

Математическое обеспечение

обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания

В.Е. Козлов,

кандидат технических наук
Академия внутренних войск МВД
Украины, г. Харьков

А.В. Богомолов,

доктор технических наук
Государственный научно-исследовательский
испытательный институт
военной медицины, Москва

С.В. Рудаков,

кандидат технических наук
Национальный университет
гражданской защиты Украины,
г. Харьков

В.Т. Оленченко

Академия внутренних войск МВД
Украины, г. Харьков

Методы экспертного оценивания широко используются при решении задач выбора (ранжирования) в различных предметных областях: квалиметрии (в том числе педагогической), экономике, социологии и др. При этом в процессе выбора используется модель объекта.

Модель в общем смысле (обобщённая модель) – создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мнимого образа, описания знаковыми средствами или материальной системы), который отражает качества, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для решаемого некоторым субъектом задания [8, с.44]. Модель объекта может быть информационной, описанной некоторыми вербальными признаками, состав которых (вектор признаков)

определяет группа *экспертов* – высококвалифицированных специалистов в рассматриваемой предметной области. Определение вектора признаков для объекта выбора экспертным методом позволяет аналогичным способом решить также задачу определения весовых коэффициентов для признаков широко известными методами рангов, оценивания, сопоставления [6, 18, 19].

Среди признаков, описывающих объект выбора, выделяются количественные (числовые) и качественные (вербальные) признаки. Качество в численном выражении может быть оценено только экспертным методом [6], основной процедурой которого является сравнение (сопоставление) – установление черт сходства или различия [10]. Для такого сравнения могут использоваться качественные и количественные шкалы.

Ключевые слова: шкалы измерений; рейтинговое оценивание; экспертная информация; психолого-педагогические измерения; многомерное шкалирование

Типы шкал и их основные свойства

Основные шкалы качественных признаков (табл. 1) – шкала наименований и шкала порядка.

Шкала наименований не имеет начала отсчёта и единиц измерений и может использоваться только для различения (установления несходства) объектов. (Пример шкалы наименований – нумерация домов определённой улицы.) Числа в шкале наименований используются как метки.

Шкала порядка чаще всего характеризует численное значение объекта сравнения в баллах (например, баллы (оценки) 2, 3, 4 и 5, применяемые в педагогической квалиметрии). Шкала порядка обычно используется для упорядочивания (ранжирования, классификации) объектов сравнения по определённым признакам.

Шкалы количественных признаков (см. табл. 1) – это шкалы интервалов, разностей, отношений и абсолютная шкала.

Шкала интервалов не имеет ни естественного начала отсчёта, ни естественной единицы измерений; они устанавливаются по согласованию. Примером могут служить шкала времени и температурные шкалы.

Шкала разностей является частным случаем шкалы интервалов. Она имеет естественную единицу измерений, но не имеет естественного начала отсчёта, которое

устанавливается по согласованию. Пример – шкалы летоисчисления у разных народов.

Шкала отношений имеет натуральное нулевое значение (обычно это отсутствие величины), а единица измерений устанавливается по согласованию. Сущность измерений заключается в сравнении неизвестного размера с известным (обязательно наличие эталона измеряемой величины) и кратном или дольном выражении первого через второй.

Абсолютная шкала. Только для этой шкалы результаты измерений – числа в обычном смысле слова – суть результаты подсчёта, например, количества людей в комнате.

В табл. 1 знаком + отмечены присущие рассмотренным шкалам свойства действительных чисел и имеющие смысл (допустимые к применению) арифметические операции, определяющие группу допустимых преобразований шкалы и возможность перехода от одной шкалы другой [5, 15]. Эту возможность иллюстрирует следующее превращение температурной шкалы:

неградуированный термометр – шкала порядка;

установление начала отсчёта (температура замерзания и/или кипения воды и пр.) и единицы измерения (градус Цельсия, Ренкина, Реомюра, Фаренгейта) – шкала интервалов;

начало отсчёта – абсолютный (естественный) нуль, единица из-

мерения – Кельвин, равный градусу Цельсия, – шкала отношений;

абсолютная термодинамическая шкала температур Кельвина.

