

УДК 519.816

## ПОСТРОЕНИЕ ПРОДУКЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИЗ ОДНОЙ ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ В ДРУГУЮ

В.А. Шевченко, доц., к.т.н.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Графически представлены нечеткие множества типологических групп студентов и возможности перераспределения в другую типологическую группу. Разработаны производственные модели перераспределения студентов с учетом их предпочтений по оценке их компетенций. Определены значения функции принадлежности возможного перераспределения студентов из одной типологической группы в другую.

*Ключевые слова:* графическое представление, нечеткие множества, типологическая группа, перераспределение, функция принадлежности.

## ПОБУДОВА ПРОДУКЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ СТУДЕНТІВ З ОДНІЄЇ ТИПОЛОГІЧНОЇ ГРУПИ ДО ІНШОЇ

В.О. Шевченко, доц., к.т.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Графічно подано нечіткі множини типологічних груп студентів та можливості перерозподілу до іншої типологічної групи. Розроблено продукційні моделі перерозподілу студентів з урахуванням їх переваг по оцінці їх компетенцій. Визначено значення функції належності можливого перерозподілу студентів з однієї типологічної групи до іншої.

*Ключові слова:* графічне подання, нечіткі множини, типологічна група, перерозподіл, функція належності.

## CREATION OF PRODUCTION MODELS OF STUDENT REDISTRIBUTION FROM ONE TYPOLOGICAL GROUP INTO ANOTHER

V. Shevchenko, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),

Kharkov National Automobile and Highway University

*Abstract.* The purpose of this paper is to formalize the process of student redistribution from one typological group into another based on the preferences of students to assess their competencies with the help of production models. The basis for formalization of the process of student redistribution is presented by the given in the paper a great number of non-dominant alternatives, and the defining fuzzy set of students whose current progress does not correspond to the desired one.

*Key words:* graphical representation, fuzzy sets, typological groups, redistribution, membership function.

### Введение

Известно, что на успеваемость студентов оказывают влияние различные факторы. В работе [1] определены наиболее значимые факторы, величину которых возможно измерить количественно. Но на успеваемость

студентов весомое влияние оказывают также качественные факторы, такие как мотивация, индивидуальные способности студентов к обучению и др. Так как последние названные факторы трудно измерить количественно, будем считать их статистически неопределенными параметрами. Таким образом, мо-

дель процесса приобретения знаний студентами должна быть построена с учетом и количественных, и качественных факторов.

### Анализ публикаций

В настоящее время имеется значительное количество работ, в которых обсуждаются проблемы математического моделирования и управления процессом обучения студентов [2, 3] с помощью различного математического аппарата.

В ходе анализа публикаций был сделан вывод, что математическая модель, построенная на основе строгих математических соотношений, не может обеспечить высокую достоверность результатов моделирования слабоструктурированных педагогических процессов. Для получения полных и достаточно достоверных количественных результатов при помощи моделирования необходимо использовать эвристические модели представления знаний. К ним относятся фреймы, семантические сети, продукционные модели и модели нечетких знаний.

### Цель и постановка задачи

В работе [4] предложен метод распределения студентов на типологические группы в зависимости от их успеваемости. В работе [5] формализованы предпосылки перераспределения по типологическим группам студентов, у которых текущая оценка их успеваемости не совпадает с желаемой. Цель настоящей статьи – формализовать процесс перераспределения студентов по типологическим группам на основе результатов, полученных в [4] и [5].

### Множество недоминирующих альтернатив

В табл. 1 представлено множество недоминирующих альтернатив для каждой модели поведения студентов, которое определено в работе [5].

Выделив из множества недоминирующих альтернатив множество четко недоминирующих альтернатив с  $\mu_{\tilde{\kappa}_s^{HD}}(y) = 1$ , получим подгруппы студентов, у которых предпочтения по успеваемости не соответствуют текущей оценке их успеваемости. В этом случае нечеткое множество четко недоминирующих

альтернатив определяет поведение студентов, которые предпочитают повысить свою успеваемость, другими словами, – перераспределиться в другую типологическую группу.

