



Всем известна поговорка про забивание гвоздей микроскопом. Чтобы приобретенные антистатические столы на вашем участке, защищенном от электростатических разрядов, использовались по назначению, необходимо весьма внимательно отнестись к вводу в работу и эксплуатации этого элемента системы ЭСР-защиты.

**Дмитрий ТРЕГУБОВ**  
Генеральный директор ООО «ESD Эксперт»  
dt@esd-expert.ru

## Особенности эксплуатации антистатической мебели

### Заземляющие провода

Антистатическую мебель, кроме свойств собственно самого покрытия, от обычной промышленной мебели отличают также идущие в комплекте заземляющие провода и приспособления для их заземления. В материале столешницы, полки, как правило, в дальнем углу предусмотрены отверстия для обеспечения контакта головки винта с заземляющим проводом. Здесь есть такая особенность – если в целях снижения себестоимости используется пластиковый винт, со временем он как бы усыхает, и площадь контакта с проводящим пластиком столешницы сокращается. Это приводит к увеличению сопротивления, а в особо запущенных случаях даже к потере гальванического соединения с заземлением. Некоторые смекалистые специалисты непосредственно перед аудитом смачивают это соединение спиртом или очистителем, однако это решение эффективно лишь на короткое время, и не может применяться персоналом, ответственно относящимся к проверкам на соответствие. То есть мебель антистатическая, а стекания заряда, неизбежно возникающего при трении двух разных материалов, не происходит. В этом случае при регулярной внутренней проверке может быть обнаружен выход параметра – сопротивления относительно точки заземления – за установленный стандартами предел в 1000 МОм. Во избежание подобных происшествий разумнее выбирать такую мебель, в

комплекте которой идет заземляющий столешницы винт, выполненный из металла. Винт должен быть снабжен гайкой, при плотной затяжке которой при сборке мы достигаем надежного контакта (рис. 1).

Следующая часто встречающаяся ошибка – соединение одним заземляющим проводом столешницы и полки без подключения к общей точке заземления. Конечно, в этом случае нивелируется разность потенциалов между вышеупомянутыми поверхностями, однако по сравнению, например, со стулом или покрытием пола такая разность может возникнуть.

Иногда в конструкции стула для достижения контакта между материалом спинки и проводящими колесами применяется отдельный заземляющий провод. Его состояние тоже необходимо регулярно отслеживать (рис. 2).

Рассмотрим подробнее такой часто встречающийся элемент рабочего места, как подвесная тумба с выдвигающимися ящиками. Подвижные элементы, позволяющие ящикам выдвигаться, выполнены из металла и гальванически соединены с корпусом тумбы. Для заземления в корпусе тумбы тоже предусмотрено винтовое соединение с отдельным заземляющим проводом. В процессе установки про этот провод частенько забывают, он находится под столешницей вне поля зрения. При измерении сопротивления внутренней горизонтальной поверхности ящика относительно точки

заземления возможно очередное несоответствие. А ведь там могут храниться изделия, чувствительные к электростатическим разрядам.

### Отличия мебели в общепромышленном и антистатическом исполнении

Несколько слов о том, как избежать серьезных замечаний при проверке на соответствие антистатическим стандартам – ЭСР-аудите. У серьезных производителей мебели существуют две линейки продукции – в общепромышленном и в антистатическом исполнении (рис. 3).

Очевидно, что проводящая столешница с возможностью заземления стоит дороже столешницы, покрытой обыкновенным пластиком. Кроме ценовой, бывает еще и цветовая дифференциация мебели. У каких-то производителей это разные цвета кромки, у других различием является оттенок цвета каркаса или столешницы. При проведении аудита выявление обычной мебели в общепромышленном исполнении вместо требуемой антистатической вызывает различные эмоции и вопросы по отношению к ЭСР-координатору или сотрудникам отдела закупок.

Встречается и такая ситуация, когда дилеры производителей отгружают мебель, не уточняя, в каком именно исполнении она необходима предприятию, а заказчики полагают, что вся продаваемая мебель этой марки – антистатическая. Конечно, идеальным решением является приобретение мебели, удовлетворяющей требованиям ЭСР-программы, но здесь в дело вступают финансовые и временные аспекты.

