

### Качество в большом масштабе



### Интегрированная система управления и контроля

Целью интегрированной системы управления и контроля компании Phoenix Contact является объединение всех требований, предъявляемых к продукции, технологическим процессам и организации производства.

Требования законов, предписаний, международных стандартов и наших заказчиков выполняются на всех этапах жизненного цикла продукции, а в некоторых случаях характеристики изделий даже превышают уровень этих требований.

Такие параметры, как качество, защита окружающей среды и безопасность труда, интегрированные в систему контроля и управления производством компании Phoenix Contact, каждый год проверяются на соответствие стандартам независимыми и признанными во всем мире институтами. Полученные нами сертификаты соответствия международным стандартам ISO 9001, ISO 14001 и BS OHSAS 18001 - прямой результат политики предприятия, направленной на максимально полное удовлетворение потребностей наших клиентов и сотрудников, а также требований в отношении окружающей среды. Сертификаты служат основой при создании инновационной продукции со всемирно известным высоким стандартом качества Phoenix Contact и являются гарантом защиты окружающей среды и обеспечения охраны труда. И, разумеется, мы постоянно учитываем выходящие за эти рамки требования норм и международных стандартов, как и особые пожелания заказчиков.

Такая система мер обеспечивает успех группы Phoenix Contact, предлагающей на рынке качественную продукцию и услуги.

### Маркировка CE

Использование маркировки CE является важным фактором свободного распространения товаров и услуг в пределах всего европейского рынка. Отмечая свои изделия маркировкой CE, производитель подтверждает их соответствие всем применимым директивам Европейского союза. Директивы ЕС опи-

сывают относящиеся к эксплуатационной безопасности характеристики изделия, соответствие которым позволяет предупредить возникновение опасных ситуаций. Директивы являются обязательными к исполнению нормативными актами Европейского союза, т.е. **соответствие продукции требованиям директив является законным основанием для ее распространения на рынке ЕС.**

На продукцию нашей компании в настоящее время распространяется действие следующих директив:

– 2006/95/EC

Электрическое оборудование, предназначенное для эксплуатации в определенных диапазонах напряжений (Директива по низковольтному оборудованию),

– 2004/108/EC

Электромагнитная совместимость (Директива по ЭМС),

– 2006/42/EC

Безопасность машин (Директива по машинам),

– 94/9/EG

Оборудование и системы защиты для эксплуатации во взрывоопасных зонах. Директива ATEX 100a,

– 1999/5/EC

Радиоборудование и телекоммуникационное оборудование (R&TTE).

Стандарты, положенные в основу вышеописанных директив, уже долгое время применяются нами при разработке продукции, благодаря чему обеспечивается ее полное соответствие требованиям европейских директив. Номера директив отражают состояние на момент сдачи в печать. В случае изменения директив и/или стандартов наши изделия своевременно подвергаются повторной проверке на соответствие, вслед за чем составляется новое заявление о соответствии. Актуальные заявления для соответствующих изделий можно также найти на нашем сайте в центре загрузок.

Среди вышеупомянутых европейских директив особое положение занимает директива по электромагнитной совместимости.

Имея обязательную силу, она определяет электромагнитную совместимость как фундаментальную характеристику устройств. Таким образом, европейское законодательство признает значение электромагнитной совместимости в качестве существенной предпосылки для безаварийной работы устройств и систем. Компания Phoenix Contact является лидером на мировом рынке систем защиты от импульсных перенапряжений и обладает обширными знаниями и опытом в области защиты от электромагнитного воздействия. Этот огромный опыт и знания, приобретенные за долгие годы разработки и внедрения промышленных интерфейсных и коммуникационных систем, привели к появлению продукции, отвечаю-

щей самым жестким стандартам качества в отношении электромагнитной совместимости. Для передачи разработанных ноу-хау другим компаниям мы основали дочернюю фирму Phoenix Testlab. Phoenix Testlab GmbH - это независимое, аккредитованное предприятие сервисного обслуживания, предлагающее проведение испытаний на электромагнитную совместимость в соответствии с европейскими стандартами. В лаборатории Phoenix Testlab устройства проверяются на электрическую безопасность и механическую прочность, а также исследуется изменение их характеристик в зависимости от условий окружающей среды. Кроме того, Phoenix Testlab является уполномоченной организацией согласно директиве по ЭМС 2004/108/EC и директиве R&TTE 1999/5/EC в отношении радиоборудования и конечных телекоммуникационных устройств. Являясь институтом по сертификации систем Testcom (Telecom Certification Body), Phoenix Testlab может выдавать на эту продукцию сертификаты, имеющие силу на рынках США, Канады и Японии.

### Стандарты и предписания

При разработке и усовершенствовании продукции мы берем за основу действующие стандарты и предписания.

В процессе взаимного согласования между странами и появления новых данных международных стандартов подвергаются непрерывному изменению. Поэтому мы постоянно отслеживаем актуальное состояние относящихся к нашей продукции стандартов и размещаем соответствующую информацию на сайте [www.phoenixcontact.de](http://www.phoenixcontact.de).

### Информационная онлайн-служба

Ассортимент продукции компании Phoenix Contact непрерывно расширяется.

Кроме того, вся продукция проходит постоянный контроль с внесением соответствующих конструкционных и других усовершенствований.

Интернет представляет собой идеальную платформу для быстрого информирования рынка об инновациях и улучшении продукции.

На сайте [www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com) можно найти ссылку для быстрого перехода на сайт компании Phoenix Contact для вашей страны. На интернет-страницах Вы можете ознакомиться с обзором продукции, решений и услуг, предлагаемых Phoenix Contact в настоящий момент. На сайте находится и техническая документация: таблицы характеристик, инструкции, новейшие версии драйверов, демонстрационное программное обеспечение и контактная информация представителей компании.

### Указание:

Компания оставляет за собой право на внесение технических изменений.

## Сечение проводников

В технических описаниях приведены данные по соединительной способности для соединителей и клемм для печатного монтажа. Соединительная способность представляет собой сечение присоединяемого жесткого (одно- или многопроволочного) или гибкого (тонкопроволочного) проводника. Кроме того, указывается диапазон поперечных сечений для использования с кабельными наконечниками (гильзами). Дополнительно обозначается диапазон, для которого допускается одновременное

подсоединение двух жестких или гибких проводников.

К клеммам для печатных плат и соединителям Phoenix Contact в любом случае возможно подсоединение неподготовленных медных проводников. Специальная обработка или использование кабельных наконечников не требуются. Выражение "специальная подготовка" охватывает лужение отдельных жил проводника, применение кабельных наконечников, загибание колец и т.д., однако не охватывает выпрямление проводника перед его вводом в клемму

или скручивание многопроволочного проводника с целью его укрепления.

Если для предотвращения расплетания гибкого кабеля применяются кабельные наконечники, то расчетное сечение необходимо снизить на одну ступень. Пайка проводника не допускается (совместная пайка всех жил одного проводника).

Для обжима кабельных наконечников (гильз) рекомендуется использовать инструмент серии Crimpfox, поставляемый компанией Phoenix Contact.

