

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ И ЖИВУЧЕСТЬ 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, описывающая основные фундаментальные свойства информационно-измерительных систем – их жизненный цикл и живучесть. Показано, что жизненный цикл информационно-измерительных систем полностью определяется их врожденной способностью. Получено уравнение, которое позволяет экспериментально определять врожденную способность информационно-измерительных систем. Показано, что живучесть системы возрастает при увеличении числа каналов, т.е. в случае использования многоканальных информационно-измерительных систем. На сегодняшний день – это один из распространенных видов информационно-измерительных систем, обладающих наиболее высокой надежностью и, вместе с этим, более высоким быстродействием. Задача аналитического исследования информационно-измерительных систем весьма сложна при полном их описании и может быть доведена до конца лишь в простейших случаях. Предложенная в настоящей работе модель позволяет качественно, а иногда и количественно, определять важнейшие свойства информационно-измерительных систем, определяющих техническую и экономическую целесообразность их разработки и проектирования.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, жизненный цикл, живучесть

LIFE CYCLE AND SURVIVABILITY 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 this work proposed a model? describing the basic fundamental properties of information-measuring systems – their life cycle and durability. It is shown that the life cycle of information-measuring systems are completely determined by their innate ability. An equation that allows you to experimentally determine the innate ability of information-measuring systems. It is shown that survivability of the system increases with the number of channels, i.e. in the case of multi-channel information and measurement systems. As of today – this is one of the common types of information-measuring systems with the highest reliability and, at the same time, higher speed. The task of the analytical study of information-measuring systems is very complex with the full description and can be brought to an end only in the simplest cases. The proposed model in this paper provides a qualitative and sometimes quantitative, to determine the most important properties of information and measurement systems that determine the technical and economic feasibility of their development and design.

Keywords: information-measuring system, life cycle, survivability

Понятие жизненного цикла является одним из базовых понятий методологии проектирования информационно-измерительных систем (ИИС) [6]. Жизненный цикл ИИС представляет собой непрерывный процесс, начинающийся с момента принятия решения о создании ИИС и заканчивается в момент полного изъятия ее из эксплуатации.

Стандарт ISO/IEC 12207 определяет структуру жизненного цикла, содержащую процессы, действия и задачи, которые должны быть выполнены во время создания ИИС.

В настоящей работе предлагается простая модель определения жизненного цикла ИИС, основанная на термодинамическом подходе [4].

Врожденная способность ИИС

Количественные изменения могут приводить к изменению одних качеств, в то время как другие могут оставаться неизменными. Качества претерпевают изменения не одновременно, причем одни чаще, другие

реже, а третьи сохраняются на протяжении периода существования объекта. Последнее качество объекта определяется его врожденной способностью. Как отмечал Аристотель: «Каждое из них называется таким не потому, что кто-то находится в каком-то состоянии, а потому, что оно имеет врожденную способность или неспособность легко что-то делать или ничего не претерпевать».

Понятие врожденной способности шире понятия технологической наследственности, хотя и тесно связано с последним. Технологическим наследованием называют явление переноса свойств объектов от предшествующих технологических операций к последующим [7, 2]. Эти свойства могут быть как полезными, так и вредными. Сохранение же этих свойств у объектов называют технологической наследственностью. Такие термины являются достаточно емкими. С их помощью и соответствующих методик можно проследить за состоянием объекта производства в любой момент времени с учетом всех предшествующих технологических воздействий. В процессе

передачи свойств важную роль играет так называемая наследственная информация (в нашей терминологии – врожденная способность). Она заключается в материале и структуре датчиков, используемых при построении ИИС радиодеталей и т.д. Наследственная информация или врожденная способность представляет собой большой перечень показателей качества.

Изучение явлений технологической наследственности способствует повышению надежности работы реальных приборов и систем, так как позволяет установить причины явлений и условия регулирования параметров технологических процессов, в ходе которых формируются свойства этих приборов и систем.

Однако экспериментальное исследование всех стадий технологического процесса разработки и создания ИИС, как, впрочем, и любой детали в машиностроении и других областях, требует большого времени и затрат. В связи с этим представляет интерес построение простых моделей, позволяющих сделать оценку врожденной способности ИИС.

В работе [4] нами была получена формула для функции Φ отклика произвольной системы на внешнее воздействие. Разлагая экспоненту в знаменателе Φ в ряд и пренебрегая малыми членами, в линейном приближении нетрудно получить, полагая $\Phi = \Xi$ – эффективность ИИС:

$$\Xi = \varepsilon \ln W, \quad (1)$$

где ε – параметр модели; W – характеризует объем ресурсов ИИС, который пропорционален объему памяти ИИС, чувствительности сенсоров и ряду других параметров, о которых речь пойдет ниже.

В начальный момент образования системы – $W = \varepsilon$, так что

$$\Xi_0 = \varepsilon \ln \varepsilon. \quad (2)$$

Полученное выражение и есть врожденная способность ИИС.

