

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ АППАРАТА НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Терехов В.Г.¹, Белая Т.И.¹, Васильев А.С.¹, Швецов А.С.¹

¹*Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург, e-mail: studentszip@yandex.ru*

Проведен анализ проблемы оценки эффективности применения автоматизированных систем (АС) общего и специального назначения, функционирующих в условиях динамически меняющихся требований к АС и параметров окружающей техносферы. В качестве объекта рассмотрения выбрана автоматизированная система, выполняющая задачи по предназначению. Рассмотрена информационная модель для оценки эффективности функционирования АС. Для решения проблемы в информационной модели выделены три уровня иерархии, на каждом из которых для оценки эффективности используется аппарат нечетких множеств. Определены входные и выходные данные для классификаторов каждого уровня, определены нечеткие оценки степеней принадлежности эффективности функционирования АС к установленным классам.

Ключевые слова: оценка эффективности, автоматизированная система, информационная модель, аппарат нечетких множеств, многомерный размытый классификатор, иерархия

INFORMATION MODEL FOR THE ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF USE OF THE AUTOMATED SYSTEMS OF THE SPECIAL PURPOSE ON THE BASIS OF THE DEVICE OF INDISTINCT SETS

Terehov V.G.¹, Belaya T.I.¹, Vasilev A.S.¹, Shvecov A.S.¹

¹*Military space academy of A.F.Mozhaysky, Sankt-Peterburg, e-mail: studentszip@yandex.ru*

The analysis of a problem of an assessment of efficiency of use of the automated systems (AS) of the general and special purpose functioning in the conditions of dynamically changing requirements to the EXPERT and parameters of a surrounding technosphere is carried out. As object of consideration the automated system which is carrying out tasks of mission is chosen. Information model for an assessment of efficiency of functioning the EXPERT is considered. For a solution in information model three levels of hierarchy are allocated, on each of which for an assessment of efficiency the device of indistinct sets is used. The entrance and output data for qualifiers of each level is defined, indistinct estimates of degrees of accessory of efficiency of functioning the EXPERT to the established classes are defined.

Keywords: an efficiency assessment, the automated system, information model, the device of indistinct sets, the multidimensional indistinct qualifier, hierarchy

В статье рассматривается проблема оценки эффективности применения автоматизированных систем общего и специального назначения. Для решения этой проблемы предлагается использовать представление процесса оценки эффективности применения АС в виде иерархической информационной модели. Такой подход к оценке эффективности применения АС позволяет решить ряд задач:

- оценивание эффективности применения АС как общего, так и специального назначения;
- оценивание эффективности применения АС с различной степенью локализации технических и людских ресурсов;
- оценивание эффективности применения АС с различной производительностью и уровнем подготовки обслуживающего и эксплуатирующего АС персонала;

- оценивание эффективности применения АС с учетом модернизации аппаратного и программного обеспечения [1].

Работа описанной в статье информационной модели основана на использовании в ней аппарата нечетких множеств и многомерных размытых классификаторов.

Актуальность проблемы

В настоящее время одним из факторов, определяющим сложность оценки эффективности применения автоматизированных систем (АС) специального назначения, является функционирование данных систем в условиях динамически меняющихся требований, предъявляемых к таким системам и постоянно изменяющихся параметров окружающей техносферы.

Появление новых видов программно-аппаратных воздействий (ПАВ), компьютерных атак (КА) и других деструктивных факторов и угроз, оказывающих негативное действие на стабильное функционирование АС, а также все более усложняющееся техническое обеспечение с одной стороны и снижающаяся квалификация обслуживающего персонала с другой, усложняют задачу оценки эффективности применения АС.

В этой ситуации разумным видится разработка способа оценки эффективности применения АС, учитывающая по возможности все вышеперечисленные факторы, оказывающие воздействие на функционирование АС [3].

Информационная модель оценки эффективности применения АС

В статье рассматривается один из вариантов оценки эффективности применения АС, основанный на представлении данного процесса в виде информационной модели (рис. 1). В качестве математического аппарата используется аппарат нечетких множеств. В качестве базового элемента систем измерения используется многомерный размытый классификатор (CL [i,j]), предназначенный для оценивания уровня эффективного применения различных сложноструктурированных автоматизированных комплексов и систем [5].

