

**Доклад Смирнова Ю.Н. На ежегодной конференции
«Пути решения задач обеспечения современной радиоэлектронной
аппаратуры надежной компонентной базой» «Сертификация ЭКБ-2012»,
которая проходила 14-16 марта в г. Санкт-Петербурге в конгресс-зале
гостиницы «Park-Inn»**

**Результаты исследований правильности применения
интегральных микросхем (ИС) и полупроводниковых приборов
(ПП) в важнейших образцах радиоэлектронной аппаратуры
(РЭА).**

В подготовленном докладе представлены итоги проверок правильности применения ИС и ПП в важнейших образцах РЭА, проведенных ОАО «ЦКБ «Дейтон» совместно с ФГУ «22 ЦНИИИ Минобороны России» и ОАО «Газпром космические системы» за период 2000-2011 годы.

Проверки проводились по методикам, изложенным в «Руководстве по оценке правильности применения электрорадиоизделий в аппаратуре» РДВ 319.01.09-94 (ред. 2-2000).

Целями проверки являлись:

- проверка соответствия условий эксплуатации ИС и ПП требованиям, установленным в нормативной документации на них;
- проверка электрических и температурных режимов работы ИС и ПП в аппаратуре;
- проверка соблюдения требований нормативной документации по технологическим процессам применения ИС и ПП в РЭА.

За период с 2000 г. по 2011 г. осуществлена проверка правильности применения ИС и ПП в 77 изделиях РЭА различных классов:

- ракетно-космические системы;
- авиационное оборудование;
- мобильные наземные системы вооружения;
- аппаратура для ВМФ;
- специальные системы связи;
- системы опознавания.

Проверки правильности применения ИС и ПП в РЭА были выполнены на 30 предприятиях Российской Федерации в 15 городах, в частности:

- Москва (12 предприятий);
- Санкт-Петербург (4 предприятия);
- Нижний Новгород (2 предприятия);
- По 1 предприятию – г. Казань, Таганрог, Калуга, Ростов-на-Дону, Екатеринбург, Рязань, Тула, Ковров, Жуков, Железногорск, Томск, Ижевск.

**Обобщенные результаты проверок
правильности применения ИС и ПП в РЭА.**

I. По условиям эксплуатации ИС и ПП в РЭА применены, в основном, в соответствии с нормативной документацией (вида общих технических условий ОТУ и технических условий - ТУ), за крайне редкими исключениями – по минимальной наработке, по диапазону рабочих температур окружающей среды, по акустическим воздействиям.

II. По режимам применения – нарушения выявлены практически во всех видах проверенных изделий. В результате анализа правильности применения ИС и ПП обобщенные виды нарушений следующие:

1. Параметры управляющих сигналов ИС не соответствуют ТУ:
(серии 1554, 133, 537, Н1806, 1825, Р565, 1623, 1830, 1867, 140, М1821, 564, 142, 590).
2. Токи нагрузки ИС превышают предельно-допустимое значение по ТУ:
(серии 133, 1533, 588, М573, 286, 533, 564, 533, М1810, 537, 573, 544).
3. Длительности фронта (среза) входных сигналов ИС превышают допустимые по ТУ:
(серии 1533, 533, 564).
4. Емкость нагрузки ИС превышает допустимую по ТУ:
(серии 1533, 533, 564, М556, 580).
5. Незадействованные входы цифровых ИС оставлены свободными (не присоединены к цепи с фиксированным потенциалом):
(серии 530, 1533, Н1830, 1810, Л1876, 5514БЦ1Т2-9А5, М1821, 564, 533).
6. Применение цифровых ИС в линейном режиме, не оговоренном ТУ:
(серии 530, 533, 1533, 1554).
7. Применение ИС при напряжениях питания, превышающих допустимые по ТУ:
(серии 597, 142, 1526).
8. Применение ИС при пониженном напряжении питания по сравнению с требованиями ТУ:
(серии 174, 175, 521, 1135, 544, 590, 574, 744).
9. Применение аналоговых ИС с сопротивлениями нагрузки, не соответствующими требованиям ТУ:
(серия 175).
10. Применение ИС – стабилизаторов напряжения при входной (выходной) емкости менее оговоренной ТУ:
(серия 142).
11. Применение цифровых ИС, при напряжениях, прикладываемых к выходам закрытых ИС, превышающих допустимые по ТУ:
(серия 1533).
12. Применение оптоэлектронных ИС при входном токе, сниженном по сравнению с минимально допустимым по ТУ:
(серии 249, 293).

13. На входе и выходе ИС – стабилизаторов напряжения не подключены конденсаторы, оговорены ТУ:
(серии 142, ОС142).
14. На входы цифровых КМОП ИС подаются сигналы от ТТЛ ИС без согласующего элемента:
(серии М1821, М1806, Н1806).
15. Превышение входного напряжения ИС по сравнению с допустимым значением по ТУ:
(серии 1135, 521, 142, 1127, 140, 1401, ОСМ1419, 574, 277, ОСМ1526).
16. Частота входных сигналов превышает допустимую по ТУ:
(серия 277).
17. Превышение допустимых по ТУ значений коммутируемого напряжения и коммутируемого тока:
(серии 590, 277, ОС1127).
18. Не обеспечиваются необходимые условия согласования по управляющим входам аналоговых ИС с выходами цифровых ИС:
(серия 590).
19. Применение ИС по функциональному назначению, не оговоренному ТУ:
(серии 530, 1107).
20. Отдельные входы ИС подключены к напряжению источника питания, а по ТУ свободные входы ИС должны быть подключены к источнику питания через резистор:
(серия Р1810).
21. Ток делителя в цепи ИС – стабилизаторов напряжения менее допустимого по ТУ:
(серия 142, ОСМ142).
22. Токи коммутации транзисторов соизмеримы с обратными токами, что не соответствует ТУ:
(приборы 2Т208ВОС, 2Т3152Г, 1НТ251А).
23. Применение стабилитронов при токах стабилизации, меньше минимально – допустимых по ТУ:
(стабилитроны 2С168А, 2С156А, 2С411Б, 2С133А, 2С216ЖОС, Д818И).
24. Применение полупроводниковых приборов по функциональному назначению, не оговоренному ТУ:
(Д816В – защитный диод;
2С411 – генератор шума;
159НТ1Б, 1НТ251, 1НТ251ОС, 1НТ251А, 2ТС622А, 2Т879А, 198НТ1А, 2Т690АОСМ, 198НТ5А, 2Т312 и др. – в диодном включении).
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.).

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 (ред. 2-2000) «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.

III. Технологическая документация и технологические процессы применения ИС и ПП при производстве аппаратуры проверялись на соответствие требований нормативных документов:

ОСТ 11 073.062-2001 «Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые. Требования и методы защиты от статического электричества при разработке, производстве и применении»;

ОСТ 11 073.063-84 «Микросхемы интегральные. Выбор и определение допустимых значений параметров воздействующих технологических факторов при производстве радиоэлектронной аппаратуры»;

технических условий на ИС и ПП.

Обобщенные результаты проверок технологии применения ИС и ПП на предприятиях-разработчиках и выявленные недостатки:

1. Входной контроль ИС и ПП почти на всех предприятиях осуществляется только по внешнему виду, контроль электрических параметров и функционирования не проводится.
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).