### Конструкция и размеры подсоединяемых проводов и кабелей

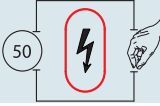

Поперечное сечение [мм²]	однопроволочные		многопроволочные		тонкопроволочные		Налибр AWG	Стандарт American Wire Gauge [AWG]					
	Диаметр Макс.	количество проволок	Диаметр Макс.	количество проволок (миним.)	Диаметр Макс.	количество проволок (ориентировочно)		однопров. проводник [круговые мили]	[мм²]	[Ø мм]	многопроволочн. проводник [круговые мили]	[мм²]	
0,2	0,5	1	-	-	-	-	24	0,51	404	0,21	-	-	-
0,5	0,9	1	1,1	7	1,1	16	20	0,81	1022	0,52	0,97	1111	0,56
0,75	1,0	1	1,2	7	1,3	24	18	1,02	1620	0,82	1,16	1600	0,82
1	1,2	1	1,4	7	1,5	32	(17)	1,15	2050	1,04			
-	-	-	-	-	-	-	16	1,29	2580	1,31	1,50	2580	1,32
1,5	1,5	1	1,7	7	1,8	30	(15)	1,45	3260	1,65			
-	-	-	-	-	-	-	14	1,63	4110	2,08	1,85	4100	2,09
2,5	1,9	1	2,2	7	2,3	50	(13)	1,83	5180	2,63			
-	-	-	-	-	-	-	12	2,05	6530	3,31	2,41	6500	3,32
4	2,4	1	2,7	7	2,9	56	(11)	2,30	8230	4,17			
-	-	-	-	-	-	-	10	2,59	10380	5,26	2,95	10530	5,37
6	2,9	1	3,3	7	3,9	84	(9)	2,91	13100	6,63			
-	-	-	-	-	-	-	8	3,26	16510	8,37	3,73	16625	8,48
10	3,7	1	4,2	7	5,1	80	(7)	3,67	20800	10,56	4,15	20820	10,55
-	-	-	-	-	-	-	6	4,12	26240	13,30	4,67	26250	13,39
16	4,6	1	5,3	7	6,3	126	(5)	4,62	33100	16,77	5,24	33100	16,77
-	-	-	-	-	-	-	4	5,19	41740	21,15	5,90	41650	21,24
25	-	-	6,6	7	7,8	196	3	5,83	52600	26,67	6,61	52630	26,67
35	-	-	7,9	7	9,2	276	2	6,54	66360	33,62	7,42	66150	33,74
-	-	-	-	-	-	-	1	7,35	83690	42,41	8,33	83706	42,69
50	-	-	9,1	19	11	396	0	8,25	105600	53,51	9,35	104640	53,36
70	-	-	11	19	13,1	360	00	9,27	133100	67,44	10,52	132300	67,47

### Степени защиты по DIN EN 60529




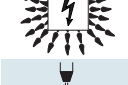
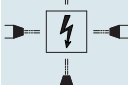

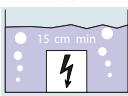
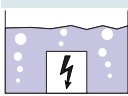
#### Определение:

Степень защиты IP (Ingress Protection) согласно DIN EN 60529 определяется двумя цифрами (например, IP54), значение которых объяснено в нижеследующей таблице.

### Степень защиты от доступа к опасным компонентам и от проникновения твердых посторонних предметов

Первая цифра	Краткое описание	Пример	Определение
0	Без защиты		
1	Защита от проникновения твердых посторонних предметов		Защищено от доступа к опасным частям тыльной стороной руки. Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 50 мм.
2	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром 12,5 мм и более		Защита от доступа к опасным частям пальцем. Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 12,5 мм.
3	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром 2,5 мм и более		Защита от доступа к опасным частям инструментом. Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 2,5 мм.
4	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром 1 мм и более		Защита от доступа к опасным частям проволокой. Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 1 мм.
5	Защита от пыли		Защита от доступа к опасным частям проволокой. Защита от проникновения пыли обеспечивается не полностью, но количество попадающей пыли не может помешать работе оборудования или повлиять на безопасность.
6	Пыленепроницаемо		Защита от доступа к опасным частям проволокой. Пыль не проникает.

### Степень защиты от проникновения влаги

Вторая цифра	Краткое описание	Пример	Определение
0	Без защиты		
1	Защита от капель воды		Вертикально падающие капли не оказывают никакого воздействия.
2	Защита от капель воды, падающих под углом не более 15° к вертикали		Вертикально падающие капли не оказывают никакого воздействия, если корпус наклонен не более чем на 15° к вертикали в любом направлении.
3	Защита от распыляемой воды		Брызги, распыляемые с любого направления под углом не более 60° к вертикали, не оказывают никакого вредного воздействия.
4	Защита от водяных брызг		Водяные брызги с любого направления не оказывают никакого вредного воздействия.
5	Защита от водяных струй		Струя воды с любого направления не оказывает никакого вредного воздействия.
6	Защита от сильных водяных струй		Сильная струя воды с любого направления, направленная на корпус, не оказывает никакого вредного воздействия.
7	Защита от проникновения влаги при кратковременном погружении в воду		При кратковременном погружении в воду при обычном давлении возможно проникновение влаги внутрь оболочки, но в количестве, не способном оказать какое-либо вредное воздействие.
8	Защита от проникновения влаги при длительном погружении в воду		При длительном погружении в воду при условиях, согласованных между производителем и потребителем, возможно проникновение влаги внутрь оболочки, но в количестве, не способном оказать какое-либо вредное воздействие.
9K	Защита от проникновения влаги при чистке водой под давлением или струей пара		Струя воды под высоким давлением с любого направления не оказывает никакого вредного воздействия. (например, IP69K по DIN 40050, часть 9)

Для обеспечения безопасности электрооборудование должно защищаться от внешних воздействий. Эту функцию выполняет корпус, который предотвращает контакт с токоведущими частями и защищает оборудование от попадания внутрь твердых предметов, пыли или влаги.

В следующей таблице вы найдете возможные сочетания степеней защиты согласно DIN EN 60529, которые на практике применяются к корпусам.

		Защита от проникновения влаги	Нет защиты	Защита от вертикально падающих капель	Защита от капель воды, падающих под углом не более 15° к вертикали.	Защита от дождевых капель со всех направлений, падающих под углом не более 60° к вертикали.	Защита от водяных брызг со всех направлений	Защита от струи воды с любого направления	Защита от сильной струи воды с любого направления	Защита от проникновения воды при кратковременном погружении	Защита от проникновения воды при длительном погружении	Защита от проникновения влаги при чистке водой под давлением или струей пара (DIN 40050-9)
Защита от прикосновения	Защита от проникновения посторонних предметов	IP0x	IPx0	IPx1	IPx2	IPx3	IPx4	IPx5	IPx6	IPx7	IPx8	IPx9K
Без защиты от прикосновения	Без защиты от проникновения твердых посторонних предметов	IP0x	IP00									
Защита от прикосновения тыльной стороной кисти	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 50 мм	IP1x	IP10	IP11	IP12							
Защита от прикосновения пальцами	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 12,5 мм	IP2x	IP20	IP21	IP22	IP23						
Защита от прикосновения инструментом, проволокой и прочими предметами диаметром > 2,5 мм	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 2,5 мм	IP3x	IP30	IP31	IP32	IP33						
Защита от прикосновения инструментом, проволокой и прочими предметами диаметром > 1 мм	Защита от проникновения твердых посторонних предметов диаметром > 1,5 мм	IP4x	IP40	IP41	IP42	IP43	IP44					
Защита от прикосновения инструментом, проволокой и прочими предметами диаметром > 1 мм	Защита от скапливания пыли внутри корпуса	IP5x	IP50				IP54	IP55				
Защита от прикосновения инструментом, проволокой и прочими предметами диаметром > 1 мм	Пыль не проникает.	IP6x	IP60					IP65	IP66	IP67	IP68	IP69K

Поставляемые изоляционные корпуса изготавливаются из различных термопластических материалов. Подходящая пластмасса подбирается в зависимости от предъявляемых требований к электрическим и механическим свойствам.

Все пластмассы, используемые компанией Phoenix Contact, соответствуют RoHS.

Все пластмассы, используемые компанией PhoenixContact, сертифицированы для США лабораторией UL (Underwriters Laboratories Inc.).

### Влияние температуры окружающей среды на изделия из термопластов

При длительном воздействии температуры наступает процесс термического старения пластмассы, вызывающий изменение как электрических, так и механических свойств материала. Дополнительные внешние факторы, например, излучение, механическое, электрическое и химическое воздействие, еще больше усиливают этот эффект. Все характеристики, указанные в таблице, получены при испытании образцов и, следовательно, могут использоваться для сравнения пластмасс между собой. При изготовлении деталей из пластмассы качественные показатели можно определять только с определенной погрешностью и конструктор должен использовать эти данные только с учетом всех обстоятельств. В качестве критерия оценки термостойкости в данном каталоге приведен электрический индекс RTI согласно UL746B.

