

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ДАННЫХ ДЛЯ СППР ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Петухов И. В., Власов А. А., Курасов П. А.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, Россия (424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3), e-mail: petuhoviv@volgatech.net

Оценка профессиональной пригодности и способности к совершенствованию профессиональных навыков является предметом данной статьи. Основное внимание уделено методам и математическому аппарату при формировании комплекса данных для базы данных системы поддержки принятия решения для операторов эргатических систем. Вследствие того, что принятие решений проводится в условиях неопределенности, широко применяются методы теории нечетких множеств и, в частности, многокритериальный анализ нечетких объектов. Рассмотрены основные этапы формирования содержательной части процесса, формирования комплекса данных профессионально важных качеств, психофизиологических характеристик и тестов для их определения. В результате выполнения всех этапов формируется модель данных, необходимых для принятия решения о профессиональной пригодности или оценки целесообразности дополнительной тренировки конкретных профессионально важных качеств.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, оператор, эргатические системы, профпригодность.

FORMATION OF DATA COMPLEX FOR DECISION SUPPORT SYSTEM OF THE ASSESSMENT OF PROFESSIONAL SUITABILITY OF ERGATIC SYSTEMS OPERATORS

Petukhov I. V., Vlasov A. A., Kurasov P. A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, Russia (424000, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3), e-mail: petuhoviv@volgatech.net

The assessment of professional suitability and ability to perfection of professional skills is the subject of the given article. The focus is on the methods and mathematical tool during the formation of complex data for data base of the decision making support system for the operators of ergative systems. Due to the fact that decisions are taken in conditions of uncertainty, the methods of the theory of fuzzy set and in particular the multi-criteria analysis of fuzzy objects are widely used. The main stages of forming the content of the process, forming of the complex database of professionally-important qualities, psychophysiological characteristics and tests for their determination were considered. As a result of all stages the model of the data necessary for decision-making on professional suitability or an assessment of expediency of additional training of concrete professionally-important qualities was formed.

Keywords: decision support system, operator, ergatic systems, capabilities.

Оценка профпригодности является едва ли не самым главным при подборе сотрудников организации и во многом определяет эффективность и качество ее функционирования. Для операторов эргатических (ЭС) систем это особенно важно, поскольку от них зависит не только качество, эффективность работы ЭС, но и надежность и безопасность функционирования систем.

Профессиональные качества, которые необходимы для профессии оператора ЭС, в настоящее время определяются на основе требований, сформулированных в профессиограммах нормативно-технической документации, и представляются в виде набора так называемых профессионально важных качеств (ПВК).

ПВК для операторов ЭС подвижных объектов отражают психофизиологические характеристики (ПФХ) человека-оператора, свойства и особенности его интеллекта. Поэтому при отборе кандидатов на должность оператора должна производиться оценка его ПФХ. Оценка, как правило, осуществляется не только при собеседовании и изучении характеристик, но и при помощи различных средств, в том числе на основе выполнения различных тестов.

Для повышения объективности точности, эффективности и уменьшения времени профессионального отбора целесообразно применение информационных технологий, которые находят свое концентрированное воплощение в системах поддержки принятия решений (СППР). Одной из наиболее важных составляющих СППР являются соответствующие базы данных (БД).

В соответствии с изложенным выше, вытекает необходимость построения алгоритмов формирования наборов ПВК, определение ПФХ и способности операторов к совершенствованию профессиональных навыков, на основе которых они могут быть проверены, способов и средств их оценки, и выбор математического аппарата для решения перечисленных задач. В данной работе ставится задача формализовать процесс формирования БД для СППР оценки профпригодности операторов подвижных объектов. Конкретное ее наполнение в значительной степени отражено в работах одного из авторов Петухова И. В., в том числе актуальность и современное состояние исследований в этой области достаточно подробно представлены [5], поэтому в статье главное внимание уделяется на сам процесс создания и формирования комплекса данных для БД.

Цель работы. Формирование комплекса данных для построения базы данных СППР для оценки профпригодности операторов подвижных объектов.

Задачи, которые необходимо решить для достижения цели.

1. Выбор средств и алгоритмов для формирования предметной области.
2. Формирование списка ПВК и его ранжирование.
3. Определение специфики формирования набора психофизических характеристик и элементарных функций, необходимых для ПВК.
4. Принципы построения набора тестов для оценки профпригодности и способности к совершенствованию операторов своих ПВК и ПФХ.
5. Выбор методов и аппарата для применения решения о профессиональной пригодности операторов ЭС управления подвижными объектами.

