

Основные проблемы правильности применения ЭКБ в космических программах и пути их решения. По результатам исследований 2009-2011 годов.

Уважаемые коллеги!

Мы представляем ОАО «ЦКБ «Дейтон», коллектив которого более 40 лет решает задачи обеспечения надежности ЭКБ. Созданное в 1968 году, Центральное бюро применения интегральных микросхем (в дальнейшем «Дейтон») прошло все этапы построения и развития радиоэлектронной промышленности в нашей стране. В период стремительного развития отрасли и ее реформирования, замедления, сотрудники предприятия выполняли работы по повышению качества производства электронных устройств, накапливая опыт, знания, навыки. Все это преобразовывались в электронный формат баз данных, которые сейчас содержат более ста тысяч записей по 150 параметрам ИС и ПП, корпусам к ним, с детализацией до числа отказов и импортозамещения. Потребителями такой информации являются более 180 предприятий отрасли. И более ста пользуются услугами наших специалистов при разработке технических заданий, анализе технических условий, оценке надежности, допуску к применению. 15 организаций относятся к ракетно-космической промышленности.

На результатах и возникающих проблемах при выполнении этих работ, хотелось бы остановиться поподробнее.

Проблемы, по обеспечению надежности ЭКБ появляются на этапе разработки технических заданий. Здесь обнаруживаются ошибки, негативно влияющие на качество аппаратуры. Но даже если проект и выполнен безукоризненно, появляются независимые от конструктора факторы: нарушение условий упаковки, транспортировки и хранения комплектующих, несовершенный входной контроль, нарушений технологий сборки, отступления от технических условий, нарушение режимов эксплуатации.

С такими нарушениями мы встретились в последние два года:

1. Параметры управляющих сигналов ИС не соответствуют ТУ;
2. Токи нагрузки ИС превышают предельно-допустимое значение по ТУ;
3. Длительности фронта (среза) входных сигналов ИС превышают допустимые по ТУ;
4. Емкость нагрузки ИС превышает допустимую по ТУ;

5. Незадействованные входы цифровых ИС оставлены свободными (не присоединены к цепи с фиксированным потенциалом);
6. Применение цифровых ИС в линейном режиме, не оговоренном ТУ;
7. Применение ИС при напряжениях питания, превышающих допустимые по ТУ;
8. Применение ИС при пониженном напряжении питания по сравнению с требованиями ТУ;
9. Применение аналоговых ИС с сопротивлениями нагрузки, не соответствующими требованиям ТУ;
10. Применение ИС – стабилизаторов напряжения при входной (выходной) емкости менее оговоренной ТУ;
11. Применение цифровых ИС, при напряжениях, прикладываемых к выходам закрытых ИС, превышающих допустимые по ТУ;
12. Применение оптоэлектронных ИС при входном токе, сниженном по сравнению с минимально допустимым по ТУ;
13. На входе и выходе ИС – стабилизаторов напряжения не подключены конденсаторы, оговорены ТУ;
14. На входы цифровых КМОП ИС подаются сигналы от ТТЛ ИС без согласующего элемента;
15. Превышение входного напряжения ИС по сравнению с допустимым значением по ТУ;
16. Частота входных сигналов превышает допустимую по ТУ;
17. Превышение допустимых по ТУ значений коммутируемого напряжения и коммутируемого тока;
18. Не обеспечиваются необходимые условия согласования по управляющим входам аналоговых ИС с выходами цифровых ИС;
19. Применение ИС по функциональному назначению, не оговоренному ТУ;
20. Отдельные входы ИС подключены к напряжению источника питания, а по ТУ свободные входы ИС должны быть подключены к источнику питания через резистор;
21. Ток делителя в цепи ИС – стабилизаторов напряжения менее допустимого по ТУ;
22. Токи коммутации транзисторов соизмеримы с обратными токами, что не соответствует ТУ;
23. Применение стабилитронов при токах стабилизации, меньше минимально – допустимых по ТУ;
24. Применение полупроводниковых приборов по функциональному назначению, не оговоренному ТУ;
25. Прочие режимы применения ИС и ПП, не исследованные разработчиками РЭА на соответствие ТУ, и требующие

согласования применения в установленном порядке.
(например – импульсные режимы работы, не оговоренные ТУ, неизвестные режимы при параллельном включении транзисторов без выравнивающих резисторов, применение аналоговых ИС при одном источнике питания вместо двух источников по ТУ и т.д.).

Вышеперечисленные нарушения ухудшают режимы работы РЭА, сокращают срок эксплуатации, ведут к сбоям и отказам.

