k и x_k).

$$r_k = r_{уд} l; \quad (1.2)$$

$$x_k = x_{уд} l.$$

$r_{уд}$ и $x_{уд}$ выбираются из табл. Пб.1.

Длина кабеля l – это длина соединительного кабеля (провода), который соединяет потребителя с распределительным устройством.

Как правило, в длинных кабельных линиях, сечение которых не превышает 16 мм^2 , удельное сопротивление кабеля слишком велико, что значительно ограничивает ток КЗ. Тем не менее, целесообразно оценить активное и индуктивное сопротивление соединительных проводов, а при расчете токов КЗ на зажимах ВРУ – это необходимо делать обязательно.

Другая составляющая сопротивлений на пути тока КЗ это сопротивление вторичной обмотки питающего силового трансформатора: r_T и x_T .

Параметры вторичной обмотки трансформаторы, как правило, приводятся в технических данных на силовой трансформатор. Активное и индуктивное сопротивления трансформаторов 6(10)/0,4 кВ приведено в табл. Пб.2. Они выбираются по номинальной

мощности трансформатора, напряжению КЗ $U_k\%$ и схеме соединения обмоток трансформатора.

Значительно сложнее оценить параметры энергосистемы.

Силовой трансформатор (в составе комплектной трансформаторной подстанции КТП) получает питание от источников питания (энергосистемы), причем непосредственно сами источники могут находиться на значительных расстояниях от КТП, а параметры соединительных кабелей зачастую не известны. Кроме того, на пути соединения источника и КТП существует большая группа силовых аппаратов, имеющих свои переходные сопротивления контактов. Все это затрудняет точный расчет сопротивления энергосистемы.

Существует ряд методов упрощенного расчета параметром энергосистемы. Наиболее перспективным представляется расчет параметров энергосистемы с использованием понятия «**приведенное индуктивное сопротивление энергосистемы к вторичной обмотки трансформатора - x_c** ».

На практике индуктивное сопротивление энергосистемы x_c задается в соотношении с индуктивным сопротивлением x_T вторичной обмотки трансформатора, а активным сопротивлением энергосистемы пренебрегают. Принято считать x_c/x_T равным 2; 1; 0,1 по мере роста мощности энергосистемы.

Если такое соотношение не известно (вы не знаете мощность своей питающей энергосистемы), то можно рассчитать x_c по следующей формуле:

$$x_c = U_{\text{НН}}^2 / S_k, \quad (1.3)$$

$$S_k = \sqrt{3} \cdot I_{\text{КЗ В}} \cdot U_{\text{ВН}}, \quad (1.4)$$

где S_k – мощность КЗ у выводов обмотки высшего напряжения;

$I_{\text{КЗ В}}$ – действующее значение периодической составляющей тока КЗ у выводов обмотки высшего напряжения трансформатора;

$U_{\text{ВН}}$ – высшее (первичное фазное) напряжение трансформатора;

$U_{\text{НН}}$ – низшее (вторичное фазное) напряжение трансформатора.

Суммарное активное сопротивление цепи от трансформатора до нагрузки составляет:

$$r_{\text{КЗ}} = r_T + r_k + r_{\text{ПК}}. \quad (1.5)$$

Суммарное реактивное сопротивление цепи:

$$x_{\text{КЗ}} = x_c + x_T + x_k. \quad (1.6)$$

Тогда модуль полного сопротивления до точки КЗ:

$$z_{\text{КЗ}} = \sqrt{x_{\text{КЗ}}^2 + r_{\text{КЗ}}^2}. \quad (1.7)$$

Ток трехфазного КЗ равен:

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = U_{\text{НН}}/z_{\text{кз}} \quad (1.8)$$

Ток двухфазного КЗ в сетях с изолированной нейтралью:

$$I_{\text{кз}}^{(2)} = \sqrt{3} U_{\text{НН}}/(2 z_{\text{кз}}) = 0,866 I_{\text{кз}}^{(3)} \quad (1.9)$$

Ток однофазного КЗ в том же месте (между фазой и нейтралью)

$$I_{\text{кз}}^{(1)} = U_{\text{НН}} / \sqrt{(2x_1+x_0)^2 + (r_1+r_0)^2}, \quad (1.10)$$

где r_1 и x_1 – активное и индуктивное сопротивления прямой последовательности цепи до точки КЗ; r_0 и x_0 активное и индуктивное сопротивления нулевой последовательности цепи.

Для определения тока КЗ можно воспользоваться и расчетными кривыми.

Для расчета минимального ожидаемого тока КЗ на практике вводят ряд допущений:

- рост сопротивления в силу нагрева проводника током КЗ составляет 50%;
- при КЗ напряжение источника питания снижается до 80% номинального значения.

Тогда ток трехфазного КЗ в цепях с изолированной нейтралью определяется как

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = 0,8 \cdot \sqrt{3} U_{\text{НН}} / (1,5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot l/S), \quad (1.11)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление жилы кабеля, Ом·мм²/м, при 20°С;

l , S – соответственно, длина (м) и сечение (мм²) соединительного кабеля.

Тогда ток трехфазного КЗ в цепях с заземленной нейтралью определяется как

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = 0,8 U_{\text{НН}} / (1,5 \cdot \rho \cdot (1+m) \cdot l/S), \quad (1.12)$$

где m – соотношение между сопротивлением нейтрального провода и сопротивлением фазного провода или соотношение между площадью поперечного сечения фазного провода и площадью поперечного сечения нейтрального провода, если они сделаны из одного и того же материала:

ρ – принимается 0,018 [Ом·мм²/м] для меди и 0,027 [Ом·мм²/м] для алюминия;

для проводников с площадью поперечного сечения выше 95 мм² необходимо учитывать реактивное сопротивление проводников;

коэффициент 1,5 учитывает увеличение сопротивления проводников в результате повышения температуры.

По минимальному ожидаемому току КЗ выбирают ток мгновенной отсечки автоматического выключателя, величина которой должна быть не менее расчетного минимального тока КЗ.

На рис.1.5 дана приведенная схема электроснабжения здания от автономной комплектной трансформаторной подстанции (КТП).

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2. Выбор изделий и оборудования

Проведя предварительный расчет электрической схемы системы электроснабжения здания с учетом требований, изложенных в техническом задании, приступаем к выбору электротехнических изделий и оборудования.

Основными изделиями, которые необходимо выбрать, являются:

1. автоматические выключатели;
2. устройства защитного отключения (УЗО);
3. электроустановочные изделия (выключатели и розетки);
4. счетчики электрической энергии;
5. щитки квартирные и этажные;
6. шкаф вводно-распределительный;
7. кабель-каналы;
8. распределительные коробки и клеммники;
9. корпуса, оболочки, боксы, DIN-рейки, крепежные изделия.

2.1. Выбор автоматических выключателей

Автоматические выключатели являются самыми распространенными аппаратами защиты цепей и потребителей от аварийных режимов. Они предназначены для нечастых включений и отключений токов нагрузки (номинальных токов).

Автоматические выключатели рекомендуется выбирать по следующим основным техническим параметрам: *назначению, области применения и исполнению; роду тока и числу главных контактов; типу расцепителя, встроенного в выключатель; номинальному току расцепителя; кратности уставки тока отсечки к номинальному току расцепителя (для максимальных расцепителей тока короткого замыкания); номинальной уставке на ток срабатывания теплового расцепителя (для максимальных расцепителей тока перегрузки); времени срабатывания теплового расцепителя в режиме перегрузки; предельной наибольшей отключающей способности выключателя; типу присоединения подводящих проводников; виду привода выключателя; способу установки выключателя в низковольтное комплектное устройство; климатическому исполнению, категории размещения и степени защиты; числу общих циклов коммутации и числу коммутаций под нагрузкой.*

Разнообразие технических параметров автоматических выключателей делает их выбор достаточно сложным и трудоемким.

Защита *электрических цепей* 0,4 кВ имеет свои особенности.

Наиболее опасными и частыми видами повреждений в таких сетях являются короткое замыкание между фазами и между фазой и заземленными частями электрооборудования.

Для питания стационарных силовых потребителей и осветительных установок общего назначения применяются трехфазные четырехпроводные и пятипроводные сети напряжением 380/220 В с глухозаземленной нейтралью. Силовые потребители питаются от источника линейного напряжения, а осветительные приборы - от источника фазного напряжения. Мощные силовые потребители, например, электродвигатели мощностью 160 кВт и выше, питаются напряжением 660 В, 6 и 10 кВ.

Основными аварийными режимами в таких сетях являются: однофазное КЗ (до 60%); трехфазное КЗ (до 10%); двухфазное КЗ на землю (до 20%); двухфазное КЗ (до 10%).

Защита электрических сетей напряжением до 1000 В осуществляется, как правило, аппаратами защиты: автоматическими выключателями (автоматами, выключателями) или предохранителями. Если требуется иметь защиту с высокой чувствительностью или селективностью, то применяют релейную защиту, выполненную на базе реле и автоматических выключателей.

Электрические сети напряжением до 1000 В (например, внутри помещений) должны иметь также защиту от перегрузки, выполненную, как правило, на базе автоматических выключателей.

Под *цепями общего назначения* понимаем электрические цепи в жилых и административных помещениях, а также вспомогательные цепи промышленных предприятий.

Особенность таких цепей определяется смешанным характером нагрузки (нагревательные приборы и бытовая техника, осветительное оборудование, бытовые электродвигатели в системах вентиляции и кондиционирования и т.п.). Поэтому выбор аппаратов защиты (в первую очередь автоматических выключателей) необходимо выполнять в следующей последовательности:

- предварительно рассчитывается токопроводящая цепь с учетом допустимых длительных токов и экономической плотности тока. На этом этапе выбирается тип проводников и их сечение при максимальной нагрузке;

- основным аварийным режимом является короткое замыкание в цепи. Поэтому определяется расчетным путем или по эмпирическим кривым ожидаемый ток короткого замыкания. При этом необходимо учитывать длину соединительных проводников защищаемой цепи. Увеличение длины проводников (либо снижение их сечения)

неизбежно приведет к росту их активного и реактивного сопротивления, что не только снижает допустимый номинальный ток в проводниках, но и ограничивает ожидаемый ток КЗ в цепи;

- для защиты цепей общего назначения при номинальных токах до 125 А используются автоматические выключатели с защитной характеристикой В - $(3\div 5) I_{na}$, С - $(5\div 10) I_{na}$ или К - $(9\div 14) I_{na}$, где I_{na} – номинальный ток автомата.

Современные цепи общего назначения вполне выдерживают перегрузки, достигающие $10I_n$ в кратковременном режиме, поэтому часто выбирают автоматические выключатели с типом защитной характеристики – С;

- выбор выключателя по основным техническим параметрам: номинальному току I_n , величина которого должна превышать допустимый длительный ток в цепи; числу полюсов (допустимо использование однополюсных - 1р, либо двухполюсных – 2р выключателей; типу защитной характеристики (В или С); номинальной отключающей способности, для цепей бытового назначения вполне достаточно использовать автоматические выключатели с отключающей способностью 3; 4,5; 5 или 6 кА; способу установки. Большинство современных выключателей для защиты цепей общего назначения крепятся на DIN-рейках (например, выключатели серии 3RV, С60, S200, ВА-103, ВА47-63; ВА47-29, ВА76-29, ВМ40 и др.), выключатели, используемые для защиты промышленных цепей общего назначения, могут иметь способ крепления «под винт», например, широко используемые автоматические выключатели серии А63, АЕ20, АЕ25, АК50Б, АП50Б и другие;

- уточняются условия эксплуатации выключателей: климатическое исполнения и категория размещения (УХЛ3, УХЛ4, Т2.1, Т3, О4 и др.), степень защиты (как правило это IP00 с защитой выводов IP20). При работе в других условиях используются защитные корпуса и оболочки (боксы) с определенной степенью защиты.

В приложении 9 приведены климатические исполнения, категории размещения и степень защиты электрических аппаратов. Типовые времятоковые характеристики автоматического выключателя даны на рис. 2.1.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Сформировав табл.2.2 основных технических параметров АВ, можно приступить к их выбору.

Для выбора изделий используем базу данных информационной системы www.iElectro.ru.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2.2. Выбор устройств защитного отключения (УЗО)

УЗО применяется с целью обеспечения электро- и пожаробезопасности в электрических цепях.

Нормативно-технические документы (ПУЭ, ГОСТ Р 50571.8, 11) определяют требования по обязательному использованию УЗО: для групповых линий, питающих электроприемники наружной установки, для зданий из металла, для защиты штепсельных розеток ванных и душевых помещений.

В особо опасных помещениях и для ответственных потребителей дополнительно применяются УЗО, встроенные в розеточные блоки.

Для переносных электроприборов и электроинструмента рекомендуется применять УЗО-розетки и УЗО-вилки, входящие в комплект электроприборов.