В качестве **математического аппарата** при решении этих задач использованы методы структурно-семантического анализа, теории множеств, в том числе теории нечетких множеств, теория и методы принятия решений.

Вследствие того, что предметная область при оценке достаточно неопределенна и слабо формализована, возникает необходимость использования методов экспертных оценок. Применение экспертного метода включает, как правило, следующие этапы: 1) формулирование задачи; 2) организация экспертизы; 3) обработка результатов; 4) оценка эффективности. Содержание этих этапов подробно представлено в большом числе публикаций, в частности, многие вопросы достаточно подробно рассмотрены в [4]. В настоящей работе наибольшее внимание уделено специфике применения экспертных методов при определении комплекса данных для БД СППР при управлении подвижными объектами.

Структура решаемых подзадач для решения перечисленных задач существенно отличается друг от друга и определяется конкретикой содержания. Полем для выполнения цели является **предметная область**.

Формирование предметной области. Предметная область является слабо формализованной, и системные модели не позволяют достаточно полно отразить семантику процессов и выделить существенные понятия и связи. В этом случае целесообразно использовать онтологический подход, рассмотренный в [3]. Одной из составляющей является формирование тезауруса.

Оценка профпригодности может быть получена на основе соответствия качеств оператора требованиям профессии. Требования к ПВК и другие данные (ПФХ, области и пределы их изменения, критерии выбора и другие необходимые сведения) извлекаются из различных источников, которые так или иначе должны быть вербализованы и, в конечном счете, могут быть представлены текстом. В настоящее время существуют средства для выделения терминов и составления словаря предметной области, который может быть использован при формализации и построении информационного пространства представления знаний. В качестве такого средства может быть использован лингвистический процессор “Text Analyst”.

Формирование общего списка ПВК. Предварительное ранжирование ПВК

Определение профпригодности оператора начинается с определения списка ПВК, необходимых для успешной профессиональной деятельности, который может быть определен несколькими способами. Поскольку номенклатура специальностей профессий оператора обширна, то существует значительный перечень ПВК, соответствующих различным специальностям операторов эргатических систем. При этом увеличение количества ПВК приводит к повышению достоверности оценки о профпригодности оператора. С другой стороны, для построения СППР необходимо иметь некоторый ограниченный набор ПВК с целью повышения скорости тестирования и снижения его

стоимости. Согласно этому для оценки профпригодности необходимо выявить на начальном этапе некий набор ПВК, типичных для определенного спектра специальностей, чтобы в дальнейшем уточнить его под конкретику специальности. Такой набор представляет множество $A_0 = \{a_i\}, i = \overline{1, n}$, где n – общее число ПВК для данного спектра специальностей с учетом содержания каждого i -го ПВК. Роль отдельных ПВК не равноценна, и поэтому необходимо оценить их влияние на конечный результат. В силу этого целесообразно упорядочить ПВК по степени важности для конкретной специализации. Вследствие того, что оценка вклада каждого ПВК не может быть измерена непосредственно с помощью измерительных средств, их необходимо проранжировать на основе метода экспертных оценок.

Наиболее простой случай, когда экспертиза проводится однородной группой экспертов, каждый из которых может сформировать оценки по всем элементам ранжируемого множества. В данном случае задача ранжирования сводится к задаче получения экспертных оценок каждого ПВК, для этого необходимо выполнить следующие процедуры:

1. Формирование коллектива экспертов $E = \{e_l\}, l = \overline{1, L}$.
2. Получение оценок экспертов d_i^l каждого ПВК a_i . Оценки экспертов формируются по методике Т. Саати [4] по девятибалльной (пятибалльной) шкале
3. Определение важности (ранга) ПВК определяется по формуле.
$$R_i = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L d_i^l.$$
4. Ранжирование происходит в порядке убывания рейтинга, в результате формируется исходный состав ПВК $A = \{a_i\}, i = \overline{1, n}$.

На основе групповой экспертизы формируется общий список ПВК, который упорядочивается простым рейтинговым голосованием. В результате определяется список для дальнейшего анализа ПВК A .