Информационная модель для оценивания эффективности применения АС должна иметь как минимум три уровня иерархии и содержать M многомерных размытых классификаторов, где M – число типологических структур [2,4].

Классификаторы первого уровня предназначены для решения задач распознавания образов ситуаций, характеризующих профессиональный уровень подготовки сотрудников эксплуатирующих и обслуживающих АС – W_{pi} ($i = 1, N_1$, где N_1 – количество структурных подразделений, входящих в организацию и решающие функциональные задачи с помощью АС).

Входными данными для классификаторов первого уровня являются оценки деятельности персонала различных филиалов, отделов, отделений предприятия

(организации), эксплуатирующих и обслуживающих АС – $Wo_{ci,r}$ ($i = 1, N1; r = 1, N2$, где $N2$ – количество людей, эксплуатирующих АС, в каждом подразделении).

В формализованном виде образ состояния уровня профессиональной подготовки сотрудников может быть описан следующим выражением:

$$Wpi = \{ \langle Wo_{ci,r} \rangle : i = 1, N1; r = 1, N2 \},$$

где $Wo_{ci,r}$ – оценки уровня профессиональной подготовки каждого сотрудника.

Поскольку оценки деятельности персонала формируются на основе опосредованно предоставляемой информации: в виде данных о результатах функциональных контролей аппаратуры и оборудования, оценок действий сотрудников в различных ситуациях, результатов проверок теоретической и практической подготовленности для решения конкретных задач и т.п., то очевидно, что элементы образа уровня их подготовки будут иметь нечеткий (размытый) характер [3,5].

Деятельность подразделений по решению частных задач оценивается в соответствии с требованиями действующих руководящих документов, регламентирующих деятельность организации.

В результате классификации данных групп показателей определяются нечеткие оценки степеней принадлежности уровня профессиональной подготовки персонала каждого структурного подразделения предприятия (организации) – $\mu_k (Wpi)$, $k=1,3$ к каждому из классов:

- класс 1 – «уровень подготовки высокий»;
- класс 2 – «уровень подготовки хороший»;
- класс 3 – «уровень подготовки удовлетворительный».

Классификаторы второго уровня предназначены для оценивания уровня подготовки персонала АС, оценки технического состояния аппаратуры и оборудования АС. Также на этом уровне оценивается степень отрицательного влияния техносферы.

