

# МЕТОДОЛОГІЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МІКРОКОНТРОЛЕРА

**А. Г. Лукашенко**

Докторант, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
Центр лазерної техніки та технології\*

**К. С. Рудаков**

Аспірант, старший викладач\*\*

**Р. Є. Юпин**

Аспірант, асистент\*\*

\*\*Кафедра „Спеціалізовані комп’ютерні системи”  
Черкаський державний технологічний університет  
бул. Шевченко, 460, м. Черкаси, Україна, 18006  
Контактний тел.: 093-917-22-12, (0472) 71-42-43  
E-mail: necrowman2@mail.ru

**Д. А. Лукашенко**

Аспірант\*

\*Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона  
Національної академії України  
вул. Боженко, 11, м. Київ, Україна, 03680  
Контактний тел.: (0472)76 -25-73  
E-mail: kafedra\_CKC@mail.ru

*Запропонована методологія удосконалення однокристального мікроконтролера, яка включає метод візуалізації по визначенню енергетичного резерву та таблично-алгоритмічний метод апаратурної реалізації функціонального перетворювача, що розширює функціональні можливості мікроконтролера та підвищує надійність завдяки інтегруванню в кристалі*

*Ключові слова: функціональний перетворювач, таблично-алгоритмічний метод*

*Предложена методология усовершенствования однокристального микроконтроллера, которая включает метод визуализации по определению энергетического резерва и таблично-алгоритмический метод аппаратурной реализации функционального преобразователя, что расширяет функциональные возможности микроконтроллера и повышает надёжность благодаря интегрированию в кристалле*

*Ключевые слова: функциональный преобразователь, таблично-алгоритмический метод*

*The methodology of the single-chip microcontroller improvement which includes a visualization method on determination of a power reserve and a tabular-algorithmic method for hardware implementation of the functional transformer that extends functional possibilities of microcontroller is offered and promotes reliability due to integration into a crystal*

*Key words: the functional transformer, the tabular-algorithmic method*

## 1. Вступ. Актуальність теми

Мікроконтролери (МК) є зручним інструментом для створення сучасних вбудованих пристроїв в мікропроцесорних системах (МПС) керування у лазерних технологічних комплексах (ЛТК). Однокристальний мікроконтролер, що виконаний в єдиному кристалі, містить: процесор, пам’ять даних, пам’ять програм, прогамовані інтерфейси, тощо. Прогрес, який досягнутий в останній час у всіх аспектах мікро-, нанотехнологій призвів до значного розширення області застосування мікроконтролерів (МК) завдяки невисокій вартості. Але універсальність й можливість розширення функцій значно нижчі, ніж у системах з однокристальними мікропроцесорами (МП) [1, 2].

Вагомий внесок в розвиток мікроконтролерної техніки внесли роботи Є. Крилова, С. Гаврилюка, В. Ульяріха, Н. Зайця, В.І. Бойка, В.Я. Жуйкова, А.А. Зорі, В.М. Співака, Т.О. Терещенко, Ю.І. Якіменка та ін.

Проте в цих роботах не відображена методологія удосконалення, тобто, як із множини типів МК вибрати той, який має резерв відповідних параметрів та

визначити метод апаратурної реалізації вбудованої моделі, що дозволяє розширити функціональні можливості мікроконтролерів [3, 5].

Тому удосконалення моделей однокристальних мікроконтролерів являється задачею актуальною.

## 2. Постановка задачі

Метою даної роботи є створення методології, що сприяє удосконаленню однокристального мікроконтролера, яка включає метод візуалізації по визначенню енергетичного резерву та таблично-алгоритмічний метод апаратурної реалізації функціонального перетворювача, що розширює функціональні можливості МК й підвищує надійність завдяки інтегруванню в єдиному кристалі.

Основними задачами дослідження є:

- системний аналіз параметрів існуючих фізичних моделей мікроконтролерів фірм Atmel, Microchip і Fujitsu для визначення відповідних МК, що мають резерв за енергетичними параметрами;

- запропонувати модель функціонального перетворювача для вбудовування на площі кристалу визначеного МК. Модель перетворювача двійкового коду в однополярні оборотні коди реалізується апаратно на базі таблично-алгоритмічного методу.

### 3. Рішення задачі

Для рішення поставлених задач створюється перелік сучасних МК фірм Atmel, Microchip і Fujitsu з параметрами, які отримані або експериментально, або

$$P_p = \frac{150 - T_c}{0.23}, \tag{2}$$

$T_c$  – максимальна температура, °C ;  
 $U$  – максимально допустима робоча напруга;  
 $I$  – максимальна допустимий робочий струм;  
 $f$  – максимальна допустима робоча частота МК;  
 $t_{зд}$  – час обробки аналогової величини відповідним МК.

