

УДК 621.26

## ЭНТРОПИЙНЫЙ КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ИИС

И. Г. Милейко, д. т. н. С. А. Положаенко, д. т. н. Н. Б. Копытчук

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

mig3@ukr.net, polozhaenko@mail.ru, knb@opu.ua

*Рассматриваются принципы построения обобщенного критерия качества информационно-измерительных систем с использованием их энтропийных характеристик.*

*Ключевые слова: информационно-измерительная система, надежность, энтропия.*

Среди множества информационных систем промышленного назначения особое место занимают гарантоспособные автоматизированные системы переработки информации и управления критического применения. К таким системам относятся тензометрические информационно-измерительные и управляющие системы (ИСТ), осуществляющие контроль динамических параметров различных технологических объектов. Примерами систем данного класса могут быть системы измерения массы движущихся железнодорожных составов, системы весового дозирования компонентов шихты в металлургии или системы контроля механических напряжений в конструкциях строений и ответственных технологических агрегатов.

Их характерными признаками являются:

— уникальность каждого цикла измерения информативного параметра (массы, силы) в динамике, ввиду невозможности его повторения;

— реальная опасность создания аварийных ситуаций в технологическом оборудовании в случае ошибок измерения. Например, перегрузка и разрушение весового бункера в весодозирующих комплексах или разрушение конструкций технологических агрегатов из-за неверного определения контролируемых механических напряжений.

Эти обстоятельства накладывают дополнительные и достаточно жесткие требования к структуре и составу элементов ИСТ, которая представляет собой композицию аналоговых и цифровых компонентов с существенно неоднородными параметрами. Проектирование таких систем в настоящее время осуществляется преимущественно эмпирическим путем, на основании опыта разработчика. При этом разработчик, стремясь удовлетворить требованиям технического задания, не всегда может осуществить рациональный выбор набора компонентов из достаточно большой номенклатуры функциональных модулей, выпускаемых промышленностью. В связи с этим актуальной представляется задача формализации выбора структуры и состава ИСТ в системе координат «качество — стоимость» с использованием обобщенного критерия качества проектируемой ИСТ.

Учитывая разнородный характер параметров, описывающих отдельные функциональные модули, входящие в ИСТ, формирование обобщенного критерия качества целесообразно осуществлять, используя квалиметрический [1] подход. Поскольку основной задачей ИСТ является получение достоверной информации об измеряемом параметре (массе, силе), выражение для обобщенного критерия качества ИСТ может быть представлено в виде

$$E_I = F[P_c(t), C_z], \quad (1)$$

где:  $P_c(t)$  — интегральный показатель вероятности получения достоверного результата измерения;

$C_z$  — граница экономически обоснованной стоимости ИСТ.

Учитывая тот факт, что любое из событий (отказ оборудования, выход результата измерения за допустимые пределы или потеря информации при передаче по каналам связи) приводит, по существу, к отказу в выполнении основной задачи ИСТ, выражение для  $P_c(t)$  можно представить используя известные [2, 3] методики и экспоненциальный закон распределения вероятностей, в следующем виде:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_{Fi}(t) \prod_{j=1}^m P_{Mj}(t) \prod_{l=1}^k P_{Il}(t), \quad (2)$$

где:  $P_F(t) = \prod_{i=1}^n P_{F_i}(t)$  — вероятность безотказной работы оборудования (функциональная составляющая надежности ИСТ),  $n$  — количество всех функциональных блоков ИСТ;

$P_M(t) = \prod_{j=1}^m P_{M_j}(t)$  — вероятность получения достоверного результата измерения (метрологическая составляющая надежности ИСТ),  $m$  — количество аналоговых и аналого-цифровых блоков,  $m \in n$ ;

$P_I(t) = \prod_{l=1}^k P_{I_l}(t)$  — вероятность безошибочной передачи информации по каналам связи (информационная составляющая надежности ИСТ),  $k$  — количество блоков обработки и передачи цифровой информации,  $k \in n$ .

В общем случае значение  $P_C(t)$ , вычисленное по формуле (2), вполне можно использовать для формирования комплексной оценки качества информационных систем. Однако для ИСТ, являющейся информационно-измерительной системой, более важное значение все же имеет показатель, который бы характеризовал изменяющуюся во времени способность системы генерировать достоверную измерительную информацию о состоянии объекта наблюдения. Исследования показали, что наиболее удобной для данного случая характеристикой является изменение во времени степени неопределенности (энтропии) системы. С учетом этого перепишем (1):

$$E_I = \frac{H_W[P_C(t_0 + t_w)] - H_W[P_C(t_0)]}{H_W[P_C(t_0 + t_w)]} \times K_C(C_Z, C_W), \quad (3)$$

где:  $H_0[P_C(t_0)] = -\{P_C(t_0) \log_2 P_C(t_0) + [1 - P_C(t_0)] \log_2 [1 - P_C(t_0)]\}$  — априорная энтропия системы на момент поверки  $t_0$ ;

$H_W[P_C(t_0 + t_w)] = -\{P_C(t_0 + t_w) \log_2 P_C(t_0 + t_w) + [1 - P_C(t_0 + t_w)] \log_2 [1 - P_C(t_0 + t_w)]\}$  — апостериорная энтропия системы после отработки некоторого времени  $t_w$ ;

$K_C(C_Z, C_W)$  — коэффициент, учитывающий экономические показатели ИСТ;

$C_W$  — стоимость производства и эксплуатации ИСТ.

Практически коэффициент  $K_C(C_Z, C_W)$  может быть определен как

$$K_C(C_Z, C_W) = \begin{cases} \frac{k_z C_Z - C_W}{k_z C_Z} & \text{при } C_W \leq C_Z \\ 0 & \text{(решение неприемлемо) при } C_W > C_Z, \end{cases}$$

где  $k_z$  — коэффициент риска, устанавливаемый по согласованию с заказчиком.

Использование предложенного энтропийного критерия качества (3) позволяет уже на стадии проектирования ИСТ определять ее свойства в процессе будущей эксплуатации и выбирать сбалансированные и экономически оправданные решения при выборе структуры конкретной системы.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кириллов В. И. Квалиметрия и системный анализ.— Москва: Инфра-М, Новое знание, 2011.
2. РД 50-690-89. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным. — Москва: Госстандарт СССР, 1990.
3. Васілевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів.— Вінниця: ВНТУ, 2010.

G. Mileyko, S. A. Polozhaenko, N. B. Kopytchuk  
**Entropy criterion of IMS quality.**

Construction principles of the generalized criterion of quality of information and measurement systems using their entropy characteristics are considered.

Keywords: *information and measurement systems, entropy, reliability.*