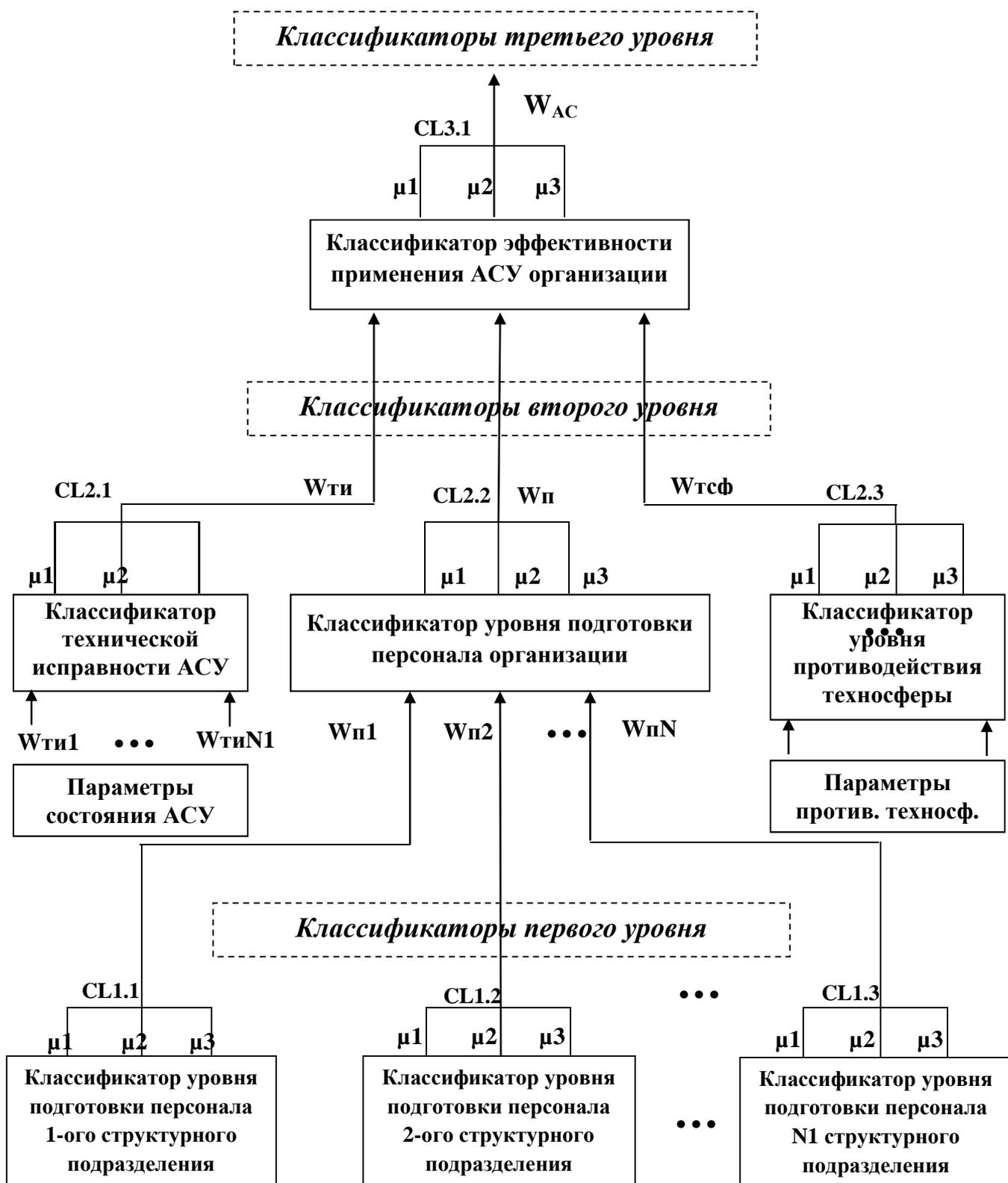


Рис. 1. Информационная модель оценки эффективности применения автоматизированной системы

Первый из классификаторов второго уровня предназначен для оценивания технической исправности АС – $W_{ти}$. Входными данными для этого классификатора являются оценки технической исправности отдельных компонент АС – $W_{тиi}$ ($i = 1, N1$, где $N1$ – количество

структурных подразделений, входящих в организацию и решающие функциональные задачи с помощью АС.

В формализованном виде образ состояния уровня профессиональной подготовки сотрудников может быть описан следующим выражением:

$$W_{ти} = \{ \langle W_{тиi} \rangle : i = 1, N1 \},$$

где $W_{тиi}$ – оценки технической исправности отдельных компонент АС

В результате классификации данных групп показателей определяются нечеткие оценки степеней принадлежности уровня готовности АС к практическому использованию $\mu_k (W_{ти})$ к каждому из классов:

- класс 1 – «уровень готовности высокий»;
- класс 2 – «уровень готовности хороший»;
- класс 3 – «уровень готовности удовлетворительный».

Для оценивания уровня профессиональной подготовки персонала предприятия, эксплуатирующего и обслуживающего АС организации на вход соответствующего классификатора подаются вектора нечетких оценок степеней принадлежности, характеризующие уровни профессиональной подготовки персонала каждого структурного подразделения предприятия (организации) – $\mu (W_{пи})$ ($i = 1, N1$), то есть образ профессионализма персонала организации определяется следующими признаками:

$$W_{п} = \{ \langle \mu_i (W_{пи}) \rangle : i = 1, N1 \}.$$

В результате классификации указанных признаков определяются нечеткие оценки степеней принадлежности уровня профессиональной подготовки персонала предприятия (организации) – $\mu_k (W_{п})$, $k=1,3$ к каждому из классов:

- класс 1 – «уровень подготовки высокий»;
- класс 2 – «уровень подготовки хороший»;
- класс 3 – «уровень подготовки удовлетворительный».

