

Организация участка, защищенного от электростатического разряда.

Рабочие места монтажников, регулировщиков, сборщиков РЭАиП



В статье рассмотрены основные аспекты организации участка, защищенного от электростатического разряда. Анализируется, как организовать рабочее место монтажника, регулировщика, сборщика, как выбрать рабочий стол для специалиста и вспомогательное оснащение, а также чем оснастить.

000 НПП «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург

Российская радио- и микроэлектронная промышленность постоянно развивается, чему способствует совершенствование электронной компонентной базы (ЭКБ). Современные предприятия, занимающиеся производством электроники, при организации рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков учитывают требования по защите от воздействия и распространения электростатического разряда (ЭСР, ESD). Эти требования определяются рядом межгосударственных стандартов, среди которых основные:

- ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Общие требования»;

- ГОСТ ИЕС TR 61340-5-2-2021 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Руководство по применению»;

- ГОСТ ИЕС 61340-5-3-2023 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Классификация свойств и требований к упаковке изделий, чувствительных к электростатическому разряду»;

- ГОСТ ИЕС TS 61340-5-4-2023 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Проверка соответствия»;

- ГОСТ ИЕС TR 61340-5-5-2022 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Требования к упаковке, применяемой в производстве электроники»;

- ГОСТ Р 53734.5.6-2021 «Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые».

Перечисленные стандарты определяют общие требования к защите электронных устройств от повреждений, вызванных электростатическим разрядом. Они устанавливают принципы и меры, направленные на предотвращение накопления и разряда статического электричества, способного повредить электронные компоненты. Кроме того, эти стандарты распространяются на все операции, связанные с обращением электронных изделий, чувствительных к воздействию ЭСР.

В этой статье мы рассмотрим основные аспекты организации участка, защищенного от электростатического разряда (УЗЭ): как организовать рабочее место монтажника, регулировщика, сборщика, как выбрать рабочий стол для специалиста и вспомогательное оснащение, а также чем оснастить.

Прежде чем подходить к вопросу организации УЗЭ и оснащения рабо-

чих мест, необходимо разобраться со спецификой работы монтажников, регулировщиков и сборщиков, а также с базовым оснащением УЗЭ.

Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов (РЭАиП) выполняет монтаж, установку и подключение электронных компонентов в различных устройствах. Он работает с печатными платами, микросхемами и элементной базой, создавая функциональные электронные системы. В его обязанности входит монтаж радиокомпонентов на печатные платы в соответствии с технологическими картами и схемами, пайка контактов, визуальный контроль качества соединений, выявление дефектов, установка проводов, разъемов и кабельных соединений, тестирование собранных узлов, а также проверка параметров напряжения, сопротивления и частотных характеристик.

Регулировщик РЭАиП занимается настройкой, калибровкой и проверкой работоспособности электронных устройств различного назначения. В его задачи входят настройка оборудования, регулировка параметров модулей, блоков и узлов на тестовых стендах в соответствии с технической документацией, проведение испытаний и проверок работы устройств, а также устранение выявленных не-

исправностей путем замены дефектных компонентов или восстановления поврежденных дорожек. Кроме того, специалист проводит анализ причин неисправностей, связанных с дефектами монтажа, элементной базы или электрических цепей, рассчитывает необходимые параметры регулируемых приборов, оформляет техническую документацию и отчеты, фиксирует результаты измерений и участвует в доработке инструкций по наладке и регулировке оборудования.

Сборщик РЭАиП принимает участие во всех этапах создания радиоэлектронных устройств – от сборки и монтажа до настройки, тестирования и отладки. Он осуществляет сборку изделий из отдельных компонентов, блоков и узлов, устанавливает платы, разъемы, элементы корпуса и органы управления. Кроме того, в его обязанности входят пайка проводов и контактных соединений, настройка и проверка отдельных элементов схемы и устройства в целом, контроль герметичности и соответствия продукции климатическим требованиям, а также ведение технической и сопроводительной документации.

Таким образом, несмотря на различие функциональных обязанностей, всех перечисленных специалистов объединяет работа с чувствительными электронными компонентами (ЧЭСР). Основная задача при организации их рабочих мест – создание условий для бережного обращения с такими компонентами и минимизация производственного брака. Важнейшими аспектами при этом являются организация участка, защищенного от электростатического разряда, и внедрение плана ЭСР-контроля на предприятии.

Степень оснащённости УЗЭ в первую очередь определяется чувствительностью компонентов, используемых в работе. В рекомендациях ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 указаны минимальные требования к оснащению: заземленная горизонтальная рабочая поверхность и браслет заземления сотрудника. Однако этих мер на текущий момент недостаточно. Кроме того, каждое предприятие вправе самостоятельно выбирать уровень оснащения производственных цехов, отталкиваясь от специфики технологических процессов, а также финансирования на модернизацию и оснащение.

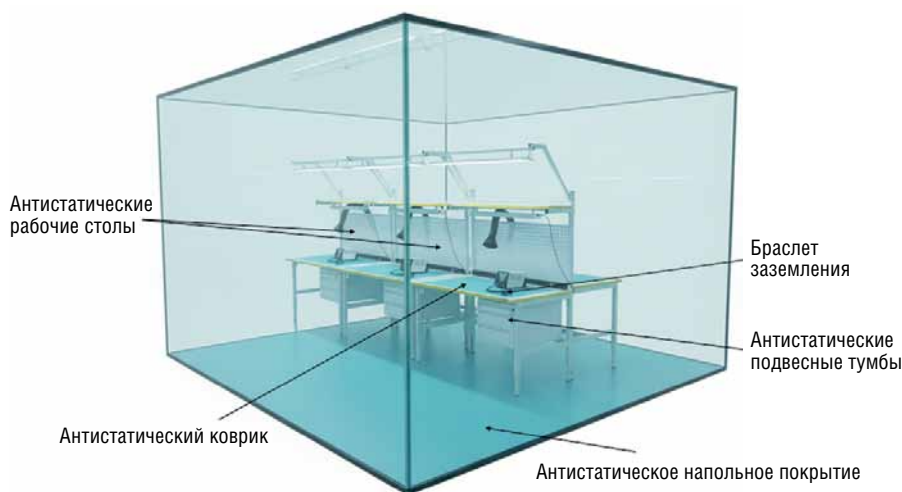


Рис. 1. Пример УЗЭ

В соответствии со стандартом ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 в основе организации УЗЭ лежат шесть элементов (рис. 1):

- ▶ антистатические напольные покрытия;
- ▶ антистатические рабочие поверхности;
- ▶ антистатические стулья;
- ▶ антистатические системы хранения;
- ▶ индивидуальная ЭСР-защита;
- ▶ а также контроль и обслуживание УЗЭ.

В качестве напольного покрытия, как правило, используют антистатический линолеум или эпоксидный токопроводящий пол. В отдельных случаях, преимущественно в чистых помещениях, применяется многослойная антистатическая краска.

Основным элементом рабочего места в зоне, защищенной от электростатического разряда, является монтажный стол. Ключевое требование к нему: наличие антистатической рабочей поверхности, обеспечивающей безопасное стекание электростатических зарядов. На современном российском рынке наиболее распространены два типа антистатических столешниц:

- ▶ столешницы из ДСП или МДФ, ламинированные с обеих сторон токопроводящим антистатическим НРЛ-пластиком. Такой вариант отличается доступной стоимостью и простотой производства, что делает его наиболее популярным среди отечественных предприятий. Однако со временем НРЛ-покрытие может терять проводящие свойства из-за механического износа и воздействия химических ве-

ществ, применяемых при производстве и очистке;

▶ столешницы Thermopal, изготовленные из ДСП с добавлением графитовых вкраплений и токопроводящих компаундов, интегрированных непосредственно в структуру материала. Эти столешницы обладают стабильной проводимостью по всему объему, повышенной износостойкостью и долговечностью. Кроме того, благодаря равномерному распределению графитовых частиц они обеспечивают плавное и контролируемое стекание электростатического заряда, что особенно важно при работе с чувствительными электронными компонентами.

