

УДК 004.822

Э.Г. Петров¹, В.М. Губа²¹ Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков² ГП «Харьковский НИИ технологии машиностроения», Харьков

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТА ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ-АНАЛОГОВ

Работа посвящена построению модели информационного описания технической системы как объекта оценивания. Разработана семантическая сеть описания основных свойств объекта оценивания, которая позволила структурировать исходную информацию, описать атрибуты узлов сети и виды связей. Проанализированы требования к структуре и содержанию документации, необходимой для оценивания объекта. Предложено рассчитывать коэффициенты документационной и информационной обеспеченности. Описан метод определения весовых коэффициентов элементов семантической сети для оценки важности характеристик оцениваемого объекта.

Ключевые слова: семантическая сеть, объект оценивания, полнота информации, информационная обеспеченность.

Введение

Необходимый уровень качества и перспективность новой техники закладываются на ранних стадиях её создания, когда прорабатываются, анализируются и оцениваются альтернативы и вырабатывается оптимальный вариант системы. Технические решения, принимаемые в процессе создания систем, сказываются на их эффективности, стоимости, сроках разработки и продолжительности эксплуатации.

Измерение качества решений осуществляется на основе формирования альтернативных вариантов и их сравнительного оценивания. Для этого необходимо сформировать систему показателей, характеризующих качество решений и чётко определяющих степень достижения целей и необходимые для этого затраты [1, 2]. Одной из задач, возникающих при этом, является адекватное описание объекта оценивания с учётом его структуры, различных аспектов описания, а также полноты и достоверности имеющейся информации.

Данная работа посвящена построению информационного описания объекта оценивания, а также оценке уровня документационной и информационной обеспеченности процессов оценивания технических систем.

Постановка задачи. Процедура оценивания в своей основе опирается на сравнение объекта оценивания с некоторым образцом-аналогом различной природы – материальным или виртуальным – и сформированным либо из набора различных компонент, либо извлечённым из опыта прошлых процедур оценивания в виде завершённого описания объектов, хранящихся в архиве аналогов. В каждом из этих случаев точность оценки объекта будет определяться степенью сходства (близости) объекта оце-

нивания и образца-аналога. В свою очередь, величина меры сходства во многом определяется полнотой и достоверностью описания объекта оценивания, зависящей от состава и содержания используемой документации и информации непосредственного обследования объекта оценивания.

Таким образом, процедура оценивания и принятия решения проводится на основе обработки массивов информации различного характера и различных форм представления (процедурная, нормативно-справочная, графическая, текстовая, числовая и др.) Всё это составляет основу единого информационного пространства, структурированного по классам объектов оценивания.

В рамках настоящего исследования структура информационного обеспечения в общем виде содержит следующие основные элементы:

- сведения нормативно-справочного характера;
- архив аналогов;
- система классификации и кодирования характеристик объектов оценивания по типам: описательные (текстовые) и формализованные (табличные, числовые, графические);
- фонд программных комплексов и прикладных программ;
- система оперативной обработки экспертных заключений в режиме реального времени.

Основными требованиями к информационному обеспечению являются полнота, гибкая организация структур данных и способов управления ими, быстрого и простого поиска нужных сведений.

Описание объекта оценивания должно выполняться с соблюдением некоторых основных требований, таких как:

- полнота – включить максимально доступные характеристики объекта, описание целей и задач;

- логичность – описание не должно быть противоречивым;
- правильность – отсутствие двусмысленностей и некорректностей;
- целостность – материалы должны отображать основную цель;
- наглядность – форма представления должна обеспечивать зрительное восприятие структурных связей.

Построение модели описания объекта оценивания с учётом изложенных выше требований является задачей данной работы.

Построение семантической сети описания объекта оценивания

Одной из возможных форм представления информации с соблюдением перечисленных требований может быть использование семантических сетей [3 – 5]. На рис. 1 представлен пример семантической сети для описания объекта класса «технические системы, машины и механизмы».

