**Прикладної математики, інформатики та математичного моделювання**

**УДК 519.622.2**

*О. Б. Одарущенко, доцент, кандидат*

*технічних наук,*

*О. М. Ступак, студент гр. 501-ТІ (м)*

*Полтавський національний технічний університет*

*імені Юрія Кондратюка*

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ ПО МОДУЛЮ ОДОТАКТНИХ АРИФМЕТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ**

Важливою особливістю сучасної економіки та соціуму в цілому є підвищення попиту на об’єкти підвищеного ризику в енергетичній, транспортній та інших інфраструктурах. Рівні загроз, що виходять від цих об'єктів, складність їх попередження та парирування створюють проблеми, які не можуть вирішуватися без активного використання комп'ютерних технологій, що реалізуються, насамперед, в інформаційно-керуючих системах. При цьому необхідно забезпечувати прийнятні ризики небезпечних відмов і підвищувати функціональну безпеку самих ІКС, що передбачає використання надмірності, оперативне виявлення та ремонт (заміну) непрацюючих компонентів. Оперативність забезпечується методами і засобами робочого діагностування (РД) ІКС та їх компонентів.

**Мета роботи:**

* вивчення можливостей числового контролю за модулем, обчислюваних в однотактний арифметичних пристроях ;
* підготовка програмної моделі однотактного помножувача мантис і числового контролю його результатів по модулю три до процесу моделювання їх функціонування під дією одноразових несправностей;
* моделювання роботи однотактного помножувача мантис і числового контролю його результатів по модулю три під дією одноразових несправностей;
* оцінка достовірності числового контролю за модулем три результатів, обчислюваних в однотактному помножувачі мантис;
* отримання та обробка результатів моделювання.

**Інформаційно-керуюча система та робоче діагностуванням.**

**Інформаційно-керуюча система (ІКС) -** цифрова система контролю або управління деяким реальним об'єктом.

Особливості ІКС:

* робота в реальному часі;
* специфічні вимоги по надійності і безпеці функціонування;
* експлуатаційні та інструментальні особливості;
* безперервний режим функціонування;
* нештатні ситуації повинні коректно вирішуватися обчислювальною системою;
* специфічні вимоги до проектування і налагодженні.

Прийнято вважати що робоче діагностування полягає в контролі правильності роботи ДП.( точніше його цифрової схеми) в його робочому стані. Робоче діагностування дискретних пристроїв має багато назв, кожне з яких описує певний характер діагностування , а саме:

1. **Оперативне тестування**(on-line testing, on-line diagnosis) – контроль відбувається одночасно з роботою ДП та надає оперативну оцінку його технічного стану.
2. **Апаратним –** умовою виконання тестування є апаратна реалізація і нерозривний зв’язок з підконтрольним ДП.
3. **Функціональне –** підкреслюючи що воно виконується в процесі функціонування ДП .

Метою РД являється оцінка справності цифрової схеми шляхом виявлення її несправності по першій помилці, вважаючи, що справна схема вираховує тільки достовірні результати , а не достовірні результати вираховуються тільки несправною схемою.

**Числовий контроль за модулем**

Для обчислювальних пристроїв, що виконують арифметичні операції, основним методом РД є числовий контроль за модулем і, насамперед, контроль за числовим модулем три. Простота реалізації для повних арифметичних операцій і висока ймовірність виявлення помилок надають йому визнання і широке поширення. В основі числового контролю за модулем лежить порівнянність чисел, згідно з яким по модулю М вся множина цілих чисел ділиться на М класів еквівалентності . Кожен з них об'єднує числа з однаковим залишком від ділення по модуль М. Цей залишок є контрольним кодом числа по модулю М. Виявлення помилки відбувається, якщо вона призводить до зміни класу еквівалентності результату, який стає нерівний по модулю з його контрольним кодом.

Для перевірки правильності виконання арифметичних операцій використовуються контрольні співвідношення, які повторюють співвідношення між операндами і результатами операцій, використовуючи замість чисел їх контрольні коди по модулю.

КА + КВ = КS

 КА ∙ КВ = KV

Де S = A + B, V = A ∙ B;

KA = A mod M, KB = B mod M.

