

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА

*Каримова В. А., Ахмедов Ж. С.*

В статье даётся обоснование применения научных методов для формирования кадрового потенциала организаций, приведён обзор существующих математических моделей подбора кадров. Рассмотрено математическое моделирование процессов эффективного подбора кадров предприятиями. Показан пример иерархического представления требований к соискателям на основе дерева целей. Предлагается модель оценивания кандидатов по разным аспектам их компетенций, с учётом важности каждого аспекта, которая позволяет многогранно представить профиль каждого соискателя. Детально рассмотрен алгоритм оценки личностных компетенций на основе 16-факторного опросника Р. Б. Кеттелла. Описано применение метода Делфи; оценивалась оптимальная степень обладания каждым фактором по Р. Б. Кеттеллу и коэффициент «важности» каждого фактора. Показано применение метода нормирования для вычисления результирующих значений и формирования профиля «идеального» кандидата на основе экспертных данных. Представлено вычисление коэффициента вариации для оценки согласованности мнений экспертов. Приведены результаты апробации информационной системы подбора кадров на основе предложенной математической модели, а также анализ результатов практических экспериментов; сделан вывод о применимости предложенной математической модели оценки кандидатов.

**Ключевые слова:** подбор кадров, метод Делфи, дерево целей, личностные компетенции, опросник Кеттелла, коэффициент вариации.

Maqolada tashkilotlarning hodimlar salohiyatini shakllantirish uchun ilmiy usullarni qo'llash asosi keltirilgan, kadrlarni tanlash bo'yicha mavjud matematik modellar ko'rinishi berilgan. Tashkilotlar tomonidan kadrlarni samarali tanlash jarayonlarining matematik modellashuvi ko'rib chiqilgan. Da'vogarlarga maqsadlar daraxti asosida talablarni iyerarxik ravishda taqdim etish namunasi ko'rsatilgan. Nomodlarni, ularning turli qodirlik jihatlari bo'yicha, har bir jihatning muhimligini hisobga olgan holda, baholash modeli taklif qilingan, u har bir da'vogarning profilini har tomonlama taqdim etish imkonini beradi. R.B. Kettelning 16 omilli savolnomasi asosida shaxsiy qirralarni baholash algoritmi batafsil ko'rib chiqilgan. Delfi usulining qo'llanilishi tavsiflangan; R.B. Kettel bo'yicha har bir omilga ega bo'lish optimal darajasi va har bir omilning "muhimlik" koeffitsienti baholangan. Natijaviy qiymatlarni hisoblash va ekspertlar ma'lumotlariga asoslangan "ideal" nomzodning profilini shakllantirish uchun normalizatsiya usulidan foydalanish ko'rsatilgan. Ekspertlar fikrlarining

birdamliligini baholash uchun juz'iy o'zgarish koeffitsientining hisoblanishi ko'rsatib berilgan. Taklif etilayotgan matematik model asosida kadrlar tanlash axborot tizimini sinovdan o'tkazish natijalari, shuningdek amaliy tajriba natijalari tahlili keltirilgan; nomodlarni baholashning taklif qilingan matematik modelining qo'llanilishi to'g'risida xulosa chiqarilgan.

**Tayanch iboralar:** kadrlarni tanlash, Delfi usuli, maqsadlar daraxti, shaxsiy qodirlik, Kettel savolnomasi, juz'iy o'zgarish koeffitsienti.

The article provides a substantiation of the usage of scientific methods in the formation of human resources of organizations; a review of existing mathematical models of recruitment is given. The mathematical modeling of processes of effective staff selection by enterprises is considered. Hierarchical representation of the requirements for applicants is shown as an example on the basis of a goal tree. A model is proposed for evaluating candidates in different aspects of their competencies, taking into account the importance of each aspect, which allows presenting the profile of each applicant multifaceted. The algorithm for evaluating personal competencies was considered in detail, basing on the Cattell's 16 Personality Factors Test. The application of the Delphi method is also described; the optimal degree of possession of each factor by R. B. Cattell and the coefficient of "importance" of each factor were estimated. The article highlights the use of normalization method for calculation the resulting values and formation the "ideal" candidate's profile, based on expert data. The calculation of the coefficient of variation is shown to assess the consistency of expert opinions. The results of approbation of the personnel selection information system on the basis of the proposed mathematical model are suggested, as well as analysis of the results of practical experiments, are presented; the conclusion is drawn on the utilization of the proposed mathematical model for evaluating candidates.

