

УДК 621.3.083.92

ПРОГНОЗНЫЕ РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Колесников В.А., Юров В.М.

*Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, e-mail: kolesnikov.vladimir@gmail.com*

В работе предложена модель, позволяющая проводить оценку ресурсов информационно-измерительных систем. Показано, что наибольшими ресурсами обладают многоканальные информационно-измерительные системы. На сегодняшний день – это один из распространенных видов информационно-измерительных систем, обладающих наиболее высокой надежностью, более высоким быстродействием. Получена связь между функцией отклика информационно-измерительной системы с ее основными характеристиками. В простейшем случае, в качестве функции отклика можно взять отношение выходного сигнала к входному и воспользоваться автокорреляционными функциями процессов на входе и на выходе системы в форме Винера-Ли или в любой другой форме. Предложенная модель позволяет провести качественную, а иногда и количественную, характеристику основных свойств информационно-измерительных систем.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, прогнозируемые ресурсы, термодинамика

PREDICTED RESOURCES OF INFORMATION-MEASURING SYSTEMS

Kolesnikov V.A., Jurov V.M.

Karaganda state university of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: kolesnikov.vladimir@gmail.com

In work the model, allowing to spend an estimation of resources of information-measuring systems is offered. It is shown, that the greatest resources multichannel information-measuring systems possess. For today is one of widespread kinds of the information-measuring systems possessing the highest reliability, higher speed. Communication between function of the response of information-measuring system with its basic characteristics is received. In the elementary case, as response function it is possible to take the relation of a target signal to entrance and to take advantage of autocorrelation functions of processes on an input and on an exit of system in the form of Wiener-whether or in any other form. The offered model allows to spend qualitative, and sometimes and quantitative, the characteristic of the basic properties of information-measuring systems.

Keywords: the information-measuring system, predicted resources, thermodynamics

Сейчас уже общепринято (см., например, [1]), что информационные и информационно-измерительные системы относятся к классу коммуникационных систем.

Обобщенное понятие «ресурса» коммуникационной системы впервые было введено Л.И. Розоноэром [2]. В этой работе обмен и распределение ресурса в системе рассматривались как происходящие по законам, аналогичным закону распределения энергии в замкнутой системе механических частиц. Позже понятие «ресурса» коммуникационной системы стали связывать с наличием некоторого множества коммуникаций, соединяющих элементы системы, и с характеристиками этих коммуникаций.

Мы будем называть прогнозными ресурсами ИИС ее «истинное» значение определяющего параметра, в отличие от «ресурсов потребления» или фактических ресурсов, которые сложились при функционировании системы на данный период (или момент) времени. В связи с этим мы введем понятие «концентрации» основной характеристики системы, понимая под этим термином величину этой характеристики в единице «объема» системы. «Объем» системы определяется для конкретной системы (общее количество каналов связи и т.д.).

Если исходить из представлений классической термодинамики, то можно ввести понятие «энергии образования» коммуникационной системы в результате термодинамического цикла (например, цикла Карно), подобно тому, как это сделано в работе Н.И. Сафронова и др. [3].

Тогда формула для определения затрат энергии на термодинамический цикл образования системы будет иметь вид:

$$\Delta F = \alpha T \Delta S = \alpha RT \ln X, \quad (1)$$

где $X = C/C_0$ (для прямого цикла) и $X = C_0/C$ (для обратного цикла); α – число элементов, вовлеченных в процесс образования системы; R – универсальная газовая постоянная; C_0 – начальная и C – конечная концентрации основной характеристики.

Концентрацию основной характеристики сложной системы выразим через равновесную концентрацию C_p . Этот параметр пропорционален к.п.д. цикла, так что полная энергия имеет вид:

$$\Delta F_n = \Delta F / \text{к.п.д.} = \alpha RT \ln X / C_p. \quad (2)$$

Для прямого и обратного цикла

$$C_p = \frac{\alpha'}{\sum_i \alpha_i}; \quad C_p = \frac{\alpha''}{\sum_i \alpha_i}, \quad (3)$$

