



4. Анисимов С.А., Зайцева И.С., Райбман Н.С., Яралов А.А.. Типовые линейные модели объектов управления. Под. ред. Н.С. Райбмана, - М.: Энергоатомиздат, 1983. -264 с.

5. Дилигенский Н.В., Гаврилова А.А., Цапенко М.В. Методы моделирования и управления производственно-экономическими объектами: учеб. пособ. / Н.В. Дилигенский, А.А. Гаврилова, М.В. Цапенко. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 160 с.: ил.

В.М. Гречишников, А.Д. Бутько, Н.С. Извожиков, Д.А. Лебедев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИКИ ЛАТЕНТНЫХ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ МЕТОДОМ ГРАНИЧНОГО СКАНИРОВАНИЯ

(Самарский университет)

Метод граничного сканирования достаточно широко используется для для диагностики производственных дефектов при изготовлении цифровых электронных модулей информационно-измерительных систем [1]. При этом особые сложности возникают при поиске латентных (мерцающих дефектов), причинами которых являются некачественный монтаж микросхем («непропай» контактов, наплыв припоя на соседние контакты и др.). Особенно остро проблема поиска таких дефектов встает при поверхностном монтаже на печатных платах высокоинтегрированных микросхем в BGA корпусах. Чаще всего такие дефекты проявляются в условиях вибрационных нагрузок. Однако возможности применения средств граничного сканирования для обнаружения мерцающих дефектов до сих пор не исследованы. В связи с этим была поставлена задача экспериментального и теоретического исследования возможностей обнаружения искусственно создаваемых мерцающих дефектов на физической и математической моделях электронного модуля. Схема экспериментальной установки, обеспечивающей имитацию приведена на рис. 1.

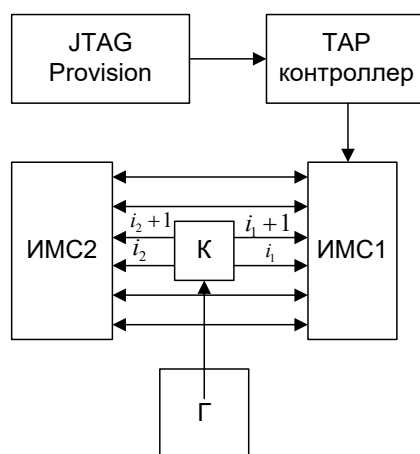


Рис.1. Функциональная схема экспериментальной установки



Установка содержит персональный компьютер (ПК) с установленным на нем программным обеспечением «Provision» фирмы JTAG Technologies (Нидерланды). ПК через TAP контроллер связана JTAG-интерфейсом передающей интегральной микросхемы ИМС1. Между контактами передающей ИМС1 и приемной микросхемами ИМС2 установлен электронный коммутатор, с помощью которого имитируется либо дефект короткого замыкания между линиями связи, либо разрыв в одной из них. Это позволяет имитировать возникновение дефектов при различных частотах вибрационных нагрузок. Дефект считается выявленным, если импульс генератора и импульс, формируемый программой, полностью или частично перекрываются по времени.

Целью проведения эксперимента являлось определение коэффициента эффективности применения аппаратно-программного комплекса «Provision» для диагностики динамических дефектов при достаточно большом числе диагностических циклов. Под коэффициентом эффективности будем понимать отношение числа циклов, в которых обнаруживается мерцающий дефект к общему числу циклов диагностики к числу M .

$$R = \frac{N_D}{M}, R \in [0,1]$$

Чем больше величина R , тем выше вероятность обнаружения дефекта при минимальном числе диагностических циклов. Например, при $R=1$ дефект диагностируется во всех диагностических циклах, а при $R=0$ дефект не определяется ни в одном из циклов. Используя значения коэффициента эффективности, можно выбрать необходимое число диагностических циклов, исходя из требуемой надежности результатов диагностики.

Диагностические импульсы, в течении которых осуществляется диагностика контакта микросхемы, можно представить в виде последовательности прямоугольных импульсов. Импульсы, соответствующие появлению дефекта под действием вибрации может быть в виде последовательности (рис. 2).

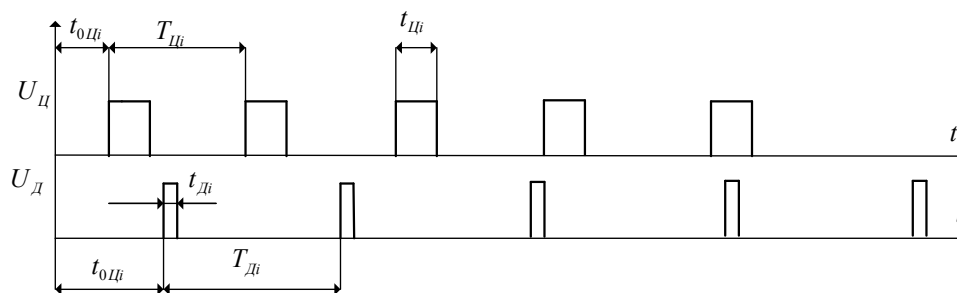


Рис.2 Схема взаимодействия импульсов дефекта и диагностических циклов: t_{0k} , $t_{0Цj}$, $T_{Дk}$, $T_{Цj}$, $t_{Дk}$, $t_{Цj}$ - параметры импульсных последовательностей, соответствующих диагностическим циклам (индекс Ц) и дефектам (индекс Д), k, j - номера периодов сигналов