Таблица 1 Соответствие успеваемости и предпочтений студентов

Функция принадлежности	Класс «Плохо»	Класс «Удовл.»	Класс «Хорошо»	Класс «Отлично»
$\mu_{\tilde{\kappa}_1^{HD}}(y_j)$	1	0,02	0,39	0,76
$\mu_{\tilde{\kappa}_2^{HD}}(y_j)$	1	0,5	0,39	0,76
$\mu_{\tilde{\kappa}_3^{HD}}(y_j)$	1	1	0,04	0,61
$\mu_{\tilde{\kappa}_4^{HD}}(y_j)$	1	1	0,5	0,6
$\mu_{\tilde{\kappa}_5^{HD}}(y_j)$	1	1	1	0,1

### Продукционные модели перераспределения студентов с моделью поведения МП1

Проанализируем элементы множества четко недоминирующих альтернатив. Для модели поведения студентов МП1 [5] существует один четко недоминирующий элемент – переход из класса «Плохо» в любой другой класс. Графическое представление функции перехода из класса «Плохо» при МП1 изображено на рис. 1.

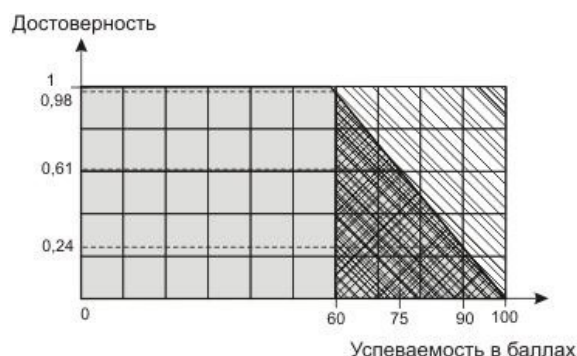


Рис. 1. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП1 из класса «Плохо»:

На рис. 1, 3, 4, 7–9 обозначены области:  
 □ – графическое представление нечеткой области принадлежности студентов к классу «Плохо»;  
 ▨ – графическое представление нечеткой области успеваемости, к которой студенты предпочитают принадлежать;  
 ▩ – графическое представление нечеткой

области успеваемости, в которую студенты имеют возможность перейти с учетом своих предпочтений.

Опишем условия перехода студентов из класса «Плохо» для модели поведения студентов МП1 продукционными правилами (1), где ПУ1 – перераспределение студентов в класс «Удовлетворительно»; ПХ1 – перераспределение студентов в класс «Хорошо»; ПО1 – перераспределение студентов в класс «Отлично»;  $K_n$  – типологическая группа класса «Плохо»;  $K_y$  – типологическая группа класса «Удовлетворительно»;  $K_x$  – типологическая группа класса «Хорошо»;  $K_o$  – типологическая группа класса «Отлично»; МП1 – модель поведения студентов,  $M_n$  – методика, рекомендованная для студентов класса «Плохо»,  $\mu$  – функция принадлежности, определяющая величину достоверности перераспределения студентов.

$$\begin{aligned} \text{ПУ1}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП1} \& M_n; \mu : K_y \rightarrow \\ &\rightarrow (0,61; 0,98] \rangle; \\ \text{ПХ1}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП1} \& M_n; \mu : K_x \rightarrow \\ &\rightarrow (0,24; 0,61] \rangle; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{ПО1}(K_n) = \langle K_n \& \text{МП1} \& M_n; \mu : K_o \rightarrow \rightarrow (0; 0,24] \rangle;$$

$$\text{ПУ1}(K_n) \equiv \text{ПХ1}(K_n) \equiv \text{ПО1}(K_n).$$

Продукционные правила (1) определяют, что для студента из класса  $K_n$  с моделью поведения МП1, занимающегося по методике  $M_n$ , возможен переход в класс  $K_y$  с достоверностью  $\mu$  в пределах  $(0,61; 0,98]$ ; в класс  $K_x$  – с достоверностью  $\mu$  в пределах  $(0,24; 0,61]$ ; и в класс  $K_o$  – с достоверностью  $\mu$  в пределах  $[0; 0,24]$ , причем предпочтения студентов в данном случае равнозначны.

