

Министерство науки, высшей школы
и технической политики Российской Федерации

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ КОНТРОЛЯ
МОНТАЖНЫХ СТРУКТУР

Методические указания
к лабораторной работе

Составитель С.Е.Ястребов

УДК 621.382

Исследование принципов контроля монтажных структур:
Метод. указ. к лаборатор. работе /Самар.аэрокосмич.ун-т;
Сост. С.Е.Ястребов. Самара, 1992. 12 с.

Рассмотрены методы контроля монтажных структур и приведены краткие характеристики каждого из них. Перечислены серийно выпускаемые промышленностью установки для автоматизированного контроля монтажа. Подробно описывается структура установки УЖМ-4 и порядок работы на ней.

Предназначены для студентов специальности 23.03. Составлены на кафедре "Микроэлектроника и технология радиоэлектронной аппаратуры".

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомиться с методами контроля монтажных структур, контроля параметров.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

К монтажным структурам относят: одно-, двух и многослойные печатные платы, объединенные платы микросборок, жгуты, кабели, стойки и другие изделия проводного монтажа.

Контроль параметров монтажных структур (МС) бывает: функциональный, параметрический, диагностический и прогнозирующий. При всех видах контроля должны быть установлены числовые граничные значения оценки параметров МС на соответствие следующим условиям (табл. I).

Т а б л и ц а I

Оценка параметров МС	Условия оценки	
	годен	брак
Односторонняя по верхнему пределу	$N \leq N_{max}$	$N > N_{max}$
Односторонняя по нижнему пределу	$N \geq N_{min}$	$N < N_{min}$
Двухсторонняя	$N_{min} \leq N \leq N_{max}$	$N_{min} > N > N_{max}$

П р и м е ч а н и е: N - фактическое значение контролируемого параметра.

Функциональный контроль подразделяется на следующие операции: контроль электрических соединений между проверяемыми точками монтажа в соответствии с технической документацией (ТД); контроль на отсутствие электрических соединений, не предусмотренных ТД.

Параметрический контроль подразделяется на следующие операции:

контроль активного сопротивления проводников; контроль сопротивления изоляции между электрически разобобщенными цепями; контроль электрической прочности изоляции.

Диагностический контроль включает следующие операции: контроль активных сопротивлений; контроль реактивных сопротивлений; контроль комплексных сопротивлений.

Прогнозирующий контроль включает в себя операции параметрического и диагностического контроля. Объем и последовательность контрольных операций задаются в соответствии с требованиями ТД на объект контроля.

Методы контроля монтажных структур

Методы функционального или параметрического контроля следует применять при контроле МС до установки на них изделий электронной техники (исключая разъемы, держатели предохранителей и др.) и до нанесения защитного покрытия.

Методы диагностического контроля необходимо применять до нанесения на МС защитного покрытия. Алгоритмы контроля необходимо составлять по ГОСТ 19.002-80 и ГОСТ 19.003-80 в каждом конкретном случае в зависимости от характеристик объекта. При этом алгоритмы должны обеспечивать минимальное число проверок и время контроля; возможность самоконтроля и диагностирование неисправностей в системе контроля; вывод результатов контроля в виде, обеспечивающем оптимальное время выявления дефектов.

Функциональный контроль МС должен проводиться по ответной реакции на испытательное воздействие в виде уровня напряжения постоянного тока любой полярности или переменного тока. При контроле электрических соединений между проверяемыми точками испытательное воздействие необходимо задавать в одну из точек контролируемой цепи. Проверку наличия ответной реакции нужно проводить во всех остальных точках данной цепи. Наличие ответной реакции на испытательное воздействие на заданном уровне свидетельствует о соответствии соединений ТД. Контроль соединений, не предусмотренных ТД, следует производить аналогично, только отсутствие ответной реакции на испытательное воздействие свидетельствует о соответствии соединений "1".

Параметрический контроль осуществляют методом Вольт-Ампера, мостовым методом или методом деления напряжения. При контроле сопротивлений уровни напряжений необходимо **выбирать** в соответствии с ТД. Контроль сопротивления изоляции проводят путем подачи испытательного воздействия к контролируемым точкам в соответствии с выбранным алгоритмом с последующей оценкой технического состояния цепей. Обнаружение пробоя производят по увеличению потребляемого тока или акустическому индикатору. На автоматизированных установках проверяют сопротивление изоляции между проводником и всеми другими цепями. При использовании ручных средств испытательное напряжение подается плавно.