**Keywords:** recruitment, Delphi method, goal tree, personal competences, Cattell's questionnaire, coefficient of variation.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Конкуренентоспособность, положение на рынке, имидж любой организации во многом определяется её кадровым составом, в связи с этим особенно актуальным является вопрос грамотного подбора кадров, основанного на научных методах.

Вопросы кадрового менеджмента, вопросы подбора и отбора кадров в организации являются актуальными в современной науке управления персоналом, так как именно кадровый потенциал является основой эффективной работы и развития учреждения [1].

С другой стороны, плохо организованный подбор персонала чреват для компании такими проблемами, как высокая текучесть кадров, низкая корпоративная сплоченность сотрудников и низкая трудовая дисциплина [2].

## II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

**Обзор существующих методов.** На сегодняшний день степень изученности обозначенной проблемы достаточно высока. Различные исследователи предлагают различные алгоритмы и модели оценивания кандидатов.

Так, в работе [3] авторы исследуют иерархические лингвистические оценочные компетентностные модели, представленные в виде дихотомических деревьев, на нижнем уровне которых находятся основные общие и ядерные (для анализируемой позиции в компании) компетенции, измеренные в лингвистических шкалах. На базе этих моделей предлагается алгоритм формирования оценки профессиональной компетентности персонала.

Зинченко А. А. в своей работе [4] применяет нейронную сеть, построенную по данным о прохождении испытательного срока работниками; эта нейронная сеть решает задачу априорной классификации кандидатов на пригодных и непригодных.

В работе [5] предлагается компьютерный метод отбора персонала, позволяющий обеспечить информационно-аналитическую поддержку принятия решения по отбору персонала с учётом приоритетности и противоречивости выдвигаемых требований к персоналу. Программная база предлагаемого метода характеризуется формированием правил классификации по обучающей матрице, составленной из описанных по схеме «признак-значение» прецедентов кризисных ситуаций.

В работе [6] авторы описывают концепцию системы предварительного отбора кандидатов на основе методов интеллектуального анализа данных с использованием нечёткой логики; составлена база правил, на основании которой можно сформировать рейтинг претендентов, с помощью алгоритмов нечёткого вывода.

**Алгоритм подбора кадров.** На рисунке 1 графически представлен алгоритм подбора кадров, согласно которому *HR*-менеджер выделяет аспекты, по которым будет оцениваться соискатель, а также характеристики, которые оцениваются методом Делфи, – таким образом, создаётся профиль «идеального» кандидата. Статистическими методами обрабатываются результаты оценивания, оценивается согласованность мнений экспертов. Степень пригодности кандидата к должности рассчитывается путём сравнения его фактических данных с профилем «идеального» кандидата.