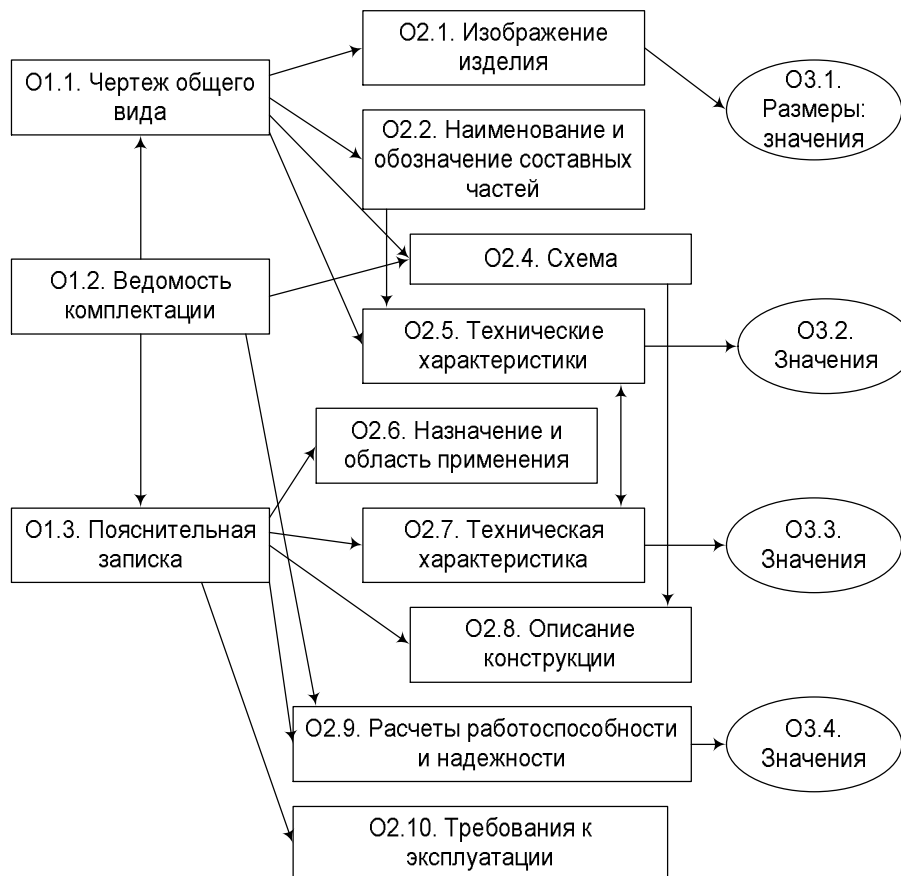


Рис. 1. Структурные элементы семантической модели

Полнота информации – это степень обеспеченности этапа оценивания достоверной исходной информацией [6]. Достоверность информации – степень соответствия совокупности сведений об объекте требованиям, необходимым для оценки объекта и выработки управленческих решений.

Здесь выделены описания объектов следующих видов:

- центральное понятие (системные описания)
ObjectType="Centr"[O1.1, O1.2, O1.3];
- контекст (изображение изделия, схема, назначение и область применения)
ObjectType="Context"[O2.1, O2.4, O2.6];
- группа понятий (наименования и обозначения составных частей, размеры, технические характеристики, описание конструкции, расчёты надёжности)
ObjectType="Group"[O2.2, O2.3, O2.5, O2.7 – O2.10, O3.1 – O3.3].

Оценка полноты и достоверности описания объекта оценивания

Оценка уровня документационной и информационной обеспеченности процессов оценивания во многом определяется полнотой и достоверностью описания объекта оценивания и обеспечивает юридические и нормативные гарантии правовой обеспеченности процесса оценивания.

Для того, чтобы проанализировать соответствие состава представленной документации нормативным и специальным требованиям, определяются следующие количественные характеристики:

N – количество фактографических источников, удовлетворяющих нормативным требованиям;

M – количество документов, необходимых с точки зрения исполнителя оценки;

L – количество имеющихся в наличии фактографических источников по нормативным требованиям;

Q – количество имеющихся в наличии документов по требованиям исполнителя;

T – количество дополнительных (специальных) документов и других информационных источников.

Введём двоичные переменные:

$$Dn_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й фактографический источник} \\ & \text{присутствует;} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$D_j = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й документ присутствует;} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$De_k = \begin{cases} 1, & \text{если } k\text{-й дополнительный источник} \\ & \text{присутствует;} \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где Dn_i, D_j, De_k – показатели наличия документов в комплекте представленных материалов для оценки объекта.

