

«Uchastnik molodezhnogo nauchno-innovatsionnogo konkursa» («U.M.N.I.K.»)» (g. Astrakhan, 14–16 maya 2014 g.) [Youth Scientists' Researches – Contribution in Innovation Development of Russia. All-Russian Scientific and Practical Conference. Reports of Young Scientists in the Framework of the Program " Youth Research and Innovation Competition" («UMNIK»)» (Astrakhan, May, 14–16 2014), Astrakhan, Nizhnevolzhskiy ekotsentr Publ., 2014, pp. 145–147.

2. Bukreev I. N., Gorjachev V. I., Mansurov B. M. *Mikroelektronnyye skhemy tsifrovyykh ustroystv* [Microelectronics circuits of digital devices], Moscow, Tekhnosfera Publ., 2009. 712 p.

3. Davydova M. V., Mihalev A. M., Moiseev Ju. I. *Tekhnicheskie kharakteristiki metalloobrabatyvayushchikh stankov s ChPU: frezernye stanki, obrabatyvayushchie tsentra sverlilno-frezerno-rastochnoy gruppy* [Technical characteristics of metal-working machinery with CNC: milling machines manufacturing centers of drilling and milling and counterboring groups], Kurgan, Kurgan State University Publ. House, 2010. 128 p.

4. Zharkov N. V., Pavlov G. A. *Sovershenstvovanie obrabotki rezaniem konsolno zakreplennykh detaley na stankakh tokarnoy gruppy s ChPU* [Perfection of cut manufacturing for overhung details on lathes with CNC]. *Mashinostroenie i bezopasnost zhiznedeyatelnosti* [Engineering Industry and Life Safety], 2013, no. 1, pp. 57–62.

5. Lovygin A. A., Teverovskiy L. V. *Sovremennyy stanok s ChPU i CAD & CAM sistema* [Modern CNC machine and CAD&CAM system], Moscow, DMK Press Publ., 2012. 280 p.

6. Orlov A. B., Antamonov I. A. *Avtomatizatsiya podgotovki upravlyayushchikh programm dlya stankov s ChPU na osnove metodologii raspoznavaniya obrazov* [Control programs preparation automation for CNC machines on base of pattern recognition method]. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Tula State University. Technical Sciences], 2013, issue 10, pp. 90–98.

7. Sidorchik Ye. V. *Povyshenie kachestva upravlyayushchikh programm dlya izgotovleniya detaley i zagotovok na stankakh s ChPU* [Control program enchancement for manufacture details and material blanks by means of CNC machines]. *Izvestiya Tulskogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Proceedings of the Tula State University. Technical Sciences], 2013, issue 6, part 1, pp. 200–203.

8. Ernesto C. A., Farouki R. T. *Solution of inverse dynamics problems for contour error minimization in CNC machines. International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2010, no. 49, pp. 589–604.

9. Farouki R. T., Han C. Y., Li S. *Inverse kinematics for optimal tool orientation control in 5-axis CNC machining. Computer Aided Geometric Design*, 2014, no. 31, pp. 13–26.

10. Imtiaz Ali Khan. *Multi-response ergonomic analysis of middle age group CNC machine operator. International Journal of Science, Technology and Society*, 2014, no. 5, pp. 133–151.

УДК 331.108.2; 004.056

ПОДБОР И РАССТАНОВКА КАДРОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КРЕДИТНОГО ОТДЕЛА КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА)

Статья поступила в редакцию 23.11. 2014, в окончательном варианте 09.02. 2015

Ажмухамедов Альберт Искандарович, аспирант, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: bert91@mail.ru

Копытина Татьяна Александровна, студентка, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: tanya15101993@yandex.ru

Осуществление деятельности в банковской сфере обладает специфическими особенностями, которые обуславливают повышенные требования к сотрудникам, в частности, в области информационной безопасности. Поскольку почти все категории работников банка допущены к конфиденциальной информации: банковской, коммерческой, служебной тайне, к персональным данным клиентов и т.п. При этом в связи с тем, что антропогенные элементы имманентно содержат в себе неопределенность, классические методы моделирования и управления оказываются недостаточными для исследо-

вания процессов в такого рода системах, включающих в себя социальную компоненту. Предлагаемый в работе подход позволяет формализовать численно неизмеримые параметры и уменьшить степень неопределенности при принятии решения путем введения лингвистических переменных, термножеств их значений и соответствующих нечетких классификаторов. На основе этого в работе сформулирована и решена задача рационального подбора и расстановки кадров в условиях неопределенности, в частности, с целью повышения уровня информационной безопасности организации. Решение, основанное на использовании аппарата нечеткого когнитивного моделирования и теории нечетких множеств, проиллюстрировано на примере кредитного отдела коммерческого банка.