Для выявления и локализации диагностическое приложение запускается M раз. В течении каждого j -го цикла определяется факт выявления дефекта, которому соответствует единичное значение логической конъюнкции



$$N_i = U_{Дi} \cdot U_{Цi} = \begin{cases} 1, & \text{если дефект выявлен} \\ 0 & \text{если дефект не выявлен} \end{cases} \quad (1)$$

Общее число диагностических циклов, в течении которых выявлялся дефект, определяется суммой единичных значений, найденных по (1).

$$N_{Д\Sigma} = \sum_{i=1}^M N_{Дi}$$

Математические модели взаимодействующих сигналов можно представить в виде:

$$U_{Д} = \begin{cases} 1 & \text{при } t_{0k} + kT_{Дk} \leq t \leq t_{0k} + kT_{Дk} + t_{Иk} \\ 0 & t_{0k} + kT_{Дk} + t_{Иk} \leq t \leq t_{0k} + kT_{Дk} \end{cases} \quad (2)$$

$$U_{Ц} = \begin{cases} 1 & t_{0Цj} + jT_{Ц} \leq t \leq t_{0Цj} + t_{ИЦj} + jT_{Ц} \\ 0 & t_{0Цj} + t_{ИЦj} + jT_{Ц} \leq t \leq t_{0Ц} + jT_{Ц} \end{cases}$$

где i - номер шага приращения модельного времени, $i=1,2,3\dots$

Обозначим:

$$\mathbf{x} \in \{t_{0k}, T_{Дk}, t_{Иj}\}; \quad \mathbf{y} \in \{T_{Цj}, t_{0Цj}, t_{ИЦj}\}.$$

Поскольку априорные плотности распределения случайных величин в выражении (2) неизвестны, примем их равномерными:

$$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} \frac{1}{2\mathbf{x}_M}, & \text{при } |\mathbf{x}| \leq |\mathbf{x}_M| \\ 0 & \text{при } |\mathbf{x}| > |\mathbf{x}_M| \end{cases} \quad (3)$$

На основании выражений (2) с учетом (3) разработан алгоритм и программа на языке Python. Результаты численного и натурального экспериментов проведены на рис. 4. Анализ полученных результатов численного эксперимента показал их хорошую корреляцию с результатами экспериментальных исследований [1], что свидетельствует о адекватности физической и математической моделям реальным процессам диагностики латентных дефектов методом граничного сканирования. Имеющееся расхождение между результатами расчета и эксперимента связано с отличием теоретических и реальных законов распределения случайных параметров исследуемых сигналов, а также конечной длительностью фронтов реальных сигналов.

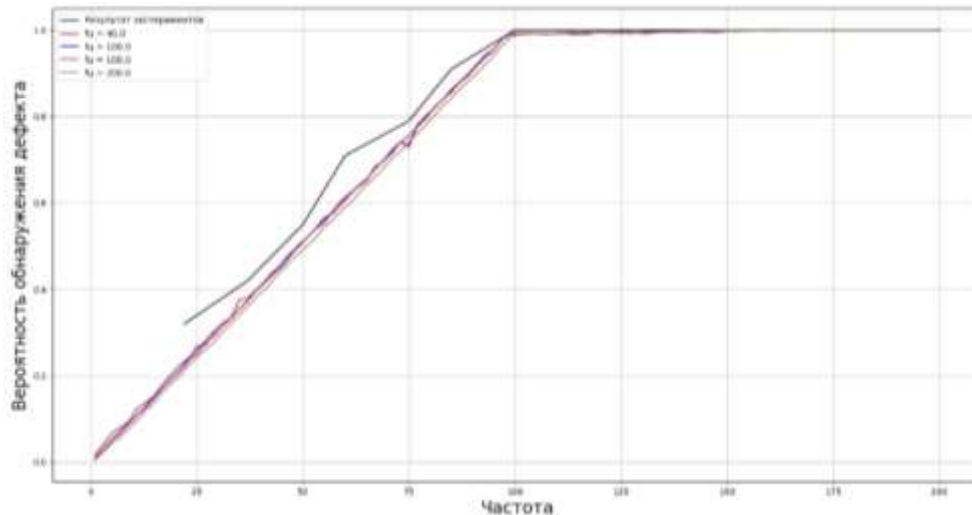


Рис.4 Результаты вычислительного и натурального экспериментов

Литература

1. Гречишников В.М., Бутько А.Д., Ерилкин А.А. Методика поиска мерцающих дефектов пайки микросхем в процессе виброиспытаний // Труды международного симпозиума «Надежность и качество 2016» / Под ред. Н.К. Юркова.- Пенза: изд-во ПензГУ, т.2, С.62-64.

В.Е. Зотеев, Е.В. Башкинова, П.В. Староквашева

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КАПИТАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

(Самарский государственный технический университет)

Одной из важнейших проблем развития промышленного комплекса Самарской области является проблема повышения эффективности функционирования региональной энергетической системы, которая входит в первую десятку отраслей промышленности по доле вклада в валовый региональный продукт. Эта проблема может быть решена только на основе системного анализа эффективности региональной энергетики и разработки систем поддержки принятия решений, построенных с использованием математических моделей [1,2]. В этих работах исследовалось влияние капитальных $K(t)$, трудовых $L(t)$ и топливных $B(t)$ ресурсов на величину выпуска продукции энергосистемой $Y(t)$ на основе трехфакторной степенной производственной функции Кобба-Дугласа:

$$Y(t) = A \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^\beta \cdot B(t)^\gamma, \quad (1)$$

где α , β и γ – коэффициенты эластичности по соответствующему фактору.