Формирование списка ПВК однородной группы экспертов. В этом случае задача ранжирования сводится к задаче многокритериального анализа альтернатив. Наиболее эффективный метод решения данной задачи – это проведение нечеткого многокритериального анализа вариантов с применением парных сравнений А. П. Ротштейна и С. Д. Штовбы [7]. Данная методика многокритериального анализа альтернатив (ПВК, ПФХ, тестов) не требует ни количественной оценки частных критериев, ни процедуры скаляризации. Она использует доступную лингвистическую информацию о важности альтернатив в виде парных сравнений типа:

- по критерию k_1 альтернатива x приблизительно такой же, как альтернатива y ;
- по критерию k_2 вариант x намного лучше, чем вариант y и т.д., т. е. привлекается аппарат нечеткого многокритериального анализа.

Постановка задачи в этом случае выглядит следующим образом. Имеется множество вариантов (альтернатив) $A=\{a_i\}$, т. е. ПВК, которые подлежат анализу; на основе множества количественных и качественных критериев $K=\{k_j\}$, $j=\overline{1,m}$, по которым оцениваются варианты a_i .

Так как данная задача требует для своего решения привлечения экспертов, то необходимо определить их количество и состав, соответственно, формируется группа экспертов, представленная множеством $E = \{e_1, \dots, e_l, \dots, e_L\}$. Тогда оценки сравнения вариантов x и y экспертом e_l по критерию k_j представляется матрицей

$$D^l(k_j) = \begin{bmatrix} d_{11}^l & d_{12}^l & \dots & d_{1n}^l \\ d_{21}^l & d_{22}^l & \dots & d_{2n}^l \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1}^l & d_{n2}^l & \dots & d_{nn}^l \end{bmatrix},$$

где элемент d_{xy} оценивается экспертом по 9-ти балльной шкале Саати:

1 – если *отсутствует преимущество* варианта d_x над вариантом d_y ;

3 – если имеется *слабое преимущество* d_x над d_y ;

5 – если имеется *существенное преимущество* d_x над d_y ;

7 – если имеется *явное преимущество* d_x над d_y ;

9 – если имеется *абсолютное преимущество* d_x над d_y ;

2,4,6,8 – *промежуточные* сравнительные оценки.

На основе результатов эксперимента формируются m матриц парных сравнений $D^l(k_j)$ для каждого эксперта e_l .

Значение матрицы позволяет проанжировать каждый вариант $a_i \in A$ по каждому критерию $k_j \in K$. Вычисление рангов в соответствии с методикой Т. Саати [8] может осуществляться на основе вычисления собственного вектора матрицы.

В том случае, если можно считать в первом приближении, что парные сравнения согласованы, то матрица D будет диагональной, транзитивной, антисимметричной. Наличие этих свойств позволяет определить все элементы матрицы D , если известны $n-1$ недиагональных элементов, то степени принадлежности вариантов, необходимые для формирования нечеткого семейства \tilde{D} , вычисляются по формуле, предложенной Ротштейном А. П. [7]:

$$\mu^l(a_i) = \frac{1}{d_{i1}^l + d_{i2}^l + \dots + d_{im}^l},$$

где $\mu^l(a_i)$ - число в диапазоне $[0,1]$, которое характеризует уровень оценки варианта a_i по критерию k_j : чем больше число $\mu^l(a_i)$, тем выше оценка варианта по критерию k_j .

Тогда критерий k_j можно представить в виде нечеткого множества \tilde{k}_j , которое задано на

универсальном множестве A таким образом:

$$\tilde{k}_j = \left\{ \frac{\mu^l(a_1)}{a_1}, \frac{\mu^l(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{\mu^l(a_n)}{a_n} \right\},$$

где $\mu^l(a_i)$ – степень принадлежности элемента a_i к нечеткому множеству \tilde{k}_j

Нечеткое множество \tilde{D} , которое необходимо для рейтингового анализа, определяется в виде пересечения (интегральный критерий варианта). Поскольку в теории нечетных множеств операции пересечения соответствует \min , то в результате:

$$\tilde{D} = \tilde{k}_1 \cap \tilde{k}_2 \cap \dots \cap \tilde{k}_m = \left\{ \frac{\min_{l=1,m}[\mu^l(a_1)]}{a_1}, \frac{\min_{l=1,m}[\mu^l(a_2)]}{a_2}, \dots, \frac{\min_{l=1,m}[\mu^l(a_n)]}{a_n} \right\}$$

После упорядочения множества \tilde{D} получаем перечень ПВК, ранжированного по значимости при оценке профпригодности оператора. Анализ нечеткого множества \tilde{D} позволяет определить наилучший вариант, для которого степень принадлежности будет наибольшей.