У контрольному співвідношенні для операції ділення використовується зворотна операція множення:

KA = KB ∙ KC + KD,

де KC = C mod M, KD = D mod M.

Крім числового контролю відомий також цифровий контроль за модулем, для якого контрольний код формується як залишок від ділення суми цифр числа. Наприклад, контроль по модулю два - використовується для перевірки правильності передачі даних. Для контролю арифметичних операцій практичний інтерес представляють модулі виду N- 1, які є одночасно і числовими і цифровими в СЧ з основою N.

Їх використання дозволяє формувати контрольний код числа сумою його цифр, що називається операцією згортки по модулю.

При формуванні контрольного коду двійкового числа воно представляється в двійково-кодованої СЧ з основою 2N, і контроль виконується за модулем 2N -1.

Для числа, представленого в прямому коді, контрольний код формується його згорткою по модулю без урахування знака і перетворюється в зворотній код. Контрольний код числа, представленого в зворотному коді, формується його згорткою по модулю, включаючи знаковий розряд. Для числа, представленого в додатковому коді, контрольний код формується так само, як і в зворотному коді, але додатково віднімається знаковий розряд.

Основними вимогами до контролю є перевірка правильності результату і операндів виконуваної обчислювальної операції, а також виявлення помилок, що викликаються власними найбільш ймовірними несправностями СК.

Висока здатність до виявлення помилки, за допомогою числового контролю по модулю і схемотехнічні показники , що ростуть в процесі ускладнення рішень, ставлять його поза конкуренцією для РД цифрових компонентів, що виконують арифметичні операції над точними даними.

*Література*

1. Сиора А. А. Отказоустойчивые системы с версионно-информационной избыточностью : монография / А. А. Сиора, В. А. Краснобаев, В. С. Харченко; Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского "ХАИ". - Х., 2009. - 321 c. - рус.
2. Рабочее диагностирование безопасных информационно-управляющих систем = On-line testing of the safe instrumentation and control systems / А. В. Дрозд, В. С. Харченко, С. Г. Антощук [и др.]; под ред. А. В. Дрозда, В. С. Харченко; Нац. аэрокосмический ун-т им. Н. Е. Жуковского "ХАИ". - Х. : [б. и.], 2012. - 614 с.
3. Проектирование и диагностирование важных для безопасности встроенных систем. Практикум / А.В. Дрозд, В.С. Харченко, С. А. Нестеренко, С.Г. Антощук, М.А. Дрозд / Под ред. Дрозда А.В., Харченко В.С. – Х.: Нац. аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского «ХАИ», 2013. – 111 с.

*О. Б. Одарущенко, доцент, кандидат*

*технічних наук,*

*О. М. Ступак, студент гр. 501-ТІ (м)*

*Полтавський національний технічний університет*

*імені Юрія Кондратюка*

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТРОЛЮ ПО МОДУЛЮ ОДНОТАКТНИХ АРИФМЕТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ**

*У даній статті описані особливості, важливість та основні методи робочого діагностування. Детально розглянуто числовий контроль за модулем, його переваги та способи використання.*

***Ключові слова:*** *робоче діагностування, контроль за модулем,* інформаційно-керуюча система*.*

*Е. Б. Одарущенко, доцент,*

*кандидат технических наук,*

*А. Н. Ступак студент гр. 501-ТІ (м)*

*Полтавский национальный технический университет*

*имени Юрия Кондратюка*

**ИСЛЕДОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ПО МОДУЛЮ ОДНОТАКТНЫХ АРИФМЕТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

*В данной статье описаны особенности, важность и основные методы рабочего диагностирования. Детально рассмотрены числовой контроль по модулю, его преимущества и способы использования.*

***Ключевые слова:*** *рабочее диагностика, контроль по модулю, информационно-управляющая система.*

*O.B. Odaruschenko, Doctor of Engineering Science*

*O.M.Stupak, student gr. 501 TI(m)*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

**Research modulo-single-cycle arithmetic device**

This article describes features, importance and basic methods of on-line testing. Detail considered modulo numerical control and its benefits and uses.

*Keywords: on-line testing, control of the module, control system.*