Эффективность ИИС определим как отношение времени ее развития t к периоду ее существования T , тогда из уравнения (1) для временной зависимости W получим:

$$W = W_0 \exp\left(\frac{t}{\varepsilon T}\right), \quad (3)$$

где $W_0 = \varepsilon \ln \varepsilon$.

При $t = T$ экспоненциальная зависимость переходит в $W = \text{const}$, т.е. развитие системы прекращается. Время T естественно назвать ее жизненным циклом, предельное значение которого равно:

$$W_T = \varepsilon \ln \varepsilon \exp(1/\varepsilon), \quad (4)$$

т.е. полностью определяется врожденной способностью ИИС.

Уравнение (1) позволяет экспериментально определять врожденную способность ИИС. Если в качестве эффективности ИИС взять отношение выходной сигнал / входной сигнал, то можно определить $\Xi_1, \Xi_2, \dots$ по заданным $W_1, W_2, \dots$ и, тем самым, врожденную способность ИИС.

Каждый структурный элемент ИИС имеет свою врожденную способность и жизненный цикл. В этом случае жизненный цикл всей ИИС будет определяться наименьшим значением T структурного элемента ИИС.

Экспериментально жизненный цикл ИИС можно определять по времени отката того или иного его структурного элемента, используя большой арсенал имеющихся методов определения надежности электронных систем [9].

Еще одним фундаментальным свойством сложных систем, к которым также относятся ИИС, является их живучесть. Под живучестью системы понимают ее способность адаптироваться к новым непредусмотренным условиям функционирования, противостояния нежелательным влияниям при одновременной реализации основной функции [1]. Живучесть ИИС анализируют и оценивают на различных уровнях их моделирования, проектирования и функционирования. При этом используются теоретико-игровые, вероятностные, графовые, матричные и другие модели. Практически все известные на сегодняшний день методы анализа и оценки живучести информационных систем описаны в работе [1].

Здесь мы изложим свой подход, базируясь на термодинамическом анализе сложных систем, включая ИИС [8].

Основной причиной нарушения работы той или иной системы является наличие диссипативных процессов в системе, возникающих при ее взаимодействии с внешней средой или при взаимодействии составляющих систему элементов. Исключить такие процессы невозможно, поэтому на практике стремятся уменьшить их влияние.

Полученное в [8] выражение для к.п.д. ИИС после некоторых преобразований будет иметь вид:

$$\eta = C \Delta W N / E, \quad (5)$$

где $C = \text{const}$, Δ – точность ИИС, W – как и прежде ее ресурсы или объем памяти центрального процессора, N – число каналов связи в ИИС, E – энергоемкость ИИС.

Параметр η с точностью до постоянно-го множителя будет характеризовать живучесть ИИС. Из уравнения (5) видно, что живучесть ИИС также существенным образом (через W) зависит от врожденной способности или технологической наследственности ИИС.

Из уравнения (5) следует, что живучесть системы возрастает при увеличении числа каналов N , т.е. в случае многоканальных ИИС. На сегодняшний день – это один из распространенных видов ИИС, обладающих наиболее высокой надежностью, более высоким быстродействием при одновременном получении информации, возможностью подбора средств измерений к измеряемым величинам, что может исключить унификацию сигналов [5]. Однако они имеют повышенные сложность и стоимость.

Заключение

Задача аналитического исследования информационно-измерительных систем весьма сложна при полном их описании и может быть доведена до конца лишь в простейших случаях. Поэтому при аналитическом методе решения ее сразу же стремятся ограничить изучением по возможности упрощенных моделей системы [3].

Предложенная в настоящей работе модель позволяет качественно, а иногда и количественно, определять важнейшие свойства ИИС, определяющих техническую

и экономическую целесообразность их разработки и проектирования.

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. Дальский А.М., Базров Б.М., Васильев А.С. и др. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.
3. Колесников В.А., Юров В.М. Некоторые аспекты метода аналогий в проектировании информационно-измерительных систем // Современные проблемы науки и образования. Электронный журнал. 2013, № 2.
4. Колесников В.А., Юров В.М. Перспективы проектирования и создания отечественных информационно-измерительных систем // Научное обозрение, 2013, № 4. – С. 151-156.
5. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования информационно-измерительных систем. – М.: Физматлит, 2004. – 400 с.
6. Ранеев Г.Г. Измерительные информационные системы. – М.: МГОУ, 2007. – 280 с.
7. Ранеев Г.Г., Суротина В.А., Калашников В.И. Информационно-измерительная техника и электроника. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 512 с.
8. Ямпурин Н.П., Баранова А.В. Основы надежности электронных средств. – М.: Академия, 2010. – 240 с.
9. Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Технологическая наследственность в машиностроении. – Минск: Наука и техника, 1977. – 248 с.