УЗО должны устанавливаться во ВРУ, в местах доступных для обслуживания.

В групповых цепях электроустановки зданий УЗО рекомендуется устанавливать в местах, защищающих наиболее уязвимые, с точки зрения поражения электрическим током, участки. Например, в ванных и душевых комнатах, у стиральных машин и др. Для этого можно устанавливать УЗО как в квартирных, так и этажных щитках.

УЗО, предназначенные для осуществления противопожарной защиты, должны устанавливаться на главном вводе здания.

УЗО можно устанавливать на разных уровнях электроснабжения от потребителя к источнику, но при этом необходимо соблюдать селективность их действия.

В электроустановках с системой заземления TN-S применение УЗО обязательно, так как только оно осуществляет защиту от прямого прикосновения человека к токоведущим частям.

Современные УЗО классифицируются по следующим техническим параметрам, приведенным в заводской технической документации:

- способ и место установки;
- число полюсов;
- номинальное напряжение U_n ;
- номинальный ток нагрузки I_n ;
- номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta n}$;
- номинальный неотключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta no}$;
- номинальное время отключения T_n ;
- номинальный условный ток короткого замыкания I_{nc} ;

- предельное значение неотключающего сверхтока I_{nm} ;
- номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) I_m ;
- номинальная включающая и отключающая способность по дифференциальному току $I_{\Delta m}$;
- номинальный условный дифференциальный ток КЗ $I_{\Delta c}$;
- тип УЗО;
- рекомендуемые схемы включения УЗО в электроустановках зданий.

Остановимся на основных технических параметрах. Подробное описание всех параметров дано в нормативных документах и в [2].

Номинальное напряжение U_n . Принято $U_n = 380$ В для четырехполюсных аппаратов и $U_n = 220$ В для двухполюсных УЗО.

Номинальный ток нагрузки I_n выбирается из ряда: 6, 10, 16, 25, 40, 63, 80, 100, 125 А. При этом номинальный ток нагрузки УЗО должен быть равен или на ступень выше номинального тока последовательного защитного аппарата, последнее предпочтительнее.

Номинальный отключающий дифференциальный ток (уставка) $I_{\Delta n}$ выбирается из ряда :6, 10, 30, 100, 300, 500 мА.

Согласно требованиям ПУЭ номинальный дифференциальный отключающий ток УЗО (уставка) должен не менее чем в три раза превышать суммарный ток утечки защищаемой цепи электроустановки - I_{Δ} , т.е.

$$I_{\Delta n} \geq I_{\Delta}.$$

Если ток утечки измерить сложно, то согласно ПУЭ ток утечки электроприемников принимается из расчета **0,4 мА на 1 А тока нагрузки**, а ток утечки цепи из расчета **10 мкА на 1 м длины фазного проводника**.

Рекомендуемые значения номинального отключающего дифференциального тока (уставки) - $I_{\Delta n}$ УЗО приведены в табл.2.4.

В ряде случаев значения $I_{\Delta n}$ УЗО определены отдельными нормативными документами и указаниями. Например, для сантехнических кабин, ванн и душевых рекомендуется устанавливать УЗО с током срабатывания 10 мА, если на них выделена отдельная линия, в остальных случаях допускается использовать УЗО с уставкой 30 мА.

ПУЭ рекомендует для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части на вводе в квартиру или индивидуальный дом ставить УЗО с током срабатывания до 300 мА.

Номинальная включающая и отключающая способность (коммутационная способность) I_m должна быть не менее десятикратного значения номинального тока или 500 А (берется большее значение). Современные качественные УЗО имеют коммутационную способность - 1000, 1500 А. Таким образом, такое УЗО, опережая автоматический выключатель, гарантированно произведет отключение, сохраняя при этом свою работоспособность.

Номинальный условный ток короткого замыкания I_{nc} - термическая и электродинамическая стойкость к токам КЗ. ГОСТ Р 51326.1 устанавливает минимально допустимое значение I_{nc} , равное 4,5 кА. В качественных УЗО этот показатель достигает 10, 15 кА. I_{nc} обязательно должен быть приведен на лицевой панели устройства.

Рекомендуемые схемы включения УЗО в электроустановках зданий приведены на рис.2.4.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2.3. Выбор электроустановочных изделий (выключателей и розеток)

Выключатели и розетки относятся к аппаратам управления и предназначены для работы в номинальном режиме (при протекании длительного тока нагрузки).

Наиболее часто в помещениях используются **выключатели клавишного типа**.

Основными параметрами, по которым производится выбор выключателей, являются:

- назначение** - общего назначения для осветительных цепей;
- тип установки**: скрытый или открытый;
- номинальный ток**: 6, 10 А;
- исполнение**: однополюсные, двухполюсные, трехполюсные, четырехполюсные и т.д.;
- наличие дополнительных элементов**: подсветки и т.п.;
- цвет изделия**.

Выключатели иногда выпускаются в виде блоков в сочетании с другими выключателями или розетками.

Из вышечисленных параметров основными являются 3: тип установки, номинальный ток и исполнение.

Тип установки определяется схемой монтажа. Если в квартире вся электропроводка скрытая, то и выключатели выбирают скрытого исполнения.

Если проводка выполняется с помощью кабельных каналов, которые крепятся к стене, то выключатели могут иметь открытый тип установки.

Выбор выключателей по исполнению (однополюсные, двухполюсные и т.д.) производится после составления схемы электроснабжения и согласования с заказчиком места установки выключателей. Кроме того, это зависит от вида осветительных приборов, от количества источников света в светильнике.

Номинальный ток выключателя должен быть выше допустимого длительного тока, протекающего через его контакты.

В случае рассматриваемого примера, допустимая мощность осветительной цепи составляет 1 кВт, т.е. максимальный длительный ток не превышает 4,5 А. С другой стороны, осветительный провод сечением 1,5 мм², двухжильный медный, выдерживает в длительном режиме ток до 18 А.

В нашем случае можно выбрать выключатели на номинальный ток 6 А. Если же предполагается использовать более мощные осветительные приборы, то следует поднять уровень номинальных токов до 10 А.

Таким образом, используя базу данных системы iElectro, подберем выключатели для заданного схемного решения.

Пример выбора приведен в приложении 12.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2.4. Выбор счетчиков электрической энергии

Счетчики электрической энергии предназначены для учета потребления электрической энергии в двухпроводных или трехпроводных сетях переменного тока.

Счетчики классифицируются:

-по **назначению**: бытового назначения, для предприятий энергосистемы, промышленности, транспорта;

-по **применению**: для измерения мощности, измерения активной электрической энергии, измерения реактивной электрической энергии, измерения электроэнергии постоянного тока, для использования в АСКУЭ;

-по **типу счетчика**: механический (индукционный), электронный;

-по **числу фаз**: однофазный, трехфазный;

-по числу тарифов: одностарифный, двухтарифный, трехтарифный, четырехтарифный, многотарифный;

-по максимальному току, А;

-по классу точности.

Согласно ГОСТ 6570 и ГОСТ 30206 счетчик ватт-часов (счетчик активной энергии) - прибор, предназначенный для измерения активной энергии путем интегрирования активной мощности в зависимости от времени.

Счетчик вар-часов (счетчик реактивной энергии) - интегрирующий прибор, который измеряет реактивную энергию.

Многотарифный счетчик - счетчик, снабженный несколькими счетными механизмами, приводимыми в движение в течение строго определенных интервалов времени, которым соответствуют различные тарифы.

Счетчики активной энергии изготавливаются классом точности 0,5; 1,0; 2,0 и 2,5; счетчики реактивной энергии - классов точности 1,5; 2,0 и 3,0. Трансформаторные счетчики активной и реактивной энергии (счетчики, предназначенные для включения через измерительный или измерительные трансформаторы) должны быть класса точности 2,0 и более точные.

Ниже дана таблица стандартных значений номинальных токов счетчика.

Таблица 2.8

Включение счетчика	Стандартные значения номинального тока, А
Непосредственное	5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 80; 100
Через трансформатор(ы) тока	0,2; 0,3; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0

Счетчик должен быть изготовлен на одно из значений номинального тока, указанного в табл.2.8.

Счетчики должны применяться на следующие максимальные токи:

при непосредственном включении: 200; 250; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000% номинального тока;

при включении через трансформатор(ы) тока: 120; 125; 150; 200; 300% номинального тока.

Номинальный ток ($I_{ном}$) - значение тока, являющееся исходным при установлении требований к счетчику, подключаемому через трансформатор.

Максимальный ток (I_{max}) - наибольшее значение тока, при котором счетчик соответствует требованиям точности, установленным ГОСТом.

Номинальное напряжение - значение напряжения, являющееся исходным при установлении требований к счетчику.

Более подробно с техническими характеристиками счетчиков можно ознакомиться в ГОСТ 6570 и ГОСТ 30206.

Учитывая вышеизложенное, выберем счетчик для квартирного щитка в рассматриваемом примере.

Это должен быть счетчик электрической энергии, для измерения активной электрической энергии, индукционный или электронный, однофазный, однотарифный.

Выбор проводим по максимальному току, значение которого должно быть больше максимального тока в цепи потребителя.

В нашем случае это 25,5 А.

Рекомендуемый класс точности - 1,0 или 2,0.

При выборе счетчиков электрической энергии необходимо учитывать рекомендации надзорных организаций района (города), где проживает потребитель.

В приложении 14 представлен перечень приборов учета электрической энергии, применяемых для коммерческого учета в ОАО «Мосэнергосбыт» на 2007 год.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)



Остановим свой выбор на счетчике **Меркурий 201.5** производства ООО «Инкотекс».

Этот счетчик можно использовать как для индивидуального пользования, так и в системе автоматизированного учета электроэнергии. (АСКУЭ).

2.5. Выбор щитового оборудования

К щитовому оборудованию относятся низковольтные комплектные устройства (НКУ), выполняющие функции ввода, распределения, учета и управления потоками электрической энергии.

По общепринятой классификации НКУ делятся:

-по выполняемым функциям для: ввода, распределения, учета, управления и защиты, включения резерва, питания;

-по исполнению: щитки, ящики, щиты, панели, шкафы, пункты, пульты;

-по назначению: квартирные, офисные, этажные, лабораторные, осветительные, коттеджные, собственных нужд, гаражные, приборные;

-по степени защиты: общего исполнения, взрывозащищенные.

Для электроснабжения жилых и общественно-административных зданий применяются щитки, щиты и шкафы ввода, распределения и учета электроэнергии, общего исполнения, квартирные, офисные, этажные, осветительные, коттеджные.

Рассмотрим особенности конструкции и выбора квартирных и этажных щитков и вводно-распределительных шкафов в системе электроснабжения зданий.

Основные технические характеристики

Основными техническими характеристиками перечисленных групп НКУ являются:

- **назначение устройства:**

-для защиты групповых линий цепей при перегрузках и КЗ;

-учет и распределение электрической энергии в сетях с глухозаземленной нейтралью;

-учет потребления электрической энергии;

-распределение электрической энергии;

-размещение устройств телефонной, радиотрансляционной и телевизионной сетей;

- **тип устройства:** квартирные, офисные, этажные, осветительные, коттеджные;

- **серия устройства:** ЩК, ЩЭ и т.д.;

- **номинальное напряжение, В:** 220, 380;

- **номинальный ток силовой цепи на вводе, А:** в соответствии с нормированными значениями;

- **количество аппаратов защиты отходящих линий и номинальные токи расцепителей автоматов, А:** в зависимости от конструктивного решения;

- количество квартир (для этажных щитков): в зависимости от конструктивного решения (2, 3, 4 и т.д.);
- исполнение по наличию УЗО: без УЗО, с УЗО;
- исполнение по наличию счетчика электрической энергии: без счетчика, со счетчиком;
- способ установки устройства: встраиваемый, навесной, утопленный, напольные.

Рассмотрим методику выбора НКУ на рассматриваемом примере проектирования системы электроснабжения квартиры и здания в целом.

В табл. 2.10 приведены сводные параметры, по которым выбирается щитовое оборудование.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)



ЩКН П-40А3-28



ОЩВ-12

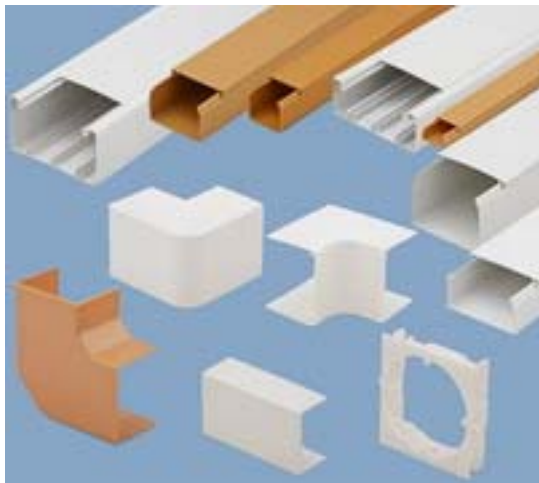


ОЩВ

2.6. Выбор кабель-каналов

Кабель-каналы используются для прокладки проводов и кабелей внутри помещений скрытым или открытым способом.









