

УДК 3.08:004.8–044.3

А.П. Андруник, С.И. Косякин

## ДИАГНОСТИКА КОМПЕТЕНЦИЙ ПЕРСОНАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Рассмотрена возможность применения показателей модели 2С-компетенций для решения задач оптимального выбора кандидата на определенную руководящую должность из конечного множества альтернативных вариантов с применением технологии искусственного интеллекта.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, саморазвивающиеся, самоорганизующиеся системы (2С-системы), компетентность, компетенция, ключевые компетенции, модель компетенции, индикатор поведения, 3D-модель поведения персонала.*

Данная статья продолжает цикл публикаций авторов по проблеме формирования методологии построения 3D-модели управления поведением персонала самоорганизующихся, саморазвивающихся систем (далее – 2С-систем), а также определения системы критериев, показателей и признаков диагностики соответствующих данной модели компетенций персонала (далее – 2С-компетнций).

Интеллектуальная система – это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы. При этом структура интеллектуальной системы включает в себя три основных блока: базу знаний, решатель и интеллектуальный интерфейс [1].

Современные работы в области практического применения искусственного интеллекта ведутся по нескольким основным направлениям: распознавание образов; использование естественного языка; инженерия знаний; моделирование игр; доказательство теорем; нейронные сети; генетические алгоритмы; робототехника; экспертные системы.

Последняя сфера представляет непосредственный практический интерес реализации механизмов диагностики компетенций персонала 2С-систем и наглядно демонстрирует свои возможности, поэтому остановимся на ней подробнее.

---

© Андруник А.П., Косякин С.И., 2015

**Андруник Андрей Петрович** – д-р пед. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: andrunik72@mail.ru.

**Косякин Сергей Иванович** – канд. техн. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», e-mail: new\_ksi@mail.ru.

В работах [2–6, 8] было обосновано, что 3D-модель компетенций и управления поведением персонала 2С-систем представляет собой набор трех измерений компетенций персонала (личностные, поведенческие и профессиональные), которые актуализируются в конкретной деятельности. Каждый из наборов измерений, в свою очередь, в зависимости от степени развитости (неразвитости) определяет соответствующий уровень сформированности конкретных 2С-компетенций персонала.

В данной исследовательской работе авторы рассматривают возможность применения показателей модели 2С-компетенций для решения задачи оптимального выбора кандидата на определенную руководящую должность из конечного множества альтернативных вариантов с применением методологии создания экспертной системы как одного из направлений применения искусственного интеллекта.

Для решения поставленной задачи авторами разработан специальный программный комплекс, обеспечивающий: проведение кластерного анализа для разбиения набора тестируемых на непересекающиеся множества с выявлением медианы Кемени; расчет по каждому направлению модели 2С-компетенций параметров модели множественного выбора (логит-модели); нахождение правил отнесения тестируемого к одному из найденных кластеров, реализующих принцип максимального правдоподобия; формирование отчетов с указанием сильных сторон тестируемого и его областей для улучшения; формирование табулированных выводов, призванных максимально снизить неопределенность при принятии решения.

Рассмотрим каждую из перечисленных возможностей программного комплекса более подробно.

Интерфейс программного комплекса, предназначенный для разбиения набора тестируемых на непересекающиеся множества с выявлением медианы Кемени, представлен на рис. 1.

В основе функционала данного интерфейса заложен метод активной экспертизы, предполагающий вычисление отличий одноименных свойств каждого тестируемого кандидата друг от друга. При этом в качестве меры отличий используется манхэттенская норма – сумма разностей (по абсолютной величине) одноименных свойств. Для каждого тестируемого кандидата находится суммарное отличие его свойств от всех остальных (показатель  $H$ ), а набор свойств кандидата, имеющего минимальное значение  $H$ , выбирается за медиану кластера. Далее происходит формирование кластера, в который включаются кандидаты, имеющие по манхэттенской норме заданное отличие от найденной медианы.

На рис. 2 показан процесс проверки согласия кандидатов отобранного кластера. В качестве меры согласия используется энтропийный коэффициент конкордации  $W_{\text{эрк}}$  [7].