В случае отсутствия у матрицы парных сравнений свойств обратной симметричности и транзитивности определение рангов возможно по методу анализа иерархий Л. Заде [2].

Так как количество ПВК, используемых для оценки профпригодности, не может быть бесконечным, то набор ПВК должен быть ограничен. Для этого целесообразно применить неравновесные критерии с их последующим ранжированием. Это позволит выпукло представить наиболее существенные ПВК и сформировать классы ПВК по их важности, что обеспечивает минимум времени и средств для оценки профпригодности оператора.

С этой целью вводятся коэффициенты относительной важности критериев w_j , такие, что $w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1$. Введение коэффициентов важности позволяет обеспечить увеличение различия между ПВК по наиболее важным критериям и соответственно уменьшить различия между наименее важными.

С целью учета коэффициентов важности используется идея, заложенная в операции концентрации и растяжения нечетких множеств, предложенная Л. Заде, что достигается путем возведения функции в положительную степень, например, в степень 2 при концентрации и в $\frac{1}{2}$ – при растяжении. В общем случае, чем выше показатель степени, тем в большей мере увеличивается отличие между элементами нечеткого множества.

Для определения коэффициентов w_j из множества коэффициентов важности $W = \{w_j\}$, $j = \overline{1, m}$ таким же образом, как и при формировании матрицы $D^l(k_j)$, формируются матрицы парных сравнений важности критериев $W^l(k_j) = (w_{xy}^l)$ $x = \overline{1, m}$, $y = \overline{1, m}$ для каждого $k_j \in K$ аналогично формируются ранги критериев w_j и нечеткие множества \tilde{k}_j .

Определение наилучшего варианта ПВК с учетом коэффициентов важности критериев w_j происходит как для варианта a_i , у которого степень принадлежности наибольшая:

$$\tilde{D} = \tilde{k}_1 \cap \tilde{k}_2 \cap \dots \cap \tilde{k}_m = \left\{ \frac{\min_{l=1,m} [\mu^l(a_1)]^{w_l}}{a_1}, \frac{\min_{l=1,m} [\mu^l(a_2)]^{w_l}}{a_2}, \dots, \frac{\min_{l=1,m} [\mu^l(a_n)]^{w_l}}{a_n} \right\},$$

где коэффициент w_j свидетельствует о концентрации нечеткого множества \tilde{k}_j в соответствии с мерой важности критерия.

Более сложный алгоритм формирования списка ПВК, учитывающий неоднородность оценок экспертов при их равной компетентности, может быть реализован на основе принципов и методики формирования списка альтернатив с использованием многокритериального анализа с кластеризацией экспертных оценок [1]. Особенностью методики является то, что оценки критерия выбора представляются набором градаций, характеризуются полезностью и правдоподобием. Кластеризация оценок позволяет получить более адекватную картину ранжирования ПВК.

В результате рассмотренных процедур формируется множество A , представляющее собой набор ПВК, соответствующих определенной специализации, например, «Оператор подвижных объектов»;

Формирование списка ПФХ неоднородной группой экспертов

Непосредственно определить значение оценки каждого конкретного ПВК невозможно, поскольку, в общем случае, его содержание характеризуется набором психофизических характеристик и элементарных функций, выполняемых оператором в процессе работы $C = \{c_\omega\}$ где $\omega = \overline{1, \Omega}$.

Для измерения или оценки характеристики ПВК A_i требуются средства, в общем случае это тест или несколько тестов, то есть множество $T_i = \{t_{\theta_i}\}$, $\theta_i = \overline{1, \Theta_1}$.

Так как оценки конкретного ПВК формируются на основании оценки каждой характеристики c_ω , а характеристики могут оценивать различные ПВК, то соответствующие тесты образуют наборы для определения ПВК $T_i = \{t_{\theta_i}\}$, $\theta_i = \overline{1, \Theta_1}$, где t_{θ_i} тест, оценивающий психофизиологическую характеристику c_ω . Общий набор характеристик, описывающих множество ПВК, представляет собой множество $C = \{c_\omega\}$ как объединение характеристик, необходимых для получения оценки с помощью количественных и качественных показателей. Каждая характеристика для своего измерения или оценки имеет свою область значений o_ω , которая в целом образует множество $O = \{o_\omega\}$, $\omega = \overline{1, \Omega}$.

