

УДК 621.3.083.92

ВРОЖДЕННАЯ СПОСОБНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Колесников В.А., Юров В.М.

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

В работе рассматривается вопрос о врожденной способности информационно-измерительных систем. Получено ее математическое выражение, позволяющее экспериментально определять врожденную способность системы. Это позволяет проводить анализ информационно-измерительных систем с точки зрения их технической состоятельности и экономической перспективности. Разработка простых, но обладающих достаточной общностью аналитических моделей, надолго еще останется основой исследовательской деятельности, тем более, что для компьютерного моделирования все равно необходима какая-либо математическая модель того или иного процесса. Нами получено уравнение, которое является математическим выражением известного закона Мура. Однако, в отличие от обычных интерпретаций закона Мура уравнение содержит врожденную способность, что является существенным фактом. Из полученного уравнения вытекает ограниченность закона Мура, связанное с жизненным циклом системы. Тем не менее, закон Мура, как и подобные ему «экспоненциальные законы», отражает некоторые общие тенденции развития науки, технологий, человеческого общества и т.д.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, врожденная способность, закон Мура

INNATE ABILITY 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 discusses innate ability of information-measuring systems. Received its mathematical expression that experimentally determine the innate ability of the system. This allows the analysis of information-measuring systems in terms of their technical viability and economic attractiveness. The development of simple, but with sufficient generality of analytical models for a long time still remain the basis of research, especially as computer modeling still need any mathematical model of a process. We have derived an equation, which is the mathematical expression of the famous Moore's Law. However, in contrast to conventional interpretations of Moore's Law equation contains an innate ability, which is a significant fact. From this equation it follows the limitations of Moore's Law, associated with the life cycle of the system. However, Moore's Law, as well as others like him «exponential law» reflects some of the general trends in the development of science, technology, and human society, etc.

Keywords: information-measuring system, innate ability, Moore's Law

В практике мирового приборостроения, создания информационно-измерительных систем (ИИС), машиностроения и других областях происходит постоянное ужесточение требований к качеству изделий, резко увеличиваются быстродействие, точность и другие показатели, которые, в конечном счете, определяют экономику соответствующих отраслей промышленности [2, 9].

Качество изделий в общем виде представляет собой совокупность свойств и показателей, которые определяют пригодность для удовлетворения потребностей в соответствии с их назначением. Определяется качество очень большим числом факторов и на разных этапах развития приборостроения качественные показатели существенно различаются.

Погрешности при изготовлении датчиков, при сборке прибора, ИИС и т.д. возникают всегда. Изделий без отклонений от номинального значения показателя качества не бывает. Однако любое отклонение должно находиться в допустимых пределах – допусках. В технологии приборостроения

важно не только определить количественно данное отклонение, но и установить, почему оно возникло, как это отклонение формировалось на протяжении всего технологического процесса. Информация об истории возникновения каждого отклонения важна потому, что с ее помощью можно влиять на величину отклонения и тем самым повысить показатели качества. Поэтому, например, в процессе создания ИИС, начиная с выбора датчика, процессора и т.д., возникает необходимость рассмотрения производственного процесса создания ИИС во времени. При этом появляется и понятие о технологической наследственности.

Технологическая наследственность и врожденная способность. Технологическим наследованием называют явление переноса свойств объектов от предшествующих технологических операций к последующим [10, 3]. 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. Она заключается в материале и структуре датчиков, используемых при построении ИИС, радиодеталей и т.д. Информация представляет собой большой перечень показателей качества.

В экономике употребляется термин «врожденная способность» экономической системы. 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 [4]. Сравнивая это определение с приведенным выше, видим, что они отражают суть одного и того же явления.

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 стало развиваться компьютерное моделирование и проектирование [8], которые также пока обладают высокой стоимостью. В настоящее время за рубежом, в частности в США, стоимость работ по автоматизации проектирования составляет более 1/3 стоимости разработки больших проектов [1], что свидетельствует о сложности и дороговизне автоматизированного проектирования. Поэтому разработка простых, но обладающих достаточной общностью аналитических моделей, надолго еще останется основой исследовательской деятельности. Тем более, что для компьютерного моделирования все равно необходима какая-либо математическая модель того или иного процесса [7].

Модель врожденной способности ИИС. В работе [5] нами была получена формула для функции Φ отклика произвольной системы на внешнее воздействие. Разлагая экспоненту в знаменателе Φ в ряд и пре-

небрегая малыми членами, в линейном приближении нетрудно получить, полагая $\Phi = \Theta$ – эффективности ИИС:

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

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

$$\Theta_0 = \varepsilon \ln \varepsilon. \quad (2)$$

Полученное выражение и есть врожденная способность ИИС.