Удовлетворение требований к полноте информации объекта отражает коэффициент документальной обеспеченности C_{doc} , вида:

$$C_{doc} = \frac{\sum_{i=1}^L Dn_i + \sum_{j=1}^Q D_j + \sum_{k=1}^T De_k}{\sum_{i=1}^N Dn_i + \sum_{j=1}^M D_j}. \quad (1)$$

При этом

$$C_{doc}^{HOPM} = \frac{\sum_{i=1}^L Dn_i}{\sum_{i=1}^N Dn_i + \sum_{j=1}^M D_j}, \quad (2)$$

C_{doc}^{HOPM} – коэффициент, который характеризует выполнение нормативных требований к источникам исходной информации.

Если нормативные требования к информации не выполняются, т.е. $0 < C_{doc} < C_{doc}^{HOPM}$, то информационное обеспечение недостаточное. Если $C_{doc}^{HOPM} \leq C_{doc} \leq 1$, можно сделать вывод, что имеется достаточное (необходимое) количество информационных источников, если $C_{doc} > 1$ – информационное обеспечение полное.

В случае, когда ни одна из позиций какой-либо характеристики не отражена в содержании источника информации, $Cis_n = 0$.

Чтобы привести коэффициент информационной обеспеченности к безразмерному виду и огра-

ничить диапазон его изменения интервалом $[0,1]$, полученную сумму делят на сумму максимально

возможных значений величин $\sum_{i=1}^n \varphi(i) \cdot S_i^{\max}$:

$$Cis_n = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi(i) \cdot S_i}{S_i^{\max} \sum_{i=1}^n \varphi(i)}, \quad (3)$$

где n – число определённых в элементах сети технических характеристик изделия, S_i – ранг i -й характеристики (определяет её важность); $\varphi(i)$ – значение нормирующей функции, $S_i^{\max} = \max_i S_i$.

Оценка важности характеристик объекта оценивания

Наряду с оценкой полноты и достоверности имеющейся информации необходимо произвести ранжирование этой информации по степени значимости в общей оценке объекта и на этой основе строить иерархию критериев оценки объекта.

Необходимость процедуры ранжирования определяется тем, что формирование образца-аналога начинается последовательно с уровня системных характеристик и далее до уровней функционального и элементного. На каждом уровне отбора компонент аналога соблюдается последовательность сравнения характеристик по степени важности. Этот порядок сравнения характеристик сохраняется при оценке степени сходства образца оценивания и образца-аналога, отобранного в архиве аналогов. Для ранжирования по степени важности предлагается метод определения весовых коэффициентов элементов семантической сети, который состоит из следующих этапов.

1. Для системных элементов назначаются исходные весовые коэффициенты по убыванию важности в заданной последовательности: центральное понятие, класс-понятие, объект-понятие, второстепенное понятие, свойства понятий и т.д. Исходные коэффициенты корректируются с использованием мнений экспертов о наиболее существенных элементах для оценивания образца.

2. Наименее важные элементы в дальнейшем не рассматриваются (с целью минимизации модели и последующего выделения аналогов, существенных именно для данного класса объектов).

3. Для элементов «значения атрибута» (качественное, числовое, интервальное значения оценочных характеристик) определяется степень информативности значений. Наиболее «информативными» будут признаки, значения которых близки к возможным граничным значениям (являются «революционными»).

Для дифференцирования элементов семантической сети по уровню важности с целью выделения элементов, наиболее существенных для поиска аналогов, предлагается процедура определения весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты в зависимости от того, кто производит их назначение, имеют различную природу. Субъект оценки определяет субъективную природу коэффициентов весомости: их структура отражает структуру предпочтений, интересов, целей субъекта. Объект оценки определяет объективную природу весов: их структура отражает структуру вкладов качества частей, свойств и групп свойств в качество целого в смысле мер влияния частных показателей на интегральный показатель [7].

Операционные веса через понятия вклада, влияния выполняют функции соизмерения мер качества разнородных элементов, в том числе отношения компенсации и замещения свойств и формирования на этой основе образцов-аналогов воссоздания и образцов-аналогов замещения «идентичных» и «похожих» соответственно.