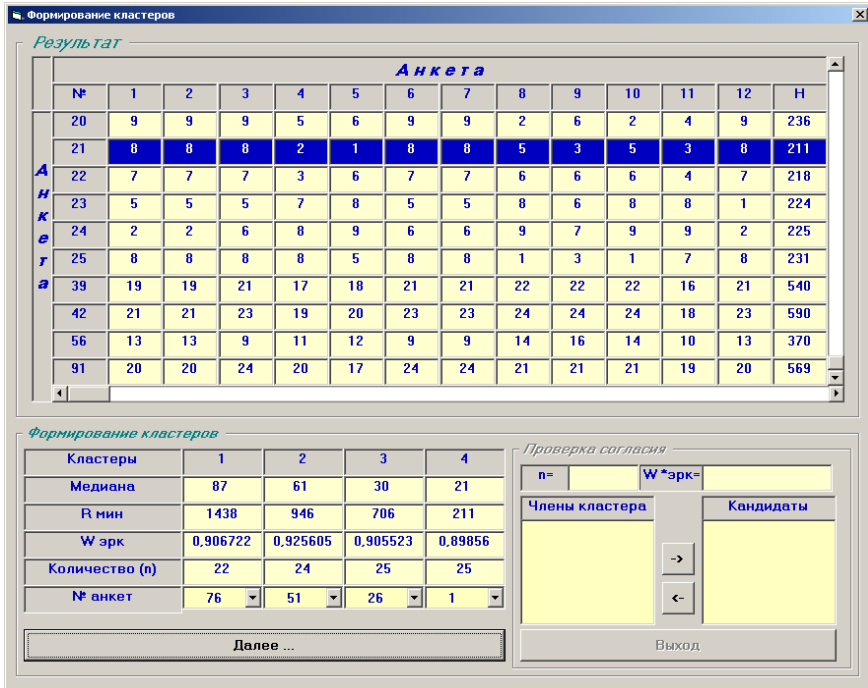


Рис. 1. Интерфейс, реализующий процесс формирования кластеров

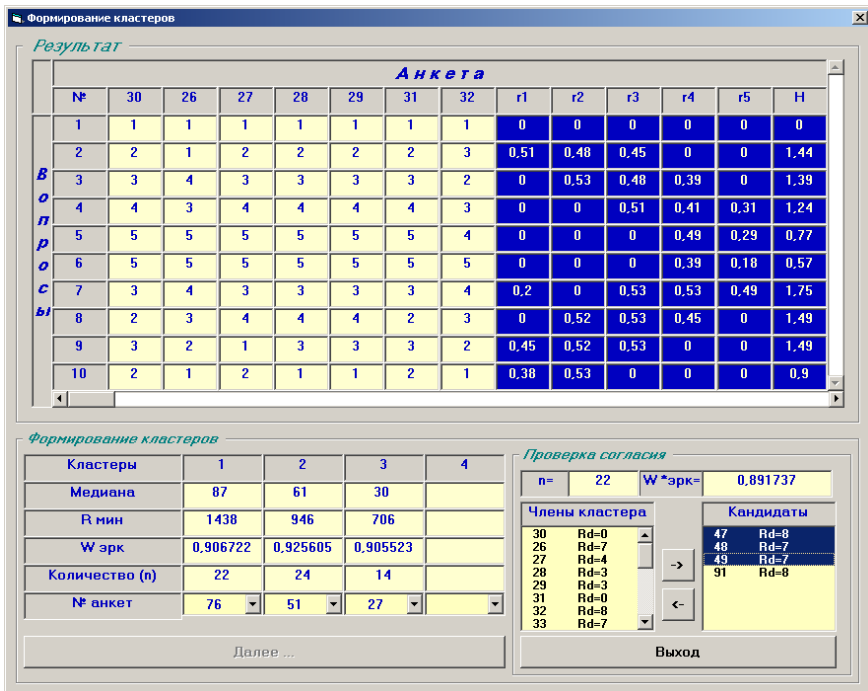


Рис. 2. Интерфейс, реализующий процесс проверки согласия

Для определения  $W_{\text{эрк}}$  на первом этапе формируется матрица размером  $m \times n$ , где  $m$  – число свойств выбранного направления, задающего личностные, поведенческие или профессиональные компетенции, а  $n$  – число кандидатов кластера. Значениями ячеек данной матрицы являются значения свойств соответствующей компетенции кандидата, приведенные к пятибалльной ранговой шкале.