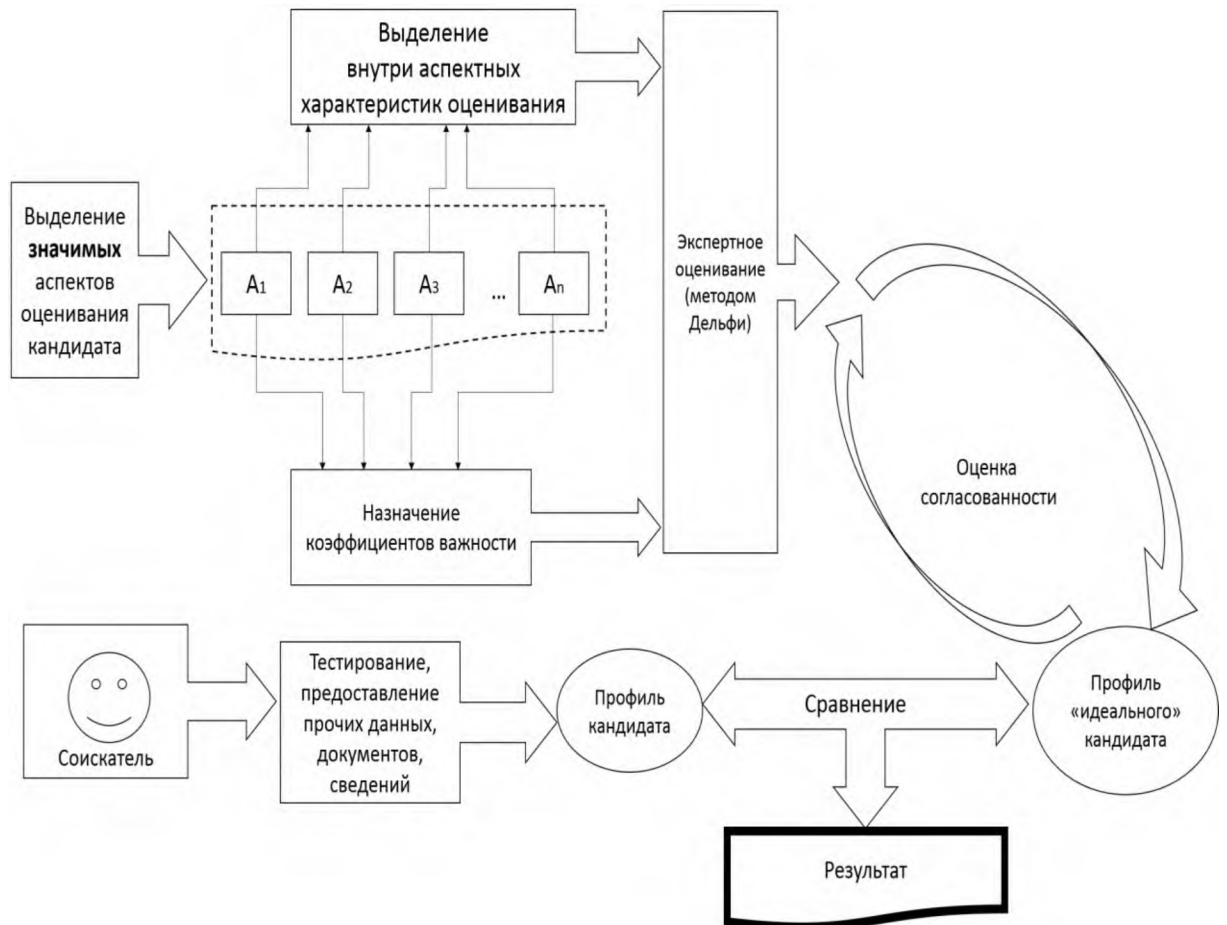


Рис. 1. Алгоритм подбора кадров

Как правило, каждая организация для конкретной вакансии определяет свою структуру требований к кандидату. Иерархически представим некоторые аспекты, по которым оценивается соискатель, в виде дерева целей (рисунок 2).

Уровень образования, опыт работы, общие характеристики (пол, возраст, семейное положение и т. п.) определяются на основе документов, которые кандидат предоставляет в отдел кадров. Состояние здоровья определяется медицинским осмотром. Что же касается личностных компетенций, то получить их объективную оценку сложнее всего. Далее в статье детально будет рассмотрен алгоритм оценки личностных компетенций соискателя на конкретном примере.

Итак, пусть выделено  $n$  базовых (то есть важных с точки зрения HR-менеджера организации) аспектов, по которым следует оценивать соискателя:  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .

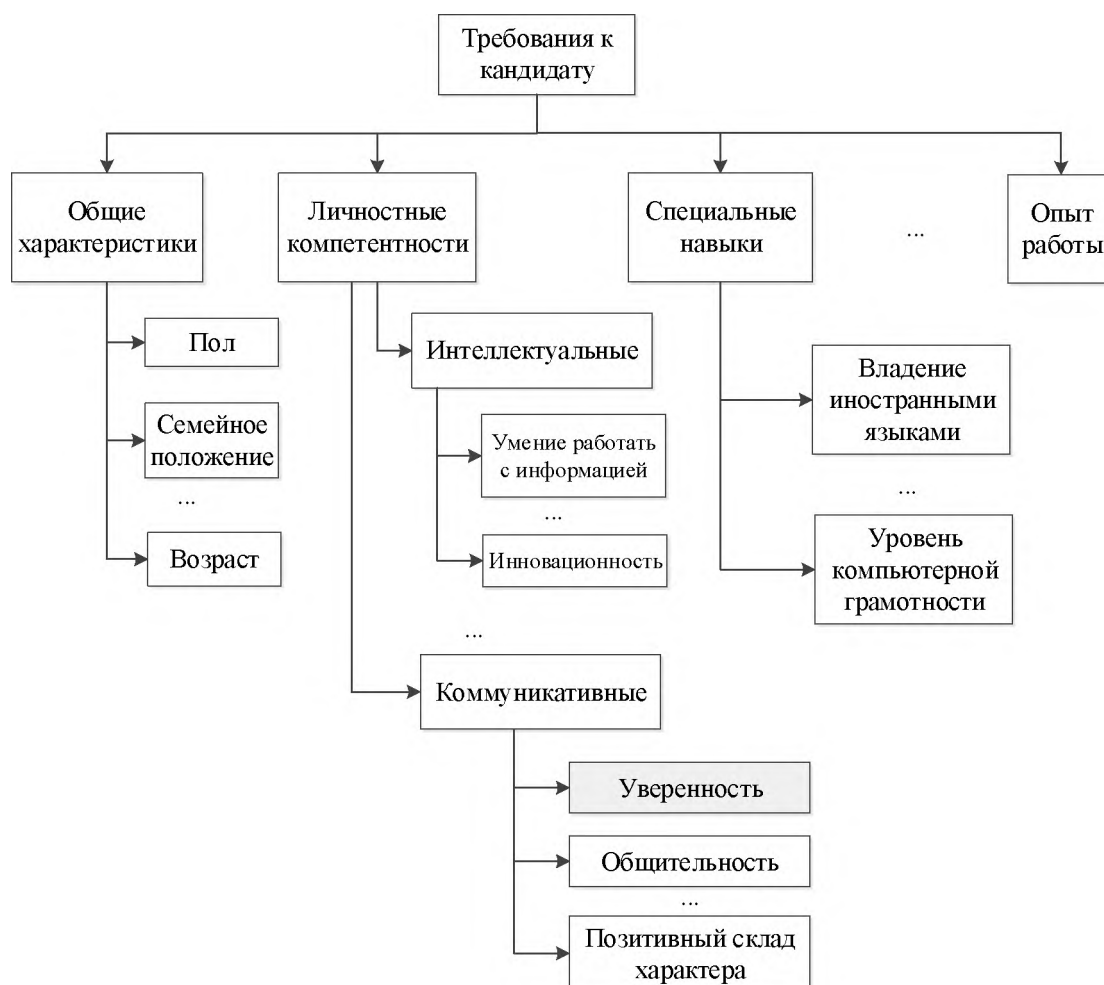


Рис. 2. Представление дерева целей

В зависимости от специфики деятельности предприятия, либо от должности, меняется важность оценивания тех или иных характеристик. Математически это можно выразить, установив для каждого из аспектов его коэффициент важности  $\omega_{A_i}$ .

$$\omega \in (0; 1).$$

$\omega$  – это коэффициент, показывающий приоритет каждого оцениваемого аспекта относительно всех выделенных аспектов:

$$\sum_{i=1}^n \omega_{A_i} = 1.$$

Тогда степень пригодности кандидата к должности, на которую он претендует, можно выразить следующим образом:

$$S = \sum_{i=1}^n \mu(A_i) \cdot \omega_{A_i}, \quad (1)$$

где  $\mu(A_i)$  – это функция, которая всем характеристикам аспекта оценивания ставит в соответствие некоторую безразмерную величину, полученную в результате сравнения фактических данных характеристик

кандидата с характеристиками профиля «идеального» кандидата для этой вакансии. В свою очередь, профиль «идеального» кандидата (то есть набор значений характеристик) определяется методом Делфи.

**Оценка личностных компетенций.** Имеется частный случай:  $n = 2$ , то есть выделены аспекты:  $A_1$  – проверка личностных компетенций,  $A_2$  – проверка профессиональной компетентности кандидата.

То есть, (1) имеет вид:

$$S = \mu(A_1) \cdot \omega_{A_1} + \mu(A_2) \cdot \omega_{A_2} \quad (2)$$

Рассмотрим более подробно алгоритм оценки личностных компетенций. Для этого воспользуемся 16-факторным опросником Р. Б. Кеттелла [7, с. 68], который предназначен для глубинной личностной диагностики. Для составления профиля «идеального» кандидата, воспользуемся методом Делфи. Этот метод является методом экспертного оценивания [8]. Его особенностями являются: заочность, многоуровневость, анонимность. Исходная предпосылка метода — если грамотно обобщить и обработать индивидуальные оценки квалифицированных по экспертов, то можно получить коллективное мнение, обладающее достаточной степенью достоверности и надёжности.

С помощью сервиса онлайн-опроса [9] была составлена анкета для опроса. Затем было опрошено двенадцать независимых экспертов в области ИТ. Для должности специалиста по проектированию прикладных программных средств предлагалось оценить:

1.  $F_{i(\text{оптим.})}$  – оптимальную степень обладания каждым фактором по Р. Б. Кеттеллу:

$$i = 1, 2, \dots, 16;$$

$$F \in \{1, 2, \dots, 10\}.$$

2.  $\omega(F_i)$  – коэффициент «важности» каждого фактора:  
 $\omega \in (0; 1)$ .

После сбора данных, результаты проведённого исследования были обработаны статистическими методами и составлен профиль личностной компетенции «идеального» кандидата (см. таблицу 1).

Пусть  $k$  – количество экспертов (в рассматриваемом случае  $k = 12$ ).

Результирующая оптимальная степень обладания  $i$ -ым фактором рассчитывалась как среднее арифметическое по формуле (3):

$$F_{i(\text{оптим.})} = \frac{\sum_{j=1}^k F_{ij}}{k} \quad (3)$$

где  $F_{ij}$  – это оптимальная степень обладания  $i$ -ым фактором, согласно мнению  $j$ -го эксперта.

Для получения результирующих весов важности для каждого фактора мы воспользовались методом нормирования, то есть:

1. Чтобы «сгладить» различия в восприятии назначенных экспертами коэффициентов важности, рассчитали относительные коэффициенты важности для каждого эксперта:

$$\omega_{j \text{ отн.}}(F_i) = \frac{F_{ij}}{\sum_{i=1}^{16} F_{ij}} \quad (4)$$

2. Рассчитаем результирующие коэффициенты важности:

$$\omega(F_i) = \frac{\sum_{j=1}^k \omega_{j \text{ отн.}}(F_i)}{k} \quad (5)$$

Таким образом, сумма результирующих коэффициентов важности для всех выделенных 16-ти факторов, становится равной единице.

**Вычисление коэффициента вариации.** Известны такие показатели степени согласованности мнений экспертов как коэффициент вариации и коэффициент конкордации.

Коэффициент вариации  $V_i$  оценок, полученных  $i$ -ым сравниваемым объектом, характеризует вариабельность, рассчитываемую в виде отношения среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому значению оценки сравниваемого объекта [10].

Определим степень согласованности мнений экспертов, результаты ранжирования которыми факторов личностной компетенции рассмотрены выше.

Дисперсия  $D_i$  оценок, данных  $i$ -му фактору, определяется как:

$$D_i = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (F_{ij} - M_i)^2, \quad (6)$$

где  $k$  – число экспертов;

$F_{ij}$  – оценка  $i$ -го фактора  $j$ -ым экспертом.

$M_i$  – среднее арифметическое значение величины оценки фактора, определяется по формуле (7):

$$M_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k F_{ij} \quad (7)$$

Среднее квадратическое отклонение оценок, полученных  $i$ -ым элементом, определяется по формуле (8):

$$\delta_i = \sqrt{D_i} \quad (8)$$



Коэффициент вариации оценок (см. последний столбец таблицы 1), полученных  $i$ -ым элементом, определяется по формуле (9):

$$V_i = \frac{\delta_i}{M_i} \quad (9)$$

Степень согласованности экспертов считают удовлетворительной в том случае, когда коэффициент вариации  $\leq 0,3$ . Как видно из таблицы, только для пяти факторов из шестнадцати эта величина незначительно выше, – таким образом, в целом, можно считать мнения экспертов согласованными.

Таблица 1. Профиль личностных компетенций «идеального» кандидата на должность специалиста по проектированию программных средств

№ п/п	Индекс фактора	Коэффициент «важности»	Оптимальная степень обладания	Коэффициент вариации оценок оптимальной степени обладания
1	A	0,015	1,3	0,49
2	B	0,241	5,3	0,12
3	C	0,032	5,4	0,12
4	E	0,012	5	0,12
5	F	0,012	4,3	0,18
6	G	0,014	6,3	0,17
7	H	0,011	5,1	0,13
8	J	0,014	6,2	0,09
9	L	0,006	4,9	0,1
10	M	0,564	1,2	0,33
11	N	0,008	5,2	0,11
12	O	0,018	4,8	0,16
13	Q1	0,014	4,9	0,14
14	Q2	0,01	1,3	0,37
15	Q3	0,015	1,2	0,33
16	Q4	0,013	1,3	0,36



**Алгоритмы моделей и методов подбора кадров.** Используя полученные методом Делфи оптимальные степени обладания факторами личностной компетенции, определяем  $m$  мер совместимости ( $\varphi_i$ ) личностных компетенций кандидата с «идеальными» показателями:

$$\varphi_i \left( F_{i(\text{факт.})} \right) = \varphi_{\max} - \frac{|F_{i(\text{факт.})} - F_{i(\text{оптим.})}|}{F_{i(\text{факт.})}} \quad (10)$$

где  $F_{i(\text{факт.})}$  – степень обладания кандидатом  $i$ -м фактором;

$F_{i(\text{оптим.})}$  – оптимальная степень обладания  $i$ -м фактором.

$\varphi_{\max}$  – максимальное значение меры совместимости. Целесообразно принять  $\varphi_{\max} = 1$ .

Очевидно, однако, что при таком определении (10) возможно появление отрицательных значений  $\varphi$  в случае, если  $F_{(\text{факт.})} < \frac{F_{\max}}{2}$ . Поэтому, внесём изменения в (10):

$$\varphi_i \left( F_{i(\text{факт.})} \right) = \begin{cases} \varphi_{\max} - \frac{\Delta F_i}{F_{i(\text{факт.})}} & \text{если } F_{i(\text{факт.})} \geq h \\ \varphi_{\max} - \frac{\Delta F_i}{(F_{\max} + 1) - F_{i(\text{факт.})}} & \text{если } F_{i(\text{факт.})} < h \end{cases} \quad (11)$$

где  $h = \frac{F_{\max}}{2}$  (в частном случае  $h = 10/2 = 5$ );

$F_{\max}$  – максимальное значение оценки факторов (в рассматриваемом случае  $F_{\max} = 10$ );

$\Delta F_i$  – модуль разности оптимального значения  $i$ -го фактора с фактическим значением кандидата.

Таким образом, в формуле (2):

$$\mu(A_1) = \sum_{i=1}^{16} \varphi_i \cdot w_i \quad (12)$$

$w_i$  – это вес важности  $i$ -го фактора.

Подставляя (12) в (2) получим степень пригодности кандидата:

$$S = \left( \sum_{i=1}^{16} \varphi_i \cdot w_i \right) \cdot \omega_{A_1} + \mu(A_2) \cdot \omega_{A_2} \quad (13)$$

Из  $p$  кандидатов наиболее соответствует вакантной должности тот, у кого  $S$  больше.

Аналогично, рассчитывается  $\mu(A_2)$  для профессиональных компетенций кандидата.

**Оценка математической модели.** Была разработана прикладная

информационная система подбора кадров на основе вышеописанной модели.

На основании (1) рассчитаем определим максимальное значение  $S$  – степени пригодности кандидата по формуле:

$$\max(S) = \sum_{i=1}^n \max(\mu(A_i)) \cdot \max(\omega_{A_i}), \quad (16)$$

В таблице 2 приведены результаты апробации математической модели на целевой группе, состоящей из 10-ти сотрудников, занимающих свою должность на исследуемом предприятии более трёх лет. В целях сохранения конфиденциальности, обозначим их  $E_1, E_2, \dots, E_{10}$ .

