

# ESD. Мифы и реальность

**Поводом для написания этого материала стал анализ часто задаваемых вопросов и выявленных несоответствий при проведении аудитов предприятий за последние 10 лет. Статья рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся способами и средствами защиты от воздействий электростатических разрядов — Electrostatic discharge (ESD). Используя простые и доступные понятия, обратим внимание на некоторые заблуждения, а также практические рекомендации в области применения средств защиты от электростатических явлений, не вдаваясь в глубину физических явлений. Описание этих явлений представлено в огромном количестве статей, учебников, в отчетах по исследованиям и других источниках.**

**Николай Малиновский**

okp1@ostec-group.ru



**Рис. 1.**  
Обозначение локальной зоны, защищенной от воздействия ESD (электростатических разрядов)

ESD (электростатический разряд) существует на протяжении всей жизни Вселенной и планеты Земля. И этому разряду совершенно безразличен уровень наших познаний о нем — он просто воздействует на нас, на окружающие предметы и среду, приборы, машины и т.д. Еще наши далекие предки, сталкиваясь с катастрофическими последствиями воздействия ESD — с молниями, пытались найти способы защиты от них, не понимая сути явления. По мере развития цивилизации и особенно технического прогресса необходимость в защите от ESD становилась все более актуальной.

Один из характерных примеров из прошлого, где требовалось принять серьезные меры по защите от воздействия ESD, — производство пороха в больших объемах. Отсутствие знаний в области электростатических явлений приводило к катастрофическим последствиям. При перемещении больших объемов пороха накапливались огромные электростатические заряды, разряд которых рано или поздно приводил к детонации. Процесс изучения электростатических явлений и разработка средств и мероприятий по защите от их воздействия продолжают непрерывно, причем практически во всех областях деятельности человечества.

Несколько слов о некоторых заблуждениях в терминологии. Часто можно услышать в разговоре специалистов разного уровня или обнаружить в статьях, каталогах и других публикациях некорректные, чисто сленговые выражения типа «ESD-стандарты», «ESD-зона», «ESD-исполнение», «ESD-упаковка», «ESD-коврик» и т.п. История массового применения этого сленга в среде специалистов, работающих в области радиоэлектроники, уходит в 90-е годы прошлого столетия. Тогда коммерческие компании начали выводить на отечественный рынок современное оборудование, технологии, компоненты, в том числе всевозможные средства, приборы и материалы для организации рабочих зон, обеспечивающие защиту от электростатических разрядов — Electrostatic Protected Area (EPA).

Непрофессиональные переводы, невысокая техническая компетенция коммерсантов, плохое знание английского языка в сочетании с легко произносимой аббревиатурой ESD и породили сленговые выражения. В свою очередь, у определенного контингента возникла ассоциация, что ESD сокращенно означает антистатическую защиту.

Свою лепту внесла табличка (рис. 1), обозначающая локальную зону, защищенную от воздействия ESD (электростатических разрядов). Если не знать точно, что именно изображено на табличке, а только услышать комментарий, что перед вами антистатическая зона, можно предположить, что ESD и есть ее английская аббревиатура. Так электростатический разряд (ESD) превратился в антистатическую защиту (или еще в один сленг — антистатика).

Для внесения ясности в использование английской терминологии следует запомнить переводы наиболее часто встречающихся терминов:

- Electrostatic discharge (ESD) — электростатический разряд;
- Electrostatic Protected Area (EPA) — зона, защищенная от электростатического разряда;
- ESD-protected work area — рабочая зона, защищенная от электростатического разряда.



**Рис. 2.** Предупреждающие таблички, обозначающие границы зон, защищенных от электростатических разрядов

Примеры предупреждающих табличек, обозначающих границы зон, в которых приняты меры по защите от электростатических разрядов, приведены на рис. 2. В 2009 году был утвержден ГОСТ Р 5373.5.1-2009 (МЭК61340-5-1:2007) «Защита электронных устройств от электростатических явлений». В стандарте предлагаются варианты сокращений терминов:

- ЭСР — электростатический разряд;
- УЗЭ — участок, защищенный от электростатического разряда;
- ЭСР-координатор — лицо, отвечающее за все аспекты защиты от ЭСР;
- ЭСР-защита — защита от электростатического разряда;
- и т. д.

