

Алексей А. Борисенко, Алла Н. Скаковская, Алексей Е. Горячев  
**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*В статье разработан обобщенный критерий оценки эффективности информационных систем. Из него вытекают такие показатели как количество преобразованной информации, величина ее помехоустойчивости и стоимость. Особенностью данного критерия является то, что он является безразмерным и нормированным, и соответственно оценивает эффективность информационной системы в пределах от 0 до 1.*

*Ключевые слова:* информация; энтропия; эффективность; информационная система.  
*Форм. 9. Лит. 10.*

Олексій А. Борисенко, Алла М. Скаковська, Олексій Є. Горячев  
**ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*У статті розроблено узагальнений критерій оцінювання ефективності інформаційних систем. Він містить такі спеціальні показники як кількість, завадостійкість, вартість переданої і обробленої інформації. Особливістю критерію є те, що він безрозмірний і нормований, і відповідно оцінює ефективність інформаційних систем в межах від 0 до 1.*

*Ключові слова:* інформація; ентропія; ефективність; інформаційна система.

Oleksiy A. Borysenko<sup>1</sup>, Alla N. Skakovska<sup>2</sup>, Oleksiy E. Goryachev<sup>3</sup>  
**INFORMATION SYSTEM EFFICIENCY ASSESSMENT**

*This article develops a generalized criterion to assess the efficiency of information transfer systems that can be used in economic information systems. It encompasses such specific criteria as data amount, noise immunity and data transmission costs. A special feature of this criterion is that it is non-dimensional and normalized, thus assessing the transmission system within the range from 0 to 1.*

*Keywords:* information; entropy; efficiency; information system.

**Постановка проблеми.** Передача и преобразование информации широко используется в различных информационных системах и в том числе системах, решающих экономические задачи [5; 10]. На практике чаще используются частные технические критерии, среди которых наиболее употребляемыми являются быстродействие, помехоустойчивость и стоимость [1; 2; 4; 6; 7; 9]. В работе [3] рассматривался обобщенный критерий оценки эффективности информационных систем с соответствующей методикой его расчета, которая на практике оказалась достаточно сложной. Разработка более простой методики оценки информационных систем позволит уменьшить ее время и стоимость. Получение такой методики оценки информационных систем при минимальной потере ее качества является задачей данной работы, в настоящее время еще до конца не решенной.

**Анализ последних исследований.** В работах [4; 8] был рассмотрен обобщенный критерий оценки эффективности для систем передачи информации и автоматизированных систем контроля и управления. Однако этот критерий

---

<sup>1</sup> Sumy State University, Ukraine.

<sup>2</sup> Sumy State University, Ukraine.

<sup>3</sup> Sumy State University, Ukraine.

решал специальные задачи и не распространялся на все информационные системы. В работе [3] рассматривался обобщенный критерий эффективности, предназначенный для любых информационных систем, и была дана методика его расчета. Однако при применении данного критерия на практике появилась необходимость упрощения методики его расчета, что и составило задачу данной работы.

**Целью исследования** является упрощение для информационных систем методики расчета обобщенного критерия эффективности.

**Основные результаты исследования.** Какой бы не рассматривался технико-экономический критерий оценки информационных систем, в нем должен учитываться срок окупаемости информационной системы:

$$T = W_{\text{кап}} / (W_+ - W_{\text{экс}}), \quad (1)$$

где  $W_{\text{кап}}$  – единовременные капитальные затраты, потраченные во время покупки и установки системы;  $W_{\text{экс}}$  – эксплуатационные расходы;  $W_+$  – положительный эффект, полученный от эксплуатации системы.

Важны также и затраты на разработку информационной системы. Среди них при нормативном сроке окупаемости  $T_{\text{нор}}$  приведенные затраты

$$W_{\text{прив}} = W_{\text{кап}} + T_{\text{нор}} W_{\text{экс}}. \quad (2)$$

Затраты за полный срок службы  $T_{\text{пол}}$

$$W_{\text{пол}} = W_{\text{кап}} + T_{\text{пол}} W_{\text{экс}}. \quad (3)$$

Очевидно также, что каждая информационная система должна обладать положительным эффектом  $W_+$ , превышающим эксплуатационные расходы  $W_{\text{экс}}$ . Только тогда можно добиться ее окупаемости за приемлемый срок.

Реальные информационные системы характеризуются рядом показателей, среди них важнейшим будет производительность:

$$V = \frac{H(B) - H(B/A)}{T}, \quad (4)$$

где  $H(B)$  – энтропия приемника информации  $B$ ;  $H(B/A)$  – условная энтропия, характеризующая потерю информации приемником  $B$  за счет появления вызванной помехами неопределенности. Она определяется на множестве принятых приемником  $B$  сообщений  $b_j$ , соответствующих с определенными вероятностями сообщению  $a_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, N$ , передаваемому источником  $A$ . Энтропия  $H(B/A)$  определяет величину неопределенности генерируемого источником  $A$  сообщения  $a_i$  по отношению к множеству возможных сообщений  $b_j$ , которые может принять приемник  $B$ . При отсутствии помех, очевидно, что  $H(B/A) = 0$  и соответственно

$$V = \frac{H(B)}{T}. \quad (5)$$

В случае, когда информационная система будет работать без потерь времени, вызванных, в частности, исправлением ошибок и простоями вследствие отказа аппаратуры, среднее время, необходимое для передачи информации, достигает своего минимального значения  $T = t_{\text{мин}}$ . Тогда в информационной системе будет получена идеальная производительность:

$$C = \frac{H(B)}{t_{\min}} = \frac{H(A)}{t_{\min}}, \quad (6)$$

где  $H(A)$  – безусловная энтропия источника информации  $A$ .

