

одновременно подсказывая направление развития, заключающееся в поиске и формализации энтропийных характеристик инфокоммуникационных систем, которые могут служить индикаторами несанкционированных утечек информации.

Немаловажной задачей является также выработка рекомендаций по устранению причин возникновения выявленной несанкционированной утечки информации. Наличие четких предложений по модификации правил доступа к информации или алгоритмов функционирования инфокоммуникационной системы существенно сократит время ликвидации обнаруженной утечки и в целом повысит надежность и уровень защищенности инфокоммуникационной системы.

Библиографический список

1. *Приходько М. А.* Автоматизированная обучающая система «Аргус-М» – первый свободный веб-сервис дистанционного обучения / М. А. Приходько // Роль бизнеса в трансформации российского общества – 2010 : мат-лы V Междунар. науч.-практ. конгресса / Моск. фин.-пром. академия. – М. : МФПА, 2010. – С. 499–500.
2. *Приходько М. А.* Требования к системам интерактивного контроля знаний в традиционных учебных заведениях (вузах) на примере АСИКЗ «Аргус-М» / М. А. Приходько // Информатизация образования – 2009 : мат-лы Междунар. науч.-метод. конф. / Волгоград. гос. пед. ун-т. – Волгоград : Перемена, 2009. – С. 283–287.

УДК 004.023

ЭВРИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОВЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

А.Н. Хабаров, А.А. Княгинин

Рассмотрена эвристическая модель обобщенного показателя технического уровня информационно-вычислительных систем, основанная на комплексном применении элементов теории полезности, многомерного шкалирования, экспертного оценивания и принятия решений. Обобщенный показатель синтезируется в линейно-квадратичной форме, что обеспечивает более высокую адекватность результатов оценки предпочтениям экспертов и лиц, принимающих решение.

Ключевые слова: *технический уровень, информационно-вычислительная система, метод оценки, обобщенный показатель.*

Key words: *technical level, computer information system, valuation method, generalized index.*

В настоящее время при оценке технического уровня (ТУ) информационно-вычислительных систем (ИВС) как продукции применяются количественные и экспертные методы. К количественным методам относятся дифференциальный, комплексный и смешанный методы [3, с. 43–67].

Дифференциальный метод оценки ТУ заключается в раздельном сопоставлении единичных показателей ТУ рассматриваемого изделия с аналогичными «эталонными» показателями.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Для этого определяют относительные показатели q по формуле:

$$q = \frac{P_i}{P_{i\delta}}, \quad (1)$$

где P_i – единичный показатель рассматриваемого изделия; $P_{i\delta}$ – единичный «эталонный» показатель.

Однако применение дифференциального метода не уменьшает объем информации, которая анализируется лицом, принимающим решения (ЛПР), и поэтому он малоэффективен при оценке ТУ ИВС.

Комплексный метод оценки ТУ предусматривает применение обобщенных показателей. Если единичные показатели ТУ рассматриваемой продукции выражаются в баллах и им присвоены некоторые коэффициенты весомости K , то обобщенный показатель ТУ определяется по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n P_i K_i, \quad (2)$$

где P_i – единичный показатель рассматриваемого изделия; n – количество рассматриваемых единичных показателей.

Смешанный метод оценки ТУ применяется в тех случаях, когда комплексный показатель качества недостаточно полно учитывает все существенные свойства продукции. Тогда полученные комплексные показатели и выделенные единичные показатели рассматриваются с применением дифференциального метода оценки.

Экспертные методы, применяемые для оценки ТУ ИВС, основаны на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов.

В последние годы при оценке ТУ находят применение методы, основанные на использовании математического аппарата теории выбора и принятия решений. Разрабатываются комплексные математические средства решения практических задач оценки ТУ в диалоговом режиме на ЭВМ с применением методов многокритериального выбора на заданном множестве альтернатив.

Предлагаемая эвристическая модель обобщенных показателей ТУ строится на свертке единичных показателей, после исключения неконкурентоспособных решений, с помощью безусловного критерия предпочтения (принцип Парето). Для представления системы единичных показателей качества в виде свертки компонентов многоцелевого показателя используются эмпирические рассуждения, приводящие к функциональным зависимостям.

В соответствии с номенклатурой групп показателей, используемых для оценки ТУ ИВС [1], на основе изучения технической документации и опроса экспертов формируется система показателей ТУ ИВС для эвристической модели, наиболее полно отражающая систему как объект исследования.

На первом этапе единичные показатели ТУ нормируются. Для выравнивания масштабов измерения неоднородных показателей ТУ применяются методы нормирования и центрирования или процедура построения условных функций полезности значений показателей.