Формирование списка ПФХ при выборе психофизиологических характеристик оператора, которые могут быть положены в основу тестов, оценивающих психофизиологические свойства человека, неизбежно, приходится сталкиваться с тем, что для экспертизы необходимо привлекать специалистов различного профиля и компетентности. Вследствие

этого встает задача определения коэффициентов важности критериев для выбора ПФХ и элементарных операторских функций при формировании списка неоднородной группой экспертов. Такая неоднородная группа способна более объективно и всесторонне оценивать важность факторов, обеспечивать более полную информацию, чем однородная группа. Таким образом, группа экспертов в общем случае представляет собой множество экспертов, состоящее из непересекающихся подмножеств $\{E_q\}, q = \overline{1, Q}$, где $E_q \subset E$. Одновременно множество критериев K разбивается на несколько пересекающихся подмножеств $K_b \subset K$, таких, что выполняется условие:

$$\bigcap_{b=1}^B K_b = \emptyset, b = \overline{1, B}$$

где b – номер подмножества критериев, B – число подмножеств критериев.

Коэффициенты важности критериев k_{jr} , входящих во все подмножества K_b , определяются соотношением

$$w_{jr}^* = \sum_{l=1}^L w_{jr}^l$$

При определении коэффициентов важности h критериев $k_{jh} w_{jh}^* \in W$, не входящих во все подмножества K_b , имеет место допущения, что

$$\frac{w_j^*}{w_{jh}^*} = \frac{w_{jrb}^{lqh}}{w_{vhb}^{lqh}}$$

Здесь w_{vhb}^{lqh} – коэффициент важности критерия k_{vhb} в подмножестве K_{hb} , экспертиза по которому осуществляется экспертом e_{lqh} подмножества $E_{qh} \subset E$, причем $w_{vhb}^{lqh} \in W$ и $v \neq j$.

В этом случае коэффициент важности

$$w_h^* = \frac{1}{Q_h h L_{qh}} \sum_{q_h=1}^{Q_h} \sum_{bh} w_{vhb}^{lqh} \sum_{l_{qh}} \frac{w_j^*}{w_{jrb}^{lqh}}$$

коэффициент w_h^* м, входящий только в одно подмножество W_h^*

$$w_h^* = \frac{w_{vhb}^{lqh}}{L_{qh}} \sum_{l_{qh}} \frac{w_j^*}{w_{jrb}^{lqh}}$$

L_{qh} – число экспертов l_{qh} подмножества E_{qh} , Q_h – число подмножеств в L_{qh} .

В том случае, когда анализ оценки ПФХ требует привлечения специалистов совершенно разных специальностей, целесообразно формировать экспертную группу из специалистов, представляющих все области. Тогда экспертизу и определение коэффициентов осуществляют по группам. Затем определяют межгрупповые коэффициенты важности

$$w_j = \frac{1}{QL_q} \sum_{q=1}^Q \sum_{l_q} w_{jq}^l p_{jq}$$

где w_{jq}^l – коэффициент важности критерия k_{jq} для группы, представляющей экспертов в q -й области знания, $p_{jq} = \frac{L_q}{L}$ – вероятность (частость) того, что на данную ПФХ оказывает существенное влияние значение критерия k_{jq} , определенное экспертом l в q -й области знаний, L_q – число экспертов, представляющих q -ю область.

В подмножествах W_b коэффициенты важности рассчитываются аналогично их расчетов при формировании списка ПВК, на основе парных сравнений.

Процедура ранжирования ПФХ аналогична процедуре ранжирования ПВК, таким образом формируется исходное множество характеристик C с учетом множества областей их определения O и множество критериев K^C , в результате экспертизы D^C получается множество характеристик C' для включения в БД СППР.

Формирование набора тестов

Формирование набора тестов производится таким же образом, как формирование списков ПВК и ПФХ. Оценка качества тестов для наилучшего или оптимального выбора требует критерия или критериев, по которым будет производиться ранжирование и отбор тестов. Критерии выбора ПФ тестов также существенно зависят от специфики выполнения функций оператора той или иной специализации. Тем не менее можно сформулировать следующие критерии: диапазон измерения, точность измерения, стоимость реализации операции тестирования, время тестирования, требования, предъявленные к месту, условиям и средствам тестирования, а также число ПВК, одновременно оцениваемых тестом.

