

Группы и состав испытаний полузаказных микросхем

Базовые матричные кристаллы 1

Нормативно-техническая документация на полузаказные
микросхемы..... 2

3 Группы и состав испытаний полузаказных микросхем 3

Порядок разработки и освоения производства
полузаказной микросхемы 4

Рекомендации по разработке аппаратуры с применением БМК 5

Пример проектирования полузаказной микросхемы
средствами САПР «Ковчег 3.04» 6

Раздел 3.

Группы и состав испытаний полузаказных микросхем

Группы испытаний полузаказных микросхем.....	3-2
Отбраковочные испытания	3-2
Квалификационные испытания	3-3
Приемо-сдаточные испытания	3-7
Периодические испытания	3-9
Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов	3-11
Длительные испытания на безотказность	3-11
Испытания на гамма-процентный срок сохраняемости.....	3-11
Типовые испытания	3-11

Группы испытаний полузаказных микросхем

Отличительной особенностью полузаказных микросхем является то, что освоение в производстве новых типов микросхем не требует проведения длительных и дорогостоящих квалификационных испытаний. Испытания проводятся на этапе разработки БМК и распространяются на все микросхемы, разработанные на данном БМК.

Группы и виды испытаний определяются общими техническими условиями. Вновь разрабатываемые интегральные микросхемы в корпусном исполнении, предназначенные для применения в аппаратуре космического назначения, должны соответствовать ОСТ В 11 0998-99.

Данный стандарт предусматривает проведение следующих групп испытаний:

- отбраковочные испытания;
- квалификационные испытания;
- прямо-сдаточные испытания;
- периодические испытания;
- испытания на стойкость к воздействию специальных факторов;
- длительные испытания на безотказность;
- испытания на гамма-процентный срок сохраняемости;
- типовые испытания.

Отбраковочные испытания

Отбраковочные испытания выполняются с целью выявления и отбраковки дефектных микросхем в процессе их производства и включают испытания, приведенные в табл. 3.1. Состав отбраковочных испытаний зависит от категории качества микросхем «ОС» или «ВП». Методы испытаний определены в ОСТ 11 073-2008 «Микросхемы интегральные. Методы испытаний».

Таблица 3.1. Виды отбраковочных испытаний интегральных микросхем для различных категорий качества

№	Вид и последовательность испытания	Условия испытаний для различных категорий качества	
		«ОС»	«ВП»
1	Визуальный контроль кристаллов	При увеличении в 200 крат	
	Визуальный контроль незагерметизированных микросхем		
2	Контроль прочности крепления кристалла на сдвиг	Выборочный контроль	
3	Неразрушающие испытания сварных соединений на отрыв	Выборочный контроль	
4	Термообработка микросхем:		
	– до герметизации	48 ч, +150 °С	
	– после герметизации	24 ч, +125 °С	
5	Испытание на воздействие изменения температуры среды	10 циклов от –60 до +150 °С	
6	Испытание на воздействие линейного ускорения	30 000g	

№	Вид и последовательность испытания	Условия испытаний для различных категорий качества	
		«ОС»	«ВП»
7	Обнаружение свободных частиц в корпусе со свободным внутренним объемом по уровню шума	+	–
8	Электрические испытания при нормальных условиях перед электротермотренировкой	+	+
9	Электротермотренировка	240 ч	168 ч
10	Электрические испытания при нормальных условиях после электротермотренировки	+	–
11	Электротермотренировка (дополнительная) МОП и линейных схем при обратном смещении	72 ч	–
12	Электрические испытания и функциональный контроль: – проверка статических параметров при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды – проверка динамических параметров при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды – функциональный контроль при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды	+	+
		+	+
		+	+
		+	+
		+	+
		+	+
		+	+
		+	+
		+	+
13	Рентгеновский контроль	+	–
14	Диагностический контроль	По ТУ	–
15	Заключительные электрические испытания: – проверка статических параметров при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды – проверка динамических параметров при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды – функциональный контроль при: а) нормальных климатических условиях б) пониженной рабочей температуре среды в) повышенной рабочей температуре среды	+	–
		+	–
		+	–
		+	–
		+	–
		+	–
		+	–
		+	–
		+	–
16	Проверка герметичности микросхем в корпусе со свободным внутренним объемом	+	+
17	Контроль внешнего вида	+	+

Квалификационные испытания

Квалификационные испытания (группа К) являются наиболее полными и проводятся на стадии освоения БМК в производстве. Их целью является подтверждение требований, указанных в технических условиях на БМК. Для проведения квалификационных испытаний разрабатывается аттестационная микросхема, включающая, как правило, все базовые библиотечные ячейки, имеющая максимально достижимый коэффициент заполнения поля БМК и позволяющая

измерить все указанные в технических условиях электрические параметры. Состав квалификационных испытаний приведен в табл. 3.2. Методы и условия проведения испытаний определены в ОСТ 11 073-2008 «Микросхемы интегральные. Методы испытаний».