Хотя столешницы Thermopal значительно дороже, их эксплуатационные характеристики и устойчивость к старению обеспечивают высокий шанс успешного прохождения ESD-аудита даже спустя годы использования. В соответствии с требованиями ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 все элементы ЭСР-защиты на предприятии, включая рабочие поверхности, подлежат регулярной проверке на соответствие нормативам.

Если бюджет на организацию УЗЭ ограничен или уровень требований к защите определяется невысокой чувствительностью компонентов, допустимо использование стандартных монтажных столов в общепромышленном исполнении. В этом случае на рабочие поверхности устанавливаются антистатические настольные коврики (рис. 2), подключаемые к общей контуре заземления. Такие коврики выполняют роль токопроводящего слоя и обеспечивают базовый уровень



Рис. 2. Антистатический настольный коврик на рабочем месте серии Standart

защиты от накопления и разряда статического электричества.

Антистатические стулья — еще один элемент организации УЗЭ, в данном случае стекание ЭСР происходит через токопроводящие колеса. Важным моментом является тот факт, что эта система работает только совместно с токопроводящими полами по системе «человек — стул — пол». Аналогично стульям работает и система «человек — обувь — пол», где в качестве индивидуальной ЭСР-защиты выступает антистатическая обувь.

Наряду с обувью существуют и другие элементы средств заземления персонала (рис. 3). Для реализации экранирующего эффекта используются антистатические халаты с карбоновыми нитями в структуре ткани или со специальным антистатическим наполнением, ESD-шапочки и перчатки. Для непосредственного заземления персонала предназначены тканевые и металлические антистатические браслеты.

Организация хранения ЭКБ и транспортировка электроники, подверженной ЭСР, является важным аспектом организации УЗЭ. Важно осознавать, что требования ЭСР-защиты к складскому участку такие же, как и к сборочно-монтажному. Необходимо четко понимать правила заземления всех элементов защиты в УЗЭ. На различных предприятиях встречаются распространенные ошибки в заземлении объектов ЭСР-защиты, что выражается в последовательном под-

ключении: например, подключении заземления полок к столешницам, браслетов к коврикам, последовательном подключении складских стеллажей. Все перечисленное категорически недопустимо, так как в соответствии с действующим стандартом все объекты ЭСР-защиты должны заземляться только параллельно, исключением является лишь последовательное заземление полок отдельной стеллажной секции. Для хранения и транспортировки используются различные



Рис. 3. Средства заземления персонала

виды упаковочных материалов: проводящие — в качестве контактирующей упаковки изделий внутри УЗЭ, рассеивающие — для первичной упаковки готовых изделий, а экранирующие — для транспортировки изделий. Также для ЭСР-защиты готовых изделий допускается использование антистатической тары разного типа (контейнеры, трей, лотки и пр.), а для удобства транспортировки — подставок и магазинов для печатных плат.

Заключительным элементом организации УЗЭ являются мероприятия по контролю за участком, где ответственными лицами выступают ЭСР-координаторы. Необходимо следить за влажностью в помещениях (45–55%), запыленностью, проводить регулярные проверки на стекание ЭСР с занесением данных в журнал, а также проводить периодические аудиты с использованием специализированных приборов измерения поверхностного сопротивления, измерения электромагнитных полей и термогигрометров. Важным этапом построения эффективной ЭСР-защиты на предприятии является повышение квалификации действующих сотрудников, прохождение семинаров, в том числе построение системы обучения для новых сотрудников.

Разобравшись с основными аспектами организации УЗЭ, можно переходить непосредственно к организации рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков РЭАиП. Рабочее место является полноценной частью технологического процесса на производстве. От его организации напрямую зависит эффективность и производительность выполняемых работ, что сказывается на качестве продукции в том числе.

