

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ВРЕМЕННЫХ ОТКАЗОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Майоров Л. В.

Боровиков С. М. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация: основными физическими причинами, обуславливающими появление временных отказов микропроцессорных устройств, являются электромагнитные помехи и воздействие ионизирующего излучения на полупроводниковые структуры. Анализ среды, в которой функционирует микропроцессорное устройство, и влияния её факторов позволят оценить вероятность возникновения временного отказа.

В процессе эксплуатации микропроцессорное устройство подвергается различным воздействиям окружающей среды, каждое из которых может явиться причиной временного отказа (сбоя). Можно выделить следующие виды воздействий:

- климатические;
- биологические;
- химические;
- механические;
- электромагнитные;
- радиационные.

К временным отказам микропроцессора приводят электромагнитные воздействия внешней среды и ионизирующее излучение, остальные виды воздействий обычно приводят к необратимым повреждениям в структуре микропроцессора, в связи с чем устройство перманентно теряет свои функции, частично или полностью. Таким образом, временные отказы микропроцессорных устройств являются следствием проблем электромагнитной помехозащищенности, либо недостаточной (или не предусмотренной) защиты от ионизирующего излучения.

Источники электромагнитных помех могут быть как внешними, так и внутренними. Внутренними источниками помех являются влияющие друг на друга электронные компоненты и элементы конструкции устройства. Внешние источники электромагнитных помех являются одним из видов воздействия окружающей среды и могут быть естественными (атмосферный разряды, разряды статического электричества) или искусственными (электромагнитные процессы в технических системах) [1]. Электромагнитные помехи от внешних источников в микропроцессорное устройство могут поступать как в виде наводок на линии связи и дорожки печатной платы, выступающие в побочной роли антенн, так и по линии питания.

Источники ионизирующего излучения могут иметь естественное и искусственное происхождение. Космическое пространство является естественной радиационной средой, в которой действует галактическое излучение: потоки протонов, альфа-частиц и других тяжелых ядер. Значительная часть космического излучения – протоны.

Искусственными источниками ионизирующих излучений являются атомные энергетические установки, ускорители частиц, гамма-установки, рентгеновские и другие установки, создающие потоки электронов, гамма-квантов, нейтронов, тяжелых заряженных частиц.

Энергия, выделившаяся при пролете ионизирующей частицы, ионизирует атомы кремния. В нормальных условиях подавляющее большинство оторванных от атомов электронов возвращается обратно, но если ионизация происходит вблизи сильного электрического поля, то оно может разделить электроны и дырки. Сильное электрическое поле в закрытом транзисторе – это истоковый p - n -переход, разделение заряда вблизи которого приводит к тому, что носители заряда одного знака попадают в линию земли/питания, а второго – на сток транзистора. Результат процесса выглядит как импульс тока с передним фронтом в несколько десятков пикосекунд и задним – в несколько сотен пикосекунд. Короткий импульс тока воспринимается микросхемой как импульсная помеха [2].

Определение внутренних физических причин отказа микропроцессорного устройства, в том числе и временного (сбоя), осуществляется производителем. Таким образом, основное влияние на вероятность сбоя микропроцессорного устройства оказывает среда. Для оценки вероятности возникновения сбоя необходимо выполнить анализ среды (оценив вероятности возникновения источников воздействий) и оценку влияния источников воздействий на устройство (вероятность временного отказа устройства при возникновении источника воздействия).

Список использованных источников:

1. Хабигер, Э. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике: Пер. с нем./ И.П. Кужекин; Под ред. Б.К. Максимова. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 304 с.
2. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники/ В.М. Кулаков [и др.]; Под ред. Е.А. Ладыгина. — М.: Сов. радио, 1980. — 224 с.