Ключевые слова: антропогенный фактор, нечеткая когнитивная модель, задача о назначении, социальная подсистема, подбор и расстановка кадров, коммерческий банк

SELECTION AND PLACEMENT OF STAFF IN THE FACE OF UNCERTAINTY (ON THE EXAMPLE OF THE CREDIT DEPARTMENT OF A COMMERCIAL BANK)

Azhmukhamedov Albert I., post-graduate student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishchev St., Astrakhan, 414025, Russian Federation

Kopytina Tatyana A., student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414025, Russian Federation

Implementation of activities in the banking sector has specific characteristics that make high demands on the staff, in particular in the field of information security, as almost all categories of bank employees admitted to confidential information: banking, commercial, official secrets, the personal information of customers, etc. However, due to the fact that the man-made elements of the inherently contain uncertainties, the classical methods of modeling and control are inadequate to study processes in this type of systems incorporating a social component. The proposed approach allows us to formalize numerically immeasurable options and reduce the uncertainty in making decisions through the introduction of linguistic variables, term-sets their values and corresponding fuzzy classifiers. Based on this the arcs of the problem management staff selection under uncertainty, in particular with a view to improving the information security organization. Solution based on the use of fuzzy cognitive modelling and the theory of fuzzy sets, illustrated by the credit Department of a commercial bank.

Keywords: anthropogenic factor, fuzzy cognitive model, assignment problems, social subsystem, selection and placement, commercial bank

Введение. Современная парадигма управления рассматривает персонал как один из основных ресурсов, в значительной степени определяющий успешность деятельности организации. Данным ресурсом необходимо грамотно управлять, в том числе в отношении его подбора, распределения по рабочим местам, создания необходимых условий для повышения квалификации, снижения текучести кадров и т.д. Вложения в человеческие ресурсы становятся сегодня долгосрочным фактором конкурентоспособности любой компании. В частности, это весьма актуально для коммерческих банков (КБ). Управление социальной компонентой организации трудно переоценить: персонал своими действиями может свести «на нет» все старания руководства банка по налаживанию эффективной работы. Кроме того, самая важная и ценная информация всегда хранится в головах сотрудников, и каждый вечер порядка 65 % этой информации покидают офис. Причем носители такой информации могут утром не вернуться, или хуже того, уйти к конкурентам [16].

Поэтому эффективная работа КБ в настоящее время невозможна без современной системы управления персоналом. Это связано не только с возможной текучестью кадров, которая негативно сказывается на результатах работы КБ, но и со спецификой осуществле-

ния деятельности в банковской сфере, которая обуславливает повышенные требования к сотрудникам – в частности, в области информационной безопасности.

Работники банка должны не только обладать высокой квалификацией и свободно ориентироваться в информационном массиве, необходимом для осуществления трудовой деятельности, но и иметь высокий уровень ответственности и лояльности. Поскольку почти все категории работников КБ допущены к конфиденциальной информации: банковской, коммерческой, служебной тайне, к персональным данным клиентов и т.п.

Проблема управления персоналом является комплексной, включающей в себя целый ряд различных направлений работы с кадрами. В общетеоретическом плане она достаточно широко разработана в трудах российских и иностранных ученых [6, 9, 11, 15, 18]. В то же время решению частных задач управления персоналом, связанных с подбором и расстановкой кадров в условиях неопределенности, не уделено должного внимания. Неопределенность связана с тем, что описание квалификационных характеристик, необходимых для выполнения работ, а также оценки фактических характеристик (ФХ) претендентов носят неоднозначный характер и обычно выражаются в вербальной, качественной форме («отличное знание», «свободное владение», «высокое чувство ответственности» и т.п.). В связи с этим классические методы решения задачи о назначениях, такие как, например, «венгерский» метод, в данном случае не могут быть использованы непосредственно. Для их применения необходимы численные меры соответствия ФХ работников требуемым для решения задач характеристикам, которые в большинстве случаев нечетко задаются лицом, принимающим решение (ЛПР).

Кроме того, часто возникает ситуация, при которой целесообразно включить в множество возможных распределений работ варианты решения одним работником сразу нескольких задач. Это может быть обусловлено, например, экономическими соображениями; недостаточным количеством работников с нужным уровнем компетенций и т.п. В этом случае проблема вообще не может быть формализована в рамках классической задачи о назначениях, предусматривающей строгое взаимно однозначное соответствие между множеством задач и множеством исполнителей.

Исходя из этого, целью данной работы стала разработка методики распределения совокупности отдельных задач между исполнителями в условиях, когда их ФХ, так же как и требования для успешного выполнения задач, заданы нечетко.

