Опыт решения проблем обеспечения качества комплектующих изделий электронной техники для высоконадежной аппаратуры

ОАО «РНИИ «Электронстандарт»

Санкт-Петербург

Заместитель директора НТК

Валерий Георгиевич Малинин

Тел.: (812) 373-0932

Таблица 2. Виды ВВФ и диапазоны их характеристик, обеспечиваемые имеющимся в РИЦС табельным оборудованием

Наименование видов испытаний	Диапазон обеспечиваемых характеристик
1. Механические воздействия	
1.1. Широкополосная случайная и синусоидальная вибрация	Диапазон частот, Гц20-5000 Ускорение, gдо 40
1.2. Механические удары одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, g от 1500 до 50000 Длительность ударного импульса, мс от 0,1 до 1,0
1.3. Линейное ускорение	Величина ускорения, g ... до 50000
1.4. Акустическое воздействие	Диапазон частот, Гц125-10000 Уровень звукового давления, дБ до 160
2. Климатические воздействия	
2.1. Повышенная и пониженная температура	Диапазон температур, °С от минус 85 до 350
2.2. Повышенная влажность	Диапазон относительной влажности, % от 75 до 100 Диапазон температур, °С от 35 до 150
2.3. Соляной туман	Диапазон температур, °Сдо 35 Дисперсность тумана, мкм1÷10 Водность, г/м ³ 2÷3
2.4. Солнечная радиация	Диапазон температур, °С до 70 Интегральная плотность излучения, Вт/м ² 1120
2.5. Статическая и динамическая пыль	Скорость воздушного потока, м/с от 0,5 до..15
2.6. Пониженное атмосферное давление	Диапазон давлений, мм рт.ст от нормального до 10 ⁻⁶
2.7. Повышенное атмосферное давление	Диапазон давлений, мм рт.ст от нормального до 5
3. Биологические воздействия	Температура, °С29 Относительная влажность, % до 100
4. Комплексные воздействия	Вибрация Повышенная (пониженная) температура Повышенная влажность

Таблица 3. Перечень видов физико-технического анализа и неразрушающего контроля, используемых при проведении технической экспертизы и анализа отказавших ЭРИ

Виды контроля	Краткие технические характеристики
Оптический визуальный контроль	Увеличение, крат до 2000
Рентгено-телевизионный контроль	Увеличение, крат до 30 Разрешающая способность, пар.лин/мм20
Растровая электронная микроскопия	Увеличение, крат до 100000 Разрешающая способность, А.....100
Контроль герметичности	Максимальная чувствительность к потоку гелия, мм.рт.ст/с $8 \cdot 10^{-10}$
Масс-спектрометрический контроль	Контроль влагосодержания и агрессивных сред
Паяемость и теплостойкость при пайке	Диапазон температур припоя, °С 200 - 400

Таблица 4. Результаты квалификационных (сертификационных) испытаний вновь разрабатываемых ЭРИ и электронных материалов

Годы	Количество испытанных типов (выборок) ЭРИ	Количество предприятий-разработчиков (изготовителей) ЭРИ	Предприятие-изготовитель ЭРИ, имевших отрицательные результаты испытаний	Виды испытаний, при которых имелись отказы ЭРИ
1999	42	17	ОАО «Исеть», г. Каменск-Уральский (корпуса разъемов); ОАО «Элекон», г.Сарапул (конденсаторы); ГУП НПП «Пульсар», г. Москва (транзисторы, диоды); з-д «Транзистор» г.Минск (транзисторы); НИИСИ РАН, г.Москва (микросхемы); ОАО ОЗ «Прибор», г.Санкт-Петербург (модули); ЗАО НПП «Эрготех», г. Фрязино (антибликовые фильтры)	плесневые грибы, соляной туман, солнечная радиация, динамическая пыль
2000	65	26		
2001	162	65		
2002	616	76		
5 месяцев 2003	217	28		

Таблица 5. Типовой перечень дополнительных испытаний отечественных ЭРИ для высоконадежной аппаратуры

