

УДК 631.3:004

Т.В. Азарнова, А.Л. Ухин, Д.О. Косенко
**НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ
ПЕРСОНАЛОМ**

*Воронежский Государственный университет
Воронежский ГАСУ*

Проводится структурированный анализ сфер применения различных математических методов и моделей в задачах управления персоналом. Для исследования выделяется круг задач управления развитием персонала. В рамках решения выделенных задач предложены нейросетевые модели и нечеткие лингвистические технологии, направленные на повышение эффективности используемых на практике в данных сферах процедур и технологий.

Ключевые слова: управление персоналом, нейросетевые модели, лингвистические технологии

Современные методы и модели открывают новые возможности для формализации, конструктивного развития и повышения эффективности методов управления персоналом компании.

В табл. 1 отражены основные сферы приложения математических методов и моделей в задачах управления персоналом.

В данной статье предложены модели нескольких из перечисленных в табл. 1 типов, направленных на повышение эффективности процедур и технологий системы управления развитием персонала, которая является важнейшей подсистемой системы управления персоналом. Система управления развитием персонала представляет собой систему организационных структур, методик, организационно-экономических мероприятий и ресурсов, служащих эффективному выполнению задач: по обучению, переподготовке и повышению квалификации персонала; организации изобретательской и рационализаторской работы; профессиональной адаптации; оценке кандидатов на вакантную должность; текущей периодической оценке кадров; планированию деловой карьеры; работе с кадровым резервом.

**Нейросетевые модели и методы в задачах управления развитием
персонала**

В данном разделе остановимся на нейросетевых моделях и методах, применительно к задаче прогнозирования успешности новых кандидатов в различных направлениях профессиональной деятельности в компании [4].

Это одна из наиболее актуальных задач найма персонала. Задача прогноза при найме ставится следующим образом: по входным характеристикам кандидата, используемым при стандартном отборе, получить оценку специальных критериев успешности в профессиональной деятельности. В качестве входных характеристик кандидатов используются: параметры профессиональных знаний, умений, навыков; данные автобиографии; характеристики, связанные с особенностями психо-мотивационного механизма профессиональной деятельности, целеустремленность, активность, работоспособность, культурный уровень, ценностные ориентации в жизни, ценностные ориентации в достижении цели, нравственные качества; уровень профессиональной гибкости, мобильность, коммуникабельность, толерантность, компьютерная грамотность, владение иностранным языком, отношение работника к самому себе, умение налаживать деловые отношения, работоспособность, дисциплинированность, уверенность в успехе и т.д. Многие из этих качеств отражают анализ содержания работы, который осуществляется на основании специальных опросных листов (английский опросный лист “Work Profiling System”, разработанный компанией Saville and Holdsworth; американский опросный лист “Positional Analysis Questionnaire”, разработанный МакКормиком). Для оценки успешности в профессиональной деятельности используются специальные поведенческие шкалы и грейды. На рис. 1 приведена общая схема предложенного в работе нейросетевого алгоритма, решающего задачу прогнозирования успешности кандидатов. Для демонстрации предложенного алгоритма рассмотрим его применение для прогноза профессиональной успешности молодых специалистов - выпускников вузов в качестве рекламистов различных специализаций. Рекламисты, специализирующиеся в разных направлениях рекламного дела (дизайн в рекламе, копирайтинг в рекламе, маркетинг в рекламе, менеджмент в рекламе), выполняют разные профессиональные задачи. В работе [1] выдвинуто и экспертно-статистически обосновано предположения о том, что успешные рекламисты, специализирующиеся в дизайне, копирайтинге, маркетинге и менеджменте, имеют различные индивидуально-личностные особенности.

На основе детального изучения профессиональной деятельности выявляются важные качества для профессионального развития рекламистов разного профиля. Под успешностью в профессиональной деятельности понимается достижение целей, способность решать поставленные задачи, преодолевать условия и ограничения, препятствующие решению задач и достижению цели.