В состав кабель-каналов входит сами кабельные каналы, в которых размещаются провода и кабели для подводки питания к потребителям, и аксессуары (заглушки, перегородки, переходники, повороты, рамки, суппорты, тройники, уголки и др.), соединяющие отдельные кабель канала друг с другом.



Наиболее распространенными являются кабель-каналы из ПВХ.

Рассмотрим выбор кабель-каналов на примере изделий компании «Рувинил» (см. табл.2.12).

Таблица 2.12

Ширина Высота Длина, мм	Внешний вид	Ширина Высота Длина, мм	Внешний вид
100x40x2000		32x16x2000	
100x60x2000		40x16x2000	
12x12x2000		40x25x2000	
15x10x2000		40x40x2000	

Кабель-каналы выбираются из условия размещения в них заданного количества проводов определенного сечения с учетом фактора заполнения. (30-ти процентного резерва).

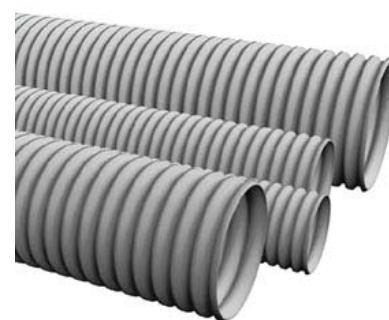
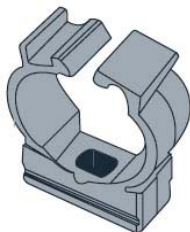
В табл.2.13 даны рекомендации Legrand по выбору сечений кабель-каналов и плинтусов.

Таблица 2.13

Сечение проводника, мм ²	Полезное сечение, мм ²	Диаметр макс., мм ²
1,5	9,7	3,5
2,5	13,9	4,2
4	18,1	4,8
6	31,2	6,3

Часто для прокладки проводов внутри стены используют трубы гладкие и гофрированные. Кроме того, гофрированные трубы используются для вводов.

Крепятся они с помощью держателей с хомутом.



Для крепления проводов и кабель-каналов используются пластиковые хомуты.



Подробная информация дана в БД системы iElectro и в каталогах фирм-изготовителей.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2.7. Выбор монтажных коробок и клеммников

Монтажные коробки (установочные и распаячные) применяются для выводов проводов при скрытой или открытой проводке.

Коробки крепятся в кирпичных, бетонных или гипсокартонных стенах, либо в полых стенах.

Установочная коробка серии «Тусо» может использоваться для выводов проводов

Установочные и распаячные коробки круглой формы имеют шкалу диаметра

$D = 60; 64; 65; 70; 140 \text{ мм}^2$ и высоту

$H = 40; 45; 50; 62 \text{ мм}$.



В распаячных коробках осуществляются соединения проводов с клеммами или колодками («распайка



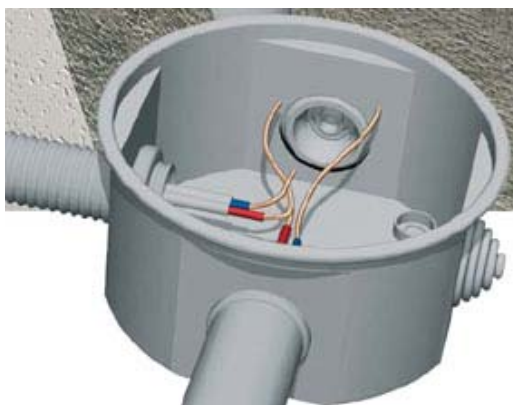
проводов»).

Широко используются для открытого монтажа распаячные коробки «Тусо».



Для вводов используются специальные заглушки.

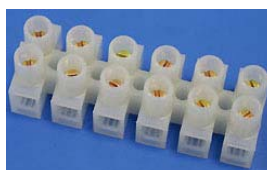
Ниже приведен пример выполнения соединений с помощью распаячной коробки.



клеммники, клеммные колодки и зажимы.

В рассматриваемом примере коробки не использовались, так как монтаж проводился частично, соединение осуществлялось в розетке Р9.

Для соединения проводников используются соединительные



[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

2.8. Выбор корпусов, оболочек и крепежных изделий. Пример проектирования квартирного щитка

На практике бывает целесообразно смонтировать квартирный щиток индивидуально. Это позволит избежать лишних элементов, например дополнительных выключателей, выбрать тот тип измерительного прибора (счетчика), который вам необходим, подобрать нужный вам дизайн щитка и способ его крепления и, в конечном итоге, снизить затраты на приобретение щитка. Для этого необходимо иметь, как минимум:

- корпус, оболочку щитка (бокс);
- DIN-рейки для крепления аппаратов и приборов;
- шины «земля-нуль»;
- крепеж (болты, винты, гайки).

Большое значение имеет выбор типа и формы оболочки щитка.

В БД системы iElectro присутствует большая номенклатура корпусов и оболочек отечественных и зарубежных производителей. Ниже приведены некоторые корпуса «Тусо».





Внутренние габариты корпуса определяются числом автоматических выключателей, согласно схеме электроснабжения, наличием счетчика электрической энергии, его размерами и способом крепления, числом и типом клеммных соединений.

При выборе внутреннего объема низковольтных комплектных устройств НКУ (в данном случае квартирного щитка), исходят из следующих условий:

1. минимальный размер определяется совокупным размером комплектующего оборудования;
2. учет размещения и подводки соединительных проводов, так радиус изгиба провода не должен быть меньше двух его диаметров;
3. необходимость выполнения монтажных операций при изготовлении щитка или замене вышедших из строя изделий (удобство доступа);
4. удобство выполнения постоянных операций (например, включение и отключение выключателей);
5. взаимного влияния изделий, входящих в состав НКУ (электромагнитного, термического).

Из перечисленных требований первые четыре необходимо соблюдать при выборе квартирных щитков. Что касается пятого требования, то оно применяется к более сложным НКУ, содержащим источники электромагнитных и тепловых излучений.

Крепление автоматов и некоторых типов счетчиков осуществляется на DIN-рейках (ГОСТ Р МЭК 60715-2003). Изготавливается из оцинкованной стали, крепится на шурупах или винтах.

Это очень удобный способ крепления, позволяющий легко заменять изделия.

В зависимости от длины DIN-рейки меняется число автоматов, которые можно на ней крепить (см. табл.2.14).



[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Размер профиля DIN-рейки - 7,5/35мм.

Если соединение с «землей» осуществляется в щитке, то используются шины «земля-нуль» с винтовыми зажимами.

Для соединения группы автоматов используются соединительные шины одно-, двух, трех или четырехрядные на токи 63 А.



А теперь рассмотрим **методику проектирования квартирного щитка**, используемого в приведенном примере.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Типовое техническое задание на электроснабжение квартиры приведено в приложении 21.

3. Электромонтажные работы

Монтаж электропроводки необходимо выполнять в строгом соответствии с ГОСТ Р 50571.15-97 (МЭК 364-5-52-93).

Способ монтажа электропроводки в зависимости от типа используемого провода или кабеля должен выбираться в соответствии с табл. 3.1 при условии, что внешние воздействия на провода или кабели соответствуют требованиям действующих стандартов на эти провода и кабели.

Способ монтажа электропроводки в зависимости от места прокладки должен соответствовать табл. 3.2.

Таблица 3.1

Провода и кабели		Способ монтажа							
		без крепления	с непосредственным креплением	в трубах	в коробах	в специальных коробах	на латках и кронштейнах	на изоляторах	на тросе (струне)
Неизолированные провода		-	-	-	-	-	-	+	-
Изолированные провода		-	-	+	+	+	-	+	-
Изолированные провода в защитной оболочке и кабели в оболочках (в т. ч. бронированные и с минеральной изоляцией)	Многожильные	+	+	+	+	+	+	0	+
	Одножильные	0	+	+	+	+	+	0	+

Обозначения: “+” - разрешается;

“-” - не разрешается;

“0” - не применяется или обычно в практике не используется.

Примечание - Специальный короб - короб прямоугольного сечения, предназначенный для прокладки проводов и кабелей, не имеющих съемных или открывающихся крышек.

Таблица 3.2

Место прокладки	Способ монтажа							
	без крепления	с непосредственным креплением	в трубах	в коробах	в специальных коробах	на лотках и кронштейнах	на изоляторах	на тросе (струне)
В пустотах строительных конструкций	21, 25, 73, 74	0	22, 73, 74	-	23	12-16	-	-
В кабельных каналах	43	43	41, 42	31, 32	4, 23	12-16	-	-
В земле	62, 63	0	61	-	61	0	-	-
В строительных конструкциях	52, 53	51	1, 2, 5	33	24	0	-	-
Открытая прокладка по строительным конструкциям		11	3	31, 32, 71, 72	4	12-16	18	-
В воздухе	-	-	0	34	-	12-16	18	17
В воде	81	81	0	-	0	0	-	-

Обозначения:

“-” - не разрешается;

“0” - не применяется или обычно в практике не используется.

Примечания

1 Цифры в таблице указывают справочный номер (см. табл. 52Н ГОСТ Р 50571.15-97).

2 Величины допустимых токовых нагрузок - по ГОСТ Р 50571 (МЭК 364-5-523).

Примеры монтажа приведены в табл. 52Н (ГОСТ Р 50571.15-97).

Разрешается прокладывать несколько цепей в одной и той же трубе или коробе при условии, что все провода имеют изоляцию, рассчитанную на наивысшее номинальное напряжение проложенных в этой трубе или коробе цепей.

ГОСТ Р 50571.15-97 также регламентирует ряд других требований, которые предъявляются к электропроводке и рассмотренные нами ранее. Это влияние на электропроводку внешних воздействий, допустимые токовые нагрузки, потери напряжения в электроустановках зданий, которые не должны превышать 4% от номинального напряжения установки, требования к электрическим соединениям и условиям ограничения распространения горения, взаимодействие проводников и условия их технического обслуживания.

Учитывая вышеперечисленные требования можно дать следующие рекомендации по монтажу электропроводки.

Электропроводка

Разводка электропроводки по помещениям должна соответствовать проекту.

Стандартные способы монтажа электропроводки:

в бороздах (штробах) стен (допускается проводом с двойной изоляцией-типа ПУНП, ВВГ);

в декоративных пластиковых электрокоробах (кабель-каналах) и плинтусах;

в цементной стяжке пола (желательно в ПВХ-трубах);

в ПВХ трубах за негорючим подвесным потолком и в стальных трубах (металлорукавах) для горючих конструкций (ПВХ и стальные трубы крепятся только к капитальным конструкциям на хомутах, захватах и т.п.).

Ответвления и соединения проводов осуществляются в распределительных коробках посредством винтовых или самофиксирующих клемм (например, WAGO).

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)



Квартирные щитки устанавливаются на стенах как навесные или утопленные.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

4. Специальные схемотехнические решения

Среди специальных схемотехнических решений, которые в последнее время начинают использоваться все шире и шире, остановимся на двух: интеллектуальной системе управления электротехническими и телекоммуникационными процессами в помещениях и зданиях типа «умный дом» и системе искусственного обогрева помещений (см. [17-23]).

