

С. И. КОНДРАШОВ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой НТУ «ХПИ»,
Т. В. ДРОЗДОВА, аспирант НТУ «ХПИ».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ОПОРНЫХ СИТУАЦИЙ ДЛЯ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ «СИТУАЦИЯ – ДЕЙСТВИЕ»

В статті розглядаються експертні системи оцінювання якості освітніх послуг як системи з нечіткою логікою моделі «ситуація – дія». Наведена структурна схема таких систем та викладена їх головна ідея. Визначено оптимальну кількість опорних ситуацій при використанні трьох термів та при впливі на якість освіти одного групового показника.

В статье рассматриваются экспертные системы оценивания качества образовательных услуг как системы с нечеткой логикой модели «ситуация – действие». Приведена структурная схема таких систем и изложена их главная идея. Определено оптимальное количество опорных ситуаций при использовании трех термов и при влиянии на качество образования одного группового показателя.

Systems of expert evaluation of quality of educational services as systems with fuzzy logic of model «situation – act» are presented. The block scheme of this system is adduced and the basic idea is executed. The optimal number of situations standard at the use of three terms and influence on quality of education the one group indicator are determined.

Постановка проблемы. На сегодняшний день особую актуальность приобретают системы, которые предназначены для поддержки процессов принятия решений, например, экспертные системы. Такие системы оценивают состояние исследуемого объекта в целом и дают свои рекомендации, в то время как остаточный вывод остаётся за экспертом.

Основной недостаток экспертных систем заключается в сопоставлении описаний состояния объекта принятия решений (объекта управления) с условиями истинности продукций, а также в определении последовательности просмотра и анализа продукций при выводе решений. В результате этого предлагается рассматривать исследуемую систему как систему с нечёткой логикой (СНЛ) модели управления «ситуация–действие» (С–Д) [1].

В системах (С–Д) продукции описываются в явном виде и представляют собой нечёткую базу знаний. Условия истинности продукции задаются эталонными нечёткими ситуациями. Кроме ситуаций, продукции содержат управляющие решения. Вывод решения заключается в сопоставлении описания текущего состояния объекта управления со всеми эталонными ситуациями, определении продукции с эталонной ситуацией, наиболее соответствующей входной нечёткой ситуации, и выдаче соответствующего управляющего решения.

В таком случае возникает вопрос об оптимальном количестве эталонных ситуаций, которое бы позволило наиболее эффективно реализовать систему (С–Д), не используя при этом большие объёмы оперативной памяти блока принятия решений управления СНЛ, где хранится массив эталонных ситуаций.

Анализ литературы. Способ оценки качества с помощью модели (С–Д) практически не рассматривается в научных и периодических изданиях в области систем с нечеткой логикой. Некоторый опыт исследований в данной

области отражен в трудах таких ученых, как Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С. Я. [1], российских ученых Титова А.В. и Титова В.И. [2]. Существуют работы, показывающие возможность применения данного метода и направленные на оценку его эффективности [3,4].

Цель статьи. Определение оптимального числа опорных ситуаций для модели управления (С–Д) при исследовании качества предоставления образовательных услуг в высшем учебном заведении, которое позволяет сократить вычислительные затраты при идентификации входной ситуации.

Использование модели управления «ситуация–действие» для оценки качества образовательных услуг (ОУ) вуза. При разработке систем управления качеством образовательных систем целесообразно использовать ситуационный подход к принятию управленческих решений, одним из вариантов реализации которого является система, действующая по схеме «ситуация–действие» [2]. Такую систему можно представить в виде блок-схемы, представленной на рисунке 1.

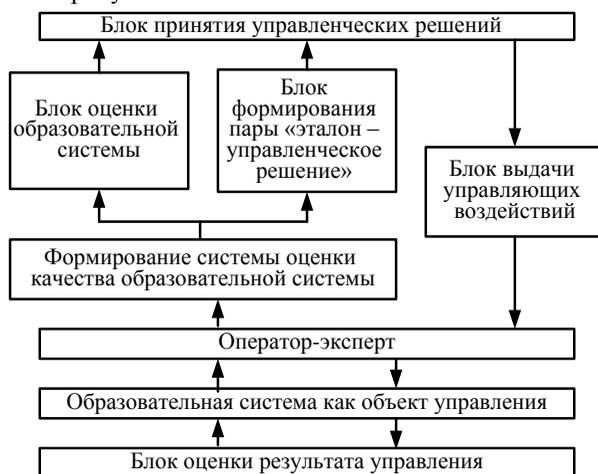


Рис. 1. Архитектура ССНЛ при управлении качеством образовательных систем

Центральной задачей в моделях типа «ситуация–действие» является задача сопоставления состоянию качества оцениваемой образовательной системы «ближайшего» эталонного состояния, которое определяет управляющее воздействие. Для решения этой задачи могут использоваться меры близости, которыми оценивается степень сходства нечетких множеств.

