

Министерство науки, высшей школы
и технической политики Российской Федерации

Самарский государственный аэрокосмический
университет имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
ЦИФРОВЫХ ЯЧЕЕК

Методические указания
к лабораторной работе

С а м а р а 1992

Составитель С.Е.А с т р е б о в

УДК 621.382

Исследование методов контроля цифровых ячеек:Метод. указ. к лаборатор. работе /Самар.аэрокосм.ун-т;Сост. С.Е.А с т р е б о в. Самара, 1992. 15 с.

Рассмотрены основные методы автоматизированного тестового контроля цифровых электронных модулей. Приведены технические характеристики установок тестового контроля и содержание тест-программ для контроля отдельного модуля. Описан порядок работы на установке УТК-21.

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

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

Рецензент А.Е.Д у б и н и н

Ц е л ь р а б о т ы: ознакомление с методами автоматизированного тестового контроля электронных модулей, построенных на цифровых интегральных схемах, на установках тестового контроля типа УТК.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для автоматизированного контроля цифровых узлов в процессе серийного производства применяются установки тестового контроля (УТК). УТК обеспечивают:

программную коммутацию каналов установки в соответствии с расположением входов-выходов на электрических соединителях контролируемого модуля;

автоматическую подачу на входы модуля входных приборов тест-программы;

автоматический анализ на каждом наборе тест-программы логических сигналов, снимаемых с выходов контролируемого модуля;

автоматическую блокировку каналов, не подлежащих на данном наборе анализу;

автоматическую выдачу информации для оценки результатов контроля (световая индикация, печать).

Тест-программа для каждого модуля составляетс отдельно и включает:

программу коммутации каналов;

программу выработки управляющих сигналов для автоматизированного контроля;

проверяющий тест.

Тест-программа может обеспечить логический и параметрический контроль или только логический контроль.

При производственном контроле ввод тест-программы осуществляется с восьмидорожечной перфоленты.

УСТАНОВКА УТК-2М

Одной из разновидностей установок, применяемых при серийном производстве цифровых модулей, является УТК-2М, являющаяся установкой автоматизированного тестового контроля и диагностики цифровых узлов (модулей), предназначенная для автоматической проверки логического функционирования, контроля временных задержек цепей в цифровых узлах.

Краткие технические данные:

1. Установка обеспечивает контроль цифровых узлов с максимальным количеством входов и выходов - 96.

2. Установка обеспечивает подачу на контролируемый узел двух не зависящих друг от друга напряжений питания Е1 (от 2 до 5В) и Е2 (от 5 до 7В) с возможностью автоматического изменения значений напряжений на ± 5 или $\pm 10\%$ от установленного.

3. Во всех режимах изменений питающих напряжений контролируемого узла установка обеспечивает в автоматическом режиме следующие виды контроля:

контроль логического функционирования в статическом режиме (проверка интегральных схем, установленных на плате цифрового узла, по всем задействованным входам и выходам на неисправности типа постоянный "0" и "1") по контрольному тесту, вводимому с их перфоленты;

контроль уровней напряжений логических "0" и "1" на каждом входе и выходе цифрового узла с заранее заданными допусками;

контроль временных задержек распространения сигналов по электрическим цепям от входов к выходам (динамический режим).

4. Установка обеспечивает подачу серий импульсов определенного числа на заданные входы цифрового узла (число импульсов в серии и номер входа, на который подается серия, должны записываться в программе контроля). Количество импульсов в серии может быть любым в диапазоне от 1 до 2^{20} - 1.

5. Установка обеспечивает начальную установку цифровых узлов типа последовательного счетчика, не имеющих сбросовых шин.

6. Каждый канал установки имеет защиту от замыканий на шину корпуса и источники питания Е1, Е2 в режимах контроля функционирования и контроля функционирования уровней.

7. Программа контроля наносится на восьмидорожечную перфоленту и вводится с помощью фотоэлектрического устройства ввода. Предусмотрены возможность ввода программы контроля с устройства "Минск-2006".