Перелік визначальних величин, що використовує основні параметри сучасних мікроконтролерів представлений в табл. 1.

**Таблиця 1**

Перелік визначальних величин створений із основних параметрів сучасних мікроконтролерів та умовні критерії

№	Назва мікроконтролера	$T_c, \text{°C}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$t_{зд}, \text{мкс}$	$f, \text{МГц}$	$P_p, \text{мВт}$	Критерії	
								$(P_p / (U \cdot I))$	$(f \cdot t_{зд})$
1	ATTiny11L	+125	5,5	0,1	0,5	2	108,7	0,198	1
2	ATTiny12	+125	5,5	0,1	0,5	8	108,7	0,198	4
3	AT90S1200	+125	5,5	0,2	0,5	12	108,7	0,099	6
4	AT90S2313	+85	6	0,2	0,5	10	282,61	0,236	5
5	ATmega8	+125	5,5	0,3	0,5	16	108,7	0,066	8
6	ATmega103L	+105	3,6	0,4	0,5	4	195,65	0,136	2
7	ATmega169PAuto	+85	6	0,2	0,75	16	282,61	0,236	12
8	MB90F474L	+85	3,6	0,07	4,65	10	282,61	1,189	46,5
9	MB90F523B	+85	5,5	0,06	12,5	16	282,61	0,856	200
10	MB90F543G/GS	+85	5,5	0,06	26,3	16	282,61	0,934	420,8
11	MB90F562B	+85	5,5	0,05	6,13	16	282,61	1,028	98,08
12	MB90F583C/CA	+85	5,5	0,05	34,7	16	282,61	1,028	555,2
13	PIC10F200	+125	6,5	0,08	10	4	108,7	0,209	40
14	PIC12C508	+125	7,5	0,2	10	4	108,7	0,072	40
15	PIC14000	+125	6	0,3	0,25	20	108,7	0,060	5
16	PIC16C432	+125	7	0,3	10	20	108,7	0,052	200
17	PIC17C42	+125	7,5	0,25	1	25	108,7	0,058	25
18	PIC18C242	+125	7,5	0,3	12,86	40	108,7	0,048	514,4
19	dsPIC30F1010	+125	5,5	0,3	3,5	14,6	108,7	0,066	50,93
20	dsPIC33FJ06GS101	+125	4	0,3	0,5	40	108,7	0,091	20
21	PIC32MX340F128H	+85	4	0,3	10	80	282,61	0,236	800

на підставі технічної документації (ТУ, довідкової літератури, протоколів експерименту), тобто параметри містять об'єктивні значення.

В роботах [3, 4, 5] показано, що при відсутності аналітичного виразу залежностей між потужністю розсіювання, часом обробки аналогової величини, максимальною робочою частотою, максимальною робочою напругою та максимальним робочим струмом, які являються одними з основних параметрів мікроконтролерів, доцільно застосувати теорію неповної подібності та розмірностей для рішення поставлених задач.

Приклад узагальненого математичного опису залежностей між параметрами мікроконтролерів (табл. 1) має наступний вигляд:

$$F(P_p, U, I, f, t_{зд}) = 0, \tag{1}$$

де  $P_p$  – потужність розсіювання, яка обчислюється за формулою (2) [4]:

Застосовуючи теорію неповної подібності та розмірності створюються рівняння на основі умовних критеріїв [3, 5]. Умовними критеріями подібності називаються прості безрозмірні степеневі комплекси, що сформовані із визначальних величин [3]. Тому при застосуванні теорії неповної подібності визначальних величин за даними табл. 1, формули (1) та при використанні евристичного методу визначення умовних критеріїв подібності рівняння приймає наступний вигляд:

$$\Psi(P_p / (U \cdot I); (f \cdot t_{зд})) = 0, \tag{3}$$

де  $(P_p / (U \cdot I))$  – величина, яка характеризує енергетичний резерв МК;

$(f \cdot t_{зд})$  – величина, яка характеризує швидкість процесу обробки МК.

На базі критеріального рівняння (3) та даних параметрів МК (табл. 1) будеться графік залежностей основних технічних параметрів в безрозмірних координатах  $(P_p / (U \cdot I))$  та  $(f \cdot t_{зд})$  (рис. 1).