Используемая процедура построения условных функций полезности для выравнивания единичных показателей позволяет не только формально перейти к безразмерным значениям показателей, но и учесть предпочтения (ЛПР). Также могут быть определены значения полезности качественных показателей, имеющих нечисловые значения, что даст возможность использования таких показателей в процедуре оценивания ИВС.

Далее решается задача определения комплексных показателей по группам показателей ИВС. Для этого применяются методы многомерного шкалирования и модель с «точкой идеала» (рис. 1).

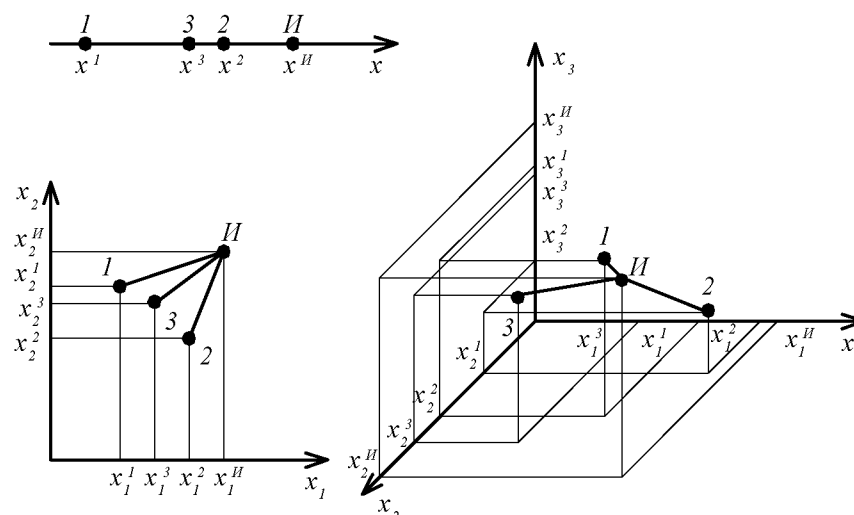


Рис. 1. Геометрическая интерпретация модели с «точкой идеала»

С целью количественного определения близости объектов к «идеальной точке» в координатном пространстве используется метрика.

Используются следующие виды метрик [2].

Метрика Гельдера:

$$u = 1 - \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i |x_i^* - x_i|^n \right)^{1/n}, \quad n \geq 1, \quad (3)$$

где x_i^* – значение показателей «идеального объекта»; x_i – значение показателей сравниваемых объектов; λ_i – коэффициент относительной важности (вес) i -го показателя; n – количество рассматриваемых единичных показателей.

Евклидова метрика:

$$u = 1 - \left(\sum_{i=1}^n \lambda_i |x_i^* - x_i|^2 \right)^{1/2}, \quad (4)$$

Использование данных метрик целесообразно для групп, включающих неодинаковые по важности показатели качества.

Метрика Хемминга:

$$u = 1 - \sum_{i=1}^n \lambda_i |x_i^* - x_i|, \quad (5)$$

Эта метрика используется в основном как мера различия объектов, показатели которых измерены в шкалах наименований и порядка.

Задача определения коэффициентов относительной важности единичных показателей λ_i решается с применением методов экспертного оценивания. Сравнительный анализ методов экспертного оценивания для определения λ_i показал, что наиболее предпочтительным является метод попарного сравнения. Однако его использование в том виде, в котором он используется в настоящее время, снижает достоверность определения коэффициентов относительной важности по ряду субъективных причин.

Разработан алгоритм автоматизированного опроса (рис. 2), который позволяет компенсировать противоречивость в высказываниях экспертов, а также позволяет устранить явления пространственного и временного эффектов, присущих традиционному методу опроса.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Опрос проводится с помощью системы коллективного пользования ЭВМ в несколько туров по методу «Дельфи».

Согласованность мнений экспертов оценивается с помощью коэффициента конкордации W , а для проверки значимости результатов опроса экспертов определяется значение критерия Пирсона χ^2 .

Определенные в результате опроса экспертов значения коэффициентов относительной важности единичных показателей ТУ используются для расчета значений метрик по формулам (3), (4), (5). Использование метрики позволяет перейти от набора единичных показателей ТУ к комплексным показателям ТУ (ТУ групп).

