

О.Н.Ромашкина, В.А.Цыбапов

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ

(гг. Москва - Куйбышев)

Улучшение метрологических характеристик автоматической системы контроля (АСК) неразрывно связано с разработкой и исследованием эффективных способов количественной оценки достоверности результатов контроля и методов ее повышения. Это вызвано тем, что достоверность является одной из основных метрологических характеристик АСК. Под достоверностью контроля в дальнейшем будем понимать степень объективности отображения результатами контроля истинного технического состояния объекта контроля (ОК). Методическая составляющая достоверности зависит от полноты знаний характера процессов, протекающих в контролируемом устройстве, и правильности применения этих знаний для получения информации о состоянии ОК. Она определяется такими факторами, как объем контролируемых параметров, частота опроса параметров контроля, период проверки ОК, время контроля одного объекта, наличие самоконтроля.

Методическая достоверность контроля есть монотонно возрастающая функция числа контролируемых параметров, асимптотически стремящаяся к единице. Но с увеличением числа контролируемых параметров одновременно возрастают загрузка АСК и стоимость контроля. Таким образом, возникает задача определения рациональной совокупности контролируемых параметров, приемлемой как с точки зрения достоверности, надежности, так и с точки зрения материальных или временных затрат. Используя методику, предложенную в литературе [3], можно определить количество контролируемых параметров N для заданных значений достоверности контроля, показателей надежности: вероятности выполнения задания $P_{вз}$, коэффициента готовности K_r с учетом ошибок АСК.

Объективность результатов контроля зависит от периода проверки ОК T_n , определяющего степень снижения достоверности контроля из-за отказов объекта за время между проверками, и от периода контроля одного объекта T_0 , определяющего снижение достоверности контроля из-за отказов проверенных параметров объекта за время до

окончания проверки. Таким образом, достоверность контроля можно увеличить, уменьшая время T_n , т.е. используя непрерывный контроль, и уменьшая время T_0 , например при помощи более рационального составления программы контроля одного параметра. Все перечисленные факторы повышения достоверности контроля могут быть заложены в метод контроля с тем, чтобы затем это реализовать в аппаратуре контроля на стадии ее проектирования и изготовления. Для аппаратуры, находящейся в стадии эксплуатации, повысить достоверность контроля с вероятностью ошибки, не превышающей допустимую, можно используя метод многократных повторных переопросов [1]. Таким образом, выбираем частоту опроса параметров f_i , исходя из заданных значений ошибок I и II рода.

Для повышения достоверности, а также для сокращения времени на поиск неисправностей в контрольную аппаратуру вводится система самоконтроля, основное назначение которой состоит в устранении влияния ошибок АСК на результаты контроля. Однако использовать систему самоконтроля можно лишь зная потенциальные возможности АСК, так как они уменьшаются с увеличением интенсивности запросов к ресурсам центрального процессора (ЦП) системы контроля [2]. Потенциальные ресурсы ЦП можно оценить следующим образом:

$$\rho_n(C) = 1 - \rho_d(C), \quad (1)$$

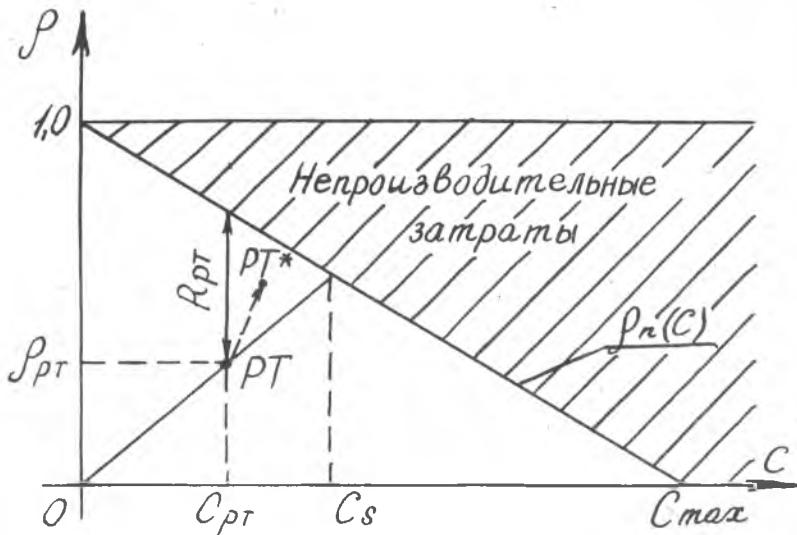
где ρ_n ($0 < \rho_n < 1$) - коэффициент готовности ЦП к выполнению полезной работы (опросу параметров контроля); C - суммарная частота опроса параметров контроля, Гц; ρ_d - удельные затраты процессорного времени на диспетчеризацию в АСК. Как правило, в АСК $\rho_d = E\{\tau_n\}C$, где τ_n - затраты времени ЦП на переход с выполнения одной программы опроса параметров на выполнение другой (рис.).