Выдвинем гипотезу  $H_1$  о пригодности сотрудника к занимаемой им должности априори, если он работает на ней более трёх лет.

Таблица 2. Результаты практических экспериментов (оцениваются профессиональные компетенции)

п/п	Сотрудник	Должность	Значение $S$ – степени пригодности		Степень схождения в %-ном отношении
			$\max(S)$	фактическое, согласно расчёту ИС	
	$E_1$	Должность 1	24	22,32	93
	$E_2$			22,08	92
	$E_3$			22,37	93,2
	$E_4$			23,18	96,6
	$E_5$	Должность 2	10	9,41	94,1
	$E_6$			8,64	86,4
	$E_7$			8,83	88,3
	$E_8$	Должность 3	12	10,56	88
	$E_9$			11	91,7
0	$E_{10}$			11,28	94

Высокие (>86%) значения схождения максимального значения  $S$  с фактическими, полученными по результатам апробации ИС подбора кадров, при истинности гипотезы  $H_1$ , говорит об адекватности математической модели, предложенной в настоящей работе.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, модель оценивания кандидатов по разным аспектам их компетенций, с учётом важности каждого аспекта, позволяет многогранно представить профиль каждого соискателя, что является базой для получения

HR-менеджером объективной оценки соответствия должности. Процедура формализованной оценки всех качеств кандидата на вакансию (профессиональных компетенций, личностных компетенций, общих характеристик, прочих специальных навыков) упрощается до определения значений степени обладания теми или иными качествами личности и подстановки результатов тестирования в математическую модель.

Применение метода Делфи для оценивания конкретных компетенций способствует выработке независимости мышления экспертов, обеспечивает объективное моделирование профиля кандидата, наилучшим образом «подходящего» к конкретной должности.

Назначение весовых коэффициентов критериев (т. е. мер важности для успешной работы на конкретной должности) и их последующая нормализация, оптимизирует математическую модель подбора кадров, позволяя учитывать все составляющие моделируемого процесса подбора кадров.

Статистическая обработка результатов экспертного оценивания, вычисление коэффициента вариации оценок, позволяет, в случае высоких показателей несогласованности мнений экспертов, проанализировать причины вариации их оценок, прежде чем использовать в математической модели.

Универсальность предлагаемой модели заключается в её применимости к любой сфере деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] О. Х. Васева – «Роль отбора и подбора кадров в системе управления персоналом». Наука и инновации в современных условиях: сборник статей Международной научно-практической конференции 20.01.2017 г. Часть 2;

[2] Махмудова И.Н. Методы обеспечения кадровой безопасности при подборе персонала: организация бизнес-процесса // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 11 (65). Ч. 4. — С. 180-184;

[3] Т. В. Азарнова, А. С. Демидова Алгоритм формирования оценки профессиональной компетентности персонала на базе иерархических лингвистических оценочных моделей // Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: экономика и управление. 2015. № 3, с.25-36.

[4] Зинченко А. А. Моделирование процессов подбора и оценки персонала, диссертация на соискание учёной степени к.э.н. / А. А. Зинченко. – Москва, 2015 г.;

[5] В. С. Кретов, И. М. Коробицын Компьютерный метод отбора персонала фирмы // Науковедение – Интернет-журнал [Электронный ресурс]: <http://naukovedenie.ru/index.php?id=160>;

[6] Гиль М.В., Фонотов А.М. Методика отбора персонала на вакансию на основе нечётких показателей // Інформаційні управляючі системи та

комп'ютерний моніторинг (IUC-2013) / Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. — Донецьк, ДонНТУ — 2013, Том 2, с. 67-71;

[7] Тесты при приёме на работу / Нина Абельмас – Издательский дом «Питер», 2008. – 162 с.;

[8] Дельфийский метод: определение в Большом энциклопедическом словаре [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/115806> (дата обращения: 27.04.2018 г.);

[9] Online Survey Software [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://my.surveio.com> (дата обращения: 12.02.2018 г.);

[10] Рязанцев В. И., Морозов А. В. – Методика проведения согласования экспертных оценок, полученных путём индивидуального анкетирования, методом анализа иерархий: электронный научно-технический журнал «Инженерный вестник», издатель ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», ISSN 2307-0595, № 12, 2014.