Несмотря на то, что вышеуказанный ГОСТ действует уже семь лет, предложенные в нем сокращения редко применяются при написании статей и тем более не употребляются в разговорной речи.

Существует множество заблуждений по поводу применения средств защиты от электростатических разрядов, вплоть до приписывания им свойств, которые они обеспечить не могут. Например, у заказчика задача — сортировать товар (не подверженный повреждениям электростатическими разрядами), упакованный в обычную полиэтиленовую пленку. Соответственно, перемещение больших объемов полиэтиленовой пленки способствует непрерывному образованию электростатических зарядов, величина которых может достигать сотен киловольт. Приближаясь на расстояние пробоя к предмету, имеющему такой заряд, человек каждый раз подвергается кратковременному, но весьма неприятному воздействию электрического тока, вызванного ЭСР. Это, естественно, создает очень дискомфортные условия работы.

Заказчик полагает, что, если он оснастит рабочие места антистатическими средствами, проблема решится. Однако это не так. В данной ситуации обычные антистатические средства (антистатические столы, коврики, браслеты, полы и т. д.) практически бесполезны. Если нет возможности применить полиэтилен с токопроводящими свойствами, то единственное, что можно предпринять для снижения напряжения разряда (менее чувствительного для человека), — обеспечить в помещении влажность не ниже 80%.

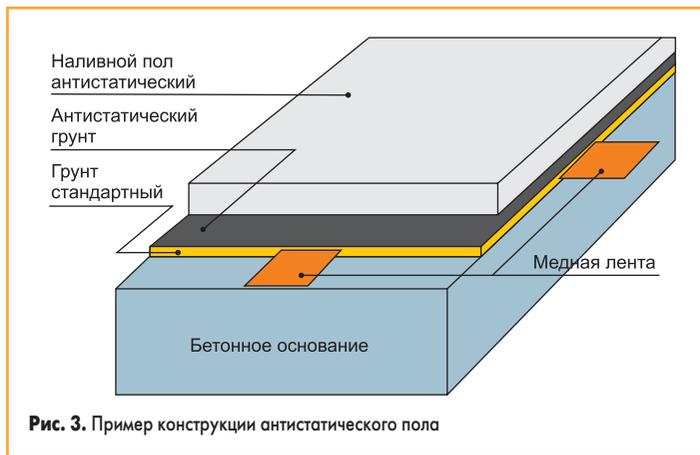
В стандартах, описывающих рекомендации по созданию зон, защищенных от воздействия электростатических разрядов, указывается, что в этих зонах не рекомендуется наличие диэлектриков. Если диэлектрики необходимы для выполнения технологических операций, следует принять дополнительные меры для уменьшения уровня заряда, образующегося на диэлектрике. Под диэлектриком в данном случае подразумеваются материалы с поверхностным сопротивлением свыше 100 ГОм. Какие-либо попытки снять заряд с данных диэлектриков контактным способом результатов не дают.

Единственный метод, позволяющий снизить величину заряда диэлектрика, — обеспечить ионизацию воздуха вокруг диэлектрика, то есть создать проводящую среду для непрерывного стекания постоянно образующегося заряда.

Сегодня многие заказчики слышаны о необходимости оснащения современных производственных участков предприятий радиоэлектроники средствами антистатической защиты. Однако немногие задумываются, для чего это требуется и как правильно организовать комплекс мероприятий, действительно обеспечивающих функционирование зон, защищенных от воздействия электростатических разрядов.