Следующий классификатор второго уровня обеспечивает оценивание отрицательного влияния окружающей техносферы – $W_{тсф}$. Входной информацией для данного классификатора являются признаки, характеризующие количественные и качественные деструктивные факторы, оказывающие негативное влияние на функционирование автоматизированной системы. В случае, если учитываются программно-аппаратные воздействия, компьютерные атаки и компьютерные вирусы, образ уровня отрицательного воздействия техносферы на эффективность применения АС определяется следующим выражением:

$$W_{тсф} = \{ \langle P_{павq}, P_{каq}, P_{квq} \rangle : q = 1, N3 \},$$

где: $P_{павq}$ – вектор признаков, характеризующих ПАВ q-ого типа;

Пка_q – вектор признаков, характеризующих КА q-ого типа;

Пкв_q – вектор признаков, характеризующих компьютерный вирус q-ого типа.

Результатом обработки данных о состоянии техносферы в конкретной предметной области является вектор нечетких оценок степеней принадлежности μ ($W_{тсф}$) уровня ее отрицательного воздействия на общую эффективность применения АС предприятия в анализируемых условиях обстановки к каждому из следующих классов:

- класс 1 – «воздействие отсутствует»;
- класс 2 – «допустимое воздействие»;
- класс 3 – «недопустимое (критическое) воздействие»:

$$\mu(W_{тсф}) = \{ \langle \mu_k(W_{тсф}) \rangle : k = 1, 2, 3 \}.$$

Классификатор верхней (третьей) ступени иерархии осуществляет окончательное решение задачи определения степени принадлежности уровня эффективности применения АС предприятия (организации) к классам:

- класс 1 – «уровень эффективности высокий»;
- класс 2 – «уровень эффективности удовлетворительный»;
- класс 3 – «уровень эффективности неудовлетворительный».

С этой целью на вход данного классификатора подаются все значения степеней принадлежности к заданным классам, сформированные на выходах классификатора второго уровня, т.е. образ состояния уровня эффективности применения АС в целом определяется выражением:

$$W_{АС} = \{ \langle \mu_k(W_{п}), \mu_k(W_{ти}), \mu_k(W_{тсф}) \rangle : k = 1, 2, 3 \},$$

а выходной вектор нечетких оценок степеней принадлежности уровня эффективности к соответствующему классу имеет вид:

$$\mu(W_{АС}) = \{ \langle \mu_k(W_{АС}) \rangle : k = 1, 2, 3 \}.$$

Заключение

Таким образом, рассмотренный в статье вариант оценки эффективности применения автоматизированных систем общего и специального назначения, реализованный на основе математического аппарата нечетких множеств и многомерных размытых классификаторов, при условии рассмотрения этого процесса в виде иерархической информационной модели, позволяет учитывать динамически меняющиеся параметры окружающей техносферы, техническое состояние самой системы и уровень подготовки сотрудников.

Использование данного варианта позволяет своевременно принять меры организационного или технического характера для поддержания эффективности применения автоматизированной системы на требуемом уровне.

В статье рассмотрена трехуровневая модель процесса оценки эффективности применения АС, однако, в случае более глубокого агрегирования оцениваемых параметров, возможно представление процесса оценки в виде информационной модели с другой иерархией.

Список литературы

1. Актерский Ю.Е., Багрецов С.А., Терехов В.Г. Системный подход к исследованию эффективности применения автоматизированных систем специального назначения: сб. ст. н. – т. конф. СПб, ВИКУ, 2000. – 12 с.
2. Багрецов С.А. Алгоритм размытой классификации объектов с учетом нечеткой оценки исходных параметров: сб. ст. н. конф. – Минск, МВИЗРУ, 1987. – 16 с.
3. Багрецов С.А. Моделирование процессов принятия решений в исследованиях сложных человеко-машинных системах: СПб: Петродворец, 1989.- 53 с.
4. Багрецов С.А. Применение методов размытой классификации в диагностике сложных систем // Приборостроение. – 1995, №9,10. – с.74-76.
5. Терехов В.Г. Методика подготовки инженерных кадров на основе использования специализированных тренажно-обучающих комплексов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. воен. наук. – СПб., 2003. – 23 с.

Рецензенты:

Колбанев М.О., д.т.н., профессор кафедры прикладных информационных технологий СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург.

Татарникова Т.М., д.т.н., профессор кафедры комплексной защиты информации Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург.