

А. А. МЯЧЕВ
(Москва)

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ КОНТРОЛЛЕРОВ КРЕЙТА КАМАК

В настоящее время создание систем автоматизации научных экспериментов и исследований (САНЭ) базируется на широком применении измерительных вычислительных комплексов ИВК общего назначения, организованных на основе ЭВМ типа СМ-3, СМ-4 и магистрально-модульных подсистем КАМАК [1, 2].

Требования современных одноуровневых САНЭ средней сложности эффективно удовлетворяются посредством использования радиального принципа подключения отдельных крейтов КАМАК. Возможность наращивания числа крейтов и их модификаций в составе ИВК позволяет в значительной мере учесть большинство общих требований к подсистемам сбора данных и управления.

При этом приходится решать две проблемы, связанные с выбором контроллера крейта (КК): каким требованиям должен удовлетворять КК и каким должен быть КК, наилучшим образом отвечающий этим требованиям.

В ходе решения первой проблемы формулируются цели ИВК и, как следствие, критерии оценки КК в виде различных требований и ограничений с точки зрения потребителя и изготовителя, которые, как правило, существенно различаются.

В общем случае показатели, характеризующие КК, можно разбить на следующие основные группы: относящиеся к объему выполненной работы; характеризующие удовлетворение потребностей основных пользователей ИВК общего назначения; характеризующие удовлетворение требований изготовителей ИВК; показатели экономической эффективности ИВК общего назначения с данным типом КК. Показатели могут быть объективными и субъективными. Относительная ценность показателей зависит в первую очередь от сферы применения ИВК, а также определяется требованиями крупносерийного производства [3].

Точное формулирование требований к КК позволяет сделать правильный выбор варианта КК для ИВК общего назначения.

С точки зрения изготовителя крейтов КАМАК наиболее существенны следующие факторы, влияющие на выбор варианта КК: пригодность к крупносерийному производству, обеспечиваемая высокой технологичностью, легкостью монтажа и простотой обслуживания КК; низкая стоимость; высокая надежность; гибкая агрегируемость. Изготовитель ИВК использует крейты КАМАК как компоненты ИВК, включающего в себя несколько идентичных или различных крейтов. Поэтому важными характеристиками считаются стоимость, надежность, энергопотребление, удовлетворение требованиям стандартного интерфейса ввода-вывода ЭВМ, архитектура КК и скорость ввода-вывода, приоритетность прерываний, гибкость операций ввода-вывода и т. д. Потребитель обычно предполагает применение одного типа ИВК общего назначения, и для него важны в первую очередь удобство, гибкость и оснащенность средствами программирования, наличие широко используемого прототипа КК, тестового и эксплуатационного обеспечения аппаратуры КАМАК и т. д.

Стратегия выбора варианта КК должна отражать требования изготовителя и потребителя.

Важным фактором являются критерии отбора, учитывающие отношение стоимости КК к его возможностям с применением метода ранжирования отдельных показателей, дающих укрупненную качественную оценку. При выборе стратегии необходимо также определение общей эффективности или производительности КК для заданных основных областей применения ИВК. Для этого учитывают производительность каналов ввода-вывода ЭВМ, системы прерывания, а также характеристики операционных систем. При этом используются различные методики, сравнивается время выполнения команд ввода-вывода и производятся прочие более сложные процедуры [4, 6].

Предлагаемый метод оценки основывается на сведении многокритериальной задачи к однокритериальной посредством линейной свертки выбранных основных объективных и субъективных критериев эффективности. Следует учитывать, что чем меньше показателей, тем выше их значимость с точки зрения эксперта и соответственно надежнее выбор ранга показателя. Известно, что число ранжируемых показателей не должно превышать 20, оптимальное их число около 10 [3, 6].

Укрупненная качественная оценка КК получается при использовании в качестве рангов чисел от 1 до 10. Более объективная оценка получается при дополнительном учете непосредственных оценок каждого из показателей путем разбиения его диапазона на несколько поддиапазонов, любой из которых имеет свой набор оценок. В предлагаемом методе используются числа от 0 до 3, которые наиболее часто применяются.