8. Установка обеспечивает индикацию на световом табло и регистрацию на отрывной ленте выводимого цифropечатающего устройства результатов контроля.

9. Установка имеет возможность с помощью ленточного перфopатора изготавливать дубликаты перфоленты и перфоленты с копией программы контроля, хранящихся в памяти "Минска-2006".

10. Питание установки производится от однофазной сети переменного тока напряжением $220\text{В} \pm 10\%$ частотой $50\text{Гц} \pm 1\%$.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА УСТАНОВКИ

Установка состоит из следующих основных функциональных узлов:

устройства контроля функционирования (УК);

блока контроля задержек (БКЗ);

устройства ввода информации (УВ);

устройства управления печатью результата (УУПР);

устройства управления установкой (УУ);

источника питания (ИП).

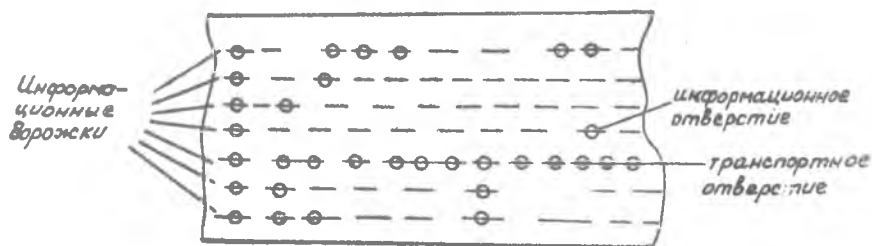
Кроме того, в состав установки входят:

цифropечатающее устройство МПУ16-3;

фотосчитывающее устройство FS - 1501;

ленточный перфopатор ПЛ-80.

Контроль правильности функционирования цифрового узла производится следующим образом (рис. I). Информация (программа автоматического контроля проверяемого узла) с перфоленты считывается с помощью



Р и с. I

фотосчитывающего устройства типа FS - 150I через УВ, по команде из УУ поступает в УК, а затем на проверяемый узел. Информация с выходов проверяемого узла также поступает в УК, где происходит сравнение ее контрольной. Информация о результате сравнения из УК поступает в УУПР и индицируется на табло установки.

При контроле уровней напряжений логических сигналов последовательно подвергаются контролю все входные и выходные каналы проверяемого узла с помощью коммутаторов и дискриминаторов. Если уровни напряжения отличаются от контрольных в УУ, то формируется информация о браке, что фиксируется как на бумажной ленте, так и индицируется на табло установки.

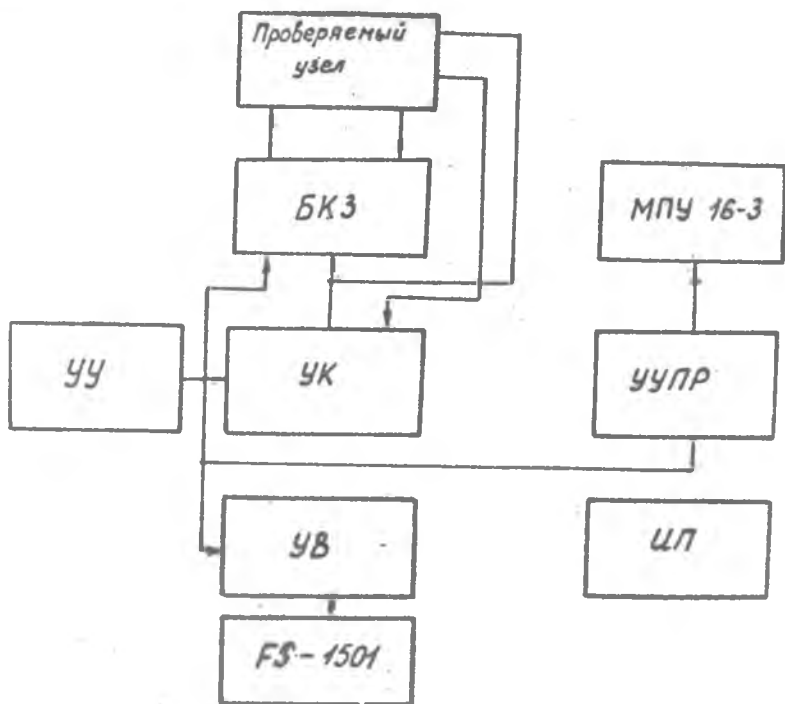
При контроле задержек распространения сигнала от входа цифрового узла до выхода информация о максимально допустимой величине задержки поступает в БКЗ. Затем в момент времени t_1 заносится информация контрольного теста в регистр теста БКЗ и УК и на вход проверяемого узла. В момент времени t_2 происходит запись информации, возникающей на выходе проверяемого узла, в регистр результата БКЗ, а затем эта информация поступает в УК, где она сравнивается с контрольной. Промежуток времени $\Delta t = t_2 - t_1$ равен максимально допустимой (контрольной) величине задержки.