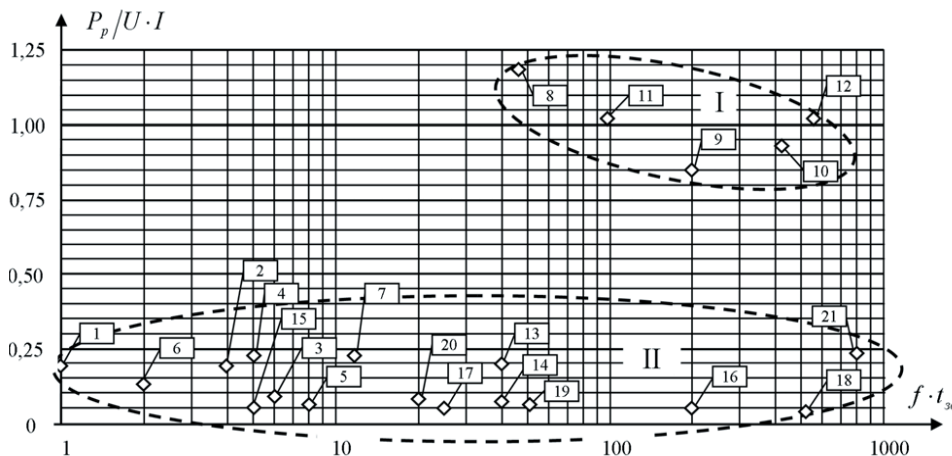


Рис. 1. Графік залежності основних технічних параметрів в безрозмірних координатах ( $P_p/U \cdot I$ ) та ( $f \cdot t_{зд}$ ) для різних типів мікроконтролерів

З графіку видно, що масив МК з оцінкою величини, що характеризує енергетичний резерв МК розподіляється на дві групи (I, II), найкращою з них є група №I. В групі №I виявлено, що найкращі енергетичні характеристики у мікроконтролера MB90F474L фірми Fujitsu, а найкращими характеристиками швидкодії володіє мікроконтролер MB90F583C/CA фірми Fujitsu.

Таким чином, визначені такі фізичні моделі МК, які можна удосконалити, тобто додатково ввести в межах площі єдиного кремнієвого кристалу функціональний блок за вимогою розробника.

В роботах [6, 7], на підставі системного аналізу сучасних моделей та методів апаратної реалізації функціонально орієнтованих перетворювачів інформації, визначено, що перспективними методами апаратної реалізації функціонального блоку є таблично-алгоритмічні методи. Вони забезпечують високу надійність, швидкодію, малі розміри топології, малу потужність споживання, високий процент виходу придатних кристалів з пластини, що забезпечує низьку вартість виробу.

Прикладом функціонального блоку представлена таблично-алгоритмічна модель спеціалізованого перетворювача двійкового коду в однополярні оборотні коди, яка зображена на рис. 2.

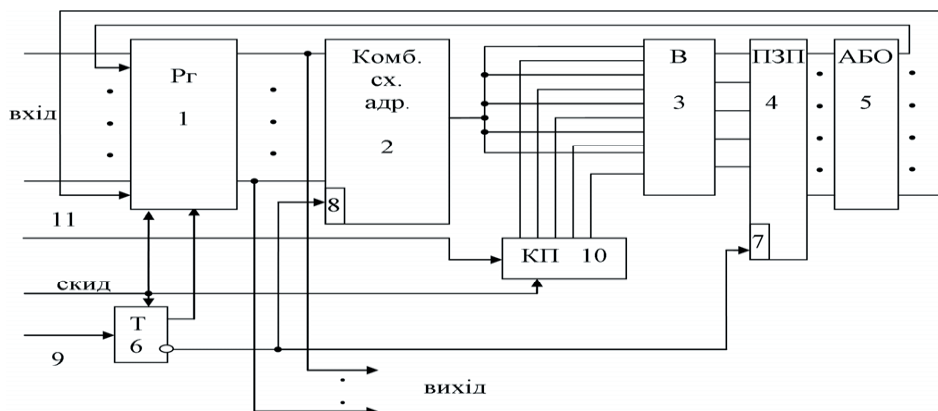


Рис. 2. Образно-знакова модель перетворювача двійкового коду в однополярні оборотні коди: 1 - реєстр входу; 2 - комбінаційна схема адреси; 3 - блок вентилів; 4 - ПЗП; 5 - блок елементів АБО; 6 - керуючий тригер; 7, 8 - керуючі входи; 9, 11, «скид» - зовнішні керуючі входи пристрою

Процес перетворення детально описаний в роботі [7].

Із рис. 2 видно, що модель має просту конструкцію, малу потужність споживання, зворотній зв'язок забезпечує перетворення інформації на одному реєстрі, тобто модель відповідає вимогам розробника.

Отже, методологія удосконалення мікроконтролерів включає крім традиційних операцій наступні:

- визначення переліку основних технічних параметрів сучасних мікроконтролерів;
- визначення теоретичних основ для виявлення резерву параметрів мікроконтролерів;
- створення переліку визначальних величин, що є адекватним переліком основних технічних параметрів;
- створення узагальненого математичного опису залежності між параметрами мікроконтролерів;
- вибір методу визначення критеріїв подібності;
- створення критеріальної рівняння;
- побудова знакової моделі в безрозмірних координатах;
- визначення типів мікроконтролерів, що мають резерв за енергетичними параметрами, що дозволяє розширити функціональні можливості цього МК;
- визначення моделі додаткового функціонального блоку за вимогами технічного завдання узгодженого з розробником системи;
- визначення перспективного методу апаратної реалізації функціонального блоку, що забезпечує високу надійність, швидкодію, малу потужність споживання, високий відсоток виходу придатних кристалів з пластини та низьку вартість.