В колонках таблицы  $r_1 - r_5$  представлены энтропийные характеристики ранжировок, зависящие от частоты, с которой свойство встречается у представителей формируемого кластера. Эта энтропия суммируется по всем рангам и свойствам и представляет текущую энтропию кластера. Максимальное значение энтропии достигается при равновероятном распределении рангов и равно  $m \log n$ . Это и служит основой для расчета коэффициента конкордации, так как это показано в работе [7]. При проверке согласия кандидаты, имеющие заданный уровень отличия от медианы, помещаются в список членов кластера, а кандидаты с несколько большей манхэттенской нормой – в список кандидатов. Из одного списка в другой допускается перенос данных, выбранных в произвольном порядке с одновременным пересчетом всех энтропийных характеристик. За счет этих операций можно в ряде случаев увеличить мощность кластера без существенного снижения уровня согласия.

Результаты кластерного анализа служат исходными данными для построения модели множественного выбора. Действительно, для оценивания моделей множественного выбора обычно используется метод максимального правдоподобия [8], поскольку за счет использования специальных функций, например нелинейной логит-функции, итерационная вычислительная процедура обеспечивает получение глобального максимума логарифмической функции правдоподобия.

При этом для решения системы нелинейных уравнений используется итерационная процедура, основанная на методе градиентного спуска вида [6, 7]:

$$b_{k+1} = b_k - H_{k+1}^{-1} G_{k+1},$$

где  $G_k = \left[ \frac{\partial \ln L(b_k)}{\partial b_1} \quad \frac{\partial \ln L(b_k)}{\partial b_2} \quad \frac{\partial \ln L(b_k)}{\partial b_3} \right]$  – градиент, задающий направ-

ление спуска, причем  $\frac{\partial \ln L(b_k)}{\partial b_l} = \sum_{i=1}^n [d_{il} - P_{il}] x_i^T$ , переменная  $d_{il}$  принимает

значение 1, если в  $i$ -м наблюдении (кандидат отнесен к  $l$ -му кластеру) был выбран  $l$ -й альтернативный вариант среди  $(J + 1)$ -го, и 0 – в противном случае.

Гессиан, задающий шаг спуска,

$$H_k = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_1 \partial b_1} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_1 \partial b_2} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_1 \partial b_3} \\ \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_2 \partial b_1} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_2 \partial b_2} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_2 \partial b_3} \\ \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_3 \partial b_1} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_3 \partial b_2} & \frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_3 \partial b_3} \end{vmatrix}$$

$$\frac{\partial^2 \ln L(b_k)}{\partial b_j \partial b_l} = - \sum_{i=1}^n (P_{ij}(1(j=l) - P_{ij})) x_i^T x_i, \quad P_{ij} = \frac{e^{x_i b_j}}{\sum_{k=0}^J e^{x_i b_k}}, \quad \text{вероятность наступления}$$

того или иного варианта выбора или отнесение кандидата к тому или иному кластеру,

$$J = \overline{1, 3}; \quad 1(j=1) = \begin{cases} 1, & j=l, \\ 0, & j \neq l. \end{cases}$$

Все варианты множественного выбора нумеруются в произвольном порядке: 0, 1, 2, ..., J. Компьютерная реализация устроена таким образом, что нулевые значения получают параметры той модели, которая соответствует последней из указанных альтернатив. В представляемом приложении рассматриваются по каждому направлению четыре альтернативы. На рис. 3 представлена экранная форма с результатами расчета параметров логит-модели для личностного набора компетенций. Как видно, что для процесса расчета требуется выполнить 56 шагов, поскольку только тогда результаты текущего шага отличаются для всех альтернатив от результатов предыдущего шага с заданной точностью. Программный комплекс позволяет выполнять подобные расчеты после проведения кластерного анализа для каждого направления компетенций.

Результаты расчетов параметров логит-модели и кластерного анализа в программном комплексе запоминаются в базе данных и могут по мере необходимости отображаться на форме, представленной на рис. 4. Эти результаты расчетов, могут быть использованы для проведения содержательного анализа, направленного на формирование табулированных выводов, отображаемых в отчетах. Действительно, поскольку все члены кластера имеют согласованное мнение с набором данных медианы, то для формирования выводов достаточно принимать во внимание динамику результатов медианы. Имея конечный набор кластеров по каждому направлению компетенций, нетрудно составить конечный набор содержательных выводов. Например, если по каждому направлению набора компетенций составить 4 кластера, то, используя динамику результатов медианы, можно составить 64 табулированных вывода, которые и отображать в отчетах.