Если к тому же в информационной системе рассматривать лишь минимальные расходы  $W_{\min}$ , связанные только с приобретением аппаратуры и программного обеспечения, то эффективность идеальной системы передачи данных будет:

$$\mathcal{E}_i = \frac{H(A)}{t_{\min} W_{\min}} = \frac{H(B)}{t_{\min} W_{\min}} = \frac{C}{W_{\min}}. \quad (7)$$

В реальном же критерии оценки эффективности информационной системы надо учесть уменьшение величины передаваемой информации, происходящее из-за шумов и за счет сбоев и отказов аппаратуры. Она уменьшается от идеального значения  $I = H(A) = H(B)$  до реального значения  $I = H(A) - H(A/B) = H(B) - H(B/A)$ . Энтропия  $H(A/B)$  в этом случае определяет величину неопределенности принятого приемником  $B$  сообщения  $b_j$  по отношению к множеству возможных сообщений  $a_j$ , генерируемых источником  $A$ . В результате потеря информации со стороны источника  $A$  будет равна  $H(A/B)$  битам.

Следует также для реального критерия дополнительно добавить к минимальному времени  $t_{\min}$  передачи информации среднее время задержки  $t_z$  сообщений от неучтенных ранее производственных факторов, которое всегда наблюдается на практике, и дополнительные эксплуатационные расходы  $W_{\text{экс}}$ . В этом случае эффективность реальной системы передачи информации

$$\mathcal{E}_p = \frac{H(A) - H(A/B)}{(t_{\min} + t_z)(W_{\min} + W_{\text{экс}})} = \frac{V}{(W_{\min} + W_{\text{экс}})}, \quad (8)$$

где  $V = (H(A) - H(A/B)) / (t_{\min} + t_z) \leq C$  – реальная производительность информационной системы в битах в секунду. Однако полученный критерий будет не нормирован. С целью устранения этого недостатка найдем отношение критерия реальной информационной системы к критерию идеальной системы:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_p / \mathcal{E}_i = \frac{W_{\min}}{C(W_{\min} + W_{\text{экс}})} = \frac{(H(A) - H(A/B)) t_{\min} W_{\min}}{H(A)(t_{\min} + t_z)(W_{\min} + W_{\text{экс}})}. \quad (9)$$

Из этого отношения следует, что получен обобщенный критерий оценки эффективности, который не имеет размерности и изменяется по своей величине от 0 до 1. Очевидно, что с ростом значения обобщенного критерия оценки эффективности будет расти эффективность анализируемой информационной системы, что как раз и дает возможность найти среди информационных систем наиболее эффективную.

Используя полученные выше результаты, получаем методику расчета обобщенного критерия, которую можно представить в виде следующих шагов:

1. Определяется число  $N$  передаваемых сообщений и их безусловные и условные вероятности.

2. В случае отсутствия информации о вероятностях сообщений их без большой потери в точности можно считать равновероятными сообщениями.

3. На основе условных и безусловных вероятностей определяются безусловные и условные энтропии источника и приемника информации.

4. Выбираются параметры идеальной системы передачи информации в соответствии с вышеприведенными рекомендациями.

5. Рассчитываются временные и стоимостные затраты реальной системы передачи информации.

7. Производится расчет идеального и реального обобщенного критерия эффективности информационной системы.

8. Находится значение обобщенного критерия оценки эффективности.

9. Сравняется полученный критерий с аналогичными критериями для других вариантов систем передачи информации и выбирается среди них наилучший.

10. На основе наилучшего критерия выбирается соответствующая ему система передачи информации.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Предлагаемый критерий оценки эффективности информационных систем является обобщенным, нормированным и безразмерным. Методика его расчета позволяет производить оценку информационных систем с достаточной для практики точностью за минимальное время без проведения долговременных статистических испытаний. При этом остается возможность сравнивать информационные системы между собой с целью выбора среди них оптимальной.

1. *Васильев В.И., Буркин А.П., Свириденко В.А.* Системы связи: Учебн. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1987. – 280 с.

2. *Зелигер А.Н.* Критерии оценки качества систем связи. – М.: Связь, 1974. – 40 с.

3. *Кузьмин И.В.* Оценка эффективности и оптимизация автоматических систем контроля и управления. – М.: Сов. радио, 1971. – 185 с.

4. *Кузьмин И.В., Кедров В.А.* Основы теории информации и кодирования. – К.: Вища школа, 1977. – 279 с.

5. *Мишенин А.И.* Теория экономических информационных систем: Учебник. – 4-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 240 с.

6. *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.

7. *Таненбаум Э.* Компьютерные сети / Пер. с англ. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 992 с.

8. *Чернега В.С., Платтнер Б.* Безпроводні локальні комп'ютерні мережі. – К., 2013. – 238 с.

9. *Чернега В.С., Платтнер Б.* Компьютерные сети: Учебн. пособие. – Севастополь: СевНТУ, 2006. – 500 с.

10. *Шастова Г.А., Кошкин А.И.* Выбор и оптимизация структуры информационных систем. – М.: Энергия, 1972. – 256 с.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2014.