### Изоляционные материалы

#### Полиамид: PA и PA-GF

Даже при повышенной температуре этот материал прекрасно сохраняет электрические, механические и химические свойства. При использовании стабилизаторов теплового старения полиамид способен выдерживать кратковременный нагрев до 200 °С. Благодаря содержанию воды пластмасса сохраняет упругость и пластичность даже при низких температурах.

Армирование стекловолокном придает полиамиду дополнительную жесткость и твердость и одновременно повышает температурную стойкость материала.

#### Полиамид для применения в условиях высоких температур: PA HT и PA-GF HT

Для сквозного печатного монтажа применяются специальные неупрочненные или упрочненные стекловолокном поли-

амиды, стойкие к воздействию высоких температур. Данные полиамиды сочетают прекрасные электрические свойства с требованием к термостойкости при сквозном печатном монтаже методом оплавления припоя.

#### Жидкокристаллические полимеры: LCP GF

Жидкокристаллические полимеры (LCP) обладают всеми свойствами, необходимыми при пайке оплавлением припоя: высокая термическая стабильность, прекрасная стабильность формы и высокая устойчивость к ползучести. LCP обладают замечательными механическими свойствами в широком диапазоне температур и очень низким коэффициентом теплового расширения.

#### Полиэфир: PBT и PBT-GF

В тех случаях, когда необходима высокая прочность и стабильность формы изделия, применяются термопластичные полиэфиры - как неусиленные, так и усиленные стекловолокном.

Этот материал хорошо выдерживает высокие температуры, отличается повышенной механической прочностью и твердостью, а также отличается хорошей ударной прочностью. PBT совершенно не поглощает влагу из окружающей среды. Поэтому PBT прекрасно подходит для изготовления клемм, которые припаиваются к печатным платам.

#### Поликарбонат: PC

Поликарбонат объединяет в себе множество качеств, например, жесткость, ударопрочность, прозрачность, стабильность формы, хорошие изоляционные свойства и термостойкость.

Аморфный материал накапливает влагу в очень незначительных количествах и хорошо подходит для производства, например, больших корпусов электронных устройств, т.е. применяется в тех случаях, когда необходима высокая стабильность формы изделия.

Из прозрачного поликарбоната изготавливаются крышки и держатели маркировки.

#### Акрилнитрилутиадиенстирол: ABS

ABS применяется при изготовлении изделий, требующих наряду с высокой механической прочностью и жесткостью, также стойкости к ударным нагрузкам. Данный материал, помимо прочего, отличается особо высоким качеством поверхности и высокой твердостью.

Поверхность изделий из ABS можно металлизировать, например, покрывать никелем.

#### Поливинилхлорид: ПВХ

В отличие от других термопластических материалов поливинилхлорид обрабатывается в экструдерах в порошкообразном состоянии. Мы производим из ПВХ различные тянутые профили. ПВХ является самозатухающим материалом, обладает высокой механической прочностью, но чувствителен к надрезам.

#### Полиоксиметилен: POM

Полиоксиметилен представляет собой технический материал, сочетающий высокую жесткость, механическую прочность, хорошую упругость, высокую вязкость, стабильность размеров и необыкновенно низкий коэффициент трения скольжения.

#### Полиэтилен: PE

Полиэтилен отличается хорошей химической стойкостью и хорошими электроизоляционными свойствами. PE можно подвергать любым видам термопластической обработки. PE также обладает прекрасной вязкостью даже при низких температурах и хорошими значениями удлинения при разрыве.

#### Полипропилен: PP

PP обладает высокой жесткостью, твердостью, прочностью и теплостойкостью, аналогичной теплостойкости PE. Но вязкость при низких температурах у PP незначительная.

#### Термопластический полиуретан: TPU и TPU-GF

TPU отличается хорошими электрическими свойствами, высокой упругостью в широком диапазоне температур и износостойкостью, кроме того, он приятен на ощупь. Термопластический полиуретан также отличается хорошей эластичностью и стойкостью к ударным нагрузкам при низких температурах.

TPU, усиленный стекловолокном, по сравнению с неусиленными материалами, обладает повышенной жесткостью и прочностью.

#### Сшитый этилен-пропилен-диеновый полимер с полипропиленом: EPDM-PP

EPDM-PP представляет собой смесь полипропилена (PP) и EPDM. EPDM-PP - это похожий на резину материал, кото-

рый можно подвергать термопластической обработке. EPDM-PP обладает высокой термостойкостью, низкой остаточной деформацией, хорошей износостойкостью и химической стойкостью.

**Акрилонитрил-бутадиен-стироловый каучук: NBR**

NBR представляет собой каучук с хорошей стойкостью к старению. Кроме того, он отличается хорошей износос-

тойкостью и низкой пластической текучестью. Эластичность ниже, чем у других каучуков.

**Фторсодержащий каучук: FPM**

FPM-каучуки отличаются очень высокой термостойкостью, но по сравнению с другими каучуками обладают неудовлетворительной стойкостью к воздействию низких температур.

**Хлор-бутадиеновые каучуки: CR**

CR-каучуки, по сравнению с другими каучуками, отличаются особенно хорошей озоностойкостью и стойкостью к атмосферным воздействиям.

Характеристики	Стандарт	Единица	PA	PA GF	PA HT	PA GF HT	PBT	PBT GF	LCP GF	PC	ABS	PBX	POM	PP	PE
RTI элентр.1)	UL 746B	°C	≥ 105	≥ 105	≥ 105	≥ 105	≥ 105	≥ 105	≥ 130	≥ 105	≥ 80	≥ 50	≥ 105	65	50
Минимальная температура (без механической нагрузки)		°C	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-15	-40	-40	-40
Диэлектрическая прочность	МЭК 60243-1/ DIN VDE 0303-21	кВ/см	600	400		> 200	400	400		> 300	850		850		
Стойкость к токам утечки СИ...	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1		600	400	≥ 250	225	600	225	175	175	600	600	600		
Стойкость к токам утечки СИ...M	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1		550	250			600	225		175	600	600	600		
Класс воспламеняемости	UL 94	HB – V0	V2, V0	HB, V0	V0	V0	V0	V0	V0	V2, V0		V0	HB	HB	HB
Тропино- и термистойкость			хорош	хорош			хорош			хорош					

1) В случае „3“ более высокие температуры допускаются, однако из-за усиления старения пластмассового материала и недостаточно высокой нагрузочной способности по току это не рекомендуется.

Характеристики	Стандарт	Единица	TPU	TPU GF	EPDM/PP
RTI элентр.	UL 746B	°C	50	50	100
Минимальная температура (без механической нагрузки)		°C	-40	-40	-40
Диэлектрическая прочность	МЭК 60243-1/ DIN VDE 0303-21	кВ/см	35	35	
Стойкость к токам утечки СИ...	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1		600	600	600
Стойкость к токам утечки СИ...M	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1		600		
Класс воспламеняемости	UL 94	HB – V0	V2	HB	HB
Химическая стойкость	См. таблицу химической стойкости				

Характеристики	Стандарт	Единица	NBR	FPM	CR
Рабочая температура		°C	£ 100	£ 200	£ 100
Минимальная температура (без механической нагрузки)		°C	-40	-25	-40
Диэлектрическая прочность	МЭК 60243-1/ DIN VDE 0303-21	кВ/см	Несущественная, так как изоляционные материалы		
Стойкость к токам утечки СИ...	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1				
Стойкость к токам утечки СИ...M	МЭК 60112/D IN VDE 0303-1				
Класс воспламеняемости	UL 94	HB – V0			