Правильно организованная производственная зона, защищенная от воздействия ЭСР, — это зона с предсказуемыми и контролируемыми параметрами, что позволяет точно прогнозировать уровень допустимых дефектов и избегать возникновения неожиданных производственных дефектов. В таких помещениях значительно проще поддерживать чистоту, поскольку имеющиеся в воздушной среде частицы не притягиваются антистатическими поверхностями, а удаляются вытяжными системами, что становится дополнительным, но немаловажным преимуществом.

Иногда руководство предприятия считает, что на производственных участках реализованы зоны антистатической защиты только потому, что они приобрели антистатическую мебель, укомплектовали рабочие места антистатическими аксессуарами и постелили на пол антистатический линолеум. Да, действительно, все эти предметы потребуются для оснащения антистатической зоны, однако для того, чтобы они выполняли возложенную на них функцию, их надо правильно под-



ключить, правильно эксплуатировать и постоянно контролировать параметры. Стандарты предполагают наличие в штате предприятия ЭСР-координатора, обладающего необходимой компетентностью и обеспечивающего соблюдение требований стандартов по защите от электростатических явлений. Именно он должен разработать комплекс мероприятий с учетом специфики конкретного производства, который должен соответствовать регламентам стандартов, в частности предусматривать проведение и регистрацию соответствующих постоянных и периодических измерений для подтверждения параметров зон антистатической защиты, регулярное обучение персонала.

