

УДК 007:519.81:378

М.С. МАЗОРЧУК, В.С. ДОБРЯК, Н.С. БАКУМЕНКО

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОТБОРА ПЕРСОНАЛА НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

*В данной статье приводится описание основных подходов и моделей оценки профессиональной компетентности, и предлагаются критерии для оценки эффективности компетенций. Предложена математическая модель для отбора персонала на основе анализа компетенций прототипов. Для обоснованного принятия решений при управлении кадрами предложено использовать понятие Парето-доминирования. Рассматриваемая задача принадлежит к классу задач многокритериальной оптимизации. Для преодоления сложности расчета функции критериев предлагается использовать алгоритмы нечеткого вывода.*

**Ключевые слова:** компетенция, модель компетентности, множество Парето, многокритериальная оптимизация, профессиональная пригодность

### Введение

Задача отбора персонала на должность является важным звеном работы предприятий и организаций. Правильное назначение кандидата на должность может повысить не только производительность труда, но и увеличить прибыль предприятия, повысить лояльность сотрудников.

Существуют многочисленные формы и методы формирования штата фирмы, с помощью которых отбирают наиболее подходящих им людей. Подбор персонала начинается с описания вакансии, то есть создания прототипа необходимого сотрудника. Далее определяется список подходящих кандидатур, среди которых и находится наиболее приемлемый вариант, максимально приближенный к прототипу. При необходимости описание вакансии корректируется. Желательно иметь начальную базу кандидатов, а в процессе работы постоянно ее пополнять. Особенно актуальной эта задача является для больших организаций и предприятий (супермаркетов, строительных фирмы и т.д.), где «текучесть» кадров достаточно высока.

В настоящее время для оценки профессиональной пригодности кандидатов используют различные модели компетентности, которые базируются на определении уровня компетенций (как по отдельности, так и их комбинации). При этом, в каждой стране исторически сложились свои подходы к оценке компетенций. Большинство моделей включает в себя результаты оценок качественных характеристик личности, которые довольно трудно выразить числом. Также необходимо учитывать различные ограничения при расчете критериев компетентности. Таким образом, представить в нормализованном виде модель поиска лучшего кандидата яв-

ляется трудоемкой работой. Развитие подходов и методов для решения подобных задач является актуальной научной проблемой.

### 1. Постановка задачи исследования

Целью данного исследования является разработка математической модели подбора персонала на должность. Объектом исследования является процесс отбора персонала относительно набора необходимых компетенций. Предметом исследования являются различные методы и модели многокритериальной оптимизации. Задачами данного исследования являются:

Определить понятия компетенции в контексте данного исследования.

Описать основные методы и модели представления профессиональной компетенции, которые используются в мировой практике для оценки компетентности специалистов.

Разработать математическую модель оценки уровня компетентности кандидатов на определенную должность.

### 2. Понятия компетентности и компетенции

Результат данного исследования во многом зависит от однозначного понимания основных терминов.

На сегодняшний день не существует однозначного определения понятия «компетенция». Считается, что данный термин ввел в обращение Вайт (White, 1959), который предположил, что компетенция может быть представлена как «эффективное взаимодействие человека с окружающей средой» [1]. А также в числе личностных характеристик специалиста (выпускника) должна быть «компетент-

ностная мотивация» в дополнение к компетенции, которую можно трактовать как сформированную способность. Компетенция служит для описания тех способностей выпускника учебного заведения, которые наиболее тесно связаны с его хорошей работой на основе полученной подготовки и сформированной в процессе обучения высокой мотивацией к ее выполнению.

Здесь следует также обратить особое внимание на различие в понятиях компетентность и компетенция. **Компетенция** — это личная способность, отражающая необходимые стандарты поведения специалиста, т.е. способность решать определенный класс профессиональных задач [2]. Совокупность компетенций; наличие знаний и опыта, необходимых для эффективной деятельности в заданной предметной области называют компетентностью (от англ. *competency*). На практике многие организации и задачи, и результаты работы, и поведение включают в описание, как компетентности, так и компетенции, таким образом, и объединяют эти два понятия. Но более типично описание компетенций связывать со способностями, отражающими стандарты поведения, чем с решением задач или с результатами работы.