# Техническая информация

## Степени защиты, свойства пластмасс, допуски

Химические вещества	Пластмассы																	
	Концентрация, %	Температура, °С	PA 66 / PA 6	PA 66 GF	PA 46 GF	PC GF	POM	NBR	PP	EPDM	PBT	Полиуретан	Полиуретан, отвержденный излучением*	PВХ-Р (пластичный)	PE-LD	TPU	FPM (Viton)	CR (неопрен)
Ацетальдегид			0	0	0	-	0	-	-	0		+	+	+	0	0	-	0
Ацетон		20	+				+	-		+	0	0	0	-	-	-	-	0
Ацетат			+	+	+	0	0	-	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-
Ацетофенон			+	+	+	0	0	-	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-
Альдегиды			0	0	0	-	0	-	-	0		+	+	+	0	-	0	0
Муравьиная кислота			-	-	0	0	+	-	+	+	+	0	0	-	+	0	0	+
Амины			+	+	+	-	0	-	-	0	+	+	+	+	0	-	-	-
Спирты			0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Аммиак	10	20	+				+	0	+	+	+	+	+	0	+	0	-	+
Бензойный альдегид			0	0	0	-	0	-	-	0		+	+	+	0	0	-	0
Бензин		20	+	+	+	0	+	0	0	-	+	+	+	-	-	-	+	-
Бензол		50	+	+	+	+	0	-	0	-	+	0	0	-	0	-	0	-
Бензофенон		20	+	+	+	0	0	-	+	0	0	+	+	-	-	-	+	-
Борная кислота		100	20	0			0	+		+	+	0	0	0	+	+	+	+
Тормозная жидкость		100	+				+			+	+		-	0	+	-	-	-
Масляная кислота			-	-	0	0	+	0	+	+	+	0	0	+	+	-	0	0
Циклогексанон			+	+	+	0	0	-	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-
Дизельное топливо			+				+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-
Диэтиламин			+	+	+	-	0	-	-	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Диметиламин			+	+	+	-	0	-	-	0	+	+	+	+	0	-	-	-
Ледяная уксусная кислота		50	-	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Уксусная кислота		20	-	-	0	0	+	-	+	+	+	0	0	0	+	-	-	0
Сложные эфиры			+	+	+	0	-	-	-	0	+			-	+	-	-	-
Этанол			0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Простые эфиры			+	+	+	-	0	-	0	0	+	+	+	-	0	+	-	-
Жиры			+	+	+	+	+	+	0	0				0	+	-	+	0
Формальдегид			0	0	0	-	0	-	-	0		+	+	+	0	0	+	0
Трансмиссионное масло		100	+				+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-
Галогены (фтор, хлор, бром, йод)			-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Жидкость для гидросистем		20	+				0	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-
Раствор едкого кали			+	+	+	-	+	0	+		-	+	+	+	+	0	+	-
Неросин		20	+				+				+	+	+	-	0	-	-	-
Нетоны			+	+	+	0	0	-	+	0	0	+	+	-	-	-	-	-
Углеводороды, ациклические			+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	-	+	+	+	-
Углеводороды, ароматического ряда			+	+	+	-	0	-	0	0	0	+	+	-	-	-	+	-
Углеводороды, хлорированные			0	0	0	-	+	-	-	-	0	-	-	-	-	-	+	-
Углеводороды, ненасыщенно хлорированные			0	0	0	-	+	-	-	-	0	0	0	-	-	-	+	-
Горючие вещества			+	+	+	0	+	0	0	-	+	+	+	-	-	-	+	-
Щелочи, слабые			+	+	+	-	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0
Щелочи, сильные			0	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	0	0	-	-
Растворы неорганических солей			+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Машинное масло			+				+				+	+	+	0	+	-	+	-
Хлориды металлов			+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Сульфаты металлов			+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Нитраты металлов			+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Метанол			0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
Метиламин			+	+	+	-	0	-	0	+	+	+	+	+	+	0	0	-
Молочная кислота	10	20	+				+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Минеральное масло		120	+	+	+	0	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
Моторное масло			+	+	+	0	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
Раствор едкого натра	50	50	0	0	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	0	0	0
Нитробензол			0				0	-		0	+	-	-	-	0	+	0	-
Озон			0	0	0	-	0	-	+	+	+	0	0	+	+	0	+	-
Пропиловый спирт			0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Азотная кислота	30	20	-	0	-	0	-	-	+	0	0	0	0	-	+	-	+	-
Соляная кислота		20	-				-	0	+	0	0	-	-	-	+	0	+	0
Серная кислота	50	50	-	0	-	0	-	-	+	+	-	0	0	+	+	0	+	-
Морская вода		20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Терпентин			0	0	0	+	-	+	-	-	+	0	0	-	-	-	+	-
Стойкость к УФ-излучению			+	+	+	0	0	-	-		+	+	+	0	0	+	+	+
Щелочные моющие средства	2	100	0				+	+		+	+	+	+	-	+	+	+	0
Вода (дистиллированная)		20												+				
Вода, холодная			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вода, горячая			-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	0	+	0
Лимонная кислота	10		+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- стойкость отсутствует  
0 умеренная стойкость  
+ хорошая стойкость

\*Предположительно, радиационносшитый полиуретан является более стойким по сравнению с несшитым. Определить и проверить это в каждом конкретном случае невозможно.

Данные, приведенные в таблице, получены от наших поставщиков пластмасс.

Если возможность применения какого-либо материала дополнительно зависит от конкретных условий эксплуатации, то указаны ориентировочные значения.

При отсутствии опыта применения материала рекомендуется провести предварительные испытания.

## Выбор изоляции для электрооборудования низковольтных систем

Расчеты воздушных путей и путей утечки проводятся согласно DIN EN 60664-1/ VDE 0110-1.

Эта часть является стандартом, основанным на МЭК 60664, и содержит предписания по выбору изоляции для электрооборудования низковольтных систем. Стандарт распространяется на оборудование, предназначенное для применения на высоте до 2000 м над уровнем моря. В первую очередь данный стандарт по безопасности должен использоваться техническими комитетами, но может применяться и под личную ответственность, если для используемого оборудования отсутствуют какие-либо предписания. В данном каталоге цитируются международные или европейские стандарты, содержащие предписания по выбору изоляции согласно DIN EN 60664/VDE 0110-1.

### Координация изоляции

Диэлектрические характеристики изоляции выбираются в соответствии с типом эксплуатации оборудования и параметрами окружающей среды. При этом применяются отдельные требования к воздушным зазорам, путям утечки и прочности изоляции. При расчете воздушных зазоров следует учитывать величину ожидаемых перенапряжений, параметры устройств защиты от импульсных перенапряжений и степень загрязненности места расположения устройства. Воздушные зазоры определяются для ожидаемых значений внешних и внутренних перенапряжений. Перенапряжения группируются по категориям. Числовое значение категории указывает на выдерживаемое импульсное перенапряжение и величину требуемого воздушного зазора. Категории перенапряжения (от I до IV), основанные прежде всего, на статистических данных, используются для электрооборудования, питающегося непосредственно от низковольтных цепей. Далее используются определения каждой категории, взятые из стандарта DIN EN 60664/VDE 0110-1.

Воздушные зазоры можно рассчитать по данным таблицы 2, в которой приведены минимальные значения для воздушных зазоров в зависимости от однородности поля (вариант А –

неоднородное поле, вариант В – однородное поле).

Оборудование с воздушными зазорами, указанными в варианте А, может при любых условиях выдерживать соответствующие импульсные напряжения, т.е. может применяться без последующей проверки. Значения, указанные в варианте В, соответствуют идеальным условиям. Промежуточные значения (между вариантами А и В) требуют проведения испытаний на импульсные напряжения.

При определении путей утечки необходимо учитывать рабочее напряжение, характеристики изоляционных материалов, степень загрязнения и меры, предпринимаемые для защиты от загрязнения.

Влияние загрязнения учитывается при определении воздушных зазоров и путей утечки вводом степеней загрязнения от 1 до 3.