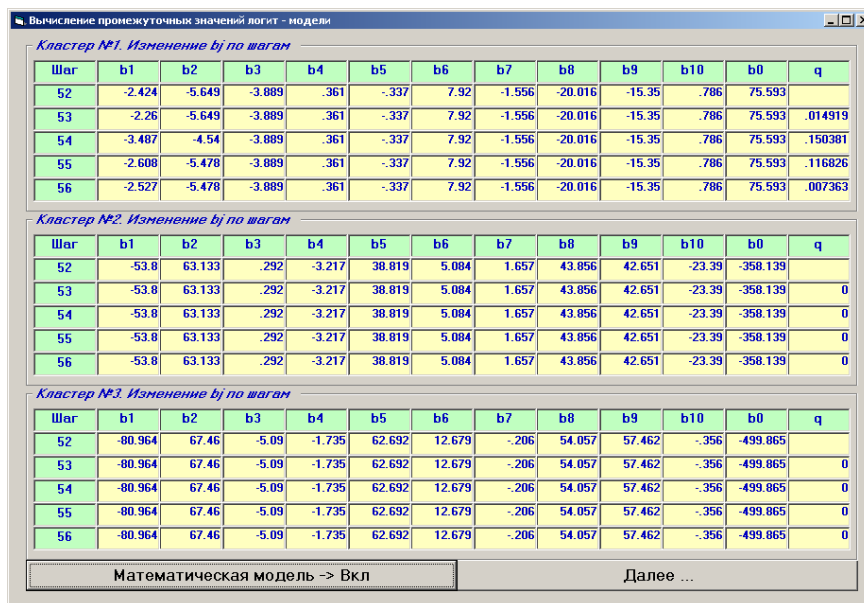


Рис. 3. Интерфейс, реализующий процесс расчета параметров логит-модели

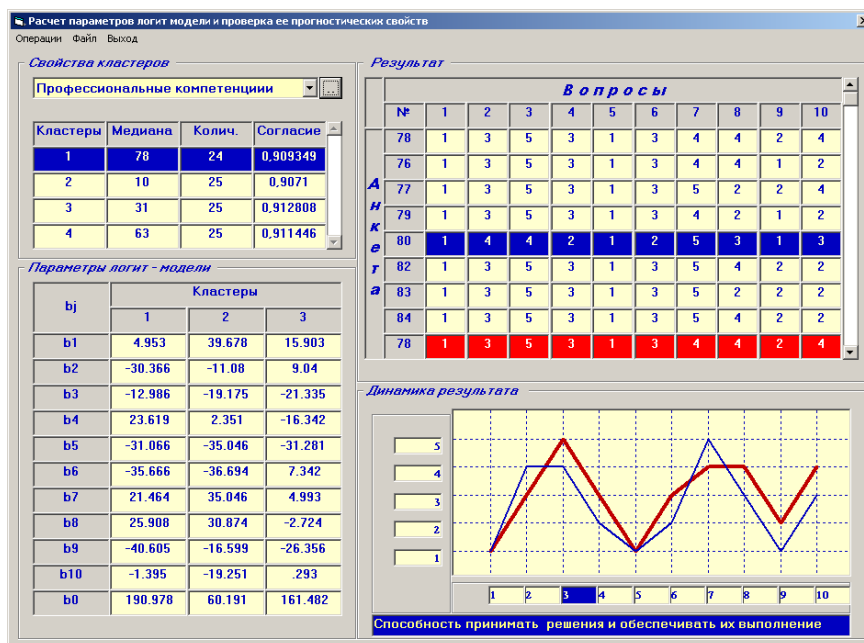


Рис. 4. Интерфейс, реализующий процесс отображения параметров логит-модели и кластерного анализа в зависимости от выбранного направления компетенций

На рис. 5 показано, как строятся решающие правила, позволяющие на основе максимального правдоподобия отнести набор свойств кандидата к соответствующему кластеру, используя набор заранее рассчитанных коэффи-

циентов логит-модели. Например, провести проверку правил, отнесения кандидатов первого кластера к первому кластеру. Детальная проверка адекватности логит-модели показала, что вероятность ошибки не более 2 %.