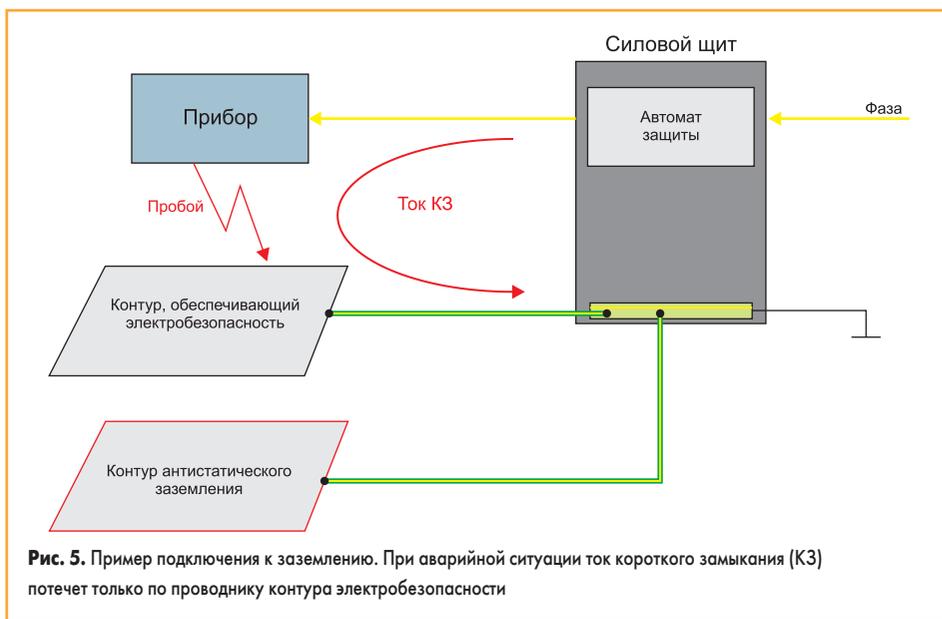
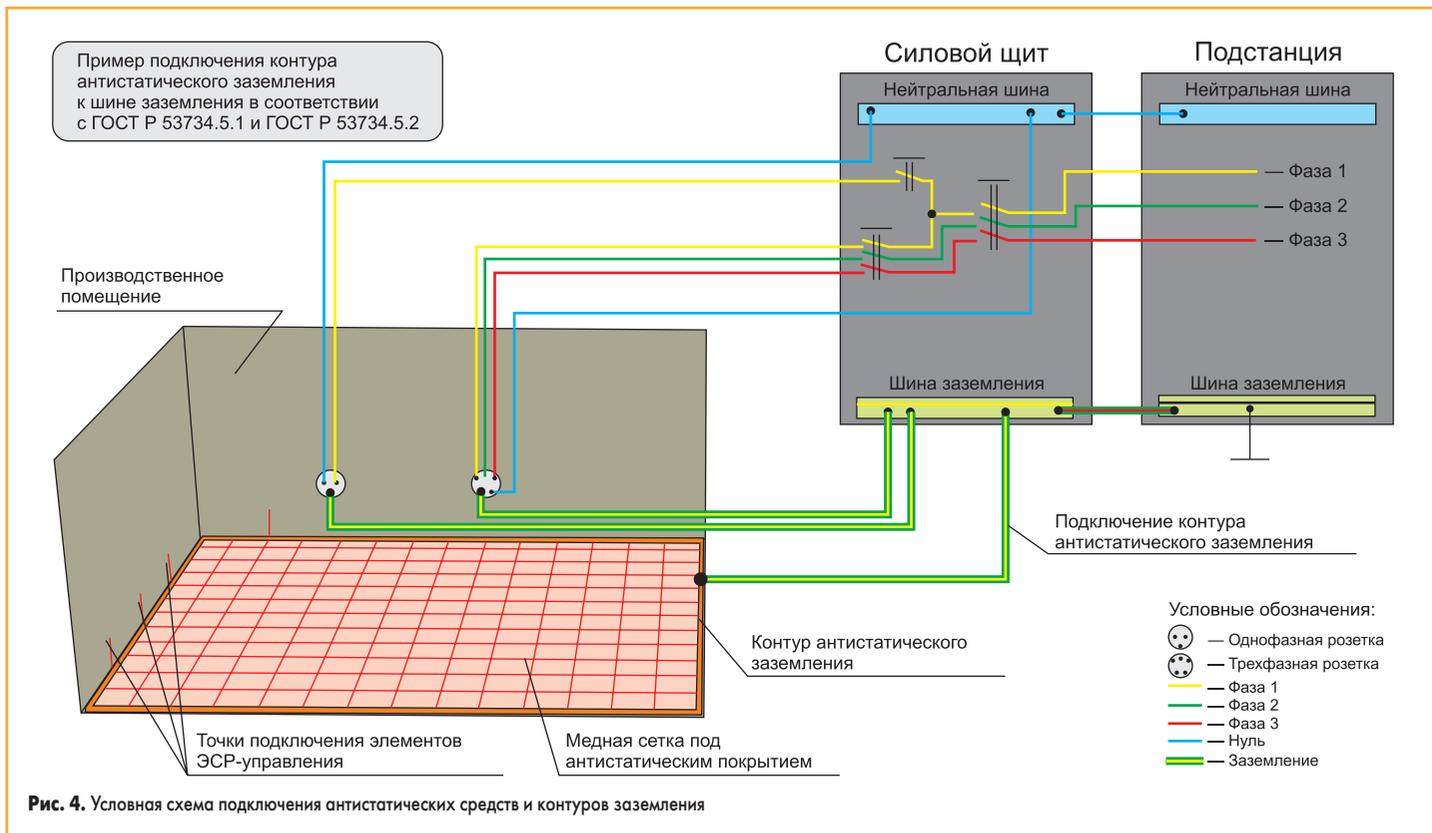
Остановимся на ошибках и заблуждениях, наиболее часто встречающихся при проектировании и организации зон, защищенных от ЭСР.

Основной объект, на котором постоянно образуется статический заряд, но который должен присутствовать на производственных участках, защищенных от воздействия ЭСР, — это человек. Потому большая часть мероприятий, антистатических материалов и аксессуаров предназначена для обеспечения непрерывного стекания постоянно формирующегося на производственном персонале электростатического заряда. Цель — не допустить накопления величины заряда выше допустимой и тем самым избежать возникновения ЭСР.

Выделяя производственный персонал как основной объект для снятия статического заряда, считаем, что об антистатических свойствах других предметов, которые попадают на УЗЭ, уже позаботились, например, производители электронных компонентов упаковали их в специальную антистатическую тару и т. п.