Диагностический контроль осуществляют либо непосредственным контролем параметров МС, либо путем контроля карты электрических напряжений изделия, включенного под рабочее напряжение. Достоверность контроля обеспечивается путем выбора наиболее оптимального алгоритма контроля, при котором цель разбивается на элементарные участки, содержащие минимальное количество компонентов. На каждый элементарный участок должно быть рассчитано эквивалентное сопротивление, относительно которого будет произведен контроль. При контроле обращают внимание на род поляриности и уровень испытательного напряжения. Выводы активных элементов рекомендуется заземлять, активные элементы при этом следует защищать от статического электричества.

Аппаратура для контроля МС

УКМП-ДМ - установка автоматизированного контроля многослойных печатных плат, параметрический и прогнозирующий контроль до 1600 точек контроля;

ЗМП2-01 - установка автоматизированного контроля монтажа, параметрический и прогнозирующий контроль до 2400 точек контроля;

УКПМ-2 - то же, что и ЗМП2-01 но до 1000 точек контроля;

АИСТ-2 - установка контроля многослойных печатных плат, параметрический контроль до 10000 точек контроля;

УРП-1, УРП-2 - установки разбраковки печатных плат, функциональный контроль до 32/68 точек контроля;

УКМ-1, УКМ-3, УКМ-4, УКМ-5, УКМ-6 - установки контроля монтажа, функциональный контроль.

Для серийного производства с большим объемом контроля монтажных структур типа кабельных соединений целесообразно использование установок типа УКМ. В дальнейшем рассмотрим возможности, принцип действия и порядок работы на установке УКМ-4.

КОНТРОЛЬ МОНТАЖНЫХ СТРУКТУР НА УСТАНОВКЕ УМ-4

Описание установки УМ-4

Установка контроля монтажа УМ-4 предназначена для автоматизированного контроля правильности электрического монтажа кабелей, жгутов, узлов и блоков РЭА без радиоэлементов, а также печатных плат при наличии соответствующих контактирующих устройств в условиях серийного и мелкосерийного производства. Установка УМ-4 имеет 4 основных режима работы:

1. Режим контроля объекта по эталону - в этом случае контроль правильности монтажа производится методом сравнения с эталонным образцом с остановом процесса контроля при обнаружении неисправностей объекта или выводом на печать информации об обнаруженных неисправностях объекта.

2. Режим контроля объекта по программе - при этом контроль правильности монтажа проводится по программе, записанной на перфоленте, с остановом процесса контроля при обнаружении неисправностей объекта или выводом на печать информации об обнаруженных неисправностях.

3. Режим автопрограммирования - в этом случае происходит автоматическое формирование программы контроля на перфоленте и вывода на печать таблицы соединения в условных адресах по эталонному объекту. Полученная таким образом перфолента может быть использована для проведения контроля других аналогичных объектов.

4. РЕЖИМ САМОКОНТРОЛЯ

Краткие технические характеристики установки УМ-4

1. Установка обеспечивает контроль объектов с количеством точек монтажа до 5000 (контроль по программе) или до 2000 (контроль по эталону на обнаружение):

обрыва контролируемых цепей;

коротких замыканий между контролируемыми цепями;

лишних связей;

дублирование (реперфорацию) перфолент;

возможность контроля объектов в режиме контроля по эталону с заданного адреса точки подключения;

возможность контроля объектов в режиме контроля по программе заданного адреса начальной точки цепи;
поактовый режим работы с индикацией состояния регистра микрокоманд в двоичном коде;
непрерывную работу в течение 16 часов.

2. Максимальная электрическая мощность, потребляемая установкой, не превышает 1000 ВА.

3. Масса установки не более 400 кг.

В основу работы установки заложен принцип выявления и распознавания всех монтажных соединений, имеющих фактически в проверяемом объекте, и сравнения найденных связей с эталоном. В качестве эталона может быть использован заведомо исправный объект.

Назначение блоков установки УЖМ-4

Структурная схема установки представлена на рис. 1.

Блок БОИ является специализированным управляющим устройством, предназначенным для управления работой всех блоков и периферийных устройств; анализа поступающей информации; индикации на ПУ оперативной информации о текущем значении номера цепи, результате контроля с указанием вида неисправности о готовности печатающего устройства, фотосчитывающего устройства и перфоратора к работе.

