

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

Букалова А.Ю.¹, Харитонов В.А.¹

¹ *ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия (614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29), e-mail: alina_bukalova@mail.ru*

Для реализации основных принципов управления профессиональной подготовкой: измерения текущего состояния регулируемой величины, принцип задания ее желаемого значения и обратной связи, через использования управляющих воздействий решается задача разработки интеллектуальных инструментальных средств поддержки принятия решения в задачах управления уровнем профессиональной подготовки студентов. Предлагаемый инструментарий учитывает человеческий фактор на уровне моделей поведения различных социальных групп. Инструментальные средства разрабатываются на основе компетентностного и негэнтропийного подходов к управлению уровнем профессиональной подготовки студентов, а также методов комплексного оценивания (агрегирования и декомпозиции) показателей успеваемости для локализации проблемных участков образовательного процесса с последующей целью принятия управленческого решения для его коррекции.

Ключевые слова: интеллектуальные инструментальные средства, профессиональная подготовка студентов, управление, негэнтропия, агрегирование, комплексное оценивание, декомпозиция, локализация проблемных участков.

INTELLECTUAL TOOLS OF SUPPORT OF DECISION-MAKING IN PROBLEMS OF MANAGEMENT OF THE PROFESSIONAL STANDARD OF STUDENTS

Bukalova A.Y.¹, Kharitonov V.A.¹

¹ *Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (614990, Perm, Komsomolsky Avenue, 29), e-mail: alina_bukalova@mail.ru*

For realization of the basic principles of management by vocational training: measurements of current state of adjustable size, the principle of a task of its desirable value and feedback, through uses of operating influences is solved a problem of development of intellectual tools of support of decision-making in problems of management by a professional standard of students. The offered tools consider a human factor at the level of models of behavior of various social groups. Tools are developed on the basis of competence-based and negeentropiyny approaches to management of a professional standard of students, and also methods of complex estimation (aggregation and decomposition) progress indicators for localization of problem sites of educational process with the subsequent purpose of adoption of the administrative decision for its correction.

Keywords: intellectual tools, training of students, administration, negentropy, aggregation, integrated assessment, decomposition, localization problem areas.

Введение

Управления уровнем профессиональной подготовки студентов должно охватывать процессы формирования дисциплинарных компетенций, процессы базовой и профильной профессиональной подготовки, а также реализовывать общие принципы управления: принцип измерения текущего состояния регулируемой величины (уровень подготовки студентов), принцип задания ее желаемого значения (уровень требований заинтересованных лиц к качеству подготовки выпускников) и принцип обратной связи - через обоснование управляющих воздействий (коррекций процессов обучения) с использованием результатов измерений, основанных на всех видах контроля профессиональной подготовки (текущем, промежуточном, итоговом).

Описываемые в статье интеллектуальные инструментальные средства поддержки принятия решений, использующие модели поведения (предпочтений) участвующих лиц в задачах выбора, разработаны на основе компетентностного и негэнтропийного подходов, а также комплексного оценивания уровня профессиональной подготовки студентов, реализуют основные принципы управления и предполагают возможность декомпозиции отклонений результатов измерения от желаемого уровня с целью локализации проблемных участков образовательного процесса и последующей коррекции.

Материал и методы исследования

Разработке инструментальных средств комплексного оценивания уровня сформированности набора компетенций предшествует процесс его формирования. Результатом этого процесса является информационный базис технологии комплексного оценивания. Процесс формирования набора компетенций, которым должен обладать выпускник вуза, происходит при участии различных заинтересованных лиц (обучаемых, работодателей, преподавателей). В результате этой процедуры определяется важность каждой компетенции в общем наборе, который формируется у выпускника в процессе профессиональной подготовки в техническом университете.

Опишем процедуру формирования актуального перечня компетенций.

1. Формирование набора базовых общекультурных и профессиональных (общих для всего направления подготовки) компетенций, которыми должен обладать выпускник на основании ФГОС ВПО.

2. Формирование вузом и менеджером ООП перечня профильно ориентированных компетенций по данному профилю подготовки на основании:

- стандартов ВПО прошлых поколений;
- рекомендаций экспертов со стороны профессиональных и бизнес-сообществ;
- пожеланий работодателей (на основании анкетирования, выявляющего важность той или иной профильно ориентированной компетенции)[4].

3. Агрегирование множества компетенций из сформированного набора по признаку подобия в группы для обеспечения планирования формирования компетенций по дисциплинам ООП.

Результатом этой процедуры является информационный базис технологии комплексного оценивания (агрегирования) в виде набора актуальных общекультурных, профессиональных и профильно ориентированных компетенций, укрупненных и разделенных по группам, $j = \overline{1, J}$, J число групп, $i_j = \overline{1, I_j}$, номер компетенции в группе.

Для измерения у обучаемого уровня сформированности части компетенции в одной из дисциплин основной образовательной программы предлагается использовать

негэнтропийный подход, который рассматривает приращение количества информации, поступающей в систему в результате определенного образовательного процесса. Текущий уровень сформированности компетенций предлагается сопоставлять с количеством информации $\bar{E}_{j,d}$, усвоенной обучаемым в ходе негэнтропийного процесса, измеряемым в условных единицах. При этом под введенной условной единицей количества негэнтропии (у.е.) понимается количество информации, усваиваемое в сложившихся педагогических условиях за один час студентом, успешно справляющимся с усвоением информации, предусмотренной дисциплиной d ровно за $T_{j,d}$ часов. Оценочные данные $x_{j,d}$, характеризующие успеваемость по конкретным дисциплинам, можно привести к негэнтропийным оценкам, опираясь на значения трудоемкости этих дисциплин $T_{j,d}$ с помощью экспертно устанавливаемых кривых научения [2] $\bar{E}_{j,d}(T_{j,d}, x_{j,d})$.

Процесс комплексного оценивания достигнутого уровня сформированности компетенций следует представить в виде последовательных этапов, представленных на рис. 1.

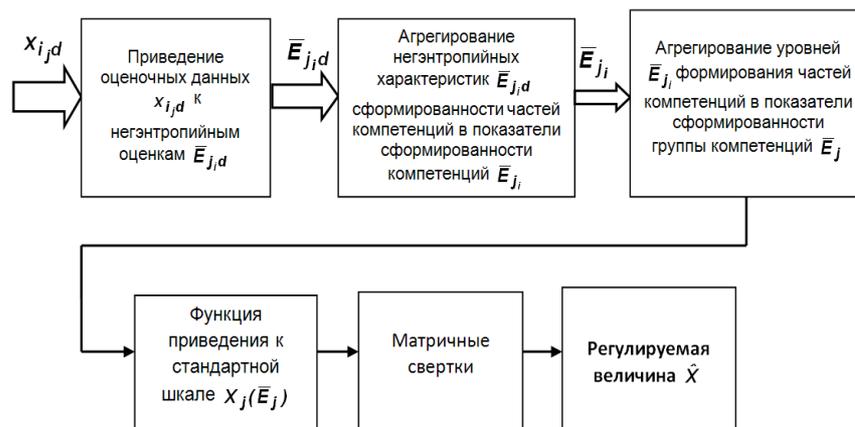


Рис. 1 Последовательность механизма агрегирования данных о накопленной негэнтропии в комплексную оценку сформированности набора компетенций

На первых двух этапах процесса комплексного оценивания достигнутого уровня сформированности компетенций, а также их групп, когда дисциплины, формирующие i_j часть компетенции, находятся в единой или близкой предметных областях, целесообразно использовать линейную свертку (1), (2) соответственно.

Комплексная негэнтропийная оценка \bar{E}_{i_j} уровня сформированности компетенции определяется следующим образом:

$$\bar{E}_{i_j} = \sum_d^{\rho_{i_j}^D} k_d \bar{E}_{i_j,d}(x_{i_j,d}), \bar{E}_{i_j} \in (0,1], \forall k_d \in (0,1), \sum_{d \in \rho_{i_j}^D} k_d = 1, \quad (1)$$

где k_d - коэффициенты важности вклада каждой дисциплины в формирование данной компетенции с использованием процедуры нормализации этих коэффициентов на интервале (0,1).

Уровень сформированности групп компетенций в форме «усредненного» количества неэнтропии \bar{E}_j может быть определен, используя метод взвешенных коэффициентов. Эффективность данного метода можно повысить достаточным обоснованием порядка на множестве показателей. Комплексное оценивание формирования групп компетенций будет описываться линейной сверткой.

$$\bar{E}_j = \sum_{i=1}^{I_j} k_i^j \bar{E}_{i_j}, \forall k_i^j \in (0,1), \sum_{i=1}^{I_j} k_i^j = 1, \quad (2)$$

где k_i^j - взвешенные коэффициенты, отражающие степень важности компетенций в группе.

На заключительном этапе агрегирования частных групп показателей уровней сформированности компетенций обучаемых в комплексную оценку необходимо для выполнения основополагающего принципа управления – оценивания текущего значения регулируемой величины требует применения более сложных методов свертки, чем линейные. Действительно, линейные свертки имеют взвешенные коэффициенты, действующие на всей области определения, в нашем случае:

$X^J = \frac{(0,1)^J = (0,1) * (0,1) * \dots * (0,1)}{J}$. На практике это правило справедливо лишь для некоторой сравнительно небольшой подобласти $\varepsilon \in X^\varepsilon$. В других подобластях определения свертка должна иметь свою линейную интерпретацию, отличную от других. Подобным свойством могут обладать нелинейные, например матричные свертки, приближенные эквивалентные описания которых имеют вид некоторого семейства линейных свертки [5].

В ситуациях, отличающихся разнообразием наборов значений уровней сформированности групп компетенций, существенно различающихся предметными областями, неизбежно меняются приоритеты коррекций образовательного процесса, что ведет к изменению порядка ранжирования и результатов вычисления взвешенных коэффициентов. Поэтому для полного комплексного оценивания целесообразно в качестве инструмента агрегирования использовать матричные механизмы комплексного оценивания (ММКО), в дальнейшем обозначаемые сокращенным образом - МКО

Комплексное оценивание уровня сформированности компетенций на основе МКО осуществляется в виде следующей последовательности этапов:

- структурный синтез МКО, определяющий процесс свертки множества частных критериев в комплексную оценку;
- приведение частных критериев к стандартной шкале комплексного оценивания [1; 4], рис. 2;
- конструирование бинарных матриц свертки в соответствии с выражением ЛПР своего предпочтения к особенностям той или иной операции агрегирования;
- вычисление комплексной оценки бинарной свертки;
- выполнение процедуры вычисления транзитивной свертки по всему дереву критериев [1].

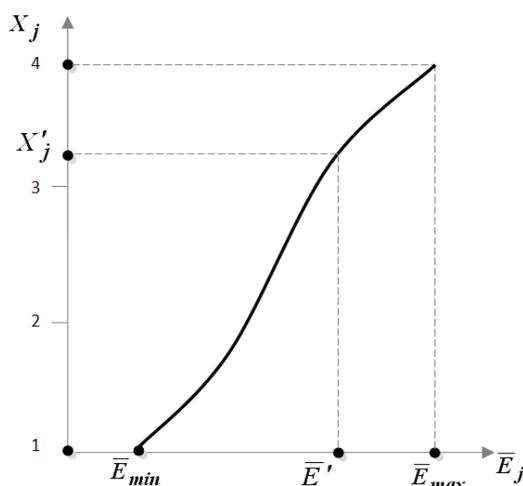


Рис. 2. Функция приведения к стандартной шкале комплексного оценивания

Достаточная степень адекватности модели управления профессиональной подготовкой позволяет добиться обоснования необходимой степени воздействия на процесс формирования набора компетенций и обоснования локализации направления корректирующего воздействия. Решение этой задачи предполагается находить путем декомпозиции возникающих рассогласований регулируемой величины (комплексной оценки) с ее желаемым значением, устанавливаемых из соображений достаточности ресурсного обеспечения.

С целью исключения прямого перебора вариантов коррекций в виду большой размерности задачи, на первом этапе декомпозиции предлагается переход от многофакторных нелинейных (матричных) моделей к их линейным приближениям в заданном состоянии процесса для получения аналитических выражений вычисления управляющих воздействий.

Конкретное состояние уровня сформированности компетенций X^* называется «рабочей точкой», представляющей собой вычисленное значение комплексной оценки (3) от значений частных критериев.

$$X^* = f(X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*) \quad (3)$$

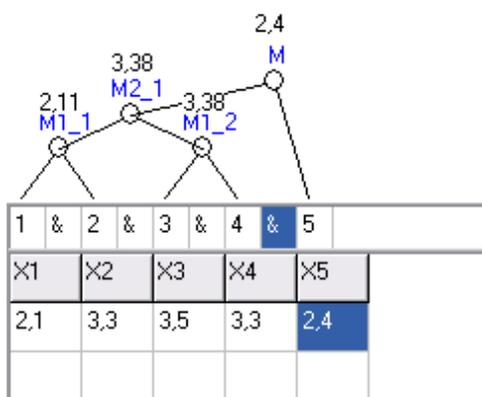
Изменение величины X^* в «рабочей точке» в общем виде описывается линейным уравнением (4), содержащим частные производные функции агрегирования в «рабочей точке»:

$$\Delta X = \sum_{i=1}^n k'_i \Delta X_i, \quad (4)$$

где коэффициенты линеаризации $\left. \frac{\partial X}{\partial X_i} \right|_{X^*}, i \in \overline{1, I}$ в некоторых допустимо малых областях ε'_i определяются графоаналитическим методом на основе эпюры функции чувствительности комплексной оценки к вариациям отдельных частных критериев [3].

Результаты исследования

Для демонстрации вышеизложенных методов агрегирования и декомпозиции применяются данные об успеваемости студентов профиля «Экспертиза и управление недвижимостью» по направлению «Строительство».



M1_1	Уровень сформированности группы базовых компетенций
M1_2	Уровень сформированности группы прикладных компетенций
M2_1	Уровень сформированности группы профессиональных компетенций
M	Уровень сформированности набора компетенций

Рис.3. Дерево комплексного оценивания и интерпретация матриц свертки

На основе данных вычислительного эксперимента и комплексного оценивания уровня сформированности компетенций было выявлено, что на уровень сформированности набора компетенций влияют два критерия: уровень сформированности группы компетенций в соответствии с технологической и управленческой деятельностью, уровень сформированности группы профильно-специализированных компетенций. Остальные функции чувствительности в «рабочей точке» имеют производную, равную нулю, что исключает их рассмотрение в линеаризации свертки.

Графоаналитическая процедура определения коэффициентов линеаризации k_4, k_5 в точке линеаризации и окрестностей областей линеаризации $\varepsilon_4, \varepsilon_5$ представлена на рис. 4, где $k_4 = \text{tga}_4 = 0,57, \Delta X_5 \in [0; 0,3], k_5 = \text{tga}_5 = 0,83, \Delta X_6 \in [0; 0,3]$.

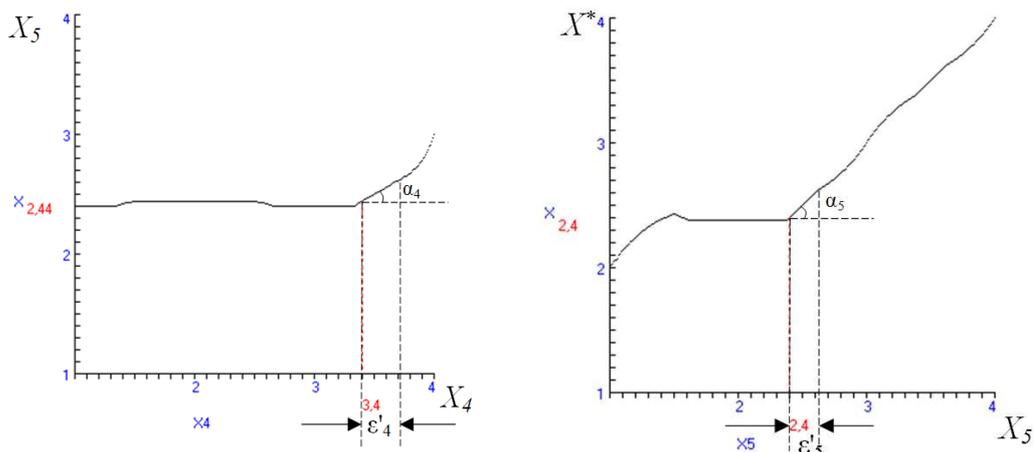


Рис.4. Процедура определения коэффициентов линейризации k_4, k_5 в точке линейризации и окрестностей области линейризации $\varepsilon_4, \varepsilon_5$.

Тогда уравнение линейризации принимает следующий вид:

$$\Delta X = k'_4 \Delta X_4 + k'_5 \Delta X_5, \Delta X^{max} = 0,57 * 0,3 + 0,83 * 0,3 \quad (5)$$

Максимизируя значение свертки X в области $\varepsilon_4 * \varepsilon_5$, с целью проверки возможности повышения текущего уровня сформированности компетенций и оценки методических погрешностей, определим новые значения X_4, X_5 (6) параметров свертки X :

$$X = X^* + \sum_{4,5} k_i \Delta X_i^{max}, X = 2,4 + 0,57 * 0,3 + 0,83 * 0,3 = 3,82 \quad (6)$$

Сравнение с действительным значением нового значения свертки $X = f(X_5, X_6) \Big|_{X_{-(5,6)}}$ показывает порог сходимости для графоаналитического метода.

В случае недостаточного уменьшения рассогласования ΔX , процедура линейризации может быть продолжена в условиях новой рабочей точки.

На втором этапе декомпозиции, используя выражение (4), можно сформулировать требования к коррекции отдельных компетенций в «проблемных» группах:

$$\begin{aligned} \Delta x_4 &= \sum k_i^4 x_i^4 \quad \hat{x}_4 = 0,3 \\ \Delta x_5 &= \sum k_i^5 x_i^5 \quad \hat{x}_5 = 0,3 \end{aligned} \quad (7)$$

Для коррекции выбираются компетенции, которые можно характеризовать низким уровнем накопленной негэнтропии x_{ij} в сочетании с высокими значениями взвешенных коэффициентов k_i^j , глубина коррекции определяется необходимостью удовлетворения требования (7):

$$\sum_i^{\rho^{ij}} k_i^j \Delta x_{ij} \geq \Delta x_j \quad (8)$$

На заключительном этапе декомпозиции в отношении выделенных в различных группах «проблемных» компетенций с участием ответственных за них педагогов вырабатываются

рекомендации по повышению успеваемости в дисциплинах ООП, участвующих в их формировании и удовлетворяющих требованию (9):

$$\sum_d^{\rho_{ij}^D} k_d \bar{E}_{i,j,d}(x_{i,j,d}) \geq \Delta x_{i,j} \quad (9)$$

Коррекции на данном уровне могут привести к перераспределению нагрузки на формирование компетенций между дисциплинами, участвующими в их формировании.

Заключение

Предложенные инструментальные средства поддержки принятия решений на основе композиции разнообразных механизмов комплексного оценивания уровня профессиональной подготовки реализуют компетентностный и негэнтропийный подход в области образовательных управленческих технологий, соблюдая общие принципы управления и сохраняя возможность декомпозиции отклонений результатов измерения от желаемого уровня с целью решения задачи выбора управлений образовательным процессом.

Список литературы

1. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений : монография / В.А. Харитонов, И.В. Ёлохова, В.И. Стаматин [и др.] / под ред. В.А. Харитонова. – Пермь : Изд-во Перм. гос. тех. ун-та, 2010. – 342 с.
2. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения. - М. : Институт проблем управления РАН, 1998. – 77 с.
3. Технологии современного менеджмента : монография / В.А. Харитонов, А.А. Белых / под ред. В.А. Харитонова. – Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 190 с.
4. Харитонов В.А. Модели системы управления качеством подготовки специалистов к инновационным технологиям обучения / В.А. Харитонов, А.Ю. Беляков, С.Г. Пуйсанс, И.Д. Столбова // Проблемы управления: научно-техн. журнал. - М. : СенСидат-Контрол, 2007. – 5 с.
5. Харитонов В.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки / В.А. Харитонов, И.Р. Винокур, А.А. Белых // Управление большими системами : сб. науч. тр. – М.: Институт проблем управления РАН, 2007. - № 18. – С. 129-140.

Рецензенты:

Ручкинова Ольга Ивановна, д.т.н, профессор кафедры «ТВ и ВВ» Пермский национальный исследовательский университет, г. Пермь.

Мелехин Александр Германович, д.т.н., профессор кафедры «ТВ и ВВ», Пермский национальный исследовательский университет, г. Пермь.