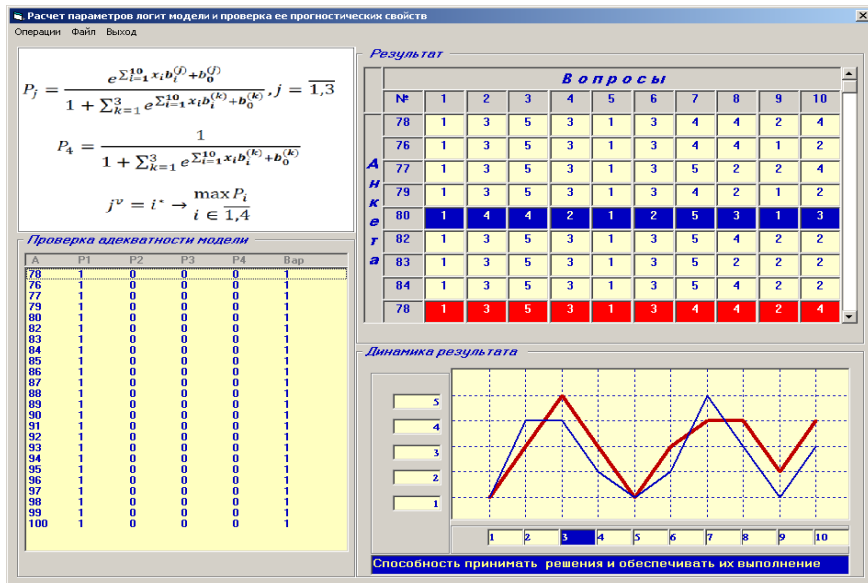


Рис. 5. Интерфейс, реализующий процесс проверки адекватности логит-модели

Данная форма может быть использована и для проверки адекватности модели множественного выбора.

Исходными данными для оценки показателей по каждому направлению компетенций являются ответы на вопросы трех наборов анкет для каждого сотрудника. Интерфейс, реализующий процесс проведения анкетирования, представлен на рис. 6. Для ответа на вопрос тестируемому сотруднику требуется выбрать вопрос, прочитать содержимое и выбрать один из пяти вариантов ответов. Результаты анкетирования складываются в специальный внешний файл базы данных, которые можно использовать для проведения расчета параметров логит-модели и кластерного анализа с учетом взаимно однозначного соответствия вопросов анкеты с показателями модели 2С-компетенций, представленного в работе [4].

Кроме того, результаты анкетирования используются в программном комплексе для формирования отчета о портрете сотрудника и выводе о его потенциальном карьерном перемещении, который формируют, используя правила, представленные на рис. 5. Экранная форма отчета показана на рис. 7.

Главное назначение отчета – на основе учета нескольких десятков показателей личностных, поведенческих и профессиональных компетенций максимально снизить неопределенность, имеющую место во время принятия решения о карьерном перемещении сотрудника. Достигается это посредством

встроенной в программный комплекс вычислительной процедуры, реализующей принцип максимального правдоподобия.

№	Вопросы анкеты	Никогда	Редко	Часто	Оч часто	Всегда
5	Способен выделять лично-значимые стимулы	+				
6	Прилагает дополнительные усилия для достижения результата в ущерб личным интересам			+		
7		+				
8	Получает удовольствие от решения сложных (нетипичных) задач			+		
9	Создает профессиональную команду и координирует ее деятельностью			+		
10	Понимает коллег по работе, их мотивы, особенности поведения, использую					+
11	Адекватно воспринимает ситуацию общения			+		
12	Осознает собственное влияние на процесс общения					+
13	Понимает причины возникающих трудностей			+		
14	Поддерживает обратную связь в процессе коммуникации, абстрагируясь от					+
15	Находит общий язык с коллегами				+	
16	Использует различные способы влияния на служащих			+		
17	Логично передает свою точку зрения, используя в качестве аргументов фа					+
18	Следует установленным стандартам				+	
19	Мыслит системно, новым образом	+				
20	Обнаруживает новые возможности для развития организации			+		
21	Оценивает перспективность новых возможностей для организации		+			
22	Приспосабливает личный стиль к развитию отношений с коллегами	+				
23	Устанавливает и поддерживает постоянный контакт с коллегами, от которы	+				