При проектировании производственных помещений, защищенных от воздействия ЭСР, следует исходить из того, что в них не должны присутствовать диэлектрики. Это означает, что материалы, применяемые для облицовочных работ стен и потолка, обладают антистатическими свойствами или как минимум не способствуют образованию статических зарядов. Отдельное внимание следует уделить устройству пола. Распространено заблуждение, что достаточно постелить линолеум с антистатическими свойствами или сделать наливной пол материалом с антистатическими свойствами — и защита выполнена. В действительности для обеспечения требуемых параметров антистатического пола этого недостаточно.

На рис. 3 показан пример требуемой конструкции антистатического пола. На грунтованное бетонное основание необходимо закрепить медную сетку, которая формируется лентами из медной фольги с шагом 1 м по всей площади помещения. От медной сетки по периметру помещения следует реализовать отводы, чтобы потом их подключить к установленным на стенах специальным колодкам, предназначенным для подсоединения антистатических средств. Отдельно нужно предусмотреть отвод для подключения медной сетки к шине заземления в силовом щите. И только после этого на токопроводящий клей можно уложить финишное покрытие в виде антистатических линолеума, плитки или сделать наливной пол. Наличие медной сетки под антистатическим покрытием обязательно. Именно она создает требуемое распределенное поверхностное сопротивление пола (в допустимых пределах), а также достаточную повторяемость величины сопротивления, измеренного в любой точке поверхности относительно заземления, что обеспечивает одинаковые параметры пола в любой точке.



После изготовления антистатических полов в обязательном порядке следует выполнить процедуру приемо-сдаточных измерений, чтоб убедиться, что полученный результат соответствует всем нормативам. Средства и методики измерений изложены в ГОСТ Р 53734.4.1-2010 «Электрическое сопротивление напольных покрытий и установленных полов».

Особое внимание следует уделить поиску решений, которые обеспечат выполнение требований стандартов, касающихся защиты электронных устройств от электростатических явлений в сочетании с регламентами по обеспечению электробезопасности. В некоторых случаях дополнительно приходится учитывать условия технологических процессов.

Один из часто задаваемых вопросов при создании зоны, защищенной от ЭСР: «Как правильно организовать контуры заземления для подключения антистатических средств и контуры заземления, предназначенные для обеспечения электробезопасности, и где они должны соединяться?» На рис. 4 приведена условная схема подключения. На что следует обратить внимание?

В пределах помещения (УЗЭ) не должно быть дополнительных соединений между контуром антистатического заземления и контуром заземления, обеспечивающим электробезопасность, — у них разное функциональное назначение. Токи, возникающие в одном из контуров, не должны протекать через другой. Это выполняется соединением

контуров только в одной точке — на шине заземления, расположенной в силовом щите или на подстанции. Соответственно, должны быть проложены отдельные проводники от контура антистатического заземления и контура заземления, обеспечивающего электробезопасность. При таком подключении в случае аварийной ситуации (например, произошел пробой фазы на корпус какого-либо прибора) ток короткого замыкания (КЗ) потечет только по проводнику контура заземления, обеспечивающего электробезопасность, как показано на рис. 5.

После ввода в эксплуатацию помещения или зоны, защищенной от ЭСР, необходимо уделить внимание мероприятиям, предусматривающим проведение постоянных и периодических проверок, описанных в ГОСТ Р 53734.5.2-2009 «Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению».

Комплекс этих мероприятий нужен для поддержания гарантированного текущего состояния заданных параметров зоны, защищенной от ЭСР. Правильно оснащенная зона еще не гарантирует ее правильное функционирование на протяжении всего срока эксплуатации.

Внешне исправные элементы антистатической защиты (соединительные шнуры, браслеты, разъемы, коврики и т. д.) могут оказаться неисправными по причине износа, повреждений и загрязнений.

Соблюдение всех указанных мероприятий способствует повышению уровня компетентности, ответственности и дисциплины персонала, что существенно влияет на снижение вероятности возникновения незапланированных и непредсказуемых производственных потерь.