#### Продукционные модели перераспределения студентов с моделью поведения МП2

Для модели поведения студентов МП2 существует также один четко недоминирующий элемент – переход из класса «Плохо» в любой другой класс. Графическое представле-

ние функции перехода из класса «Плохо» при МП2 изображено на рис. 2.

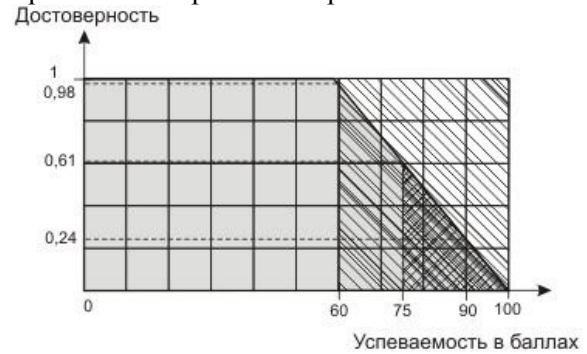


Рис. 2. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП2 из класса «Плохо»

На рис. 2, 5, 6 обозначены области:

□ – графическое представление нечеткой области принадлежности студентов к классу «Плохо»; ▨ – графическое представление нечеткой области успеваемости, к которой студенты предпочитают принадлежать; ▩ – графическое представление нечеткой области успеваемости, в которую студенты имеют возможность, но не предпочитают перейти; ▤ – графическое представление нечеткой области успеваемости, в которую студенты имеют возможность перейти с учетом своих предпочтений.

Продукционные правила перехода из класса «Плохо» для модели поведения студентов МП2 представлены выражениями (2)

$$\begin{aligned} \text{ПУ2}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП2} \& M_n; \mu : K_y \rightarrow \\ &\rightarrow (0,61; 0,98] \rangle; \\ \text{ПХ2}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП2} \& M_n; \mu : K_x \rightarrow \\ &\rightarrow (0,24; 0,61] \rangle; \\ \text{ПО2}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП2} \& M_n; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow (0; 0,24] \rangle; \\ \text{ПУ2}(K_n) &\equiv \text{ПХ2}(K_n) \succ \text{ПО2}(K_n). \end{aligned} \quad (2)$$

Продукционные правила (2) определяют возможности студентов перераспределиться в другую типологическую группу с учетом того, что переход в класс «Хорошо» или в класс «Отлично» для студентов предпочтительнее, чем переход в класс «Удовлетворительно».

**Продукционные модели перераспределения студентов с моделью поведения МПЗ**

Для модели поведения студентов МПЗ существуют два четко недоминирующих элемента – переход из класса «Плохо» и переход из класса «Удовлетворительно» в класс «Хорошо» или в класс «Отлично». Графическое представление функции перехода из класса «Плохо» представлено на рис. 3, а из класса «Удовлетворительно» – на рис. 4.

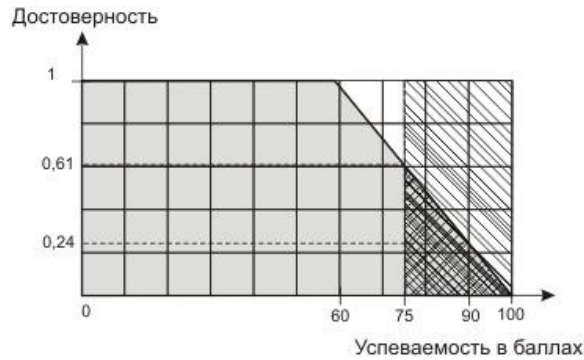


Рис. 3. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МПЗ из класса «Плохо»

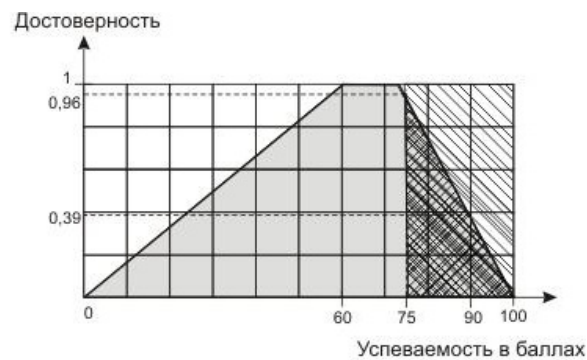


Рис. 4. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МПЗ из класса «Удовлетворительно»

Продукционные правила перехода для модели поведения студентов МПЗ из класса «Плохо» выражены соотношениями (3), а из класса «Удовлетворительно» – соотношениями (4).

$$\begin{aligned}
 \text{ПХЗ}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МПЗ} \& M_n; \mu : K_x \rightarrow \\
 &\rightarrow (0,24; 0,61] \rangle; \\
 \text{ПОЗ}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МПЗ} \& M_n; \mu : K_o \rightarrow \\
 &\rightarrow [0; 0,24] \rangle; \\
 \text{ПХЗ}(K_n) &\equiv \text{ПОЗ}(K_n).
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ПХЗ}(K_y) &= \langle K_y \& \text{МПЗ} \& M_y; \mu : K_x \rightarrow \\
 &\rightarrow (0,39; 0,96] \rangle; \\
 \text{ПОЗ}(K_y) &= \langle K_y \& \text{МПЗ} \& M_y; \mu : K_o \rightarrow \\
 &\rightarrow [0; 0,39] \rangle; \\
 \text{ПХЗ}(K_y) &\equiv \text{ПОЗ}(K_y).
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

**Продукционные модели перераспределения студентов с моделью поведения МП4**

Для модели поведения студентов МП4 также существуют два четко недоминирующих элемента – переход из класса «Плохо» и переход из класса «Удовлетворительно» в класс «Хорошо» или в класс «Отлично». Графическое представление функции перехода из класса «Плохо» изображено на рис. 5, а из класса «Удовлетворительно» – на рис. 6.

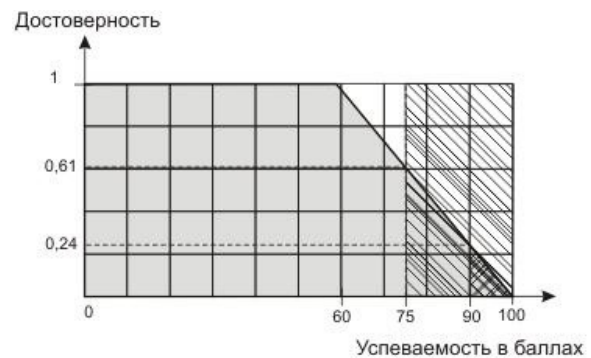


Рис. 5. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП4 из класса «Плохо»

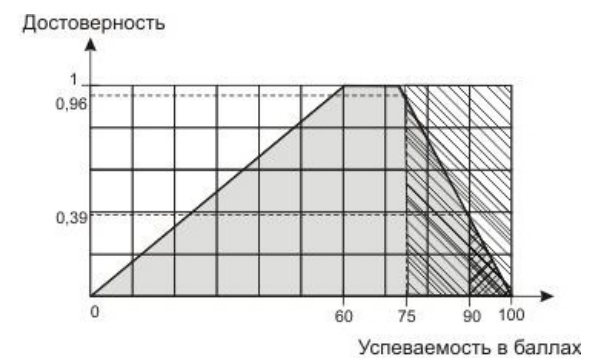


Рис. 6. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП4 из класса «Удовлетворительно»

Продукционные правила перехода для модели поведения студентов МПЗ из класса «Плохо» представлены соотношениями (5), а из класса «Удовлетворительно» – соотношениями (6).