Пути утечки определяются исходя из рабочего напряжения или номинального напряжения сети с учетом расчетного напряжения. Минимальные пути утечки приведены в таблице 4 для различных степеней загрязнения в зависимости от расчетного напряжения.

Если в технических описаниях изделий не содержатся никакие дополнительные указания, то для представленных в этом каталоге изделий все расчеты должны проводиться в соответствии с директивой DIN EN 60664-1/VDE 0110-1 для категории перенапряжения III и степени загрязнения 3.

### Категории перенапряжения I - IV

– Оборудование **категории перенапряжения IV** предназначено для подключения к клеммам комплектного устройства.

**Примечание:** например, счетчики электроэнергии и первичные устройства защиты от сверхтоков.

– Оборудование **категории перенапряжения III** предназначено для использования в стационарных электрических установках здания и в системах, к надежности и готовности которых предъявляются особые требования.

**Примечание:** например, автоматические выключатели и устройства промышленного назначения, находящиеся в длительном контакте со стационарными установками.

– Оборудование **категории перенапряжения II** – это оборудование, питающееся от стационарных установок здания.

**Примечание:** бытовые электроприборы, портативные

устройства и другое аналогичное оборудование.

– Оборудование **категории перенапряжения I** предназначено для подключения к цепям питания, в которых для ограничения перенапряжений используется минимально допустимый набор устройств защиты.

### Степени загрязнения 1 - 4

Для определения воздушных зазоров и путей утечки, используются следующие четыре степени загрязнения места расположения оборудования:

#### – Степень загрязнения 1

Нет загрязнения, либо присутствуют только сухие непроводящие вещества, не оказывающие никакого влияния на работоспособность оборудования.

#### – Степень загрязнения 2

Загрязнение только непроводящими веществами. Допускается кратковременное возникновение проводимости при выпадении конденсата.

#### – Степень загрязнения 3

Загрязнение токопроводящими веществами, либо загрязнение сухими непроводящими веществами, которые становятся проводящими при выпадении конденсата.

#### – Степень загрязнения 4

Возникновение ситуации, при которой в течение длительного времени возможно проведение электричества, например, в результате высокой влажности, выпадения дождя или отложения пыли.

### Изоляционный материал

По DIN EN 60664/VDE0110-1 изоляционные материалы подразделяются на четыре группы согласно трекинг-индексам (CTI), которые указаны в МЭК 60112 в решении А. Четыре группы:

Изоляционные материалы группы I:  $600 \leq \text{CTI}$ ;

Изоляционные материалы группы II:  $400 \leq \text{CTI} < 600$ ;

Изоляционные материалы группы IIIa:  $175 \leq \text{CTI} < 400$ ;

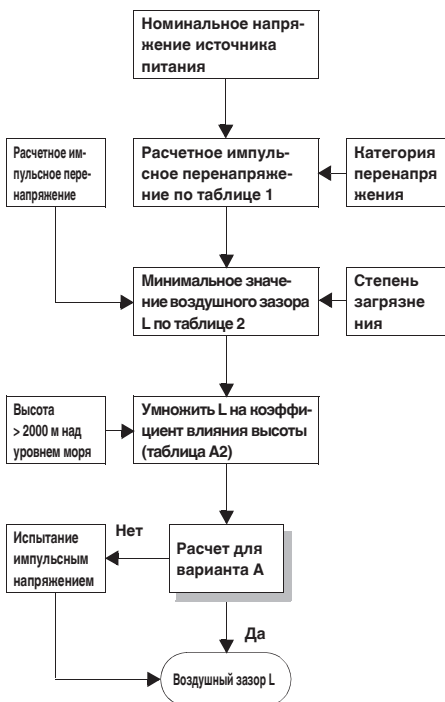
Изоляционные материалы группы IIIb:  $100 \leq \text{CTI} < 175$ .

Сравнительные крекинг-индексы определяются по DIN МЭК 60112 при испытании специально подготовленных образцов раствором А.

Контрольные крекинг-индексы (PTI) используются в качестве подтверждения параметров используемых изоляционных материалов относительно токов утечки.

### Расчет воздушных зазоров

#### Схема расчета величины воздушных зазоров



**Коэффициенты влияния высоты (выдержка из таблицы A.2)**

Высота, м	Нормальное давление воздуха	Множитель для зазоров
2000	80,0	1,00
3000	70,0	1,14
4000	62,0	1,29
5000	54,0	1,48
6000	47,0	1,70
7000	41,0	1,95
8000	35,5	2,25
9000	30,5	2,62
10000	26,5	3,02
15000	12,0	6,67
20000	5,5	14,50

### Расчетные импульсные перенапряжения для оборудования, питающегося непосредственно от низковольтной сети (выдержка из таблицы 1)

Номинальное напряжение сети питания 1) (сеть по МЭК 60038 3) [V]		Фазное напряжение изменяется от номинального напряжения переменного или постоянного тока до [В]	Расчетное импульсное перенапряжение 2) Категория перенапряжения 4)			
трехфазное	однофазное		I	II	III	IV
	от 120 до 240	50	330	500	800	1500
		100	500	800	1500	2500
230/400		150	800	1500	2500	4000
277/480		300	1500	2500	4000	6000
400/690		600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000

- 1) При использовании низковольтных сетей, напряжение которых отличается от стандартных значений, см. приложение В.
- 2) Оборудование, для которого допустимы данные расчетные импульсные перенапряжения, следует использовать в системах, соответствующих требованиям МЭК 60364-4-443.
- 3) Наклонная черта "/" обозначает трехфазную 4-проводную систему. Нижнее значение соответствует фазному напряжению, верхнее - линейному напряжению. Если указано только одно значение, то оно относится к трехфазной 3-проводной системе и обозначает линейное напряжение.
- 4) Расшифровка категорий перенапряжения приведена в 2.2.2.1.1.

### Минимальные воздушные зазоры для расчета перенапряжений (выдержка)

Рекомендуемое импульсное перенапряжение 1) 5)	Условие А неоднородное поле (см. 1.3.15)			Условие В неоднородное поле (см. 1.3.14)		
	Степень загрязнения 6)			Степень загрязнения 6)		
	1 [мм]	2 [мм]	3 [мм]	1 [мм]	2 [мм]	3 [мм]
0,33 <sup>2)</sup>	0,01			0,01		
0,40	0,02			0,02		
0,5 <sup>2)</sup>	0,04	0,2 <sup>3)</sup> 4)		0,04	0,2 <sup>3)</sup> 4)	
0,60	0,06			0,06		
0,80 <sup>2)</sup>	0,10		0,8 <sup>4)</sup>	0,10		0,8 <sup>4)</sup>
1,0	0,15			0,15		
1,2	0,25	0,25		0,2		
1,5 <sup>2)</sup>	0,5	0,5		0,3	0,3	
2,0	1,0	1,0	1,0	0,45	0,45	
2,5 <sup>2)</sup>	1,5	1,5	1,5	0,6	0,6	
3,0	2,0	2,0	2,0	0,8	0,8	
4,0 <sup>2)</sup>	3	3	3	1,2	1,2	1,2
5,0	4	4	4	1,5	1,5	1,5
6,0 <sup>2)</sup>	5,5	5,5	5,5	2	2	2
8,0 <sup>2)</sup>	8	8	8	3	3	3
10	11	11	11	3,5	3,5	3,5
12 <sup>2)</sup>	14	14	14	4,5	4,5	4,5
15	18	18	18	5,5	5,5	5,5
20	25	25	25	8	8	8
25	33	33	33	10	10	10
30	40	40	40	12,5	12,5	12,5
40	60	60	60	17	17	17
50	75	75	75	22	22	22
60	90	90	90	27	27	27
80	130	130	130	35	35	35
100	170	170	170	45	45	45

- 1) Это напряжение – для функциональной изоляции: максимальное значение воздушного пути для ожидаемого импульсного напряжения – для основной изоляции, подверженной непосредственному влиянию переходных импульсных перенапряжений низковольтной сети; расчетное импульсное напряжение для оборудования; – максимальное импульсное напряжение, которое может возникнуть в цепи;
- 2) Рекомендуемые значения
- 3) Для печатных плат действуют значения при степени загрязнения 1, указанные в таблице 4, при этом значения должны быть не менее 0,04 мм.
- 4) Минимальные воздушные зазоры при степенях загрязнения 2 и 3 рассчитываются в зависимости от путей утечки с учетом возможного их уменьшения из-за влажности
- 5) Для устройств и электрических цепей внутри оборудования, на которые могут повлиять импульсные перенапряжения, данные значения можно интерполировать.
- 6) Расстояние для степени загрязнения 4 такие же, как и при степени загрязнения 3, за исключением того, что минимальный воздушный зазор должен составлять 1,6 мм.

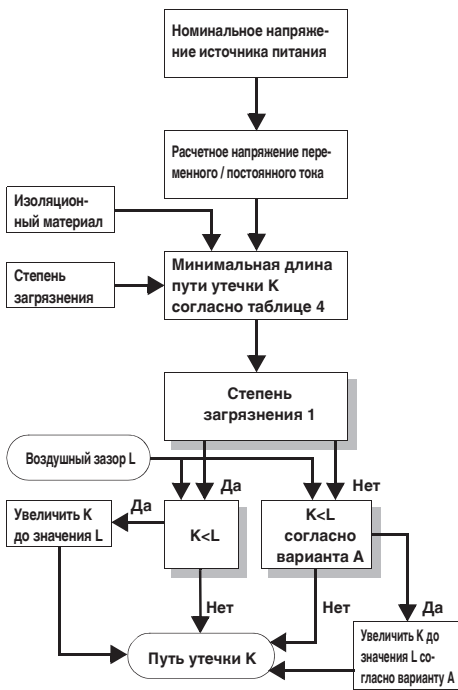
**Допустимая нагрузка по току**  
Стандарт МЭК 60947-7-1/EN 60947-7-1/DIN VDE06111 определяет испытательные токи для сечений проводников, указанных в таблице. Испытательные токи приводятся для каждого компонента вместе с сечениями.

### Испытательные токи согласно МЭК 60947-7-1 / EN 60947-7-1, таблица 5

Расчетное сечение	[мм <sup>2</sup> ]	0,2	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16
Испытательный	[А]	4	6	9	13,5	17,5	24	32	41	57	76
Расчетное сечение	[мм <sup>2</sup> ]	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Испытательный	[А]	101	125	150	192	232	269	309	353	415	520

Определение путей утечки

Схема определения путей утечки



Однофазные 3- или 2-проводные системы переменного или постоянного тона (выдержка из таблицы 3а)

Номинальное напряжение источника питания (сети) *) [В]	Напряжения для таблицы 4	
	для изоляции фазы от фазы 1) Все системы [В]	для изоляции фазы от земли 1) 3-проводные системы с изолированной нейтралью [В]
12,5	12,5	-
24		
25	25	-
30	32	-
42		
48	50	-
50 **)		
60	63	-
30-60	63	32
100 **)	100	-
110	125	-
120		
150 **)	160	-
220	250	-
110-220	250	125
220-240		
300 **)	320	-
220-440	500	250
600 **)	630	-
480-960	1000	500
1000 **)	1000	-

1) Уровень изоляции между фазой и землей для незаземленных систем, или систем с заземленными открытыми проводящими частями, равен уровню изоляции между фазами, так как рабочее напряжение между любой фазой и землей на практике может достигать полного (линейного) напряжения между фазами. Причина этого в том, что фактическое напряжение относительно земли определяется активным сопротивлением изоляции и емкостным сопротивлением каждой фазы относительно земли; таким образом, низкое (допустимое) сопротивление изоляции одной из фаз создает "эффект земли" и увеличивает напряжение между двумя остальными фазами и землей до полного напряжения между фазами.

\*) Отношение между величинами напряжений указано в 2.2.1.

\*\*\*) Эти значения соответствуют значениям в таблице 1.

Трёхфазные 4- или 3-проводные системы (выдержка из таблицы 3б)

Номинальное напряжение источника питания (сети) *) [В]	Напряжения для таблицы 4		
	для изоляции фазы от фазы Все системы [В]	Изоляция фазы от земли Трёхфазные 4-проводные системы с заземленной нейтралью 2) [В]	3-фазные 3-проводные системы незаземленные 1) или с заземленной фазой [В]
60	63	32	63
110/120/127	125	80	125
150 **)	160	-	160
208	200	125	200
220/230/240	250	160	250
300 **)	320	-	320
380/400/415	400	250	400
440	500	250	400
480/500	500	320	500
575	630	400	630
600 **)	630	-	630
660/690	630	400	630
720/830	800	500	800
960	1000	630	1000
1000 **)	1000	-	1000

1) Уровень изоляции между фазой и землей для незаземленных систем, или систем с заземленными открытыми проводящими частями, равен уровню изоляции между фазами, так как рабочее напряжение между любой фазой и землей на практике может достигать полного (линейного) напряжения между фазами. Причина этого в том, что фактическое напряжение относительно земли определяется активным сопротивлением изоляции и емкостным сопротивлением каждой фазы относительно земли; таким образом, низкое (допустимое) сопротивление изоляции одной из фаз создает "эффект земли" и увеличивает напряжение между двумя остальными фазами и землей до полного напряжения между фазами.

2) Для оборудования, подключение которого к 3-фазной сети возможно и по 3-проводной и по 4-проводной схеме, с заземлением и без него, используйте только величины, указанные для 3-проводной схемы.

\*) Отношение между величинами напряжений указано в 2.2.1.

\*\*\*) Эти значения соответствуют значениям в таблице 1.

Пути утечки для предотвращения отказов оборудования после возникновения токов утечки (выдержка из таблицы 4)









































Напряжение 1) [В]	Минимальная длина пути утечки										
	Печатные платы		Степень загрязнения						1	3	
	Степень загрязнения		1			2			3		
Эффективное значение [В]	Все группы изоляционных материалов		Все группы изоляционных материалов			Группа изоляционных материалов			Группа изоляционных материалов		
	1	2	1	2	3	I	II	III 2)	I	II	III 2)
	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40	1,00	1,00	1,00		
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05		
16	0,025	0,04	0,10	0,45	0,45	0,45	1,10	1,10	1,10		
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,20	1,20	1,20		
25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	1,25		
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,30	1,30	1,30		
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,80	1,10	1,4	1,6	1,8		
50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,20	1,5	1,7	1,9		
63	0,040	0,63	0,20	0,63	0,90	1,25	1,6	1,8	2,0		
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1		
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,00	1,4	1,8	2,0	2,2		
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4		
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5		
200	0,40	0,63	0,42	1,00	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2		
250	0,56	1,00	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4,0		
320	0,75	1,60	0,75	1,60	2,2	3,2	4,0	4,5	5,0		
400	1,00	2,00	1,00	2,00	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3		
500	1,30	2,50	1,30	2,50	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0		
630	1,80	3,20	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9	10,0		
800	2,40	4,00	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11	12,5		
1000	3,20	5,00	3,2	5,0	7,1	10	12,5	14	16,0		
1250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20		
1600			5,6	8	11	16	20	22	25		
2000			7,5	10	14	20	25	28	32		
2500			10	12,5	18	25	32	36	40		
3200			12,5	16	22	32	40	45	50		
4000			16	20	28	40	50	56	63		
5000			20	25	36	50	63	71	80		
6300			25	32	45	63	80	90	100		
8000			32	40	56	80	100	110	125		
10000			40	50	71	100	125	140	160		

1) Это напряжение а) для функциональной изоляции б) для основной и дополнительной изоляции цепей, запитываемых непосредственно от сети низкого напряжения: напряжение, пересчитанное по таблицам 3а и 3б из номинального напряжения оборудования или номинального напряжения изоляции;

с) для основной и дополнительной изоляции систем, устройств и внутренних цепей, не запитываемых непосредственно от сети максимальное эффективное: значение напряжения в системе, устройстве или внутренней цепи, которое может возникнуть при расчетном напряжении и наиболее неблагоприятных внешних условиях.

