

ПАРТИКУЛЯРНЫЙ АЛГОРИТМ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА СЛОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Н. Б. Баева, Д. В. Ворогушина, О. В. Волкова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 18.11.2010 г.

Аннотация: В статье описан трехуровневый партикулярный алгоритм мотивационного управления обучением, основанный на предположении об использовании набора тестов для оценки знаний. Алгоритм положен в основу процедуры распределения обучаемых по подгруппам, различающимся уровнем подготовки. Для каждой из групп решена задача распределения числа контрольных мероприятий. Приведены результаты экспериментальных расчетов.

Ключевые слова: партикулярный алгоритм, мотивация, обучение, контрольные мероприятия.

Annotation: The paper is devoted to the individualized three-level algorithm of motivational management based on the set of knowledge estimation tests. The procedure of knowledge level group distribution of trainees based on the algorithm is offered. The problem of the control measures quantity for each group is solved. The experiment results are shown.

Key words: individualized algorithm, motivation, training, the measures of control.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим фактором, способствующим повышению качества обучения персонала в любом образовательном центре, является эффективное мотивационное управление, в основе которого лежит разработка процедур оценки качества обучения. Понятие «мотивация» в литературе рассматривается с позиции двух подходов: содержательных теорий (исследовании и объяснении того, что мотивирует и каковы мотивы определенного поведения) и процессуальных теорий (выявление процесса, который приводит к конкретному поведению человека, и концентрируют внимание на выборе поведения, способного привести к желательным результатам) [1, 2]. Мы же под мотивационным воздействием будем понимать целенаправленное воздействие руководителя на мотивационную сферу членов коллектива преимущественно не посредством приказов и санкций, а посредством такой деятельности и социально-психологических условий ее реализации, при которых мотивационная сфера перестраивается адекватно поставленной управленческой цели, и создаются условия для действия в направлении, заданном руководителем [3].

Анализ публикаций [4, 5] привел к пониманию того, что в основе эффективного мотивационно-

го управления лежит разработка партикулярных (ориентированных на объект управления) процедур оценки качества обучения и переобучения. Эти процедуры основаны на общих подходах совершенствования и оценки качества образования. Наиболее важным представляется совершенствование процедур мотивационного управления качеством обучения на пути индивидуализации оценки его уровня и однородности обучаемых групп. Математическим методом решения сформулированной проблемы и посвящена данная статья.

ПОСТРОЕНИЕ АЛГОРИТМА МОТИВАЦИИ ОБУЧАЕМЫХ

Рассматривается процедура процесса мотивационного управления, предполагающая получение безразмерных и сопоставимых друг с другом оценок качества, доступных по результатам измерения. Основным направлением совершенствования процедур оценки качества обучения выбран тестовый способ оценки. Такой способ достаточно хорошо описан в литературе, однако некоторые аспекты требуют уточнения. В рамках рассматриваемой задачи управление качеством обучения сводится к анализу величины неопределенности достижения требуемого уровня обучения. В основу оценки результата усвоения положена функция, учитывающая, помимо самой оценки, минимальный и максимальный уровень результативности контрольного мероприятия всей группы.

Для решения поставленных задач разработан трехуровневый алгоритм мотивации обучаемых:

I. Получение векторной оценки $\Delta_i = (K_i^\phi, K_i^{np}, \sigma_i)$, где K_i^ϕ – приведенная фактическая итоговая оценка i -го обучаемого, K_i^{np} – его оценка, которую он должен был иметь на основе промежуточных оценок, σ_i – коэффициент «волатильности» i -го обучаемого.

II. Формирование подгрупп в учебной группе на основе векторной оценки.

III. Расчёт для каждой подгруппы оптимального числа контрольных мероприятий.

Опишем подробнее этапы данного алгоритма.

I. ВЕКТОРНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

Предположим, что имеется учебная группа, i – порядковый номер обучаемого в группе, $i = 1, 2, \dots, n$. Группе обучаемых для проверки результатов обучения представляют заполнить $(m + 1)$ тестов – T_1, \dots, T_{m+1} , – охватывающих все разделы курса. Тест – перечень вопросов по каждому из разделов курса. $(m + 1)$ -й тест охватывает весь курс целиком. Каждый из тестов T_1, \dots, T_{m+1} может содержать различное число вопросов. Пусть P_{ij} – оценка i -го учащегося группы по j -му тесту, $j = 1, 2, \dots, m$. В качестве итоговой оценки P_i^ϕ выступает оценка по $(m + 1)$ -му тесту. Ставится задача получения оценки качества обучения по определенному курсу в некоторой группе, для которой заданы промежуточные оценки и итоговая оценка контроля, полученная для каждого ее члена.

Векторную оценку результативности обучаемых предлагается искать на основе следующего алгоритма:

Шаг 1. Пусть $P = (P_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m})$ – матрица оценок учащихся (i) группы по всем промежуточным тестам (j). $J = \{1, \dots, n\}$.

Шаг 2. Для группы в целом ищется минимальная и максимальная оценки – P_j^{\min} , P_j^{\max} , которые сводятся к единой шкале измерения по модифицированной формуле Харрингтона:

$$K_{ij}^0 = \frac{2P_{ij} - (P_j^{\max} + P_j^{\min})}{P_j^{\max} - P_j^{\min}},$$

$$K_{ij} = e^{-|K_{ij}^0|^{m_i}},$$

$$K_{ij} = e^{-|K_{ij}^0|^{m_i}},$$

$$0 \leq m_i \leq M, \forall i.$$

Шаг 3. Решается задача минимизации отклонения суммы квадратов разницы между итоговой оценкой и ее прогнозируемым значением в виде линейной комбинации промежуточных:

$$\sum_{i \in J} (K_i - \sum_{j=1}^m \lambda_j K_{ij})^2 \rightarrow \min; \quad (*)$$

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0 \forall j = \overline{1, m}.$$

Шаг 4. Аналогичные оптимизационные задачи подбора индивидуальных удельных весов решаются для каждого члена группы:

$$\left| K_i - \sum_{j=1}^m \alpha_j^i K_{ij} \right| \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_j^i = 1 \forall i = \overline{1, n},$$

$$\alpha_j^i \geq 0 \forall j = \overline{1, m}; i = \overline{1, n}.$$

Шаг 5. Исходя из индивидуальных весовых коэффициентов исходная группа разбивается на две подгруппы:

– обучаемые, склонные к риску (один из индивидуальных весов равен 1, остальные нулевые; $i \in I^{risky}$);

– не склонные к риску обучаемые (все индивидуальные веса положительны; $i \in I^{not_risky}$).

Шаг 6. Вычисление удельных весов для подгруппы, склонной к риску – решения задачи (*) для $i \in I^{risky}$: $J := I^{risky}$, переход к Шагу 3.

Шаг 7. Вычисление удельных весов для подгруппы, не склонной к риску: $J := I^{not_risky}$, переход к Шагу 3.

Шаг 8. Далее строятся прогнозируемые значения K_i^{np} для приведённых оценок (например, с помощью соответствующих пакетов прикладных программ, например, Statistica или Microsoft Excel).

Шаг 9. Рассчитываются значения среднеквадратического отклонения для каждого обучаемого по формуле:

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (K_{ij} - K_i^{np})^2}, \forall i.$$

В результате расчетов получена векторная оценка $\Delta_i = (K_i^\phi, K_i^{np}, \sigma_i)$, где K_i^ϕ – приведенная фактическая итоговая оценка i -го обучаемого, K_i^{np} – его оценка, которую он должен был иметь на основе промежуточных оценок, σ_i – среднеквадратическое отклонение.

II. ФОРМИРОВАНИЕ ПОДГРУПП В УЧЕБНОЙ ГРУППЕ НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

На данном этапе учебная группа разбивается на I – классов на основе численного значения векторной оценки $\Delta_i = (K_i^\Phi, K_i^{np}, \sigma_i)$. Для классификации обучаемых используется метод FOREL2, обеспечивающий разбиение на заданное число классов по степени схожести объектов с использованием расстояния Кемени между i -м и j -м объектами:

$$\rho_{ij} = |K_i^\Phi - K_j^\Phi| + |K_i^{np} - K_j^{np}| + |\sigma_i - \sigma_j|.$$

III. РАСЧЕТ ДЛЯ КАЖДОЙ ПОДГРУППЫ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В основу реализации данного этапа положена модель поиска набора контрольных мероприятий, минимизирующих «неопределенности» при оценке обучаемых в группах [6]. Под неопределенностью понимается характеристика объема информации, имеющаяся в распоряжении образовательного центра (ОЦ), отражающая объективное наличие факторов случайной природы, а также неполноту и неточность информации, оказывающих существенное влияние на итоговый результат обучения [7].

Опишем данную модель. Ограничение на ресурсы, доступные для ОЦ:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^{L_i} r_{ijl} x_{il} \leq R_j, \quad j = 1, \dots, J. \quad (1)$$

$$x_i = \sum_{l=1}^{L_i} x_{il}, \quad i = 1, \dots, I. \quad (2)$$

$$x_l = \sum_{i=1}^I x_{il}, \quad l = 1, \dots, L_i. \quad (3)$$

где x_{il} – количество контрольных мероприятий l -того вида в i -той группе.

Ограничения на допустимое число контрольных мероприятий в соответствии с положениями ОЦ:

$$\underline{x}_i \leq x_i \leq \bar{x}_i, \quad i = 1, \dots, I. \quad (4)$$

$$\underline{x}_l \leq x_l \leq \bar{x}_l, \quad l = 1, \dots, L_i. \quad (5)$$

$$x_{il} \in \Omega \subset N, \quad l = 1, \dots, L_i. \quad (6)$$

В качестве целевой функции модели предлагается рассмотреть функцию меры «неопре-

деленности» $H_i(x_i)$, остающейся после проведения контрольных мероприятий:

$$H = \sum_{i=1}^I H_i(x_i) = \sum_{i=1}^I \frac{v_i}{\sum_{l=1}^{L_i} x_{il}}, \quad (7)$$

здесь v_i – характеристика скорости накопления неопределенности в i -той группе. Если предположить, что накопление неопределенности происходит из-за изменения оценок группы в процессе обучения, т.е. чем больше колебания в процессе обучения, тем неопределеннее итоговый результат, то величину v_i предлагается искать по формуле

$$v_i = \frac{P_i^{\max} - P_i^{\min}}{2} * \frac{C_i}{T - 2}, \quad (7a)$$

где P_i^{\max} , P_i^{\min} – соответственно максимальная и минимальная средние оценки i -той группы, полученные за период T ; C_i – число изменений средней оценки в i -той группе.

Кроме того, неопределенность в оценке качества обучения может возникать, когда итоговая оценка каждого обучаемого отличается от оценки, прогнозируемой по промежуточным результатам:

$$v_i = \sqrt{\sum_{k=1}^{K_i} (P_{ik}^\Phi - P_{ik}^{np})^2}, \quad (7б)$$

где P_{ik}^Φ – итоговая оценка обучаемого за период $[1, 2, \dots, T]$, P_{ik}^{np} – прогнозируемая итоговая оценка k -того обучаемого из i -той группы.

Другой подход оценки неопределенности основан на понятии «трудности» [8]. Вводится логистическая зависимость качества усвоения как функцию от числа контрольных мероприятий в группе.

$$\mu_i(x_i) = \frac{1}{1 + a_i e^{-c_i x_i}}.$$

В теории обучения параметры этой функции имеют следующий смысл: c_i – характеризует важность каждого отдельного контрольного мероприятия, а коэффициент a_i характеризует оценку значимости (вклада) каждого контрольного мероприятия по сравнению с предыдущим. Если нижнее допустимое (пороговое) значение качества обозначить $\varepsilon_i \in (0, 1]$, то $\varepsilon_i = \frac{1}{1 + a_i}$. Из

этих двух характеристик сформируется оценка трудности достижения цели для i -той группы:

$$d_i = \frac{\varepsilon_i (1 - \mu_i)}{\mu_i (1 - \varepsilon_i)}, \varepsilon_i \leq \mu_i.$$

Преобразование данных выражений, как показано в [8], приводит к следующей формуле измерения общей трудности контроля в системе, риска недостижения цели обучения по всем группам

$$d = 1 - \prod_{i=1}^I (1 - e^{-c_i x_i}) \rightarrow \min. \quad (8)$$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ

Предложенный трехуровневый алгоритм мотивации обучаемых был реализован в виде программного комплекса в средах программирования Borland Delphi 6.0 и MS Excel 2007. Рассматривалась учебная группа, состоящая из 25 человек, в которой проводилось пять текущих и одно итоговое тестирование. На втором этапе алгоритма мотивации обучаемых рассматриваемая учебная группы была поделена на две подгруппы на основе численного значения векторной оценки. Результаты расчетов представлены на рисунке (закрашенными точками изображаются векторные оценки обучаемых первой подгруппы).

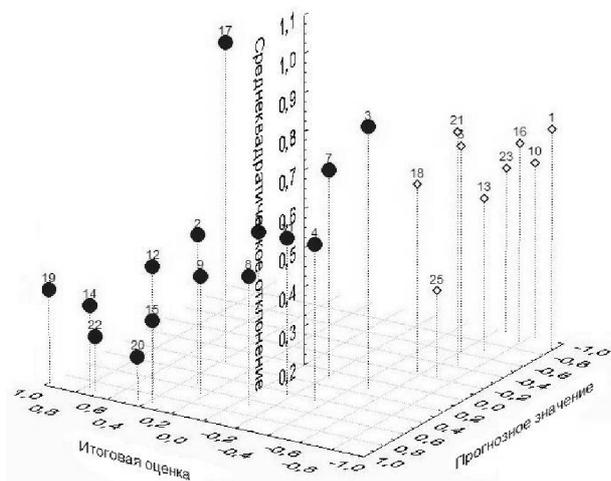


Рис. 1. Векторная оценка обучаемых

В ходе решения задачи выявляется дополнительный фактор, влияющий на результаты проведения контрольного мероприятия, который может быть интерпретирован как склонность некоего члена группы к риску. В рамках исследуемой области это можно интерпретировать, как склонность учащегося в значительной

степени полагаться на удачу при подготовке к контрольному мероприятию. Отметим, что при разбиении на подгруппы значение целевой функции задачи (*) заметно уменьшается, что говорит о целесообразности деления по признаку склонности к риску того или иного участника группы для получения более точных результатов и оценок.

Для каждой из выделенных подгрупп на третьем этапе алгоритма рассчитывается оптимальное число контрольных мероприятий. На основе моделей (1)–(7а), (1)–(7б), (1)–(6), (8) были проведены расчеты для уже рассматриваемой нами группы (таблица 1).

Таблица 1

Оптимальные вектора-наборы контрольных мероприятий

	Модель контроля					
	(1)–(7а)		(1)–(7б)		(1)–(6), (8)	
подгруппа	1	2	1	2	1	2
практика	4	8	6	6	6	6
экзамен	2	2	2	2	2	2
зачет	2	3	2	3	2	3
контрольная работа	1	4	3	2	3	2
опрос	6	8	6	8	6	8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Т.о. особенностью данной работы является описание способа оценки качества обучения учащегося не только итоговой оценкой, но и оценкой его отношения к учёбе в течение всего периода обучения. Применение трехуровневого алгоритма мотивации обучаемых для различных учебных групп подтверждает его сильное мотивационное воздействие на рост желания обучаемых овладеть более интенсивно знаниями и умениями при условии открытости системы мотивационных воздействий и широкой информированности обучаемых об условиях, способах оценки и последствиях предлагаемых тестов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслоу А. Мотивация и личность / А. Маслоу. – СПб, 2003.
2. Джуэлл Л. Индустриально-организационная психология : учеб. для вузов / Л. Джуэлл. – СПб, 2001.
3. Шадрин А. Д. Менеджмент качества. От основ к практике / А. Д. Шадрин. – М, 2005.
4. Исаев В.А. О концептуальной модели системы анализа качества информационно-образовательной среды системы открытого образования / В. А. Исаев.

ев // Квалиметрия в образовании: методология и практика. – М, 2002. – С. 173–183.

5. *Крашмалев А.Л.* Качество образования как актуальная проблема управления / А. Л. Крашмалев. – Омск, 2001.

6. *Каплинский А.И.* Моделирование и алгоритмизация слабоформализованных задач выбора наилучших вариантов систем / А. И. Каплинский, И. Б. Руссман, В. М. Умывакин. – Воронеж, 1991.

Баева Нина Борисовна – доцент, кандидат экономических наук, Воронежский государственный университет. Тел.: (4732) 66-68-25

Ворогушина Дарья Вадимовна – ассистент кафедры Математических методов исследования операций, Воронежский государственный университет. Тел.: (4732) 49-63-37, 8-909-214-40-35

Волкова Ольга Валентиновна – инженер-программист ОАО «Концерн «Созвездие». Тел.: (4732) 52-41-85; 8-920-411-82-78

7. *Баева Н.Б.* О выборе оптимального набора контрольных мероприятий при управлении качеством образовательного процесса / Н. Б. Баева, Д. В. Ворогушина // Вестник ВГУ. Сер. Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж, 2007. № 1, С. 118–124.

8. *Иванченко А.И.* Оценка качества контроля в задачах управления организационными системами / А. И. Иванченко, И. Б. Руссман // Стандарты и качество. 2003. №9. – С. 88–90.

Baeva Nina Borisovna – Voronezh State University, Associate professor, Candidate of Science in Economics. Tel.: (4732) 66-68-25

Vorogushina Darya Vadimovna – Assistant of the chair of Mathematical methods of operational research, Voronezh State University Tel.: (4732) 49-63-37, 8-909-214-40-35.

Volkova Olga Valentinovna – programmer engineer JSC “Cozvezdie” Concern”. Tel.: (4732) 52-41-85; 8-920-411-82-78