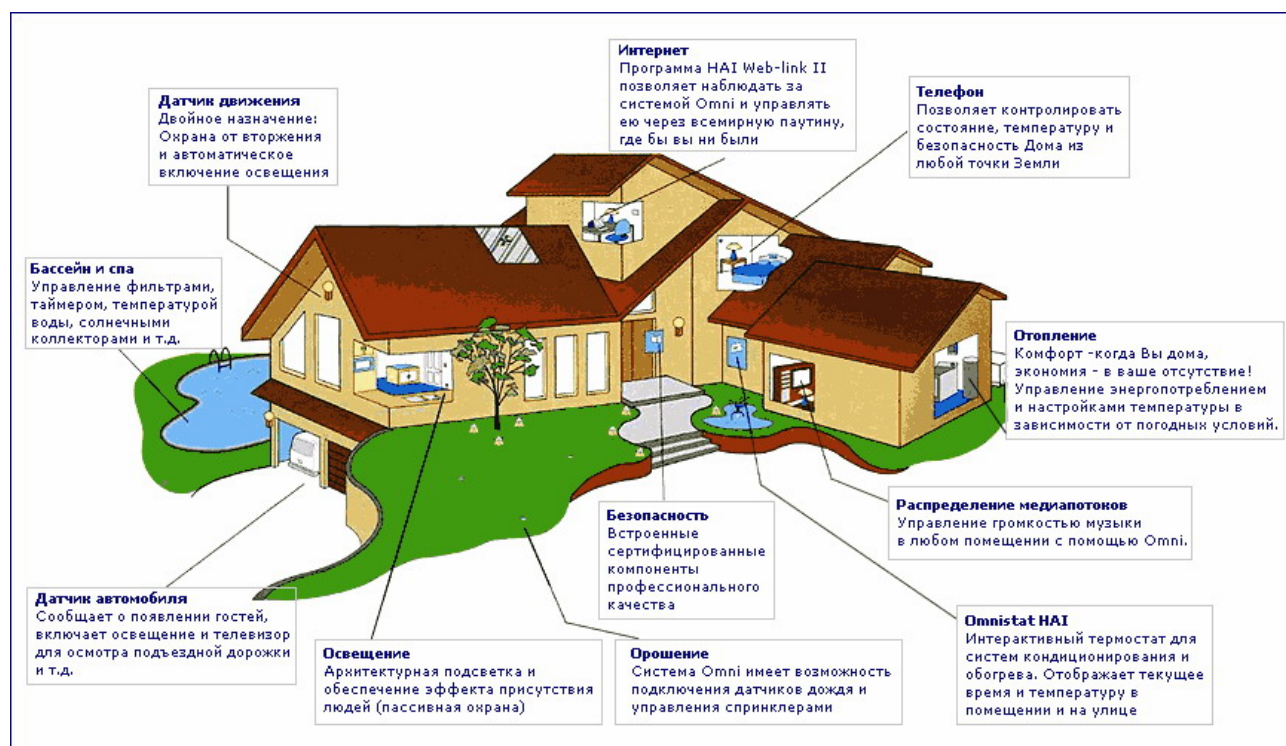
4.1. Интеллектуальная система «умный дом»

Каждый из нас постоянно, находясь дома или в офисе, выполняет одни и те же операции: включает и выключает свет, вентиляцию или кондиционер, отопительные приборы, аудио- и видеотехнику и многое другое. Причем делает или забывает сделать это он постоянно. Ну а к чему приводит забывчивость, знает каждый.

Конечно, хотелось бы эти функции (и многие другие) переложить на систему автоматики.

На западе об этом задумались уже давно, что привело к созданию интеллектуальных систем управления электротехническими процессами в помещениях и зданиях.

Так появилось понятие «умный дом».



Возможность создания интеллектуальных систем управления появилась не на пустом месте.

Сначала создавались простые локальные системы-датчики, которые позволяли, например, управлять освещением при появлении человека в помещении или при ударе ладоней, появлялись пульты управления, позволяющие дистанционно включать-отключать оборудование. Разрабатывались и внедрялись миниатюрные датчики и привода, микропроцессорные системы управления.

Это позволило значительно расширить контролируемые и выполняемые функции, объединить их в комплексные системы управления, в том числе беспроводного управления.

Остановимся на широко используемых в настоящее время, управляемых функций, которые положены в основу системы «умный дом».

Это:

- Управление электропитанием
- Управление освещением
- Система охранно-пожарной сигнализации
- Система видеонаблюдения
- Система вентиляции и кондиционирования воздуха
- Система отопления (в том числе теплые полы)
- Система метеоконтроля, климатконтроля (управление климатом, контроль протечки воды)
- Система холодного и горячего водоснабжения
- Система обслуживания территории
- SOS
- Телефонные функции
- Sim-Sim контроль
- Беспроводное управление
- Система централизованной уборки Thomas
- Система аудио- и видеотехники "MultiRoom"
- Система приема эфирного и спутникового телевидения
- Система домашнего кинотеатра
- Компьютерные системы
- Электроприводы

Рассмотрим некоторые из них.

Управление электропитанием

Безотказная работа всех устройств дома напрямую зависит от системы электропитания, интеллектуальные системы позволяют контролировать и распределять нагрузки, продлевать срок службы электроприборов, экономить затраты на электроэнергию, своевременно отключая неиспользуемые приборы или в зависимости от приоритета отключения (в случае перегрузки электросети), а также плавно менять напряжение в системе освещения.

При этом осуществляется:

- Управление энергосбережением (экономия до 40%)
- Система бесперебойного электропитания (резервный ввод)
- Система аварийного электропитания (дизель-генератор)
- Автоматическое отключение части электросистемы - возможность автоматического или ручного отключения части электросистемы
- Система автоматической стабилизации напряжения.

Управление освещением

- Управление уровнями освещения во всех комнатах
- Управление освещенностью в зависимости от времени года или суток.
- "Следящий свет"
- Дизайн света внутри помещения (сценарии света, совмещенные с другими действиями)
- Дизайн света вне помещения (архитектурный дизайн света)
- Управление люминесцентным светом без влияния на его цветовую окраску
- Управление проходными зонами (лестничные проходы)
- Имитация присутствия хозяев (охранная функция).

Плавная регулировка освещённости осуществляется с помощью плавного регулятора освещения – диммера. В отличие от обычного выключателя, у которого есть всего два положения включен/выключен у диммера есть дополнительная возможность увеличивать уровень освещенности источника света плавно, как в большую, так и в меньшую сторону. Более того, технологии "управление освещением" позволяют запомнить несколько подобранных состояний диммера и мгновенно включать нужный уровень освещения, не подбирая его заново.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

4.2. Система «теплый пол»

«Теплые полы» давно перестали быть для потребителей чем-то необычным. Это обусловлено тем, что это действительно удобно. Основные преимущества: комфортное распределение температуры, отсутствие сквозняков, экономичность, надежность, простота в обращении таких систем. Система «теплый пол» равномерно распределяет тепло по всей площади комнаты, создавая оптимальную температуру воздуха на уровне ног и головы. А это не мало важно, поскольку скорость движения воздуха незначительная, пыль практически не поднимается конвекционными потоками, что существенно для людей, страдающих аллергией или астмой.

Система обогрева пола обеспечивает оптимальную температуру повсюду: в квартире, офисе, цехе, спортивном зале или в любом другом помещении, где необходимо комфортное тепло. К тому же «теплый пол» не занимает места в помещении, да и вообще невидим для глаза. И если укладка теплых полов была произведена с соблюдением требований производителя, то служить он будет долгие годы.

После проведения монтажных работ по установке системы «теплый пол» и заливки бетонной стяжки, пробное включение теплого пола, можно произвести через 14 дней.

Существует два типа кабелей для электрического «теплого пола»: резистивный и саморегулирующийся.



Резистивный имеет постоянное сопротивление. Такая конструкция вынуждает перед укладкой кабеля очерчивать силуэты мебели и исключать подогрев пола под этими участками. В противном случае в местах с ухудшенной теплоотдачей возможны перегрев и перегорание кабеля. А это означает, что перестановка мебели в пространстве комнаты будет очень затруднена и возможности перепланировки сильно уменьшаются.

Серьезным недостатком резистивных кабелей является наличие «горячего» и «холодного» концов, т.е. места соединения нагревательного кабеля с электрическим проводом.

Циклическое изменение температуры «горячего» конца при постоянной температуре «холодного» приводит к возникновению тепловых напряжений в муфте. Как показывает практика, подавляющее большинство случаев выхода кабеля из строя связано именно с ней.

Всех вышеперечисленных недостатков лишен второй тип нагревательных кабелей -

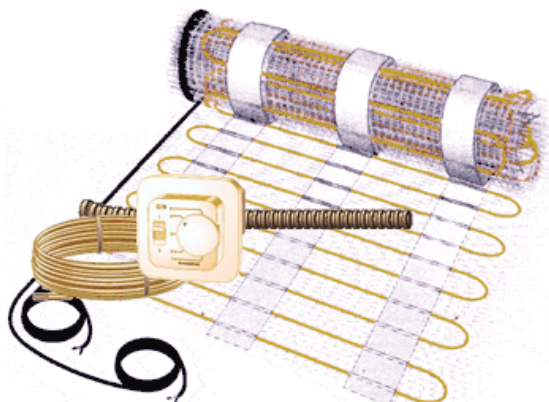


саморегулирующийся. Как следует из названия, кабель может изменять вырабатываемую мощность на каждом своем участке и использоваться без регулятора. Температура поверхности пола будет одинаковой и на открытых участках, и под установленной мебелью (где кабель «почувствует» ухудшение теплоотдачи и снизит вырабатываемую мощность, исключая перегрев и экономя электроэнергию).

Известно, что, классические «теплые полы» требуют бетонной стяжки. Толщина ее при этом должна быть не менее трех сантиметров. Изменяя расстояния между витками кабеля, можно использовать «теплый пол» как дополнительное или основное отопление. Удельная мощность при этом составляет от 100 до 200 Вт на квадратный метр. Бетонная стяжка как инертное мощное основание играет роль своеобразной русской печи, обеспечивая равномерное мягкое тепло. Все кабели экранированы, т.е. подходят как для сухих, так и для влажных помещений и не требуют установки устройства защитного отключения. Двужильный кабель отличается сверхнизким электромагнитным излучением. Из-за более сложной конструкции двужильный кабель дороже примерно на 10%. Нагревательные маты используются в случаях, когда бетонная стяжка невозможна или же нежелательна. Нагревательный кабель толщиной 2 мм разложен на сетке и укладывается в слой плиточного клея без бетонной стяжки.

Рассмотрим ряд решений системы «теплый пол»: "Теплолюкс", «Теплолюкс Mini», «Теплолюкс TROPIX», «Elektra», "ЭКС".

Теплые полы "**Теплолюкс**" - это уникальная кабельная система обогрева помещений. Надежный нагревательный кабель, современная терморегулирующая аппаратура делают "Теплолюкс" одним из популярных средств достижения комфорта и уюта в квартире или загородном доме.



В комплект теплого пола "Теплолюкс" входят:

- Нагревательная секция
- Терморегулятор с датчиком пола
- Монтажная лента для крепления кабеля к поверхности пола
- Монтажная трубка для датчика пола.

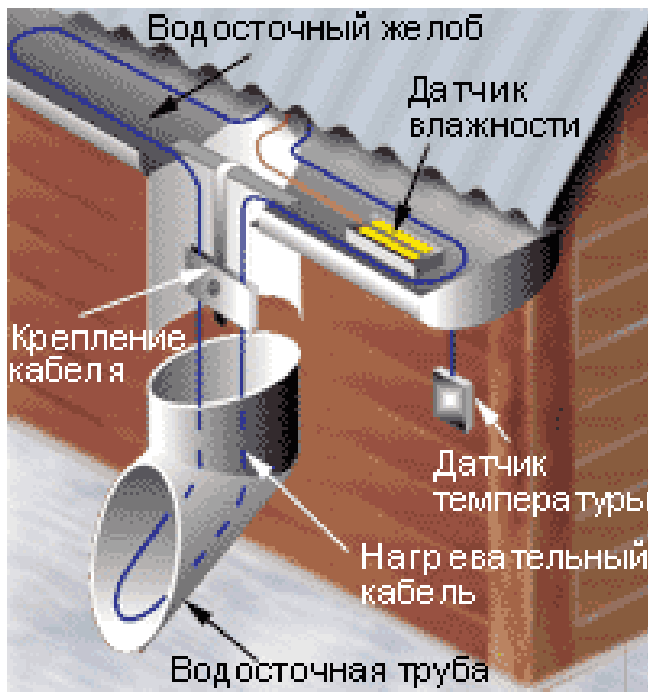
Теплый пол "Теплолюкс" позволяет создать равномерное распределение тепла по поверхности пола и по высоте помещения, обладает высокой экономичностью и максимальной эффективностью использования электроэнергии, простотой монтажа и большим сроком службы.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

4.3. Система обогрева кровли, труб, открытых площадок

Система обогрева кровли

Антиобледенительная система на основе нагревательного кабеля обеспечивает надежную защиту от сосулек на крышах, препятствует образованию наледи в



водосточных трубах и желобах. Она может устанавливаться практически на любой конструкции кровли частных домов, офисов и организаций.

Типовые обогреваемые зоны:

- водосточные трубы
- водосточные желоба
- водосточные воронки и зоны вокруг них
- ендовы и другие примыкания к плоскости кровли
- капельники
- карнизы крыши
- дренажные и водосборные лотки

- другие опасные места для образования наледи.

Составными частями системы являются:

- *Кабельные нагревающие секции (греющая часть)*. Непосредственно выполняет задачу перевода осадков в виде снега в воду до полного их удаления.

- *Распределительная электросеть*. Необходима для подключения нагревательных секций, датчиков и системе управления. В эту часть входят силовые и информационные кабели, соответствующие условиям работы на крыше, распределительные коробки и крепежные элементы.

- *Система управления*. Содержит шкаф управления, специальные терморегуляторы, датчики температуры, осадков, пускорегулирующую и защитную аппаратуру.