Рис. 6. Интерфейс, реализующий анкетирование сотрудников

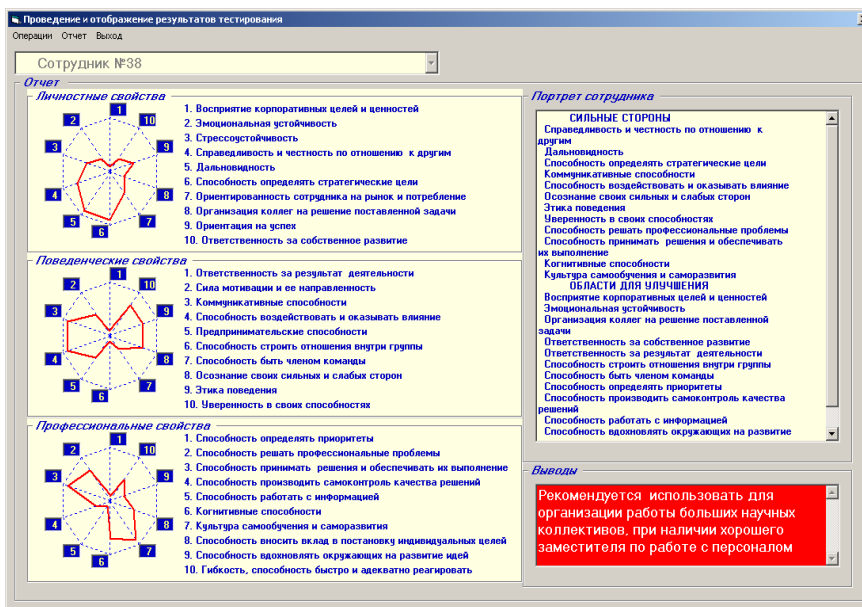


Рис. 7. Экранная форма для отображения отчета

Таким образом, в представленном программном комплексе сочетание технологий диагностики 2С-компетенций, активной экспертизы, кластерного анализа и логит-моделирования позволяет на практике реализовать идею соз-



дания искусственного интеллекта, применительно к задаче оптимального выбора кандидата на определенную руководящую должность из конечного множества альтернативных вариантов.

### Список литературы

1. Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. – М.: Радио и связь, 1992. – 256 с.
2. Андруник А.П. Типологические модели идентификационного поведения персонала инновационных предприятий [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – URL: [www.science-education.ru/103-6138](http://www.science-education.ru/103-6138).
3. Андруник А.П., Молодчик А.В. Методология управления персоналом в самоорганизующихся, саморазвивающихся инновационных организациях [Электронный ресурс] // Вестник Университета (Государственный университет управления). – 2012. – № 1. – URL: <http://science-education/121-19221>.
4. Андруник А.П., Косякин С.И., Бухвалов Н.Ю. Автоматизация процесса диагностики компетенций персонала саморазвивающихся, самоорганизующихся систем [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – URL: [www.science-education.ru/117-13384](http://www.science-education.ru/117-13384).
5. Андруник А.П., Гагарина М.В. Многоуровневая модель управления инновационными организациями в свете новой парадигмы «Менеджмент 2.0» [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – URL: [www.science-education.ru/116-12802](http://www.science-education.ru/116-12802).
6. Андруник А.П., Козлов В.В. Математическое обоснование методики диагностики компетенций персонала саморазвивающихся, самоорганизующихся систем [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <http://science-education.ru/116-12802>.
7. Давнис В.В., Тинякова В.И. Прогнозные модели экспертных предпочтений: моногр. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 248 с.
8. Molodchik A., Andrunik A. Employee Behaviour Management in 2S-Systems: Modern Imperatives//World applied sciences journal. – 2013, no. 5. Vol. 23. – URL: [http://www.idosi.org/wasj/wasj23\(5\)2013.htm](http://www.idosi.org/wasj/wasj23(5)2013.htm).

Получено 20.07.2015

**A.P. Andrunik, S.I. Kosyakin**

**TECHNOLOGY OF FORMING  
ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR DIAGNOSTICS  
OF THE 3D-MODEL MANAGEMENT  
OF THE PERSONNEL BEHAVIOUR**

This article continues a cycle of publications of the authors on the problem of forming methodology for creation of a 3D model of management of the personnel behavior in the self-organizing, spontaneous systems. However, changes in a set and nature of competences are one of key aspects of change in qualification structure of the personnel now, and structurization of its characteristics allows developing a prospective model of the key competences necessary for high-quality performance of the duties. The work considers a possibility of applying indicators of 2C – competences model for the solution of problems concerning an optimum choice of the candidate for a certain senior position from a final set of alternative options.

*Keywords: artificial intelligence, self-developing, self-organizing systems (2C systems); competence, competency; core competencies; model of competence; LED behavior; 3D-model of the behavior of staff.*

**Andrunik Andrej Petrovich** – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dept. of Management and Marketing, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: andrunik72@mail.ru.

**Kosyakin Sergej Ivanovich** – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Dept. of Management and Marketing, Perm National Research Polytechnic University, e-mail: new\_ksi@mail.ru.