Таким образом, только шкалы интервалов и отношений, имеющие установленные начало отсчёта и единицу измерений, могут использоваться для всех видов инструментальных измерений, для которых установлены стандартизованные методики обработки результатов [6, 19].

Применение шкалы порядка для экспертного оценивания удобно рассмотреть на примере широко используемой в педагогической квалиметрии 4-балльной шкалы. Числовые значения оценок этой шкалы выражаются словами “неудовлетворительно”, “удовлетворительно”, “хорошо” и “отлично”, чем подчёркивается их “нечисловой” характер. Для корректного использования шкалы порядка главным является установление однозначного соответствия каждого балла и критерия его определения.

Критерий – признак, на основе которого производится оценка, определение или классификация чего-нибудь; мерило оценки [19].

Критерии оценивания по 4-балльной шкале были когда-то установлены для высших учебных заведений Министерства обороны СССР, а по 5-балльной шкале – в дореволюционной России в “Положении для постоянного опреде-

Таблица 1. Свойства основных шкал

| Шкала | Свойство действительных чисел | | | | Операция | |
|--------------|-------------------------------|---------|--------------|------------------|----------------------|---------------------|
| | Отличия | Порядка | Соотношения* | Транзитивности** | Сложение (вычитание) | Умножение (деление) |
| Наименований | + | – | – | – | – | – |
| Порядка | + | + | + | + | – | – |
| Интервалов | + | + | + | + | + | – |
| Отношений | + | + | + | + | + | + |
| Абсолютная | + | + | + | + | + | + |

* Свойство соотношения предполагает, что сравниваемые числа удовлетворяют только одному из 3 условий: $a > b$, $a < b$, $a = b$.

** Свойство транзитивности подразумевает, что если $a > b$ и $b > c$, то $a > c$, или если $a < b$ и $b < c$, то $a < c$.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ РЕЙТИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ



ления или оценки успехов в науках”, утверждённом 08.12.1834 г. [21].

Формализованное описание 4-балльной шкалы

Используем для формализованного описания 4-балльной шкалы понятие лингвистической переменной (ЛП) из теории нечётких множеств [2, 5, 7]. Значениями ЛП являются термы – понятия, выраженные на естественном языке, а степень соответствия оцениваемого понятия термам определяется с помощью функций принадлежности, формализующих термы ЛП. В табл. 2 приведено описание ЛП $\beta_{\text{чш}}$ “Экспертная оценка по 4-балльной шкале”, а на рис. 1 – графические интерпретации функций принадлежности, соответствующих её термам.

В педагогической практике иногда используют оценки типа 2+ (“два с плюсом”) или 4– (“четыре с минусом”), тем самым “расширяя” диапазон оценок для повышения точности (вернее, чувствительности) или различимости. В метрологии известен “метод нониуса” [20], позволяющий

увеличить число градаций в пределах одного деления основной шкалы. Например, использование нониуса до 1/100 означает, что при записи результата оценивания (измерения) необходимо оставлять 2 цифры после запятой; при этом абсолютная погрешность не превысит $\pm 0,010$. Шкала при этом “растягивается” в 100 раз. Для 4-балльной шкалы оценки типа 2+ или 4– соответствуют значениям 2,33 и 3,66.

Введённую таким образом шкалу экспертного оценивания назовём усреднённой 4-балльной шкалой (табл. 3, рис. 2).

Таким же образом могут быть введены лингвистические переменные для любой шкалы порядка и интервалов, используемой при экспертном оценивании.