На российском рынке представлено несколько компаний, занимающихся производством промышленной мебели. Производители по-разному подходят к вопросам эргономики и организации рабочих мест, предлагая собственные решения по функциональности, конструкции и уровню оснащения. Если рассмотреть в качестве примера отечественную компанию ООО НПП «Универсал Прибор», то ее продукция под маркой Universal ориентирована на создание модульных рабочих мест, которые можно адаптировать под конкретные производственные задачи. Мебель этой серии предусматривает возможность

изменения конфигурации, установки дополнительных элементов и модернизации по мере необходимости, обеспечивая удобство эксплуатации и рациональное использование рабочего пространства.

Рабочий стол монтажника, регулировщика и сборщика марки Universal представляет собой многофункциональное место для проведения не только монтажных и сборочных работ, сопряженных с ручной пайкой и прочими технологическими операциями, но и работ с применением микроскопов, контрольно-измерительных приборов и другой радиоаппаратуры. Такое место предусматривает размещение в свободном доступе для специалиста ручного инструмента, лотков и прочих систем хранения ЧЭСР-компонентов, применяемых в работе. Нередко на рабочем месте требуется разместить мониторы и системные блоки. Рабочие столы производства НПП «Универсал Прибор» позволяют подобрать индивидуальные решения и опции под любые производственные задачи. А производимая мебель имеет всю необходимую документацию: сертификаты и декларации соответствия, протоколы испытаний. Поставки партий мебели сопровождаются не только инструкциями по сборке, но и паспортами изделий, эксплуатационными картами, а также протоколами измерений статических свойств.

Прежде чем организовывать рабочее место, необходимо определиться с выбором антистатической столешницы. В производстве мебели марки Universal используются оба типа токо-

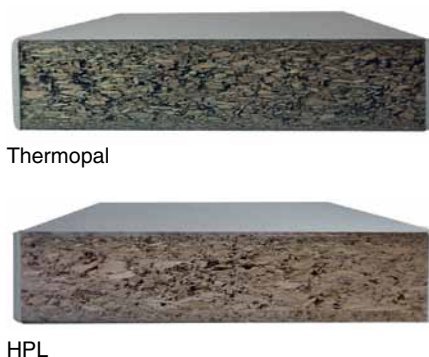


Рис. 4. Два типа токопроводящих столешниц

проводящих столешниц (рис. 4), представленных на рынке РФ: столешница Thermopal из графитонаполненного ДСП и столешница из МДФ, облицованная антистатическим HPL-пластиком. Каждый покупатель волен самостоятельно выбрать более подходящий для него вариант столешницы: «голосовать рублем» в пользу МДФ и HPL-пластика или, несмотря на стоимость, сделать выбор в пользу более стабильного и износостойкого Thermopal, зарекомендовавшего себя как эталон среди токопроводящих столешниц.

Столы для монтажников РЭАиП

Standart (рис. 5а) – это классическая серия столов для организации рабочих мест, включающая широкий диапазон стандартных типоразмеров. Опоры таких столов изготавливаются в виде четырех ножек из H-образного металлического вкладного профиля, окрашенного порошковой краской, который позволяет регулировать вы-

соту установки столешницы от уровня пола, чтобы подстроить изделие под рост сотрудника и исключить нагрузку на спину. Столы серии Ultra (рис. 5б) отличаются от предыдущей серии типом опор – имеют L-образные опоры, что позволяет достичь эргономичности. Столы серии Double (рис. 5в) имеют островной вид для эффективного использования промышленных помещений: две зеркально расположенные рабочие поверхности позволяют организовать два независимых рабочих места, а каркас столов сконструирован на базе серии Standart.