Таблица 1

Сферы приложения математических моделей и методов в задачах управления персоналом

Название методов и направлений моделирования	Сфера приложения в задачах управления персоналом
Методы теории игр	- оптимальное согласование интересов управляющего центра и агентов; - анализ конфликтных ситуаций; - формирование оптимальных стратегий информационного управления
Математическое моделирование	- оптимальное планирование процессов карьерного роста и обновления состава персонала - исследование стохастических процессов карьерного роста в компании методами теории массового обслуживания; - разработка эффективных механизмов мотивации; - разработка оптимальных схем распределения ресурсов на удовлетворение разноуровневых потребностей персонала; - разработка оптимальных стратегий профессиональной адаптации персонала в компании; - разработка оптимальных стратегий профессионального обучения
Имитационное моделирование	- исследование влияния инновационных процессов и технологий на эффективность работы персонала путем численного эксперимента на базе алгоритмического описания процессов на основе установленных нормативных, статистических, аналитических и логических зависимостей.
Семиотические модели	- разработка информационных систем и технологий управления персоналом; - анализ информационных потребностей персонала; - разработка оценочных алгоритмов и программ обработки информации; - разработка алгоритмов информационного управления
Нейросетевые модели	- прогнозирование успешности персонала в компании в процессе найма; - оценка результативности труда управленческого персонала - выявление предпочтений агентов
Экспертные методы и технологии	- проведение экспертизы управленческих решений в области управления персоналом; - формирование систем деловой оценки персонала; - выявление предпочтений агентов; - выявление сильных и слабых сторон системы управления персоналом; - формирование компетентностных моделей специалистов;
Функциональное моделирование	- разработка систем деловой оценки персонала; - разработка и реинжиниринг организационных структур; - разработка стратегий повышения эффективности и качества управления персоналом;
Когнитивное моделирование	- структуризация информации применительно к задачам анализа, прогнозирования и оценки эффективности системы управления персоналом

Критерии успешности профессионализации рекламистов разных направлений устанавливаются на основании самооценки их профессиональных достижений и удовлетворенности работой.

Для выявления важных индивидуально-личностных качеств (для основных направлений рекламной деятельности) и критериев успеха в профессиональной деятельности используются методики, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Методики для выявления индивидуально-личностных качеств

Методики
1. Исследование структуры интеллекта с помощью теста Р. Амтхауэра (TSI)
2. Тест «психического выгорания» А.А. Рукавишникова
3. Личностный опросник Айзенка Г. Ю. для взрослых (EPQ)
4. Методика выявления коммуникативных и организаторских склонностей (КОС)
5. Исследование особенностей саморегуляции
6. Опросник «Якорь карьеры»
7. Тест С. Медника (RAT)
8. Диагностика невербальной креативности

Каждая из приведенных выше методик предоставляет возможность выявить уровни нескольких профессионально важных для рекламистов качеств.

Приведенная на рис. 1 нейросетевая технология позволяет по совокупности входов (критерии из табл. 3) прогнозировать для потенциального рекламиста специализации, в которых он будет наиболее успешным. С позиции нейросетевой реализации используется многослойный персептрон, в качестве механизма обучения применяется градиентный алгоритм обратного распространения. Обучающая выборка строится на основе данных, описанных в работе [1] (61 рекламист разных специализаций в возрасте от 23 до 30 лет с опытом работы от 4 до 7 лет, из которых 14 дизайнеров, 15 копирайтеров, 18 маркетологов, 14 менеджеров). Нейронная сеть классифицирует респондентов по направлениям рекламной деятельности. Число нейронов в скрытых слоях многослойного персептрона подбирается экспериментально. Совокупный выход нейронной сети представляет собой числовой вектор из 4 компонент, значение каждой компоненты лежит в интервале $[0,1]$ и характеризует степень соответствия входа искусственной нейронной сети той или иной специализации, чем ближе компонента к 1, тем более успешным будет рекламист в данной специализации.

Таблица 3
 Тестирование профессионально важных качеств

Номер критерия	Номер методики	Название критерия
1	1	Дополнение предложений
2	1	Исключение слова
3	1	Аналогии
4	1	Общение
5	1	Память, мнестические способности
6	1	Арифметические задачи
7	1	Числовые ряды
8	1	Пространственное воображение
9	1	Пространственное общение
10	2	Психоэмоциональное истощение
11	2	Личностное отдаление
12	2	Профессиональная мотивация
13	3	Шкала экстраверсии
14	3	Шкала нейротизма
15	4	Коммуникативная степень
16	4	Организаторские качества
17	5	Планирование
18	5	Моделирование
19	5	Программирование
20	5	Оценка результатов
21	5	Гибкость
22	5	Самостоятельность
23	5	Общий уровень
24	6	Профессиональная компетентность
25	6	Менеджмент
26	6	Автономная независимость
27	6	Стабильность работы
28	6	Стабильность места жительства
29	6	Служение
30	6	Вызов
31	6	Интеграция стилей жизни
32	6	Предпринимательство
33	7	Вербальная оригинальность
34	7	Вербальная уникальность
35	8	Невербальная оригинальность
36	8	Невербальная уникальность

Для оценки эффективности обучения из обучающей выборки был выделен набор контрольных элементов, которые не участвовали в процессе обучения. Контрольные элементы были выделены из каждого класса рекламистов. Для определения числа скрытых слоев и числа нейронов в скрытых слоях было проведено более 150 обучающих экспериментов по 10000 итераций в каждом. Наилучшие результаты показала архитектура нейронной сети с одним скрытым слоем. В процессе эксперимента число нейронов менялось от 24 до 96 с шагом в 6 нейронов и с 150 до 195 с шагом в 15 нейронов. Веса сети в каждом из экспериментов инициализировались заново. Все компоненты входных векторов предварительно масштабировались к интервалу $[0,1]$. [0; 1] Была выявлена следующая закономерность: при числе нейронов от 24 до 100 средняя ошибка падает, после 100 – растет (с ростом числа нейронов обобщающая способность искусственной нейронной сети архитектуры многослойного персептрона падает), наиболее интересна область от 66-72 нейронов в скрытом слое (рис. 2). Можно предположить, что при числе нейронов близком к 70 достигается максимальная обобщающая способность нейронной сети. Для подтверждения данного факта было поставлено дополнительно 100 экспериментов при фиксированном числе нейронов. В ходе каждого эксперимента веса сети сохранялись с целью дальнейшего обучения. В более чем половине дополнительных экспериментов ошибка на контрольном множестве меньше или равна 2 (при точности сопоставления элементов обучающей выборки равной примерно 92,5 %). В 12 случаях из 100 ошибка опускалась ниже 1,5. Это позволяет еще более сузить поиски оптимальной структуры и продолжить обучение именно этих сетей. Для одной из сетей удалось достичь минимальной возможной ошибки на контрольном множестве, равной 0,27429.

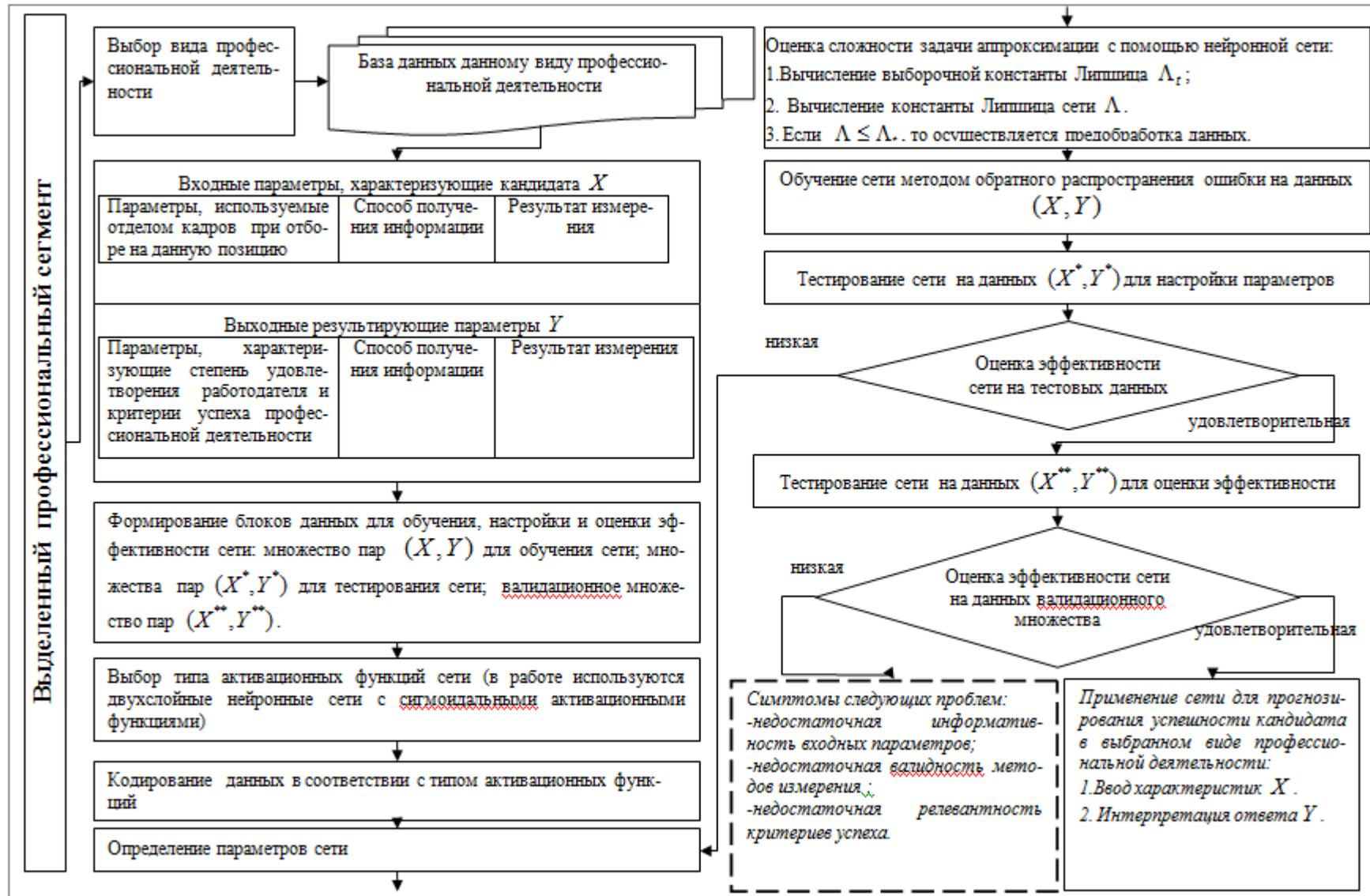


Рис. 1. Общая схема нейросетевого механизма

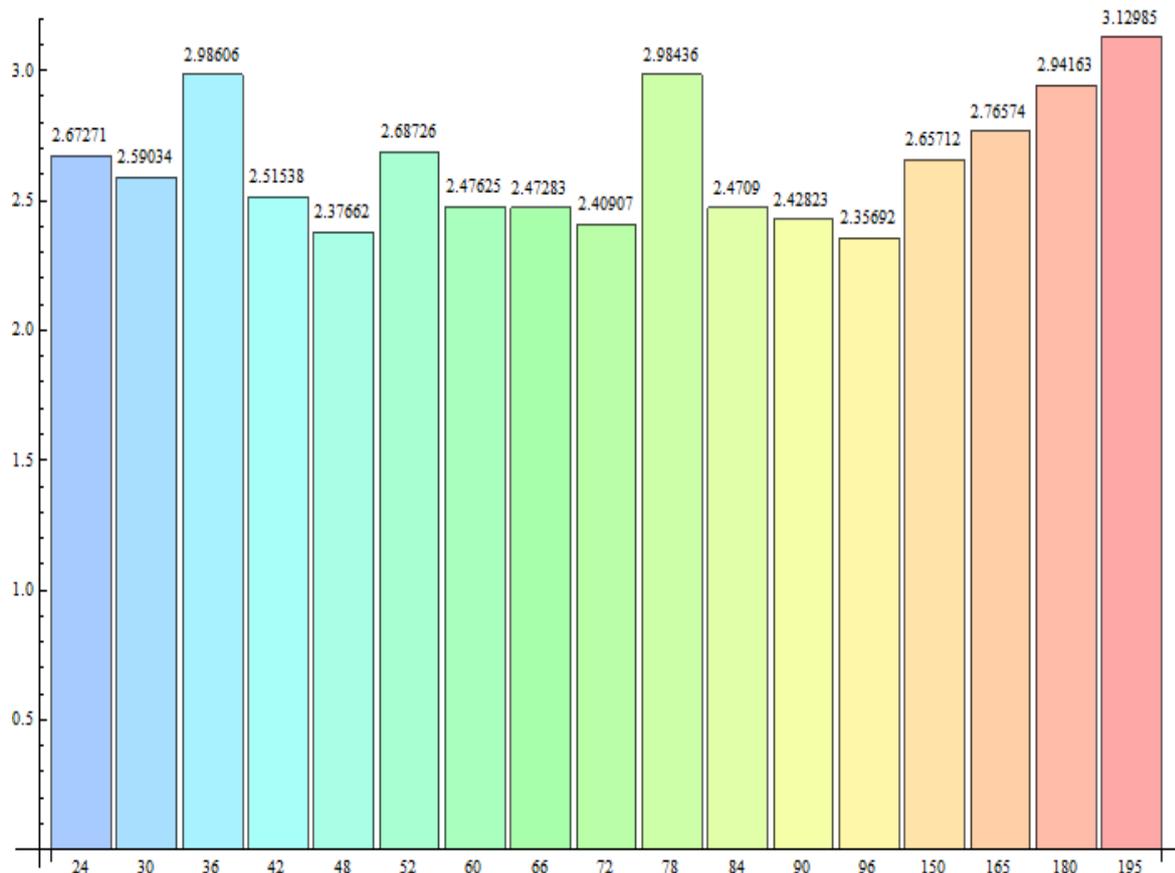


Рис. 2. Средняя ошибка обучения сети на контрольных множествах

Проведенный эксперимент показывает возможность и эффективность использования формализованных нейросетевых технологий для распознавания успешности молодых специалистов в различных направлениях рекламной деятельности.

Нечеткая технология получения прогнозной оценки профессиональной успешности человека в компании

Наряду с нейросетевыми алгоритмами для прогнозирования успешности человека в компании можно использовать нечеткие экспертные технологии. В данной работе предложена одна из таких технологий. Предполагается, что компания в процессе найма оценивает набор определенных компетенций. Все компетенции представляются в виде лингвистических переменных. Вводится в рассмотрение три модели, построенные на базе данных компетенций. Модель работодателя, модель соискателя и оценочная модель. Модели работодателя и соискателя представляют собой наборы оценок лингвистических важностей анализируемых компетенций, оценочная модель представляет собой уровень выраженности (терм) каждой компетенции у соискателя. Структура

моделей для профессии «менеджер» приведена на рис. 3, конкретная реализация моделей - на рис. 4.

Вычисляются лингвистические корреляции между различными моделями, для этого компоненты моделей специальным образом ранжируются.

На базе полученных лингвистических корреляций строятся правила нечеткого логического вывода, и оценивается успешность человека в компании (рис. 5).



Рис. 3. Структура модели прогнозирования успешности человека в компании

Ввод ИД Сервис Графики О программе

	Название	Модель I, Значимость	Модель W, Значимость	Оценка R
1	Потребность в доминировании	Высокая	Высокая	Сильная
2	Аналитическое мышление	Очень высокая	Очень высокая	Ярко выраженное
3	Умение абстрагироваться	Очень высокая	Очень высокая	Невыраженное
4	Склонность к работе в команде	Очень высокая	Очень высокая	Средняя
5	Умение делегировать полномочия	Очень высокая	Очень высокая	Удовлетворительное
6	Умение четко влиять на подчиненных	Очень высокая	Очень высокая	Приемлемое
7	Справедливость	Высокая	Очень высокая	Присутствует
8	Системность мышления	Очень высокая	Высокая	Присутствует
9	Умение взять на себя ответственность	Очень высокая	Очень высокая	Ярко выраженное
10	Умение отобрать нужную информацию	Очень высокая	Очень высокая	Незначительное

Далее

Рис. 4. Модель прогнозирования успешности менеджера в компании

Ввод правил для нечеткого вывода

Правило 1

Если R_{iw} высокая то "Успешность" высокая

Правило 2

Если R_{iw} средняя или R_{wr} средняя то "Успешность" средняя

Правило 3

Если R_{iw} низкая и R_{ir} низкая то "Успешность" низкая

Готово

Рис. 5. Правила нечеткого логического вывода для оценки успешности человека в компании

Нечеткие оценочные модели в управлении персоналом

Остановится на оценочных моделях в управлении персоналом. Речь идет о аттестации и деловой оценке персонала, которые в дальнейшем можно использовать в задачах развития персонала. Рассмотрим экспертный механизм формирования моделей компетенций специалистов, позволяющий учитывать мнение руководителя организации и группы экспертов относительно важности различных общих и ядерных компетенций, оценивать согласованность внутри экспертной группы и согласованность с мнением руководителя, строить иерархическую модель компетенций и механизм получения комплексной оценки компетентности [3].

Предположим, что есть некоторая иерархическая модель компетенций. При получении комплексной оценки компетентности важно учесть отношение предпочтения между различными компетенциями. В предложенном алгоритме описывается работа экспертной группы во главе с руководителем компании. Все эксперты заполняют матрицы отношения предпочтения между компетенциями нижнего уровня иерархии в лингвистической шкале. Оцениваются различные аспекты согласованности мнения экспертов, выделяется группа экспертов, согласованных между собой и с мнением руководителя. По данной группе строится групповое отношение предпочтения между компетенциями нижнего уровня, отношение предпочтения между компетенциями более высоких уровней строится в соответствии со специальными правилами. По отношению предпочтения между компетенциями строятся лингвистические логические матрицы свертки, и с помощью механизма комплексного оценивания получается оценка верхнего уровня иерархии – компетентность сотрудника.

Есть набор компетенций $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, каждой компетенции соответствует степень значимости включения данной компетенции в анализ с позиции руководителя $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, выраженная в лингвистической шкале. В рамках данной статьи для оценки важности включения в анализ компетенций с позиции руководителя будет использоваться шкала $V = \{V_1, V_2, \dots, V_7\}$. Компетенции оцениваются по важности группой экспертов $E = \{e_1, e_2, \dots, e_p\}$, каждый из которых характеризуется своей компетентностью g_k , также выраженной в лингвистической шкале V . В качестве эксперта e_1 будем рассматривать руководителя компании, данному эксперту отводится особая роль в проведении экспертизы. Эксперт e_k формирует свое мнение в виде лингвистического отношения предпочтения P_k , в соответствии с которым

каждой паре компетенций (x_i, x_j) ставится в соответствие терм лингвистической переменной C с терм-множеством $S = \{S_1, S_2, \dots, S_9\}$, отражающий превосходство по важности с позиции эксперта компетенции x_i по сравнению с компетенцией x_j . Отношения предпочтения, построенные различными экспертами, могут отличаться друг от друга. Для оценки близости мнений двух экспертов в отношении пар компетенций используется специальная таблица близости D , элементы которой $d(S_i, S_j)$, заданные в лингвистической шкале V , показывают, насколько близки термы S_i и S_j шкалы S .

Для оценки согласованности экспертных суждений внутри экспертной группы и с мнением руководителя, получения группового решения и формирования комплексной оценки компетентности сотрудника в соответствии с моделью компетенций будем использовать специальный алгоритм. Разработанный алгоритм частично использует подход оценки согласованности экспертных суждений, предложенный в [2].

1-й этап. Для каждой пары экспертов e_k и e_l определить степень совпадения мнений экспертов C_{ij}^{kl} , $k = 1, \dots, p; l = 1, \dots, p$ по поводу пары компетенций (x_i, x_j) : $C_{ij}^{kl} = d(F_{ij}^k, F_{ij}^l)$, где F_{ij}^k - оценка превосходства по важности с позиции k -го эксперта компетенции x_i по сравнению с компетенцией x_j , F_{ij}^l - оценка превосходства по важности с позиции l -го эксперта компетенции x_i по сравнению с компетенцией x_j .

2-й этап. В данном и в следующих 5 этапах не участвует эксперт e_1 (руководитель организации). Определить степень согласованности оценок каждой пары компетенций (x_i, x_j) по совокупности всех пар экспертов:

$$LC_{ij} = \Phi_Q(\min(C_{ij}^{kl}, \Phi_B(g_k, g_l), k = 2, \dots, p; l > k),$$

где Φ_Q, Φ_B – лингвистические OWA-операторы агрегирования. Результат выполнения лингвистического OWA-оператора во многом зависит от выбора вектора весов $\Omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$. При выборе весов можно придерживаться различной стратегии. Например: обобщенная оценка не может быть лучше самой плохой оценки по критериям; обобщенная оценка обусловлена наилучшей из частных оценок – дизъюнктивная стратегия; обобщенная оценка занимает промежуточное положение между частными оценками, участвующими в процессе агрегирования – компромиссная стратегия.

3-й этап. Для каждой пары экспертов e_k и e_l определить степень совпадения мнений экспертов C_i^{kl} по поводу компетенции x_i :

$$C_i^{kl} = \Phi_Q(\min(C_{ij}^{kl}, \Phi_B(w_i, w_j), i \neq j, j = 1, \dots, n).$$

4-й этап. Для компетенции x_i определить лингвистическую степень согласованности мнений экспертов при сравнении x_i с другими компетенциями:

$$AC_i = \Phi_Q(\min(C_i^{kl}, \Phi_B(g_k, g_l)), k = 2, \dots, p; l > k).$$

5-й этап. Для каждого эксперта e_k и для каждой компетенции x_i определить степень близости мнений эксперта e_k к мнению других экспертов:

$$P_i^r = \Phi_Q(\min(C_i^{kl}, g_l), l = 2, \dots, p; l \neq k).$$

6-й этап. Для каждой пары экспертов e_k и e_l определить степень близости по совокупности всех компетенций:

$$C^{kl} = \Phi_Q(\min(C_i^{kl}, w_i), i = 1, \dots, n).$$

7-й этап. Ввести порог близости мнений экспертов e_k и e_l по совокупности всех компетенций H . Если $C^{kl} \geq H$, то мнения экспертов считаются согласованными. В соответствии с данным порогом отобрать подгруппы экспертов Z_m так, чтобы внутри групп эксперты были друг с другом взаимно согласованы.

8-й этап. Для каждой группы экспертов Z_m (множество номеров экспертов, вошедших в группу), полученной на шаге 7, оценить степень согласованности мнения руководителя (эксперт e_1) с мнением данной группы по каждой паре компетенций (x_i, x_j) :

$$P_{ij}^{1m} = \Phi_Q(\min(C_{ij}^{1l}, g_l), l \in Z_m).$$

9-й этап. Для каждой группы экспертов Z_m определить степень близости мнения руководителя к мнению данной группы по совокупности всех пар компетенций (x_i, x_j) :

$$P^{1m} = \Phi_Q(\min(P_{ij}^{1m}, \Phi_B(w_i, w_j)), i = 1, \dots, n; j > i).$$

10-й этап. Из всех групп экспертов Z_m , полученных на шаге 7, выбрать группу с наибольшим значением показателя согласованности P^{1m} , если таких групп несколько, выбрать группу с наибольшим количеством элементов. Если групп с наибольшим количеством элементов несколько, то выбрать группу с учетом мнения руководителя.

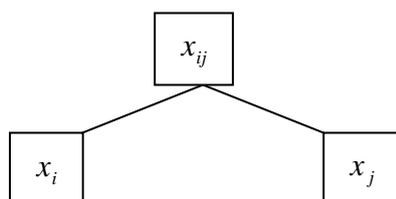
11-й этап. Получить групповое отношение предпочтения для группы Z_{1m} , полученной путем добавления руководителя подразделения к группе, полученной на шаге 10:

$$F_{ij} = \Phi_Q(F_{ij}^k, k \in Z_{1m}),$$

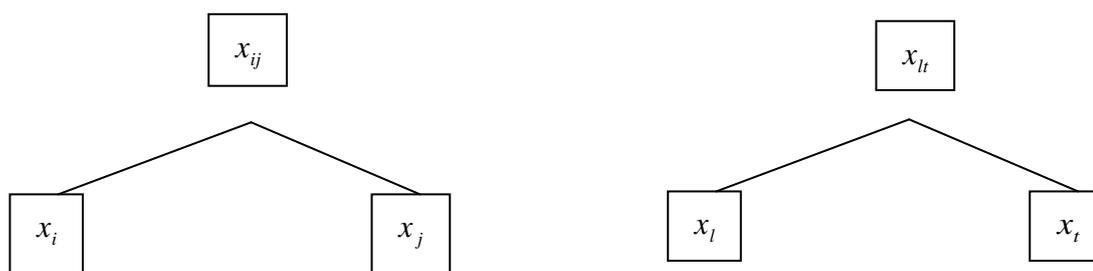
где вектор весов Q в операторе агрегирования строится в соответствии с показателями компетентности экспертов, вошедших в группу Z_{1m} .

12-й этап. Построить иерархическую компетентностную модель сотрудников рассматриваемой категории в виде дихотомического дерева.

13-й этап. Сформировать матрицы свертки критериев в соответствии с дихотомическим деревом компетентностной модели. Каждая матрица свертки сворачивает две компетенции в одну компетенцию более высокого уровня. Вначале осуществляется свертка компетенций нижнего уровня, для которых на шаге 11 построено групповое отношение предпочтения. В результате свертки двух компетенций x_i и x_j получается новая компетенция x_{ij} :



Отношение предпочтения данной компетенции x_{ij} с компетенциями нижнего уровня x_l строится по правилу объединения: $F_{ij,l} = \max(F_{il}, F_{jl})$. Отношение предпочтения между двумя компетенциями более высокого уровня, каждая из которых получена в результате свертки компетенций более низкого уровня



строится по правилу: $F_{ij,lt} = \max(\min(F_{il}, F_{it}), \min(F_{jl}, F_{jt}))$.

Логические матрицы свертки критериев строятся в соответствии с отношением предпочтения, полученным на шаге 11 и описанным выше отношением предпочтения между сверточными компетенциями.

Модель компетенций, построенная в соответствии с описанным выше подходом, позволяет долгосрочно планировать и прогнозировать необходимые кадровые ресурсы, быстро и эффективно формировать кадровый резерв. Планирование обучения также систематизируется и становится более целенаправленным, осуществляется переход от решения отдельных задач к реальному управлению человеческими ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азарнова Т.В. Процедура обработки экспертной лингвистической информации при формировании моделей компетенций сотрудников коллиторского подразделения банка /Т.В. Азарнова, И.Н. Терновых, Р.В. Рындин // Современная экономика: проблемы и решения, 3(27) 2012. – С.117-128
2. Азарнова Т.В. Нейросетевые технологии прогнозирования успешности молодых специалистов в основных направлениях рекламной деятельности /Т.В. Азарнова, И.Н. Терновых // Вестник ИНЖЭКОНА. Сер. Экономика. Вып. 1(52) 2012. – С.482-486.
3. Баркалов С.А. Модели управления конфликтами и рисками / С.А. Баркалов, Д.А. Новиков, В.И. Новосельцев, А.И. Половинкина, В.Н. Шипилов. Воронеж, 2008
4. Бурмакова Ю.А. Индивидуально-личностные предпосылки профессионального развития специалистов в рекламном деле. дисс. канд. психол. Наук / Ю.А. Бурмакова. – М., 2007.
5. Леденева Т.М. Согласование лингвистических экспертных оценок в процедуре группового выбора / Т.М. Леденева, К.С. Погосян. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия Системный анализ и информационные технологии, № 2, 2010. – С. 125-130.

T.V. Azarnova, A.L. Ukhin, D.O. Kosenko
**NEURAL NETWORK MODELS AND LINGUISTIC
TECHNOLOGIES USED IN CONTROL PROBLEMS OF PERSONNEL
MANAGEMENT**

*Voronezh State University
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering*

The paper is structured analysis of fields of application of various mathematical expression-political methods and models in problems of personnel management. For the study, you determined the range of problems of management staff development. In the framework of the decision of the selected tasks proposed the model of neural networks and fuzzy linguistic technologies, addressing to improve efficiency used in practice in these spheres-pax procedures and technologies.

Keywords: HR management, neural network model, linguistic technologies