Взаимосвязь экспертных оценок в усреднённых 4-балльной, 10-балльной и 12-балльной шкалах

С точки зрения одной из аксиом теории множеств [5, 7], 2 упорядоченных множества подобны, если между ними можно установить од-

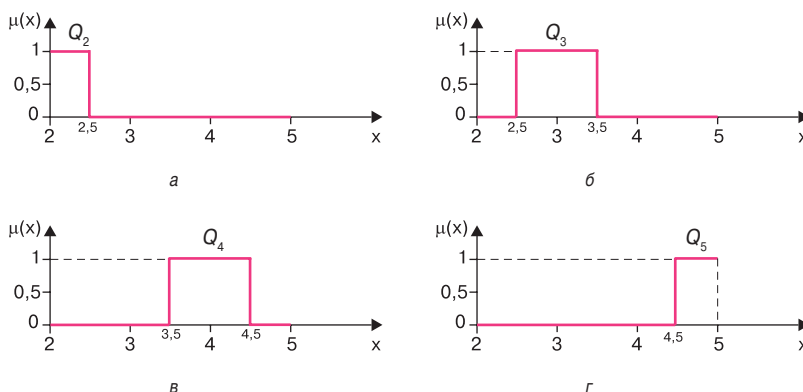


Рис. 1
Графические интерпретации функций принадлежности ЛП $\beta_{\text{чш}}$ “Экспертная оценка по 4-балльной шкале”: а – T_2 = {“неудовлетворительно”}; б – T_3 = {“удовлетворительно”}; в – T_4 = {“хорошо”}; г – T_5 = {“отлично”}

Таблица 2. Описание ЛП $\beta_{\text{чш}}$ “Экспертная оценка по 4-балльной шкале”

| Терм | Функция принадлежности | Значения x |
|---------------------------------|--|--------------|
| T_2 = {“неудовлетворительно”} | $\mu(Q_2) = \begin{cases} 1, & \text{если } 2 \leq x < 2,5; \\ 0, & \text{если } 2,5 \leq x \leq 5 \end{cases}$ | 2 |
| T_3 = {“удовлетворительно”} | $\mu(Q_3) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 2,5; \\ 1, & \text{если } 2,5 \leq x < 3,5; \\ 0, & \text{если } 3,5 \leq x \leq 5 \end{cases}$ | 3 |
| T_4 = {“хорошо”} | $\mu(Q_4) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 3,5; \\ 1, & \text{если } 3,5 \leq x < 4,5; \\ 0, & \text{если } 4,5 \leq x \leq 5 \end{cases}$ | 4 |
| T_5 = {“отлично”} | $\mu(Q_5) = \begin{cases} 0, & \text{если } 2 \leq x < 4,5; \\ 1, & \text{если } 4,5 \leq x \leq 5 \end{cases}$ | 5 |

Таблица 3. Описание ЛП “Экспертная оценка по усреднённой 4-балльной шкале”

| Терм | Функция принадлежности | Значения x |
|--|---|--------------|
| T_{2-3} = {“неудовлетворительно – удовлетворительно”} | $\mu(Q_{2-3}) = \begin{cases} 1 - x - 2 , & \text{если } 2 \leq x \leq 3; \\ 0, & \text{если } 3 < x \leq 5 \end{cases}$ | 2,00...3,00 |
| T_{2-4} = {“неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо”} | $\mu(Q_{2-4}) = \begin{cases} 1 - x - 3 , & \text{если } 2 \leq x \leq 4; \\ 0, & \text{если } 4 < x \leq 5 \end{cases}$ | 2,00...4,00 |
| T_{3-5} = {“удовлетворительно – хорошо – отлично”} | $\mu(Q_{3-5}) = \begin{cases} 1 - x - 4 , & \text{если } 3 \leq x \leq 5; \\ 0, & \text{если } x < 3 \end{cases}$ | 3,00...5,00 |
| T_{4-5} = {“хорошо – отлично”} | $\mu(Q_{4-5}) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 4; \\ 1 - x - 5 , & \text{если } 4 < x \leq 5 \end{cases}$ | 4,00...5,00 |

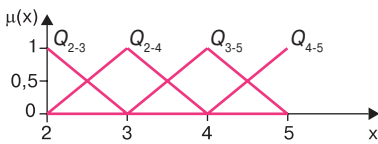


Рис. 2
Графические интерпретации функций принадлежности ЛП $\beta_{\text{ши}}$ “Экспертная оценка по усреднённой 4-балльной шкале”



Рис. 3
Номограмма * связи оценок в усреднённой 4-балльной шкале с 12- и 10-балльными шкалами

* Номограмма – изображение функциональной зависимости в виде чертежа. Номограммы применяются в инженерных расчётах, играя роль специализированных счётных приспособлений.

нозначное соответствие, которое сохраняет порядок. А шкалы порядка, интервалов, отношений и абсолютная шкала – это не что иное, как упорядоченные множества, т.е. такие, для которых установлено правило порядка – следования или предшествования (см. табл. 1). Это позволяет рассматривать возможность представления оценок, например, одной из шкал порядка через оценки другой, как показано на рис. 3 для шкал, применяемых в педагогической квалиметрии. Эти оценки Q_i , могут быть приведены к диапазону $[0...1]$ по формуле:

$$Q_{1i} = (Q_i - N_n) / (N_k - N_n), \quad (1)$$

где N_n , N_k – соответственно начальная и конечная отметки шка-

лы, из которой осуществляется перевод.

Особенности некоторых шкал, используемых в экспертном оценивании

Вообще, разнообразие шкал – безымянных и поименованных, используемых для экспертного оценивания качества любых сравниваемых объектов (продукции, изделий, субъектов профессионального или какого-либо другого отбора и пр.) в любой предметной области, не поддаётся описанию, как и множество методов обработки результатов оценивания, часто слишком математизированных [3, 6, 9, 11, 13, 18, 19]. Рассмотрим несколько примеров.

В табл. 4 приведена так называемая вербально-числовая шкала Харрингтона [18] с линейной зависимостью градаций. При фиксированных значениях оценок по верхнему пределу (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1) эта шкала ничем не отличается от 5-балльной шкалы. Выбор значений в диапазоне градаций шкалы Харрингтона конкретно ничем не обоснован.

Другой пример – шкала Демпстера – Шеффера: $-10, -9, \dots, 0, 1, \dots, 10$ [11, 18]. По формуле (1) имеем

$$Q_{1i} = [Q_{i\text{дш}} - (-10)] / [10 - (-10)] = (Q_{i\text{дш}} + 10) / 20.$$

Пересчитанная из приведённой ранее шкалы Демпстера – Шеффера последовательность баллов 0; 0,05;

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ РЕЙТИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ



0,10; 0,15; ..., 0,50; ..., 0,95; 1 есть ни что иное, как 21-балльная шкала в диапазоне 0...1 с шагом 0,05.

Применяемая в методе анализа иерархий [14] числовая шкала отношений Саати {1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9} является симметрично-обратной относительно единичного значения. Она предусматривает выбор экспертом численных значений отношений предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим. Выбранные значения должны показывать, во сколько раз один объект предпочтительней другого: при сравнении двух объектов эксперт должен ставить одному из объектов в соответствие число в интервале 1...9, а другому – обратное этому числу значение. Содержательные интерпретации отношений предпочтения сформулированы, мягко говоря, недостаточно строго. Например, для значения 5 это “сильная (более высокая) значимость, когда опыт и оценка говорят о более высокой значимости одного объекта по сравнению с другим, причём имеются надёжные данные или логические суждения для того, чтобы по-

казать предпочтительность одного из объектов”. Заметим, что шкала отношений по определению [6, 19] имеет натуральное нулевое значение и требует наличия эталона (согласованного и утверждённого), поэтому шкалу Саати можно именовать шкалой предпочтений, но никак не шкалой отношений. Возможно, название шкалы обусловлено неточностью перевода, но по сути – это 17-балльная шкала порядка.

Примеры можно приводить и дальше, но характерным для большинства из неупомянутых шкал является то, что границы заданных интервалов расширяются с целью увеличения числа градаций (увеличения точности описания качественных признаков объектов сравнения), а определение оценок (баллов) в пределах интервалов отдано на “откуп” экспертам из-за отсутствия чётко сформулированных критериев.

Модель функций оценивания эксперта

Используем понятие информационной энтропии [22] для пред-

ставления модели функций оценивания эксперта (МФОЭ) при тестовом контроле, введя следующие предположения:

- все вопросы теста равноценны (равновесны);
- при каждом правильном ответе объект тестирования возвращает некоторую одинаковую долю информации. В дальнейшем доли суммируются; информационная энтропия при этом уменьшается пропорционально степени двойки (как при дихотомическом методе измерений);
- при правильных ответах на все вопросы информационная энтропия $H \approx 0$, объект тестирования заслуживает максимального балла, предусматриваемого выбранной для оценивания шкалой, – 5, 10, 12, 100 и т.п.

Тогда МФОЭ может быть представлена формулой для расчёта оценки по какой-либо L -балльной шкале:

$$Q_L = N_n + \log_2[-2^N / ((2^N - 1)q - 2^N)], \quad (2)$$

где $N = N_k - N_n$ – длина шкалы; N_k , N_n – конечная и начальная отметки шкалы соответственно; $q = 0...1$ – доля информации, возвращённой объектом тестирования. Например, формулы для расчёта оценок по 2-, 4-, 10- и 12-балльной (а вернее, 13-балльной) шкалам имеют вид:

$$Q_2 = \log_2[-2/(q-2)]; \quad (3)$$

$$Q_4 = 2 + \log_2[-8/(7q-8)]; \quad (4)$$

$$Q_{10} = 1 + \log_2[-512/(511q-512)]; \quad (5)$$

Таблица 4. Вербально-числовая шкала Харрингтона

| Содержательное описание градаций | Числовое значение | |
|----------------------------------|-------------------|----------------|
| | Первоисточник | Линейная шкала |
| Очень высокая | 0,8...1 | 0,8...1 |
| Высокая | 0,64...0,8 | 0,6...0,8 |
| Средняя | 0,37...0,64 | 0,4...0,6 |
| Низкая | 0,2...0,37 | 0,2...0,4 |
| Очень низкая | 0...0,2 | 0...0,2 |

Таблица 5. ЛП β_{p_2} “Экспертная оценка по рейтинговой 2-балльной шкале”

| Терм | Функция принадлежности | x |
|------------------------------------|--|-------|
| T_{p_0} = (“отсутствие ответов”) | $\mu(Q_{p_0}) = \begin{cases} 0, & \text{если } x = 0; \\ \log_2[-2/(x-2)], & \text{если } 0 < x \leq 1 \end{cases}$ | 0...1 |
| T_{p_1} = (“наличие ответов”) | $\mu(Q_{p_1}) = \begin{cases} 1, & \text{если } x = 0; \\ 1 - \log_2[-2/(x-2)], & \text{если } 0 < x \leq 1 \end{cases}$ | 1...0 |

$$Q_{12} = \log_2[-8192/(8191q - 8192)]. \quad (6)$$

Оценку по 100-балльной шкале можно получить умножением оценки, рассчитанной по формуле (3), на 100.

Представленная модель предполагает оценивание по шкале интервалов, т.к. имеет устанавливаемое по соглашению (а точнее, естественное) начало отсчёта, соответствующее отсутствию информации для принятия решения ($q = 0$) до начала тестирования или при отсутствии правильных ответов объекта тестирования в процессе тестирования. При наличии теста-эталона с “равновесными” вопросами оценивание фактически будет производиться по шкале отношений.

Лингвистическую переменную β_{p2} для рейтинговой 2-балльной шкалы интервалов удобно описать средствами теории нечётких множеств (табл. 5, рис. 4).

На рис. 5 приведён график зависимости оценок Q 2-, 3-, 4-, 8-, 10- и 13-балльной шкал, начало которых совмещено с нулём, от доли q возвращённой субъектом тестирования информации при тестовом контроле. Анализ кривых показывает, что разброс значений оценок становится больше при увеличении длины шкалы, особенно резко при $q > 0,8$. Логично предположить, что использование традиционной и усреднённой [2,00...5,00] 4-балльных шкал как основных для экспертного оценивания будет оправданным. На-

пример, при оценивании элементов некоторого вектора качеств личности (профессиограммы), содержащего только положительные качества, в качестве оценок шкалы (табл. 6) эксперты используют ответы на вопрос типа “В наличии ли у объекта выбора указанное качество?”

Если в качестве термов использовать критерии из табл. 6, формализованное описание соответствующей ЛП практически совпадает с приведённым в табл. 2.

Исключение из профессиограммы отрицательных качеств, являющихся для оцениваемых термов антонимами в лексическом отношении или антагонистами в широком понимании (“лживость” для понятия “честность”, “нескромность” для “скромность”, “грубость” для “вежливость” и т.п.), выполняет функцию замещения. Это значит, что при оценивании каждого из качеств личности выбранная экспертом оценка частично (в середине шкалы) или полностью (на границах шкалы) исключает противоположное качество, как и в шкалах Демпстера – Шеффера и Саати.

Модели экспертного оценивания для профессионального отбора

Эффективность профессиональной деятельности в любой отрасли обусловлена степенью совпадения психологического содержания работы (профессии) и склонности индивида к определённому типу деятельности. При этом качество профессионального отбора определяется адекватностью модели работника (профессиограммы) как комплекса соответствующих признаков – составных качеств профессиональной деятельности. Перечень

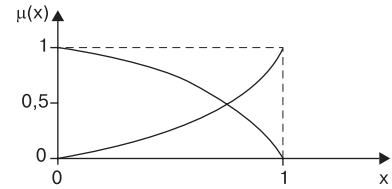


Рис. 4
Графические интерпретации функций принадлежности ЛП β_{p2}

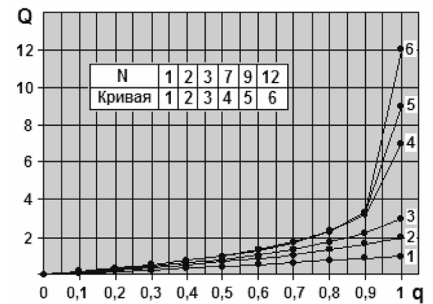


Рис. 5
График зависимости $Q = f(q)$

существенных признаков обычно определяется экспертными методами рангов, приписывания баллов (оценивания) и сопоставления: для каждого признака по данным экспертного оценивания рассчитывается коэффициент весомости [6, 16, 17, 19]. Главной процедурой для этих методов является определение согласованности мнений экспертов и коррекция состава группы экспертов или их обучение при наличии несогласованности.

Один из основных показателей согласованности мнений экспертов – коэффициент конкордации – прямо пропорционален величине, которая может рассматриваться как “аналог” дисперсии результатов оценивания по экспертам и оцениваемыми признаками, и обратно пропорционален 2-й степени количества экспертов и 3-й степени количества признаков. Это определяет главный недостаток коэффициента конкордации как показателя: он

Таблица 6. Шкала оценивания

| Суждение | Балл |
|--------------------|------|
| Да | 5 |
| Скорее да, чем нет | 4 |
| Скорее нет, чем да | 3 |
| Нет | 2 |

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ РЕЙТИНГОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ



противоречит одному из основных положений метрологии, – “увеличение количества измерений уменьшает случайную составляющую погрешности измерений”. К тому же “обучение” экспертов, подбор группы и другие процедуры, связанные с получением оценки коэффициента конкордации, близкой к единице (полное согласие экспертов), ставят под сомнение саму возможность достижения объективных результатов экспертизы.

Изложенное ранее позволяет предложить метод построения моделей для профессионального отбора в любом виде деятельности, сущность которого в следующем. Для конкретного специалиста с учётом его функциональных обязанностей группой экспертов (специалистов соответствующей отрасли) составляется перечень признаков – требуемых качеств личности. Затем для каждого из признаков отыскиваются в энциклопедических, терминологических и толковых словарях определения. Далее выполняется лингвистическая обработка перечня с целью исключения синоними-

ческих и устаревших понятий. Например, из более 1500 терминов, используемых в русском языке для определения качеств и черт характера личности, такая обработка позволяет оставить всего несколько десятков.

Перечень обрабатывается экспертами методом приписывания баллов ответам на вопрос “Является ли рассматриваемый признак существенным?” с использованием шкалы (см. табл. 6). Для каждого из признаков, возможность использования которого при обработке данных, полученных в шкале порядка, обоснована, рассчитываются коэффициенты весомости как среднее арифметическое по экспертным оценкам [11, 16, 17]. При этом из исходного перечня могут исключаться признаки с малыми (незначимыми) значениями коэффициентов весомости. Согласованность мнений экспертов оценивается по коэффициенту вариации, смысл которого прозрачен: коэффициент прямо пропорционален среднему квадратичному отклонению признака и обратно пропор-

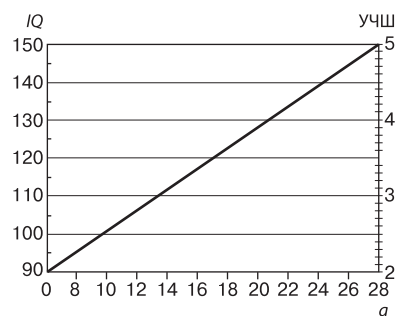


Рис. 6
Номограмма для пересчёта оценок IQ в оценки по усреднённой 4-балльной шкале (УЧШ)

ционален значению коэффициента весомости.

Окончательно полученный перечень существенных признаков оформляется в виде тезауруса – информационной модели специалиста. Тезаурус включает энциклопедическое или словарное определение признака (обычно это существительное, а при его отсутствии – прилагательное), его синонимы, а также антонимичные понятия (табл. 7). Языковым средством манипулирования данными является алфавитный указатель терминов и определений.

Обработка экспертной информации в задачах профессионального отбора

При профессиональном отборе могут использоваться данные, измеренные с применением шкалы интервалов, абсолютной шкалы, а также полученные по результатам тестов из круга уже известных со своими шкалами оценивания [1, 4, 12, 15] и специально разработанных, шкалы которых отличаются. Использование усреднённой 4-балльной шкалы позволяет сопоставлять данные, полученные из разных источников. Например, полученные в результате тестирования оценки коэффициента интеллектуальности IQ для 1-го, 3-го

Таблица 7. Фрагмент информационной модели специалиста

| Номер | Определение признака |
|--------|--|
| 2.2 | Волевые черты характера личности Черты, которые характеризуют способность личности управлять своим поведением, направлять действия и мобилизовать силы на преодоление трудностей |
| 2.2.1 | Дисциплинированность <i>Дисциплинированный</i> Подчиняющийся дисциплине, придерживающийся порядка, собранный (организованный) Недисциплинированность, несобранность, неорганизованность |
| 2.2.2 | Настойчивость <i>Настойчивый</i> Твёрдость в достижении какой-либо цели, настырность (упорство, настоятельность, неуклонность, напористость, неуступчивость, завязатость, истовость) Ненастойчивость, ненапористость, ненастырность, нетвёрдость, мягкость, уступчивость |
| 2.2.3 | Решительность <i>Решительный</i> Твёрдый, несомневающийся, не колеблющийся в поступках (категоричный, полный энергии, несломимый, активный, инициативный) Нерешительность, апатичность, безынициативность, неуверенность, пассивность |
| ... | |
| 2.2.10 | Целенаправленность <i>Целенаправленный</i> Имеющий чётко определённую цель и стремящийся к её достижению (определившийся, целеустремлённый) Неопределённость, нецеленаправленность |

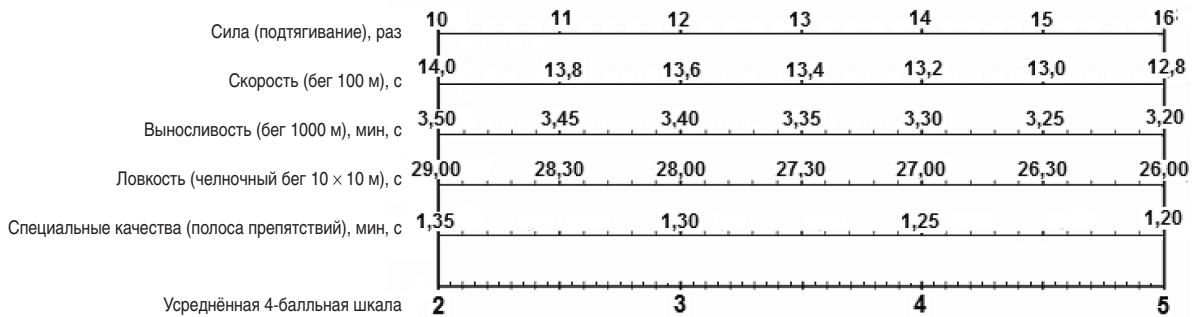


Рис. 7 Номограмма связи физических качеств личности с усреднённой 4-балльной шкалой

и 4-го тестов Айзенка (в классическом виде [1] достаточно легко преобразуются в программное изделие) могут быть пересчитаны в оценки усреднённой 4-балльной шкалы по номограмме (рис. 6) или по формуле:

$$Q_{134} = 0,136q + 1,183. \quad (6)$$

Формулы для расчёта оценок соответственно второго и пятого, словесного, числового и зрительно-пространственного тестов:

$$Q_{25} = 0,107q + 1,357; \quad (7)$$

$$Q_C = 0,115q + 2; \quad (8)$$

$$Q_q = 0,125q + 1,25; \quad (9)$$

$$Q_{311} = 0,068q + 1,591. \quad (10)$$

Обобщённая оценка IQ может быть представлена как усреднённая в 4-балльной шкале по всем тестам.

Аналогичным образом возможно пересчитать полученные по абсолютной шкале, шкалам интервалов и отношений результаты измерений физических качеств личности – силы, скорости и т.п. (рис. 7).

Использование 4-балльной и усреднённой 4-балльной шкал при экспертном оценивании обеспечи-

вает прозрачность и чёткость критериев, простоту расчётов и единообразие использования, что позволяет решить квалиметрическую задачу построения ранжированных последовательностей в любой предметной области. Усреднённая 4-балльная шкала обеспечивает возможность сопоставления оценок, полученных с использованием любой из шкал количественных признаков. Отсчёт оценок по усреднённой 4-балльной шкале с использованием нониуса до 1/100 обеспечивает приведённую погрешность в 3 раза меньшую, чем у рейтинговой 100-балльной шкалы.



Литература

1. Айзенк Г. Проверьте свои способности. – М.: Мир, 1972.
2. Богомолов А.В. Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. – М.: Медицина, 2003.
3. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование. – М.: Финансы и статистика, 1988.
4. Изотов А.В. Как стать лучше? – Йошкар-Ола: Марийское книжное издательство, 1991.
5. Кандель А., Байатт У.Дж. Нечёткие множества, нечёткая алгебра, нечёткая статистика // Труды американского общества инженеров-радиоэлектроников. – 1978. – Т. 66. – № 12. – С. 37–61.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
7. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. – М.: Наука, 1975.

8. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. – Л.: Наука, 1984.
9. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьев Г.В. Обработка нечёткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989.
10. Ожегов С.И. Словарь русского языка / Под ред. Н.Ю. Шведовой. – М.: Рус. Яз., 1987.
11. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2002.
12. Пекелис В.Д. Твои возможности, человек! – М.: Знание, 1984.
13. Рудаков С.В., Рудаков И.С., Богомолов А.В. Методика идентификации вида закона распределения параметров при проведении контроля состояния сложных систем // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2007. – Т. 5, № 1. – С. 66–72.
14. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1989.
15. Тесты, тесты, тесты... / Под ред. М. Мацковского. – М.: Молодая гвардия, 1990.
16. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Паттерны функциональных состояний оператора. – М.: Наука, 2010.
17. Ушаков И.Б., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Физиология труда и надёжность деятельности человека. – М.: Наука, 2008.
18. Человеческий фактор: В 6 т. Т.1: Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина / Ж. Кристенсен, Д. Майстер, П. Фоули и др. – М.: Мир, 1991.
19. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством. – М.: Издательство стандартов, 1990.
20. Шабалин С.А. Прикладная метрология в вопросах и ответах. – М.: Издательство стандартов, 1990.
21. Шабалин С.А. Измерения для всех. – М.: Издательство стандартов, 1992.
22. Энциклопедия кибернетики: В 2-х т. Т. 1. – К.: Украинская советская энциклопедия, 1974.