Быстрое и относительно недорогое устранение несоответствия на временной основе – укладка на ВСЮ горизонтальную поверхность столешницы и полки антистатического двухслойного мягкого покрытия, которое заземляется отдельными проводами в коробку общей точки подключения. Обращаю ваше внимание, что закрыть необходимо именно всю поверхность, а не поместить на стол, скажем, размерами 1500x700 см, заземленный коврик 40x60 см. Почему это важно? Дело в том, что при работе персонал не задумывается, куда он кладет свои инструменты, изделия и их комплектующие. И вряд ли он положит их обязательно на заземленный коврик. При этом предмет помещается на изолятор, заряд с него не стекает, и возможен разряд на первый же металлический предмет, оказавший-



Рис. 1. Заземляющий столешницу винт, выполненный из металла



Рис. 2. Антистатический стул с оборванным проводом заземления



Рис.3. Заземленная мебель в антистатическом исполнении



Рис.4. Инструменты вне антистатического коврика



Рис.5. Коробка общей точки заземления



Рис.6. Клавиатуры под столешницей

ся рядом – на чувствительный к ЭСР компонент, что, конечно, недопустимо (рис. 4). Ведь само понятие участка, защищенного от электростатических разрядов, подразумевает отсутствие предметов с потенциалом более 100 В на поверхности.

Антистатические стулья – одна из важнейших составляющих рабочего места. Неизбежно возникающие при трении человеком о сидение и спинку электростатические заряды в таком стуле отводятся от материала через металлические составляющие на пол, через проводящие колеса или подставки. Если антистатический браслет не пристегнут, и сотрудник не касается заземляющими ремешками покрытия пола, когда ставит носки обычной обуви на ножки стула, то гарантию надежного заземления персонала даст нам применение антистатических стульев.

Соответственно указанному выше принципу работы отличия антистатических стульев от обычных следующие:

- ◆ проводящие крутящиеся колеса или подставки;
- ◆ проводящая ткань или материал сидения и спинки;
- ◆ наличие электрического контакта между материалом сидения и спинки, конструктивных элементов стула – ножек, газлифта и проводящих колес или подставок.

### Подключение к контуру заземления

Допустим, что мебель выбрана правильно, все заземляющие провода подключены к столешницам, полкам и подвесным тумбам. Возникает следующий вопрос – как правильно их заземлить? Стандарты ГОСТ Р 53734-5-1/2 рекомендуют все составные части антистатического рабочего места подключать к так называемой общей точке заземления. Обычно это коробка белого цвета с колодкой внутри, оборудованная резистором 1Мом. Туда и подключают заземляющие провода от столешницы, полок, подвесных тумб, коврик и колодок для подключения браслетов.

Важно, что все заземляющие провода подключаются не последовательно, а по схеме «звезда», и в случае потери соединения с заземлением одного из элементов остальные остаются заземленными. Это привлекательно и с эстетической точки зрения, и удобно в ходе эксплуатации – меньше число возможных мест, где нужно будет восстановить разорванное соединение.

Все провода в колодке подключаются к заземлению не напрямую, а через встроенный резистор в 1МОм. В этом случае обеспечивается и защита персонала от поражения электрическим током на рабочем месте (при напряжении в 220 В ток через такую цепь не превысит 0,22 мА, что меньше определяемого стандартами по безопасности минимально опасного тока в 0,6 мА), и одновременно плавное стекание накопившихся электростатических зарядов. Такую коробку, как правило, размещают на тыльной стороне рабочего стола, и подключают её к контуру заземления (рис. 5).

### Угрозы от диэлектриков

Одним из двух самых распространенных способов возникновения заряда на элементах ЧЭСР (чувствительных к электростатическому разряду) является индуктивный, или наведенный. В этом случае на поверхности чувствительного элемента происходит перераспределение заряда в зависимости от знака и величины заряда на находящемся рядом диэлектрике.

В моей практике часто встречаются следующие предметы, создающие опасность наведения заряда на ЧЭСР, находящиеся на антистатическом рабочем месте: коврики для мыши, полиэтиленовые файлы для документов, стаканчики для канцелярских принадлежностей, скотч и т.п. В их число входит также относительно большой по площади диэлектрический предмет – клавиатура.

В стандартах по электростатической защите есть следующие рекомендации относительно нивелирования такого заряда:

- ◆ заменить такие предметы на подобные, но в антистатическом исполнении;
- ◆ убрать диэлектрик на определенное, в зависимости от площади, расстояние;
- ◆ упаковать диэлектрик в рассеивающую упаковку

Например, мышка прекрасно может передвигаться и по материалу антистатической столешницы, и по специальному резиновому заземленному коврику. А вот приобретение клавиатуры в антистатическом исполнении (бывают и такие!) может расцениваться руководством как неоправданные затраты. В этом случае мы рекомендуем убрать клавиатуру на выдвигающуюся из-под столешницы подставку (рис. 6). В этом случае проводящая заземленная столешница играет роль своеобразного экрана. По тому же принципу удаляют на

безопасное расстояние – на боковую подставку или на крепление к ножке стола – и жидкокристаллический дисплей.

### Обслуживание рабочего места

Несколько слов по поводу обслуживания рабочего места. Важно обращать внимание на удаление пыли не только собственно с рабочей поверхности столешниц и полок, но и с высоко расположенных конструктивных элементов – держателей ламп и подвесного оборудования, кронштейнов ЖКИ и пр. Оседающая на рабочей поверхности пыль и иные загрязнения могут образовать диэлектрическую пленку и свести на нет антистатические свойства.

Кстати, у одного из производителей мобильных телефонов при проведении ЭСР-аудита применяется простой тест, характеризующий эффективность уборки на предприятии – пальцем проводят по самой высокорасположенной части рабочего места и оценивают наличие загрязнения. Мы рекомендуем ежедневно применять антистатические очистители – небольшие бутылки с распылителем. Разумно, если подобную процедуру проводит персонал, занятый на этом рабочем месте. При этом персонал должен понимать важность и необходимость этой процедуры, благодаря которой сопротивление горизонтальных поверхностей не выходит за установленные стандартами пределы.

### ЭСР-измерения

Измерение антистатических параметров рабочего места проводится в соответствии со стандартом МЭК 61340-2-3:2000 «Методы тестирования для определения сопротивления и удельного сопротивления твердых плоских материалов, используемых для предотвращения накопления электростатического заряда» (IEC 61340-2-3:2000 Electrostatics – Part 2-3: Methods of test for determining the resistance and resistivity of solid planar materials used to avoid electrostatic charge accumulation). В случае антистатического рабочего места ЭСР-координатор предприятия с помощью тераомметра и измерительных электродов определенной формы, размера и конфигурации измеряет два вида сопротивления:

- ◆  $R_g$  – сопротивление к заземляемой точке
- ◆  $R_{pp}$  – сопротивления от точки до точки

Стандарт рекомендует применять для измерения методики и оборудование, не подвергающие персонал опасным воздействиям, поэтому выход-





Рис. 7. Измерение сопротивления к точке заземления



Рис.8. Измерение сопротивления от точки к точке



Рис. 9. Пример формально проведенной проверки

ное напряжение должно составлять  $100\text{ В} \pm 5\%$  для измерений сопротивления  $1 \times 10^6\text{ Ом}$  и более, и  $10\text{ В} \pm 5\%$  для  $1 \times 10^6\text{ Ом}$  и менее.

Для измерения сопротивления к земле/заземляемой точке и сопротивления точка-точка применяют один (сопротивление к земле/заземляемой точке) или два (сопротивление точка-точка) электрода, содержащих диск из проводящего материала, который обеспечивает контакт с испытуемым материалом.

Для измерения сопротивления к точке заземления помещают электрод на поверхность образца, не ближе 5 см от краёв или точки заземления и проводами подсоединяют электрод к одной клемме тераомметра, а точку заземления – к другой (рис. 7).

Для измерения сопротивления от точки до точки используют 2 электрода, расположенных на поверхности образца на расстоянии не менее 25 см вдоль образца и, по крайней мере, на расстоянии 5 см от краёв образца (рис. 8).

### Обработка и анализ результатов ESD-измерений

Согласно стандартам системы менеджмента качества, внедренным на большинстве современных предприятий, при обнаружении несоответствий необходимо обязательно проводить корректирующие действия и фиксировать все этапы документально.

Предприятие, которое скрупулезно фиксирует в своей внутренней документации обнаруженные недочеты, запланированные и выполненные мероприятия, безусловно, обладает действительно работающей ЭСР-программой.

Кроме отражения в документации, мы рекомендуем создавать паспорт рабочего места, или другой вариант – наклеивать на столешницу бирки с информацией о проведенной проверке и запланированной следующей. Очевидно, что одновременная проверка всех рабочих мест отнимет и временные и человеческие ресурсы, поэтому целесообразно составить скользящий график проверки рабочих мест предприятия и проверять по-немногу, но четко регламентировано.

Однако не надо подходить к таким проверкам формально (рис. 9). Помните, что отслеживая параметры антистатической мебели и поддерживая их в отведенных рамках стандартов значениях, вы работаете прежде всего на повышение качества выпускаемой предприятием продукции.