Группа контроля и испытаний	Перечень операций контроля и испытаний
I Входной контроль	1.1. Контроль внешнего вида, состояния маркировки. 1.2. Параметрический и функциональный контроль в нормальных климатических условиях
II Отбраковочные испытания	2.1. Термоциклирование 2.2. Контроль герметичности 2.3. Электротермотренировка 2.4. Измерение параметров при крайних значениях рабочих температур
III Диагностический неразрушающий контроль	3.1. Контроль электрических параметров по ужесточенным нормам 3.2. Измерение электрических параметров, не входящих в состав ТУ («m»-характеристики и ВАХ у ИС и ПП, нелинейность ВАХ резисторов методом 3-ей гармоники и др.), являющихся критериями для выявления потенциально ненадежных изделий. 3.3. Расчет дрейфа электрических параметров после ЭТТ 3.4. Рентгено-телевизионный анализ
IV Разрушающий физический анализ (выборочный, на 3-4 образцах от каждой партии ЭРИ)	4.1. Контроль прочности заводской маркировки. 4.2. Способность к пайке. 4.3. Контроль влагосодержания в подкорпусном объеме. 4.4. Механическая прочность внешних выводов. 4.5. Визуальный внутренний контроль, после удаления крышки у ИС и ПП. 4.6. Контроль качества кристалла и металлизации на растровом электронном микроскопе и рентгеновском микроанализаторе. 4.7. Контроль прочности внутренних соединений. 4.8. Испытание на сдвиг кристалла.

**Таблица 6. Данные о результатах дополнительных испытаний ЭРИ в
испытательном центре ОАО РНИИ «Электронстандарт» для комплектации БА**

изделия «Ямал-200» в 2000-2001 гг. (заказчик РКК «Энергия»)

Класс ЭРИ	Испытано, шт.	Брак по ТУ		Нерекомендованные после ОИ и ДНК		Всего		Завод-изготовитель
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Микросхемы	829	12	1,44	15	1,81	27	3,26	
		12		15				«Кремний», Брянск
Транзисторы	1000	11	1,1	128	12,8	139	13,9	
		7		7		14		АООЕ ВЗПП, г.Воронеж
		4		33		37		ЗАО "Кремний-маркетинг", г.Брянск
Диоды и стабилитроны	6020	125	2,08	251	4,17	376	6,24	
		29		12		41		ОАО "Фотон", г.Ташкент
Конденсаторы	1186	86	7,25	8	0,67	94	7,93	
Резисторы	12095			90	0,74	90	0,74	
				90		90		ЗАО "Резистор НН", Н. Новгород
Трансформаторы, дрессели и фильтры	20	2	10			2	10	
		2				2		ООО "Армотек", г. Боровичи

Таблица 7. Данные о результатах дополнительных испытаний ЭРИ в испытательном центре ОАО РНИИ «Электронстандарт» для комплектации БА

изделия «14Ф113» в 2001-2002 гг. (заказчик ФГУП «РИРВ»)

Класс ЭРИ	Испытано, шт.	Брак по ТУ		Нерекомендованные после ОИ и ДНК		Всего		Завод-изготовитель
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Микросхемы	1537	76	4,94	41	2,67	117	7,61	
		12		3		15		"Вента", г.Вильнюс
		4		13		17		АОЗТ "Интеграл", СПб
		25		1		26		НЗПП, Новосибирск
		10		2		12		ФГУП з-д "Экситон", П.Посад
Транзисторы	983	27	2,75	45	4,58	72	7,32	
		20		33		53		ГУП ГЗ "Пульсар", Москва
Диоды и стабилитроны	1974	41	2,08	35	1,77	76	3,85	
		13		17		30		ОАО "Фотон", г.Ташкент
		12		1		13		ПК "Днепр", г.Скадовск
Конденсаторы	6945	58	0,84	37	0,53	95	1,37	
		22		14		36		ОАО "Кулон", СПб
		21		4		25		ОАО "Элеконд", Саранул
Резисторы	9790	74	0,76	47	0,48	121	1,24	
		50		29		79		ЗАО "Резистор НН", Н.Новгород
		19		7		26		ПО "Реом", г.Одесса
Соединители	587	2	0,34			2	0,34	
		2				2		ПО "Октябрь", г.Каменск Ур.
Трансформаторы, дрессели и фильтры	1112	9	0,81	7	0,63	16	1,44	
		4		3		7		ОАО "Георгиевский трансформаторный з-д"

**Таблица 8. Данные о результатах дополнительных испытаний ЭРИ в
испытательном центре ОАО РНИИ «Электронстандарт» для комплектации БА**