Постановка и методика решения задачи. В основу может быть положен подход, описанный в работе И.М. Ажмухамедова и А.И. Ажмухамедова [2], и предусматривающий два этапа. Применим его для управления составом и структурой социальной подсистемы КБ.

На начальной стадии решения для каждой задачи Z_l ($l=1, \dots, N$) социальной подсистемы КБ необходимо сформировать перечень необходимых для ее успешного выполнения компетенций и психофизиологических черт характера исполнителя $KZ_l = \{KZ_{lm}\}_{m=1, \dots, M_l}$. При этом M_l для каждой из задач Z_l может быть разным. Данный перечень можно определить, например, с помощью предложенного в статье С.В. Скорохода [13] метода функционального моделирования в нотации IDEF0. Использование семейства стандартов IDEF для анализа всего спектра работ КБ позволяет выявить полный перечень компетенций исполнителей, необходимый для успешного функционирования финансового учреждения. Набор и уровень необходимых психофизиологических черт характера исполнителя задается ЛПР исходя из особенностей задач, решение которых предполагается возложить на сотрудника.

После этого проблему можно формализовать следующим образом: из множества S кандидатов необходимо подобрать исполнителей и распределить их по задачам таким образом, чтобы наиболее полно обеспечить соответствие множеству $KZ = \{KZ_l\}$, т.е. должно быть минимальным суммарное по всем значениям l и m различие между значениями необходимых для выполнения l -й задачи требований $\{KZ_{lm}\}$ и значениями ФХ $\{KP_{jm}\}$ j -го исполнителя l -й задачи.

Отклонение нежелательно как в отрицательную, так и в положительную сторону. В первом случае оно приводит к падению качества выполняемых работ и для ряда задач вообще недопустимо (например, исполнитель с недостаточной компетентностью не сможет успешно решить задачу). Во втором – к неэффективности использования работника, т.к. более высокая квалификация исполнителя, как правило, требует более высокого уровня оплаты.

Способ формализации нечеткой информации в рамках данной задачи на основе теории Л. Заде [8] описан в работе И.М. Ажмухамедова и А.И. Ажмухамедова [2]. Было предложено ввести лингвистическую переменную «Уровень фактора» с терм-множеством значений:

$$L = \{ \text{низкая (H)}, \text{ниже среднего (HC)}, \text{средняя (C)}, \\ \text{выше среднего (BC)}, \text{высокая (B)} \}$$

Терм-множеству был поставлен в соответствие нечеткий пятиуровневый классификатор, в котором функциями принадлежности нечетких чисел, заданных на отрезке $[0,1] \in \mathbb{R}$, являются трапеции: $\{XX(a_1, a_2, a_3, a_4)\}$ (a_1 и a_4 – абсциссы нижнего, a_2 и a_3 – абсциссы верхнего основания трапеции):

$$H(0; 0; 0,15; 0,25); HC(0,15; 0,25; 0,35; 0,45); C(0,35; 0,45; 0,55; 0,65); \\ BC(0,55; 0,65; 0,75; 0,85); B(0,75; 0,85; 1; 1).$$

Для проведения вычислений с нечеткими числами предложено использовать соответствующее программное обеспечение [3].

Решение задачи после получения множества необходимых требований KZ предусматривает два этапа:

- на первом – оцениваются ФХ претендентов, необходимые при решении задач в рамках осуществления трудовой деятельности.
- на втором – на основе полученных данных отбирается наиболее подходящий состав исполнителей, и формируется оптимальная структура социальной подсистемы КБ.

На первом этапе для оценки уровня компетенций претендентов могут быть использованы различные тестовые методы, экспертные оценки, сбор информации о предыдущих достижениях и т.п. Для оценки психофизиологических особенностей могут быть применены методы поведенческого анализа, психологическое тестирование и т.п. Однако большинство этих методов трудоемки и требуют значительных временных и материальных затрат. Более целесообразным представляется использование методики, основанной на работах В.В. Пономаренко. Разработанная им схема, получившая название «7 радикалов», позволяет определить основные черты характера человека и построить его психологический профиль по наблюдаемым внешним признакам [12].

На втором этапе необходимо, прежде всего, вычислить интегральный индекс соответствия δ_l^j (ИИС) каждого j -го претендента каждой из l задач. Для этого нужно найти индексы схожести (ИС) Ω [4]:

$$\Omega_m^j = (1 + \tilde{\rho}) / 2, \quad (1)$$

$$\tilde{\rho} = (\rho_{in} - \rho_{out}) / (\rho_{in} + \rho_{out}), \quad (2)$$

где $\rho_{in} = \int_{a_1}^{a_4} (\min[\mu_A(x); \mu_B(x)]) dx$; $\rho_{out} = \left| \int_{b_1}^{b_4} [\mu_B(x)] dx - \rho_{in} \right|$; $\mu_A(x)$ – функция принадлежности нечеткого числа (НЧ) KZ_{lm} , отражающего m -ую характеристику, требуемую для выполнения l -ой задачи; $\mu_B(x)$ – функции принадлежности НЧ KP_{jm} , отражающего m -ую характеристику j -го претендента, найденную на первом этапе.