$$\begin{aligned} \text{ПХ4}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП4} \& M_n; \mu : K_x \rightarrow \\ &\rightarrow (0, 24; 0, 61] \rangle; \\ \text{ПО4}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП4} \& M_n; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow [0; 0, 24] \rangle; \\ \text{ПХ4}(K_n) &> \text{ПО4}(K_n). \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{ПХ4}(K_y) &= \langle K_y \& \text{МП4} \& M_y; \mu : K_x \rightarrow \\ &\rightarrow (0, 39; 0, 96] \rangle; \\ \text{ПО4}(K_y) &= \langle K_y \& \text{МП4} \& M_y; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow [0; 0, 39] \rangle; \\ \text{ПХ4}(K_y) &> \text{ПО4}(K_y). \end{aligned} \quad (6)$$

### Продукционные модели перераспределения студентов с моделью поведения МП5

Для модели поведения студентов МП5 существуют три четко недоминирующих элемента – переход из класса «Плохо», переход из класса «Удовлетворительно» и переход из класса «Хорошо» в класс «Отлично». Графические представления функций перехода для модели поведения студентов МП5 представлены на рис. 7–9.

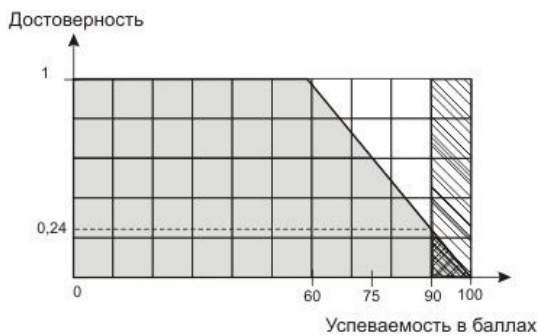


Рис. 7. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП5 из класса «Плохо»

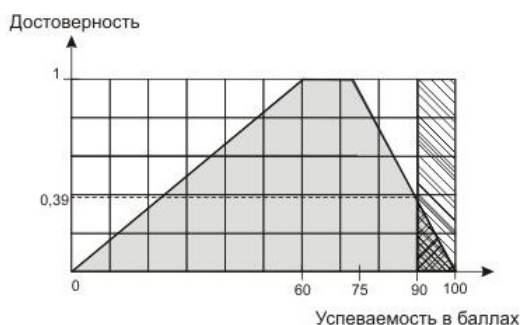


Рис. 8. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП5 из класса «Удовлетворительно»

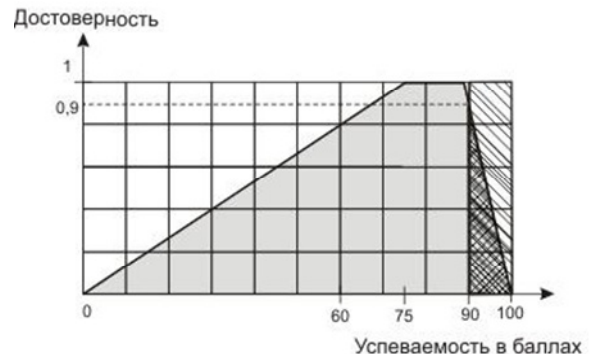


Рис. 9. Графическое представление возможности перераспределения студентов с МП5 из класса «Хорошо»

Продукционные правила перехода из класса «Плохо», из класса «Удовлетворительно» и из класса «Хорошо» для модели поведения студентов МП5 представлены соотношениями (7)–(9) соответственно.

$$\begin{aligned} \text{ПО5}(K_n) &= \langle K_n \& \text{МП5} \& M_n; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow [0; 0, 24] \rangle. \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{ПО5}(K_y) &= \langle K_y \& \text{МП5} \& M_y; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow [0; 0, 39] \rangle. \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{ПО5}(K_x) &= \langle K_x \& \text{МП5} \& M_x; \mu : K_o \rightarrow \\ &\rightarrow [0; 0, 9] \rangle. \end{aligned} \quad (9)$$

### Вывод

Разработанные продукционные модели возможного перераспределения нечеткого множества студентов из одной типологической группы в другую, с учетом предпочтений студентов по оценке их компетенций, являются основой для формализации процесса приобретения знаний студентами и могут быть использованы при автоматизации процесса подбора индивидуальных методик обучения с целью повышения успеваемости студентов.