Согласно документу [3], компетентность — это «интегрированная характеристика качеств личности, результат подготовки выпускника вуза для выполнения деятельности в определенных профессиональных и социально-личностных предметных областях (компетенциях), который определяется необходимым объемом и уровнем знаний и опыта в определенном виде деятельности». А компетенция «включает знание и понимание (теоретическое знание академической области, способность знать и понимать), знание как действовать (практическое и оперативное применение знаний к конкретным ситуациям), знание как быть (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте).

Концепция индивидуальной компетенции давно и широко используется в управлении человеческими ресурсами в различных сферах жизни. В общем, это относится к набору навыков, которыми должен обладать человек, чтобы быть способным удовлетворительно выполнять указанную работу. Хотя данная концепция хорошо развита, споры о ее четком определении продолжаются.

### 3. Модели профессиональной компетенции

Существуют различные модели профессиональной компетенции, они зависят от подхода к пониманию определения компетентности. Модель компетенций — это их полный набор, характеризующий

эффективное поведение человека, выполняющего определенную профессиональную деятельность [4].

Например, модель «Young» (2002) (основанная на модели «Sarawano's» (1993) [5]). Здесь компетентность и компетенции для исполнения (производительности) связаны между собой. Компетентность определяется как личностная характеристика (мотивы, черты, роль и знания), и как ведет себя человек (мастерство, или навыки). Компетенцией является то, что определенный специалист обязан делать — его трудовая деятельности (функции, задачи). Что в свою очередь, приводит к выполнению остальных действий.

В модели «Jacobs» (1989) вводятся понятия «твердых» и «мягких» компетенции. Мягкие компетенции относятся к таким качествам, как творчество и чувствительность, т.е. включают в себя личные качества, которые лежат в основе поведения. Эти элементы рассматриваются как концептуально отличающиеся от жестких компетенций, таких как «умение хорошо организовать работу». Различие модели Jacobs хорошо вписывается в модель Юнга, идентифицируя поведенческие компетенции как твердые, а мягкие компетенции как личностные характеристики человека.

В Великобритании, стандартная модель описывается через компетенции, которые представляются в форме результатов конкретной работы. Роль компетенций, необходимых в каждой работе определяется через средства функционального анализа — в результате процесс взаимосвязи (описанный сверху вниз) формируется из четырех уровней, как показано на рис. 1.

Современная модель MCI (Management Charter Initiative компетенций описанная в National Occupational Standards for Management) включает в себя личные компетенции, отсутствующие в оригинале. Такое внедрение было создано для решения некоторых критических замечаний в MCI стандартах. В частности касающихся области управления, так недавние работы показали, что важно учитывать такие поведенческие характеристики, как уверенность в себе, чуткость и выносливость.

Следует также отметить, что компетентностный подход в управлении критикуется многими авторами. Как правило, утверждается, что управленческие задачи несут довольно специальный характер, что делает невозможным их обобщенность. Другие авторы утверждают, что управленческие навыки и компетенции, слишком сложны и разнообразны, чтобы однозначно их определить. Virgoyne (1988) предполагает, что компетентностный подход обращает слишком много внимания на человека и игнорирует важность организационного развития.

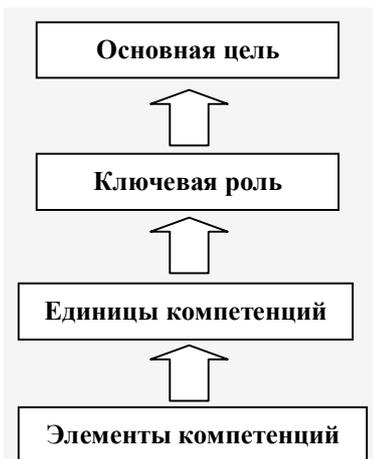


Рис. 1. Схема функциональной зависимости работ в стандартной модели компетенции. Общий случай

Несмотря, на недостатки компетентностный подход развивается и используется при управлении в различных организациях во многих странах.