Если к моменту времени t_2 на выходе контролируемого узла не появилась информация, то в регистр результата БКЗ будет записан искаженный результат, что приведет к возникновению сигнала "Брак задержки". Информация с УК о результате сравнения поступает на индикацию и в УУПР.

ПОРЯДОК ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОГРАММОСИТЕЛЯ

1. Программосителем установки, обеспечивающим ее управление при контроле конкретного цифрового узла, является восьмидорожечная перфолента (рис.2).

Программа контроля, набиваемая на перфоленте, состоит из слов. Одно слово занимает 21 строку (рис.3). Каждое слово состоит из двух частей: информационной (1...16 строки) и командной (17...21 строки). Каждый разряд информационной части (ИЧ) соответствует определенному каналу установки. Каждый разряд К4 соответствует определенной команде (расшифровка команд приводится ниже). Порядок расположения ИЧ и К4 на перфоленте указан на рис. 3.



Р и с . 2

Приведем расшифровку условных обозначений команд и условия нанесения этих команд на перфоленту.

Сброс РП - сброс регистров программ УК. Наносится для начальной установки РП (регистров программ).

ЗРП1 - запись в РП1. Пробивка наносится, если необходимо записать информацию в РП о номерах входов проверяемого узла, на которые необходимо подать серию импульсов.

ЗРП2 - запись в РП2. Пробивка наносится для записи в РП2 номеров входов цифрового узла, по которым осуществляется контроль.

ЗРК - запись в регистр коммутации.

ЗРДП - запись в регистр десятичного номера и пачки.

ЗРТ - запись в регистр теста, пробивка наносится для записи ИЧ в регистр теста.

Номер строки	Наименование части слова	Номер дорожки ФС								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1		91	92	93	-	94	95	96		
2		85	86	87	-	88	89	90		
3		79	80	81	-	82	83	84		
4		73	74	75	-	76	77	78		
5		67	68	69	-	70	71	72		
6		61	62	63	-	64	65	66		
7		55	56	57	-	58	59	60		
8		49	50	51	-	52	53	54		
9		43	44	45	-	46	47	48		
10		37	38	39	-	40	41	42		
11		31	32	33		34	35	36		
12		25	26	27	-	28	29	30		
13		19	20	21	-	22	23	24		
14		13	14	15	-	16	17	18		
15		7	8	9	-	10	11	12		
16		1	2	3	-	4	5	6		
17		ИЗ-3	Код 3-5р	Код 3-4р	-	Код 3-3р	Код 3-2р	Код 3-1р		
18		-	-	-	-	-	ИЗ-1	ИЗ-2		
19		РОб	Пач. ка	ИУКИ	-	Пе-чать1	КА	НК		
20		Своос РП	ЗРП1	ЗРП2	-	ЗРК	ЗРДП	ЗРТ		
21	Командная часть	-	-	-	-	-	-	КС	-	

↑
Направление движения ленты

Р и с. 3

Р0Б - разрешение останова по браку, пробивка наносится в наборе теста, где проводится сравнение информации, полученной с проверяемого узла, с контрольной.

Пачка - наносится для подачи серии импульсов на входы проверяемого узла.