Таблица 1

Наименование группы			
Показатель (фактор)	Ранг	Поддиапазоны	Оценка
<i>Производительность</i>			
Скорость передачи по программному каналу	10	1—2 команды	3
		2—3 команды	2
		4 команды	1
		Более 4 команд	0,5
Число уровней прерывания	9	Свыше 24	3
		8—16	2
		3—4	1
Число каналов прямого доступа	8	1—2	0,5
		Более 4 каналов	3
		2—3 канала	2
		2 канала	1
		1 канал	0,5
<i>Вид программного обеспечения</i>			
Системы программирования	10	Реального времени	3
		Диалоговая ОС	2
Языки программирования	9	ДОС	1
		Более 2	3
		Один	2
		Ассемблер	1
<i>Вид тестового и диагностического обеспечения</i>			
Тестовые системы	5	В рамках ОС	3
		Автономные	1
<i>Технология изготовления</i>			
Элементная база (число ИМС на одной печатной плате)	10	Не более 60	3
		От 60 до 70	2
		От 70 до 80	1
		Более 80	0,5
Разъемы	9	Два прямоугольных	3
		Два многорядных	2
		Три и более	1
Элементы коммутации	8	Переключатели	3
		Переключки	1
<i>Промышленное анонсирование</i>			
Тип производства	10	Массовое	3
		Опытная партия	2
		Единичные экземпляры	1
Степень документирования	9	Полное	3
		Частичное	1
Доступность комплектации	8	Свободная	3
		Ограниченная	2
		Целевая	1

В качестве единого критерия интегральной оценки варианта КК можно взять выражение

$$\Theta = B [1 + (T + П + Д)K] / (C + C_0), \quad B \geq B_d. \quad (1)$$

Здесь B — производительность, измеряемая числом операций КАМАК в единицу времени; T — технология изготовления; $П$ — вид программного обеспечения; $Д$ — вид тестового и диагностического обеспечения; K — коэффициент промышленного анонсирования; C — стоимость одного КК; C_0 — стоимость эксплуатации КК; B_d — заданная допустимая производительность.

Выражение (1) обеспечивает возможность детальной оценки эффективности технического уровня КК с применением предлагаемого метода ранжирования.

Стоимость C состоит из стоимости технических средств, а именно: собственно контроллера K_1 , соединительного кабеля K_2 , а также стоимости базового программного обеспечения K_3 .

Таблица 2

Показатель x	Тип КК			
	Идеальное изделие	КК СМ (СССР)	СА11-FP (DEC, США)	КК400 (ОНЯП, СССР)
Б — производительность	81	38	71	46
П — программное обеспечение	57	48	48	48
Д — диагностическое обеспечение	15	5	5	5
Т — технология изготовления	81	65	36	27
К — промышленное анонсирование	81	73	63	27
С — стоимость контроллера, тыс. руб.	1,5	1,5	5,0	2,0
Э — интегральная оценка	2,6	0,9	0,4	0,3

Стоимость КК пропорциональна числу элементов, из которых он состоит, и зависит от вида и тактовой частоты применяемых ИМС. Стоимость соединительных кабелей зависит от числа подключаемых КК и конфигурации ИВК. Стоимость базового программного обеспечения является суммой стоимостей модулей операционной системы и программ, которые были реализованы с целью проверки эффективности КК. Стоимость модуля является суммой стоимостей команд, входящих в этот модуль. Общая стоимость $S = S_1 + S_2 + S_3$.

Стоимость эксплуатации S_3 зависит от произвольно выбранного срока относительной амортизации КК, учитывающей главным образом показатели ремонтоспособности и контролепригодности КК, а также «моральное» старение КК, связанное с потерей им свойств современности.

Признаком максимальной эффективности КК является максимум отношения (1), а соответствующее значение \bar{E}_k считается оптимальной эффективностью варианта КК.

Для детальной оценки каждого показателя используется выражение

$$x = \sum_{i=1}^N P_i \Pi_{ij} / \sum_{i=1}^N P_{i \max} \Pi_{ij \max}, \quad (2)$$

где P_i — число, присваиваемое i -му показателю; j — числа, связанные с оценкой поддиапазона; N — число используемых показателей; $P_{i \max}$ — максимальное число, присваиваемое i -му показателю; $\Pi_{ij \max}$ — максимальное число, связанное с оценкой поддиапазона.

Величина x для конкретного КК выражает его уровень относительно «идеального» изделия. Таковым считается изделие с показателями, соответствующими лучшим по данной группе показателей.

Метод удобен для получения укрупненной качественной оценки в случае, когда отсутствуют методики проведения количественных измерений аппаратных и программных средств ИВК.

В результате сравнительного анализа наиболее часто рассматриваемых критериев эффективности вариантов КК определились следующие основные объективные и субъективные показатели (табл. 1).

В табл. 2 приведены сравнительные оценки некоторых типов КК для ЭВМ с общим каналом при условии, что B_d не задано.

Разработка достаточно универсального критерия качества контроллеров КАМАК требует дальнейшего исследования. Тем не менее предложенный метод пригоден для практических оценок не только производимых и разрабатываемых КК, но и для технических средств различного типа.