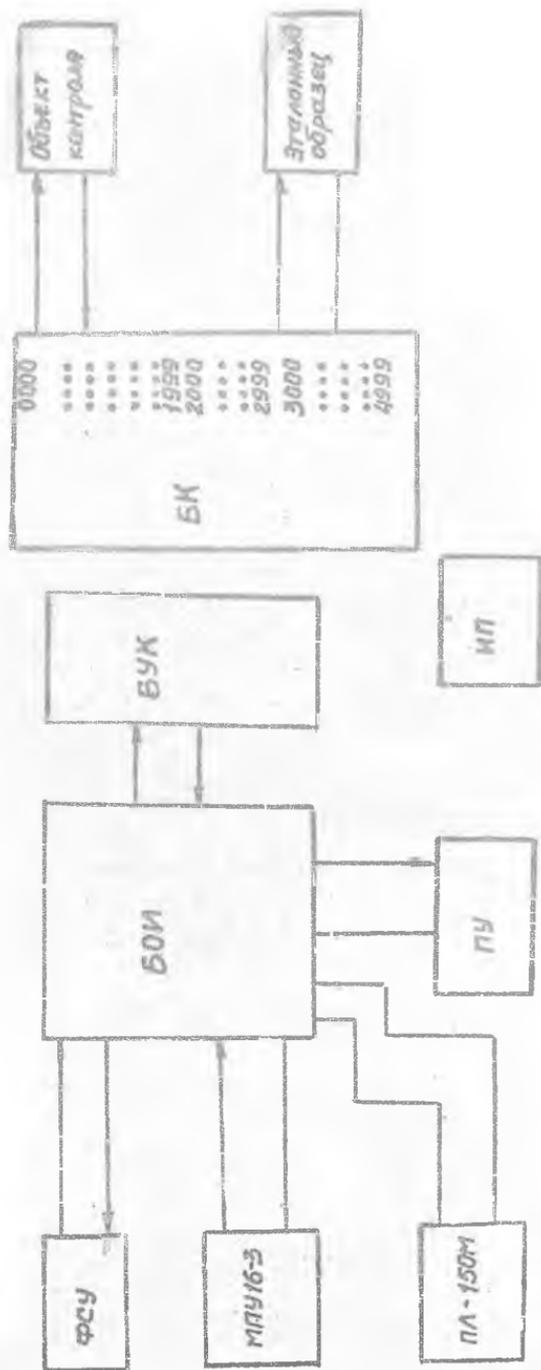
Блок БУК предназначен для управления работой блока БК в соответствии с информацией, приходящей из блока БОИ.

Блок ВК предназначен для подключения цепей объекта контроля и эталонного образца к источнику испытательного воздействия и измерительной шине при подаче на него кодов номеров ячеек подключения и опроса. Работа БК во всех режимах заключается в проверке наличия связи каждой точки относительно всех остальных.

Пульт управления предназначен для индикации оперативной информации; выбора нужных режимов работы; установки необходимого объема контролируемого монтажа с помощью переключателя "Конец контроля"; проверки исправности индикаторных ламп.

Фотосчитывающее устройство предназначено для введения программы работы установки с перфоленты.

Малогобаритное печатающее устройство предназначено для распечатки на бумажной ленте информации о результатах контроля в 16-разрядном десятичном коде. Первые четыре разряда используются для печати номера цепи. По пятому разряду информация не печатается, она слу-



Р и с. 1. Структурная схема установки УРМ-4: ФСУ - консольное устройство; МПУ16-3 - микропроцессорное печатное устройство; ПЛ-150М - периферийное устройство; БИ - блок управления; БУК - блок управления коммутаторов; БК - блок коммутаторов; ПУ - блок питания; ИИ - источник питания

жит для разделения информации. Разряды с шестого по десятый указывают адрес текущей точки цепи. Разряды с двенадцатого по шестнадцатый указывают адрес текущей точки цепи. Одиннадцатый разряд используется для указания характера ошибки, в этом разряде печатается знак " + " или " - ". Знак " + " означает наличие лишней связи, знак " - " означает отсутствие необходимой связи. Номер цепи (Ip...Iр), адрес начальной точки цепи (бр...Юр) печатается для данной цепи только один раз. Приведем пример вывода на печать информации о дефектных цепях:

Ip...4р	бр...Юр	Юр	I2р...I6р
0049	00098	-	00637
		+	01292
		-	02345
		+	03894

Информация данного вида означает, что в цепи с номером 0049, начинающейся с точки 00098, нет проводной связи с точками 00637, 02345, и есть лишние проводные связи с точками 01292 и 02394.