Обратимся к выражению (1) и сделаем несколько замечаний. Если врожденная способность ИИС ($\sim \varepsilon$) мала, то увеличение ресурсов W за счет модернизации ИИС незначительно изменит ее эффективность. Это связано с логарифмической зависимостью Θ от W . Например, увеличение ресурсов ИИС в 100 раз, приводит к изменению Θ всего лишь в ~ 5 раз. Такие ИИС должны быть либо существенно реконструированы, либо ликвидированы.

Полученное уравнение позволяет экспериментально определять врожденную способность ИИС. Если в качестве эффективности ИИС взять отношение выходной сигнал / входной сигнал, то можно определить $\Theta_1, \Theta_2, \dots$ по заданным W_1, W_2, \dots и, тем самым, врожденную способность ИИС. Таким образом, можно проводить анализ ИИС с точки зрения их технической состоятельности и экономической перспективности.

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

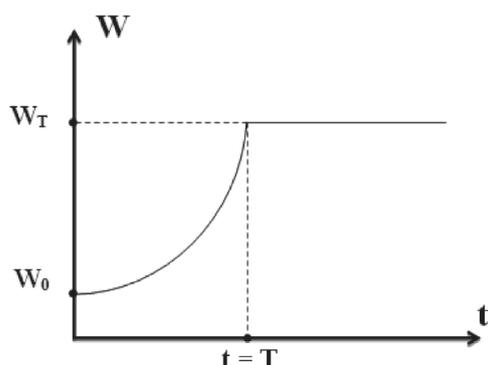
$$W = W_0 \exp\left(\frac{t}{\varepsilon T}\right), \quad (3)$$

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

Основной характеристикой ИИС является объем памяти процессора, пропорциональное ее ресурсам, так что уравнение (3) является математическим выражением закона Мура [6]. Однако, в отличие от обычных интерпретаций закона Мура наше уравнение содержит врожденную способность, что является существенным фактом. Дело в том, что экспоненциальная зависимость типа (3) характерна для многих процессов в природе и обществе, далеких от микроэлектроники, но врожденная способность системы присутствует всегда.

В 2007 году Мур заявил, что закон, очевидно, скоро перестанет действовать из-за атомарной природы вещества и ограничения скорости света. Одним из физических ограничений на миниатюризацию электронных схем является также принцип Ландауэра, согласно которому логические схемы, не являющиеся обратимыми, должны выделять теплоту в количестве, пропорциональном количеству стираемых (безвозвратно потерянных) данных. Возможности по отводу теплоты физически ограничены.

Ограниченность закона Мура естественно вытекает из соотношения (3). При $t=T$ экспоненциальная зависимость переходит в $W=\text{const}$. Графически это выглядит так, как показано на рисунке.



Временная зависимость объема памяти процессора ИИС

Заключение

Следует заметить, что закон Мура (в интерпретации Гордона Мура) не выполняется с такой точностью, чтобы назвать

его законом или даже эмпирической закономерностью. Возможно, что шумиха вокруг закона Мура – это ловкий маркетинговый ход корпорации Intel. Тем не менее, закон Мура, как и подобные ему «экспоненциальные законы», отражает некоторые общие тенденции развития науки, технологий, человеческого общества и т.д.

Работа выполнена по программе МОН РК 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований». Контракт № 343.

Список литературы

1. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем. – М: Интернет университет, 2005. – 345 с.
2. Грицай А.В. Экономика предприятий радиоэлектронной промышленности. – Минск: БГУИР, 2006. – 135 с.
3. Дальский А.М., Базров Б.М., Васильев А.С. и др. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве. – М.: Изд-во МАИ, 2000. – 364 с.
4. Дьяченко А.В. Основания теории трансформационной экономики. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2001. – 120 с.
5. Колесников В.А., Юров В.М. Перспективы проектирования и создания отечественных информационно-измерительных систем // Научное обозрение, 2013, № 4. – С. 151-156.
6. Пахомов С.А. Экспансия закона Мура // Компьютер пресс, 2003, № 1. – С. 16-22.
7. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования информационно-измерительных систем. – М.: Физматлит, 2004. – 400 с.
8. Ранев Г.Г., Суротина В.А., Калашников В.И. Информационно-измерительная техника и электроника. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 512 с.
9. Садовская Т.В. Экономика предприятий радиоэлектронной промышленности. – Минск: БГУИР, 2007. – 152 с.
10. Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Технологическая наследственность в машиностроении. – Минск: Наука и техника, 1977. – 248 с.