Основным достоинством предлагаемой методики является учет, наряду с основными параметрами средств, также особенностей архитектуры, программного обеспечения, механизмов технических средств, технологии и применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кавалеров Г. И. Измерительно-вычислительные комплексы. — Приборы и системы управления, 1978, № 11.
2. Цапенко М. П. Развитие измерительных информационных систем. — Приборы и системы управления, 1977, № 8.

3. Игнатушенко В. Н., Касютин И. С. Методика оценки технического уровня мини-ЭВМ.— АСУ, 1976, вып 1 (17), с. 63—70.
4. Куценко А. В., Полосьянц Б. А., Ступин Ю. В. Мини-ЭВМ в экспериментальной физике. М.: Атомиздат, 1975.
5. Яницкий А. Проблемы оценки качества вычислительных систем. Вычислительная техника социалистических стран: Сб. статей. М.: Статистика, 1978, вып. 4, с. 49—60.
6. Вальков В. М. Микроэлектронные управляющие вычислительные комплексы. Л.: Машиностроение, 1979.

Поступило в редакцию 24 октября 1979 г.

УДК 681.322.323 : 543.422.5

А. Ю. ГУСЕВ
(Новосибирск)

К ОЦЕНКЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ ОКГ

Для оценки стабильности частоты оптических квантовых генераторов (ОКГ) предложено применять целый ряд параметров, основная часть которых связана со случайным характером процесса флуктуаций частоты. Большинство параметров стабильности, таких как оценка дисперсии флуктуаций частоты, параметр Аллена, дисперсия Адамара, дисперсия относительной нестабильности частоты как функция временного интервала между выборками, а также корреляционная функция и спектральная плотность, были рекомендованы подкомитетом ИИЭР по стабильности частоты, однако в настоящее время нет единого стандартизованного параметра стабильности. Подробный обзор характеристик стабильности частоты, включая рассмотрение как широко используемых, так и сравнительно новых, приведен в работах [1—3].

Большое разнообразие параметров стабильности затрудняет описание процесса флуктуаций частоты с единых позиций и допускает неоднозначность при оценке качества стабильных ОКГ различными исследователями. В работах [4, 5] предложено оценивать стабильность частоты на основании характеристик, представленных в форме плотностей распределений вероятности флуктуаций относительно среднего (номинального) значения и флуктуаций по скоростям ухода, определяемым на практике по соответствующим гистограммам; сформулирован и аппаратно реализован алгоритм измерения этих характеристик. В настоящем сообщении показано, что предложенные характеристики обладают универсальным характером и могут рассматриваться как обобщенные, так как на их базе можно получить все широко используемые показатели стабильности частоты. Это обобщение основано на том факте, что большинство показателей стабильности представляет собой моменты соответствующего порядка процесса флуктуаций частоты и может быть выражено через функции плотности распределения.

При анализе сигнала, стабильного по частоте ОКГ, в качестве модели можно принять выражение вида [6]

$$f(t) = f_n + f_m(t) + f_c(t), \quad (1)$$

где $f(t)$ — сигнал разностной частоты ОКГ, методом оптического гетеродинамирования перенесенный из оптического в радиодиапазон; f_n — номинальное значение частоты; $f_m(t)$ — компонента, характеризующая монотонное изменение частоты; $f_c(t)$ — компонента, обусловленная статистическими флуктуациями, центрированная на интервале времени наблюдения T_0 . Как правило, закон изменения $f_m(t)$ может быть определен теоретически или эмпирическим путем, и, следовательно, влияние на оценку стабильности этой компоненты можно учесть в окончательном результате. Поэтому в дальнейшем при оценке статистических свойств сигнала будем рассматривать модель

$$f(t) = f_n + f_c(t). \quad (2)$$

Для получения гистограммы распределения флуктуаций относительно номинального значения необходимо выполнить N измерений сигнала $f(t)$, вычесть из каждого измерения значение f_n и преобразовать полученную реализацию в соответствии с правилом

$$h_j \{ \bar{f}_c(t_i, \tau) \} = \begin{cases} 1 & \text{при } j\Delta f \leq \bar{f}_c(t_i, \tau) \leq (j+1)\Delta f, \\ 0 & \text{при } \bar{f}_c(t_i, \tau) < j\Delta f, \bar{f}_c(t_i, \tau) > (j+1)\Delta f, \end{cases} \quad (3)$$

где τ — время единичного измерения, $\bar{f}_c(t_i, \tau)$ — i -й отсчет частоты, Δf — ширина