При проектировании системы антиобледенения учитываются следующие факторы:

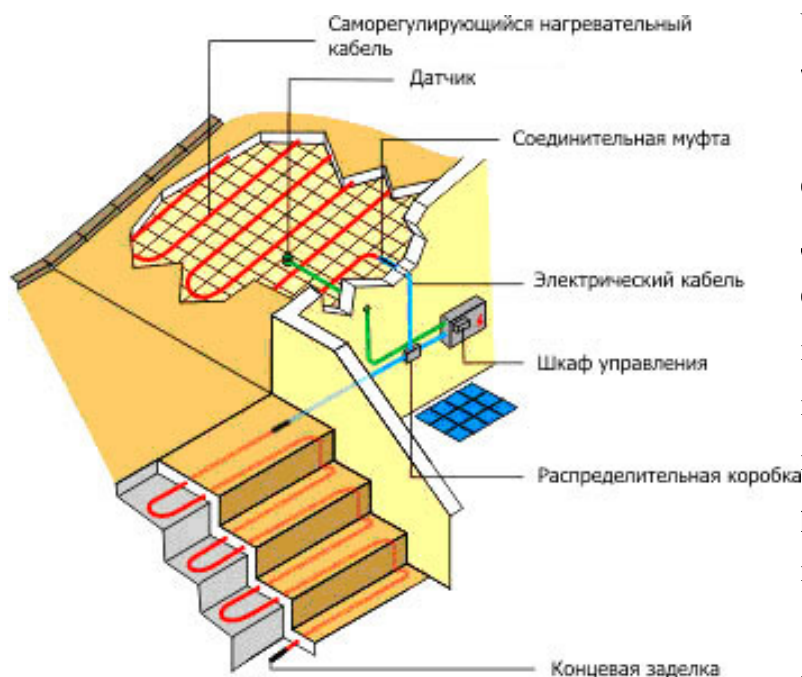
- климатическая зона;
- тип крыши (холодная или теплая);
- тип водосточных желобов (подвесные или по кровле);
- конструкция капельника;
- материал водосточных труб и желобов.

В зависимости от теплоизоляции различают два типа крыш:

-холодная крыша;

-тёплая крыша.

Холодная крыша – это крыша с хорошо изолированной кровлей, где температура в



чердачном помещении близка к температуре наружного воздуха.

Проблемы с появлением сосулек здесь возникают в оттепель. Для предотвращения образования сосулек и защиты от обледенения водостоков достаточно установить нагревательный кабель только в водосточных желобах и трубах из расчёта (30-50) Вт/м длины трубы или желоба.

Тёплая крыша - это крыша с плохой теплоизоляцией кровли, где

потери тепла через неё приводят к появлению плюсовой температуры под слоем снега на крыше. В этом случае вода, образующаяся при таянии снега, попадает в холодные желоба и водосточные трубы, и там замерзает. Для таких крыш рекомендуется устанавливать дополнительный нагревательный кабель по краю для обогрева. Дополнительный нагревательный кабель по краю кровли устанавливают также при большой снеговой нагрузке, там, где конструкция кровли предусматривает наличие желоба на крыше, а также на пологих крышах.

В системах антиобледенения кровли применяются нагревательные кабели как резистивные (с постоянным сопротивлением), так и саморегулирующиеся кабели.

Применение *саморегулирующихся нагревательных кабелей* позволяет существенно сократить затраты электроэнергии, а также упрощается проектирование и монтаж систем антиобледенения.

Система обогрева открытых площадок

Одной из областей применения нагревательного кабеля является его использование в системах обогрева *открытых площадок, пандусов, ступеней, подъездных дорожек* и т.д. Также нагревательные кабели эффективны в системах снеготаяния для взлётно-посадочных полос, сложных участков дорог, беговых дорожек, спортивных площадок.

Основная цель таких систем – обеспечение безопасности пешеходов и водителей в зимнее время года. Кроме того, система обогрева защищает покрытие открытых площадок

от повреждений, которые обычно наносятся им при скалывании льда и очистке от снега, увеличивает срок службы покрытия, позволяет без проблем открывать двери и ворота, находящиеся на улице.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Система обогрева труб и трубопроводов

Системы для обогрева труб обеспечивают защиту от замерзания, облегчая постоянное протекание жидкостей в трубопроводах при любой наружной температуре.

Использование систем обогрева труб и трубопроводов позволяет обеспечить:

- защиту труб от обледенения;
- обогрев труб и поддержание в них требуемой температуры.

Системы защиты от обледенения устанавливаются на объектах, в которых необходимо предотвратить замерзание жидкости или воспрепятствовать повреждению льдом водопроводных или канализационных труб. Это может быть защита и обогрев труб с питьевой водой, водопроводных систем в стенах и на крышах старых домов или наружных труб, которые невозможно установить в грунт на глубину, ниже глубины промерзания.

В качестве теплоизоляции могут быть использованы такие материалы, как вспененный полиэтилен, пенополиуретан, минеральная вата или другие материалы применяемые для утепления труб. Толщина изоляционного слоя должна составлять не менее 50 мм. Теплоизоляция трубопровода должна быть защищена от воздействия влаги, которая снижает ее эффективность.

Для определения мощности и длины кабеля необходимо провести расчет по определению теплотерь трубопровода. Тепловые потери зависят от размеров трубопровода, вида и толщины теплоизоляции, от наружной температуры окружающей среды и температуры необходимой для поддержания жидкости.



Монтаж

Основное, на что следует обратить внимание при монтаже систем сопровождающего обогрева трубопроводов - это изоляция кабеля от непосредственного контакта с теплоизоляцией при помощи алюминиевой фольги или алюминиевого скотча.

Способы крепления кабеля на трубы

1. датчик
2. кабель



3. теплоизолятор

4. скотч алюминиевый

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Система обогрева грунта

Одним из немногих применений нагревательного кабеля является его использование в системах подогрева грунта (футбольные поля, корты для гольфа, большие площадки с травой, обогрев почвы в парниках и оранжереях).

По оценке специалистов более 50% футбольных полей в Европе оборудованы системами кабельного подогрева газона футбольного поля. На севере Европы для подогрева полей больше используются кабельные системы, а на юге системы жидкостного подогрева.

Надежность работы каждой системы определяется качеством проектирования, изготовления и монтажа. Обе системы обладают высокой степенью надежности, но в случае аварии кабельная система защищена автоматическим отключением, а при жидкостном обогреве возможна утечка антифриза.

Кабельный обогрев имеет следующие преимущества: обеспечивает более ранний рост травы, обеспечивает быстрое высыхание поля после дождя, обеспечивает равномерный прогрев по всему полю.

Обогрев футбольного поля может быть секционирован на любые обогреваемые зоны, для многоцелевого использования футбольного поля.

Система автоматического регулирования обеспечивает мягкий прогрев поля с возможностью регулировки мощности в зависимости от прогрева грунта и от температуры воздуха и наличия осадков.

Электробезопасность системы обеспечивается высоконадежным экранированным и механически защищенным нагревательным кабелем, а также высокочувствительными и быстродействующими электронными приборами защиты.

Оборудование системы электроподогрева футбольного поля экологично, компактно, не требуется дополнительных помещений, необходимых для насосной станции, водосмесительного узла, емкостей для аварийного слива антифриза.

Монтаж системы электроподогрева не занимает много времени, поскольку нагревательный кабель поступает на объект в виде секций со смонтированными муфтами и подводящим кабелем требуемой длины. Соответственно, не тратится время на монтаж фитингов, отводов, запорной арматуры и, вследствие этого, система электрического

обогрева по определению лишена утечек и подтеков неэкологичного теплоносителя, которые могут нанести вред травяному покрытию футбольного поля.

Система электроподогрева не требует дополнительных действий по подготовке к включению. Нагрев грунта футбольного поля начнется сразу после подачи напряжения без затрат времени на разогрев теплоносителя.

Персонал, требуемый для технического и эксплуатационного обслуживания, состоит из электрика с квалификационной группой не ниже 3.

Система электрического подогрева футбольного имеет меньшую стоимость оборудования и материалов, чем любая жидкостная система, а также не имеет капитальных затрат на подвод теплоносителя (газ, пар).

На больших стадионах почти всегда имеется требуемая электрическая мощность. Там обычно устанавливаются мощные системы освещения, которые используются только во время проведения матчей. Несложно сделать необходимые изменения, чтобы электроэнергию можно было использовать для кабельной системы в периоды, когда система освещения не используется.

Нагревательный кабель нужно включить весной за 4-6 недель до начала использования поля, так как трава должна вырасти без риска повреждения.

Обогрев почвы в парниках и оранжереях

Применение кабельных систем для обогрева теплиц в сочетании с солнечным теплом дает существенные преимущества перед другими видами обогрева:

- незначительные капиталовложения при строительстве;
- постоянная готовность системы обогрева к работе;
- автоматический контроль температуры и простота в управлении;
- равномерное распределение тепла по всей площади;
- экономичность в эксплуатации, за счет снижения трудозатрат на обслуживание.

Особенностью эксплуатации теплиц с электрообогревом почвы является более ранний срок ввода в эксплуатацию, что позволяет получать ранние урожаи сельскохозяйственной продукции. Электрический обогрев грунта может обеспечить различные температурные режимы на разных этапах развития растений, что повышает урожайность.

Установочная мощность кабельных систем для обогрева почвы в парниках и оранжереях обычно составляет 120 Вт/м^2 , в зависимости от климатической зоны региона и сроков посадки растений.

5. Разрешающие и присоединительные работы

5.1. Согласование проекта электроснабжения

На этапе строительства на любое сооружения Энергосбытом выделяется определенная электрическая мощность и используются кабели определенного сечения.

Выделенная электрическая мощность делится по помещениям, ставится автоматический выключатель, который регулирует нагрузку, и отключает питание в случае её превышения.

Проект электрики делают на этапе создания дизайн-проекта, что позволяет грамотным распределением электрической нагрузки между группами автоматов в электрощитке избежать превышения выделенной на Вашу квартиру мощности.

При обустройстве квартиры в недавно построенном доме, или при капитальном ремонте старой, может возникнуть ситуация, когда выделенной электрической мощности не хватит для установки дополнительного электрооборудования.

При превышении выделенной после постройки электрической мощности, автоматический выключатель, установленный в щитовой подъезда, просто отключит электричество в Вашей квартире.

Для того, что бы этого не случилось необходимо увеличить долю выделенной электрической мощности, и для этого нужно сделать и согласовать проект электрики.

Для согласования требуется (на примере московского региона):

Документация для проектирования квартир:

- Акт по разграничению балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности электроустановок и сооружений напряжением до 1000 В (выдаёт эксплуатирующая организация).
- Технические условия (выдаёт эксплуатирующая организация).
- Однолинейная расчётная схема ВРУ жилого дома.
- Технологическое задание на проектирование (утверждает заказчик).

В состав необходимой документации для проектирование жилых и общественных зданий входят:

- Техническое условия от электроснабжающей организации.
- Технические условия от ЭНЕРГОСБЫТа.
- Технологическое задание на проектирование (утверждает заказчик).

Далее требуется согласовывать проект электроснабжения, например в Мосгосэнергонадзоре. Однако, прежде чем начать процедуру согласования энергопроекта, необходимо получить *Акт разграничения балансовой принадлежности и эксплуатационной ответственности*. А в случае, когда недостаточно мощности, выделенной на квартиру (или другое помещение) необходимо, прежде всего, обратиться в Московскую городскую электросетевую компанию для получения разрешения на дополнительную мощность и лишь потом, начать разработку и согласование проекта электроснабжения (см. приложение 16).

Процесс согласования проекта электрики можно условно разделить на три этапа:

1. До начала электромонтажных работ выполняется проект электроснабжения и согласовывается в Мосгосэнергонадзоре. Подтверждает факт согласования прямоугольный штамп на странице проекта с однолинейной монтажной схемой.

В процессе выполнения монтажа электропроводки обязательно должен быть составлен *Акт освидетельствования скрытых работ*.

2. После выполнения электромонтажных работ вызывается лицензированная лаборатория для проверки правильности монтажа. В результате будет выдан *протокол о проведённых испытаниях*.

3. Далее вызывается инспектор Мосгосэнергонадзора для дополнительной визуальной проверки электрощитка и отчётов лаборатории о проведённых измерениях. В случае отсутствия ошибок выдаётся *Акт допуска электроустановки в эксплуатацию*. При наличии же ошибок, назначается повторная проверка.

Порядок подключения Вашей квартиры к электроснабжению:

Порядок оформления документации:

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

5.2. Приемо-сдаточные испытания

Каждая электроустановка в ходе монтажа и/или после него, до пуска в эксплуатацию, должна быть осмотрена и испытана, чтобы удостовериться, что выполнены требования стандарта ГОСТ Р 50571.

Визуальный осмотр

Визуальный осмотр проводят, чтобы удостовериться, что все стационарно установленное и подключенное электрооборудование удовлетворяет требованиям безопасности, соответствующих стандартов на оборудование, правильно выбрано и смонтировано, не имеет видимых повреждений, которые снижают его безопасность.