Определенный таким образом индекс схожести, изменяясь в диапазоне от 0 до 1, характеризует близость соответствующих оценок. При этом обеспечивается семантическое соответствие: чем больше индекс схожести, тем выше степень соответствия.

После выполнения этого шага, задавшись для каждой из характеристик некоторым значением предельно допустимого отклонения ИС от требуемого уровня $\Omega_{крит}^j$, можно исключить из дальнейшего рассмотрения варианты распределения задач, содержащие ИС меньшие критического (значение интегрального критерия соответствия данного претендента для этой задачи считается равным нулю).

Кроме того, для учета значимости различных характеристик при определении ИИС можно ввести в рассмотрение веса α_{lm} для каждого m -го требования l -й задачи. При их экспертном определении необходимо учесть, что «мягкие» качественные измерения типа сравнения, отнесения к классу, упорядочения гораздо более надежны, чем назначение субъективных вероятностей, количественных оценок важности критериев, «весов» полезностей и т.п. [5, 10]. К тому же для эксперта в большинстве случаев затруднительно дать непосредственные численные оценки. Поэтому предпочтительнее ранговые методы, при реализации которых требуется лишь упорядочить критерии.

В статье А.И. Ажмухамедова [1] был предложен модифицированный метод нестрогого ранжирования, в соответствии с которым экспертом производится нумерация всех критериев по возрастанию степени их значимости. Причем допускается, что ему не удастся различить между собой некоторые критерии по значимости. В этом случае при ранжировании эксперт помещает их рядом в произвольном порядке. Затем проранжированные критерии последовательно нумеруются. Оценка (ранг) критерия определяется его номером. Если на одном месте находятся несколько неразличимых между собой по значимости критериев, то за ранг каждого из них принимается номер всей группы как целого объекта в упорядочении.

Найденные данным способом оценки представляют собой обобщение системы весов Фишберна для случая смешанного распределения предпочтений, когда наряду с предпочтениями в систему входят и отношения безразличия. Таким образом, для расчета ИИС получаем формулу:

$$\delta_l^j = \begin{cases} 0, & \text{если } \exists m : \Omega_m^j < \Omega_{крит}^j (m = 1, \dots, M_l) \\ \sum_{m=1}^{M_l} \alpha_{lm} \Omega_m^j, & \text{если для } \forall m : \Omega_m^j \geq \Omega_{крит}^j \end{cases} \quad (3)$$

Найденное значение δ_l^j может быть использовано в качестве показателя (индекса) эффективности выполнения l -ой задачи j -ым претендентом.

В случае если необходимо соблюсти взаимно однозначное соответствие между работниками и работами (например, в ситуации, когда все работы должны выполняться одновременно), получаем классическую задачу о назначениях, которая может быть решена «венгерским» методом [13].

В противном случае обозначим $V = \{V_k\}$ – множество различных вариантов распределения S претендентов для решения N задач. Мощность множества V может быть найдена по формуле:

$$|V| = S^N. \quad (4)$$

Элементами множества V являются наборы упорядоченных пар (номер задачи; номер исполнителя): $V_k = (NZ_i; NP_j)$, ($l \in [1, N]; j \in [1, S]; k \in [0, S^N - 1]$). Например, если предусматривается решение 5-ти типов (видов) задач и на место в организации претендует 9 человек, то один из наборов, соответствующих распределению работников, будет иметь вид: $\{(1;2), (2;0), (3;2), (4,4), (5;8)\}$.

Если рассматривать V_k как вектор назначений, то NZ_l представляет собой номер координаты ($NZ_l = 1, \dots, N$), а NP_j – значение координаты этого вектора ($NP_j = 0, \dots, S - 1$). Для генерации векторов назначений целесообразно воспользоваться рекуррентной формулой:

$$V_k = (V_{k-1} \oplus 1) \bmod(S), \quad (5)$$

где V_0 – набор значений координат вектора назначений, состоящий из N нулей. Согласно формуле (5) для нахождения координат каждого следующего вектора назначений необходимо прибавить по модулю S к последней (самой старшей, имеющей наибольший номер) координате предыдущего вектора единицу – с переносом значений в младшую (имеющую номер на единицу меньше) координату. Таким образом, первый вектор будет иметь вид $V_0(0;0;0;\dots;0)$, а последний – $V_{S^{N-1}}(S-1; S-1; \dots; S-1)$. При этом размерность каждого из векторов назначений равна N . Например, если имеются 2 задачи и три исполнителя (0; 1 и 2), то получим девять (поскольку это 3^2) возможных векторов назначений: $V_0(0;0)$; $V_1(0;1)$; $V_2(0;2)$; $V_3(1;0)$; $V_4(1;1)$; $V_5(1;2)$; $V_6(2;0)$; $V_7(2;1)$; $V_8(2;2)$.