Органы управления и индикации

Органы управления и индикации расположены на пульте управления и предназначены для выполнения следующих функций:

кнопка "ПУСК" - для запуска установки в работу во всех режимах;

кнопка "РЕЖИМ РАБОТЫ" - для выбора основных режимов работы ("Р1" - режим контроля по эталону, "Р2" - режим самоконтроля, "Р3" - режим автопрограммирования, "ХБР4" - режим контроля по программе);

кнопка "СБРОС" - для приведения установки в исходное состояние;

кнопка "МПУ" - для включения режима работы установки с выводом на печать информации о дефектных цепях в режимах "Р1" и "Р4" или выводом на печать таблицы соединений в режиме "Р3";

кнопка "ИД" - для включения режима работы установки с выводом на перфоленду программы контроля в режиме "Р3" и реперфорации программы контроля;

кнопки "ОН" - для включения поактовой работы установки во всех режимах;

кнопка "ИИД" - для проверки исправности ламп накаливания в световых табло;

цифровой переключатель "КОНЕЦ КОНТРОЛЯ" - для предварительной установки номера точки опроса, соответствующего адресу последней точки монтажа объекта контроля;

табло "ТОЧКА ПОДКЛЮЧЕНИЯ" - для индикации пятиразрядного десятичного кода регистра подключения (табло "РЕГИСТР") и счетчика подключения (табло "СЧЕТЧИК");

табло "ТОЧКА ОПРОСА" - для индикации пятиразрядного десятичного кода регистра опроса (табло "РЕГИСТР") и счетчика опроса (табло "СЧЕТЧИК");

табло "НОМЕР ЦЕПИ" - для индикации пятиразрядного десятичного кода счетчика номера цепи;

табло "РЕЗУЛЬТАТ КОНТРОЛЯ" - для индикации окончания процесса контроля (табло "КОНТРОЛЬ ОКОНЧЕН", результата контроля объекта (табло "ГОДЕН" и "БРАК") и вида неисправности цепей объекта при работе с остановом при обнаружении брака (табло "ОБРЫВ" и "КЗ");

табло "АВАРИЯ" - для мигающей индикации отсутствия готовности МПУ-16-3 при нажатой кнопке "МПУ" (табло "МПУ"), обрыва или окончания ленты в перфораторе ленточном при нажатой кнопке "ПЛ" (табло "ПЛ"), отсутствия готовности ФСУ (табло "ФС"), сбоя в работе установки (табло "СБОЙ"), неправильной установки цифрового переключателя "КОНЕЦ КОНТРОЛЯ" (табло "КОНЕЦ КОНТРОЛЯ") и пропадания питающего напряжения "+5В" (табло "ПИТАНИЕ");

табло "СЕТЬ" - для индикации включения установки.

Примечания: 1. Переключатель "СТОПКА", расположенный на панели блока БУК, должен всегда находиться в положении "0".

2. Включение кнопок должно сопровождаться световой индикацией.

Формирование программ контроля

Для проверки объектов контроля используются либо перфоленты, полученные в режиме автопрограммирования по заведомо годному образцу, либо перфоленты, составленные на устройстве подготовки данных на перфоленте.

В режиме автопрограммирования (режим РЗ) формирование программы контроля производится автоматически при подключении эталонного образца. Порядок работы в данном режиме следующий:

подключить к выходам ячеек "000...4999" с помощью переходных кабелей эталонный образец;

включить переключатель "СЕТЬ";
 установить переключатель "КОНЕЦ КОНТРОЛЯ" в положение, соответствующее адресу последней точки монтажа эталонного образца;
 подготовить к работе ШПУ16-3 и ПЛ-150М согласно инструкции по эксплуатации, при этом в перфоратор заправляется чистая лента;
 включить кнопку "РЕЖИМ РАБОТЫ" - РЗ;
 включить кнопки "МПУ" и "ПЛ";
 нажать кнопку "СБРОС";
 нажать кнопку "ПУСК", при этом начнется работа установки.

Программа контроля будет выводиться на перфоленту и одновременно будет осуществляться вывод на печать таблицы соединений в условных адресах. По окончании работы установки загорается табло "КОНТРОЛЬ ОКОНЧЕН". Отпечатанная таблица соединений в условных адресах может использоваться для изготовления эталонного жгута, который можно использовать вместо эталонного образца при контроле изделий.

При формировании программы на устройстве подготовки данных на перфоленте программная информация делится на условные адреса: начальной точки цепи ("НТ"); текущей точки цепи ("ТТ").

Каждый вид информации образует слово программы и имеет свой код признака слова, который записывается в начале слова. Порядок слов в программе контроля в общем случае должен быть следующий:

"для каждой цепи объекта контроля вначале ставится слово "НТ" (условный адрес начальной точки цепи), далее ставятся слова "ТТ" (условные адреса текущих точек данной цепи) и т.д. для каждой цепи контроля. В конце программы контроля ставится признак "КТ" (конец текста). Порядок следования условных адресов начальных точек цепей, а также условных адресов текущих точек в пределах каждой цепи должен быть возрастающим, что обусловлено алгоритмом контроля. Информация на перфоленте представляется кодом по ГОСТ 13052-74, за исключением признаков "НТ" и "ТТ", эквиваленты и коды которых представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Служебный код по ГОСТ 13052-74	Признак слова	К о д							
		1-я дорожка	2-я дорожка	3-я дорожка	Синхронизация	4-я дорожка	5-я дорожка	6-я дорожка	7-я дорожка
Р42	"НТ"	0	1	1	x	1	1	0	0
Р43	"ТТ"	1	0	1	x	1	1	0	0

П р и м е ч а н и е: знак "1" соответствует пробивке отверстия в перфоленте.

Подключение объекта контроля к установке

Подключение объекта контроля к установке осуществляется с помощью плоских переходных кабелей. Один конец кабеля с помощью вставки подключается к разъему коммутационных ячеек, а другой через соответствующий разъем стыкуется с блочной частью контролируемого изделия. В зависимости от типов применяемых разъемов в объекте контроля получается несколько наименований переходных кабелей.

Рекомендуется стыковать один разъем коммутатора с одним разъемом объекта контроля прямыми связями ("контакт в контакт"), несмотря на нерациональное использование коммутаторных ячеек, так как при этом упрощается перевод условных адресов в реальные адреса контролируемого изделия. С учетом возможности быстрого и удобного перевода адресов следует подходить к разработке и других типов соединительных кабелей.

ПОРЯДОК РАБОТЫ

Порядок работы в режиме контроля по программе заключается в следующем:

подключить к выходам коммутационных ячеек "0000...4999" контролируемое изделие;

включить переключатель в "СЕТЬ";

заправить в ФСУ программу контроля на перфоленте; подготовить ФСУ к работе согласно его инструкции по эксплуатации;

установить переключатель "КОНЕЦ КОНТРОЛЯ" в положение, соответствующее адресу последней точки монтажа объекта контроля;

подготовить к работе МПУ-16-3 согласно его инструкции по эксплуатации и перевести его в режим "ЭВМ";

включить кнопку "РЕЖИМ РАБОТЫ" - Р4;

включить кнопку "МПУ";

нажать на кнопку "СБРОС";

нажать на кнопку "ПУСК", при этом начнется работа установки.

Обнаруженные неисправности монтажа контролируемого изделия будут распечатаны на бумажной ленте.

По окончании контроля загораются табло "КОНТРОЛЬ ОКОНЧЕН" и результат контроля на табло "ГОДЕН" или "БРАК".

П р и м е ч а н и я: I. При неисправности МПУ возможна работа установки в режиме "Р4" с остановкой по браку и записью обнаруженных неисправностей монтажа объекта контроля по свето-

вой и цифровой индикации на пульте управления. Кнопка "МПУ" в этом случае должна быть включена. Продолжение работы после останова в точках бр та осуществляют нажатием на-кнопку "ПУСК".

2. При неисправности коммутационной ячейки типа "ОБРВ" в режимах "Р1", "Р3", "Р4" происходит останов процесса контроля с блокировкой последующего пуска и мигающей индикацией: "ОБРВ" на табло "РЕЗУЛЬТАТ КОНТРОЛЯ".

3. Появление на печати большого количества недостающих точек, принадлежащих одному разъему, свидетельствует о плохом контакте разъема. После перестыковки разъема пустить контроль сначала.

4. Исправление ошибок в монтаже производить при отсоединенном от установки кабели.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Структурная схема установки УМ-4.
3. Краткое описание установки.
4. Результаты измерений в виде распечатки.
5. выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы контроля монтажных структур (МС)
2. Сформулируйте достоинства различных методов контроля МС, в каких случаях эти методы применяются.
3. Назовите типы установок контроля МС и контролируемые ими параметры.
4. Принцип действия установки УМ-4.
5. Чем определяется выбор алгоритма контроля монтажа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ КОНТРОЛЯ
МОНТАЖНЫХ СТРУКТУР

Составитель Я с т р е б о в Сергей Евгеньевич

Редактор Б.Д.А н т о н о в а

Техн.редактор Н.М.К а л е н ю к

Корректор Н.С.К у п р и я н о в а

Подписано в печать 16.12.92. Формат 60x84¹/16.

Бумага оберточная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 0,7.

Усл.кр.-отт. 0,8. Уч.-изд.л. 0,6. Тираж 300 экз.

Заказ № 256. Арт. С - 73/92.

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П.Королёва.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Участок оперативной полиграфии ИПО Самарского аэро-
космического университета. 443001 Самара,
ул. Ульяновская, 18.