Существует несколько концепций определения операционных весов.

Из присущих образцу параметров необходимо выделить часть наиболее значимых для определения облика оцениваемого образца. Проблема определения весов возникает, в частности, при вычислении меры сходства аналогичных объектов. Для формальной классификации параметров по степени важности отсутствует достаточно полная и достоверная информация об их влиянии на характеристики оцениваемого изделия.

С целью обеспечения достоверности и объективности принимаемых решений субъективные оценки важности различных элементов можно заменить групповыми оценками, которые получены в результате обработки экспертных оценок.

Предложена экспертная процедура анализа влияния отдельных факторов на характеристики оцениваемого объекта [8]. Экспертиза проводится с целью выделения наиболее важных технических и потребительских параметров, их ранжирования и дальнейшего использования в процедурах оценки.

Входные данные – x_1, x_2, \dots, x_n – множество определяемых переменных, определяемых в процессе оценивания (характеристики образца); U_1, U_2, \dots, U_m – множество определяющих переменных (присущих объекту характеристик); таблицы зависимостей, которые сформированы экспертными методами, k_1, k_2, \dots, k_p – нормированные коэффициенты компетентности экспертов [9].

Этапы экспертной процедуры.

1. Получение обобщенной таблицы зависимостей, элементы которой являются суммой коэффи-

циентов компетентности экспертов, которые высказались за существование зависимости:

$$z_{ij} = \begin{cases} \sum_{l=1}^p k_l; & 1, 2, \dots, p - \text{множество экспертов, поставивших «1» в таблице для элемента } x_i, y_j, \\ 0 & \text{если все эксперты поставили «0»} \end{cases}$$

2. Анализ согласованности мнений экспертов. Проводится как по строкам, так и по столбцам. Вычисляются коэффициенты конкордации W [10]. По строке x_i согласованность Wx_i определяется на основе мнений экспертов о зависимости x_i от y_j ($j=1, m$) [11, 12].

3. Оценка несогласия. Несогласие при получении обобщенной оценки свидетельствует о её неточности, поэтому вводится понятие ошибки для каждого z_{ij} :

$$\Delta_{ij} = \frac{(1 - W_i) + (1 - W_j)}{2} (\max z_{ij} - \min z_{ij}). \quad (4)$$

4. Получение таблицы скорректированных значений z'_{ij} с учётом Δ_{ij} :

$$0 \leq (z'_{ij} = z_{ij} + \Delta_{ij}) \leq 1. \quad (5)$$

Значения представлены в виде двух граничных значений $z_{ij\max}$ и $z_{ij\min}$.

5. Нормирование значений z'_{ij} по строкам. Это позволяет оценить вклад каждого фактора y_i в определение конкретного x_i . Получим матрицу весовых коэффициентов с элементами

$$v_{ij} = \frac{z'_{ij}}{\sum_j z'_{ij}}. \quad (6)$$

Последняя суммарная строка таблицы представляет собой весовые коэффициенты $v_j = \sum_i v_{ij}$, которые характеризуют значимость факторов y_j в определении зависимых параметров x_i .

6. Исключение зависимых переменных с учётом результатов ранжирования. Переменные подлежат исключению по мере увеличения v_j . Критерий возможности исключения: фактор y_j подлежит исключению как не определяющий, если при этом достоверность оценок по всем x_i после исключения не снижается. Для каждого исключаемого y_j пересчитываются значения W_i ; при этом проверяется условие снижения достоверности:

$$\sum_i W_i \leq \sum_i W_i^{(y_j)}, \quad (7)$$

где $\sum_i W_i^{(y_j)}$ – достоверность оценок по всем x_i при исключённом y_j .

Предложенный подход использован для выбора и обоснования основных факторов в процедуре отбора компонент аналогов и образцов-аналогов.

Заключение

Данная работа посвящена построению модели информационного описания технической системы как объекта оценивания.

Показано, что для структуризации информации об оцениваемом изделии наиболее обосновано применение модели, структурированной в виде семантической сети. Разработана семантическая сеть описания основных свойств объекта оценивания, которая позволила структурировать исходную информацию, описать атрибуты узлов сети и виды связей.