Общая схема структуры компетенций представлена на рис. 2.

На данной схеме компетенции собираются в кластеры. Оценка кластера может быть основана на ряде суждений, которые относятся к потребностям учащихся, потребностям на рабочем месте и характеристикам единиц компетенции. Большинство моделей компетенций включают кластеры, относящиеся к [5]:

Интеллектуальной деятельности, например, к анализу проблем и принятию решений.

Действиям, например, к достижению конкретных результатов.

Взаимодействию, например, к работе с людьми. Также, важное место занимает подход, в котором в качестве основной компетенции личности рассматривают «рефлексивность».

Идею о рефлексивности мышления описал Шон в своей фундаментальной работе «The Reflective Practitioner» в 1983 [6]. Под рефлексивностью понимается, во-первых, способ отражения приобретенных неявных знаний, или «знания в действии», а во-вторых, способность кандидата к обучению путем (и в) практики. Таким образом, рефлексивность является жизненно важной компетенцией для процесса профессионального роста и для решения различных ежедневных проблем, которые не решаются простым применением отдельных научных или технических принципов. Речь идет не только о том, как люди думают, но и о том, как они строят опыт в целом, включая их мысли, чувства и социальные отношения. Наличие хорошо развитой данной компетенции позволяет человеку дистанцироваться от социального давления, иметь различные точки зрения, принимать самостоятельные решения и нести ответственность за свои действия.

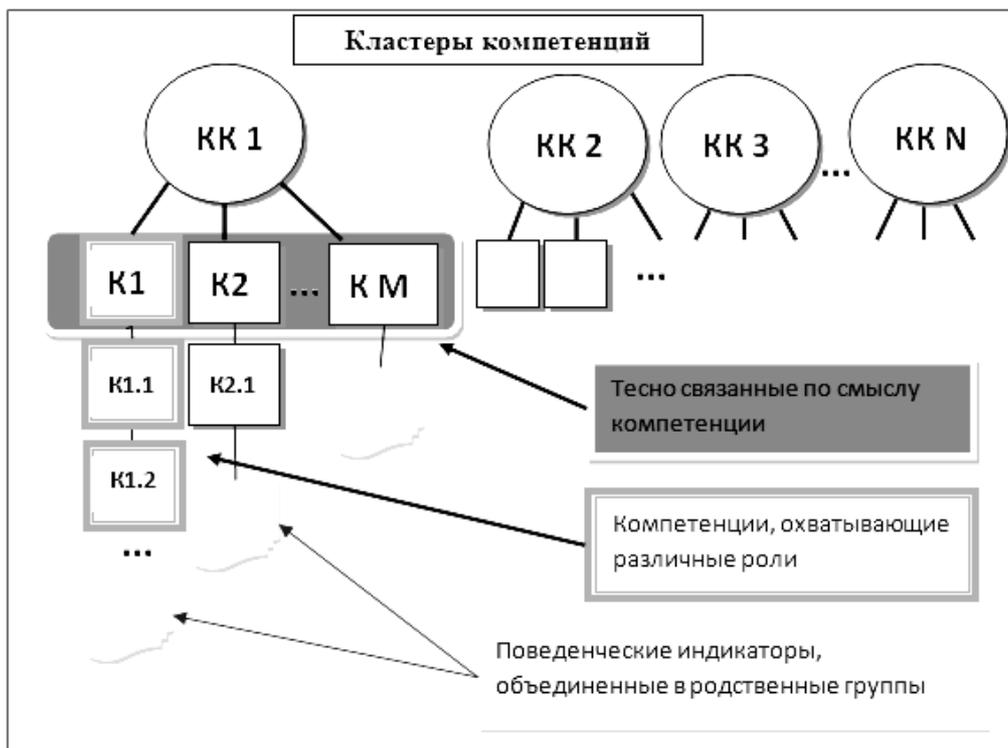


Рис. 2. Разбиение компетенций на кластеры

#### 4. Критерии эффективности компетенций

Существуют определенные критерии эффективности работающей модели компетенций, сформулированные Марком Паркинсоном [7]. Необходимо помнить, что для оценки лучшего кандидата следует определить компетенции, которые должны быть:

1. Исчерпывающими. Список компетенций должен полностью отражать все основные функции профессиональной деятельности (примерно 10-12 компетенций).