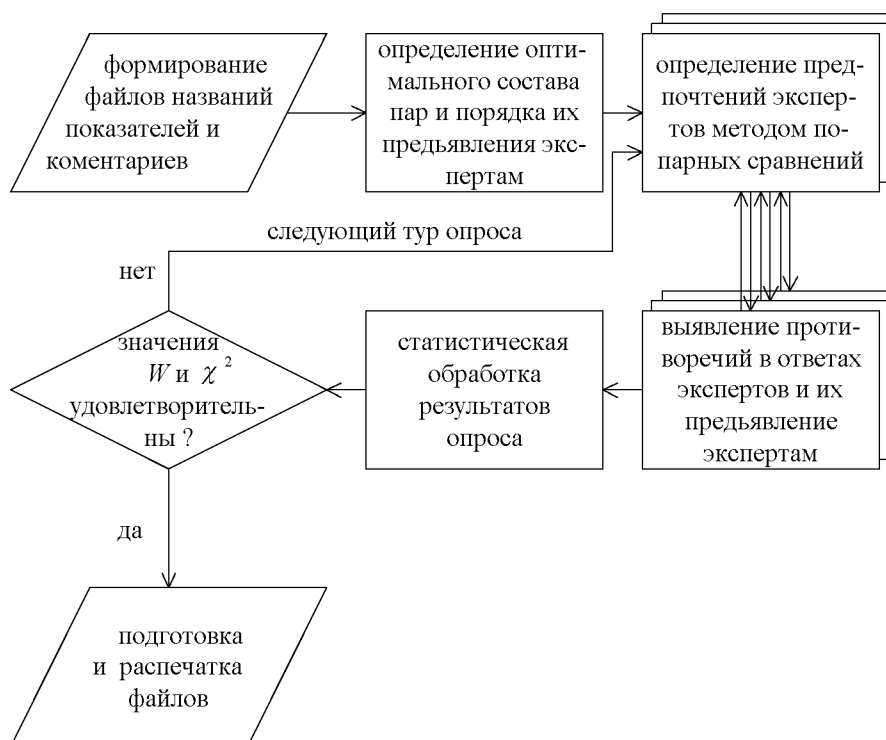


Рис. 2. Алгоритм автоматизированного опроса

В отличие от известных ранее работ, где использовалась аддитивная форма целевой функции, предложен синтез эвристического обобщенного показателя ИВС в линейно-квадратичной форме

$$K = \sum_{i=1}^m (\alpha_i \gamma_i u_i(x_i)) + \frac{1}{2} \alpha_{ii} u_i^2(x_i) + \sum_{i,j=1}^m \alpha_{ij} u_i(x_i) u_j(x_j), \quad (6)$$

где γ_i – коэффициенты относительной важности групп показателей; $\alpha_i, \alpha_{ii}, \alpha_{ij}$ – шкалирующие коэффициенты; u_i, u_j – метрические функции групп показателей.

Синтез эвристического обобщенного показателя ТУ в линейно-квадратичной форме дает возможность учесть то обстоятельство, что по мере улучшения единичных показателей ТУ затраты на это повышение возрастают в гораздо большей степени, чем при меньшей величине показателя. Учет указанного обстоятельства обеспечивает более высокую адекватность результатов оценки предпочтениям экспертов и ЛПР.

Задача определения коэффициентов решается методом попарного сравнения групп показателей. Для определения коэффициентов $\alpha_i, \alpha_{ii}, \alpha_{ij}$ используется прием, основанный на

получении дополнительной информации от ЛПР, которая приводит к следующей системе уравнений и неравенств:

$$\sum_{i=1}^m (\alpha_i + \frac{1}{2} \alpha_{ii}) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=i+1}^m \alpha_{ij} = 1, \quad (7)$$

$$\Delta K_s = 0, \quad m_s < \Delta K_s < M_s, \quad \alpha_i + (\delta^k, \alpha^i) > 0,$$

где ΔK_s – оценка качества ИВС; m_s, M_s – результат уточнения оценки в ходе опроса ЛПР; δ^k – m -мерные векторы с компонентами равными нулю и единице.

С целью решения системы (7) максимизируется величина $\sum_{s=p+1}^p \Delta K_s$, что приводит к максимальной «разрешающей» способности функции K .

Данная постановка приводит к задаче линейного программирования:

$$\sum_{s=p+1}^p \Delta K_s(\alpha_1, \dots, \alpha_m, \alpha_{11}, \dots, \alpha_{mm}) \rightarrow \max. \quad (8)$$

Для решения задачи линейного программирования используется симплекс-метод.

Далее с целью проверки устойчивости решения организуется итерационный процесс коррекции найденной функции, основанный на анализе ЛПР количественных оценок ТУ отдельных ИВС, а также разности их оценок.

Синтезированная таким образом целевая функция представляет собой обобщенный показатель ТУ ИВС и описывает количественно предпочтения ЛПР и экспертов, устанавливает ранжирование последствий, описываемых исходным набором единичных показателей.

Библиографический список

1. *ГОСТ 2.116-2001*. Карта технического уровня и качества продукции. – М. : Изд-во стандартов, 2007.
2. *Енюков И. С.* Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа. Пакет ППСА / И. С. Енюков. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 232 с.
3. *Управление качеством продукции* : справочник. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 269 с.