где α' , α'' – количество элементов, вовлеченных в процесс образования системы в прямом и обратном циклах, соответственно; $\sum_i \alpha_i$ – общее число элементов, вовлеченных в образование системы. Очевидно, что в прямом цикле $\alpha = \alpha'X$ и в обратном $\alpha = \alpha''X$. Подставляя α и C_p в (2), имеем:

$$\Delta F_n = RTX \ln X \sum_i \alpha_i. \quad (4)$$

Не меняя общности рассуждений, положим $\sum_i \alpha_i = 1$, тогда получим

$$\Delta F_n = X \ln X. \quad (5)$$

Если дифференцированные ресурсы системы в единице «объема» обозначить через W_x , то

$$W_x = \frac{1}{X \ln X}. \quad (6)$$

В работе [4] мы применили методы неравновесной термодинамики к ИИС и получили выражение для функции отклика этой системы на внешнее воздействие с учетом диссипативных процессов. После линеаризации полученного нами выражения, функция отклика Φ системы имеет вид:

$$\Phi = \beta \frac{E}{\Delta G^0} \cdot \bar{N}, \quad (7)$$

где E – «емкость» канала связи в системе; \bar{N} – среднее число каналов в системе; ΔG^0 – энергия Гиббса термостата (внешней среды); β – некоторая постоянная теории, величина которой вычисляется для каждой конкретной системы.

Для идеальных процессов $\Delta G^0 = \Delta F_n$ и, с учетом (4), (5) и (6), получим

$$W_x = \frac{\beta E \bar{N}}{\Phi}. \quad (8)$$

Если «объем» ИИС мы обозначим через V , то полные ресурсы системы будут равны

$$W = \frac{\beta E \bar{N}}{\Phi} \cdot V. \quad (9)$$

Из уравнения (9) видно, что ресурсы ИИС будут возрастать с увеличением числа каналов связи и канальной емкости системы, т.е. в случае многоканальных ИИС. На сегодняшний день – это один из распространенных видов ИИС, обладающих наиболее высокой надежностью, более высоким быстродействием [5]. Однако они имеют повышенные сложность и стоимость.

Если принять, что ресурсы ИИС экспоненциально возрастают со временем,

т.е. имеет место закон Мура [6], то можно записать:

$$W = W_0 \exp\left(\frac{t}{T}\right), \quad (10)$$

где T – жизненный цикл ИИС.

Для функции отклика из (10) будем иметь:

$$\Phi = \beta \cdot W_0 \cdot E \cdot \bar{N} \cdot V \cdot \exp(-t/T). \quad (11)$$

Экспериментально жизненный цикл ИИС можно определять по времени отказа того или иного его структурного элемента, используя большой арсенал имеющихся методов определения надежности электронных систем [7].

В простейшем случае, в качестве функции отклика можно взять отношение выходного сигнала к входному и воспользоваться авторреляционными функциями процессов на входе и на выходе системы в форме Винер-Ли [8] или в любой другой форме [9].

Заключение

В настоящее время автоматизированное проектирование ИИС представляет собой довольно дорогостоящую процедуру, поэтому весьма полезны простые модели, позволяющие провести качественную, а иногда и количественную, характеристику их основных свойств. Именно это мы и хотели показать в настоящей работе.

Работа выполнена по программе МОН РК 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований». Контракт № 341.

Список литературы

1. Дадонов А.Г., Ландэ Д.В. Живучесть информационных систем. – Киев: Наукова думка, 2011. – 256 с.
2. Розоноэр Л.И. Обмен и распределение ресурсов (обобщенный термодинамический подход) // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 5. – С. 115–133; № 6. – С. 65–80; № 8. – С. 82м104.
3. Сафронов Н.И., Мещеряков С.С., Иванов Н.П. Энергия рудообразования и поиски полезных ископаемых. – Л.: Недра, 1978. – 215 с.
4. Колесников В.А., Юров В.М. Некоторые аспекты метода аналогий в проектировании информационно-измерительных систем // Современные проблемы науки и образования // Электронный журнал. – 2013. – № 2.
5. Ранев Г.Г., Суротина В.А., Калашников В.И. Информационно-измерительная техника и электроника. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 512 с.
6. Пахомов С.А. Экспансия закона Мура // Компьютер пресс. – 2003. – № 1. – С. 16–22.
7. Ямпурин Н.П., Баранова А.В. Основы надежности электронных средств. – М.: Академия, 2010. – 240 с.
8. Деруссо П., Рой Р., Клоуз И. Пространство состояний в теории управления. – М.: Физматгиз, 1962. – 382 с.
9. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования информационно-измерительных систем. – М.: Физматлит, 2004. – 400 с.