На первоначальном этапе разработки исследуемой системы определяет-ся необходимое для описания ситуации количество термов и количество опорных ситуаций для одного признака, характеризующего исследуемую ССНЛ. Далее рассматривается случай определения опорных ситуаций для нескольких характеризующих объект признаков, после чего составляются

правила “если..., то”, которые определяют функцию принадлежности в зависимости от этих признаков.

Задача определения числа опорных ситуаций при оценке качества вуза. Согласно процессной модели системы управления качеством вуза было выбрано три наиболее важных критерия качества ОУ: «Процесс поступления», «Процесс обучения», «Процесс получения результатов образования», которые являются групповыми показателями указанной системы управления.

Термами лингвистической переменной «Качество ОУ» могут быть: E_1 – низкое качество; E_2 – среднее качество; E_3 – высокое качество. Каждый терм может быть описан треугольной функцией принадлежности.

Состояние любого контролируемого объекта оценивается с помощью набора значений признаков, определенных в некоторый момент времени. Пусть $Z = \{z^j\}$, $j=1..p$ – множество признаков, значениями которых описывается состояние объекта управления [4].

Допустим, что качество предоставления образовательных услуг обуславливается только теми показателями, которые в совокупности определяют качество получения результатов образования. Используя математический аппарат теории нечетких множеств исследуемый признак удобно представить в виде текущей нечеткой ситуации S_0 . Тогда качество вуза характеризуется выражением $S_0 = \langle \langle 1/T_1 \rangle, \langle 0/T_2 \rangle, \langle 1/T_3 \rangle \rangle / z^1$, Качество получения результатов образования.

Пусть существует некоторая произвольно заданная входная ситуация S_0 и две опорные ситуации S_1 и S_2 , которые можно представить таким образом:

$$S_0 = \langle \langle \mu_{\mu(z^1)}(T_1^1)/T_1^1 \rangle, \langle \mu_{\mu(z^1)}(T_2^1)/T_2^1 \rangle, \langle \mu_{\mu(z^1)}(T_3^1)/T_3^1 \rangle \rangle / z^1,$$

$$S_1 = \langle \langle 1/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 0/T_3^1 \rangle \rangle / z^1,$$

$$S_2 = \langle \langle 0/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 1/T_3^1 \rangle \rangle / z^1,$$

где z^1 – качество получения результатов образования.

Алгоритм определения подобности ситуаций S_0, S_1, S_2 может быть представлен в виде:

$$v(S_0, S_1) = \bigwedge_{z \in Z} v(\mu_{S_0}(z^1), \mu_{S_1}(z^1)) = \bigwedge_{z \in Z} (\mu_{S_0}(z^1) \rightarrow \mu_{S_1}(z^1)) =$$

$$\bigwedge_{z \in Z} \{ \bigwedge_{j \in J} (\max(1 - \mu_{S_0}(T_j^1), \mu_{S_1}(T_j^1)), (\max(1 - \mu_{S_0}(T_2^1), \mu_{S_1}(T_2^1)),$$

$$(\max(1 - \mu_{S_0}(T_3^1), \mu_{S_1}(T_3^1))) \} = \bigwedge_{j \in J} (\bigwedge \mu_{S_0}(T_j^1) \vee \mu_{S_1}(T_j^1)).$$

$$v(S_0, S_2) = \bigwedge_{j \in J} (\bigwedge \mu_{S_0}(T_j^1) \vee \mu_{S_2}(T_j^1)).$$

Полученные значения $\nu(S_0, S_1)$ и $\nu(S_0, S_2)$ указывают на степень достоверности определения нечеткого значения признака z^1 . Максимум значений $\nu(S_0, S_1)$ и $\nu(S_0, S_2)$ указывает на опорную ситуацию, наиболее близкую к текущей. Максимальные степени включения изображены на рис. 2.