Продуктивное рабочее место – это не только про столешницу и ее размеры. Это целая выверенная система, которая помогает выполнять работу качественно и без лишнего времени на поиск нужного инструмента. Все указанные серии столов позволяют организовать вертикальное рабочее пространство над столешницей за счет установки задних стоек, на которые монтируются полки для размещения приборов, кронштейны со светодиодным освещением, электромонтажные панели с розетками, автоматами безопасности и УЗО, перфорированные экраны для крепления ручного инструмента и прочих держателей, рельсов для крепления ячеек и лотков хранения ЧЭСР и прочей ЭКБ. Для обеспечения комфортного хранения рабочего инструмента и документации предусмотрена установка подвесных тумб под столешницей, что позволяет обеспечить порядок на рабочем месте. А для удобства работы с мелкими



Рис. 5. Рабочие места Universal: а – серия Standart; б – серия Ultra; в – серия Double

детальями существует широкий выбор дополнительных изделий для освещения рабочих мест.

Столы для регулировщиков РЭАиП

Лучше всего для специалистов такого профиля подходит серия столов Ultra-AL (рис. 6а), которая имеет схожие черты с серией Ultra, но роль опор и задних стоек выполняет алюминиевый профиль. Такой тип рабочих мест идеально адаптирован для работы с приборами и прочим измерительным оборудованием, а конструкция позволяет, помимо прочего, разместить на столе компьютеры. Конечно же, имеются большие возможности для оснащения столов этой серии опциями и аксессуарами.

Столы для сборщиков РЭАиП

Зачастую в процессе сборки модулей и блоков требуется разместить на рабочем месте большое количество вспомогательного инструмента и оборудования, для чего требуется повышенное количество зон хранения. Для этой задачи предназначена серия рабочих мест Static (рис. 6б), у которых в качестве опор выступают тумбы-драйверы. Здесь, как и у столов рассмотренных серий, имеется возможность организовать вертикальное рабочее пространство. Столы каждой из указанных серий можно устанавливать без зазоров, что существенно экономит свободное пространство в помещениях.

В целях соблюдения ГОСТ ИЕС 61340-5-1-2025 рабочее место необходимо обеспечить точкой подключения антистатического браслета, для чего лучше всего подходит узел заземления, который устанавливается под столешницу в пределах рабочей зоны. А для подключения заземления столешниц, полок и других элементов ЭСР-защиты удобнее всего использовать колодку заземления, которая позволяет подключить до четырех объектов и вывести их на общий контур заземления отдельным проводом.

Одним из технологических процессов, выполняемых монтажниками, регулировщиками и сборщиками, является пайка. Несмотря на изначальный выбор ESD-столешницы, для ее защиты от продуктов пайки и паяльных материалов рекомендуется использовать термостойкий двухслойный антистатический коврик, кото-



Рис. 6. Рабочие места Universal: а – серия Ultra-AL; б – серия Static

рый по аналогии со столешницами заземляется на колодку. Процесс пайки зачастую сопровождается загрязнением воздушной среды вредными веществами, такими как пары флюса, свинца или олова, и другими токсичными газами. В целях профилактики отравлений работникам рекомендуется использовать дымоуловители для пайки, которые существуют как в одноканальном исполнении (для одного рабочего места), так и в двухканальном (для двух рабочих мест одновременно). Рабочие места должны быть оснащены ручным инструментом, который отвечает требованиям антистатической защиты. С этой ролью отлично справляются ESD-пинцеты, кусачки и бокорезы, а также другой специальный инструмент, предназначенный для работы с ЧЭСР-компонентами.

Конечно, ни одно рабочее место не сможет обойтись без стула. При выборе антистатических стульев нужно учитывать личный комфорт специалиста. Рекомендуем обращать внимание на наличие трехпозиционного механизма регулировки сиденья: должны регулироваться высота, качество сиденья (чтобы исключить ощущение дискомфорта в области подколенного сустава), наклон спинки (для минимизации нагрузки на спину). При правильном подобранном стуле сотрудник не будет чувствовать усталости и сможет выполнять поставленные задачи с высокой эффективностью и производительностью.

Дополнительное оснащение рабочих мест монтажников, регулировщиков и сборщиков РЭАиП

Процесс ручного монтажа и сборки, несомненно, включает решение вопросов, связанных с транспортировкой и хранением печатных плат и компонентов. Помимо необходимости наличия на рабочих местах антистатических подставок для плат и ящиков для хранения готовой продукции, обязательным требованием для оснащения будут антистатические транспортировочные тележки. НПП «Универсал Прибор» изготавливает такие изделия из металла, который окрашивается токопроводящей порошковой краской, а сами тележки в зависимости от типа имеют различное количество полок и плавную регулировку их установки.