Таблица 3.2. Виды квалификационных испытаний интегральных микросхем категорий качества «ОС» и «ВП»

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
К1	1. Проверка внешнего вида	Вся выборка	
	2. Проверка статических параметров, отнесенных в ТУ к приемо-сдаточным и периодическим испытаниям, при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	3. Проверка динамических параметров, отнесенных в ТУ к приемо-сдаточным и периодическим испытаниям, при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	4. Функциональный контроль, отнесенный в ТУ к приемо-сдаточным и периодическим испытаниям, при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	5. Проверка электрических параметров, отнесенных в ТУ к периодическим испытаниям, только при нормальных климатических условиях		
	6. Проверка электрических параметров, отнесенных в ТУ только к квалификационным испытаниям, при: – нормальных климатических условиях		
	7. Переключающие испытания при: – нормальных климатических условиях		
К2	1. Испытание на чувствительность к разряду статического электричества	10	10
	2. Проверка статических параметров при: – нормальных климатических условиях		
К3	1. Проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров	10	2
	2. Контроль содержания паров воды внутри корпуса		
К4	1. Испытание на способность к пайке	10	5
	2. Испытание на теплостойкость при пайке		
	3. Проверка внешнего вида		
К5	1. Испытание выводов на воздействие растягивающей силы	10	2
	2. Испытание гибких проволочных и ленточных выводов на изгиб		
	3. Испытание гибких лепестковых выводов на изгиб		
	4. Испытание на герметичность		

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
	5. Проверка качества маркировки	10	2
	6. Испытания на воздействие очищающих растворителей		
К6	1. Внутренний визуальный контроль	5	2
	2. Контроль прочности сварного соединения		
	3. Испытание прочности крепления кристалла на сдвиг		
К7	1. Кратковременные испытания на безотказность длительностью 1000 часов	80÷10 в зависимости от степени интеграции	
	2. Кратковременные испытания на безотказность длительностью 3000 часов		
	3. Проверка электрических параметров по подгруппе К1 последовательности 2, 3, 4, 6		
К8	1. Испытание на воздействие изменения температуры среды	15	10
	2. Испытание на воздействие линейного ускорения		
	3. Испытание на влагостойкость в циклическом режиме		
	4. Испытание на герметичность		
	5. Проверка внешнего вида		
	6. Проверка электрических параметров по подгруппе К1 последовательности 2, 3, 4, 5, 6		
К9	1. Испытания на воздействие одиночных ударов	15	10
	2. Испытание на вибропрочность		
	3. Испытание на виброустойчивость		
	4. Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (кратковременное)		
	5. Проверка внешнего вида		
	6. Проверка электрических параметров по подгруппе К1 последовательности 2, 3, 4, 6 при: — нормальных климатических условиях		
К10	Испытание упаковки	10	5
	1. Проверка габаритных размеров индивидуальной, групповой, дополнительной и транспортной тары		
	2. Испытание на воздействие пониженного атмосферного давления		
	3. Испытание на прочность при свободном падении		
	4. Контроль внешнего вида		
К11	Определение запасов устойчивости к воздействию механических, тепловых и электрических нагрузок (граничные испытания)		
	1. Определение теплового сопротивления	5	5
	2. Испытание по определению резонансной частоты	5	5
	3. Испытание по определению точки росы	5	5
	4. Определение запасов устойчивости к воздействию механических, тепловых и электрических нагрузок (граничные испытания)		

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
	4.1. Испытание на воздействие теплового удара	10	10
	4.2. Испытание на воздействие изменений температуры среды	10	10
	4.3. Испытание на воздействие одиночных ударов	10	10
	4.4. Определение предельной повышенной температуры среды (без воздействия электрической нагрузки)	10	10
	4.5. Определение значений предельных электрических режимов	10+10	10+10
	4.6. Определение значений предельных режимов при комбинированном воздействии электрической нагрузки и температуры	10	10
K12	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (длительное)	20	10
K13	Испытание на хранение при повышенной температуре	20	10
K14	1. Проверка массы микросхемы	10	10
	2. Испытание на воздействие атмосферного повышенного давления		
	3. Испытание на воздействие атмосферного пониженного давления		
	4. Контроль внешнего вида		
K15	Испытание на воздействие плесневых грибов	5	5
K16	Испытание на воздействие инея и росы	5	5
K17	Испытание на воздействие соляного тумана	5	5
K18	Испытание на воздействие акустического шума	10	5
K19	Испытание на пожарную безопасность	3	2
K20	Испытание на воздействие статической пыли, если установлено в техническом задании	5	5
K21	Проверка способности к пайке обслуженных выводов без дополнительного облуживания после хранения в течение 12 месяцев	10	5
K22	Испытание на стойкость к воздействию одиночных импульсов напряжения (на импульсную электрическую прочность)	20÷4 в зависимости от степени интеграции	
K23	1. Испытание на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.И6, 7.И8, 7.И10, 7.И11 (по эффектам мощности дозы)	20÷4 в зависимости от степени интеграции	
	2. Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.И7, 7И10 (по дозовым ионизационным эффектам)		
	3. Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.И1, 7.И4 (по эффектам структурных повреждений)		
	4. Проверка электрических параметров и функциональный контроль при: – повышенной рабочей температуре среды		