2. Дискретными. Отдельная компетенция должна относиться к определенной деятельности, которая может быть четко отделена от других видов деятельности. Если компетенции перекрываются, будет трудно точно оценивать работу или людей.

3. Сфокусированными. Каждая компетенция должна быть четко определена.

4. Доступными. Каждая компетенция должна быть доступным образом сформулирована, чтобы ее можно было использовать универсально.

5. Конгруэнтными. Компетенции должны укреплять организационную культуру и усиливать долгосрочные цели компании. Если компетенции кажутся слишком абстрактными, они не принесут пользы и не могут быть приняты.

6. Современными. Система компетенций должна постоянно обновляться, так как должна отражать настоящие и будущие (предсказуемые) потребности организации.

#### 5. Подходы к оценке компетенций

На основе существующих моделей разрабатывались различные подходы к оценке компетенций.

Общие подходы к определению компетенций можно разделить на 3 группы:

- поведенческий подход (американская традиция);
- функциональный подход (британская традиция);
- многомерный и целостный подход (Франция и Германия).

В американском подходе определение и оценка компетенций создавались как альтернатива традиционным тестам измерения уровня интеллекта IQ, которые обладают слабыми возможностями для прогнозирования эффективности работы [1]. Компетентностный подход применялся в целях определения причин успеха и эффективной работы лучших работников и выявление их отличий от менее успешных. Американская традиция связывает компетенции с поведенческими характеристиками, такими как самосознание, саморегуляция, социальные на-

выки и считает, что они могут быть сформированы через обучение и развитие. В частности, в 2000 г. была создана модель компетентности лидера (Holton и Lunham), где компетенций были определены как шесть кластеров (рис. 3). Компетенции делились на 3 уровня - общеорганизационный, индивидуальный и уровень процессов.



Рис. 3. Модель компетенций лидера

Англичане, в определении компетенции сосредотачивались не на личностных характеристиках, а на свойствах самой деятельности. При функциональном подходе ключевые роли играют профессиональные стандарты, которые затем декомпозируются в виде компетенций. На рис. 4 показана целостная модель профессиональной компетентности, разработанная Cheetham and Chivers. Модель включает в себя пять наборов связанных компетенций и компетентностей.

В континентальной Европе понятие компетенций стало популярным с середины 1990-х гг.



Рис. 4. Интегративная модель профессиональной компетентности (британская традиция)

Во Франции компетентностный подход представлен двумя полярными направлениями: компетенции как универсальный признак личности и компетенции как индивидуальные способности, проявляющиеся в процессе выполнения работы.

Определение компетенции основывается на трех аспектах: знании, опыте и поведенческих характеристиках.

В Германии вводится понятие «ключевые квалификации», включающее индивидуальные компетенции, которые формулируются как способность к сотрудничеству, гибкость, этичность, независимость в решении проблем. На рис. 5 показана стандартная типология компетенций для модели в немецкой традиции.

Каждый из этих подходов имеет определенные преимущества. Традиционный Американский подход продемонстрировал важность индивидуальных особенностей и использование поведенческой компетенции как средство развития превосходной производительности.