Визуальный осмотр должен включать проверки:

- мер защиты от поражения электрическим током;
- наличия противопожарных уплотнений и других средств, препятствующих распространению огня, а также защиты от тепловых воздействий;
- выбора проводников по длительно-допустимому току и потере напряжения;
- выбора устройств защиты и сигнализации и установок их срабатывания;
- наличия правильно расположенных соответствующих отключающих и отделяющих аппаратов;
- выбора оборудования и защитных мер, соответствующих внешним воздействиям;
- маркировки нулевых рабочих и защитных проводников;
- наличия схем, предупреждающих надписей или другой подобной информации;
- маркировки цепей, предохранителей, клемм и т. п.;
- правильности соединения проводников;
- доступности для удобной работы, идентификации и обслуживания электроустановки.

Испытания

Нормативные документы определяют следующий набор проверок, измерений и испытаний, которые необходимо провести:

- испытания непрерывности защитных проводников, включая проводники главной и дополнительной систем уравнивания потенциалов.

Рекомендуется, чтобы это испытание выполнялось с использованием источника питания, имеющего напряжение холостого хода от 4 до 24 В постоянного или переменного тока при испытательном токе не менее 0,2 А;

- измерение сопротивления изоляции электроустановки.

Сопротивление изоляции должно быть измерено:

- а) между токоведущими проводниками, взятыми по очереди «два к двум» относительно друг друга.

Примечание. На практике, эти измерения могут быть выполнены только в процессе монтажа электроустановок до присоединения электроприборов;

в) между каждым токоведущим проводником и «землей».

Примечания

1 В системе TN-C PEN-проводник рассматривают как часть «земли».

2 Во время испытания фазный и нулевой рабочий проводники могут быть соединены вместе.

Минимальное значение сопротивления изоляции в зависимости от значения и типа испытательного напряжения должно быть больше (0,25-1) МОм.

Измерения должны быть выполнены на постоянном токе.

Подробнее см. приложение 20.

- проверка защиты посредством разделения цепей.

Разделение токоведущих частей одной цепи от других цепей и от «земли» должно быть проверено путем измерения сопротивления изоляции. Полученные значения сопротивлений изоляции должны соответствовать указанным значениям.

- измерение сопротивления изоляции пола и стен.

В каждом помещении должны быть проведены не менее трех измерений. Одно из измерений должно быть выполнено примерно в 1 м от сторонних проводящих частей, находящихся в этом помещении. Другие два измерения должны быть проведены на большем удалении.

Вышеуказанная серия измерений должна быть сделана для каждой поверхности помещения.

В приложении 17 в качестве примера дан метод измерения сопротивления изоляции пола и стен.

- проверка защиты, обеспечивающей автоматическое отключение источника питания.

Проверку эффективности мер защиты от косвенного прикосновения посредством автоматического отключения источника питания опишем на примере системы заземления TN. Для систем TT и IT ознакомиться с методикой проверки можно в ГОСТ Р 50571.16-99 (МЭК 60364-6-61-86).

Последовательность проверки:

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Приложения

Приложение 1

Нормативные документы

Нормативные документы	Название
ГОСТ Р 50571.1-93 (МЭК 364-1-72, МЭК 364-2-70)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ
ГОСТ Р 50571.2-94 (МЭК 364-3-93)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ. ЗАЩИТА ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ
ГОСТ Р 50571.4-94 (МЭК 364-4-42-80)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ. ЗАЩИТА ОТ ТЕПЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
ГОСТ Р 50571.5-94 (МЭК 364-4-43-77)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ. ЗАЩИТА ОТ СВЕРХТОКА
ГОСТ Р 50571.6-94 (МЭК 364-4-45-84)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от понижения напряжения
ГОСТ Р 50571.7-94 (МЭК 364-4-46-81)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Отделение, отключение, управление
ГОСТ Р 50571.8-94 (МЭК 364-4-47-81)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности. Требования по применению мер защиты от поражения электрическим током
ГОСТ Р 50571.9-94 (МЭК 364-4-473-77)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 Требования по обеспечению безопасности. применение мер защиты от сверхтоков
ГОСТ Р 50571.10-96 (МЭК 364-5-54-80)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 5 ВЫБОР И МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ Глава 54 Заземляющие устройства и защитные проводники
ГОСТ Р 50571.11-96 (МЭК 364-7-701-84)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 701 Ванные и душевые помещения
ГОСТ Р 50571.12-96 (МЭК 364-7-703-84)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 703 Помещения, содержащие нагреватели для саун
ГОСТ Р 50571.13-96 (МЭК 364-7-706-83)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 706 Стесненные помещения с проводящим полом, стенами и потолком
ГОСТ Р 50571.14-96 (МЭК 364-7-705-84)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 705 Электроустановки сельскохозяйственных и животноводческих помещений
ГОСТ Р 50571.15-97 (МЭК 364-5-52-93)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 5 ВЫБОР И МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ Глава 52 Электропроводки
ГОСТ Р 50571.16-99 (МЭК 60364-6-61-86)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 6 ИСПЫТАНИЯ Глава 61. Приемно-сдаточные испытания
ГОСТ Р 50571.17-2000 (МЭК 60364-4-482-82)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 Требования по обеспечению безопасности Глава 48 Выбор мер защиты в зависимости от внешних условий. Раздел 482 Защита от пожара
ГОСТ Р 50571.18-2000 (МЭК 60364-4-442-	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4

93)	ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ Глава 44 Защита от перенапряжений Раздел 442 Защита электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1кВ
ГОСТ Р 50571.19-2000 (МЭК 60364-4-443-95)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 4 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ Глава 44 Защита от перенапряжений Раздел 443 Защита электроустановок от грозовых и коммутационных перенапряжений
ГОСТ Р 50571.21-2000 (МЭК 60364-5-548-96)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 5 ВЫБОР И МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ Раздел 548 Заземляющие устройства и системы уравнивания электрических потенциалов в электроустановках, содержащих оборудование обработки информации
ГОСТ Р 50571.22-2000 (МЭК 60364-7-707-84)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 707 Заземление оборудования обработки информации
ГОСТ Р 50571.23-2000 (МЭК 60364-7-704-89)	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ Раздел 704 Электроустановки строительных площадок
ГОСТ Р 50571.24-2000	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 5 ВЫБОР И МОНТАЖ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ Глава 51 Общие требования
ГОСТ Р 50571.25-2001	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Часть 7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМ. Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми полами и поверхностями
ГОСТ Р МЭК 449-96	ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗДАНИЙ. Диапазоны напряжения
ГОСТ Р 51628-2000	ЩИТКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ. Общие технические условия
ГОСТ Р 51778-2001	ЩИТКИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. Общие технические условия
ГОСТ Р 50030.1-2000 (МЭК 60947-1-99)	АППАРАТУРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НИЗКОВОЛЬТНАЯ. Часть 1. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51853-2001	ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПЕРЕНОСНЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Общие технические условия
ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898-95)	АППАРАТУРА МАЛОГАБАРИТНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ. Автоматические выключатели для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения
ГОСТ Р 50807-95 (МЭК 755-83)	УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНЫЕ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ (ОСТАТОЧНЫМ) ТОКОМ. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ Р 50462-92 (МЭК 446-89)	ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОВОДНИКОВ ПО ЦВЕТАМ ИЛИ ЦИФРОВЫМ ОБОЗНАЧЕНИЯМ
ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89)	СТЕПЕНИ ЗАЩИТЫ, ОБЕСПЕЧИВАЕМЫЕ ОБОЛОЧКАМИ. (Код IP)
ГОСТ 6570-96	СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ ИНДУКЦИОННЫЕ. Общие технические условия
ГОСТ 30206-94 (МЭК 687-92)	СТАТИЧЕСКИЕ СЧЕТЧИКИ ВАТТ-ЧАСОВ АКТИВНОЙ ЭНЕРГИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (КЛАССЫ ТОЧНОСТИ 0,2 S И 0,5 S)
ГОСТ Р 8.563-96	ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. Методики выполнения измерений
ГОСТ 2.114-95	ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. Технические условия
ГОСТ 2.702-75	ЕДИНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. Правила выполнения электрических схем

Приложение 2

Выбор системы электроснабжения потребителей

Приложение 3

**Составление перечня электроприемников, используемых в
помещениях**

Приложение 4

**Выбор схемы построения распределительных щитов (квартирных и
этажных щитков)**

Приложение 5

Выбор принципиальной схемы вводов во ВРУ

Параметры кабелей и трансформаторов

Таблица Пб.1

Удельное сопротивление (прямой последовательности кабелей с алюминиевыми жилами при температуре проводников 65°C, мОм/м

Сечение жил, мм ²		Г _{уд}	Х _{уд}	
фазных	нулевой		трехжильный кабель	четырёхжильный кабель
3x4	2,5	9,610	0,092	0,098
3x6	4	6,410	0,087	0,094
3x10	6	3,840	0,082	0,088
3x16	10	2,400	0,078	0,084
3x25	16	1,540	0,062	0,072
3x35	16	1,100	0,061	0,068
3x50	25	0,769	0,06	0,066
3x70	35	0,549	0,059	0,065
3x95	50	0,405	0,057	0,064
3x120	50	0,320	0,057	0,064
3x150	70	0,256	0,056	0,063
3x185	70	0,208	0,056	0,063
3x240	-	0,160	0,055	-

Примечание. Для кабелей с медными жилами приведенные в таблице значения активного сопротивления следует уменьшить в 1,7 раза.

Таблица Пб.2

Активное и индуктивное сопротивления, мОм, трансформаторов 6(10)/0,4 кВ

Мощность трансформатора, кВ·А	u _к , %	X _{1Г= X2Г}	X _{0Г}	Г _{1Г= Г2Г}	Г _{0Г}	Z _{Г(1)3}
Соединение обмоток «звезда/звезда с нулем»						
100	4,5	64,7	581,8	31,5	253,9	260,0
160	4,5	41,7	367,0	16,6	150,8	162,0
250	4,5	27,2	234,9	9,4	96,5	104,0
400	4,5	17,1	148,7	5,5	55,6	65,0
630	5,5	13,6	96,2	3,1	30,3	43,0
1000	5,5	8,5	60,6	2,0	19,1	27,0
1000	8,0	12,6	72,8	2,0	19,1	33,6
1600	5,5	4,9	37,8	1,3	11,9	16,6
Соединение обмоток «треугольник/звезда с нулем»						
100	4,5	66,0	66,0	36,3	36,3	75,3
160	4,5	43,0	43,0	19,3	19,3	47,0
250	4,5	27,0	27,0	10,7	10,7	30,0
400	4,5	17,0	17,0	5,9	5,9	18,7
630	5,5	13,5	13,5	3,4	3,4	14,0
1000	5,5	8,6	8,6	2,0	2,0	9,0
1000	8,0	12,7	12,7	1,9	1,9	12,8
1600	5,5	5,4	5,4	1,1	1,1	5,7

Комплектные трансформаторные подстанции



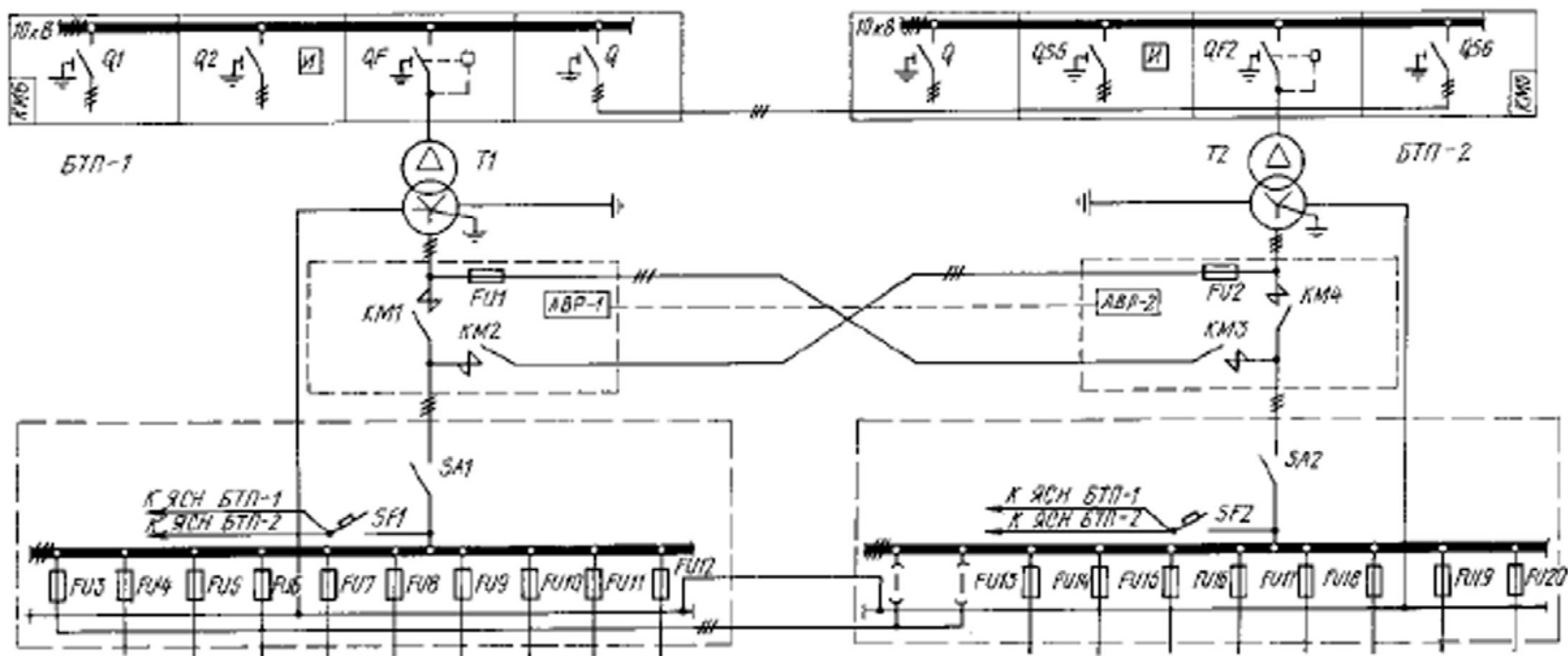


Рис.П7.2. Электрическая принципиальная схема 2БКТП 1000

Изготовитель: ЗАО "ЭЗОИС"