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
К24	1. Испытание на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.С4, 7.С6 (по дозовым ионизационным эффектам)	20÷4 в зависимости от степени интеграции	
	2. Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.С1, 7.С3 (по эффектам структурных повреждений)		
	3. Проверка электрических параметров и функциональный контроль при: – повышенной рабочей температуре среды		
К25	1. Испытание на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.К1, 7.К3, 7.К4, 7.К6 (по дозовым ионизационным эффектам)	20÷4 в зависимости от степени интеграции	
	2. Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.К4, 7.К6 (по эффектам структурных повреждений)		
	3. Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов с характеристиками 7.К9, 7.К10, 7.К11, 7.К12 (по одиночным эффектам)	8÷4 в зависимости от степени интеграции	
	4. Проверка электрических параметров и функциональный контроль при: – повышенной рабочей температуре среды		
К26	Длительные испытания на безотказность	На выборке после подгруппы К7	
	ИТОГО	293	233

Приемо-сдаточные испытания

Приемо-сдаточные испытания (группы А и В) проводятся совместно с военным представительством на предприятии-изготовителе как завершающая стадия цикла изготовления микросхем. На приемку микросхемы предъявляются партиями от 50 до 2000 микросхем категории качества «ОС» или от 10 до 5000 микросхем категории качества «ВП». При размере партии микросхем категории качества «ОС» до 300 штук и до 150 штук для категории качества «ВП» проводится сплошной контроль. При больших объемах контролю по подгруппам А подвергается выборка микросхем, объем которой определяется ОСТ В 11 0998-99. Состав приемо-сдаточных испытаний приведен в табл. 3.3. Методы и условия проведения испытаний приведены в ОСТ 11 073-2008 «Микросхемы интегральные. Методы испытаний».

Таблица 3.3. Виды прямо-сдаточных испытаний

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
<i>Группа А</i>			
A1	Проверка внешнего вида	В соответствии с ОСТ В 11 0998-99	
A2	1. Проверка статических параметров при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	2. Проверка динамических параметров при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	3. Функциональный контроль при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	4. Переключающие испытания при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
<i>Группа В</i>			
B1	1. Проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров	3	2
	2. Контроль содержания паров воды внутри корпуса		
B2	1. Испытание на способность к пайке	3	2
	2. Проверка внешнего вида		
B3	1. Испытание выводов на воздействие растягивающей силы	2	–
	2. Испытание гибких проволочных и ленточных выводов на изгиб		
	3. Испытание гибких лепестковых выводов на изгиб		
	4. Испытание на герметичность		
B4	1. Проверка качества маркировки	3	2
	2. Внутренний визуальный контроль		
	3. Контроль прочности сварного соединения		
	4. Испытание прочности крепления кристалла на сдвиг		
B5	Кратковременные испытания на безотказность	По ОСТ В 11 0998	–
B6	1. Испытания на воздействие изменения температуры среды	По ОСТ В 11 0998	–
	2. Испытания на воздействие линейных ускорений		
	3. Испытания на герметичность		
	4. Проверка электрических параметров по подгруппе испытаний А2 последовательности 1, 2		

Микросхемы, прошедшие испытания по подгруппам В1, В2, В3, В4 и В6, по ставке не подлежат.

Периодические испытания

Периодические испытания (группы С и D) обеспечивают подтверждение параметров выпускаемых микросхем. Их целью является подтверждение требований, указанных в технических условиях на микросхемы. Для проведения периодических испытаний, как правило, используются серийно выпускаемые микросхемы, допускается проведение испытаний и на микросхемах из состава опытных партий. Состав периодических испытаний приведен в табл. 3.4. Методы и условия проведения испытаний приведены в ОСТ 11 073-2008 «Микросхемы интегральные. Методы испытаний».