изделия «14Ф33» в 2002 г. (заказчик ГУП НПЦ «Спурт»)

Класс ЭРИ	Испытано, шт.	Брак по ТУ		Нерекомендованные после ОИ и ДНК		Всего		Завод-изготовитель
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Микросхемы	598	3	0,5	2	0,33	5	0,84	
		2				2		«Протон», г. Орел
Транзисторы	523	2	0,38	10	1,91	12	2,29	
				5		5		ГУП ГЗ "Пульсар", Москва
		1		3		4		«Синтез», Воронеж
Диоды и стабилитроны	306	1	0,33	1	0,33	2	0,65	
		1		1		2		З-д «Оптон», Москва
Конденсаторы	5544	32	0,58	10	0,18	42	0,76	
		25		5		30		ОАО "Кулон", СПб
		7		5		12		АООТ «Мезон», СПб
Резисторы	8905	18	0,2	5	0,06	23	0,26	
		14				14		ЗАО "Резистор НН", Н. Новгород
Соединители	528	2	0,38			2	0,38	
		1				1		З-д «Элекон», Казань
		1				1		ОАО «Электросоединитель», г. Урсу
Трансформаторы, дрессели и фильтры	112	3	2,68	1	0,89	4	3,57	
		3		1		4		ЗАО «ТТЗ», Георгиевск

Таблица 9. Данные о результатах дополнительных испытаний ЭРИ в испытательном центре ОАО РНИИ «Электронстандарт» для комплектации БА изделия «Экспресс АМ» в 2002 г. (заказчик ФГУП ВНИИМЭМ)

Класс ЭРИ	Испытано, шт.	Брак по ТУ		Нерекомендованные после ОИ и ДНК		Всего		Завод-изготовитель
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Транзисторы	2939	49	1,67	53	1,80	102	3,47	
		<i>49</i>		<i>53</i>		<i>102</i>		<i>АО «Кремний», Брянск</i>
Диоды и стабилитроны	775	11	1,42	4	0,52	15	1,94	
		<i>11</i>		<i>2</i>		<i>13</i>		<i>ОАО "Фотон", г.Ташкент</i>
Конденсаторы	1757	22	1,25	25	1,42	47	2,67	
		<i>9</i>		<i>4</i>		<i>13</i>		<i>ОАО "Кулон", СПб</i>
		<i>13</i>		<i>21</i>		<i>34</i>		<i>НИИ «Гириконд», СПб</i>
Резисторы	870							
Розетки	85							

Таблица 10

Перечень партий ЭРИ, забракованных по результатам разрушающего физического анализа (РФА) при проведении дополнительных испытаний изделий, предназначенных для комплектации КА «Sesat», «Ямал-200», «14Ф113», «Экспресс-АМ» в 1998 – 2002 г.г.

(заказчики НПО ПМ, РКК «Энергия», ФГУП «ВНИИ малых

электрических машин», ФГУП РНИИ «Радионавигации и времени»)

Класс ЭРИ	Забракованные партии ЭРИ	Изготовитель	Характер брака
Микросхемы	ОС 1526ЛА7, ЛА8, ИК1	НЗПП	содержание паров воды от 1,0% до 6,4% при норме $\leq 0,5\%$
	ОС 1127КН3, КН5	АОЗТ «Светлана»	
	ОС 134ТВ, 14ИЕ5, ОСМ 1НТ251	АООТ ВЗПП	
	ОС 530ЛА9	АООТ НЭПП	
	ОСМ 249КП1С	ОАО «Протон»	
	ОС 1533ТМ2	НПО «Интеграл»	
	ОС 198НТ	ГАО «Тонди»	
	ОС 1526ЛА7, ЛА8, ИК1	НЗПП	дефекты термокомпрессионного соединения внутренних выводов
	ОС 1127КН3, КН5	АОЗТ «Светлана»	
	ОС 134ТВ14ИЕ5	АООТ ВЗПП	
	ОСМ 140УД6А	КНИИ «Микроприборов»	образование интерметаллического соединения
	ОСМ 140УД17Б	КНИИ «Микроприборов»	коррозионное разрушение металлизации кристалла
	ОСМ 590КН15	АОЗТ «Светлана»	
	ОСМ 140УД6А, 17Б	КНИИ «Микроприборов»	низкая прочность внутренних соединений
	ОСМ 249КП1С	ОАО «Протон»	низкая прочность соединения кристалла с подложкой
	ОСМ 590КН15	АОЗТ «Светлана»	коэффициент запыления металлизации на ступеньке окисла $< 0,5$
ОСМ 140УД6А	КНИИ «Микроприборов»		