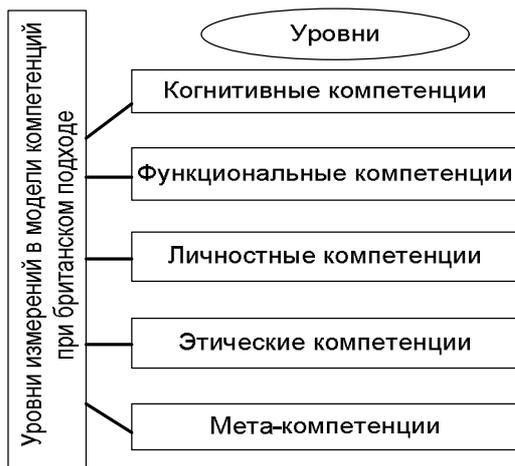


Рис. 5. Немецкий подход: «компетенции действия»

Основной подход Великобритании показал значение профессиональных определенных стандартов функциональной компетенции и их применимости на рабочем месте. Подход, принятый во Франции и Германии демонстрирует потенциал многомерной и более аналитической концепции компетенций.

Следует отметить, что объединение в одном контексте различных компетенций формирует различные компетентности [6]. На самом деле, в той или иной ситуации, или цели могут потребоваться различные кластеры компетенций, настроены по-разному в каждом конкретном случае (рис. 6).

Люди, живущие в различных ситуациях, нуждаются в той или иной степени в различных компетенциях в соответствии, например, с культурными нормами, технологическим доступом, социальными отношениями и т.д.

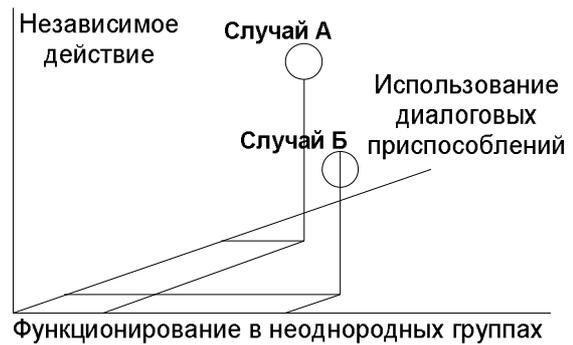


Рис. 6. Комбинирование компетенций в различных ситуациях

При грамотном применении модели компетенций ее использование не ограничивается оценкой. Она должна быть основой для разработки системы оценки, обучения, развития и мотивации, а также отбора персонала на вакантные должности. Построение целостной системы позволяет использовать модель компетенций наиболее эффективно и получить наибольший возврат на инвестиции в персонал.

## 6. Математическая модель

Допустим, будем использовать интегративную модель профессиональной компетенции на основе британской традиции. Множество всех кандидатов на должность представляются в виде моделей компетенций.

Обозначим через  $X = \{X_i\}$  множество сотрудников ( $i = 1, \dots, M$ , где  $M$  - кол-во объектов), которые в настоящее время, готовы к работе и имеют полную информацию по структуре компетенций;  $X_0$  – идеальная модель сотрудника, или модель характеристик должности, на которую производится отбор и согласно которой осуществляется поиск, наиболее удовлетворяющего требованиям кандидата.

Каждого сотрудника можно представить в виде входящих в его модель компетентности компетенций (рассматривая их как подсистемы), на основе которых составляется взвешенная оценка компетентности:

$$X_i = \{X_{i,1}, X_{i,2}, \dots, X_{i,N}\},$$

$$X_{i,1} \in S_1, \dots, X_{i,j} \in S_j, \dots, X_{i,N} \in S_N,$$

где  $N$  – количество компетенций, из которых состоит модель компетенции кандидата;

$S_j$  – множество всех компетенций, соответствующих той или иной сфере деятельности ( $j = 1, \dots, N$ ).

Каждый кандидат включает в себя набор определенных компетенций, которые имеют численное представление.

Данные компетенции комбинируются в отдельные компетентности и делятся на три уровня. Индивидуальности представлены как кортеж из  $N$  вещественных чисел

$$X_i = \{X_{i,1}, X_{i,2}, \dots, X_{i,N}\}, X_i \in X, x_{i,j} \in R.$$

Задача отбора персонала в данной исследовательской работе отличается тем, что отбор происходит из определенного множества кандидатур на должность, имеющих адекватную компетентностную оценку, основанную на результатах работы, личных качествах и т.д.