Код 3-1р, 3-5р ... коды номинала контролируемой задержки. Наносится в слово, соответствующем набору, на котором происходит контроль задержки.

НУК1 - начальная установка контролируемого узла. Пробивка наносится для начальной установки узлов типа "счетчик", имеющих установочных входов и имеющих выход со старшего разряда.

Печать I - наносится в 4-м слове программы контроля.

КА - конечный адрес, наносится в последнем слове программы контроля.

НК - начало контрольной программы, пробивка наносится перед первым словом программы контроля.

КС - конец слова, пробивка наносится на последней строке каждого слова программы контроля. На этой строке это всегда единственная пробивка.

2. Последовательность нанесения информации на керфоленту следующая.

Первые пять слов (0...4) являются программой коммутации и служат для ввода программы контроля коммутации и ввода десятичного номера проверяемого узла. Каждое слово содержит 120 разрядов.

0 слово - в информационной части (ИЧ) отсутствуют пробивки, в командной части (КЧ) наносится пробивка НК.

1 слово - в ИЧ нанесены пробивки в разрядах, соответствующих входам узла и неиспользуемым каналам установки (номерная разрядов соответствует нумерации каналов установки и сквозной нумерации контактов разъемов проверяемого узла). В КЧ нанесены пробивки - С0р0с К1, ЗК12, ЗРА, Р0Б.

2 слово - в ИЧ нанесена информация, инверсная по отношению к ИЧ первого слова. В КЧ нанесена пробивка ЗРА2.

3 слово - в ИЧ нанесены пробивки во всех 96 разрядах, в КЧ - ЗК11, ЗРА, Р0Б.

4 слово - в ИЧ записывается код десятичного номера, составленный согласно таблице. В КЧ нанесены пробивки - ЗРА1.
Печать I.

Разряды ИЧ в слове на лен- те	I...4	5...8	9...12	13...16	17...20	21...24	25...28	29...32
---	-------	-------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

Разряды деци- мального номера	6	5	4	3	2	I		
Ряды литеры	-	-	-	-	-	-	2	I

Последующие слова перфоленты (начиная с 5-го слова) являются программой контроля и составляются для каждого конкретного узла в соответствии с требованиями ОСТ4.ГО.503.000-83 "Методы составления и отладки тест-программ автоматизированного контроля", ОСТ4 ГО.4303.000 "Методы составления контрольных тестов цифровых узлов" и описанием на установку УТК-2М.

ПЛАТА КОНТАКТНАЯ

Для стыковки проверяемых цифровых узлов с установкой УТК-2М разрабатывается контактная плата под каждый конкретный узел, так как цифровые узлы имеют различное конструктивное и схемное (в части разводки питания и корпуса) исполнение. Методика составления схемы электрической контактной платы следующая:

контакты ответной части разъемов контролируемого узла, предназначенные для подачи напряжения питания К1, Е2 на контролируемый узел, соединить с соответствующими контактами согласующего устройства (кабеля);

контакты ответной части разъемов контролируемого цифрового узла, предназначенные для подключения минуса источника питания (корпуса), соединить с соответствующими контактами согласующего устройства (кабеля);

остальные контакты ответных частей контролируемого узла соединить с контактами согласующего устройства (кабеля) так, чтобы номера каналов, указанные на контактах согласующего устройства (кабеля), соединились с теми же номерами каналов установки УТК-2М (номера каналов разъемов ответной части контролируемого цифрового узла должны соответствовать тест-программе на контролируемый узел).