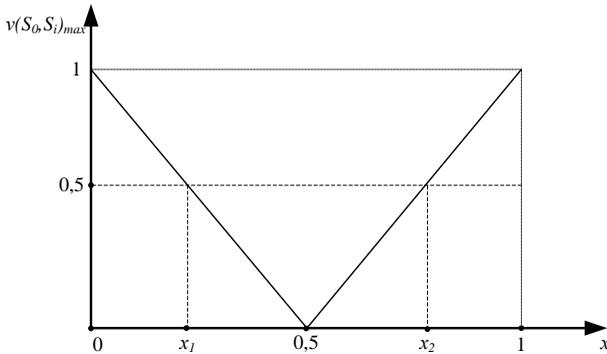


Рис. 2. График значений функции включения

Для задач оценки качества целесообразно принять порог $t_{inc}=0,5$, позволяющий исключить ситуацию индифферентности (кроме точки $t_{inc}=0,5$). Тогда нечеткое включение ситуации S_0 в S_1 с $t_{inc} \geq 0,5$ имеет место при $x \in [0, x_1]$, ситуации S_0 в S_2 — для $x \in [x_2, 1]$. В двух точках x_1 и x_2 наблюдается ситуация индифферентности. Для интервала значений $x \in [x_1, x_2]$ ситуация S_0 характеризует общее состояние качества образования с порогом $t_{inc} < 0,5$.

Так как $\nu(S_1, S_2) = \nu(S_2, S_1) = 0$, то иерархия ситуаций на множестве $S = \{S_1, S_2\}$ отсутствует и диаграмма Хассе имеет вид двух одноуровневых ситуаций (рис. 3), где пунктирной линией обозначены переходы к ситуациям при $t_{inc} < 0,5$.

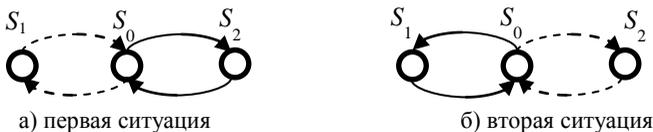


Рис. 3. Диаграммы Хассе для ситуационной модели для двух опорных ситуаций

В случае задания трех опорных ситуаций S_1, S_2, S_3 :

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \langle \langle 1/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 0/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle, \\
 S_2 &= \langle \langle 0,5/T_1^1 \rangle, \langle 1/T_2^1 \rangle, \langle 0,5/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle, \\
 S_3 &= \langle \langle 0/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 1/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle,
 \end{aligned}$$

график значений функций включения аналогичен графику, изображенному на рис. 2. Следует отметить, что опорная ситуация плохо определена для термов T_1^i и T_3^i . Степень их принадлежности равна 0,5 и принадлежит интервалу $x_1 < x < x_2$ даже на пороге $t_{inc}=0,5$. Результат определения наиболее близкой опорной ситуации при $x \in [x_1, x_2]$ будет всегда одинаков, то есть $\nu(S_0, S_2)=0,5$, а значит, все ситуации S_0 будут включаться только в ситуацию S_2 . Все ситуации при $x \in [0, x_1]$ будут включаться в S_1 , а в диапазоне $x \in [x_2, 1]$ – в S_3 . Диаграмма Хассе в этом случае приобретает вид, изображенный на рис. 4.

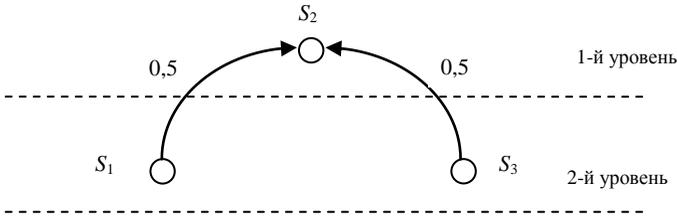


Рис. 4. Диаграмма Хассе для ситуационной модели для трех опорных ситуаций

Добавление третьей опорной ситуации S_3 позволяет замкнуть граф состояний нечеткого отношения, но это замыкание выполнено на уровне инцидентности $t_{inc}=0,5$. Кроме того, состояние индифферентности ($t_{inc}=0,5$) для $x \in [x_1, x_2]$ не позволяет численно оценить качество получения результатов образования. Вышесказанное обуславливает необходимость поиска путей исключения индифферентности ситуаций для включений $\nu(S_0, S_1)$ и $\nu(S_0, S_3)$.