Проанализированы требования к структуре и содержанию документации, необходимой для оценивания объекта. Предложено рассчитывать коэффициенты документационной и информационной обеспеченности, которые позволят оценить соответствие документации нормативным и законодательным требованиям и оценить полноту и достоверность информации об объекте оценивания.

Разработан метод определения весовых коэффициентов элементов семантической сети для оценки важности характеристик оцениваемого объекта. Предложена экспертная процедура определения весовых коэффициентов для определения наиболее важных параметров объекта оценивания для дальнейшего использования в процедуре оценки.

Полученные результаты могут быть применены в процессе анализа и принятия решений при создании технических систем.

Список литературы

1. Автономов В.Н. Создание современной техники: Основы теории и практики / В.Н. Автономов. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
2. Александров Л.В. Системный анализ при создании и освоении объектов техники / Л.В. Александров, Н.П. Шепелев. – М.: НПО «Поиск», 1992. – 88 с.
3. Представление и использование знаний: Пер. с япон. / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 130 с.
4. Кузнецов И.П. Расширенные семантические сети для представления и обработки знаний // Системы и средства информатики: Ежегод. Вып. 4. – М.: РАН. Ин-т проблем информатики, 1993. – С. 70-83.
5. Носова Н.Ю. Семантическая модель содержания инновационного технического проекта / Н.Ю. Носова // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2011. – Вып. 4(94). – С. 258-262.
6. Рабочая книга по прогнозированию / Под ред. И.В. Бестужева-Лады. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
7. Андрианов Ю.М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении / Ю.М. Андрианов, А.И. Субетто. – Л.: Машиностроение, 1990. – 216 с.
8. Малеева О.В. Экспертна процедура вибору і обґрунтування основних факторів при проектуванні аерокосмічних комплексів / О.В. Малеева, О.Б. Леонтьев, В.М. Ллюшко // Зб. наук. праць ХІ ВПС. – Х., 1997. – Вып. 1. – С. 43-48.
9. Ларичев О.И. Многокритериальные задачи с конструируемыми вариантами решений при ограниченных ресурсах / О.И. Ларичев, А.Д. Никифоров // Проблемы и методы принятия уникальных и повторяющихся решений. – М.: ВНИИСИ, 1990. – С. 45-49.
10. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
11. Кенделл М. Ранговые корреляции / М. Кенделл. – М.: Наука, 1975. – 181 с.
12. Данилов А.И. Механизмы группового выбора / А.И. Данилов, А.И. Сотсков. – М.: Наука, 1991. – 219 с.

Поступила в редколлегию 18.01.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Э.В. Лысенко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОПИСУ ОБ'ЄКТА ОЦІНЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗРАЗКІВ-АНАЛОГІВ

Е.Г. Петров, В.М. Губа

Робота присвячена побудові моделі інформаційного опису технічної системи як об'єкта оцінювання. Розроблено семантичну мережу опису основних властивостей об'єкта оцінювання, що дозволила структурувати вихідну інформацію, описати атрибути вузлів мережі й види зв'язків. Проаналізовано вимоги до структури й змісту документації, необхідної для оцінювання об'єкта. Запропоновано розраховувати коефіцієнти документальної і інформаційної забезпеченості. Описано метод визначення вагових коефіцієнтів елементів семантичної мережі для оцінки важливості характеристик оцінюваного об'єкта.

Ключові слова: семантична мережа, об'єкт оцінювання, повнота інформації, інформаційна забезпеченість.

EVALUATION OBJECT INFORMATIONAL DESCRIPTION MODEL FOR QUALITY EVALUATION OF SAMPLE-ANALOGS

E.G. Petrov, V.M. Guba

This article is dedicated to forming of informational description model of technical system as evaluation object. Semantic network for evaluation object basic properties description is developed. It allows to structure input information, describe network nodes attributes and relations types. Requirements for structure and content of documents, which is necessary for object evaluation are analyzed. Dedicated to compute documental and informational supply coefficients. Semantic network elements weight coefficients determination method is described for evaluation object characters importance estimating.

Keywords: semantic network, evaluation object, plenitude of information, informative material well-being.