Расчетные кривые для нахождения токов короткого замыкания в цепях 0,4 кВ

Расчетные кривые для нахождения токов к. з. в сети 0,4 кВ

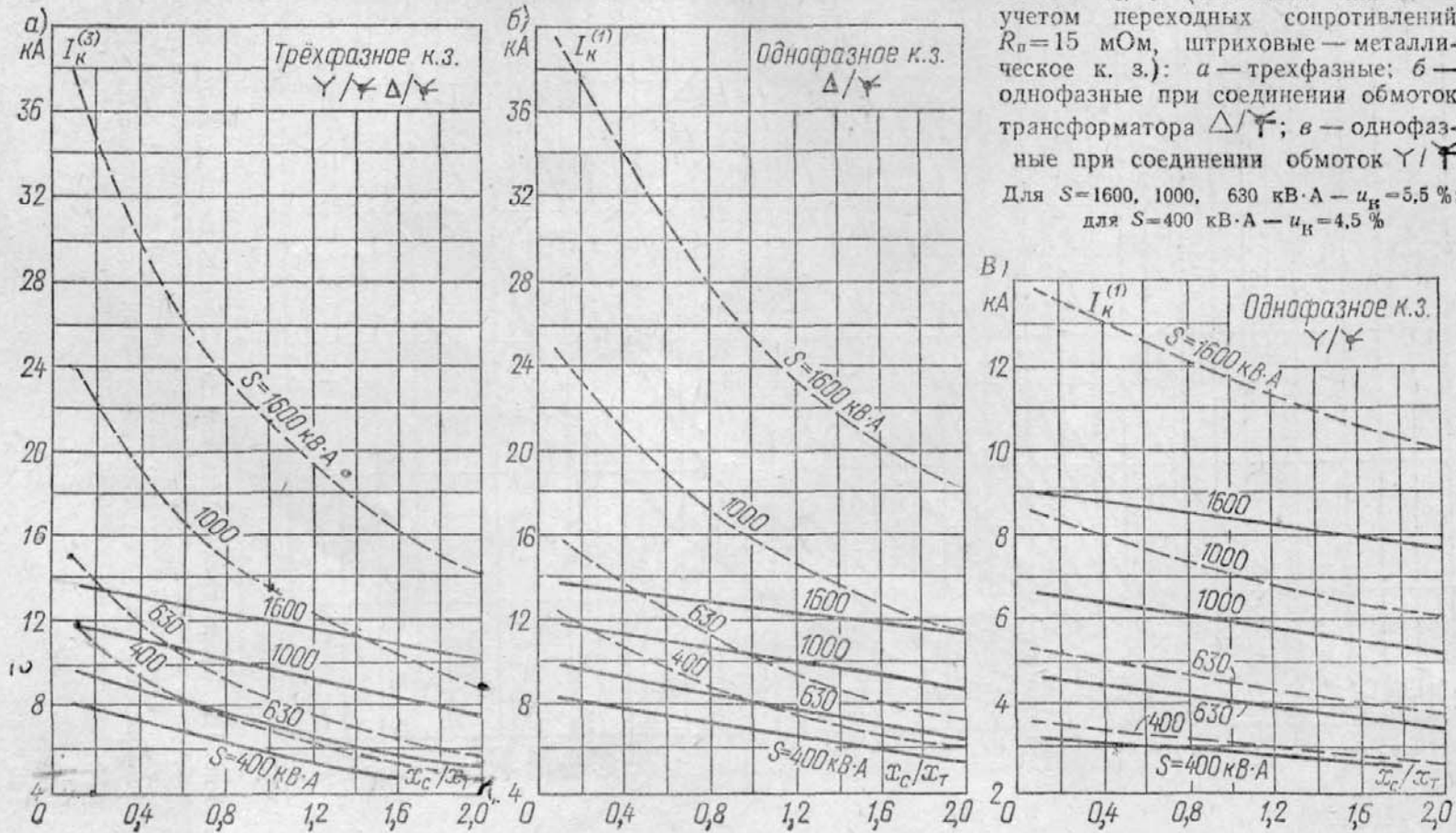


Рис. П8 Токи к. з. на выводах 0,4 кВ трансформаторов различной мощности (кВ·А) в зависимости от соотношения x_c/x_T (сплошные линии — с учетом переходных сопротивлений $R_n=15 \text{ мОм}$, штриховые — металлическое к. з.): а — трехфазные; б — однофазные при соединении обмоток трансформатора Δ/Υ ; в — однофазные при соединении обмоток Υ/Υ

Условия эксплуатации аппаратов

Пример поиска в системе iElectro автоматических выключателей по заданным техническим параметрам

Уточнить

Торговая марка:

Серия автомата:

Номинальный ток автомата, А:

Число полюсов:
 не важно 2p+N
 1p 3p
 1p+N 3p+N
 2p 4p

Тип защитной характеристики:

Номинальная коммутационная способность, кА:

Назначение автоматов:
 не важно
 Жилые и административные помещения
 Защита кабелей и проводов
 Защита людей
 Защита трансформаторов
 Защита цепей
 Защита электродвигателей
 Защита электроустановок
 Квартирные
 Линии электропередачи
 Метрополитен
 Питание освещения
 Промышленность
 Сельскохозяйственные сооружения

Номинальный отключающий дифференциальный ток, мА:

Регион производства:
 не важно
 Ближнее зарубежье
 Дальнее зарубежье
 Россия
 Украина

ВСЕ

. 1

 (300116)  **Автоматический выключатель ВА47-63 С16 2р**
 Выключатели автоматические > Автоматические выключатели общего применения > до 63 А > Серии ВА47

Серия автомата : ВА47
 Число полюсов : 2р
 Номинальная коммутационная способность, кА : 4,5

Номинальный ток автомата, А : 16
 Тип защитной характеристики : C
 Назначение автоматов : Защита цепей

. 2

 (308345)  **Автоматический выключатель ВА66-29-24 С16**
 Выключатели автоматические > Автоматические выключатели общего применения > до 63 А > Серии ВА66

Серия автомата : ВА66
 Число полюсов : 2р
 Номинальная коммутационная способность, кА : 4,5

Номинальный ток автомата, А : 16
 Тип защитной характеристики : C
 Назначение автоматов : Жилые и административные помещения

. 3

 (303703)  **Автоматический выключатель ВА77-29 С16 2р**
 Выключатели автоматические > Автоматические выключатели общего применения > до 63 А > Серии ВА77

Серия автомата : ВА77
 Число полюсов : 2р
 Номинальная коммутационная способность, кА : 4,5

Номинальный ток автомата, А : 16
 Тип защитной характеристики : C
 Назначение автоматов : Жилые и административные помещения

. 4

 (303782)  **Автоматический выключатель ВА77-31 С16 2р**
 Выключатели автоматические > Автоматические выключатели общего применения > до 63 А > Серии ВА77

Q1;Q4;QS1

Таблица П10.1

Тип выбранного АВ	Номинальный ток АВ, А	Число полюсов	Тип защитной характеристики	Номинальная коммутационная способность, кА	Примечание
5SX5 232-7	32	2р	C	4,5	
E92E C32	32	2р	C	4,5	
MY232 C32 2р	32	2р	C	4,5	
S232R C32 2р	32	2р	C	4,5	
SH202L C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA-101-2/32-C ДЭК	32	2р	C	4,5	
BA-104-2/32-C ДЭК	32	2р	C	4,5	
BA47-29 C32 2р	32	2р	C	4,5	✓
BA47-29M C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA47-63 C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA77-29 C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA77-31 C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA80-29 C32 2р	32	2р	C	4,5	
BA92-29 C32 2р	32	2р	C	4,5	
BM40-2XC32	32	2р	C	4,5	

Q2

Таблица П10.2

Тип выбранного АВ	Номинальный ток АВ, А	Число полюсов	Тип защитной характеристики	Номинальная коммутационная способность, кА	Примечание
BA47-63 C16 2р	16	2р	C	3	✓
E92N C16	16	2р	C	3	
BA23-29C2200 16	16	2р	C	3	
BA23-29C2300 16	16	2р	C	3	
BA45-29-C16-2	16	2р	C	3	
BA60-26-24-20 C16	16	2р	C	3	
BA61F29 C16 2р	16	2р	C	3	
BA76-29 C16 2р	16	2р	C	3	

Q3

Таблица П10.3

Тип выбранного АВ	Номинальный ток АВ, А	Число полюсов	Тип защитной характеристики	Номинальная коммутационная способность, кА	Примечание
E92N C25	25	2р	C	3	
BA60-26-24-20 C25	25	2р	C	3	
BA45-29-C25-2	25	2р	C	3	✓
BA61F29 C25 2р	25	2р	C	3	
BA76-29 C25 2р	25	2р	C	3	

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Пример поиска в системе iElectro УЗО по заданным техническим параметрам

Пример поиска в системе iElectro выключателей по заданным техническим параметрам

Торговая марка:

Назначение электроустановочных изделий:
 не важно
 Общее
 Информационное
 Компьютер
 Радио
 Телевидение
 Телефон

Тип электроустановочного изделия:
 не важно
 Блок
 Выключатель
 Розетка

Серия электроустановочного изделия:

Тип установки:
 не важно
 Скрытый
 Открытый

Номинальный ток, А:

Исполнение:


Наличие дополнительных элементов:
 не важно
 Заземляющий контакт
 Защитная крышка
 Защитная шторка
 Защитный контакт
 Подсветка
 Отсутствуют

Цвет изделия:


Регион производства:
 не важно
 Ближнее зарубежье
 Дальнее зарубежье
 Россия
 Украина

Поместить в блокнот

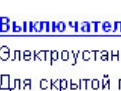
Выбор : Все Только выделенное

1  **Выключатель 1 кл. Альпийский белый Подсветка**
ABB
Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Для скрытой проводки > Серии Reflex SI/SI Linear
(301714)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Тип электроустановочного изделия : Выключатель
Серия электроустановочного изделия : Reflex SI/SI Linear
Тип установки : Скрытый
Номинальный ток, А : 6
Исполнение : 1-ное
Наличие дополнительных элементов : Подсветка
Цвет изделия : Белый

2  **Выключатель 1 кл. Альпийский белый Подсветка**
ABB
Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Для скрытой проводки > Серии Reflex SI/SI Linear
(301715)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Тип электроустановочного изделия : Выключатель
Серия электроустановочного изделия : Reflex SI/SI Linear
Тип установки : Скрытый
Номинальный ток, А : 6
Исполнение : 1-ное
Наличие дополнительных элементов : Подсветка
Цвет изделия : Белый

3  **Выключатель 552019**
VI-KO
Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Для скрытой проводки > Серии Yasemin
(165466)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Тип электроустановочного изделия : Выключатель
Серия электроустановочного изделия : Yasemin
Тип установки : Скрытый
Номинальный ток, А : 6
Исполнение : 1-ное
Наличие дополнительных элементов : Подсветка
Цвет изделия : Белый

Торговая марка:

Назначение электроустановочных изделий:
 не важно
 Общее
 Информационное
 Компьютер
 Радио
 Телевидение
 Телефон

Тип электроустановочного изделия:
 не важно
 Блок
 Выключатель
 Розетка

Серия электроустановочного изделия:

Тип установки:
 не важно
 Скрытый
 Открытый

Номинальный ток, А:

Исполнение:

Наличие дополнительных элементов:
 не важно
 Заземляющий контакт
 Защитная крышка
 Защитная шторка
 Защитный контакт
 Подсветка
 Отсутствуют

Цвет изделия:

Регион производства:
 не важно
 Ближнее зарубежье
 Дальнее зарубежье
 Россия
 Украина

Выбор : **Все** Только выделенное

Поместить в блокнот

1 **Выключатель 552050 VI-KO**
 Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Для скрытой проводки > Серии Yasemin (165464)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
 Тип электроустановочного изделия : Выключатель
 Серия электроустановочного изделия : Yasemin
 Тип установки : Скрытый
 Номинальный ток, А : 6
 Исполнение : 2-ное
 Наличие дополнительных элементов : Подсветка
 Цвет изделия : Белый

2 **Выключатель 5WG1 222-2AB01 SIEMENS**
  Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Прочие > Серии Instabus > Для скрытой проводки (283341)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
 Тип электроустановочного изделия : Выключатель
 Серия электроустановочного изделия : 5WG
 Тип установки : Скрытый
 Номинальный ток, А : 6
 Исполнение : 2-ное
 Наличие дополнительных элементов : Подсветка
 Цвет изделия : Белый

3 **Выключатели Galea (7758 25) legrand®**
  Электроустановочные изделия > Выключатели и переключатели > Для скрытой проводки > Серии Galea (197527)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
 Тип электроустановочного изделия : Выключатель
 Серия электроустановочного изделия : Galea
 Тип установки : Скрытый
 Номинальный ток, А : 6
 Исполнение : 2-ное
 Наличие дополнительных элементов : Подсветка
 Цвет изделия : Белый

Пример поиска в системе iElectro розеток по заданным техническим параметрам

Торговая марка:

Назначение электроустановочных изделий:
 не важно
 Общее
 Информационное
 Компьютер
 Радио
 Телевидение
 Телефон

Тип электроустановочного изделия:
 не важно
 Блок
 Выключатель
 Розетка

Серия электроустановочного изделия:

Тип установки:
 не важно
 Скрытый
 Открытый

Номинальный ток, А:


Исполнение:

Наличие дополнительных элементов:
 не важно
 Заземляющий контакт
 Защитная крышка
 Защитная шторка
 Защитный контакт
 Подсветка
 Отсутствуют

Цвет изделия:

Регион производства:
 не важно
 Ближнее зарубежье
 Дальнее зарубежье
 Россия
 Украина

Поместить в блокнот Выбор : **Все** Только выделенное

1  **Розетка 10А Белая** **ABB**
Электроустановочные изделия > Устройства контактные некоммутирующие > Розетки > Для скрытой проводки > Серии Impuls (303876)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Серия электроустановочного изделия : Impuls
Номинальный ток, А : 10
Наличие дополнительных элементов : Отсутствуют

Тип электроустановочного изделия : Розетка
Тип установки : Скрытый
Исполнение : 1-ное
Цвет изделия : Белый

2  **Розетка GW 20 201** **GESS**
Электроустановочные изделия > Устройства контактные некоммутирующие > Розетки > Для скрытой проводки > Серии СИСТЕМ (312568)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Серия электроустановочного изделия : СИСТЕМ
Номинальный ток, А : 10
Наличие дополнительных элементов : Отсутствуют

Тип электроустановочного изделия : Розетка
Тип установки : Скрытый
Исполнение : 1-ное
Цвет изделия : Белый

3  **Розетка GW 20 203** **GESS**
Электроустановочные изделия > Устройства контактные некоммутирующие > Розетки > Для скрытой проводки > Серии СИСТЕМ (312570)

Назначение электроустановочных изделий : Общее
Серия электроустановочного изделия : СИСТЕМ
Номинальный ток, А : 10
Наличие дополнительных элементов : Отсутствуют

Тип электроустановочного изделия : Розетка
Тип установки : Скрытый
Исполнение : 1-ное
Цвет изделия : Белый

ПЕРЕЧЕНЬ
приборов учета электрической энергии, применяемых для коммерческого учета в
ОАО «Мосэнергосбыт» на 2007 год

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Приложение 15

Пример поиска в системе iElectro счетчиков электрической энергии
по заданным техническим параметрам

Приложение 16

Для предприятия при оформлении документов на присоединение мощности к электрической сети необходимо иметь:

1. Свидетельство о регистрации предприятия.
2. Договор аренды на помещение или право на собственность.
3. Свидетельство о постановке на учет в налоговой инспекции.
4. Копия устава.
5. План БТИ.

6. Справка об отсутствии задолженности по оплате за электроэнергию и копию квитанции последнего платежа.

Все документы должны быть заверены синей печатью организации, «копия верна», подпись директора.

При этом подается письмо-заявка в СП на выдачу разрешения.

Образец заявки в Московскую городскую электросетевую компанию приведен ниже.

Директору по реализации услуг
Ливинскому П.А.

ЗАЯВКА

На технологическое присоединение мощности к электрической сети
ОАО «Московская городская электросетевая компания»

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

Приложение 17

Метод измерения сопротивления изоляции пола и стен

Приложение 18

Измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль»

Приложение 19

Проверка работы УЗО

Приложение 20

Измерение сопротивления изоляции электроустановок

Типовой проект (техническое задание)

Организация-исполнитель проекта

Адрес:

Лицензия:

ПРОЕКТ

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КВАРТИРЫ

Заказчик:

Объект по адресу:

г. Москва

2008 г.

[Подробнее см. полную версию справочника>>](#)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Правила** устройства электроустановок. 7-е издание. М.: НЦ «ЭНАС», 2005.
2. **Рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации электроустановок зданий при применении устройств защитного отключения.** Составители: Н.Д. Душкин, В.К. Монаков, В.А. Старшинов. -М.:Издательство МЭИ, 2002.
3. **Акимов Е.Г., Коробков Ю.С., Савельев А.В., Соколов В.П., Чунихин А.А.** / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. Выбор электрических аппаратов для электропривода, электрического транспорта и электроснабжения промышленных предприятий. М.: Издательство МЭИ, 1990.
4. **Чунихин А.А., Акимов Е.Г., Коробков Ю.С., Соколов В.П., Савельев А.В.** / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. Выбор электрических аппаратов для промышленных установок. М.: Издательство МЭИ, 1990.
5. **Соколов В.П., Акимов Е.Г., Коробков Ю.С., Савельев А.В.** / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. Выбор электрических аппаратов для электротехнических промышленных устройств. М.: Издательство МЭИ, 1992.
6. **Чунихин А.А.** Электрические аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1988.
7. **Беляев А.В.** Выбор аппаратуры защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Л.: Энергоатомиздат, 1988.
8. **Рязанов И. Б., Леонов В.М., Коробков Ю.С.** Индуктивности проводных линий и их влияние на работу электрооборудования. М.: Издательство МЭИ, 1999.
9. **Электрические и электронные аппараты:** Учебник для вузов / под ред. Ю.К. Розанова. Изд. 2-е, испр. И доп.-М.: Издательство Информэлектро, 2001.
10. **Сайт** www.electric-house.ru
11. **Сайт** www.cebius.ru
12. **Сайт** www.energycenter.ru
13. **Сайт** www.trale.ru
14. **Сайт** www.korshunvm.ru
15. **Сайт** www.electroproj.ru
16. **Сайт** www.x-control.ru
17. **Сайт** www.art-dom.ru
18. **Сайт** noice.ru
19. **Сайт** www.obogrevaem.ru
20. **Сайт** www.obogrevkrovli.ru
21. **Сайт** www.teplo-prof.ru
22. **Сайт** www.teplokabel.ru
23. **Сайт** center-pol.ru

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последний опрос, который проводила система www.iElectro.ru в интернете показал, что на вопрос **какие проблемы возникают при подготовке и выполнении проектно-монтажных работ, связанных с электроснабжением зданий бытового, общественно-административного или промышленного назначения?** большинство пользователей отметили проблемы, связанные с информационным обеспечением (трудно выбрать и правильно подобрать изделия и оборудование для конкретного схемного решения). И это действительно реально отражает сложившееся состояние на информационном рынке электротехники.

Частично эти проблемы и призвано решить настоящее справочное пособие, которое имеет отличительную особенность: проблема выбора решается с использованием современной базы данных, которая ведется в интернете в режиме реального времени системой iElectro. Наличие старых и новых изделий, достаточно подробное их описание, сформированные в системе критерии выбора – все это дает возможность проводить выбор и проектирование, опираясь на большой массив достоверной информации.

Следующий шаг использования этой информации – это ее адаптирование к нуждам систем автоматизированного проектирования (САПР) и требованиям выполнения ценовых маркетинговых исследований.

Другой особенностью настоящего справочного пособия является его «приземление» к реальным нуждам пользователей, которые часто сталкиваются с проблемами электроснабжения на бытовом уровне. При ознакомлении с этим пособием Вы реально получаете инструмент, с помощью которого если и не сможете сами спроектировать и выбрать электрооборудование, то хотя бы будете понимать, как это делается, и что Вам предлагают сделать (и за какие средства).

Кроме того мы идем дальше. Методику выбора и проектирования электроустановок зданий мы реализуем в виде программного продукта широкого использования, разместив его в системе iElectro, и дав возможность пользователям рассчитать и выбрать требуемое изделие и оборудование, используя базу данных системы.

Тем самым, мы не только предоставляем возможность обучения пользователей, но и даем реальные практические советы и рекомендации по выбору и проектированию.

Планируется выпустить также локальный и сетевой варианты программы выбора и проектирования электрооборудования зданий, расширить набор объектов проектирования, увеличить расчетно-проектную часть (например, включить вопросы, связанные с выбором систем освещения помещений и зданий, систем кондиционирования, вентиляции и электрообогрева, выбор автономных источников питания, подбор инструментов для выполнения монтажных работ и многое другое).

Не оставим без внимания и вопросы, связанные с САПР и АСКУЭ (автоматизированную систему контроля и учета электроэнергии).

В рамках системы www.iHydro.ru планируется выпуск справочного пособия по выбору, проектированию и монтажу систем водоснабжения зданий.

Эти и другие работы будут возможны только при Вашей заинтересованности и внимании к нашим проектам.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Общие сведения.....	
1. Разработка проекта. Подготовка технического задания.....	
1.1. Предварительный выбор.....	
1.2. Выбор проводов и кабелей.....	
1.3. Расчет ожидаемого тока короткого замыкания.....	
2. Выбор изделий и оборудования.....	
2.1. Выбор автоматических выключателей.....	
2.2. Выбор устройств защитного отключения (УЗО).....	
2.3. Выбор электроустановочных изделий (выключателей и розеток).....	
2.4. Выбор счетчиков электрической энергии.....	
2.5. Выбор щитового оборудования.....	
2.6. Выбор кабель-каналов.....	
2.7. Выбор монтажных коробок и клеммников.....	
2.8. Выбор корпусов, оболочек и крепежных изделий. Пример проектирования квартирного щитка.....	
3. Электромонтажные работы.....	
4. Специальные схемотехнические решения.....	
4.1. Интеллектуальная система «умный дом».....	
4.2. Система «теплый пол».....	
4.3. Система обогрева кровли, труб, открытых площадок.....	
5. Разрешающие и присоединительные работы.....	
5.1. Согласование проекта электроснабжения.....	
5.2. Приемно-сдаточные испытания.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Нормативные документы.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Выбор системы электроснабжения потребителей.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Составление перечня электроприемников, используемых в помещениях.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Выбор схемы построения распределительных щитов (квартирных и этажных щитков).....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Выбор принципиальной схемы вводов во ВРУ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Параметры кабелей и трансформаторов.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Комплектные трансформаторные подстанции.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Расчетные кривые для нахождения токов короткого замыкания в цепях 0,4 кВ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Условия эксплуатации аппаратов.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 10. Пример поиска в системе iElectro автоматических выключателей по заданным техническим параметрам.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 11. Пример поиска в системе iElectro УЗО по заданным техническим параметрам.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 12. Пример поиска в системе iElectro выключателей по заданным техническим параметрам.....	

ПРИЛОЖЕНИЕ 13. Пример поиска в системе iElectro розеток по заданным техническим параметрам.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 14. ПЕРЕЧЕНЬ приборов учета электрической энергии, применяемых для коммерческого учета в ОАО «Мосэнергосбыт» на 2007 год....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 15. Пример поиска в системе iElectro счетчиков электрической энергии по заданным техническим параметрам.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 16. ЗАЯВКА на технологическое присоединение мощности к электрической сети.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 17. Метод измерения сопротивления изоляции пола и стен.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 18. Измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль».....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 19. Проверка работы УЗО.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 20. Измерение сопротивления изоляции электроустановок.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 21. Типовой проект (техническое задание).....	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	