Процедура формирования набора тестов аналогична процедуре формирования списка ПФХ и ПВК. В результате формируется исходное множество тестов T , множество критериев K^T и на основе экспертизы D^T формируется множество тестов T' для включения в БД СППР.

В ряде тестов, оценивающих ПФХ, существует возможность оценить не только соответствие результатам оценки ПВК операторов для профпригодности, но и оценить способность к дальнейшему совершенствованию профессиональных качеств. Некоторые тесты, кроме оценки профессиональной пригодности, позволяют получить предварительные оценки способности к совершенствованию своих ПФХ и соответствующих ПВК. Например, при исследовании способа оценки одного из наиболее важных показателей ПВК, такого как точность и быстрота реакции при зрительно-моторном слежении, оказалось, что данный способ [5,6] дает возможность не только оценить, но и при соответствующих условиях постановки эксперимента оценить потенциальные возможности к обучению и в какой-то степени определить соотношение процессов возбуждения и торможения у испытуемого. С

целью проверки возможности к обучению на основе множества T' и множества критериев $K^{T''}$ отбора тестов для оценки потенциальной степени обучаемости операторов на основе экспертных оценок $D^{T''}$ выделяется множество тестов T'' , по которым оценивается способность к обучению. По критериям $K^{T'}$, $K^{T''}$ и возможных интервалов степени соответствия определенных экспертами требований к ПВК Δ_n , Δ_c и на основе экспертных оценок D^{Δ_n} , D^{Δ_c} формируются множества значений допустимых степеней соответствия требованиям по профпригодности и способности к обучению Δ' и Δ'' , соответственно.

В результате экспертизы по всем ПВК формируются множества:

$D = \{D^A, D^C, D^{T'}, D^{T''}\}$ – множество оценок экспертов E по формированию набора ПВК, ПФ характеристик и тестов соответственно;

$K = \{K^A, K^C, K^{T'}, K^{T''}\}$ – множество критериев для формирования набора ПВК, ПФ характеристик и тестов соответственно.

$\Delta = \{\Delta', \Delta''\}$.

Рассмотренные компоненты для формирования данных для БД СППР объединяются в следующей теоретико-множественной модели:

$$M_p = \langle A, C, O, K, W, T, E, D, \Delta \rangle$$

Процесс формирования набора данных, необходимых для принятия решения, можно представить последовательностью следующих этапов, представленной на рисунке 1.

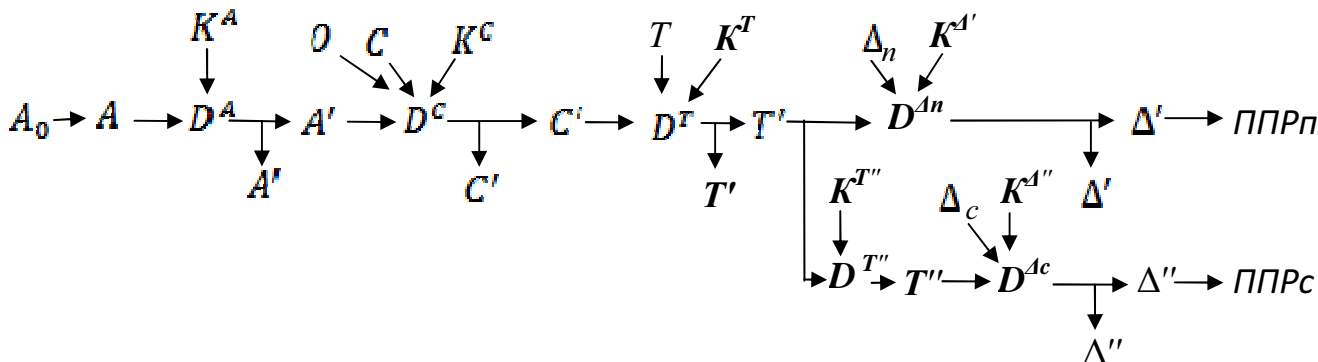


Рис. 1. Схема процесса формирования набора данных

В результате выполнения всех этапов формируется модель данных, необходимых для принятия решения о профпригодности или оценки целесообразности дополнительной тренировки конкретных ПВК. Для СППР модель выглядит следующим образом:

$$M_{БД} = \langle A', C', T', T'', \Delta', \Delta'' \rangle$$

На основе этого комплекса данных осуществляется этап принятия решения на основе соответствующих моделей ППР_п и ППР_с.