Пусть сформированы четыре опорные ситуации S_1, S_2, S_3, S_4 , такие что:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \{ \langle \langle 1/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 0/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle \}, x=0; \\
 S_2 &= \{ \langle \langle (2/3)/T_1^1 \rangle, \langle (2/3)/T_2^1 \rangle, \langle (1/3)/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle \}, x=1/3; \\
 S_3 &= \{ \langle \langle (1/3)/T_1^1 \rangle, \langle (2/3)/T_2^1 \rangle, \langle (2/3)/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle \}, x=2/3; \\
 S_4 &= \{ \langle \langle 0/T_1^1 \rangle, \langle 0/T_2^1 \rangle, \langle 1/T_3^1 \rangle / z^1 \rangle \}, x=1.
 \end{aligned}$$

Для четырех опорных ситуаций диаграмма Хассе представлена на рис. 5, а максимальные степени включения в опорные ситуации – на рис. 6.

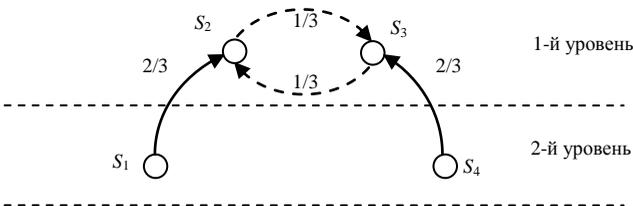


Рис. 5. Диаграмма Хассе для четырех опорных ситуаций

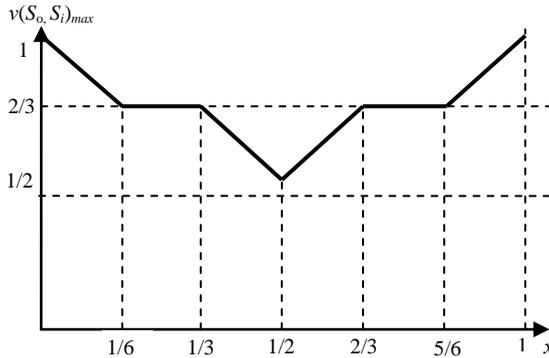


Рис. 6. График максимальных значений степеней включения ситуаций

Таким образом, как видно из рисунка 6, использование четырех опорных ситуаций исключает наличие зон индифферентности, сводя его к точке в середине диапазона. Использование большего числа опорных ситуаций усложнит алгоритм идентификации ситуации, а также повысит размерность матрицы нечеткой инцидентности.

Выводы. В статье предлагается экспертные системы рассматривать как системы с нечеткой логикой модели «ситуация–действие», одним из первых этапов разработки которой является определение оптимального количества опорных ситуаций для дальнейшего их сравнения с входной ситуацией.

Исследования показали, что при использовании трех термов и двух или трех опорных ситуаций присутствует область неопределенности, где оценить текущую ситуацию исследуемого объекта невозможно. Также присутствует явление индифферентности. При использовании четырех опорных ситуаций ситуация индифферентности имеет место лишь в одной точке шкалы $x=0,5$. В этом случае степень включения текущей ситуации в опорные равна 0,5. Использование большего количества опорных ситуаций усложнит алгоритм идентификации и приведет к большим вычислительным затратам.

Система с нечёткой логикой модели «ситуация – действие» представляет интерес при построении различных шкал, что будет являться темой дальнейших исследований.

Список литературы: 1. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1990. 2. А.В. Титов, И.А. Титов. Нечеткие меры сходства в аналитическом обеспечении стратегического управления. М.: ИНИОН РАН, 2009.с.544-547 3. Векслер Е. М., Рифа В. М., Василевич Л. Ф. Менеджмент якості: Навч. посіб./За заг. ред. Е. М. Векслера. – К.: «ВД «Професіонал», 2008. – 320 с. 4. Кондрашов С. І. Методи підвищення точності систем тестових випробувань електричних вимірювальних перетворювачів у робочих режимах/ монографія. – Харків: НТУ «ХП», 2004.

Поступила в редколлегию 06.11.2011