Таблица 3.4. Виды периодических испытаний

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
<i>Группа С</i>			
С1	1. Проверка внешнего вида	Вся суммарная выборка по группам С и D	
	2. Проверка статических параметров при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	3. Проверка динамических параметров при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	4. Функциональный контроль при: – нормальных климатических условиях; – пониженной рабочей температуре среды; – повышенной рабочей температуре среды		
	5. Проверка электрических параметров, отнесенных в ТУ к периодическим испытаниям, только при: – нормальных климатических условиях		
С2	Кратковременные испытания на безотказность	80±10 в зависимости от степени интеграции	
С3	1. Испытание на воздействие изменения температуры среды	15	10
	2. Испытание на воздействие линейных ускорений		
	3. Испытание на влагостойкость в циклическом режиме		
	4. Испытание на герметичность		
	5. Проверка внешнего вида		
	6. Проверка электрических параметров по подгруппе С1 последовательности 2, 3, 4 при: – нормальных климатических условиях		
С4	1. Испытания на воздействие одиночных ударов	15	10
	2. Испытание на вибропрочность		
	3. Испытание на виброустойчивость		
	4. Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (кратковременное)		

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания	Количество контролируемых микросхем по категориям качества	
		«ОС»	«ВП»
	5. Проверка внешнего вида	15	10
	6. Проверка электрических параметров по подгруппе С1 последовательности 2, 4 при: – нормальных климатических условиях		
С5	1. Испытание выводов на воздействие растягивающей силы	-	2
	2. Испытание гибких проволочных и ленточных выводов на изгиб		
	3. Испытание гибких лепестковых выводов на изгиб		
	4. Испытание на теплостойкость при пайке		
	5. Испытание на герметичность		
С6	1. Испытание на подтверждение допустимых уровней статического электричества	10	10
	2. Проверка статических параметров при: – нормальных климатических условиях		
Группа D			
D1	Испытание упаковки		
	1. Проверка габаритных размеров потребительской дополнительной и транспортной тары	5	5
	2. Испытание на прочность при свободном падении		
D2	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (длительное)	20	10
D3	Контроль содержания паров воды внутри корпуса	–	2
D4	1. Определение теплового сопротивления	5	5
	2. Подтверждение запасов устойчивости к воздействию механических, тепловых и электрических нагрузок (граничные испытания)		
	2.1. Испытание на воздействие одиночных ударов	10	10
	2.2. Подтверждение значений предельных режимов при комбинированном воздействии электрической нагрузки и температуры	10	10
D5	Обобщенная оценка λ	По подгруппам В5 и С2	По подгруппе С2
D6	Проверка способности к пайке обслуженных выводов без дополнительного облуживания после хранения	10	5

Периодичность проведения испытаний по подгруппам составляет:

- С1, С2, С6 – 3 месяца;
- С3, С4, С5, D3 – 6 месяцев;
- D1, D6 – 1 год;
- D4 – 2 года;
- D5 – 2 или 3 года.

Испытания на стойкость к воздействию специальных факторов

Данные испытания проводятся для каждой партии пластин, которые используются при производстве серийно выпускаемых микросхем, их состав приведен в табл. 3.5.

Таблица 3.5. Виды испытаний партий пластин на стойкость к воздействию специальных факторов

Подгруппа испытаний	Вид и последовательность испытания
<i>Группа E</i>	
E1	1. Испытания на стойкость ИС по эффектам мощности дозы
	2. Проверка электрических параметров
E2	1. Испытания на стойкость ИС по дозовым ионизационным эффектам
	2. Проверка электрических параметров
E3	1. Испытания на стойкость ИС по эффектам структурных повреждений
	2. Проверка электрических параметров

Длительные испытания на безотказность

Длительные испытания на безотказность проводят по ГОСТ РВ 20.57.414-97 «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы оценки соответствия требованиям к надежности». Продолжительность этих испытаний устанавливают равной гамма-процентному времени наработки микросхем до отказа, проводятся испытания при условиях, указанных в ТУ.

Испытания на гамма-процентный срок сохраняемости

Испытания микросхем на гамма-процентный срок сохраняемости проводят по ГОСТ РВ 20.57.414-97 «Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы оценки соответствия требованиям к надежности» в условиях хранения, установленных в ТУ. Испытания начинают с первого квартала второго года серийного производства микросхем, проводят на одном типе микросхем и результаты испытаний распространяют на все микросхемы данной серии. Продолжительность испытаний устанавливают равной гамма-процентному сроку сохраняемости.

Типовые испытания

Типовые испытания проводятся в случае, если в квалифицированные микросхемы внесены какие-либо изменения, связанные с применяемыми материалами, конструкцией, принципиальной схемой или технологией изготовления микросхем. Состав и объем типовых испытаний зависят от внесенных изменений и определяются предприятием-изготовителем микросхем по согласованию с военным представительством. При этом объем типовых испытаний должен быть достаточным для выявления возможных дефектов микросхем, связанных с внесенными изменениями в конструкцию и производство микросхем.