Обобщенные результаты проверок технологии применения ИС и ПП на предприятиях-разработчиках показали что:

1. Входной контроль ИС и ПП почти на всех предприятиях осуществляется только по внешнему виду, контроль электрических параметров и функционирования не проводятся.
2. Отсутствие или нерегулярность контроля за относительной влажностью воздуха на различных этапах производства РЭА (на складе комплектующих изделий, участках монтажа, лакировки, сушки плат с ИС и ПП), недостаточность мероприятий по обеспечению необходимого уровня влажности (50-75%).
3. Хранение элементов, а также плат с ИС и ПП на незаземленных столах и стеллажах.
4. Платы с ИС и ПП транспортируются в диэлектрическом полиэтилене, а не в антистатической таре.
5. В технологической документации отсутствует требование об обслуживании выводов ИС в корпусах типа 4 обоих перегибов после формовки в соответствии с ОСТ 11 073.063-84.
6. Приспособления для формовки выводов ИС в корпусах типа 4 не аттестованы на усилия прижатия выводов в начале и конце формовки, а также не проверены растягивающие усилия на выводах согласно ОСТ 11 073.063-84.
7. Превышение допустимого времени лужения выводов ИС по маршрутной карте 2-3 сек (по ОСТ 11 073.063-84 не более 2-х сек).
8. Сушка плат с ИС и ПП проводится сжатым воздухом при давлении более 3 атм., что не соответствует операционным картам на сушку плат.
9. Отсутствие контроля отмывочной жидкости на участие лакировки печатных плат с ЭРИ на наличие канифоли (в соответствии с требованиями ОСТ 11 073.063-84, П. 3.3.7.4).

10. Срок хранения бескорпусных ИС и ПП, указанный в цеховой документации, превышает допустимые по НД и в частности составляет 8 месяцев от момента вскрытия упаковки изготовителя до герметизации микросборки (по ОТУ на бескорпусные ИС и ПП этот срок не должен превышать 2 месяца).

При проверках правильности применения ИС и ПП при анализе их схемотехнического применения осуществлялась проверка наличия качества и полноты заполнения карт рабочих режимов (КРР).

На момент проверки на некоторых предприятиях-разработчиках КРР не составлены.

Как правило, КРР не составляются на применяемые элементы иностранного производства.

В ряде случаев в составе КРР отсутствуют таблицы условий эксплуатации, предусмотренные РДВ 319.01.09-94 «Руководство по оценке правильности применения электрорадиоизделий в аппаратуре военного назначения»

По результатам обобщения недостатков КРР, составленных предприятиями для различных видов РЭА, можно выделить следующие типовые ошибки при оформлении КРР:

1. В КРР не приводятся в требуемом объеме, данные из ТУ на ЭРИ.
2. В графе «Доп. ТУ» неточно указаны значения режимов по ТУ.
3. В графе «Измер.» неточно указаны значения фактических режимов (исходя из расчетных данных по СхЭ).
4. КРР составляются по упрощенной форме.
5. При замене ИС в схеме на другой тип серии или на ИС другой серии данные режима в графе «Доп ТУ» не скорректированы.
6. Имеют место случаи указания в графе «Доп ТУ» значений предельных режимов ИС, а не предельно-допустимых.
7. Включение в одну группу КРР одного типа ЭРИ, применяемого в разных схемных позициях, отличающихся различными режимами применения.
8. В КРР ошибочно указываются обозначения ТУ, не относящиеся к применяемым типам ЭРИ.

В выступлении перечислены только часть (наиболее часто встречающихся) из недостатков, обнаруженных при согласовании ТЗ, ТУ, и при проведении выездных проверок, выполняемых по вызову заказчиков. По всем недостаткам проведены мероприятия, обеспечивающие их оптимальное устранение. Однако, работы

зачастую носят «пожарный» характер. Выполняются от случая к случаю. Сложившиеся ситуация неоднократно обсуждалась на техническом совете ЦКБ «Дейтон», возглавляемым проректором по научной работе МИЭТ Гавриловым Сергеем Александровичем, и подготовлено соответствующее письмо руководству Роскосмоса. Учитывая высокий научно-технологический потенциал предприятия, мы укрепляем связи с партнерами, расширяем спектр услуг. В течение последних полугодия созданы: Научный центр по изучению проблем развития радиоэлектронного комплекса; Центр корпоративного консалтинга; базовая кафедра «Электронные технологии управления и СМК» МИЭТ. Это позволит на следующую ступень поднять уровень надежности и качества ЭКБ.