



Потапенко Надежда Викторовна,
эксперт государственного учреждения
Рязанская лаборатория судебной экспертизы
Минюста России, кандидат технических наук,
и.о. доцента кафедры общей и
экспериментальной физики Рязанского
государственного радиотехнического
университета

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ СЛОЖНОЙ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ

Автор рассматривает вопросы исследования наиболее сложных объектов СЭЭТ – цифровой техники, в основе которой лежат принципы цифровой обработки сигналов, приводит примеры дефектов такого вида техники из экспертной практики Рязанской ЛСЭ Минюста России.

Potapenko N. V.

PRACTICAL ASPECTS OF FORENSIC EXAMINATION OF COMPLEX DIGITAL TECHNOLOGY

Author reviews issues connected with study of most complex objects of forensic examination of electrical household appliances – digital technology, which is based on principles of digital signal processing. The examples of casework of Ryazan Forensic Science Laboratory of the Ministry of Justice of Russia are included into the paper.

Доступность сложной цифровой техники для широкого круга потребителей в настоящее время обусловлена стремительным развитием и удешевлением современной элементной базы и технологии изготовления.

В основе работы сложной цифровой техники, такой, например как цифровые фотоаппараты и видеокамеры, лежат принципы цифровой обработки сигналов (алгоритмы фильтрации, компрессии, выделения полезного сигнала из шума и т.п.).

Алгоритмы цифровой обработки сигналов предъявляют к цифровым системам довольно жесткие требования. Самым важным требованием к цифровой системе является наибольшая производительность при наи-

меньшем энергопотреблении. Для удовлетворения этого требования существует несколько путей, основными из которых являются:

– уменьшение технологических норм производства элементной базы, с последующим снижением напряжения питания;

– увеличение степени интеграции элементной базы; переход от идеологии комплектов микросхем (chipset), когда функционал системы разбит на подфункции и за каждую подфункцию отвечает отдельная специальная микросхема в комплекте, к “системе на кристалле” (SoC), когда весь функционал заложен в одну микросхему.

В общем случае увеличение производительности происходит за счет наращива-

ния числа вычислителей (процессоров) и/или увеличения тактовой частоты вычислительной системы.

Увеличение тактовых частот неизбежно приводит к проблемам электромагнитной совместимости в цифровых системах. Это связано с тем, что начинают проявляться частотные и волновые свойства элементов цифровых систем.

Важную роль играют также эргономика и массогабаритные характеристики.

Для обеспечения указанных выше требований в настоящее время используются следующие основные подходы:

- использование многослойных печатных плат;
- использование безвыводных элементов и технологии поверхностного монтажа.

Использование многослойных печатных плат позволяет существенно увеличить плотность монтажа, уменьшить физические размеры цифровой системы, а использование безвыводных элементов и технологии поверхностного монтажа позволяет практически полностью роботизировать сборку, улучшает характеристики повторяемости при массовом производстве сложной цифровой техники, а также технологичность в целом.

Следует также отметить, что с ростом числа выводов при увеличении степени интеграции, возникла тенденция использования BGA (ball grid array) в качестве корпусов микросхем. В BGA выводы (расположенные у других типов корпусов в торцевых частях) заменены шариками припоя, нанесёнными на тыльную сторону микросхемы. Преимущества BGA в большей плотности монтажа, лучшем теплоотводе от кристалла на печатную плату, наибольшей помехозащищенности по сравнению с другими типами корпусов. К недостаткам BGA можно отнести негибкость выводов, их ломкость при тепловом расширении, вибрациях, а также сложность в обслуживании, связанную в основном с тем, что доступ к выводам закрыт.

Что касается сложной цифровой техники, предназначенной для захвата изображений, то она также содержит элементы оптики, нуждающиеся в юстировке. Камкордеры (видеокамеры) могут содержать сложное механическое устройство лентопротяжного механизма.

Совершенствование технологии производства приводит к уменьшению себестоимо-

сти массового производства. Растут объемы выпускаемой продукции, снижается цена, и, следовательно, растут объемы потребления. Поскольку элементная база постоянно совершенствуется, а функционал сложной цифровой техники расширяется – сокращается период морального устаревания, что также приводит к росту спроса.

Пропорционально увеличению единиц сложной цифровой техники на рынке растет число судебных споров между производителем, продавцом и конечным пользователем сложной цифровой техники. Перед экспертом ставят диагностические задачи, а именно определение характера имеющихся дефектов. Рассмотрим основные виды этих дефектов [1]:

- 1) производственные дефекты, возникающие в процессе создания изделия: моделирования, конструирования, изготовления;
- 2) непроизводственные дефекты, возникающие в результате несоблюдения правил транспортировки, хранения, эксплуатации, а также аварийных ситуаций;
- 3) эксплуатационные дефекты, возникающие в процессе использования изделия;
- 4) дефекты, вызванные неквалифицированным ремонтом [2].