ПОРЯДОК РАБОТЫ

I. Проверка цифрового узла в любом из режимов контроля осуществляется по схеме (рис.4).

Основные органы управления установки установить в исходное состояние:

переключатели "Питание изделия", " ΔE " и "Вид измерения" в требуемое по ТУ для проверяемого цифрового узла;

переключатель "Объем программы контроля" - в положение "999";

переключатель "Род работы" - в положение "Контроль";

переключатель "Дата контроля на УУПР - в положение, соответствующее дате контроля;

переключатель "Разовый-Непрерывный" - в положение "Непрерывный";

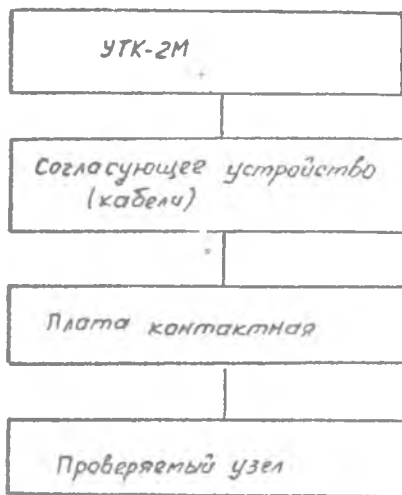
тумблер E1-E2 - в положение "Выкл.";

тумблер "Регулировка уровней" - в положение "Выкл.";

тумблер "Отладка-Работа" - в положение "Работа".

Заправить в фотосчитывающее устройство (ФС) ленту с программой контроля данного цифрового узла, предварительно скрепленную в кольцо. Откидное плечо ФС не закрывать. Нажать кнопку "Вкл." переключателя "Сеть". Прогреть установку 10 мин. Нажать кнопку "Вид контроля", соответствующую необходимому виду контроля. При этом подвезется табло выбранного вида контроля. При необходимости устанавливают перемычку на разъем одного из кабелей согласующего устройства установки между контактами "Y" (контакт А3) и "L" (контакт Б1). Закрыть откидное плечо ФС. Нажать кнопку "Сброс", а затем кнопку "Пуск", т.е. произвести программу коммутации, при этом произойдет запуск, а затем останов ФС.

При положительных результатах коммутации на табло "Контроль работы установки" должен индигироваться сигнал "Исправна", а на табло "Номер слова" - "004". Убрать перемычку, если она устанавливалась.



Р и с . 4

Вставить ИК в согласующее устройство (СУ) и подсоединить проверяемый узел. Включить требуемый источник питания Л1 или Л2 и провести программу контроля следующим образом:

нажать кнопку "Пуск" (при этом должен запускаться и останавливаться СС);

если проверяемый узел исправен, на табло "Результат контроля изделия" должен загореться сигнал "Годен", на табло "Сумма единиц" при виде контроля "Функционирование" и "Функционирование и уровни" должна проиндицироваться сумма единиц последнего набора программы контроля.

При виде контроля "Задержка" на табло "Предел задержки" должен проиндицироваться предел задержки, закодированный в последнем наборе программы контроля. На табло "Номер слова" должен проиндицироваться номер последнего набора программы контроля, т.е. количество слов в перфоленге.

МПУ должно отпечатать на ленте информацию следующего содержания:

1-я строка - номер установки;

2-я строка - дата контроля;

3-я строка - десятичный номер проверяемого узла;

4-я строка - отклонение от номинала питающих напряжений узла и их знаки;

5-я строка - вид контроля (при этом цифра 10 означает - контроль функционирования, 11 - контроль уровней, 00 - контроль задержки), номер последнего набора программы контроля, сумму единиц последнего набора программы контроля;

6-я строка - содержание аналогично содержанию 4-й строки;

7-я строка - " " " " 5-й строки;

8-я строка - " " " " 4-й строки;

9-я строка - " " " " 5-й строки;

(если проверка узла производится при одном питающем напряжении, строки 6-9 отсутствуют).

2. Поиск и устранение неисправностей следующий.

Если проверяемый узел неисправен, то на табло "Результат контроля изделий" должен загореться сигнал "Брак" и вид брака, на табло "Номер канала" - проиндицироваться неисправные каналы, на табло "Сумма единиц" - загореться номер "00" или на табло "Предел задержки" - загореться "Номинал задержки" и "МКС", на табло "Номер слова" - номер набора программы контроля, на котором обнаружена неисправность.