Для получения интегральной оценки профпригодности требуется оценивать соответствие полученных оценок ПВК при испытании кандидата на должность, требованиям,

предъявляемым к ПВК по данной специальности.

Множество $\Delta' = \{\Delta'_i\}$, $i = \overline{1, n}$ формируется по оценкам Δ_i каждого ПВК A_i . Для оценки профпригодности по ПВК A_i необходимо проверить условие:

$$T'_{iэ} \geq T'_{ид} \text{ или } T'_{iэ} - T'_{ид} = \Delta'_{iэ} - \Delta'_i = \Delta'_p \geq 0$$

где $T'_{iэ}, T'_{ид}$ – результат тестирования для ПВК A_i и допустимое значение теста, необходимое для успешной деятельности оператора соответственно.

$\Delta'_{iэ}, \Delta'_{ид}$ – степень соответствия требованиям результата тестирования соответствующего ПВК и допустимая степень соответствия для ПВК A_j соответственно.

Множество $\Delta'' = \{\Delta''_i\}$, $i = \overline{1, n}$ формируется по оценкам Δ_i каждого ПВК A_i . Для оценки профпригодности по A_j ПВК необходимо проверить условие:

$$T''_{iэ} \geq T''_{ид} \text{ или } T''_{iэ} - T''_{ид} = \Delta''_{iэ} - \Delta''_i = \Delta''_p \geq 0$$

где $T''_{iэ}, T''_{ид}$ – результат тестирования для ПВК A_i и допустимое значение теста, необходимое для совершенствования своих ПВК соответственно.

$\Delta''_{iэ}, \Delta''_i$ – степень соответствия требованиям результата тестирования соответствующего ПВК и допустимая степень соответствия для ПВК A_i соответственно.

По величине Δ'_p и Δ''_p принимается решение о профпригодности и способности к совершенствованию своих профессиональных качеств.

Заключение

Применение для оценки профпригодности теории множеств, в том числе теории нечетких множеств, теории и методов принятия решений позволяет формализовать процесс оценки профессиональных качеств и сделать его более объективным и последовательным и дает возможность широкого применения информационных технологий в этой сфере на основе создания системы поддержки принятия решений, не умаляя роли лиц, принимающих решение.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования Российской Федерации в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (государственный контракт № 16.552.11.7089 от 12 июля 2012 г.) с использованием оборудования ЦКП «ЭБЭЭ» ФГБОУ ВПО «ПГТУ».

Список литературы

1. Аверкин А. Н. Многокритериальный анализ нечетких объектов с кластеризацией экспертных оценок / А. Н. Аверкин, О. В. Костюченко, Н. В. Титова // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием

- КИИ-2008 (28 сентября – 3 октября, 2008 г., г. Дубна, Россия): Труды конференции. – Т. 1. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – С. 269-280.
2. Беллман Р., Заде Л. Принятие решения в расплывчатых условиях: Сборник переводов / Под ред. И. Ф. Шахнова. – М.: Мир, 1976. – С.172-215.
 3. Васильев, В. И. Система поддержки принятия решений по обеспечению безопасности персональных данных / В. И. Васильев, Н. В. Белков // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т. 15, № 5 (45). – С. 54–65.
 4. Орлов А. И. Экспертные оценки. – М., 2002. – 31 с.
 5. Петухов И. В. Эргатические системы: техногенная безопасность: монография / И. В. Петухов, Л. А. Стешина. – Воронеж: Науч. кн., 2012. – 280 с.
 6. Решение о выдаче патента РФ на изобретение от 21.03.2013 по заявке № 2011153287 «Способ определения способности к корректировке принятия решения» от 26. 12. 2011, Петухов И. В., Курасов П. А.
 7. Ротштейн А. П. Нечеткий многокритериальный анализа вариантов с применением парных сравнений / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба // Известия Академии Наук. Теория и системы управления. – 2001. – № 3. – С. 151–154.
 8. Саати Т. Принятие решений – Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.

Рецензенты:

Горохов А. В., д.т.н., профессор, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г.Йошкар-Ола.

Сидоркина И. Г., д.т.н., профессор, декан факультета информатики и вычислительной техники, ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г.Йошкар-Ола.