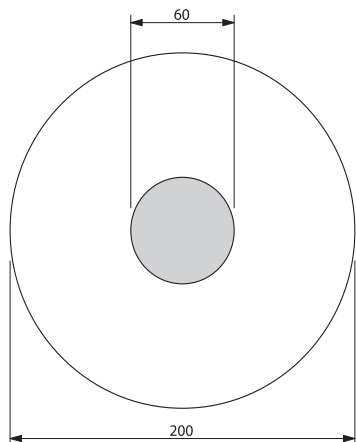
2) Материалы группы изоляции IIIb не рекомендуется применять при степени загрязнения 3 и напряжении свыше 630 В.

### Перечень органов сертификации и знаков безопасности

Национальные сертификационные учреждения и комиссии		Коды стран	Организации, сертифицирующие на взрывобезопасность X		Коды стран	Органы надзора за судами		Коды стран
	IECEE-CB Scheme	международные		FM Approvals	US		Bureau Veritas	FR
CCA	CENELEC Certification Agreement	EU		KEMA Quality B.V.	NL		Germanischer Lloyd AG	DE
	Canadian Standards Association (CSA)	CA		Physikalisch-Technische Bundesanstalt (орган метрологического надзора)	DE		Lloyd Register of Shipping	GB
 	Underwriters Laboratories Inc. (UL)	US		Société Nationale de Certification et d'Homologation	LU		Nippon Kaiji Kyokai	JP
 	Underwriters Laboratories Inc. (UL) - сертификация UL для Канады -	CA		VTT Technical Research Centre of Finland	FI		Det Norske Veritas	NO
 	Underwriters Laboratories Inc. (UL) общий знак - сертификация UL для США и Канады -	US CA		Nemko AS	NO		Polski Rejestr Statków	PL
	Elektromontaz	PL		TÜV Rheinland do Brasil Ltda.	BR		Российский морской регистр судоходства	RU
	INSIEME PER LA QUALITA'E LA SICUREZZA	IT	 	Underwriters Laboratories Inc. (UL)	US		Korean Register of Shipping	KR
	Государственный комитет по стандартизации (ГОСТ)	RU		FTZU - Fyzikalne technicky zkusebni ustav (CZ)	CZ		American Bureau of Shipping	US
	KEMA Nederland B.V.	NL						
	Österreichischer Verband für Elektrotechnik	AT						
	South African Bureau of Standards	ZA						
 	Eidgenössisches Starkstrominspektorat (ESTI) electrosuisse SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik	CH						
	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (VDE) - Одобрение чертежей - Отчеты и контроль изготовления	DE						
	Landesgewerbeanstalt Bayern	DE						
	Berufsgenossenschaft (BG) GS geprüfte Sicherheit	DE						
	TÜV Rheinland	DE						
	TÜV Nord	DE						

## Защита от прикосновения

защищено от прикосновения пальцами



защищено от прикосновения тыльной стороной кисти

**Пример: Зоны защиты для кнопки**

Правила предупреждения несчастных случаев BGV A2, изданные профессиональным союзом производителей высокоточных механических изделий и электротехники и содержащие требования по безопасности, предназначены для собственников электрических систем с целью способствовать предотвращению аварий и травм при эксплуатации электрического оборудования.

Этот документ устанавливает требования для безопасных расстояний от токоведущих (активных) компонентов при проведении ремонта, обслуживания, управления и других работ с низковольтными системами напряжением до 1000 В пер. тока или 1500 В пост. тока.

Выполнение работ над активными, т.е. опасными при прикосновении компонентами разрешается только после полного отключения электропитания. Работы вблизи активных компонентов разрешаются только в том случае, если они полностью обесточены и защищены от прямого прикосновения (§ 6). При осуществлении работ в непосредственной близости от активных компонентов должны быть выполнены следующие требования:

- полное отключение от сети питания на все время проведения работ,
- защита от прикосновения с помощью соответствующих крышек или ограждений или
- обеспечение минимально разрешенных расстояний до токоведущих частей (§7).

Для таких элементов, как кнопки, переключатели и ручки настройки, находящихся в непосредственной близости к опасным для прикосновения частям, введено понятие "кратковременное выполнение операций".

В стандарте VDE 0105-1 описывается "выполнение операций с частичной защитой от непосредственного соприкосновения".

Подробная информация о "кратковременном выполнении операций" приведена в стандарте DIN EN 50274. Здесь определяется, в какой мере необходимо обеспечить защиту от прикосновения к активным деталям вблизи элементов управления. В основу стандарта положено определение "защитной зоны при выполнении операций", в пределах которой пользователю разрешается обслуживать оборудование.

Важно, чтобы вокруг частей под напряжением существовала зона в форме огибающей кривой радиусом 30 мм, в пределах которой должна быть обеспечена **защита от прикосновения пальцем** к представляющим опасность токоведущими компонентам согласно требованиям МЭК 60529 / DIN VDE 0470-1 (испытательный палец).



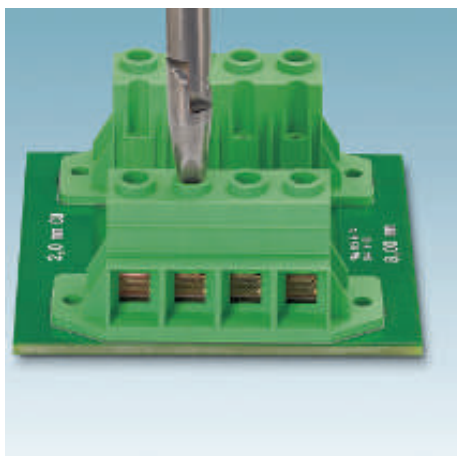
Для защиты от прикосновения тыльной стороной кисти вокруг обслуживаемого элемента выделяется "дополнительная область" радиусом до 100 мм.

**Защита от прикосновения тыльной стороной кисти** обеспечивается в том случае, если шар диаметром 50 мм под действием силы 50 Н не соприкасается с токоведущими компонентами электрического оборудования. Вне этой зоны какие-либо особые защитные меры не предусмотрены.

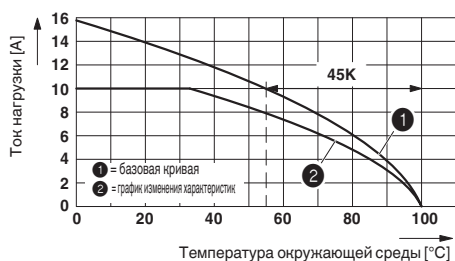
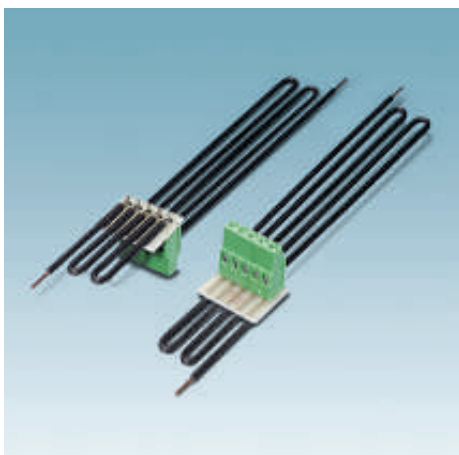
Примечание: Системы и оборудование, работающие под напряжением до 25 В пер. или 60 В пост. тока, считаются защищенными от непосредственного прикосновения.