Набор параметров, характеризующих какую-либо компетенцию в составе всей модели, можно описать матрицей:

$$X_{i,j} = \left\| x_{ij}^k \right\|,$$

где  $x_{ij}^k$  - значение  $k$ -го параметра (здесь  $k$  играет роль уровня компетенции, в нашем случае  $k = 3$ )  $j$ -й компетенции  $i$ -го кандидата на должность ( $k = 1, \dots, L$  - количество параметров).

Задача состоит в том, чтобы выбрать такого сотрудника, который быстрее всего можно адаптировать к требованиям должности.

Комбинируя различным способом компетенции, получим новые наборы компетенций  $X'$ , состоящие из компонент-прототипов. Множество таких прототипов мы обозначим через  $D: D = S_1 \times S_2 \times \dots \times S_N$ .

Данное множество  $D$  и есть пространством поиска, в котором необходимо искать прототип, наиболее подходящего требованиям.

Выбирая тот или иной прототип из пространства поиска, нужно оценить перспективу его использования согласно некоторым критериям. Например, время адаптации сотрудника, стоимость подготовительных курсов обучения и многие другие. Допустим, что у нас есть функция критериев, как отображение  $f$  в  $\mathfrak{R}$ :

$$f_\alpha : D \times A \rightarrow \mathfrak{R}, \alpha = 1, \dots, P,$$

где  $P$  - количество критериев.

Элементы множества  $\mathfrak{R}$  - упорядоченные пары  $(d, a)$  для всех возможных  $d \in D$  и  $a \in A$ . При наличии нескольких критериев  $f_\alpha$  функция локальных критериев примет вид

$$\Phi = \varphi(F_\alpha) = \varphi(f_1, f_2, \dots, f_N).$$

Функции критериев достаточно сложно описать формально, с другой стороны, эксперт всегда может дать несколько рекомендаций и правил касательно

поведения этих функций. Для расчета этих функций и преодоления данной сложности, целесообразно использовать системы нечеткого вывода (например, Мамдани).

Введем на множестве  $D$  отношение предпочтения, которое обозначим символом « $\succ$ ». Для любых прототипов  $X'_1$  и  $X'_2$  из  $D$  отношение  $X'_1 \succ X'_2$  будет выполняться тогда и только тогда, когда  $X'_1$  по всем показателям лучше  $X'_2$ .

Или другими словами

$$X'_1 \succ X'_2 \Leftrightarrow \forall \alpha, f_\alpha(X'_1, X_0) \geq f_\alpha(X'_2, X_0).$$

Таким образом, получаем задачу многокритериальной оптимизации.

Задача поиска лучшего сотрудника формулируется следующим образом: заданы требования (уровни компетенций) к новому сотруднику  $X_0$ , заданы наборы компетенций всех кандидатов  $X_{i,j}$ . Требуется найти такой набор параметров, при котором функция  $\Phi$  минимальна.

Результатом задачи является нахождение множества Парето [8]. Так как для любой допустимой точки, лежащей вне множества Парето, найдется точка во множестве Парето, дающая по всем целевым функциям значения не хуже, чем в этой точке и хотя бы по одной целевой функции - строго лучше. Отсюда следует, что решение многокритериальной задачи оптимизации целесообразно выбирать из множества Парето, т.к. любое другое, очевидно, может быть улучшено некоторой точкой Парето как минимум по одному критерию без ухудшения других критериев.

Предложенная математическая модель позволяет принять решение о выборе наилучшего кандидата. Поиск идеального объекта производится на основе сравнения каждого соискателя с идеальным профилем работника с учетом важности рассматриваемых качеств личности для данной сферы деятельности.

## Выводы

В данной статье были рассмотрены различные подходы к оценке компетентности, описаны основные модели компетенций и методы их моделирования. Так же была предложена математическая модель для решения задачи поиска лучшего кандидата на должность.

Задача поиска идеального экземпляра может решаться методами многокритериальной оптимизации на основе нечетких показателей.

Такая модель может быть использована в разных областях деятельности человека.

## Литература

1. Звонников, В.И. Контроль качества обучения при аттестации: компетентностный [Текст]: учеб. пособие / В.И. Звонников, М.Б. Чельщикова. – М.: Университетская книга, Логос, 2009. – 72 с.
2. Митросенко, С.В. Педагогика среднего профессионального образования [Текст] / С.В. Митросенко. – Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2007. – 250 с.
3. Нормативы образования и науки Украины. Относительно нормативно-методического обеспечения разработки отраслевых стандартов высшего образования. Письмо от 31 июля 2008 г. № 1/9-484 [Электронный ресурс] // Нормативный акт. – Режим доступа: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/MUS8203.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MUS8203.html). - 17.06.2012 г.
4. Рябов, В.В. Проектирование критериев оценки качества подготовки и переподготовки специалистов [Текст] / В.В. Рябов, Ю.В. Фролов. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 28 с
5. Определение компетенций [Электронный ресурс]: Ведущий портал о кадровом менеджменте. – Режим доступа: <http://hrm.ru/opredelenie-kompetencijj> - 17.06.2012 г.
6. The definition and selection of key competencies (DeSeCo). Executive summary [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.oecd.org/document/17/0,3746,en\\_2649\\_39263238\\_2669073\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/17/0,3746,en_2649_39263238_2669073_1_1_1_1,00.html). - 17.06.2012 г.
7. Ветошкина, Т. Роль компетенции в управлении персоналом [Текст] / Т. Ветошкина // Кадровик. Кадровый менеджмент. – 2008. - №3. – С. 11-18.
8. Толкунова, Ю.Н. Нечеткий эволюционный метод поиска прототипа технической системы для мультипроекта создания сложной техники [Текст] / Ю.Н. Толкунова // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 46. – Х., 2010. – С. 268 - 276.

Поступила в редакцию 4.06.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, зав. каф. охраны труда, стандартизации и сертификации Р.М. Трищ, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

## ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІДБОРУ ПЕРСОНАЛУ НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ

*М.С. Мазорчук, В.С. Добряк, Н.С. Бакуменко*

У даній статті наводиться опис основних підходів та моделей оцінки професійної компетентності, і пропонуються критерії для оцінки ефективності компетенцій. Запропоновано математичну модель для відбору персоналу на основі аналізу компетенцій прототипів. Для обґрунтованого прийняття рішень при управлінні кадрами запропоновано використовувати поняття Парето-домінування. Розглянута задача належить до класу задач багатокритеріальної оптимізації. Для подолання складнощів розрахунку функції критеріїв пропонуються використовувати алгоритми нечіткого висновку.

**Ключові слова:** компетенція, модель компетентності, множина Парето, багатокритеріальна оптимізація, професійна придатність

## FORMATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR SELECTION OF STAFF ON THE BASIS OF COMPETENCE APPROACH

*M.S. Mazorchuk, V.S. Dobriak, N.S. Bakumenko*

This article describes the main approaches and models for assessment of professional level of competence, and suggests criteria for evaluating the effectiveness of competencies. We propose a mathematical model for the staff selection based on the analysis of competencies prototypes. To substantiate consistent decision-making in the management of personnel proposed to use the concept of Pareto dominance. The problem under consideration belongs to the class of multiobjective optimization. To overcome the complexity of calculating the function criteria the fuzzy inference algorithm is used.

**Keywords:** competence, competency model, the set of Pareto, multiobjective optimization, professional fitness.

**Мазорчук Марія Сергеевна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харьков, Україна, e-mail: [mazorchuk\\_mary@inbox.ru](mailto:mazorchuk_mary@inbox.ru).

**Добряк Вікторія Сергеевна** – аспірант каф. інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харьков, Україна, e-mail: [viktoriya--13@mail.ru](mailto:viktoriya--13@mail.ru).

**Бакуменко Ніна Станіславовна** - канд. техн. наук, доцент кафедри інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. Н.Е. Жуковського «ХАИ», Харьков, Україна, e-mail: [nina@bigline.net](mailto:nina@bigline.net).