Далее найдем относительную оценку эффективности θ_k каждого варианта V_k распределений претендентов по задачам, т.е. определим относительную эффективность различных векторов назначений для социальной подсистемы КБ в целом. Если под эффективностью понимается степень соответствия характеристик претендентов необходимым значениям, то достаточно перемножить индексы соответствия δ_l^j по всем парам $(l; j)$, входящим в V_k :

$$\theta_k = \prod_{(l,j) \in V_k} \delta_l^j \quad (6)$$

В случае равенства нулю хотя бы одного ИИС в наборе k , оценка данного набора согласно формуле (6) становится равной нулю.

При управлении структурой социальной подсистемы КБ оценку вариантов распределения работ часто бывает необходимо произвести с учетом не только ФХ каждого исполнителя, но и рассмотреть свойства подразделения финансовой организации как целостной подсистемы.

Таковыми имманентными свойствами, требующими учета при принятии решения о назначениях, могут быть, например, психологическая совместимость сотрудников, функциональная устойчивость работы подразделения, его управляемость, степень взаимной поддержки и доверия в подразделении и т.п. В этом случае оценка обобщенной эффективности θ_k^{ob} каждого варианта распределения V_k может быть найдена как мультипликативная или аддитивная свертка соответствующих частных критериев. Например, при использовании аддитивной свертки формула для нахождения θ_k^{ob} будет иметь вид:

$$\theta_k^{ob} = s_1 \theta_k + \sum_i s_i P_i \quad (7)$$

где s_i – веса частных критериев эффективности; P_i – критерии, характеризующие свойства всего подразделения.

Оптимальным следует признать такой вариант распределения исполнителей, оценка для которого максимальна:

$$opt V_k (k : \max_k (\theta_k^{ob})) \quad (8)$$

Расчетный пример. Успешное функционирование кредитного отдела КБ предусматривает решение следующих основных задач ($N=3$): переговоры с потенциальными клиентами и оценка их платежеспособности; оформление документов на выдачу кредита; сопровождение выданного кредита. То, что выполнение отдельных функций при выдаче кредитов дифференцировано между исполнителями потенциально обеспечивает снижение рисков для банка за счет профессиональной специализации сотрудников [7].

Пусть эти задачи потенциально могут быть распределены между $S=4$ претендентами, которые обозначены номерами 0, 1, 2 и 3. Уровень ФХ претендентов будем считать установленным ранее. В качестве требований могут выступать следующие компетенции и психологические особенности: K_l – уверенное владение инструментарием банковской информации-

онной системы; K_2 – умение грамотно проводить анализ финансового положения юридических и физических лиц; K_3 – коммуникабельность, умение выстраивать отношения с клиентами; K_4 – знание актуального состояния форм, используемых в документообороте банка; K_5 – аккуратность и внимательность; K_6 – умение отстаивать собственную точку зрения. Критическое значение $\Omega_{крит}^j$ примем равным 0,8. Исходные данные для расчетного примера, а также результаты определения δ_i^j приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчетного примера

Задачи Z_i	Z_1			Z_2			Z_3	
Коды компетенций KZ_{lm}	K_1	K_2	K_3	K_1	K_4	K_5	K_2	K_6
Веса KZ_{lm} в ИИС (α_{lm})	0,2	0,4	0,4	0,33	0,33	0,33	0,66	0,34
Необходимый уровень KZ_{lm}	С	ВС	ВС	С	С	В	ВС	ВС
KP_{0m}	0,86	0,91	1,00	0,86	1,00	0,88	0,91	0,74
ИИС (δ_i^0)	0,2·0,86+0,4·0,91+0,4·1,00= 0,94			0,91			0	
KP_{1m}	0,87	0,93	0,82	0,87	0,78	1	0,82	0,88
ИИС (δ_i^1)	0,87			0			0,84	
KP_{2m}	0,8	0,89	0,68	0,8	0,94	0,72	0,89	0,91
ИИС (δ_i^2)	0			0			0,90	
KP_{3m}	0,85	0,97	0,79	0,85	0,90	0,92	0,97	1,00
ИИС (δ_i^3)	0			0,89			0,98	

Исключим из таблицы назначений, изначально содержащей 64 (=4³) строки, способы распределения задач, в которых хотя бы один ИИС равен нулю. После этого остается 12 вариантов. Эти варианты, а также соответствующие им относительные и обобщенные оценки эффективности, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты распределения задач по исполнителям и их оценки

Задачи (δ_i^j) / Варианты	$Z_1(\delta_i^j)$	$Z_2(\delta_i^j)$	$Z_3(\delta_i^j)$	Относительная оценка эффективности варианта θ_k	Обобщенная оценка эффективности варианта $\theta_k^{об} = 0,5\theta_k + 0,25 \cdot P_1 + 0,25 \cdot P_2$
1	0(0,94)	0(0,91)	1(0,84)	0,94·0,91·0,84 ≈ 0,719	0,5·0,719+0,25·2+0,25·4≈1,86
2	0(0,94)	0(0,91)	2(0,90)	0,94·0,91·0,90 ≈ 0,770	0,5·0,770+0,25·3+0,25·2≈1,64
3	0(0,94)	0(0,91)	3(0,98)	0,94·0,91·0,98 ≈ 0,838	0,5·0,838+0,25·3+0,25·1≈1,42
4	0(0,94)	3(0,89)	2(0,90)	0,94·0,89·0,90 ≈ 0,753	0,5·0,753+0,25·3+0,25·4≈2,13
5	0(0,94)	3(0,89)	3(0,98)	0,94·0,89·0,98 ≈ 0,820	0,5·0,820+0,25·1+0,25·3≈1,41
6	0(0,94)	3(0,89)	1(0,84)	0,94·0,89·0,84 ≈ 0,703	0,5·0,703+0,25·2+0,25·4≈1,85
7	1(0,87)	0(0,91)	1(0,84)	0,87·0,91·0,84 ≈ 0,665	0,5·0,665+0,25·3+0,25·4≈2,08
8	1(0,87)	3(0,89)	1(0,84)	0,87·0,89·0,84 ≈ 0,650	0,5·0,650+0,25·1+0,25·2≈1,08
9	1(0,87)	0(0,91)	2(0,90)	0,87·0,91·0,90 ≈ 0,713	0,5·0,713+0,25·1+0,25·2≈1,11
10	1(0,87)	3(0,89)	2(0,90)	0,87·0,89·0,90 ≈ 0,697	0,5·0,697+0,25·4+0,25·4≈2,35
11	1(0,87)	3(0,89)	3(0,98)	0,87·0,89·0,98 ≈ 0,759	0,5·0,759+0,25·2+0,25·4≈1,88
12	1(0,87)	0(0,91)	3(0,98)	0,87·0,91·0,98 ≈ 0,776	0,5·0,776+0,25·3+0,25·4≈2,14

С целью иллюстрации применения формулы (8) при вычислении обобщенной оценки учтено значение двух свойств подразделения в целом – P_1 и P_2 . В качестве них выступали психологическая совместимость сотрудников и управляемость. Эти свойства были определены с помощью соответствующих методик, а полученные в результате вербальные оценки переведены в числовой формат с помощью шкалы Харрингтона [17].

Как показывают результаты, для данного расчетного примера максимальную оценку относительной эффективности равную 0,838 имеет вариант распределения задач №3. Он предусматривает выполнение первой и второй задачи 0-ым исполнителем, а 3-ей задачи – 3-им исполнителем. Если каждый исполнитель может выполнять только одну задачу, то оптимальным оказывается вариант №12, имеющий относительную оценку эффективности равную 0,776. При его выборе первую задачу будет решать 1-ый исполнитель, вторую – 0-ой исполнитель; третья задача достанется 3-ему исполнителю. В случае принятия во внимание системных свойств социальной подсистемы КБ (P_1 и P_2), выбор должен быть сделан в пользу вариантов №7 и №10 соответственно для случаев строгого и нестрого соответствия между множеством исполнителей и множеством задач.

Заключение. Таким образом, предложенная методика подбора исполнителей в условиях неопределенности позволяет управлять составом социальной подсистемы КБ, а различные варианты распределения задач, по сути, определяют структуру данной подсистемы.

Список литературы

1. Ажмухамедов И. М. Анализ и управление комплексной безопасностью на основе когнитивного моделирования / И. М. Ажмухамедов // Управление большими системами. – 2010. – Вып. 29. – С. 5–15.
2. Ажмухамедов И. М. Методика формирования команды для реализации IT-проектов на основе нечеткой когнитивной модели оценки компетенций / И. М. Ажмухамедов, А. И. Ажмухамедов // Прикладная информатика. – 2011. – № 4 (34). – С. 70–76.
3. Ажмухамедов И. М. Программная реализация вычислений с нечеткими числами / И. М. Ажмухамедов, Н. А. Колесова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2011. – № 2. – С. 68–73.
4. Ажмухамедов И. М. Методология моделирования плохо формализуемых слабо структурированных социотехнических систем / И. М. Ажмухамедов, О. М. Проталинский // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: «Управление, вычислительная техника и информатика». – 2013. – № 1. – С. 144–154.
5. Асанов А. А. Влияние надежности человеческой информации на результаты применения методов принятия решений / А. А. Асанов, О. И. Ларичев // Автоматика и телемеханика. – 1999. – № 5. – С. 20–31.
6. Боголиб Т. А. Управление человеческим капиталом на промышленном предприятии / Т. А. Боголиб // Проблемы теории и практики управления. – 2012. – № 11–12. – С. 53–57.
7. Брумштейн Ю. М. Анализ моделей и методов выбора оптимальных совокупностей решений для задач планирования в условиях ресурсных ограничений и рисков / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Тарков, И. А. Дюдиков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 3. – С. 169–179.
8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – Москва : МИР, 1976. – 165 с.
9. Коротков Э. Управление человеческим капиталом: эффективность, деловая репутация, креативный потенциал / Э. Коротков // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 4. – С. 18–30.
10. Ларичев О. И. Качественные методы принятия решений / О. И. Ларичев, Е. М. Мошкович. – Москва : Наука, 2006. – 208 с.
11. Максимова О. Н. Факторы, влияющие на эффективность управления производительностью труда персонала / О. Н. Максимова, Г. И. Лукьянов, С. А. Федорова // Актуальные проблемы современной науки. – 2011. – № 1. – С. 22–24.

12. Пономаренко В. В. Практическая характерология с элементами прогнозирования и управления поведением (методика «семь радикалов») / В. В. Пономаренко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 252 с.
13. Скороход С. В. Применение функциональных моделей IDEFO для анализа квалификационных характеристик рабочих мест на основе нечётких целей / С. В. Скороход // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2007. – № 3 (73). – С. 13–18.
14. Таха Х. Введение в исследование операций : в 2-х кн. : пер. с англ. / Х. Таха. – Москва : Мир, 1985. – Кн. 1. – 285 с.
15. Фан Л. Стратегическое управление человеческими ресурсами в корпорации «Хайэр» / Л. Фан // Актуальные проблемы современной науки. – 2012. – № 2. – С. 39–45.
16. Храмцовская Н. А. Информационная безопасность и персонал / Н. А. Храмцовская // Кадровая служба и управление персоналом предприятия. – март 2005. – № 3 (33). – С. 68–79.
17. Harrington E. C. The desirable function / E. C. Harrington // *Industrial Quality Control*. – 1965. – Vol. 21, № 10. – P. 494–498.
18. Dixon Sarah E. A. Changing HRM systems in two Russian oil companies: Western hegemony or Russian spetsifika? / Sarah E. A. Dixon, Marc Day, Chris Brewster // *The International Journal of Human Resource Management*. – 2014. – Vol. 25, № 22. – P. 255–267.

References

1. Azhmukhamedov I. M. Analiz i upravlenie kompleksnoy bezopasnostyu na osnove kognitivnogo modelirovaniya [Analysis and management of complex security-based cognitive modeling]. *Upravlenie bolshimi sistemami* [Managing Large Systems], 2010, no. 29, pp. 5–15.
2. Azhmukhamedov I. M., Azhmukhamedov A. I. Metodika formirovaniya komandy dlya realizatsii IT-proektov na osnove nechetkoy kognitivnoy modeli otsenki kompetentsiy [Technique of building a team for the implementation of IT projects based on fuzzy cognitive model otsenki kompetentsy]. *Prikladnaya informatika* [Applied Informatics], 2011, no. 4 (34), pp. 70–76.
3. Azhmukhamedov I. M., Kolesova N. A. Programmnaya realizatsiya vychisleniy s nechetkimi chislami [Program realization of calculations with indistinct numbers]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: "Management, Computer Facilities and Informatics"] 2011, no. 2, pp. 68–73.
4. Azhmukhamedov I. M., Protalinskiy O. M. Metodologiya modelirovaniya plokhо formalizuemyykh slabo strukturirovannykh sotsiotekhnicheskikh system [Modelling methodology bad formalizable poorly structured social engineering systems]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: "Management, Computer Facilities and Informatics"], 2013, no.1, pp. 144–154.
5. Asanov A. A., Larichev O. I. Vliyaniye nadezhnosti chelovecheskoy informatsii na rezultaty primeneniya metodov prinyatiya resheniy [Influence of reliability of human information on results of application of methods of decision-making]. *Avtomatika i telemekhanika* [Automatic Equipment and Telemechanics], 1999, no. 5, pp. 20–31.
6. Bogolib T. A. Upravlenie chelovecheskim kapitalom na promyshlennom predpriyatii [Human capital management at the industrial enterprise]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Problems of the Theory and Practice of Management], 2012, no. 11, pp. 53–57.
7. Brumshteyn Yu. M., Tarkov D. A., Dyudikov I. A. Analiz modeley i metodov vybora op-timalnykh sovokupnostey resheniy dlya zadach planirovaniya v usloviyakh resursnykh ogranicheniy i riskov [The models and methods analysis of optimum choice for decisions sets in conditions of resources restrictions and risks]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3, pp. 169–179.
8. Zade L. *Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i ego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [Concept of a linguistic variable and its application to adoption of approximate decisions], Moscow, MIR Publ., 1976. 165 p.
9. Korotkov E. Upravlenie chelovecheskim kapitalom: effektivnost, delovaya reputatsiya, kreativnyy potentsial [Human capital management: effectiveness, business reputation, the creative potential]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Problems of the Theory and Practice of Management], 2010, no. 4, pp. 18–30.