#### 4. Висновки

• Визначені МК, що мають резерв за енергетичними параметрами на підставі системного аналізу параметрів існуючих фізичних моделей МК фірм Atmel, Microchip і Fujitsu.

• Запропонована модель перетворювача двійкового коду в однополярні оборотні коди, що реалізується апаратно на базі таблично-алгоритмічного методу, яку додатково можна ввести в межах площі єдиного кремнієвого кристалу для розширення функціональних можливостей МК.

• Запропонована методологія удосконалення сучасних МК на базі теорії неповної подібності та розмірностей і таблично-алгоритмічного методу апаратної реалізації. Вона дозволяє в межах площі

єдиного кремнієвого кристалу розширити функціональні можливості, що відкриває шлях подальшого зниження вартості мікропроцесорних систем керування в ЛТК.

### Література

1. Гребнев, В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel [Текст] / В. В. Гребнев. - М. : ИП Радиософт, 2002. - 174 с.
2. Классификация и структура микроконтроллеров [Электронный ресурс] / Электроника просто и понятно - Режим доступа : \WWW/ URL: <http://naf-st.ru/articles/mpmc/m011/> - 20.03.2010 г. - Заглавие с экрана.
3. Лебедев, А. Н. Моделирование в научно-технических исследованиях [Текст] / А. Н. Лебедев. - М. : Радио и связь, 1989. - 224 с.
4. Лукашенко, А. Г. Виявлення резерву предмета дослідження на основі теорії неповної подібності та розмірностей [Текст] / А. Г. Лукашенко, О. А. Кулігін, В. М. Лукашенко // Вісник Хмельницького національного університету. - 2009. - № 3. - С. 184 - 187.
5. Лукашенко, А. Г. Швидкодійний метод візуалізації вибору сучасних мікроконтролерів [Текст] / А. Г. Лукашенко, К. С. Рудаков, Р. Є. Юпин, Д. А. Лукашенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2011. - № 4/9(52). - С. 63 - 65.
6. Лукашенко, В. М. О перспективности таблично-алгоритмических методов при реализации высоких информационных технологий [Текст] / В. М. Лукашенко // Вісник ЧІТІ. - 2000. - № 4. - С. 18 - 22.
7. Перетворювач двійкового коду в однополярні оборотні коди [Текст] : пат. 44833 України, МПК G 06 F 5/ 02 / Лукашенко В. М., Корпань Я. В., Лукашенко А. Г., Рудаков К. С., Лукашенко Д. А., Юпин Р. Є., Чичужко М. В. ; заявник та патентовласник Черкаси, Черкаський державний технологічний університет. - №u200906159 ; заявл. 15.06.2009 ; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

УДК 621.4.001; 624.4.001.57

## ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОДИРУЮЩЕЙ АПЕРТУРЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТЕНЕГРАММЫ

**А.А. Никуляк**

Младший научный сотрудник

Отдел информационно-аналитического моделирования\*

Контактный тел.: 066-989-57-21

**О.В. Малахов**

Кандидат технических наук, директор\*

\*Научно-исследовательский институт «Искра»

ул. Звейнека, 145с, г. Луганск, Украина, 91033

Контактный тел.: (0642) 717-592

E-mail: [official@iskra.lugansk.ua](mailto:official@iskra.lugansk.ua), [iskra\\_nipki@mail.ru](mailto:iskra_nipki@mail.ru)

**Д.А. Мельничук**

Кандидат экономических наук, доцент

Кафедра высшей математики

Донбасский государственный технический университет

*У статті запропоновано метод більш точного формування лічильної матриці в системах візуалізації гама-випромінювання с кодовою апертурою. Наведені результати моделювання для джерел в площинах на різних відстанях*

*Ключеві слова: кодовані апертури, лічильна матриця*

*В статье предложен метод более точного формирования матрицы счетности в системах визуализации гамма-излучения с кодированной апертурой. Приведены результаты моделирования для источников в плоскостях на различном расстоянии*

*Ключевые слова: кодированные апертур, матрица счетности*

*Method of the more exact count matrix creation by coded aperture gamma-ray imaging system is proposed in the paper. Results of modeling of the source distribution in the planes at different distances are presented*

*Key words: coded apertures, count matrix*

### 1. Введение

Применение кодированных апертур в системах для получения пространственных распределений

плоских и объемных источников гамма излучения с непрерывным позиционно-чувствительным детектором (ПЧД) позволяет получать изображения с достаточно высоким пространственным разрешением и