### Литература

1. Шевченко В.А. Определение влияющих факторов для построения модели накопления знаний / В.А. Шевченко // Экспертные оценки элементов учебного процесса: материалы XI межвуз. науч.-практ. конф., 2009. – С. 66–68.

2. Зеневич А.М. Математическое моделирование процесса обучения / А.М. Зеневич, С.Я. Жукович // Подготовка научных кадров высшей квалификации в целях обеспечения инновационного развития экономики: материалы конференции. – Минск: ГУ БелИСА, 2006. – 146 с.
3. Белова Л.А. Логико-математические основы управления учебными процессами высших учебных заведений: монография / Л.А. Белова, К.А. Метешкин, О.В. Уваров. – Х.: Восточно-региональный центр гуманитарно-образовательных инициатив, 2001. – 272 с.
4. Шевченко В.А. Распределение студентов на типологические группы с помощью кластерного анализа в зависимости от факторов, влияющих на успеваемость / В.А. Шевченко // Проблеми інтеграції національних закладів вищої освіти до Європейського освітнього середовища: зб. матеріалів міжнародної наук.-метод. конф., 2012. – Т. 2. – С. 120 – 123.
5. Метешкин К.А. Нечеткое представление результатов кластеризации студентов / К.А. Метешкин, В.А. Шевченко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 56. – 2012. – С. 162–168.
5. *onnogo razvitija ekonomiki: materialy konferencii* [Preparation of highly qualified scientific personnel in order to provide innovative economic development: proceedings of the conference]. Minsk GU BellISA, Publ., 2006. 146 p.
3. Belova L.A. *Logiko-matematicheskie osnovy upravlenija uchebnyimi processami vysshih uchebnyh zavedenij* [Logical-mathematical foundations of learning management of higher education institutions: monograph.]. Kharkov: East Regional Center for Humanities and Education Initiatives Publ., 2001. 272 p.
4. Shevchenko V.A. *Raspredelenie studentov na tipologicheskie grupy s pomoshh'ju klasterного analiza v zavisimosti ot faktorov, vlijajushhих na uspevaemost'* [Distribution of students in the typological groups using cluster analysis, depending on the factors affecting the performance]. *Problemy intehratsiyi natsional'nykh zakladiv vyshchoyi osvity do Yevropeys'koho osvith'oho seredovyshcha: zbirnyk materialiv mizhnarodnoyi naukovо-metododychnoyi konferentsiyi* [Problems integrating national institutions of higher education in the European educational environment: Proceedings of the international scientific and technical conference], 2012, Vol. 2. pp. 120–123.
5. Meteshkin, K.A. *Nechetkoe predstavlenie rezul'tatov klasterizacii studentov* [Fuzzy representation of the results of clustering students]. *Otkrytye informacionnye i komp'juternye integrirovannye tehnologii: sbornik nauchnyh trudov Nacional'nogo ajerokosmicheskogo universiteta im. N.E. Zhukovskogo «HAI»* [Open information and computer integrated technologies: Proceedings of the National Aerospace University named after N.E. Zhukovsky "HAI"], 2012, Vol. 56. pp. 162–168.

### References

1. Shevchenko V.A. *Opredelenie vlijajushhих faktorov dlja postroenija modeli nakoplenija znanij* [Determination of the influencing factors for the model of knowledge accumulation]. *Ekspertnye ocenki jelementov uchebного processa: materialy XI mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Expert assessments of the elements of the educational process: Materials XI Interuniversity Scientific-Practical Conference]. Kharkov, 2009. pp. 66–68.
2. Zenevich A.M. *Matematicheskoe modelirovanie processa obuchenija* [Mathematical modeling of the learning process]. *Podgotovka nauchnyh kadrov vysshej kvalifikacii v celjah obespechenija innovacii*

Рецензент: В.В. Бондаренко, доцент, к.пед.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 20 апреля 2015 г.