Продолжение таблицы 10

Класс ЭРИ	Забракованные партии ЭРИ	Изготовитель	Характер брака
Транзисторы	ОСМ 2Т881А	ЗАО «Кремний»	нарушение защитного покрытия на кристалле коррозионное разрушение металлизации кристалла
	2Т504БОС	ЗАО «Кремний»	
	2Т630	ЗАО «Кремний»	
Диоды	ОСМ 2Д120А-1	АООТ «Фотон»	низкая прочность внешних выводов
	2Д906А	ОАО «Бэтта»	
Резисторы	ОС С2-33Н-0,125-220 кОм±5% АДВ	ЗАО «Резистор НН»	низкая прочность внешних выводов
	ОС С2-10-0,125- 10 Ом±1%	«Орбита»	

Таблица 11. Данные о качестве продукции предприятий – разработчиков по результатам дополнительных испытаний ЭРИ

Класс ЭРИ	Испытано, шт.	Брак по ТУ		Нерекомендованные после ОИ и ДНК		Всего		Завод-изготовитель
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	
Микросхемы	2817	125	4,44	57	2,03	182	6,46	
		25		1		26		НЗПП, Новосибирск
		12		15		27		«Кремний», Брянск
		12		3		15		"Вента", г.Вильнюс
		4		13		17		АОЗТ "Интеграл", СПб
		10		2		12		ФГУП з-д "Экситон", П.Посад
		13				13		г. Киев
Транзисторы	2506	40	1,6	183	7,3	223	8,9	
		20		38		58		ГУП ГЗ "Пульсар", Москва
		7		7		14		АООЕ ВЗПП, г.Воронеж
		4		33		37		ЗАО "Кремний-маркетинг", г.Брянск
		1		3		4		«Синтез», Воронеж
Диоды и стабилитроны	9716	194	2,0	294	3,03	488	5,02	
		53		31		84		ОАО "Фотон", г.Ташкент
		12		1		13		ПК "Днепр", г.Скадовск
		13				13		ПО "Днепр", г.Херсон
Конденсаторы	15432	198	1,28	80	0,52	278	1,8	
		56		23		79		ОАО "Кулон", СПб
		21		4		25		ОАО "Электонд", Саранул
		13		21		34		НИИ «Гириконд», СПб
		7		5		12		АООТ «Мезон», СПб
Резисторы	23650	92	0,4	142	0,6	234	1,0	
		64		119		183		ЗАО "Резистор НН", Н.Новгород
		19		7		26		ПО "Реом", г.Одесса
Трансформаторы, дроссели и фильтры	1244	14	1,25	8	0,64	22	1,77	
		4		3		7		ОАО "Георгиевский трансформаторный з-д"

Таблица 12

Динамика роста объемов дополнительных испытаний ЭРИ для особонадежной аппаратуры, проведенных в РИЦС «Электронстандарт» с 1998 по 2003 гг.

Годы	Шифр объекта	Организация-разработчик бортовой РЭА	Объемы дополнительных испытаний и поставок ЭРИ	
			типов	штук
1998	«Галс-Р16»	НПО ПМ им. академика М.Ф.Решетнева г. Железногорск, Красноярского края	160	9800
1998÷99	«SESAT»	EUTELSAT, Европейское комическое агентство, Франция, НПО ПМ им. академика М.Ф.Решетнева г. Железногорск, Красноярского края	450	81640
2000÷ 2001	«Ямал-200»	РКК «Энергия» г. Королев, Московской обл.	386	70252
2001÷ 2002	«Глонасс-М»	ФГУП РНИИ радионавигации и времени Санкт-Петербург	721	84610
2002	«Экспресс-АМ»	ВНИИ малых электрических машин Санкт-Петербург	16	5984
2002	«14P53»	ГУП НПЦ «СПУРТ» Москва	708	120496
2003	«Экспресс-1000»	НПО ПМ им. академика М.Ф.Решетнева г. Железногорск, Красноярского края	Договор в стадии заключения	
2003	«Ямал-300»	РКК «Энергия» г. Королев, Московской обл.	Договор в стадии заключения	