Зависимость (1) является потенциальной нагрузочной характеристикой (ПНХ) АСК. Зная эту характеристику, можно оценить предельную рабочую частоту контроля (теоретический предел):

$$C_{max} = 1/E\{\tau_n\},$$

а также качество программного и технического обеспечения АСК по значению крутизны ПНХ $\psi(C) = -d\rho_n(C)/dC$ в рабочем диапазоне $[0, C_{max}]$.

Каждому режиму работы АСК на плоскости нагрузочной характеристики можно поставить в соответствие рабочую точку (РТ) с координатами $(C_{p,r}, \rho_{p,r})$:



Р и с. Потенциальная нагрузочная характеристика и рабочая точка АСК ($R_{p.r.}$ - резерв процессора в рабочей точке; PT^* - положение рабочей точки после введения самоконтроля)

$$C_{p.r.} = \sum_{i=1}^N f_i \tau_i, \quad P_{p.r.} = \sum_{i=1}^N E\{\tau_i\} f_i,$$

где $P_{p.r.}$ - нагрузка ЦП опросом параметров контроля;

$E\{\tau_i\}$ - среднее время однократного выполнения i -й программы опроса;

f_i - частота опроса i -го параметра контроля.

Режим является допустимым по нагрузке, если выполняется условие $P_n(C_{p.r.}) - P_{p.r.} > R_0$. Здесь R_0 - требуемый резерв ЦП в рабочей точке.

Угол наклона отрезка прямой, соединяющей начало координат с PT , однозначно связан со средним временем ЦП, затрачиваемым на однократное выполнение программы опроса параметров контроля:

$$\bar{c} = P_{p.r.} / C_{p.r.}$$

Проекция точки пересечения ПНХ с прямой, выходящей из начала координат и проходящей через PT (см. рис), характеризует производительность АСК, C_s - скорость опроса параметров контроля:

$$C_S = \frac{1}{\bar{\tau} - E\{\tau_n\}}$$

Ясно, что для увеличения C_S необходимо уменьшать $\bar{\tau}$. Однако каким бы малым ни было $\bar{\tau}$, C_S не может быть больше C_{max} . Поэтому C_{max} имеет смысл верхней границы производительности АСК.

Введение в АСК системы самоконтроля приведет к смещению РТ влево-вверх (см. рис.), поскольку при самоконтроле решается свой поток задач.

Если расчетная РТ лежит выше ПНХ, то выбранный режим работы АСК неосуществим. Для исправления положения можно:

- уменьшить число контролируемых параметров N , т.е. уменьшить полноту контроля;
- уменьшить среднее время контроля каждого параметра $\bar{\tau}$ (более тщательное программирование);
- уменьшить частоту опроса параметров за счет более тщательной обработки;
- уменьшить расход процессорного времени на контроль, т.е. построить оптимальную стратегию контроля;
- уменьшить непроизводительные расходы процессорного времени τ_n ;
- заменить ЦП на более быстродействующий.

Рассмотренный подход к анализу потенциальных возможностей АСК позволяет учесть все влияющие факторы, оценить ресурсы ЦП и возможность использования системы самоконтроля для повышения метрологических характеристик АСК, дать рекомендации по увеличению резерва АСК.

Л и т е р а т у р а

1. В а л ь д А. Последовательный анализ: Пер. с англ./ Под ред. Б.А.Севастьянова. М.:Изд-во физ.-мат.литературы, 1960. - 328 с.
2. В и т т и х В.А., С и м а н о в с к и й Е.А., Ц ы о а т о в В.А. Система показателей для анализа потенциальных возможностей измерительно-вычислительного комплекса. - Автометрия, 1983, № 3, с.99-102.
3. Р о м а ш к и н а О.Н. Метод оценки влияния полноты контроля на его достоверность. - В кн.: Тез.докл. 5-го Всесоюзного совещания-семинара молодых ученых. - Звенигород, 1983.