Существует деление дефектов по роду внешнего воздействия на объект:

- а) механические дефекты, возникающие в результате механических нагрузок (удара, давления, трения и т. п.), например, вмятины, деформация, потертости;
- б) термические дефекты, возникающие под воздействием высокой (низкой) температуры или ее колебаний. Например, оплавление пластмассовых деталей корпусов;
- в) химические дефекты, возникающие в результате воздействия химических реагентов и т.д.

В экспертной практике Рязанской ЛСЭ Минюста России встречались следующие случаи:

- 1) выход из строя элемента защиты (варистора) в цепях питания игровой приставки в результате кратковременного повышения напряжения электросети выше допустимого номинала был выявлен измерительным методом;
- 2) механические дефекты, вызванные неквалифицированным ремонтом, выявлены визуальным методом по следам заводской пайки контактов элементов; отрыву деталей,

сколу корпусов элементов и т.п. и подтверждены методом измерений.

При исследовании видеокамер часто встречались дефекты:

1) наслоения на контактах, внутренних элементах, печатной плате видеокамеры, вызванные попаданием влаги или жидкости внутрь корпуса;

2) дефекты лентопротяжного механизма (ЛПМ) как наиболее уязвимого узла видеокамеры (производственные дефекты деталей ЛПМ, например, дефект механизма приемного узла и рассогласование ЛПМ вследствие механических воздействий). Например, в видеокамере обнаружены сколы корпуса в области замка кассетного отсека, из-за чего крышка кассетного отсека жестко фиксируется. Это приводит к рассогласованию элементов ЛПМ, вследствие чего лента неправильно прилегает к блоку вращающихся головок, в результате отсутствуют или некачественно воспроизводятся записанные видеоизображения и звук (самопроизвольно появляющиеся на изображении горизонтальные полосы вплоть до полного пропадания изображения и звука). Дефект является «плавающим» и устраняется при изменении положения видеокамеры в пространстве и нажатии на корпус в месте расположения ЛПМ.

При исследовании цифровых фотоаппаратов наиболее часто встречается дефект – заклинивание объектива, как правило, в выдвинутом состоянии, который вызван механическими воздействиями.

В практике экспертных исследований бывают случаи, связанные как с конструктивными особенностями данной модели устройства, так и недоведением до потребителя надлежащей информации, либо нежеланием изучить инструкцию по эксплуатации пользователем. При этом заявленные дефекты не подтверждаются при производстве экспертизы.

Например, первоначально был заявлен дефект в фотоаппарате – аккумулятор быстро разряжается. Пользователем не соблюдались условия записи фотоснимков, оговоренные в инструкции по эксплуатации. Фактически параметры аккумулятора соответствовали заявленным характеристикам. Другой случай, когда первоначально был заявлен дефект в фотоаппарате, выражающийся в том, что порядка на 1/3 части снимков в модели Sony Cyber Shot присутствуют белые пятна. Данный

недостаток связан конструктивной особенностью фотоаппарата: близким расположением вспышки к объективу. При этом объектив не выдвигается, а находится в одной плоскости со вспышкой. При проведении исследования установлено, что в процессе съемки со вспышкой при попадании частиц пыли непосредственно перед объективом в определенных условиях наблюдаются «белые круги», связанные с явлением интерференции (интерференционные кольца Ньютона).

Часто встречающимся дефектом в мобильных телефонах сотовой связи является деформация печатной платы, вызванная механическим воздействием на печатную плату или корпус мобильного телефона. В результате деформации печатной платы происходит отрыв выводов BGA микросхем от контактных площадок печатной платы и даже иногда отрыв радиоэлектронных элементов мобильного телефона, что приводит к его полной неработоспособности.

Степень изгиба или деформации печатной платы при производстве регламентируется стандартом IPC-2221 (п.5.2.4), если иная не оговорена в конструкторской документации. В соответствии с этим стандартом, для платы, в которой используются монтируемые компоненты, максимальный изгиб (отклонение и искривление) – 0,75%, для всех других плат – 1,5%. Изгиб измеряется методом 2.4.22, изложенным в стандарте IPC-TM-650.

В некоторых моделях мобильных телефонов, таких как Siemens CX 75, конструктивная особенность (джойстик расположен напротив центрального процессора), дополнительно способствует образованию дефекта деформации печатной платы при сильном постоянном давлении на джойстик (например, в процессе игры).

В заключении можно с уверенностью сказать, что рост рынка цифровой техники ведет к увеличению судебных экспертиз и расширению тематики вопросов. Это в свою очередь, ставит перед практикующими экспертами и учеными в области СЭЭТ задачу по разработке методик их исследования.

Литература

1. Карпухина Е.С., Кучеров А. В., Милыхин П. И., Усов А. И. Производство судебной экспертизы электробытовой техники. М.: РФЦСЭ при Минюсте России, 2006.

2. Милюхин П.И. Теоретические и методические основы судебной экспертизы электробытовой техники. Дис. канд. юр. наук,

Москва, 2006.