Для хранения ЧЭСР-компонентов рекомендуем обратить внимание на шкафы для комплектующих, которые выпускаются в двух удобных модификациях: с 16 и 30 ящиками. Шкафы выполнены из стального сварного корпуса и имеют выдвижные ящики на телескопических направляющих полного выдвижения. А двери шкафов оснащены замками типа cam lock, что предотвращает несанкционированный доступ к содержимому. Все части корпуса, ящики и двери окрашиваются антистатической порошковой краской.

Антистатические кассетницы (рис. 7) являются удобным решением для хранения ЧЭСР-компонентов в непосредственной близости от

рабочего места. Они выпускаются в исполнениях на 8 и 16 ячеек и позволяют гибко формировать систему хранения. Кассетницы можно установить на платформу с ESD-колесами, превратив их в мобильную подкатную тумбу, либо разместить вертикально — до четырех единиц в высоту — для экономии пространства и поддержания порядка на рабочем участке.

Для оптимизации пространства и удобного размещения контрольно-измерительных приборов на рабочих местах в линейке мебели Universal предусмотрены различные виды подкатных стоек и стеллажей, а также мобильные стойки для организации компьютерных станций или размещения дополнительного оборудования. Такие конструкции могут быть оснащены регулируемыми полками, перфорированными экранами и электро-монтажными панелями, а также держателями для инструментов и кабелей. Благодаря модульности и прочному каркасу мебель легко адаптируется под индивидуальные требования конкретного производства.

Грамотно организованное рабочее место оказывает прямое влияние



Рис. 7. Антистатическая кассетница Universal

не только на производительность труда, но и на комфорт, уровень стресса сотрудников и скорость выполнения операций. Оптимальное расположение оборудования, правильный выбор мебели и инструментов способствуют снижению утомляемости, повышению концентрации и качества выполняемой работы.

Одной из особенностей компании «Универсал Прибор» является возможность комплексного оснащения рабочих мест на предприятиях различного профиля. В поставку могут входить не только антистатическая мебель и оборудование, но и контрольно-измерительные приборы, ручной инструмент, паяльное оборудование, расходные материалы и другие элементы, необходимые для организации полного технологического цикла.

Таким образом, правильный выбор оснащения рабочих мест является важным фактором в создании безопасной, эргономичной и технологичной производственной среды. Это, в свою очередь, способствует повышению эффективности работы, снижению производственного брака и укреплению общей культуры качества на предприятии.

И. С. Лучинин, руководитель отдела КИП, промышленной мебели и ESD-оснащения, ООО НПП «Универсал Прибор», г. Санкт-Петербург, тел.: +7 (812) 334-5566, e-mail: pribor@pribor.ru, сайт: pribor.ru

22-24
АПРЕЛЯ 2026

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ENERGETIKA-RESTEC.RU



ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

33-я международная специализированная выставка энергетического, электротехнического и светотехнического оборудования и технологий, средств автоматизации технологических процессов

18+

НА ВЫСТАВОЧНОЙ ПЛОЩАДКЕ РАБОТАЮТ

- ЗОНА ПРЕЗЕНТАЦИЙ
- ЦЕНТР ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

ОРГАНИЗАТОРЫ

EXPOFORUM

тел.: +7 (812) 240 40 40 доб. 2240
e-mail: ea.nasretdinova@expoforum.ru

РЕСТЭК

тел.: +7 (812) 3206363 доб. 743
e-mail: visit@energetika-restec.ru

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

«Энергетика и электротехника» проводится ежегодно в рамках Российского международного энергетического форума (РМЭФ), параллельно со специализированными выставками «Комплексные системы защиты объектов ТЭК», «ЖКХ России» и «Защита от коррозии».