10. Larichev O. I., Moshkovich Ye. M. *Kachestvennye metody prinyatiya resheniy* [Qualitative methods of decision-making], Moscow, Nauka Publ., 2006. 208 p.
11. Maksimova O. N., Lukyanov G. I., Fedorova S. A. Faktory, vliyayushchie na effektivnost upravleniya proizvoditelnostyu truda personala [Factors affecting the efficiency of staff performance management]. *Aktualnye problemy sovremennoy nauki* [Actual Problems of Modern Science], 2011, no.1, pp. 22–24.
12. Ponomarenko V. V. *Prakticheskaya kharakterologiya s elementami prognozirovaniya i upravleniya povedeniem* [Practical characterology with elements of forecasting and management of behavior (a technique "seven radicals")], Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2006. 252 p.
13. Skorokhod S. V. Primenenie funktsionalnykh modeley IDEFO dlya analiza kvalifikatsionnykh kharakteristik rabochikh mest na osnove nechetkikh tseley [Application of the functional IDEFO models for the analysis of qualification characteristics of workplaces on the basis of the indistinct purposes]. *Izvestiya Taganrogskego gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta* [Proceedings of Taganrog State University of Radio Engineering], 2007, no. 3 (73), pp. 13–18.
14. Takha Kh. *Vvedenie v issledovanie operatsiy* [Introduction to research of operations], Moscow, Mir Publ., 1985, book 1. 285 p.
15. Fan L. Strategicheskoe upravlenie chelovecheskimi resursami v korporatsii "Khayer" [Strategic human resource management in the Corporation "Hajër"]. *Aktualnye problemy sovremennoy nauki* [Actual Problems of Modern Science], 2012, no. 2, pp. 39–45.
16. Khrantsovskaya N. A. Informatsionnaya bezopasnost i personal [Information security and personnel]. *Kadrovaya sluzhba i upravlenie personalom predpriyatiya* [Personnel service and personnel management of the enterprise], 2005, no. 3, pp. 68–79.
17. Harrington E. C. The desirable function. *Industrial Quality Control*, 1965, vol. 21, no. 10, pp. 494–498.
18. Sarah E. A. Dixon, Marc Day, Chris Brewster Changing HRM systems in two Russian oil companies: Western hegemony or Russian spetsifika? *The International Journal of Human Resource Management*, 2014, no. 12, pp. 255–267.

УДК 614.841

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОПРОСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ИХ ТЕРМОРАЗРУШЕНИЯ

Статья поступила в редакцию 04.12. 2014, в окончательном варианте 17.02. 2015

Исаков Геннадий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Сургутский государственный университет, 628408, Российская Федерация, г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, e-mail: isak_nik@mail.ru

Манаева Алина Рамзиловна, аспирант, Сургутский государственный университет, 628408, Российская Федерация, г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, e-mail: chem88@yandex.ru

Выполнен системный анализ вопросов комфортности, экономичности, долговечности и безопасности использования в зданиях различных видов напольных покрытий (НП). На основе этого анализа с позиций проектировщиков зданий и конечных эксплуатантов помещений обоснованы преимущества использования НП на основе поливинилхлорида (ПВХ), в том числе с утепляющим слоем. Рассмотрены факторы риска использования таких НП, в том числе связанные с термическими воздействиями. Экспериментальное изучение процессов термодеструкции НП на основе ПВХ было выполнено методом дериватографии в атмосфере аргона и в воздушной среде – в диапазоне температур от 298 до 1298 К. При этом в экспериментах использовались различные скорости нарастания температуры образцов во времени (5, 10, 15, 20, 25 градусов в минуту). Проведенные эксперименты позволили построить математическую модель процессов термодеструкции и определить для нее значения кинетических параметров: энергии активации; $T_{н.р.}$ (температуры начала деструкции); предэкспоненты; порядка реакции – эти пара-