Если включено ИИУ, то на ленте печатается информация следующего содержания:

1-я строка — информация аналогична при печати для исправного узла;

4-я строка — символ брака;

5-я строка — отклонение от номинала питающих напряжений и их знаки;

6-я строка — вид брака, номер набора;

7-я строка — номер неисправного канала;

8-я строка — номер неисправного канала и т.д. все номера неисправных каналов по одному номеру канала в одной строке.

Поиск неисправностей осуществляется с помощью таблиц контролируемых тестов, схем электрических принципиальных и на основании информации, полученной на табло установки УТК-2М.

Таблицы контролируемых тестов составляются при формировании программы контроля конкретного цифрового узла разработчиком узла и входят в техническую документацию узла.

Методика поиска неисправностей следующая:

1. По номеру набора, на котором произошло несоответствие реакции узла с контрольной информацией, в таблице выбирается строка (номер такта) с указанием состояния выходов исправного узла и ее входов.

2. По электрической схеме необходимо найти элемент, выход которого является выходом узла и на котором информация не совпадает с контрольным значением, и продолжать в направлении ко входам узла по путям формирования выходной информации в соответствии со схемой электрической проверяемого узла.

При этом необходимо составлять выходную реакцию элемента схемы на входные сигналы на выбранном пути с функцией элемента. Остановиться следует на том элементе схемы, реакция которого не соответствует входным сигналам. Неисправным является либо этот элемент, либо подсоединенный к его выходу своими входами другой элемент, либо печатный — проводник.

С помощью щупа из принадлежности установки УТК-2М проверяется потенциал на выводах питания подозреваемой микросхемы.

Обнаруженную неисправность устраняют сразу и производят повторную перепроверку узла. В противном случае отпаивают вывод выхода микросхемы от печатного проводника и проверяют потенциалы на выходе микросхемы и проводнике печатного монтажа. Исправность или неисправность определяют по следующим признакам:

потенциал проводника, равный 1,5В, соответствует исправному состоянию входов, присоединенных к нему элементов;

потенциал, равный "0", соответствует замыканию проводника на корпус;

потенциал, равный 0,2...0,4 или 2,4...4,5В соответствует замыканию проводника на соседний, который присоединен к выходу микросхемы в состоянии, равном логическим "0" или "1" соответственно.

Если необходимо обнаружить неисправность в следующих наборах, устанавливают переключатель "Род работы" в положение "Диагностика", переключатель "Разовый-непрерывный" - в положение "Разовый".

Нажимая кнопку "Пуск" и следя за индикацией на табло "Номер слова", устанавливают необходимый набор теста.

Для анализа браков функционирования проверяемого узла по всем наборам (словам) программы (без проверки уровней) переключатель "Разовый-непрерывный" устанавливают в положение "Непрерывный", переключатель "Род работы" - в положение "Контроль", переключатель "Вид контроля" в положение "Функция". Включить МПУ и УУИ, включить переключатель "ПВБ" на УУИГ (при этом подсветится табло "ПВБ"). Нажать кнопку "Сброс", а затем "Пуск". МПУ-16-3 произведет распечатку браков во всех каналах по всем наборам программы.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Структурная схема установки УТК-2М, краткое описание.
3. Результаты измерений в виде распечатки.
4. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности методов контроля цифровых узлов на установках УТК.
2. Назовите характеристики установки УТК-2М.
3. Нарисуйте структурную схему установки УТК-2М.
4. Назовите порядок изготовления программноносителя.
5. Приведите порядок поиска неисправностей в проверяемом узле.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ
ЦИФРОВЫХ ИЧЕЕК

Составитель Я с т р е б о в Сергей Львович

Редактор Е.Д.А н т о н о в а
Техн.редактор И.М.К а л е н ю к
Корректор И.С.К у п р и я н о в а

Подписано в печать 16.12.92. Формат 60x84¹/16.
Бумага оберточная. Печать оперативная. Усл. печ. л. 0,93.
Усл.кр.-отт. 0,93. Уч.-изд.л. 0,8. Тираж 300 экз.
Заказ № 255 Арт. С-88 /92

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

Участок оперативной полиграфии ИПО Самарского
аэрокосмического университета. 443001 Самара,
ул. Ульяновская, 1б.