Согласно BGV A 2 проверка условий эксплуатации системы перед первоначальным пуском может не проводиться, если компания получает соответствующее подтверждение от производителя или монтажной организации о том, что электрическая система или оборудование соответствуют требованиям BGV A 2. Это подтверждение относится к установке полностью подготовленных систем или оборудования и может быть выдано только производителем или монтажной организацией. Производитель электрического оборудования может выдать подтверждение только в отношении тех изделий, которые соответствуют текущим действующим нормам, относящимся к электротехническому оборудованию (документы приводятся в BGV A 2). Монтажная организация обязуется выбирать оборудование в соответствии с этими требованиями.

Компания Phoenix Contact поставляет широкий ассортимент изделий для электромонтажа, которые либо защищены от прикосновения, либо защищаются дополнительными крышками. Типы клемм и принадлежности подбираются в соответствии с приведенными выше критериями.



### Базовая и основная кривая изменения характеристик в зависимости от температуры



### Допустимая нагрузка по току

В технических характеристиках указывается расчетная сила тока, которая для определенной температуры окружающей среды и сечения проводника не приведет к нарушению работоспособности изделия или его тепловому повреждению. Под "температурой окружающей среды" здесь понимается температура воздуха, измеряемая в непосредственной близости от клеммы. При использовании клемм особенно следует учитывать наличие вблизи них источников тепла (например, компонентов с большим сопротивлением), которые могут нагревать клеммы посредством теплового излучения или теплопередачи через проводники.

Стандарт EN 60998-1 "Соединительные устройства низковольтных цепей приборов бытового и аналогичного назначения" ограничивает допустимый нагрев токоведущих частей клемм температурой 45 К. Принимая во внимание верхнее предельное значение температуры, которое всегда составляет 100 °С, из полученных значений получается кривая изменения характеристик в зависимости от температуры окружающей среды ("базовая кривая"). Приводимая в документации в соответствии с DIN EN 60512-5-2 кривая нагрузки по току показывает значения тока для соединителя, равные значениям базовой кривой, умноженным на понижающий коэффициент 0,8 (так называемая кривая изменения номинальных характеристик в зависимости от температуры). При определении допустимой нагрузки по току для клемм производства Phoenix Contact, устанавливаемых на печатные платы, может использоваться базовая кривая без поправки на температурный коэффициент.

Для получения кривой тока, относящейся к конкретной области применения, за основу берется кривая изменения характеристик в зависимости от температуры, количества полюсов и сечения проводников, полученная в процессе испытания.

### Моменты затяжки винтов клеммных зажимов

По аналогии с МЭК 60999-1 для клемм, устанавливаемых на печатные платы, и соединителей с винтовыми зажимами задан момент затяжки винтов, который обеспечивает надежное соединение проводника с клеммой. Необходимо также учитывать надежность крепления выводов под пайку и мест соединения с платой, которая не должна ухудшаться после монтажа.

### Защита от скручивания

К 2- и 3-полюсным клеммам часто прикладывается большой момент затяжки, который способен выдерживать не все выводы под пайку. В идеале, эти клеммы должны быть при подсоединении проводников зафиксированы (например удерживаться рукой или с помощью упоров). Если это невозможно, то для клемм большинства исполнений предлагаются штыри, препятствующие скручиванию.

### Выдержка из стандарта МЭК 60999, таблица 4

Приведены моменты затяжки согласно МЭК и рекомендуемые значения для клемм Phoenix Contact.

Резьба	Винты с прямым шлицем	
	Момент затяжки [Нм]	Рекомендуемые моменты затяжки [Нм]
M2,5 (M2,6)	0,4	0,4-0,5
M3	0,5	0,5-0,6
M3,5	0,8	0,8-1,0
M4	1,2	1,2-1,5

## Нагрузка по току печатных проводников

Безопасность и эффективность работы прибора зависит, главным образом, от нагрузочной способности по току проводников печатной платы. Сила тока зависит от ширины и толщины печатных проводников, от которых в свою очередь зависит величина выделяемого тепла, максимальная допустимая температура печатной платы и окружающей среды.

В МЭК 60326-3/DIN МЭК 60326-3 приведены кривые зависимости допустимой силы тока от размеров печатных проводников с учетом вышеназванных факторов. На приведенном трафике учитывается не только ширина, но и толщина печатных проводников. Распространенной является следующая толщина слоя печатных проводников: 35 мкм, 70 мкм и 105 мкм, при этом в промышленности, как правило, используется толщина 35 мкм или 70 мкм.

### Нормативные акты

Для изготовления печатных плат наиболее важными являются перечисленные ниже международные и национальные нормативные акты. Выдержки из этих актов приведены в соответствующих главах, тем не менее рекомендуется приобрести следующие основополагающие стандарты: МЭК 60664/МЭК 60664A/DIN VDE 0110-1

– Координация изоляции электрооборудования низковольтных систем; основные положения

МЭК 60664/МЭК 60664A/VDE 0110-2

– Координация изоляции электрооборудования низковольтных систем; расчет воздушных зазоров и путей утечки

МЭК 60097/EN 60097/DIN EN 60097

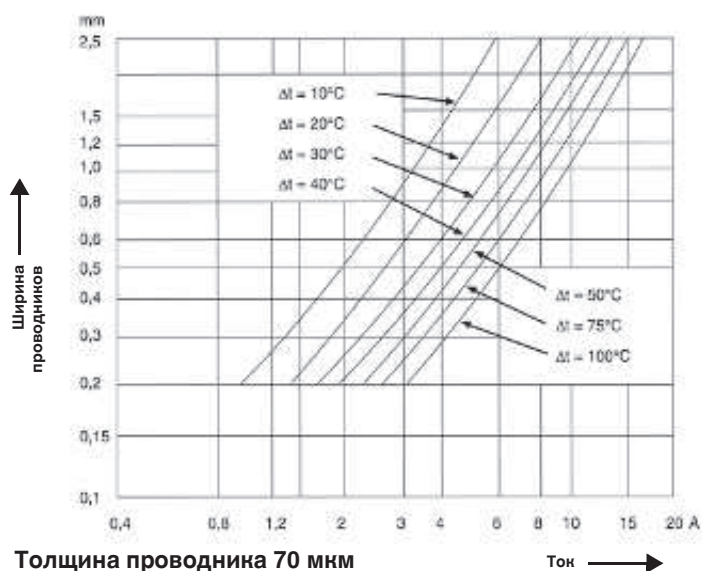
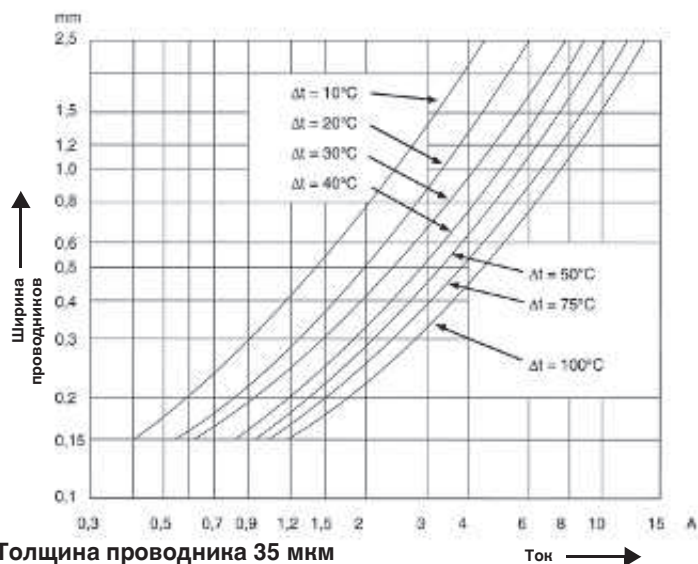
– Системы координатных сеток для печатных схем

МЭК 60249-1/EN 60249-1/DIN EN 60249-1

– Материалы оснований для печатных схем; часть 1: методы испытаний (и дополнительные правила)

МЭК 60326-3/DIN МЭК 60326-3

– Печатные платы; часть 3: конструирование и применение печатных плат



$\Delta t$  = нагревание печатной платы током